Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação
da Biodiversidade

Diversidade e Comportamento de Abelhas (Hymenoptera: Apidae) Associadas aos Capítulos Florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em Ambientes Urbano e Rural

IZEQUIAS SOUZA NEIVA

Dourados-MS
janeiro/2015

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

IZEQUIAS SOUZA NEIVA

Diversidade e Comportamento de Abelhas (Hymenoptera: Apidae) Associadas aos Capítulos Florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em Ambientes Urbano e Rural

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Dr. Valter Vieira Alves Junior

Dourados-MS
janeiro/2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N417d Neiva, Izequias Souza

Diversidade e comportamento de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asteraceae) em ambientes urbarno e rural. / Izequias Souza Neiva – Dourados: UFGD, 2015.

129f. il.

Orientador(a): Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior.

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) FCBA, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Abelhas urbanas. 2. Visitantes florais. 3. Girassol. I. Título.

CDD – 595.799

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte

"DIVERSIDADE E COMPORTAMENTO DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) ASSOCIADAS AOS CAPÍTULOS FLORAIS DO GIRASSOL (*Heliantus anuus*) (ASTERALES: ASTERACEAE) EM AMBIENTES URBANO E RURAL"

Por

IZEQUIAS SOUZA NEIVA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior
Orientador – UFGD

Prof. Dr. Manoel Araécio Uchôa-Fernandes
Membro titular - UFGD

Elizangela Leite Vargas
Profª. Drª. Elizangela Leite Vargas
Membro titular - UEMS

Leandro Polatto
Prof. Dr. Leandro Pereira Polatto
Membro titular - UEMS

Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro titular – UFGD

Vanusa R. Horas
Profa. Dra. Vanusa Rodrigues Horas
Membro titular – UFGD

Aprovada em: 29 de janeiro de 2015.

Biografia

IZEQUIAS SOUZA NEIVA - Nascido na zona rural do município de Flora Rica - SP, em 1970, filho de Sebastião de Souza Neiva e Eduvirges Margarida Neiva. Comecei a estudar aos sete anos de idade em uma escola multisseriada na zona rural do município natal, mas dei continuidade ao estudo em outra escola rural, Escola Estadual Antônia da Silveira Capilé em Glórias de Dourados-MS, onde cursei até o sétimo ano do Ensino Fundamental (1978 a 1989). Cursei o oitavo ano do Ensino Fundamental e todo o Ensino Médio na Escola Estadual Ministro João Paulo dos Reis Veloso em Dourados de 1991 a 1994. Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN de 1996 a 1999. Fui militar do Exército Brasileiro de 1990 a 1994. Trabalhei na indústria de alimentos de 1994 a 1998. Estagiei no Laboratório de Solos, Plantas e Corretivos da Embrapa-CPAO em Dourados – MS, de julho de 1998 a dezembro de 1999. Iniciei a carreiras no magistério no ano de 2000, em 2001 migrei para a cidade de Amambai-MS onde tomei posse de um concurso do magistério na função de professor de Ciências da Natureza em uma escola indígena (Escola Municipal Mbo'eroy Guarani Kaiowá), onde trabalhei até novembro de 2002. Em dezembro de 2002 retornei para Dourados-MS e no dia 5 do mesmo mês tomei posse do concurso do magistério de nível médio na função de professor de biologia, permanecendo até a presente data. Pós-graduado (especialização) em Biologia da Conservação pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS de 2002 a 2004. Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pelo Progarma de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Faculdade de Ciência Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, de 2007 a 2009. No ano de 2011 iniciei o doutorado nesta mesma Instituição e em janeiro de 2015, realizei a defesa da Tese, tendo sido considerado apto a receber o título de Doutor em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Agradecimentos

Ao José Nicácio Nascimento pelos ensinamentos e dedicação as análises estatísticas.

À minha esposa Thalita Myslaine da Silva Guilherme pelo apoio, paciência e compreensão.

Ao prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior pelas orientações e dedicações.

Ao secretário do programa, Marcelo Cardoso Oliveira pelo brilhantismo e esmero no desempenho de suas funções, contribuindo significativamente com o bom andamento do curso e consequentemente deste trabalho.

À acadêmica Samara da Silva Gonçalves por colaborar no preparo dos insetos para a identificação e auxiliar na tabulação dos dados.

À Pâmela de Souza Ferreira pela colaboração no preparo dos insetos para a identificação.

A todos os professores e coordenadores do programa que lutam incessantemente para a manutenção e melhorias do programa.

Ao Prof. Dr. Izel Suarez Rondon pelas colaborações com as análises estatísticas dos dados.

Ao Jesus Felizardo de Souza da Divisão de Serviços Agrários pela viabilização da área e preparo do solo para o cultivo do girassol.

Ao Valmir Rosa de Siqueira da Faculdade de Ciências Agrárias pelo preparo do solo para o cultivo do girassol.

Aos colegas do laboratório de apicultura (LAP) pelo apoio e convivência.

Ao Programa de Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela oportunidade concedida para a realização do curso e desenvolvimento deste estudo.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

À Embrapa Agropecuária Oeste pelo fornecimento da semente do girassol.

Lista de figuras

CAPÍTULO I - Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural

Figura 1 – Localizações da área de estudo (ambiente urbano), onde os experimentos foram desenvolvidos - "Parque do Lago I", Dourados – MS, Brasil. (Google Earth, 2014).....48

Figura 2 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS (Google Earth, 2014).....49

Figura 3 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) amostradas nos ambientes urbano e rural em Dourados – MS, Brasil..... 49

Figura 4 – Diversidade (α), Equitabilidade e Dominância das abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano rural em Dourados – MS, Brasil.....54

Figura 5 – Ordenação dos escores das espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural em Dourados – MS, Brasil. Δa – indica os horários de amostragens para área urbana e Δb – para a área rural. PERMANOVA (Fα 0,01; (gl=1; Residual=584); F=87,95); STRESS = 0, 11.....57

CAPÍTULO II - Padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. africanizada (Hymenoptera: Apidae) associada ao *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) em ambientes urbano e rural

Figura 1 – Localizações da área de estudo (ambiente urbano), onde os experimentos foram desenvolvidos - "Parque do Lago I", Dourados – MS, Brasil. (Google Earth, 2014).....78

Figura 2 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS (Google Earth, 2014).....79

Figura 3 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) amostradas nos ambientes urbano e rural em Dourados – MS, Brasil.....79

Figura 4 – Distribuição da media de abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) nos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em diferentes horários, considerando os dois ambientes (urbano e rural) e três épocas distintas (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), em Dourados-MS. **Nota**: ANOVA F α 0, 05 (11; 505) = 2,7; teste de comparação de média (Duncan, α = 0,05); letras iguais não diferem significativamente.....83

Figura 5A e B – Distribuição da media de abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) visitantes dos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos distintos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) nos horários entre 6h00min e 17h15min em Dourados-MS. Nota: ambiente urbano - ANOVA F α 0,05 (11; 190) = 0,414; Ambiente rural - ANOVA F α 0,05 (11; 303) = 4,034; teste de comparação de média (Duncan, α = 0,05); onde para letras iguais, os valores não diferem significativamente.....85

Figura 6 – Abundância relativa de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural em diferentes períodos de horários das 6h00min às 17h15min e períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no Município de Dourados - MS.....90

Figura 7 – Distribuição da frequência absoluta de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados - MS.....92

Figura 8 – Frequência proporcional de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados-MS. Mann-Whitney (p<0,05): letras minúsculas iguais na horizontal, e maiúsculas iguais na vertical, não diferem significativamente.....96

Figura 9 – Componentes Principais (CP) das variáveis temperaturas máxima, mínima e média, pluviosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento, todas correlacionadas com a abundância de *Apis mellifera* (Hymenptera: Apidae) forrageando nos capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural e três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) do ano em Dourados – MS. **Nota:** Os pontos (•) representam a abundância média de *A. mellifera* e estão identificados de acordo o período do ano e o ambiente da avaliação. A localização do ponto e a sua distância entre os vetores das variáveis climáticas indicam o quanto foi influenciada por essas variáveis durante as visitas aos capítulos florais do girassol.....98

CAPÍTULO III - Comportamento forrageiro e recurso alimentar de *Apis mellifera* L. e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) em cultura de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) no Centro-Oeste do Brasil

Figura 1 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS (Google Earth, 2014).....111

Figura 2 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) a serem avaliadas no ambiente rural em Dourados-MS.....112

Figura 3 – Porcentagem da frequência observada de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) coletoras de recursos florais nos capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em área rural no município de Dourados-MS, em três períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012). **Nota**: letras diferentes na horizontal indicando diferença de frequências entre os períodos para cada recurso; Qui-quadrado de Pearson (537,3760; gl(2) e significância (p<0,000); Nível de significância (0,05).....118

Figura 4 – Porcentagem da frequência observada de *Exomaloposis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) coletoras de recursos nos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em três diferentes períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no município de Dourados-MS. Nota: letras diferentes na horizontal indicando diferenças entre os períodos para cada recurso; Qui-quadrado de Pearson (26,885); gl (2) e (p<0,000).....120

Lista de tabelas

CAPÍTULO I – Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural

Tabela 1 - Abundância e riqueza de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural, em Dourados – MS, Brasil.....53

Tabela 2 - Abundância das quatro espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) mais representativas associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural em Dourados – MS, Brasil.....60

Tabela 3 - Abundância das quatro espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) mais representativas, associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) e que foram mais abundantes no ambiente urbano em relação ao ambiente rural em Dourados – MS, Brasil. 63

Tabela 4 - Abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) no ambiente urbano, e que não foram amostradas no ambiente rural em Dourados – MS, Brasil.....65

Tabela 5 - Frequência das abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural em Dourados – MS, Brasil.....67

CAPÍTULO II - Padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. africanizada (Hymenoptera: Apidae) associada ao *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) em ambientes urbano e rural

Tabela 1 – Abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no Município de Dourados-MS.....89

Tabela 2 – Ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no município de Dourados-MS.....94

Tabela 3 – Ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), no intervalo de horários (das 6h00min às 17h15min), nos ambientes urbano e rural em três períodos de avaliação (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados-MS.....95

Tabela 4 – Componentes principais extraídas da Análise de Componentes Principais (ACP) com os respectivos autovalores, porcentagem da variância explicada, α de Cronbach e peso de cada variável nos dois eixos, explicando a variância total da ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) amostradas em capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) para os períodos/ano (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) nos ambientes urbano e rural, em Dourados-MS.....97

CAPÍTULO III - Comportamento forrageiro e recurso alimentar de *Apis mellifera* L. e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) em cultura de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) no Centro-Oeste do Brasil

Tabela 1- Frequências de *Apis mellifera* e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) coletoras de néctar e pólen em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em três épocas do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) em área rural de Dourados-MS.....116

Tabela 2 - Razão de chance em relação a frequência das visitas de duas espécies de abelhas *Apis mellifera* e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) visitantes dos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) sob influência da umidade do ar e dos horários do dia, na área rural em Dourados-MS, considerando os períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) de avaliação em conjunto.....122

Sumário

Resumo geral 16
Abstract 17
1 Introdução geral 18
2 Revisão de literatura 20
2.1 As abelhas 20
2.2 Importância das abelhas 21
2.3 O serviço prestado pelas abelhas 22
2.4 A influencia do desmatamento na comunidade de abelhas 24
2.5 As abelhas e a urbanização 25
2.6 Comportamento 28
2.7 Aspecto botânico e biologia floral do girassol 31
3 Referências 32

Capítulo I

Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural

Resumo **44**

Abstract **45**

1 Introdução **46**

2 Materiais e métodos **48**

2.1 Áreas de estudo 48

2.2 Procedimentos no campo 59

2.3 Índices ecológicos 51

2.3.1 Abundância 51

2.3.2 Diversidade 51

2.3.3 Frequências 51

2.3.4 Teste Qui-quadrado χ^2 52

2.3.5 Ordenação 52

3 Resultados e Discussão **53**

3.1 Riqueza e diversidade 54

3.2 Ordenação 57

3.3 Abundância 58

3.3.1 Abundância das três espécies de abelhas mais representativas: ambiente urbano versus ambiente rural 60

3.3.2 Espécies de abelhas mais abundantes no ambiente urbano 62

3.4 Espécies amostradas exclusivamente no ambiente urbano 64

3.6 Frequências 65

4 Conclusões **68**

5 Referências **68**

Capítulo II

Padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. africanizada (Hymenoptera: Apidae) associada ao *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) em ambientes urbano e rural

Resumo 74
Abstract 75
1 Introdução 76
2 Materiais e métodos 77
2.1 Área de estudo 77
2.2 Procedimentos no campo 79
2.3 Índices ecológicos 81
2.3.1 Abundância e frequência 81
2.4 Análises estatísticas 82
3 Resultados e discussão 82
3.1 Distribuição da abundância média geral e por ambiente 82
3.1.1 Distribuição geral 82
3.1.2 Distribuição por ambiente 84
3.2 Abundância absoluta 86
3.3 Abundância relativa 89
3.3.1 Ambiente urbano 89
3.3.2 Ambiente rural 91
3.4 Frequências 92
3.4.1 Distribuição das frequências 92
3.4.2 Frequência de ocorrência por período do ano 93
3.4.2.1 Frequencia de ocorrência por período de horas 94
3.4.3 Porcentagem da ocorrência 95
3.5 Influência dos fatores climáticos 96
3.5.1 Temperatura 98
3.5.2 Umidade relativa do ar 99
3.5.3 Velocidade do vento 100
4 Conclusões 100
5 Referências 101

Capítulo III

Comportamento forrageiro e recurso alimentar de *Apis mellifera* L. e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) em cultura de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) no Centro-Oeste do Brasil

Resumo 108

Abstract 109

1 Introdução 110

2 Materiais e métodos 111

2.1 Área de estudo 111

2.2 Procedimento no campo 112

2.3 Análises dos dados 113

2.3.1 Frequências 113

2.3.2 Regressão logística 114

2.4 Comportamento de visita 114

3. Resultados e Discussão 115

3.1 Frequência geral 115

3.2 Frequência de *Apis mellifera* por período do ano 116

3.3 Frequência de *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp por período do ano 119

3.4 Chance de visita de *Apis mellifera* em relação a *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp..... 121

3.5 Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* 122

3.6 Comportamento forrageiro de *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp 123

3.7 Comportamento *versus* polinização 124

4 Conclusões 124

5 Referências 125

DIVERSIDADE E COMPORTAMENTO DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) ASSOCIADAS AOS CAPÍTULOS FLORAIS DE *Helianthus annuus* (ASTERALES: ASTERACEAE) EM AMBIENTES URBANO E RURAL

Resumo geral

Procurou-se obter informações sobre a comunidade de abelhas associada a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) nos ambientes urbano e rural em Dourados-MS. Pretendeu-se avaliar: a diversidade, abundância e a frequência das abelhas e comparar entre os ambientes (urbano e rural); o padrão de forrageamento de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) nos dois ambientes; o comportamento das visitas de *A. mellifera* e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp no ambiente rural em relação ao tipo de recurso alimentar forrageado, correlacionando com fatores climáticos. As abelhas foram avaliadas em três períodos do ano, das 6h00min às 17h15min. Os dados foram comparados entre os dois ambientes e os três períodos e correlacionados com as variáveis climáticas. As frequências de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp em relação ao tipo de recurso forrageado, foram comparadas entre os períodos de avaliação somente no ambiente rural. Foi determinada a chance de visita destas abelhas em relação ao tipo de recurso. O ambiente urbano foi mais diverso em abelhas, quando comparado ao ambiente rural. As quatro espécies de abelhas mais abundantes no ambiente urbano foram *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp. No ambiente rural as quatro espécies de abelhas mais abundantes foram *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp e *Trigona spinipes*. Sete espécies ocorreram exclusivamente no ambiente urbano, e quatro exclusivamente no rural. Os valores de abundância e a frequência das abelhas diferiram entre os ambientes e correlacionaram-se significativamente com as variáveis climáticas. As frequências das visitas de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp em relação ao tipo de recurso coletado e período de atividade, foram significativamente diferentes. As espécies de abelhas mais abundantes foram também as mais frequentes em ambos os ambientes. Dentre as espécies de abelhas nativas, *E.* (*Phanomalopsis*) sp foi a mais abundante. O padrão de forrageamento de *A. mellifera* não apresentou característica predefinida. *A. mellifera* teve maior chance de visita do que *E.* (*Phanomalopsis*) sp principalmente no início da manhã e ambas foram consideradas polinizadoras efetivas do *H. annuus*.

Plavras-chave: abelhas nativas; ambientes e períodos do ano; *Apis mellifera*; comportamento das visitas; diversidade de abelhas; padrão de forrageamento.

DIVERSITY AND BEHAVIOR OF BEES (HYMENOPTERA: APIDAE) ASSOCIATED TO FLOWER HEADS CHAPTERS OF *Helianthus annuus* (ASTERALES: ASTERACEAE) IN URBAN AND RURAL ENVIRONMENTS

Abstract

We sought to obtain information about the community of bees associated with sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation in urban and rural environments in Dourados – MS. The intention was to evaluate: the diversity, abundance and frequency of bees and compare between the environments (urban and rural); the foraging pattern of *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) in both environments; the visit behaviour of *A. mellifera* and *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp on the rural environment in relation to the type of foraged food resources, in correlation with climatic factors. The bees were evaluated in three periods of the year, from 6h00min to 17h15min. The results were compared between the two environments and the three periods and correlated with climatic variables. The frequency of *A. mellifera* and *E.* (*Phanomalopsis*) sp, regarding the type of foraged resource was compared between the evaluation periods only in the rural environment. It was determined the chance of visit of these bees in relation to the type of resource. The urban environment was more diverse in bees, when compared to the rural environment. The four most abundant species of bees in the urban environment were *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp and *Tetragona* sp. In the rural setting the four most abundant species of bees were *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp and *Trigona spinipes.* Seven species occurred exclusively in the urban environment, and only four on the rural. The values of abundance and frequency of bees differed between environments and were significantly correlated with climate variables. The visit frequency of *A. mellifera* and *E.* (*Phanomalopsis*) sp regarding the type of collected resource and activity period, were significantly different. The most abundant species of bees were also the most frequent in both environments. Among the species of native bees, *E.* (*Phanomalopsis*) sp was the most plentiful. The foraging pattern of *A. mellifera* showed no preset characteristics. *A. mellifera* was more likely to visit than que *E.* (*Phanomalopsis*) sp especially early in the morning and both were considered to be effective pollinators of *H. annuus*.

Keywords: native bees; environments and periods of the year; *Apis mellifera*; behavior of visits; diversity of bees; foraging pattern.

1 Introdução geral

As abelhas são essenciais para a manutenção das populações de plantas nativas e para a produção de alimento humano e animal, por prestarem o relevante serviço ecossistêmico decorrente da polinização (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). A diversidade de abelhas no Brasil foi estimada em 5.000 espécies, os meliponíneos com cerca de 400 espécies, destacam-se pela importância ecológica que possuem (Silveira et al., 2002) e pelo alto nível de organização social (Michener, 1974; Sakagami, 1982). No geral, considerando as abelhas sociais e solitárias, 207 gêneros e 1.576 nomes de espécies válidos, foram encontrados no Brasil em levantamentos feitos por Silveira et al. (2002).

Os meliponíneos ocupam grande parte das regiões tropicais e subtropicais do planeta (Michener, 1974, 2000; Camargo e Pedro, 2008) e são consideradas os principais polinizadores de diversas espécies vegetais nos vários ecossistemas naturais e também de cultivares agrícolas economicamente importantes (Slaa et al., 2006). A reprodução, o crescimento e a manutenção da colônia dos meliponíneos dependem em geral dos recursos florais utilizados por eles na alimentação dos juvenis e dos adultos (Michener, 1974; Roubik, 1989).

Entre as abelhas conhecidas no Brasil, está a abelha exótica *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758), introduzida no país pelos missionários portugueses e espanhóis durante o período colonial (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007; Morais et al., 2012). Atualmente ela é encontrada em ambientes urbanos e rurais, independente do estado de conservação ambiental (Oliveira e Cunha, 2005; Minussi e Alves-dos-Santos, 2007).

Os serviços de polinização estão ficando cada vez mais comprometidos pelo declínio das populações de abelhas em ambientes naturais, consequentemente, os ecossistemas agrícolas têm sua capacidade produtiva diminuída (Kremen, 2004). Algumas espécies de abelhas beneficiam o homem com seus produtos (mel, geleia real, cera, própolis e pólen), mas o seu principal benefício vem da polinização (Michener, 2007).

Os modelos de urbanização atuais exercem forte impacto sobre as abelhas sociais e abelhas solitárias em áreas urbanas (Klein et. al., 2002; Samways, 2005). Por outro lado, uma parcela considerável das plantas ornamentais inseridas no meio urbano, contribui com a oferta de local de nidificação e de alimento para as abelhas ao longo do ano (Agostini e Sazima, 2003). Os jardins residenciais e parques urbanos, juntamente com as plantas nativas, também contribuem com o fornecimento de pólen, néctar e locais de nidificação (Tommasi et al., 2004).

A fragmentação das paisagens naturais implica na diminuição da diversidade de abelhas e também no empobrecimento genético de suas comunidades (Hedrick e Kalinowski, 2000). Trabalhos voltados para a diversidade de abelhas em ambientes alterados por ações antrópicas como parques urbanos, jardins, campos secundários, pastagens e áreas cultivadas tem sido desenvolvidos há várias décadas (Aguiar e Martins, 1997). Todavia, a maioria do conhecimento sobre a fauna de abelhas em diferentes fitofisionomias brasileiras, provém de inventários realizados em áreas restritas ou periféricas, geralmente descaracterizadas (Pinheiro-Machado et al., 2002).

Nas áreas rurais próximas da cidade de Dourados-MS, onde são comuns as práticas agrícolas e agropastoris, as abelhas estão também presentes, sendo observadas visitando as flores das plantas exóticas cultivadas e também das nativas, em ambientes naturais (observação pessoal). Além da modificação do hábitat para introdução da agropecuária, o uso de agrotóxicos de forma excessiva, amplia a magnitude do impacto das atividades humanas sobre a comunidade de abelhas, tendo em vista que o aumento na utilização de agrotóxicos no Brasil nos últimos anos (Spadotto et al., 2004), foi associado a vários relatos de mortalidade de abelhas no meio rural (Pinheiro e Freitas, 2010). Além dos produtos tóxicos empregados nas áreas rurais, o manejo do solo também interfere negativamente na reprodução da comunidade de abelhas, porque várias espécies de abelhas utilizam o solo como local de nidificação (Bezerra, 2004).

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta características com potencial para a atração de abelhas, seus capítulos florais produzem néctar e pólen em abundância, e estes são de fácil acesso (Castro et al., 1996; Hattori e Nakajima, 2008). Assim, o girassol pode ser visitado por uma diversidade de espécies de abelhas que são atraídas especificamente pelo pólen ou pelo néctar, e também por espécies que são atraídas simultaneamente por ambos os recursos. Outra característica relevante da cultura do girassol é a facilidade de cultivo, pois se desenvolve muito bem em qualquer período do ano, é pouco exigente quanto ao tipo de solo e floresce com 65 dias após a semeadura (Castro et al., 1996). Devido a esses fatores, optou-se utilizá-lo em sua fase de florescimento, como atrativo natural para abelhas.

Devido a contribuição dada pela atividade da polinização das angiospemas existentes nos mais diversificados tipos de ecossistemas, o estudo sobre diversidade e comportamento de abelhas, torna-se extremamente relevnte (Santos, 2010).

No Brasil, o padrão de forrageamento e o comportamento das atividades de *A. mellifera* em ambientes antropizados, tal como a cidade de Dourados-MS, ainda carecem de

estudos e conhecimento. Em Dourados-MS, a presença de abelhas nas flores da vegetação urbana de ornamentação pública ou jardins particulares é comum e vários ninhos são observados em galhos e troncos das árvores da cidade (observação pessoal). Devido a ausência de estudos sobre a comunidade e o comportamento de abelhas que vivem nas áreas urbanas e rurais de Dourados-MS, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar em três diferentes períodos do ano e associadas aos capítulos florais do *H. annuus*, a diversidade das abelhas, o padrão de forrageamento de *A. mellifera* nos ambientes urbano e rural e o comportamento de visita às flores, das abelhas *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp.

2 Revisão de Literatura

2.1 As abelhas

As abelhas pertencem a ordem Hymenoptera, superfamília Apoidea, família Apidae, e dentre os himenópteros são consideradas o grupo mais diverso (Neff e Simpson, 1993; Michener, 2007), podendo chegar a 20.000 espécies, mas acredita-se que esse número possa ser ainda maior (Roubik, 1989), até 30.000 espécies em todo o mundo (Michener, 2000).

O número de nomes válidos da diversidade de abelhas cresce a cada dia. No Brasil foi contabilizado por Silveira et al. (2002) 1.576 nomes válidos, sendo que os meliponíneos representam 450 nomes deste total. Dentre a grande maioria das abelhas nativas, os meliponíneos destacam-se pela importância ecológica que possuem (Michener, 2000; Silveira et al., 2002; Camargo e Pedro, 2008) e pelo alto nível de organização social apresentado pelas diferentes espécies (Michener, 1974; Sakagami, 1982).

Os meliponíneos estão presentes na maior parte das regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (Michener, 1974, 2000; Camargo e Pedro, 2008), além de serem os principais polinizadores de várias espécies vegetais nativos em ambientes naturais e também de cultivares agrícolas com importância econômica relevante (Heard, 1999; Slaa et al., 2006).

Muitos inventariamentos da fauna de abelhas e seus recursos florais foram realizados em diversas localidades do Brasil, onde os hábitats naturais foram alterados pelas ações antrópicas e também naqueles ainda preservados (Aguiar e Martins, 1997; Anacleto e Marchini, 2005; Azevedo et al., 2008; Steiner et al., 2010). Neste sentido, observou-se que a riqueza de espécie de abelhas em diferentes localidades aumentou ou diminuiu de acordo com a diversidade florística do local (Aguiar e Martins, 1997). A variação no número de espécies e

abundância de indivíduos nos diferentes ecossistemas pode ser influenciada também por fatores como substratos de nidificação, competição por recursos florais e até mesmo a história natural da distribuição geográfica de cada grupo de abelhas (Roubik, 1989).

A avaliação da diversidade de abelhas presentes nos vários tipos de ambientes é importante ponto de partida para o início de pesquisas mais específicas (Anacleto e Marchini, 2005). A riqueza de espécie e a abundância de indivíduos existente numa comunidade de insetos também são consideradas aspectos ecológicos importantes para a biodiversidade (Lewis e Taylor, 1976).

Os ambientes alterados pelo homem para o desenvolvimento das cidades, da agricultura e pecuária, tornam-se cada vez mais extensos. Além disso, a forma com que cada ambiente natural é alterado e ocupado varia dentro de um mesmo perímetro urbano ou rural, dando aspecto diferente para as paisagens, de acordo com o tipo de atividade desenvolvida (observações pessoais).

2.2 Importância das abelhas

As abelhas são extremamente importantes para a manutenção da vida no planeta porque realizam a polinização da maioria dos vegetais nos ecossistemas agrícolas e naturais, mas estão em declínio devido as ações antrópicas sobre seus habitats naturais (Santos, 2010). Muitas espécies de abelhas são consideradas importantes porque podem beneficiar o homem com seus produtos (mel, geleia real, cera, própolis e pólen), mas sua principal importância está na polinização dos vegetais das mais diversas espécies (Michener, 2007). Este autor relata que nos mais variados tipos de ambientes existem uma grande diversidade de plantas polinizadas por abelhas e as abelhas, são as responsáveis pela manutenção do equilíbrio de cada ecossistema.

A relação entre as abelhas e as plantas com flores se mantém com base na troca de recompensas alimentares que a planta oferece e no serviço da polinização realizado por elas (Morgado et al., 2002). No entanto, algumas espécies visitam flores de determinados grupos de plantas para forragear óleo (Simpson 1981; Neff e Simpson 1981; Cocucci et al. 2000; Gaglianone 2001; Melo e Gonçalves 2005; Aguiar e Melo, 2009), fragrância e até mesmo para o acasalamento (Rozen, 1984). As abelhas em geral utilizam o néctar como fonte de energia e com raras exceções, o pólen como a única fonte de proteína para alimentação das larvas, dos juvenis e para o desenvolvimento do ovário das fêmeas poedeiras (Michener, 2007).

A relação entre as abelhas e as plantas que florescem contribui com a estruturação das comunidades vegetais, influenciando na distribuição espacial das angiospermas, na riqueza e abundância de espécies em um ecossistema (Bawa et al., 1985). A dinâmica populacional dos visitantes florais, em especial as abelhas, está diretamente relacionada a quantidade e a qualidade dos recursos existentes e disponíveis para elas em um ecossistema (Willians et al., 1999).

Dentre os agentes polinizadores, as abelhas são consideradas importantes pelo modo como visitam as flores, pelo seu número na natureza e pela fidelidade floral que apresentam. Uma maior fidelidade floral implica em maior frequência das visitas e consequentemente maior probabilidade das flores visitadas serem polinizadas (Freitas e Paxton, 1998).

A polinização realizada por abelhas é considerada um serviço ecossistêmico regulatório, visto que flores bem polinizadas produzem frutos e sementes melhores e a produção de frutos, encontra-se na base da cadeia alimentar. Na agricultura o serviço prestado pelas abelhas é visto com bons olhos, já que uma boa polinização além de melhorar a qualidade dos frutos e sementes, contribui com o aumento do peso, tamanho e número de frutos e sementes produzidos (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). Por isso, é necessária a busca de alternativas que atendam os interesses sociais, econômicos e principalmente ambientais, para que possa preservar esses organismos polinizadores.

2.3 O serviço prestado pelas abelhas

A polinização é o transporte do pólen viável das anteras para o estigma receptivo da própria flor ou de outra flor que se encontra na mesma planta ou em planta distinta da mesma espécie, com a consequente fertilização da oosfera. Ela é fundamental para a perpetuação das espécies vegetais porque a qualidade dos frutos e das sementes depende da qualidade da polinização (Nascimento et al., 2012).

Atualmente os serviços de polinização nos ecossistemas estão ficando cada vez mais comprometidos pela redução da densidade de polinizadores em ambientes naturais e consequentemente, os ecossistemas agrícolas têm sua capacidade produtiva diminuída em decorrência desse processo (Kremen, 2004). A polinização realizada por insetos é uma prática amplamente utilizada em todo o mundo para a produção agrícola e ao mesmo tempo, é considerado um importante serviço ecossistêmico (Impertatriz-Fonseca, 2010).

As culturas agrícolas que dependem de polinizadores apresentam ritmo de expansão mais acelerado do que as que não dependem, fato que pode ser observado nos países desenvolvidos e também naqueles em desenvolvimento (Aizen et al., 2009). Os países em

desenvolvimento têm aumentado a demanda por polinizadores para frutas e verduras (Aizen et al. 2008), no entanto, os serviços de apicultura voltados para a polinização está crescendo em ritmo muito mais lento do que a necessidade desses serviços (Aizen e Harder, 2009).

Dentre as espécies vegetais cultivadas na Europa, 84% delas dependem da polinização realizada por insetos, principalmente as abelhas (Williams, 1994). Cerca de 70% das principais culturas mundiais utilizadas diretamente na alimentação humana, dependem de polinizadores para uma produção satisfatória (Klein et al., 2007).

As abelhas nativas assim como aquelas exóticas, que são criadas em escala comercial, têm importância fundamental na produtividade agrícola. A contribuição dos polinizadores para a produção de culturas usadas diretamente na alimentação humana, foi estimada em 153.000.000.000 €, representando cerca de 9,5% do valor total da produção de alimentos humanos em todo o mundo (Gallai et al., 2009).

Além do valor econômico, a polinização realizada por abelhas é considerada um serviço ecossistêmico importante para a sustentabilidade agrícola. Por isso é necessário atentar cada vez mais para o manejo agrícola e as práticas conservacionistas, pois o declínio na polinização interfere na qualidade ambiental e também na qualidade e na produtividade dos produtos agrícolas (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). Este fato torna as abelhas essenciais para a diversidade de dietas nos ecossistemas e para a manutenção da biodiversidade.

A Convenção da Diversidade Biológica e seus países signatários reconheceram a importância das abelhas como polinizadores de plantas cultivadas e para a manutenção da biodiversidade, através da aprovação no ano 2000, da Iniciativa Internacional de Polinizadores (Francoy e Impertriz-Fonseca, 2010).

A presença de abelhas nas flores das culturas de importante valor econômico é satisfatória para o homem porque melhora a qualidade da polinização. Algumas espécies vegetais cultivadas, como a macieira, dependem quase que exclusivamente das visitas das abelhas para que a fertilização seja efetivada (Camillo, 1998). No entanto, a questão relacionada aos defensivos agrícolas no Brasil é preocupante, porque há relatos de um aumento exagerado (700%) na utilização desses produtos entre os anos de 1964 e 2004 (Spadotto et. al., 2004), e vários fenômenos de mortalidade de abelhas ocorridos recentemente no país foram associados ao uso inadequado de pesticidas (Pinheiro e Freitas, 2010).

Alguns autores enfatizaram a necessidade e a dependência de polinizadores que as agriculturas das regiões tropicais e neotropicais apresentam (Aizen et al. 2009). Para estes

autores, quanto menos polinizadores, menor a produtividade, resultando na expansão cada vez mais das fronteiras agrícolas, para compensar a baixa produtividade devido ao declínio das comunidades de abelhas.

Os inseticidas e outros produtos utilizados no controle de pragas urbanas representa pouca ameaça para a diversidade e conservação de insetos, se comparados com quantitativo dos inseticidas utilizado nos setores agrícolas (Samways 1996c). No entanto, estes produtos utilizados contra pragas urbanas, causam impacto na cadeia alimentar mediante o processo de bioacumulação (Moore, 1987). A simples existência das espécies no ambiente não é o suficiente para promover o equilibrio ambiental, para isso, é necessário que as espécies existentes tenham um número de indivíduos que atenda todas as necessidades do ambiente.

Para que a polinização ocorra a contento é necessária maior riqueza de espécies de abelhas representadas por números de indivíduos, o suficiente para visitar todas as flores existentes quantas vezes forem necessárias para realizar uma polinização de qualidade.

Outro fator relevante é a presença de muitos produtos que têm efeito tóxico persistente no ambiente de habitats naturais, que podem ter efeitos muito mais devastadores nas comunidades de abelhas (Samways, 2005). Nesse sentido, buscar meios para a multiplicação dos polinizadores nativos, seria uma das alternativas para manter o nível populacional das abelhas, mas a maioria delas apresenta comportamento solitário e o conhecimento sobre técnicas de criação e manejo dessas abelhas para agricultura é escasso (Imperatriz-Fonseca, 2010).

2.4 A influência do desmatamento na comunidade de abelhas

O desmatamento é a remoção completa das árvores de uma determinada área. Os ecossistemas neotropicais estão entre os mais impactados pelo desmatamento, sendo que a exploração de madeiras, a produção de carvão vegetal, a criação de gado e a expansão agrícola são os principais fatores que levam ao desmatamento (Freitas et al., 2009; Oldroyd e Nanork, 2009). O desmatamento na Amazônia tem como principais causas diretas, a agricultura e a pecuária em larga escala (Rivero et al, 2009).

O homem tem causado profundas mudanças no ambiente em que vive, pela prática do desmatamento, das queimadas, da urbanização e das práticas agrícolas, consequentemente cresce a necessidade de investigar as possíveis influências que tais práticas vêm causando sobre a fauna de abelhas (Taura e Laroca, 2001).

A retirada da vegetação nativa afeta diretamente as populações de abelhas porque

altera qualitativa e quantitativamente a disponibilidade dos recursos florais e reduz os locais de nidificação das espécies que constrõem seus ninhos em ocos e nas áreas externas das árvores (Kremen et al., 2004). No México, na região sul do Estado de Yucatan, foi encontrado maior densidade de ninhos de meliponíneos em áreas preservadas, do que nas áreas ecologicamente perturbadas (Santos-Leal, 2006).

Os ninhos dos meliponíneos são perenes, com elevado número de indivíduos, mas apresentam fragilidade também elevada em relação aos distúrbios ambientais. Durante as queimadas, dependendo da abrangência e intensidade do fogo, todos os ninhos da área atingida podem ser dizimados, pois a rainha não tem autonomia de voo, fato que impede a fuga da mesma e dos demais indivíduos da colônia sob a ameaça de fogo (Bezerra, 2004). Nesse sentido, as abelhas abrigam-se no interior do ninho e o fogo as destrói completamente.

As colônias das abelhas que nidificam em buracos no solo, como as do gênero *Geotrigona* (Roubik, 2006; Barbosa et al., 2013), aparentemente estariam mais protegidas do fogo devido a profundidade de seus ninhos. As abelhas solitárias que também nidificam no solo, sofrem com as ações das máquinas que revolvem esse solo (Bezerra, 2004).

A intensificação da agricultura em toda a América foi apontada como sendo uma das principais ameaças para as abelhas e como uma das três principais causas do desmatamento (Kremen et al., 2002). O impacto do desmatamento da Amazônia e dos Cerrados brasileiros como também do Pantanal sobre a fauna de abelhas, há longo prazo pode ser considerado catastrófico, pois abrange grandes áreas incluindo os sistemas de drenagens dos rios e ciclo das águas, balanço energético do clima e impacto global do carbono (Freitas et al., 2009). Dessa forma é necessário que o homem repense sobre suas atitudes em relação ao desmatamento, que adote estratégias de manejo que permitam explorar as florestas de forma sustentável e consequentemente, preservar a diversidade de abelhas.

2.5 As abelhas e a urbanização

As ações antrópica causam declínio na população de polinizadores e consequentemente desequilibram as populações de plantas, beneficiando aquelas que são polinizadas por abelhas generalistas (Menezes et al., 2007).

A urbanização influencia diretamente a comunidade de abelhas local, tendo em vista que a prática dos loteamentos com a consequente terraplanagem, abertura das ruas e pavimentações, minimizam as áreas cobertas com vegetações naturais que serviriam como áreas de forrageio e locais de nidificação para as abelhas. Esse processo exerce forte impacto sobre a diversidade de abelhas em geral. Quando determinadas áreas são urbanizadas, as

abelhas eussociais e solitárias que ocorrem, podem apresentar comportamentos diferentes sob circunstâncias semelhantes (Samways, 2005). No entanto, esse fato necessita de investigações pormenorizadas, pois a urbanização dá-se de maneira distinta entre as cidades e até mesmo entre os diferentes bairros de uma mesma cidade.

A diversidade de abelhas nas áreas centrais das grandes cidades tende ao declínio, mas os parques e jardins podem ser ricos em espécies, dependendo das características dos locais e dos recursos que as plantas existentes nessas áreas possam oferecer para elas (Samways, 2005).

Para que as abelhas estejam presentes em determinados ambientes é necessário que haja flores com disponibilidade de pólen e néctar e que as flores sejam atrativas para elas. A arborização das cidades e os jardins residenciais, mesmo sendo constituídos em partes por plantas ornamentais exóticas cultivadas, podem atrair as abelhas quando elas estiverem em fase de florescimento (Frankie et al., 2009b). A presença de plantas ornamentais exóticas nos ambientes urbanos incrementa a oferta de alimento para as abelhas que nelas vivem ou as utilizam como área de forrageio (Agostini e Sazima, 2003). Desta forma, um maior número de espécies de abelhas tenderia a frequentar e se estabelecer nas áreas urbanas.

Para que as abelhas se estabeleçam definitivamente nos ambientes urbanizados, além dos recursos alimentares, é necessário que elas encontrem locais adequados para a nidificação, que nidifiquem nos locais encontrados e que a prole seja bem sucedida.

As abelhas eussociais nidificam em diferentes tipos de substratos naturais: ocos pré-existentes em árvores (Taura e Laroca, 1991; Nogueira-Neto et al., 1997; Werneck e Faria-Mucci, 2014), galhos de árvores altas principalmente (Oliveira et al., 2008; Rasmussen e Camargo, 2008), no solo em câmaras de sauveiros abandonados (Barbosa et al., 2013) e também em cupinzeiros (Barreto e Castro, 2007).

Algumas espécies de abelhas eussociais apresentam comportamento generalista quanto aos locais de nidificação. Na ausência de ocos naturais, elas utilizam as cavidades artificiais deixadas involuntariamente, ou construídas voluntariamente pelo homem no meio urbano, como locais de nidificação. Ninhos de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e espécies do gênero *Plebeia*, são as mais comumente encontradas em ocos artificiais deixados nas construções de alvenaria nas áreas urbanas (Souza et al., 2005; Aidar et al., 2013).

A presença de cavidades nas construções e de áreas verdes constituídas por praças, jardins e resquícios de Mata Atlântica Secundária, podem favorecer a manutenção das populações de meliponíneos como *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1838),

Oxytrigona tataira (Smith, 1863), *Plebeia droryana* (Friese, 1900), *T. angustula* e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793), (Souza et al., 2005).

A abelha exótica africanizada *Apis mellifera* também apresenta comportamento generalista em relação aos locais de nidificação. No meio urbano, as colônias de *A. mellifera* que lá se estabelecem, são encontradas em locais diversificados como bueiros, caixas de esgoto, caixas d'agua desativadas, interior de postes das redes de eletricidades, caixa de padrão de luz, forro das residências, telhados entre outros (Mello et al., 2003; Correia-Oliveira et al., 2012; Zalusk et al., 2014).

A coexistência entre *A. mellifera* e a população humana nas áreas urbanas compartilhando o mesmo espaço ao mesmo tempo, tem sido desarmoniosa devido ao comportamento defensivo mais intenso e com consequências desagradáveis, apresentado por elas. Casos de ataque de abelhas africanizadas aos humanos, com necessidade de atendimento médico, são comumente registrados e muitos já foram objetos de investigação científica (Pereira et al., 2010; Correia-Oliveira et al., 2012).

As abelhas dos grupos não-sociais (solitárias e parassociais) que vivem em ambientes urbanos merecem atenção especial, porque suas estratégias de nidificação são pouco investigadas. De acordo com Frankie et al. (2009b), a maioria das abelhas solitárias (cerca de 70%) nidificam no solo. Estes mesmos autores relatam que muitas dessas abelhas preferem construir seus ninhos em solos com características específicas, tais como composição, textura, compactação, declive e exposição. Abelhas com tais características provavelmente encontram dificuldades para nidificar nas áreas urbanas com o solo modificado pelas ações humanas.

Outro fator que contribui com a redução das populações de abelhas nas áreas urbanas é a presença de plantas ornamentais com características tóxicas, ocasionando a mortandade daquelas que fizerem uso de seus recursos florais. Com tais características destacam-se a tulipeira, *Spathodea campanulata* Beauv. (Bignoneaceae), originária do continente africano e comumente utilizada para ornamentação das cidades brasileiras (Trigo e Santos, 2000). O pólen e o néctar da *S. campanulata* tem causado a morte de muitas espécies de abelhas (Nogueira-Neto, 1997) e tal fenômeno tem sido objeto de investigação científica (Trigo e Santos, 2000; Moraes-Alves et al., 2003; Moraes-Alves et al., 2004; Borges et al., 2005; Queiroz et al., 2010). Em certas circunstâncias, espécie arbórea considerada não tóxica, pode tornar-se nociva para abelhas, por algum motivo ainda não esclarecido.

A *Caesalpinia peltophoroides* Benph (Fabaceae), árvore nativa do Brasil e tradicionalmente utilizada na ornamentação urbana, foi apontada como a causadora da morte

de abelhas de 22 espécies nativas, que visitaram suas flores (Del Lama e Peruquetti, 2006). Estes autores sugeriram que a toxidade da planta seria uma variação nas respostas individuais de cada planta, às situações diferentes de stress ou as variações na susceptibilidade das espécies de abelhas individualmente, em relação a alterações induzidas pelo stress nos exemplares de *C. peltophoroides* em processo de floração.

Várias alterações ambientais em decorrência da urbanização podem produzir efeitos negativos sobre as comunidades de abelhas que vivem no meio urbano. Estudos que avaliaram o grau de urbanização considerando a porcentagem de área impermeabilizada e não impermeabilizada, apontaram correlação negativa entre a riqueza de espécie de abelhas e as alterações antrópicas ao redor do habitat (Dauber et al. 2003; Ahrné, 2008; Hernandez, et al., 2009).

Dessa forma, algumas sugestões podem ser levantadas com o intuito de manter a diversidade de abelhas no meio urbano:

a) A implementação dos jardins urbanos com diversidades florais para ampliar a área de forrageio, diversificar a oferta de alimentos e consequentemente atrair maior diversidade de abelhas. Experiência semelhante àquela realizada em San Luis Obispo – California - EUA onde a introdução de diversas espécies de plantas corroborou com o aumento da diversidade de abelhas na localidade (Pawelek, et al., 2009).
b) A substituição das plantas cujas flores causam toxidade ou a morte das abelhas. Nesse sentido diversas plantas já foram citadas como causadoras de intoxicação e morte das abelhas que visitam suas flores (Nogueira-Neto, 1997; Trigo e Santos, 2000; Moraes-Alves et al., 2003; Moraes-Alves et al., 2004; Borges et al., 2005; Queiroz et al., 2010).
c) Disponibilizar cavidades artificiais que sirvam como locais de nidificação para abelhas, e para aquelas que nidificam no solo, seria importante conhecer as características adequadas do tipo de solo que elas utilizam para a nidificação e disponibilizar áreas com condições ideais para sua multiplicação (Pawelek, et al., 2009).

2.6 Comportamento

As necessidades nutricionais das abelhas na natureza são atendidas pelo fornecimento de água, carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais e lipídeos. Pelo processo de metabolização dos açúcares do néctar as abelhas obtém toda a energia necessária às suas atividades vitais, e do pólen, obtém os aminoácidos para a produção das proteínas utilizadas no crescimento, formação dos órgãos e reparação dos tecidos desgastados (Paulino et al.,

2003).

O comportamento de forragear é uma das principais e talvez a mais importante característica de qualquer inseto. As abelhas podem ser classificadas como polilética ou oligolética, dependendo dos seus hábitos de forrageio. As abelhas classificadas como poliléticas são aquelas que coletam néctar ou pólen das flores de uma grande diversidade de espécies vegetais (Taura e Laroca, 2004). A tribo Meliponini destaca-se em relação ao comportamento polilético, mas as abelhas dos gêneros *Bombus* e *Apis* são bons exemplos de abelhas com esse tipo de comportamento (Joshi e Joshi, 2010; Monteiro e Ramalho, 2010).

As abelhas classificadas como oligoléticas visitam as flores de uma ou de poucas espécies de plantas para obter o alimento, e tais plantas, geralmente pertencentes a uma mesma família ou de mesmo gênero (Taura e Laroca, 2004; Joshi e Joshi, 2010). Este tipo de conhecimento é fundamental, uma vez que o comportamento de forrageio das abelhas é o critério principal para a seleção do agente polinizador no processo de polinização dirigida (Nascimento et al., 2012).

Em relação a *A. mellifera*, vários estudos que avaliam o seu comportamento, levando em conta a disponibilidade de recursos florais, a morfologia da flor e a influência de fatores climáticos já foram realizados (Paiva et al., 2002; Minussi e Alves-dos-Santos, 2007; Joshi e Joshi, 2010).

O comportamento das visitas de *A. mellifera* foi avaliado quanto ao tipo de recurso coletado em diferentes horários do dia e também quanto a influência das visitas dessa abelha, na produção da semente de *Helianthus annuus* (Paiva et al., 2002). Avaliação semelhante foi realizada por Paulino et al. (2003) durante o período de florescimento da *Macadamia integrifolia* (Maiden e Betch), quando avaliaram a influência do momento de abertura das flores e também da liberação do néctar e do pólen, no comportamento de visita da *A. mellifera*.

Nos estudos realizados por Joshi e Joshi (2010), o comportamento da *A. mellifera* foi comparado ao da *Apis cerana* (Fabricius 1793), durante as visitas dessas abelhas às flores de maçã. Estes autores avaliaram o tempo de atividade diária, a rapidez do forrageio, o tempo gasto por flor, o número de flores visitadas, o número de abelhas deixando a colmeia a cada minuto, a preferencia pela altura das árvores e a capacidade da carga de pólen.

O comportamento competitivo da *A. mellifera* africanizada foi registrado em flores de brócolis e aboboreira por Minussi e Alves-dos-Santos (2007), tendo sido avaliado também, a agressividade das abelhas nativas em relação a *A. mellifera*.

O comportamento de forrageio das abelhas nativas do Brasil ainda carece de conhecimento, tendo em vista que a maioria dos estudos publicados aborda principalmente o comportamento das abelhas nativas eussociais (Meliponini). O comportamento de forrageio das abelhas do gênero *Trigona*, é bastante conhecido pela agressividade das campeiras contra outras abelhas que tentam competir com elas pelos recursos florais, e por causar danos as flores e frutos em algumas espécies cultivadas (Kerr et al., 1981; Cortopassi-Laurino e Ramalho, 1988; Boiça et al., 2004; Nieh et al., 2004; Minussi e Alves-dos-Santos, 2007). No entanto, seu comportamento de forrageio foi considerado importante e eficiente para a polinização das flores da cebola (Lorenzon et al., 1993).

Outros grupos de abelhas Meliponini têm comportamento forrageiro conhecido, principalmente por serem insetos manejados com frequência em experimentos de polinização dirigida em casa de vegetação, ou porque fazem estoque de mel em suas colônias, podendo ser explorado pelo homem (Cruz et al., 2004; Cruz et al., 2005; Del Sarto et al, 2005; Silva et al., 2005; Santos et al., 2008; Cruz e Campos, 2009; Nascimento et al., 2012; Witter et al., 2012).

O comportamento forrageiro das espécies de abelhas solitárias do Brasil, ainda carece de conhecimento, tendo em vista que poucos estudos são encontrados em publicações científicas. Tal comportamento foi estudado em *Melissoptila thoracica* Smith 1854 (Eucerini), por Silva-Pereira et al. (2003) quando esta espécie visitava as flores de *Sida* sp (Malvaceae), tendo sido considerado de grande importância para a polinização, produção de semente e o fluxo gênico da espécie de *Sida* sp. Também o comportamento de forrageio desenvolvido por *Peponapis fervens,* Smith 1879 (Eucerini), em flores de *Curcubita pepo* e *Curcubita moschata* (Curcubitaceae) foi estudado por Weiss e Melo (2007), quando verificaram a eficiência da atividade dessas abelhas na fertilização das flores dessas espécies de aboboreiras.

Exomalopsis é o único gênero de Exomalopsini que ocorre no Brasil. Exomalopsini é uma tribo preponderantemente neotropical, mas com alguns grupos bem diversificados em regiões semidesérticas da América do Norte. As espécies deste grupo nidificam no solo, podendo ser solitárias ou parassociais (Silveira et al., 2002). Espécies de *Exomalopsis* foram observadas visitando flores de diversas espécies vegetais, o que confere a elas o *status* de visitantes florais generalistas ou poliléticas. Estas abelhas são comumente relatadas em vários estudos que avaliam o comportamento dos visitantes em flores de plantas cultivadas, e foram consideradas polinizadoras efetivas de espécies vegetais economicamente importantes como

algodoeiro (Malerbo-Souza e Halak, 2011), romãzeira (Malerbo-Souza, 2011) e pimentão (Faria-Júnior et al., 2008).

No geral, o comportamento de visita das abelhas as flores é influenciado por variações climáticas (Burrill e Dietz, 1973). Todavia, outros fatores como a necessidade alimentar e a existência de outras espécies de vegetais floridas existentes nas proximidades da área de forrageio, podem modificar o comportamento da abelha em relação a determinada espécie de planta (Charrière et al., 2010).

O comportamento forrageiro da espécie de abelha pode variar dependendo da estrutura floral, o tamanho, forma, disposição das flores nas plantas e na inflorescência. No entanto, a maior importância ecológica está no papel polinizador que a abelha exerce, independente do comportamento desenvolvido.

2.7 Aspecto botânico e biologia floral do girassol

O girassol é originário da América do Norte (Leite et al., 2005), pertence à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Asteroideae, tribo Heliantheae, gênero *Helianthus* e espécie *H. annuus* (Joly, 2002). A família Asteraceae é composta por 1.535 gêneros e cerca de 23.000 espécies, que representam aproximadamente 10% da flora mundial (Nakajima e Semir, 2001).

Esta espécie de girassol se adapta facilmente a diferentes variações climáticas e também aos solos arenosos, mistos e argilosos, além de ser resistente à seca, ao frio e ao calor, o que permite seu bom desenvolvimento em todas as estações do ano. O sistema radicular é pivotante e bastante ramificado podendo alcançar maiores profundidades em relação ao sistema radicular de outras plantas de mesmo porte e mesmo grupo (Castro et al., 1996). Os fenótipos dos girassóis podem apresentar algumas variações: a altura entre 50 a 400 cm; diâmetro dos capítulos entre 6 e 50 cm; o número de flores por capítulo pode ser entre 100 e 2000, conforme a variedade da espécie, o ambiente, o tipo e a fertilidade do solo e as condições climáticas (Castiglioni et al., 1997).

As flores do girassol estão dispostas em fileira na inflorescência em forma de capítulo. O capítulo tem forma discoide e é rodeado por um invólucro de brácteas (Free, 1993; Modesto e Siqueira, 1981). Suas flores são classificadas em dois tipos: tubulosas (flores férteis) que são compostas de cálice, corola, androceu e gineceu e as linguladas (flores estéreis), que possuem um ovário, cálice rudimentar e corola transformada (Rossi, 1998). A floração é precedida pela abertura do invólucro das folhas do capítulo, depois do qual aparece

a primeira fila de flores linguladas (Toledo et al., 2011). Em seguida, ocorre o aparecimento das flores tubulosas cuja abertura se dá em sequência, de fora para dentro ao longo do capítulo durante vários dias (Free, 1993).

As flores do *H. annuus* passam por duas fases, masculina e feminina. Na fase masculina o pólen é liberado e na feminina os estigmas são expostos acima das anteras e tornam-se receptivos aos grãos de pólen. Assim, as abelhas coletoras de pólen visitam as fores que estão na fase masculina enquanto as coletoras de néctar visitam as flores tanto na fase masculina quanto feminina, já que as flores do *H. annuus* secretam néctar nessas duas fases (Free, 1993).

Dentre as características que fazem com que o girassol seja um atrativo natural para abelhas, estão a abundância de pólen e néctar e a forma exuberante do capítulo coroado por lígulas de cor amarelo intenso. Além destas, a facilidade de acesso ao pólen e o néctar, e a facilidade de pouso, já que o capítulo tem uma ampla área que serve como plataforma de pouso (Trindade, 2004). As características biológicas e morfológicas do *H. annuus* faz com que essa planta em fase de florescimento, seja um ótimo atrativo para muitas das espécies de abelhas que visitam flores.

Esta revisão de literatura foi desenvolvida com o intuito de conhecer melhor o tema abordado. Contribuiu para a definição do problema a ser investigado e permitiu ter informações mais precisas sobre o estado atual do tema e dos subtemas abordados, bem como para o desenvolvimento do conhecimento acerca das comunidades de abelhas presentes nos ambientes urbanos e rurais.

3 Referências

Agostini K.; Sazima, M. (2003). Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no *Campus* da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. Bragantia, 62(3), p335-343.

Aguiar, C. M. L.; Martins, C. F. (1997). Abundância relativa, diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. Iheringia. Serie Zoologia, 83(1), p151-163.

Aguiar, W. M.; Gaglianone, M. C. (2008). Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de

Entomologia, 52(2), p277-282.

Aguiar, A. J. C.; Melo, G. A. R. (2009). Notes on oil sources for the bee genus *Caenonomada* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). Revista Brasileira de Entomologia 53(1), p154-156.

Aidar, I. F; Santos, A. O. R; Bartelli, B. F.; Martins, G. A.; Nogueira-Ferreira, F. H. (2013). Nesting ecology of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in urban areas: the importance of afforestation. Bioscience Journal, Uberlândia, 29(5), p1361-1369.

Aizen, M. A.; Garibaldi, L. A.; Cunningham, S. A.; Klein, A. M. (2008). Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency. Current Biology, 18, p1572–1575.

Aizen, M. A.; Garibaldi, L. A.; Cunningham, S. A.; Klein, A. M. (2009). How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long term trends in crop production. Annals of Botany, 103, p1579-1588.

Aizen, M. A.; Harder, L. D. (2009). The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. Current Biology, 19, p1-4.

Ahrné, K. (2008). Local management and landscape effects on diversity of bees, wasps and birds in urban green areas. PhD dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, 56 p.

Anacleto, D. A.; Marchini, L. C. (2005). Análise faunística de abelhas (Hymenoptera Apoidea) coletadas no Cerrado do Estado de São Paulo. Acta Scientiarum Maringá, 27(3), p277-284.

Azevedo, A. A.; Silveira, F. A.; Aguiar, C. M. L.; Pereira, V. S. (2008). Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. Megadiversidadede, 4(1-2), p126-157.

Barbosa, F. M.; Alves, R. M. O.; Souza, B. A.; Carvalho, C. A. L. (2013). Nest architecture of the stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Biota Neotropica, 13(1), p147-152.

Barreto, L. S.; Castro, M. S. (2007). Ecology of nesting of bees of the genus *Partamona* in

Caatinga, Milagres, Bahia. Biota Neotropica, 7(1), p147-152.

Bawa, K. S.; Bulloch, S. H.; Perry, D. R.; Coville, R. E.; Grayum, M. H. (1985). Reproduction biology of tropical lowland rain forest tree. II. Pollination system. American Journal Botany, 72(3), p346-356.

Bezerra, J. M. D. (2004). Meliponicultura: uma atividade essencial para a economia familiar do trópico úmido: In Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semiárido. Organizado por Emanoel Gomes de Moura. São Luís: UEMA, 144p.

Boiça, A. L. J. R.; Santos, T. M.; Passilongo, J. (2004). *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em espécies de maracujazeiro: Flutuação populacional, horário de visitação e danos às flores. Neotropical Entomology, 33(2), p135-139.

Borges, D. S.; Moraes-Alves, M. M. B.; Alves-Junior, V. V.; Secretti, V. C. (2005). Toxicidade do pólen e secreções florais de *Spathodea campanulta* (Bignoniaceae) em *Apis mellifera* africanizada. Acta Biologica Leopoldensia, 27(2), p881-85.

Burrill, R. M.; Dietz, A. (1973). An automatic honey-bee counting and recording device (Apicard) for possible systems analysis of a standard colony. American Bee Journal, 113(6), p216-218.

Camargo, J. M. F.; Pedro, S. R. M. (2008). Revisão das espécies de *Melipona* do grupo fuliginosa (Hymenoptera, Apoidea, Apidae, Meliponini). Revista Brasileira Entomologia, 52(3), p411-427.

Camillo, E. (2003). Polinização do maracujá. Ribeirão Preto: Holos, 44p.

Castiglioni, V. B. R.; Balla, A.; Castro, C.; Silveira, J. M. (1997). Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 58, 24p.

Castro, C.; Castiglioni, V. B. R.; Balla, A. (1996). A cultura do girassol. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa da Soja, Circular Técnica, Londrina, 13, 38p.

Charrière, J. D.; Imdorf, A.; Koenig, C.; Gallmann, S.; Kuhn, R. (2010). Do sunflowers influence the development of honey bee, *Apis mellifera*, colonies in areas with diversified crop farming? Journal of Apicultural Research, 49(3), p227-235.

Cocucci, A. A.; Sérsic, A.; Roig-Alsina, A. (2000). Oil-collecting structures in Tapinotaspidini: their diversity, function and probable origin. Mitteilungen Munchner Entomologischen Gesellschaft, 90, p51-74.

Correia-Olivieira, M. E.; Nunes, L. A. Silveira, T. A.; Marchini, L. C.; Silva, J. W. P. (2012). Manejo da agressividade de abelhas africanizadas. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Divisão de Biblioteca. Série produtor Rural, 53, 35p.

Cortopassi-Laurino, M.; Ramalho, M. (1988). Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo: botanical and ecological views. Apidologie, 19(1), p1–24.

Cruz, D. O.; Campos, L. A. O. (2009). Polinização por abelhas em cultivos protegidos**.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, 15(1-4), p5-10.

Cruz, D. O.; Freitas, B. M.; Silva, L. A.; Silva, E. M. S.; Bomfim, I. G. A. (2005). Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 40, p1197-1201.

Cruz, D. O.; Freitas, B. M.; Silva, L. A.; Silva, E. M. S. Bomfim, I. G. A. (2004). Adaptação e comportamento de pastejo da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) em ambiente protegido. Acta Scientiarum Animal Sciences, 26(3), p293-298.

Dauber, J. M.; Hirsch, D.; Simmering, R.; Waldhardt, A.; Otte, and V. Wolters. (2003). Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness. Agriculture, Ecosystems and Environment, 98(1-3), p321–329.

Del Lama, M. A.; Peruquetti, R. C. (2006). Mortalidade de abelhas visitantes de flores de *Caesalpinia peltophoroides* Benth (Leguminosae) no estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, 50(4), p547-549.

Del Sarto, M. C. L.; Peruquetti, R. C.; Campos, L. A. O. (2005). Evaluation of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae) as pollinator of greenhouse tomatoes. Journal of Economic Entomology, Maryland, 98(1), p260-266.

Free, J. B. (1993). Insect pollination of Crops. London: foraging behaviour of bees. Academic Press, 684 p.

Freitas, B. M.; Imperatriz-Fonseca, V. L.; Medina, L. M.; Kleinert, A. M. P.; Leonardo Galetto, L.; Nates-Parra, G.; Quezada-Euán, J. J. G. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the neotropics. Apidologie, 40, p332–346.

Freitas, B. M.; Paxton, R. J. (1998). A comparison of two pollinators: the introduced honeybee (*Apis mellifera*) and indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of NE Brazil. Journal Applied Ecology, 35, p109–121.

Faria Júnior, L. R. .; Bendini, J. N.; Barreto, L. M. R. C. (2008). Eficiência polinizadora de A*pis mellifera* L. e Polinização entomófila em pimentão variedade cascadura ikeda. Bragantia, Campinas, 67(2), p261-266.

Francoy, T. M.; Imperatriz-Fonseca, V. L. (2010). A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. Oecologia Australis, 14(1), p317-321.

Frankie, G. W.; Thorp, R. W.; Hernandez, J.; Rizzardi, M.; Ertter, B.; Pawelek, J. C.; Witt, S. L.; Schindler, M.; Rollin Coville, R.; Wojcik, V. A. (2009). Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. California Agriculture, 63(3), p113-120.

Gaglianone, M. C. (2001). Bionomia de *Epicharis*, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética dos subgêneros *Epicharis* e *Epicharana* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 188p.

Gallai, N.; Salles, J. M.; Settele, J.; Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. Ecological Economics, 68(3), p810-821.

Hard, T. A. (1999). The role of stingless bees in crop pollination. Annual Review of Entomology, 44(1), p183-206.

Hernandez, J. L.; Frankie, G. W.; Thorp, R. W. (2009). Ecology of urban bees: A review of current knowledge and directions for future study. Cities and the Environment, 2(1)3, p1-15.

Imperatriz-Fonseca, V. L. (2010). Conservação dos Polinizadores no Ano Internacional da Biodiversidade. Oecologia Australis, 14(1), p1-14.

Imperatriz-Fonseca, V. L.; Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota Neotropica, 10(4), p59-62.

Joly, A. B. (2002). Botânica introdução à taxonomia vegetal. 13 ed., São Paulo: Companhia Editora Nacional, 777p.

Joshi, N. C.; Joshi, P. C. (2010). Foraging behaviour of *Apis* sp. on apple flowers in a subtropical environment. New York Science Journal, 3(3), p71-76.

Kerr, W. E.; Blum, M.; Fales, H. M. (1981). Communication of food sources between workers of *Trigona* (*Trigona*) *spinipes*. Revista Brasileira de Biologia, 41, p619–623.

Klein, A. M.; Vaissière, B. E.; Cane, J. H.; Steffan-Dewenter, I.; Cunningham, S. A.; Kremen, C.; Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Procedings Biological Sciences, 274, p303–313.

Kremen, C.; Williams, N. M.; Thorp, R.W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences of USA, 99(26), p16812–16816.

Kremen, C. (2004). Pollination services and community composition: does it depend on diversity, abundance, biomass or species traits? Pp. 115-124. *In*: Freitas B. M.; Portela, J. O. B. (eds.). Solitary bees: conservation, rearingand management for pollination. Imprensa Universitária – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 285p.

Leite, R. M. V. B. C.; Brighenti, A. M.; Castro, C. (2005). Girassol no Brasil. Londrina, p1-

14.

Lewis, T.; Taylor, L. R. (1976). Introduction to experimental ecology – a student guide to fieldwork and analysis. London: Academic Press, 401p.

Lorenzon, M. C.; Almeida, E. C. (1993). Caracterização e estágios florais da cebola híbrida. Revista Ceres, 40(1), p445-449.

Malerbo-Souza, D. T. (2011). Comportamento forrageiro de insetos visitantes florais da romãzeira (*Punica granatum* L.). Magistra, Cruz das Almas, 23(3), p122-128.

Malerbo-Souza, D. T.; Halak, A. L. (2011). Frequência e comportamento de abelhas e outros insetos nas flores do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Zootecnia Tropical, 29(4), p475-484.

Melo, G. A. R.; Gonçalves, R. B. (2005) Higher-level bee classification (Hymenoptera,

Apoidea, Apidae *sensu lato*). Revista Brasileira de Zoologia, 22(1), p153-159.

Mello, M. H. S. H.; Silva, E. A.; Natal, D. (2003). Abelhas africanizadas em área metropolitana no Brasil: abrigos e influências climáticas. Revista Saúde Pública, 37(2), p237-41.

Menezes, C.; Silva, C. I. DA; Singer, R. B.; Kerr, W. E. (2007). Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. Biosciences Journal, Uberlândia, 23(1), p63 -69.

Michener, C. D. (1974). The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study. Cambridge, MA. Harvard University Press. 404 p.

Michener, C. D. (2000). The Bees of the World. Baltimore and London (The John Hopkins University Press), 913p.

Michener, C. D. (2007). The bees of the world. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 953p.

Minussi, L. C.; Alves-dos-Santos, I. (2007). Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). Bioscience Journal, 23(1), p58-62.

Modesto, Z. M. M.; Siqueira, N. J. B. (1981). Botânica. São Paulo: EPU, 341p.

Monteiro, D. D.; Ramalho, M. (2010). Abelhas generalistas (Meliponina) e o sucesso reprodutivo de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Fabales: Mimosaceae) com florada em massa na Mata Atlântica, BA. Neotropical Entomology, 39(4), p519-526.

Moore, N. W. (1987). The Bird of Time: The science and politics of nature conservation. Cambridge University Press, 277p.

Moraes-Alves, M. M. B.; Alves-Junior, V. V.; Fernandes, M. F.; Nascimento, J. C. (2003). Fitotoxicidade em *Apis mellifera* (Hym.: Apidae). I. Secreção do botão floral e néctar de *Spathodea campanulata* Beauvois (Bignoniaceae). Biotemas, 16(2), p89-103.

Moraes-Alves, M. M. B.; Alves-Junior, V. V.; Silva, S. M.; Santana, A. G.; Borges, D. S. (2004). Entomofauna visitante das flores de *Spathodea companulata* (Bignoniaceae). Acta Biologica Leopoldensia, 26(1), p69-78.

Morgado, L. N.; Carvalho, C. F.; Souza, B.; Santana, M. P. (2002). Fauna de abelhas

(Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras – MG. Ciências Agrotecnicas, 26(6), p1167-1177.

Nakajima, J. M.; Semir, J. (2001). Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 24(4), p471-478.

Nascimento, W. M.; Gomes, E. M. L.; Batista, E. A; Freitas, R. A. (2012). Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. Horticultura Brasileira, 30(3), p494-498.

Neff, J. L.; Simpson, B. (1993). Bees, pollination systems and plant diversity. In: Lasalle, J. e Gauld J. D. (eds). Hymenoptera and biodiversity. CAB International, p143 - 167.

Neff, J.; Simpson, B. (1981). Oil-collecting structures in the Anthophoridae (Hymenoptera): morphology, function, and use in systematics. Journal Kansas Entomologic Society, 54, p95-

123.

Nieh, J. C.; Barreto, L. S.; Contrera, F. A. L.; Imperatriz-Fonseca, V. L. (2004). Olfactory eaves dropping by a competitively foraging stingless bee, *Trigona spinipes*. Proceedings Royal Society of London. B (271), p1633–1640.

Nogueira-Neto, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão: a arquitetura dos ninhos. Nogueirapis, São Paulo, p47-59.

Oldroyd, B. P.; Nanork, P. (2009). Conservations of Asia Honey bees. Apidologie, 40(3), p296-397.

Oliveira, M. E. C.; Poderoso, J. C. M.; Ferreira, A. F.; Lessa, A. C. V.; Dantas, P. C.; Ribeiro, G. T. R.; Araújo, E. D. (2008). Análise melissopalinológica e estrutura de ninho de abelhas *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae) encontradas no *Campus* da Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE. EntomoBrasilis, 1(2), p17-22.

Paiva, G. J.; Terada, Y.; Toledo, V. A. A. (2002). Behavior of *Apis mellifera* L. africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. Acta Scientiarium, 24(4), p851-855.

Paulino, F. D. G.; Marchini, L. C.; Silva, L. A. C. (2003). Comportamento forrageiro de *Apis*

mellifera L. 1758 em panículas da nogueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). Revista Ciência Agronômica, 34(1), p5-9.

Pawelek, J. C.; Frankie, G. W.; Thorp, R. W.; Przybylski, M. (2009). Modification of a community garden to attract native bee pollinators in urban San Luis Obispo, California. Cities and the Environment, 2(1) 7, p1-20.

Pereira, A. M.; Chaud-Netto, J.; Bueno, O. C.; Arruda, V. M. (2010). Relationship among *Apis mellifera* L. stings, swarming and climate conditions in the city of Rio Claro, SP, Brazil. The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, 16(4), p647-653.

Pinheiro, J. N.; Freitas, B. M. (2010). Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. Oecologia Australis, 14(1), p266-281.

Queiroz, A. C. M; Contrera, F. A. L.; Venturieri, C. G. (2010).The effect of toxic nectar and pollen from *Spathodea campanulata* on the worker survival of *Melipona fasciculata* Smith and *Melipona seminigra* Friese, two Amazonian stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Sociobiology, 61(4), p536-540.

Rasmussen, C.; Camargo, J. M. F. (2008). A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona s*p (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Apidologie, 39 (1), p102–118.

Rivero, S.; Almeida, O.; Ávila, S.; Oliveira, W. (2009). Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. Nova Economia, Belo Horizonte, 19 (1), p41-66.

Rossi, R. O. (1998). Girassol. Curitiba: Tecnoagro, 333p.

Roubik, D. W. (2006). Stingless bee nesting biology. Apidologie, Springer Verlag (Germany), 37(2), p124-143.

Roubik, D. W. (1989). Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge, 514p.

Rozen, J. G. (1984). Comparative nesting biology of the bee tribe Exomalopsini (Apoidea, Anthophoridae). American Museum of Natural History, p1-24.

Sakagami, S. F. (1982). Stingless bees. In: Hermann, H. R. (ed.). Social Insects. NewYork: Academic Press, 3, p361-423.

Samways, M. J. (2005). Insect diversity conservation. First edition press. Cambridge University Press, 342p.

Samways, M. J. (1996c). Insects in the urban environment: pest pressures versus conservation concern. In Wildey, K. B. (ed.). Proceedings of the 1996 International Conference on Insects Pests in the Urban Environment, p129-33.

Santos, S. A. B.; Roselino, A. C.; Bego, L. R. (2008). Pollination of cucumber, *Cucumis sativus* L. (Cucurbitales: Cucurbitaceae), by the stingless BEES *Scaptotrigona* aff. *depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Greenhouses. Neotropical Entomology, 37(5), p506-512.

Santos A. B. (2010). Abelhas nativas: polinizadores em declínio. Escola Superior São Francisco de Assis-ESFA, Natureza Online, 8(3), p103-106.

Santos-Leal, A. (2006). Distribución espacial de los sitios de anidación de abejas eusociales (Hymenoptera-Apidae: Meliponini y Apini) em Sudzal, Yucatán, México, MSc. Thesis Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Silva, E. M. S.; Freitas, B. M.; Silva, L. A.; Cruz, D. O.; Bomfim, I. A. (2005). Biologia floral do pimentão (*Capsicum annuum*) e a utilização da abelha jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) como polinizador em cultivo protegido. Revista Ciência Agronômica, 36(3), p386-390.

Silva-Pereira, V.; Alves-dos-Santos, I.; Malagodi-Braga, K. S.; Felipe Andrés Leon Contrera, F. A. L. (2003). Forrageamento de *Melissoptila thoracica* Smith (Hymenoptera, Eucerini, Apoidea) em flores de *Sida* (Malvaceae). Revista Brasileira de Zoologia, 20(3), p427–432.

Silveira, F. A.; Melo G. A. R.; Almeida, E. A. B. (2002). Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, 253p.

Simpson, B. B.; Neff, J. L. (1981). Floral rewards: alternatives to pollen and nectar. Annals of the Missouri Botanical Garden, 68(2), p301-322.

Slaa, E. J.; Sánchez-Chaves, L. A.; Malagodi-Braga; K. S.; Hofstede, F. E. (2006). “Stingless

bees in applied pollination: practice and perspectives." Apidologie**,** 37(2), p293-315.

Souza, S. G. X.; Teixeira, A. F. R.; Neves, E. L.; Melo, A. M. C. (2005). As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no *Campus* Federação/Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. Candombá – Revista Virtual, 1(1), p57 – 69.

Spadotto, C. A.; Gomes, M. A. F.; Luchini, L. C.; Andrea, M. M. (2004). Monitoramento de risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. 29p.

Steiner, J.; Zillikens, A.; Kamke, R.; Feja, E.P.; Falkenberg, D. B. (2010). Bees and melittophilous plants of Secondary Atlantic Forest habitats at Santa Catarina Island, southern Brazil. Oecologia Australis, 14(1), p647- 670.

Taura, H. M.; Laroca, S. (1991). Abelhas altamente sociais (Apidae) de uma área restrita em Curitiba (Brasil): Distribuição dos ninhos e abundância relativa. Acta Biológica Paranaense, Curitiba, 20(1,2,3,4), p85- 101.

Taura, H. M.; Laroca, S. (2001). A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). Acta Biológica Paranaense, Curitiba 30(1, 2, 3, 4), p40-41.

Taura, H. M.; Laroca, S. (2004). Biologia da Polinização: interações entre as abelhas (Hym., Apoidea) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). Acta Biológica Paranaense, Curitiba, 33 (1, 2, 3, 4), p143-162.

Toledo, V. A. A.; Malerbo-Souza, D. T.; Filho, J. C. S.; Pinto, A. S.; Ruvulo-Takasusuk, M. C. C.; Chambó, E. D. (2011). Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon soy 3329. Revista Varia Scientia Agrárias, 2(1), p123-130.

Trigo, J. R.; Santos, W. F. (2000). Insect mortality in *Spathodea campanulata* BEAUV. (Bignoniaceae) flowers. Revista Brasileira de Biologia, 60(3), 2p.

Trindade, M. S. A.; Souza, A. H.; Vasconcelos, W. E.; Freitas, R. S.; Silva, A. M. A.; Pereira, D. S.; Martacajá, P. B. (2004). Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra,

4(1), p5.

Zaluski, R.; Kadri, S. M.; Souza, E. A.; Silva, V. M. C.; Silva, J. R. C.; Rodrigues-Orsi, P.; Orsi, R. O. (2014). Africanized honeybees in urban areas: a public health concern. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 47(5), p659-662.

Weiss, G.; Melo, G. A. R. (2007). Comportamento forrageiro de *Peponapis fervens* Smith (Hymenoptera, Apidae, Eucerini) em flores de *Cucurbita* (Cucurbitaceae). Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, Brasil, p1-2.

Werneck, H. A.; Faria-Mucci, G. M. (2014). Abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) da Estação Ecológica de Água Limpa, Cataguases-MG, Brasil. EntomoBrasilis, 7(2), p164-166.

Williams, I. H.; Corbet, S. A.; Osborne, J. L. (1991). Beekeeping, wild bee and pollination in the European Community, Bee World, 72(4), p170-180.

Williams, I. H. (1994). The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. Agricultural Zoology Reviews, 6(1), p229–257.

Willians, R. J.; Myers, B. A, Eamus, D.; Duff, G. A. (1999). Reproductive phenology of wood species in a North Australian Tropical Savanna. Biotropica, 31(4), p626-636.

Witter, S.; Radin, B.; Lisboa, B. B.; Teixeira, J. S. G.; Blochtein, B.; Vera Lúcia Imperatriz-Fonseca, V. L. (2012). Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. Pesquisa agropecuária brasileira. Brasília, 47(1), p58-65.

Capítulo I

Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural

Resumo

As abelhas são de extrema importância para o equilíbrio dos ecossistemas porque a reprodução das angiospermas depende da polinização realizada por elas. Pretendeu-se avaliar a comunidade de abelhas associadas a cultura do *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) quanto a diversidade, a abundância e a frequência, e comparar entre os ambientes urbano e rural. As abelhas foram capturadas nas inflorescências do *H. annuus* em florescimento pleno, com rede entomológica durante 10 dias das 06h00min às 17h15min, nos primeiros 15 minutos de cada hora, e registradas de acordo com a data, o horário e o ambiente do estudo, sendo posteriormente preparadas e identificadas taxonômicamente. Calculou-se os índices de diversidade, abundância, frequência e a dissimilaridade entre as espécies e os ambientes considerados. O ambiente urbano foi mais, rico, mais diverso, mais equitativo e menos dominante em abelhas, quando comparado ao ambiente rural. As quatro espécies de abelhas mais abundantes no ambiente urbano foram: *Apis mellifera*, *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp, enquanto que no ambiente rural foram a *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp e *Trigona spinipes*. Dentre as sete espécies amostradas exclusivamente no ambiente urbano, as quatro mais representativas tiveram respectivamente 491, 16, 06 e 04 indivíduos amostrados, enquanto as quatro espécies exclusivas para o ambiente rural tiveram respectivamente, 17, 03, 03 e 01 indivíduos. As espécies de abelhas mais abundantes foram também as mais frequentes em ambos os ambientes. Dentre as espécies de abelhas nativas *E.* (*Phanomalopsis*) sp foi a mais representativa.

Palavras-chave: abelhas urbanas; abundância relativa; comunidade de abelhas; girassol; visitantes florais.

The diversity of bees (Hymenoptera: Apidae) associated with Flower heads of *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) in urban and rural environments

Abstract

Bees are extremely important for the equilibrium of ecosystems because the reproduction of angiosperms depend on pollination done by bees. It was intended to evaluate the community of bees associated with *H. annuus* culture and diversity, abundance and frequency and compare in urban and rural environments. The bees were captured in inflorescences of *H. annuus* in full bloom, with entomological net for 10 days from 06h00min to 17h15min, with records according to date, time and the environment of study, being subsequently prepared and taxonomically identified. We calculated the diversity index, abundance, frequency and dissimilarity between species and the environments considered. The urban environment was richer, more diverse, more equitable and less dominant in bees, comparing to the rural environment. The four most abundant species of bees in urban environment were: *Apis mellifera*, *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp and *Tetragona* sp, while in the rural environment were *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp and *Trigona spinipes*. Among the seven species exclusively sampled in the urban environment, the four most representative had respectively 491, 16, 06 and 04 sampled individuals, while the four exclusive species to the rural environment had respectively 17, 03, 03 and 01 individuals. The most abundant species of bees were also the most frequent in both environments. Among the species of native bees *E*. (*Phanomalopsis*) sp was the most representative.

Keywords: urban bees; relative abundance; bee community; sunflower; floral visitors.

1 Introdução

As abelhas são consideradas os mais importantes polinizadores de plantas naturais e cultivadas em todo o mundo (Michener, 2000; Klein et al., 2007). Aproximadamente 60% das cerca de 1.500 espécies de plantas cultivadas pelo homem são polinizadas por elas (Garofalo, 2009).

As abelhas são prestadoras de serviços essenciais aos ecossistemas (Costanza et al., 1997). O serviço ecossistêmico (polinização) prestado por elas é essencial para a manutenção das populações de plantas nativas e para a produção do alimento humano e animal (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). No entanto, a diversidade de abelhas segue constantemente ameaçada em consequências das atividades humanas tais como a fragmentação do habitat, as invasões biológicas, introdução de espécies exóticas a ação dos meleiros e o uso intensivo de herbicidas e pesticidas, implicando na redução e perda de habitat (Freitas et al., 2009).

A perda de habitats naturais é considerada um dos mais importantes fatores de impactos sobre a comunidade de abelhas e também, a principal ameaça para a sua diversidade, sendo que as mudanças climáticas, também afetam potencialmente suas populações (Brown e Paxton, 2009). A fragmentação dos ecossistemas florestais nativos é um dos principais problemas do mundo moderno, mantendo relação estreita com a perda da biodiversidade (Laurance et al., 2002).

Os ambientes com maior diversidade de vegetais tendem a disponibilizar uma alimentação mais diversificada para as abelhas e consequentemente, abrigando uma maior diversidade desses insetos (Frankie et al., 2005; Winfree et al., 2009). Além dos recursos alimentares, a disponibilidade de locais para a nidificação também pode contribuir com a manutenção da diversidade de abelhas em áreas submetidas a pressão humana (Silva et al., 2012). As abelhas têm um importante significado em relação aos diferentes tipos de ecossistemas (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010).

Estudo voltado para a diversidade de abelhas em ambiente rural é relevante, uma vez que as áreas rurais são frequentemente utilizadas para atividades agrícolas e agropastoris. As várias áreas remanescentes de matas nativas existentes nas localidades onde ocorre a prática agropecuária em Dourados-MS, são aparentemente pequenas e poucas, em relação a necessidade e a importância da conservação e da preservação da biodiversidade de abelhas (observação pessoal). No entanto não se trata de um problema localizado, pois até mesmo biomas importantes em termos de preservação da biodiversidade como a Mata Atlântica e o

Cerrado brasileiro, encontram-se atualmente em estado avançados de degradação, em decorrência das práticas agrícolas e agropecuárias (Anacleto e Marchini, 2005).

As abelhas que vivem em áreas urbanas com forte pressão humana, alimentam-se dos recursos florais disponibilizados por flores de plantas ornamentais nativas e exóticas existentes nas ruas, nos jardins residenciais e parques urbanos (Tommasi et al., 2004).

Na Europa, muitos aderiram a ideia da construção dos telhados verdes em áreas urbanizadas, e este tipo de cobertura tem auxiliado na ampliação das áreas de forrageamento das abelhas, aumentando a disponibilidade de recursos florais para elas (Colla et al., 2009).

Os ambientes urbanos mais diversos em plantas com flores tendem a serem também mais diversos em abelhas, em função da diversidade da base de recursos florais localizada principalmente nos jardins das residências (Tommasi et al., 2004; Frankie et al., 2005; Winfree et al., 2009).

O estudo das abelhas que vivem nas áreas urbanas contribui para o conhecimento da diversidade desse grupo de Hymenoptera que vive nas cidades brasileiras. Observa-se que o crescimento das cidades em direção aos ambientes naturais preservados, pode causar alterações até mesmo irreversíveis nesse tipo de ecossistema. No entanto, o efeito que essas alterações ambientais produzem na comunidade de abelhas que vivem nas áreas urbanas de Dourados-MS, não são conhecidos.

Estudos que relaciona e compara a diversidade de abelhas em ambientes urbano e rural são escassos. A avaliação das abelhas associadas aos capítulos de girassol nestes dois tipos de ambientes traz relevantes informações que poderão contribuir no desenvolvimento de futuros projetos de conservação da biodiversidade.

O girassol (*Helianthus annuus* Linnaeus, 1758, Asterales: Asteraceae) é uma dicotiledônea anual originária da América do Norte, é de fácil adaptação as diferentes condições ambientais, tolera uma ampla faixa de temperatura e pode ser cultivado no Brasil desde o sul do Estado do Rio Grande do Sul até o norte do Estado de Roraima (Lira et al., 2011). Sendo assim, a variedade do girassol Embrapa 122-V2000 foi cultivada nos ambientes rural e urbano para atrair abelhas em sua fase de florescimento para serem avaliadas em diferentes épocas do ano.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e comparar a comunidade de abelhas associadas aos capítulos florais do girassol entre dois ambientes, urbano e rural, quanto a diversidade, abundância, frequência e Inferir em suas relações com o ambiente.

2 Material e Métodos

2.1 Áreas de estudo

Os trabalhos foram desenvolvidos em dois ambientes, sendo um urbano e outro rural. O ambiente urbano onde os estudos ocorreram é o bairro periférico Parque do Lago I (Figura 1), na cidade de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (MS), situado a 22º13'57,55''S, 54º50'09, 28''O, a 423m de altitude.

Figura 1 – Localizações da área de estudo (ambiente urbano), onde os experimentos foram desenvolvidos - "Parque do Lago I", Dourados – MS, Brasil. (Google Earth, 2014).

A flora dessa área é representada por vegetação nativa natural ou recuperada, e também plantas exóticas cultivadas para ornamentação as quais fornecem recursos florais para a comunidade de abelhas. Dentre as plantas cultivadas podem ser citadas algumas nativas como goiabeira (*Psidium guajava*, Linnaeus); ipê (*Tabebuia* sp); pau-ferro (*Caesalpinia* sp) entre outras. Dentre as exóticas foram observadas: oiti (*Licania* sp); chorão ou salgueiro (*Salix* sp); mangueira (*Mangifera indica*, Linnaeus); figueira (*Ficus benjamina*, Linnaeus); e outras não identificadas mas observadas nos jardins das residências. Nas proximidades da área de estudo, encontra-se a Área de Preservação Ambiental - APA (ZEIA1 – Zona de Interesse Ambiental) (Figura 1).

A área rural está situada próxima da Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, no Município de Dourados, localizada a 22º12' 01,56''S, 54º 56' 14,69''O,

e a 456 m de altitude. Essa área é utilizada para experimentação agrícola, e tem em seu entorno, áreas cultivadas, pastagem e fragmentos de matas nativas (Figura 2).

Figura 2 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS, Brasil (Google Earth, 2014).

2.2 Procedimentos no campo

A variedade (Embrapa 122 - V2000) do girassol *H. annuus* foi utilizada em fase de florescimento pleno, como atrativo natural para as abelhas (Figura 3).

Figura 3 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) amostradas nos ambientes urbano e rural em Dourados-MS, Brasil.

O girassol foi cultivado em três períodos distintos do ano, sendo que em cada período foram cultivadas uma parcela no ambiente urbano e outra no ambiente rural com 700 m² cada uma. Os cultivos foram realizados na mesma data em ambos os ambientes para coincidir também a época do florescimento da cultura.

Durante os períodos de amostragem, foram feitas observações nas proximidades das áreas de avaliação urbana e rural onde foi observada a presença de plantas floridas e quando possível observada a presença de abelhas forrageando nas flores existentes.

As fazendas e sítios existentes nas proximidades do local das avaliações na área rural, foram visitados e no local foi perguntado aos moradores sobre a existência de apiários. As poucas árvores existentes no ambiente rural nas proximidades do local das avaliações foram vistoriadas para comprovar a existência de ninhos de Meliponini.

Os três períodos de amostragem ocorreram nos seguintes intervalos: I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012. O período I de amostragens ocorreu em pleno inverno e o período II no final do inverno, ambos em épocas do ano em que as temperaturas do ar são mais instáveis devido a estação do ano. O período III ocorreu em época de transição verão/outono quando a temperatura do ar foi mais estável em relação ao inverno.

Em cada período foram desenvolvidas 240 avaliações, sendo 120 para o ambiente rural e 120 para o ambiente urbano. As amostragens referentes a cada período ocorreram em 10 dias não consecutivos, com duração de 15 minutos no início de cada hora. O procedimento de amostragem diário teve início as 6h00min e término as 17h15min com esforço amostral diário de 180 minutos, totalizando em relação a cada período/ano de 60 horas, sendo 30 horas para o ambiente rural e 30 horas para o ambiente urbano, com o esforço amostral/ambiente relativo a 90 horas, totalizando 180 horas de avaliação.

As abelhas foram capturadas com rede entomológica diretamente nos capítulos do girassol por dois coletores, para amostrar os dois ambientes simultaneamente. As abelhas capturadas foram colocadas em câmara mortífera, contendo acetato de etila. Os envelopes utilizados para acondicionamento das amostras foram identificados com o número da repetição, o local da coleta, a data e o horário de amostragem. Posteriormente, eles foram mantidos em refrigerador, protegidos em sacos plásticos transparentes, até o momento da preparação dos espécimes, em alfinetes entomológicos.

O material coletado foi triado e identificado conforme Silveira et al. (2002). Os espécimes estão depositados na "Coleção de Abelhas" do Laboratório de Apicultura (LAP),

da FCBA, e posteriormente serão encaminhadas ao Museu da Biodiversidade (MuBio) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

2.3 Índices ecológicos

2.3.1 Abundância

A abundância absoluta (n) para cada espécie de abelha em cada um dos ambientes foi determinada pela contagem do número de indivíduos capturados nos capítulos de girassol durante os três períodos de avaliação.

A abundância absoluta total (n_t) para cada espécie de abelha, foi obtida pela somatória dos números de indivíduos capturados de cada espécie, nos dois ambientes, urbano e rural.

A abundância relativa (n%) para cada espécie registrada em cada um dos ambientes foi obtida mediante a transformação em porcentagem do número total de indivíduos de cada espécie.

A abundância relativa total (n_t%) para cada espécie de abelha foi obtida mediante a transformação em porcentagem da somatória do número total de indivíduos de cada espécie, considerando-se os dois ambientes em conjunto.

2.3.2 Diversidade

Para avaliar a diversidade, equitabilidade e dominância entre as abelhas amostradas nas áreas urbana e rural, foram aplicados os Índices de Diversidade (H`) de Shannon-Wiener, Equitabilidade ou Uniformidade de Pielou (J) e Dominância de Simpson (D) respectivamente, utilizando o Software Edives 3.0 (Rodrigues, 2015).

2.3.3 Frequências

Frequência simples ou absoluta (Fi): representa o número de amostras contendo a espécie de abelha avaliada, considerando cada horário em cada um dos dias de avaliação como uma amostra, sendo um total de 360 amostras para cada ambiente. A frequência relativa (Fi%), para cada espécie em cada ambiente, foi obtida pela equação Fi% = Fi x 100/N, sendo N número total de amostra por ambiente.

O total da frequência simples para cada espécies (Fi_t), foi representado pela somatória da Fi de cada espécie em ambos os ambientes ($Fi_t = Fi_U + Fi_R$), sendo Fi_U a Fi para área urbana; Fi_R, a Fi para área rural. A porcentagem da frequência absoluta total (Fi_t%) para cada espécie, nos dois ambientes considerados, foi obtida pela equação $Fi_t\% = Fi_t \times 100/N$, sendo o

número total de amostra nos dois ambientes (N) (Silveira-Neto et al., 1976). A planilha eletrônica do Microsoft Excel 2010 foi utilizada como ferramenta para calcular todas as frequências encontradas.

2.3.4 Teste Qui-quadrado χ^2

O teste Qui-quadrado (χ^2 de contingência) foi aplicado com o auxilio da planilha eletrônica do Microsoft Excel 2010 para avaliar a significância das diferenças proporcionais entre as frequências das espécies consideradas mais abundantes nos ambientes urbano e rural.

2.3.5 Ordenação

Com a finalidade de homogeneizar a variância dos dados, o número de indivíduos de cada espécie foi transformado em $\log_{(ni + 1)}$. A transformação foi necessária porque a dispersão de n_i (o número de indivíduos de cada espécie em cada amostra) apresentou grandes variações nos valores observados e foi acrescentado "+1" para assegurar que não tenderiam a obtenção do logaritmo de zero (Melo e Happ, 2008).

Utilizou-se do Software R versão 2.15.2 para a realização da Análise Multivariada de Ordenação Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS) e avaliar a dissimilaridade entre as espécies em um mesmo ambiente, e entre as comunidades de abelhas nos ambientes urbano e rural.

A Análise NMDS ordena as espécies no diagrama de dispersão, com base em matriz de distância (neste caso, a distância de Bray-Curtis). Os resultados que são mostrados no diagrama de dispersão refletem a matriz de distância original, de acordo com o peso dos escores. Se duas espécies têm valores de distância semelhantes ou próximos na matriz original, nos resultados (diagrama de dispersão) estas duas espécies aparecem próximas também. As possíveis diferenças entre o resultado e a matriz de origem, são medidas pelo Standardized Residual Sum of Squares - STRESS (Soma Residual dos Escores Padronizados) e quanto menor o valor do STRESS, melhor será o resultado (Melo e Hepp, 2008). A distância entre as espécies e entre os horários indicam o grau de similaridade entre eles, quanto mais próximo, mais similar e vice-versa.

O teste não-paramétrico unifatorial – PERMANOVA (com $\alpha<0,05$), foi aplicado com o auxílio do Software R versão 2.15.2, para comparar as comunidades de abelhas associadas aos capítulos florais do girassol nos ambientes urbano e rural (Anderson, 2001).

3 Resultados e Discussão

3.1 Riqueza e diversidade

A comunidade de abelhas está representada por 28 espécies relacionadas de acordo com cada ambiente avaliado (Tabela 1).

Tabela 1. Abundância e riqueza de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural, em Dourados – MS, Brasil.

Espécies de Apidae	**Abundância**					
	Área urbana		Área rural		Abundância total	
	n	n%	n	n%	n_t	n_t%
Agapostemon sp	1	0,03	-	-	1	0,01
Apis mellifera	1238	36,50	4545	72,72	5783	59,99
Augochlora sp	37	1,09	3	0,05	40	0,41
Bombus (*Fervidobombus*) sp	-	-	17	0,27	17	0,18
Exomalopsis (*Diomalopsis*) sp	2	0,06	1	0,02	3	0,03
Exomalopsis (*Phanomalopsis*) sp	423	12,47	925	14,80	1348	13,98
Ericrocidini sp	1	0,03	-	-	1	0,01
Euglossa cordata	1	0,03	-	-	1	0,01
Geotrigona sp	169	4,98	547	8,75	716	7,43
Hypanthidium sp	5	0,15	1	0,02	6	0,06
Megachile (*Pseudocentron*) sp	8	0,24	42	0,67	50	0,52
Megachile (*Dactylomegachile*) sp	16	0,47	-	-	16	0,17
Megachile (*Leptorachis*) sp	1	0,3	2	0,02	1	0,01
Megaloptina sp	8	0,24	2	0,03	10	0,10
Melissoptila sp	1	0,03	8	0,13	9	0,09
Oragapostemon sp	1	0,03	-	-	1	0,01
Oxaea sp	-	-	3	0,05	3	0,03
Paratrigona sp	406	11,97	3	0,05	409	4,23
Paroxystoglossa sp	4	0,12	-	-	4	0,04
Peponapis sp	1	0,03	6	0,10	7	0,07
Plebeia sp	57	1,68	2	0,03	59	0,61
Pseudagapostemon sp	7	0,21	3	0,05	10	0,10
Pseudaugochlora sp	-	-	1	0,02	1	0,01
Tetragona sp	491	14,48	-	-	491	5,09
Tetragonisca sp	6	0,18	-	-	6	0,06
Trigona hyalinata (Lepeletier, 1836)	272	8,05	2	0,03	274	2,85
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	235	6,93	135	2,16	364	3,84
Xylocopa (*Neoxylocopa*) sp	-	-	3	0,05	3	0,03
Total de abelhas e % Relativa	3392	100,00	6251	100,00	9643	100,00
Riqueza (S)	24		20		28	

n= número de indivíduos das espécies amostradas em cada ambiente; % = porcentagem relativa dos números de indivíduos de cada espécie amostrada em cada ambiente; n_t= número total dos indivíduos de cada espécie em relação aos dois ambientes considerados; n_t% = porcentagem relativa do número total de indivíduos de cada espécie considerando os dois ambientes.

A riqueza de espécies (S) para as comunidades de abelhas avaliadas nos ambientes urbano e rural está representada respectivamente por S=24 e S=20 (Tabela 1). Dentre as espécies registradas nos dois ambientes avaliados estão *Bombus* (*Fervidobombus*) (Skorikov,

1922) sp, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) (Michener, 1954) sp, *Megachile* (*Leptorachis*) (Mitchell, 1934) sp, *Oxaea* (Klug, 1807) sp e *Pseudaugochlora* (Michener, 1954**)** sp que ocorreram apenas na área rural, enquanto que *Agapostemon* (Guerin-Meneville, 1844) sp, Ericrocidini, *Euglossa cordata* (Linnaeus, 1758), *Oragapostemon* (Cure, 1989) sp, *Paroxystoglossa* (Moure, 1941) sp, *Tetragona* (Lepeletier & Serville, 1828) sp e *Tetragonisca* (Moure, 1946**)** sp ocorreram apenas no ambiente urbano. Excluindo estas espécies de abelhas relacionadas, as demais foram comuns aos dois ambientes (Tabela 1).

O Índice de Diversidade de Shannon-Winer (H') e Equitabilidade de Pielou (J') foram mais elevados para o ambiente urbano, em relação ao rural (Figura 4). Estes índices indicam respectivamente, maior probabilidade de encontrar um indivíduo ao acaso de qualquer uma das 24 espécies capturadas nos capítulos florais do girassol, e uma distribuição mais equitativa do número de indivíduos entre as diferentes espécies capturadas no ambiente urbano.

A dominância foi inversamente proporcional a diversidade, e o Índice de Dominância de Simpson (*D*) foi maior no ambiente rural (Figura 4) sugerindo maior probabilidade de que dois indivíduos, retirados aleatoriamente da comunidade de abelhas neste ambiente, pertençam à mesma espécie. Este valor sugere também, que no ambiente rural houve menor número de espécies com elevado número de indivíduos representantes, em relação ao ambiente urbano.

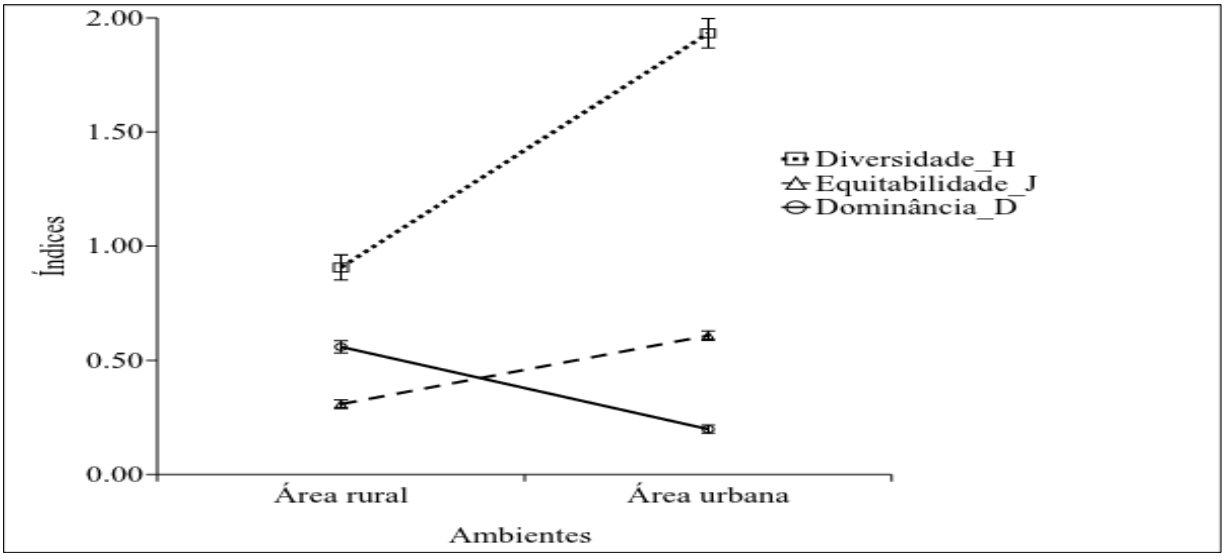

Figura 4 – Diversidade (α), Equitabilidade e Dominância das abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano rural em Dourados – MS, Brasil.

As diferenças para os índices ecológicos riqueza, diversidade, equitabilidade e

dominância obtidos das comunidades de abelhas avaliadas nos dois ambientes podem ser atribuídas a influências de fatores inerentes aos locais das avaliações, tais como: disponibilidade de alimentos e de locais adequado para a reprodução. Espécies de meliponídeos que utilizam exclusivamente ocos em árvores como locais de nidificação tendem em limitar suas ocorrências aos ambientes naturais em melhor estado de preservação, onde ainda existe esse tipo de substrato (Souza et al., 2005). Estes autores relacionam também, diversos fatores que podem influenciar a riqueza e a ocorrência dos meliponídeos em ambientes antropizados, tais como: disponibilidade de locais adequados para nidificação; oferta de recursos tróficos; a distribuição geográfica de cada espécie; e fatores filogenéticos, inerentes a cada espécie de meliponídeo.

A diversidade de plantas encontradas nas paisagens naturais urbanas, a variedade de substratos naturais e artificiais disponíveis e utilizados pelas abelhas para a nidificação em áreas urbanizadas, estão entre os principais fatores que favorecem a permanência de abelhas nativas nessas áreas (Siqueira et al., 2012; Aidar et al., 2013). Em muitos locais as abelhas encontram no meio urbano, uma rica e diversificada área de forrageamento além de locais adequados para reprodução, propiciados involuntariamente (na maioria das vezes) pela atividade humana.

De acordo com Silva et al. (2012), a riqueza e a ocorrência de espécies de Meliponini em ambientes antropizados podem ser influenciadas por diversos fatores ecológicos, como a qualidade e os tipos de substratos de nidificação disponíveis, o grau de socialidade e o grau do comportamento generalista dessas abelhas. Assim, abelhas eussociais e generalista como *Plebeia* sp e *Tetragonisca* sp, apresentam adaptabilidade e capacidade para explorar uma ampla variedade de substratos para nidificação em ambientes urbanizados, tais como, ocos de árvores e tronco morto, cavidades em paredes e em construções (Siqueira et al., 2012; Aidar et al., 2013).

Foi observado no ambiente rural, que nas proximidades do local onde as abelhas foram avaliadas, não havia árvores ou madeira morta que pudessem conter ocos para a nidificação de *Tetragona* sp, *Tetragonisca* sp e *Plebeia* sp. Nesta área, essas espécies certamente encontraram dificuldades para nidificarem nas proximidades do local onde foram avaliadas.

A falta de cavidades para essas abelhas nidificarem pode explicar a ausência de *Tetragona* sp e *Tetragonisca* sp no ambiente rural. O mesmo fator pode ter ocorrido em relação a *Plebeia* sp, com apenas um representante registrado nos capítulos florais de girassol no ambiente rural, haja visto que essas espécies foram abundantes na área urbanizada. Deve-

se considerar que, um indivíduo de *Plebeia* sp, significa a presença física de uma ou mais colônias da espécie no local, e sugere que as demais operárias que executavam atividades extra-ninho, estiveram associadas a flores de outras espécies vegetais, nas proximidades do local onde as abelhas foram amostradas.

No ambiente urbano, onde as abelhas foram avaliadas, mesmo tendo observado uma vegetação mais diversificada em relação ao ambiente rural, não foram amostradas abelhas de grande porte como as mamangavas *B.* (*Fervidobombus*) sp e *X.* (*Neoxylocopa*) sp, as quais foram amostradas no ambiente rural. A mamangava é observada também nas áreas urbanizadas de Dourados (observação pessoal) e para a ausência destas nos capítulos florais de girassol, sugere-se que tenham sido atraídas por outras fontes de recursos mais compensatórias para elas do que as inflorescências do girassol. Nesse sentido, Wojcik (2011) relata que as abelhas grandes preferem forragear plantas maiores e com maior quantidade de flores, ou então, aquelas agrupadas com outras co-especificas, como uma estratégia de economia de energia.

No geral os meliponídeos estão se adequando as condições dos ambientes submetidos a pressão humana como as áreas urbanas, tendo em vista a densidade de ninhos encontrados em ambientes urbanizados. No entanto, a importância da preservação das áreas naturais deve ser ressaltada, porque estas áreas propiciam diversos locais de nidificação para espécies de abelhas com comportamento de nidificação especializado (Aidar et al., 2013). Nesse sentido, as áreas naturais remanescentes no meio urbano de Dourados, próximas ao local das avaliações estariam propiciando melhores condições de sobrevivência em relação ao ambiente rural para *Tetragona* sp, *Megachile* (*Dactylomegachile*) sp, *Tetragonisca* sp, *Paroxystoglossa* sp, *Agapostemon* sp, e *Oragapostemon* sp, que não foram encontradas no ambiente rural.

Não foi possível determinar se os prédios residenciais no ambiente urbano, próximos da área onde os trabalhos foram desenvolvidos, causaram algum tipo de influência nas atividades de forrageamento da comunidade das abelhas da região. No entanto, Wojcik (2011) avaliou as atividades das abelhas em três cidades na Costa Rica (Libéria, Bagaces e Cañas) e concluiu que elas preferiram forragear as flores que disponibilizaram maior abundância de recursos, independente das características de urbanização do local onde a planta estava inserida.

As paisagens naturais em áreas urbanas, como os parques e jardins botânicos influenciam na diversidade de abelhas e as cidades podem contribuir para a preservação de diversas espécies de abelhas, incorporando habitats gerenciados pelo homem que

incrementam as fontes de recursos para os apídeos, o que favoreceria a sua permanência nesses locais (Tommasi et al., 2004).

3.2 Ordenação

Observam-se verticalmente dois grupos de espécies e de horários bem definidos, um a direita (ambiente rural) e outro a esquerda (ambiente urbano) da linha intermediária (Figura 5).

O posicionamento da espécie (▼) no diagrama indica o ambiente onde ela teve maior peso, a relação entre os horários (Δ) de ocorrência e o grau de similaridade entre as espécies, sendo que quanto mais próximas as espécies estiverem entre si, maior a similaridade. A posição da espécie em relação aos horários representa a associação entre a espécie e o horário de ocorrência no ambiente, estando posicionadas próximas aos horários em que foram mais abundantes.

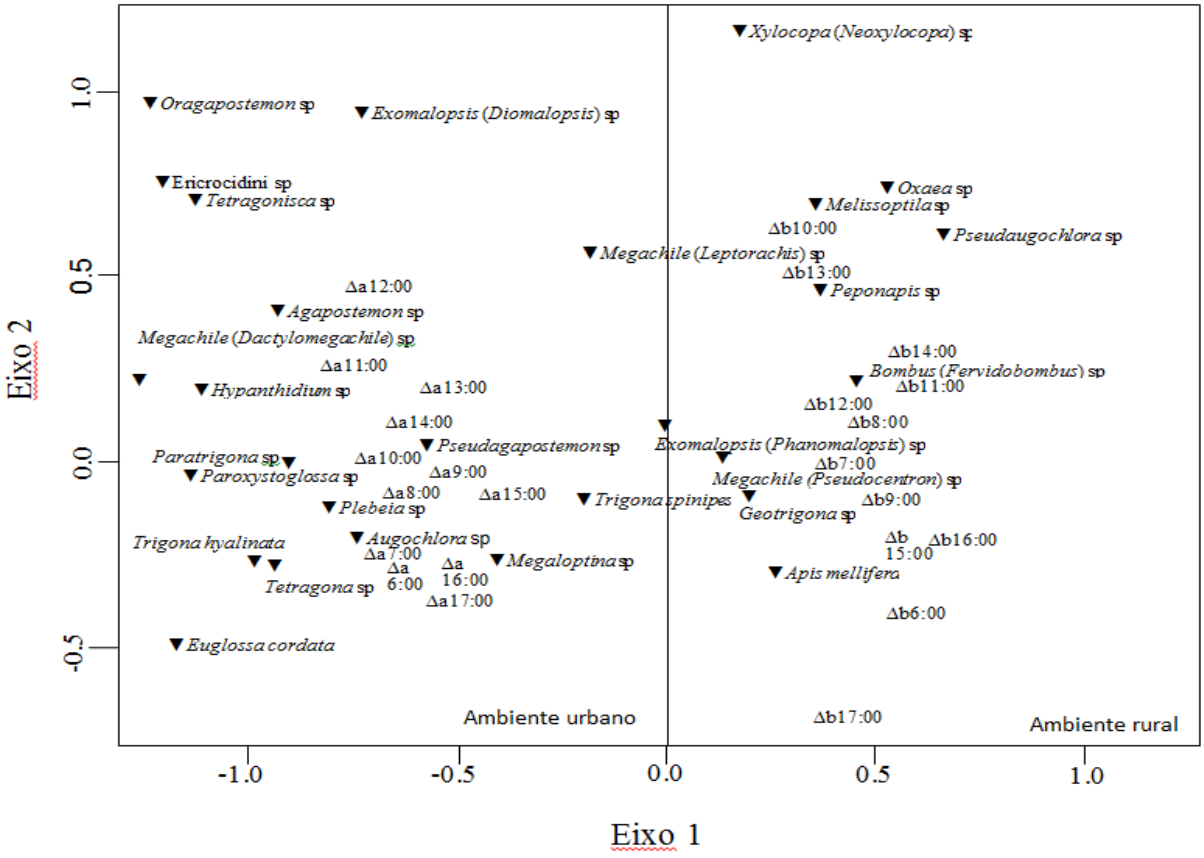

Figura 5 – Ordenação dos escores das espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural em Dourados – MS, Brasil. Δa – indica os horários de amostragens para área urbana e Δb – para a área rural. PERMANOVA (Fα 0,01; (gl=1; Residual=584); F=87,95); STRESS = 0, 11.

O posicionamento da *E.* (*Phanomalopsis*) sp na linha vertical, indica o equilíbrio para a representatividade dessa espécie entre os dois ambientes. Ainda em relação a *E.* (*Phanomalopsis*) sp, observa-se que os horários de registros para a área urbana (Δa), não são exatamente os mesmos para a área rural (Δb) (Figura 5), indicando uma dinâmica de forrageamento diferenciada para a mesma espécie em relação aos dois ambientes. Sugere-se que esta diferença, seja em decorrência de fatores locais, principalmente a atratividade dos vegetais com flores disponibilizando pólen ou néctar em horário diferenciado no ambiente urbano, nas proximidades do local de avaliação das abelhas.

Nesta avaliação, a comunidade de abelhas foi mais representativa no ambiente urbano, corroborando com os valores dos índices de diversidade e equitabilidade. As espécies como *X.* (*Neoxylocopa*) sp; *Oragapostemon* sp; *Exomalopsis* (*Diomalopis*) (Michener e Moure, 1957) sp, Ericrocidini; e *Tetragonisca* sp foram pouco abundantes e pouco similar em relação as espécies mais representativas, como *A. mellifera*, *Geotrigona* sp e *E.* (*Phanomalopsis*) sp. Essas cinco primeiras espécies não estiveram associadas a algum horário em especial, ou seja, elas estiveram presentes em diferentes momentos do dia. A distância entre os dois grupos de espécies no diagrama, evidencia o quão diferentes são as comunidades de abelhas entre os dois ambientes avaliados.

3.3 Abundância

A abundância de abelhas associadas aos capítulos florais do girassol nos ambientes urbano e rural foi representada por 9.643 indivíduos. As quatro espécies mais abundantes na ordem decrescente foram: *A. mellifera* (Lineaus 1758); *Exomalopsis* (*Panomalopsis*) sp Spinola, 1853 (Michener e Moure, 1957); *Geotrigona* sp (Moure 1943) e *Tetragona* sp (Lepeletier e Serville, 1828) (Tabela 2).

A. mellifera é citada em diversos estudos sobre abelhas polinizadoras e visitantes florais em ambientes urbano e rural, sendo destaque em vários deles por ser a mais abundante nas flores (Tommasi et al., 2004; Chiari et al., 2005; Machado e Carvalho, 2006; Hennig e Ghazoul, 2011; Cruz e Freitas, 2013), entre outros.

A elevada abundância da *A. mellifera*, 5.783 indivíduos amostrados, tem relações com fatores diversos, tais como: a colônia altamente populosa (Tautz, 2010; Minussi e Alves-dos-Santos, 2007; Morais et al., 2012); o fator alimentar; e a atratividade dos capítulos florais do girassol em relação a essa espécie.

Outra característica que pode ter contribuído com a presença e a abundância de *A. mellifera* nas localidades de avaliação foi a capacidade das operárias de se distanciarem da

colmeia de origem além de 2 km para forragear por néctar e pólen. Neste sentido, há registro de operárias de *A. mellifera* forrageando aproximadamente a 2,8 km da colônia de origem (Hagler et al., 2011a). De acordo com Abou-Shaara (2014b), a distância de forrageamento pode variar por diversas razões: o consumo de energia para o deslocamento; o tamanho da colônia; e as características da paisagem. No entanto, a distância entre o campo de forrageamento e o apiário é um fator importante a ser considerado também, pois não havendo atrativos nas proximidades, logicamente a *A. mellifera* tende a ir cada vez mais distante a procura de recursos florais. Hagler et al. (2011b) registraram a presença de abelhas melíferas forrageando a distâncias de 5,98 km da colmeia de origem.

A diversidade de substratos que *A. mellifera* utiliza para a nidificação é outro fator que também pode ter contribuído com existência e a abundância dessa espécie nos ambientes onde foi avaliada. Em ambientes rurais, suas colméias já foram observadas em ocos preexistentes em madeira morta ou viva, em cupinzeiros de solo e colônias expostas em galhos (observação pessoal). Nos ambientes urbanos a presença das colônias desta abelha foi registrada em diversos locais como: forro e interior de paredes das residências, árvores, caixas e tambores abandonados, interior de poste da rede elétrica, caixa d'água, caixa de luz, bueiro, entre outros (Mello et al., 2003; Correia-Oliveira et al., 2012).

E. (*Phanomalopsis*) sp é um grupo de abelhas solitárias e parassocial que constrói seus ninhos no solo (Rozen, 1984; Silveira et al., 2002; Rozen, 2011) e foi no geral a segunda espécie mais abundante com 1.348 indivíduos amostrados (Tabela 2). *E.* (*Phanomalopsis*) sp tem ocorrência registrada desde a Argentina até o Sul dos Estados Unidos, sendo bastante diversificado nas regiões temperadas semidesérticas da América do Sul e com representantes descritos em vários estados brasileiros, incluindo Mato Grosso do Sul (Silveira et al., 2002). As principais razões da elevada abundância de *E.* (*Phanomalopsis*) sp são a ocorrência de locais adequados para a nidificação e abundância de alimento (pólen e néctar) disponível e de fácil acesso (Morais et al., 2012).

A terceira espécie mais abundante que visitou os capítulos florais de girassol foi *Geotrigona* sp com 716 indivíduos amostrados (Tabela 2). Essa espécie, assim como *E.* (*Phanomalopsis*) sp também nidifica no solo, no entanto utiliza-se de cavidades preexistentes principalmente sauveiros extintos (Barbosa et al., 2013).

No ambiente rural, o manejo do solo e utilização de diversos tipos de agrotóxicos periodicamente, podem desfavorecer a instalação e permanência de abelhas com esse comportamento de nidificação, como é o caso de *Geotrigona* sp. No ambiente urbano a

ocupação do solo com a pavimentação asfáltica, o calçamento, os prédios e muros somados ao transito de pedestre e veículos dificultam a nidificação de saúvas e consequentemente, reduzindo as chances de nidificação de *Geotrigona* sp.

Sugere-se que o destaque de *Geotrigona* sp como a terceira mais abundante nos capítulos florais do girassol, esteja em função da atratividade que o pólen dos capítulos do *H. annuus* em relação a essa abelha e também, por se tratar de abelha eussocial que tem colônia perene com população numerosa. De acordo com a estimativa populacional realizada por Barbosa et al. (2013), uma colônia de *Geotrigona* sp pode ter entre 2.700 e 11.074 indivíduos considerando todos os jovens e adultos. Sendo assim, a presença de apenas uma colônia em cada um dos ambientes, urbano e rural nas proximidades do local onde foram avaliadas, seria suficiente para representar a abundância observada, 169 e 547 operárias respectivamente.

Tabela 2. Abundância das quatro espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) mais representativas associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural em Dourados – MS, Brasil.

Espécies de Apidae	Ambiente urbano	Ambiente rural	Total
	n	n	n
Apis mellifera	1238^{aA}	4545^{aB}	5783
Exomalopsis (*Phanomalopsis*) sp	423^{bA}	925^{bB}	1348
Geotrigona sp	169^{cA}	547^{cB}	716
Tetragona sp	491^{b}	-	491
Trigona hyalinata	272^{dA}	2^{dB}	274
Total de abelhas	**2.593**	**6.019**	**8.612**

Teste de comparação de Mann-Withinney (p=0,05) para as quatro espécies mais abundantes de cada ambiente, onde letras minúsculas iguais nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente; n= número de indivíduos das espécies amostradas em cada área; n_t= número total dos indivíduos de cada espécie nos dois ambientes considerados.

Em relação aos valores de abundância obtidos para *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp em ambos os ambientes, sugere-se que as transformações ambientais decorrentes do processo de urbanização, da prática da monocultura, e as consequências do manejo do solo, não foram obstáculos para o desenvolvimento e permanência destas espécies nas áreas avaliadas.

3.4.1 Abundância das três espécies de abelhas mais representativas: ambiente urbano versus ambiente rural

As áreas próximas ao local das avaliações no ambiente urbano apresentaram maior abundância de vegetais com flores em relação ao ambiente rural, durante os períodos das

avaliações. Tal diferença deve-se a presença no ambiente urbano dos jardins residenciais, de árvores frutíferas, ornamentais constituídos por espécies vegetais nativas da região e também por espécies exóticas que florescem em épocas diferentes do ano (observação pessoal). Neste sentido Agostini e Sazima (2003), corroboram com essa avaliação ao afirmarem que a diversidade arbórea nos ambientes urbanos tende a ser composta por plantas ornamentais nativas e exóticas, refletindo em diferentes períodos de floração e, portanto, em uma disponibilidade mais constante de alimentos para as abelhas durante o ano.

As espécies *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalolpsis*) sp e *Geotrigona* sp foram menos abundantes no ambiente urbano em relação ao ambiente rural (Tabela 2), sendo que no ambiente urbano, *Geotrigona* sp teve abundância duas vezes menor (169 indivíduos amostrados) em relação ao ambiente rural (547 indivíduos amostrados).

Algumas considerações são relevantes para o entendimento desta diferença de abundância encontrada entre os ambientes onde foram avaliadas. Em relação a *A. mellifera*, aquelas que vivem ou estão em busca de locais para sobrevivência no meio urbano, tendem a nidificarem em ocos preexistentes em árvores vivas ou mortas, o que seria natural. No entanto, devido a escassez desse tipo de local no meio urbano, as colônias de *A. mellifera* já foram encontradas nos diversos ambientes artificiais propiciados involuntariamente pelo homem, tais como: imóveis residenciais e comerciais; postes ocos das redes de eletricidade; caixa de padrão de energia elétrica; reservatórios de água; caixas de esgoto; entre outros (Mello et al., 2003; Toledo et al., 2006; Correia-Oliveira et al., 2012).

A. mellifera apresenta elevado grau generalista em relação aos locais de nidificação (Toledo et al., 2006). Essa característica poderia ser vantajosa para a sobrevivência dessa espécie no ambiente urbano caso o seu comportamento defensivo não representasse uma ameaça aos humanos e animais domésticos. A defensividade da *A. mellifera* através de ferroadas dificulta a coexistência entre essa abelha e o homem no mesmo ambiente (Mello et al., 2003; Pereira et al., 2010; Correia- Oliveira et al., 2012;). Por esse motivo, as pessoas são orientadas a comunicarem o Corpo de Bombeiros da cidade local ou mais próxima para a remoção ou extermínio do enxame ou da colônia de *A. mellifera*, sempre que forem vistos em ambiente urbano (Edison Tagino, do Corpo de Bombeiros Militar de Dourados, comunicação pessoal set/2014). A retirada ou extermínio das suas colônias *A. mellifera* estaria diretamente relacionada com a menor abundância em capítulos florais de *H. annuus* no ambiente urbano em relação ao ambiente rural.

A pressão humana sobre o ambiente urbano é outro fator que pode manter estreita

relação com a abundância e frequência de *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp e *Geotrigona* sp relacionadas aos capítulos florais do girassol nesse tipo de ambiente. *E.* (*Phanomalopsis*) sp constrói seus ninhos no solo (Rozen, 1984; Norden et al.,1994), entretanto, o solo descoberto que ainda resta nas áreas urbanizadas tende a dificultar a nidificação dessa abelha em função do intenso fluxo de pedestres e veículos, o que aumenta a compactação do mesmo.

As pavimentações e os calçamentos das áreas urbanas reduzem as áreas que poderiam ser utilizadas por essa espécie de abelha para nidificação. Os locais utilizados pelas abelhas para a nidificação também são relevantes, pois a existência e permanência da espécie no ambiente dependem da existência de locais apropriados para o desenvolvimento da prole.

O outro fator a ser considerado para *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp e *Geotrigona* sp seria a atratividade exercida pela vegetação urbana florescendo em diferentes épocas do ano. Tal fenômeno de florescimento ocorre tendo em vista Dourados ser uma cidade bem arborizada e com muitos jardins residenciais e reservas naturais próximas ao local das avaliações. Neste sentido sugere-se que as abelhas presentes no ambiente urbano estariam mais distribuídas entre as diferentes fontes de alimentos atrativas para elas, em relação ao ambiente rural. Tal fato estraria em função da diversidade floral distinta entre os dois ambientes, durante os períodos das avaliações, o que poderia te-las influenciado a não ter o girassol como fonte preferencial de alimento.

3.3.2 Espécies de abelhas mais abundantes no ambiente urbano

Paratrigona sp, *Plebeia* sp, *T. spinipes* e *T. hyalinata* foram mais abundantes em capítulos florais do girassol, no ambiente urbano em relação ao ambiente rural (Tabela 3). *Paratrigona* sp nidifica no solo em cavidades preexistentes (Nogueira-Neto, 1997), no entanto, os locais de nidificação utilizados por esse grupo são diversificados, haja visto que determinadas espécies desse gênero fazem ninhos suspensos e outras nidificam em ocos de madeiras (Michener, 2007; Gonzalez e Griswold, 2011).

No ambiente urbano, três ninhos subterrâneos de *Paratrigona* sp foram localizados por acaso, sendo dois ninhos localizados ±150 m ao Leste e um ±230 m ao Sul do local das avaliações. No entanto, não foi investigado para saber se as abelhas amostradas nos capítulos florais do girassol eram oriundas desses ninhos.

Plebeia sp constrói seus ninhos em diversos tipos de cavidades pré-existentes (Nogueira-Neto, 1997), podendo ser considerada generalista em relação ao local de nidificação. Em ambiente urbano há registro de ninhos dessa espécie em ocos de árvores vivas e mortas, em construções e até mesmo em espaços entre as rochas (Aidar et al., 2013).

Cavidades em construções que podem ser utilizadas por *Plebeia* sp como local de nidificação são encontradas com facilidade nas áreas urbanizadas de Dourados, o que favoreceria o estabelecimento e a permanência da espécie nesse tipo de ambiente.

Trigona hyalinata, mesmo sendo mais abundante no ambiente urbano, esteve associada ao girassol somente no período III (07/03 a 30/03/2012). Assim pode-se inferir que durante os períodos de avaliação I (14/07 a 09/08/2011) e II (29/08 a 14/09/2011) ela esteve associada às flores de outras espécies de vegetais por considera-las mais atrativas. Nesse sentido, sugere-se também, que a abundância *T. hyalinata* esteve fortemente influenciada pela preferência alimentar, em ambos os ambientes avaliados.

Durante o período II (29/08 a 14/09/2011) de avaliação no ambiente urbano, foram amostrados apenas três indivíduos de *T. spinipes* em capítulos de girassol. No entanto, essa espécie foi observada em grande número coletando pólen e néctar das flores de laranjeiras (*Citrus* sp) próximas ao local de avaliação (±150m). A coleta foi diária até cessar o florescimento (± 10 dias). Neste caso considera-se que para o período II, a abundância de *T. spinipes* nos capítulos florais do girassol no ambiente urbano foi influenciada por outras fontes de alimentos mais atrativas para elas, do que os capítulos de girassol.

Considera-se que os maiores valores de abundância para *Paratrigona* sp, *T. spinipes*, *T. hyalinata* e *Plebeia* sp no ambiente urbano deve-se a fatores alimentares, biológicos, comportamentais e ambientais. No entanto, as características do ambiente urbano apresentando-se mais propenso para a nidificação e para o forrageio, podem ser sugeridos como aqueles que mais influenciaram na abundância dessas abelhas. Nesse sentido Menezes e Morato (2007), também relacionaram a maior abundância de ninhos de abelhas do gênero *Megachile*, a maior disponibilidade de alimento e de locais para a nidificação no estado do Acre, Norte do Brasil.

Tabela 3. Abundância das quatro espécies de abelhas (Hymenoptera: Apidae) mais representativas, associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) e que foram mais abundantes no ambiente urbano em relação ao ambiente rural, em Dourados – MS, Brasil.

Espécies	Abundância	
	Ambiente urbano	Ambiente rural
Paratrigona sp	406	3
Trigona hyalinata	273	2
Trigona spinipes	235	135
Plebeia sp	57	2

A presença de três indivíduos de *Paratrigona* sp, dois de *T. hyalinata*, dois de *Plebeia* sp e 135 de *T. spinipes* registrados em capítulos florais de girassol na Fazenda Experimental da UFGD indicam a presença de um ou mais ninhos de cada uma dessas espécies nas proximidades do local das avaliações. Tendo em vista essas espécies terem comportamento alimentar generalista e colônias populosas (Pedro e Camargo, 1991), é provável que as demais operárias de *T. hyalinata*, *T. spinipes* e *Plebeia* sp estiveram associadas a outras fontes de recursos florais mais atrativas para elas.

3.4 Espécies amostradas exclusivamente no ambiente urbano

Oito espécies de abelhas foram amostradas nos capítulos florais do girassol exclusivamente no ambiente urbano e a maioria destas foi pouco abundante, sendo que *Tetragona* sp (Lepeletier e Serville, 1828) e *Megachile* (*Dactylomegachile*) sp (Mitchell, 1943) foram consideradas as duas mais abundantes, com 491 e 16 representantes respectivamente. As demais tiveram valores de abundância entre um e seis indivíduos (Tabela 4).

Abelhas do gênero *Tetragona* podem ocorrer tanto no ambiente urbano quanto no rural, se em ambos os ambientes encontrarem alimento e local apropriado para a nidificação. No *Campus* da Federação Ondina/Universidade Federal da Bahia, ninhos de *Tetragona clavipes* (Fabricio, 1804) foram encontrados tanto em ambiente rural quanto urbano (Souza et al., 2005).

Na área urbana de Dourados, foi observado um ninho de *Tetragona* sp no Parque Antenor Martins a (±500m) do local onde os estudos foram desenvolvidos no entanto, essa espécie teve sua presença observada no local de avaliação, Bairro Parque do Lago, desde o ano de 2009 (observação pessoal).

A presença da abelha *Tetragona* sp está possivelmente relacionada com a proximidade entre o local das avaliações, o ninho encontrado e a área de preservação ambiental – APA (±500m de distância) (Figura 1), uma vez que em áreas melhores preservadas e arborizadas, essa espécie teria maior probabilidade de encontrar locais para a nidificação.

De acordo com Souza et al. (2005), abelhas especialistas quanto ao local de nidificação como as do gênero *Tetragona* que nidificam exclusivamente em cavidades pré-existentes em ocos de árvores (Siqueira et al., 2012), estariam limitadas a ocorrerem somente em ambientes naturais preservados, onde ainda seria possível encontrar esse tipo de substrato.

As poucas árvores existentes no ambiente rural nas proximidades do local da avaliação, não dispõem de oco que possa abrigar colônia de abelhas. Este fato pode justificar

a ausência de *Tetragona* sp nos capítulos florais do girassol cultivado no ambiente rural.

A presença de *M.* (*Dactylomegachile*) sp em capítulos florais do girassol no ambiente urbano, foi influenciada, provavelmente, pela proximidade com a área de preservação ambiental. Espécies de abelhas desse subgênero nidificam em cavidades preexistentes em caules ocos de plantas (Teixeira et al., 2011; Marques e Gaglianone, 2013), recurso que pode ser encontrado com mais facilidade nos ambientes mais preservados. Menezes e Morato (2007) encontraram maior abundância de abelhas do gênero *Megachile* nidificando nos ambientes melhores conservados e naqueles com vegetação em estágios mais avançados de sucessão. Estes autores sugeriram que este fato estaria relacionado com uma maior disponibilidade de recursos alimentares e locais de nidificação.

Tabela 4. Abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) no ambiente urbano, e que não foram amostradas no ambiente rural em Dourados – MS, Brasil.

Espécie	**Abundância**
Tetragona sp	491
Megachile (*Dactylomegachile*) sp	16
Tetragonisca sp	06
Paroxystoglossa sp	04
Agapostemon sp	01
Ericrocidini	01
Euglossa cordata	01
Oragapostemon sp	01

3.5 Frequências

As quatro espécies de abelhas mais frequentes em relação aos dois ambientes, foram respectivamente, *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp e *Paratrigona* sp. No ambiente urbano as espécies mais frequentes, em ordem decrescente foram *A. mellifera*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp, sendo que no ambiente rural, também *A. mellifera* foi a mais frequente, e na sequência *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Geotrigona* sp e *T. spinipes*, respectivamente (Tabela 5).

A sequência hierárquica para a frequência das espécies de abelhas foi diferente entre os ambientes urbano e rural. As espécies mais frequentes no geral, e em cada ambiente, foram também as mais abundantes, e consequentemente maior a probabilidade da espécie ser encontrada na área de avaliação.

Estudos sobre abelhas visitantes de capítulos de girassol realizados por Machado e Carvalho (2006) também incluem *A. mellifera* e *T. spinipes* entre as espécies mais frequentes. Resultados semelhantes foram obtidos por D'Avila e Marchini (2008) para avaliações realizadas em ambientes com vegetação de Cerrado, no município de Itirapina-SP, onde estas duas espécies também foram consideradas as mais frequentes. No entanto, a frequência de uma determinada espécie pode variar de um ambiente para outro, de acordo com a disponibilidade e diversidade dos recursos florais, substrato disponível para nidificação, fatores climáticos e principalmente, pela abundância de indivíduos da espécie amostrada no ambiente que estaria sendo avaliado (Wojcik, 2012).

Gonçalves et al. (2008) estudaram os visitantes florais de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal da Grande Dourados, próximo a área rural onde este trabalho foi desenvolvido, também registraram a espécie *A. mellifera* como a abelha mais frequente, seguida das espécies *Trigona* sp, *Scaptotrigona* sp e *Pseudaugochloropis* sp. No entanto, esses autores não registraram a presença nas flores de *O. grastissimum* das espécies *E.* (*Phanomalopsis*) sp e *Geotrigona* sp, que neste trabalho representaram a segunda e a terceira espécie mais frequente.

Os resultados obtidos por D'Avila e Marchini (2008) diferem das frequências observadas neste trabalho, o que pode estar relacionado com a disponibilidade de recursos florais de cada local e época de avaliação, o tipo de vegetação existente nas proximidades do local das avaliações (vetação típica de Cerrado e plantas exóticas como *Pinus* sp e *Eucalyptus* sp) e o método de amostragem. Em relação a frequência de abelhas, Silva et al. (2007), registraram maiores valores deste índice nas flores de *Tecoma stans* (L.) Jus ex Kunth (Bignoneaceae), nos horário de maior disponibilidade de pólen e néctar. Além disso, na área onde havia maior diversidade de vegetais floridos e atrativos para abelhas, estas foram menos representativas em relação as demais.

Neste trabalho observa-se que a frequência relativa (Fi), varia para a maioria das espécies de abelhas entre o ambiente urbano e o rural, ainda que a variedade do girassol utilizada, nos dois ambientes tenha sido a mesma (Tabela 5). Assim, pode se inferir que o padrão de frequência das visitas das abelhas variou em função das características do ambiente, e não em relação a fonte de atração oferecida.

A. mellifera, *Geotrigona* sp, *T. spinipes*, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp tiveram as seguintes frequências observadas considerando os dois ambientes ao mesmo tempo: 518*, 209*, 99*, 318*, 136*, 102* respectivamente. O teste (χ^2) indica uma

superioridade para essas frequências observadas em relação a frequência esperada (55,3). A alta frequência dessas abelhas nos locais pode ser o indicativo de que os capítulos florais do girassol foram atrativo importante para elas nos três períodos de avaliação (I-14/07 a 09/08/2011; II-29/08 a 14/09/2011; e III-07/03 a 30/03/2012).

Tabela 5. Frequência das abelhas (Hymenoptera: Apidae) associadas aos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural, em Dourados – MS, Brasil.

Espécies de Apidae	**Frequências**					
	Ambiente urbano		**Ambiente rural**		**Total**	
	Fi	**Fi%**	**Fi**	**Fi%**	**Fi_t**	**Fi_t%**
Agapostemon sp	1	3,61	-	-	1	0,14
Apis mellifera	**202**	**56,11***	**311**	**86,39***	**513**	**71,25**
Augochlora sp	27	7,50	2	0,56	29	4,03
Bombus (*Fervidobombus*) sp	-	-	15	4,17	15	2,08
Ericrocidini sp	1	0,28	-	-	1	0,14
Euglossa cordata	2	0,56	-	-	2	0,28
Exomalopsis (*Diomalopsis*) sp	2	0,56	-	-	2	0,28
***Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp**	**147**	**40,83***	**172**	**47,78***	**319**	**44,31**
***Geotrigona* sp**	80	22,22*	**128**	**35,56***	**208**	**28,89**
Hypanthidium sp	5	1,39	1	0,28	6	0,83
Megachile (*Dactylomegachile*) sp	7	-	1	-	8	1,11
Megachile (*Leptorachis*) sp	-	-	2	0,56	2	0,28
Megachile (*Pseudocentron*) sp	7	1,94	35	9,72	42	5,83
Megaloptina sp	7	1,94	2	0,56	9	1,25
Melissoptila sp	2	0,56	8	2,22	10	1,39
Oragapostemon sp	1	0,28	-	-	1	0,14
Oxaea sp	-	-	3	0,83	3	0,42
***Paratrigona* sp**	**128**	**35,56***	3	0,83	**131**	**18,19**
Paroxystoglossa sp	4	1,11	-	-	4	0,56
Peponapis sp	1	0,28	6	1,67	7	0,97
Plebeia sp	31	8,61	1	0,28	32	4,44
Pseudagapostemon sp	7	1,94	3	0,83	10	1,39
Pseudaugochlora sp	-	-	1	0,28	1	0,14
***Tetragona* sp**	**101**	**28,06***	-	-	101	14,03
Tetragonisca sp	4	1,11	-	-	4	0,56
Trigona hyalinata	26	7,22	2	0,56	28	3,89
Trigona spinipes	38	10,56*	**61**	**16,94***	99	13,75
Xylocopa (*Neoxylocopa*) sp	-	-	3	0,83	3	0,42

Teste Quiquadrado (χ^2) = 454,80; gl=6; (p=0,000): *=espécie com frequência observada acima da esperada. Fi=frequência absoluta de cada espécie avaliada; Fi%= frequência relativa de cada espécie avaliada; Fi_t= frequência total para cada espécie; Fi_t%=frequência relativa total para cada espécie considerando os dois ambientes; número total de amostras = 720 repetições. Em **destaque** as quatro espécies mais frequentes no geral e por ambiente.

O teste (χ^2) para as espécies mais abundantes em cada ambiente separadamente, indica que as frequências observadas para *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp, foram significativamente superiores a esperada, apenas para o ambiente urbano (Tabela 5). Sugere-se que no ambiente urbano *Paratrigona* sp e *Tetragona* sp, encontraram condições mais adequadas para a

sobrevivência (disponibilidade de alimentos e locais para a nidificação). *A. mellifera*, *Geotrigona* sp, *E.* (*Phanomalopsis*) sp, tiveram frequência observada significativamente superior a frequência esperada em ambos os ambientes avaliados (Tabela 5). O mesmo ocorreu com *T. spinipes* mesmo estando esta espécie associada as flores de laranjeira durante o primeiro período de avaliação (I-14/07 a 09/08/2011), tendo sido representada por três indivíduos. Nesse sentido, considerou-se que *A. mellifera*, *Geotrigona* sp, *T. spinipes* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp possuem características comportamentais e biológicas que as permitiram coexistirem nos ambientes urbano e rural mesmo que estejam sob influência de diversos tipos de atividades antrópicas.

4 Conclusões

No ambiente urbano encontrou-se maior riqueza de abelhas, maior diversidade, uma distribuição mais equitativa do número de indivíduos entre as diferentes espécies, em relação ao registrado para o ambiente rural. A comunidade de abelhas no geral apresentou para a maioria das espécies registradas (21), um baixo número de indivíduos e para a minoria das espécies (07), um grande número de indivíduos. Dentre as sete espécies mais abundantes no geral, as abelhas eussociais foram predominantes, tendo-se destacado entre elas a abelha solitária *E.* (*Phanomalopsis*) sp. Dentre as espécies de abelhas nativas, *E.* (*Phanomalopsis*) sp foi a mais representativa. As espécies de abelhas com maior abundância foram também as espécies mais frequentes em ambos os ambientes. Sete espécies de abelhas estiveram restritas ao ambiente urbano, enquanto quatro, foram restritas ao ambiente rural. No ambiente urbano encontra-se uma flora bastante diversificada e a presença de estruturas desenvolvidas pelo homem e que podem ser utilizadas pelas abelhas como local de nidificação. Tais fatores favorecem a sobrevivência e o desenvolvimento de várias espécies de abelhas, assim a cidade funciona para elas como uma área de refúgio.

5 Referências

Abou-Shaara, H. F. (2014). The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: areview. Veterinarni Medicina, 59 (1), p1–10.

Agostini K.; Sazima, M. (2003). Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no *Campus* da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. Bragantia, 62(3),

p335-343.

Aidar, I. F; Santos, A. O. R; Bartelli, B. F., Martins, G. A. Nogueira-Ferreira, F. H. (2013). Nesting ecology of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in urban areas: the importance of afforestation. Bioscience Journal, Uberlândia, 29(5), p1361-1369.

Anacleto, D. A.; Marchini, L. C. (2005). Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do Estado de São Paulo Maringá, 27(3), p277-284.

Barbosa, F. M.; Alves, R. M. O.; Souza, B. A.; Carvalho, C. A. L. (2013). Nest architecture of the stingless bee *Geotrigona subterranea* (Friese, 1901) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Biota Neotropica, 13(1), p147-152.

Brown, M. J. F.; Paxton, R. J. (2009).The conservation of bees: a global perspective. Apidologie, 40(3), p410–416.

Chiari, W. C.; Toledo, V. A. A.; Ruvolo-Takasusuki, M. C.; Attencia, V. M.; Costa, F. M.; Kotaka, C. S.; Sakaguti, E. S.; Magalhães, H. R. (2005). Floral biology and behavior of africanized honeybees *Apis mellifera* in soybean (*Glycine max* L. Merril). Brazilian Archives of Biology and Technology, 48(3), p367-378.

Colla, S. R.; Willis, E.; Packer. L. (2009). Can Green Roofs Provide Habitat for Urban Bees (Hymenoptera: Apidae)? Cities and the Environment, 2(1)4, p1-12.

Correia-Oliveira, M. E.; Nunes, L. A.; Silveira, T. A.; Marchini, L. C.; Silva, J. W. P. (2012). Manejo da agressividade de abelhas africanizadas. Série Produtor Rural, 53(1), 38p.

Costanza, R., D'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R. V.; Paruelo, J.; Rifkin, R. G.; Sutton, O.; e Van Den Belt, M. (1997). O valor do ecossistema do mundo e capital natural. Nature (London), 387, p253-260.

Cruz, D. O.; Freita, B. M. (2013). Diversidade de abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores de culturas oleaginosas no Nordeste do Brasil. Ambiência Guarapuava-PR, 9(2), p411 – 418.

D'Avila, M.; Marchini, L. C. (2008). Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerradão em Itirapina, SP. Ciência Florestal, Santa Maria, 18(2), p271-279.

Frankie, G. W.; Thorp, R. W.; Schindler, M.; Hernandez, J. L.; Ertter, B.; Rizzardi, M.

(2005). Ecological patterns of bees and their host ornamental flowers in two northern California cities. Journal of the Kansas Entomological Society, 78, p227-246.

Freitas, B. M.; Imperatriz-Fonseca, V. L.; Medina, L. M.; Kleinert, A. M. P.; Leonardo Galetto, L.; Nates-Parra, G.; Quezada-Euán, J. J. G. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the neotropics. Apidologie, 40, p332–346.

Garófalo, C. A. (2009). Patrimônio não avaliado. Scientific American (Brasil), 7(84), p50-51.

Gonçalves, C. B. S.; Silva, C. B.; Mota, J. H.; Soares, T. S. (2008). Atividade de insetos em flores de *Ocimum gratissimum* L. e suas interações com fatores ambientais. Revista Caatinga, 21(3), p128-133.

Gonzalez, V. H.; Griswold, T. L. (2011). Two new species of *Paratrigona* and the male of *Paratrigona ornaticeps* (Hymenoptera, Apidae). ZooKeys, 120, p9–25.

Hagler J.; Mueller, S.; Teuber, L. R.; Van Deynze, A.; Martin, J. (2011a). A method for distinctly marking honey bees, *Apis mellifera*, originating from multiple apiary locations. Journal of Insect Science, 11(143), 14p.

Hagler, J. R.; Mueller S.; Teuber, L. R.; Machtley, S. A.; Van Deynze, A. (2011b). Foraging range of honey bees, *Apis mellifera*, in alfalfa seed production fields. Journal of Insect Science, 11, p1-12.

Hennig, E. I.; Ghazoul, J. (2011). Pollinating animals in the urban environment. Urban Ecosyst, p1-18.

Imperatriz-Fonseca, V. L.; Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota Neotropical, 10(4), p59-62.

Laurance, W. F.; Lovejoy, T. E.; Vasconcelos, H. L.; Bruna, E. M.; Didham, R. K.; Stouffer, P. C.; Gascon, C.; Bierregaard, R. O.; Laurance, S. G.; Sampaio, E. (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. Conservation Biology, 13(3), p605-618.

Lira, M. A.; Carvalho, H. W. L.; Chagas, M. C. M.; Bristot, G.; José Araújo Dantas, J. A.; Lima, J. M. P. (2011). Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do

Norte (EMPARN), 40, 32p.

Machado, C. S.; Carvalho, C. A. L. (2006). Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes dos capítulos de girassol no recôncavo baiano. Ciência Rural, 36(5), p1404-1409.

Marques, M. F.; Gaglianon, M. C. (2013). Biologia de nidificação e variação altitudinal na abundância de *Megachile* (*Melanosarus*) *nigripennis* Spinola (Hymenoptera, Megachilidae) em um inselbergue na Mata Atlântica, Rio de Janeiro. Biosciences Journal, 29(1), p198-208.

Mello, M. H. S. H.; Silva, E. A.; Natal, D. (2003). Abelhas africanizadas em área metropolitana no Brasil: abrigos e influências climáticas. Revista Saúde Pública, 37(2), p237-41.

Menezes, A. S.; Morato, E. F. (2007). Efeitos da sucessão florestal sobre a nidificação *de Megachile* (*Chrysosarus*) *ruficornis* Smith (Hymenoptera, Megachilidae) e seus organismos associados. ***Anais*** do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, p1-2.

Michener, C. D. (2007). The bees of the world. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 953 p.

Minussi, L. C.; Alves-dos-Santos, I. (2007). Abelhas nativas *versus Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). Bioscience Journal, 23 (1), p58-62.

Morais, M. M.; Jong, D.; Message, D.; Gonçalves, L. S. (2012). Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca, V. L.; Canhos, D. A. L.; Alves D. A.; Saraiva A. M. Polinizadores no Brasil: contribuições e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: Edusp, p203-212.

Nogueira-Neto, P. (1997). Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão: a arquitetura dos ninhos. Nogueirapis, São Paulo, p47-59.

Norden, B. B.; Krombein, K. V.; Batra, S. W. T. (1994). Nests and enemies of *Exomalopsis* (*Phanamalopsis*) *solani* Cockerell (Hymenoptera: Apoidea, Mutillidae; Diptera: Asilidae). Proceedings of the Entomological Society of Washington, 96, p350-356.

Pedro, S. R. M.; de Camargo, J. M. F. (1991). Interactions on floral resources between the

fricanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera: Apoidea) in a natural "Cerrado" ecosystem in southeast Brazil. Apidologie, 22, p397-415.

Pereira, A. M.; Chaud-Netto, J.; Bueno, O. C.; Arruda, V. M. (2010). Relationship among *Apis mellifera* L. stings, swarming and climate conditions in the city of Rio Claro, SP, Brazil. The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases, 16(4), p647-653.

Rozen, J. G. (2011). Immatures of Exomalopsine bees with notes on nesting biology and a tribal key to mature larvae of Noncorbiculate, nonparasitic apinae (Hymenoptera: Apidae). American Museum Novitates, 7(1), 52p.

Rozen, J. G. (1984). Comparative nesting biology of the bee tribe Exomalopsini (Apoidea, Antophoridae). American Museum of Natural History, American Museum Novitates, 2798, p1-37.

Silva, M. D.; Monteiro, D.; Silva, M.; Oliveira, R. B.; Queiroz, M. V. M; Santos, J. F. (2012). Padrão de distribuição espacial de ninhos de Meliponini (Hymenoptera: Apidae) em função da disponibilidade de recursos para nidificação em um fragmento de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. Magistra, Cruz das Almas-BA, 24, p91-98.

Silva, C. I.; Augusto, S. C.; Sofia, S. H.; Moscheta, I. S. (2007). Diversidade de abelhas em *Tecomastans* (L.) Kunth (Bignoniaceae): Importância na polinização e produção de frutos. Neotropical Entomology, 36(3), p331-341.

Silveira, F. A.; Melo, G. A. R.; Almeida, E. A. B. (2002). Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação. 1ª ed., Belo Horizonte, 235p.

Siqueira, E. N. L.; Bartelli, B. F.; Nascimento, A. R. T.; Nogueira-Ferreira, F. H. (2012). Diversity and nesting substrates of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in a forest remnant. Hindawi Publishing Corporation Psyche, 2012, p1-9.

Souza, S. G. X.; Teixeira, A. F. R.; Neves, E. L.; Melo, A. M. C. (2005). As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no *Campus* Federação/Ondina Da Universidade Federal Da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. Candombá - Revista Virtual, 1(1), p57 – 69.

Tautz, J. (2010). O fenômeno das abelhas. Artmed, Porto Alegre, 285p.

Teixeira, M. F. M.; Schwartz, T. A. C.; Gaglianone, M. C. (2011). Biologia da nidificação de

Megachile (*Moureapis*) *benigna*. EntomoBrasilis, 4(3), p92-99.

Toledo, V. A. A.; Toral, F. L. B.; Miranda, S. B.; Shiraishi, A.; Hashimoto, J. H.; Silva, W. R. (2006). Ocorrência e coleta de colônias e de enxames de abelhas africanizadas na zona urbana de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. Acta Scientiarum Animal Sciences, 28(3), p 353-359.

Tommasi, D.; Miro, A.; Higo, H. A.; Winston, M. L. (2004). Bee diversity and abundance in an urban setting. The Canadian Entomologist, 136, p851 – 869.

Winfree, R.; Aguilar, R.; Vazquez, D. P.; LeBuhn G.; Aizen, M. A. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. Ecology, 90(8), p2068-2076.

Wojcik, V. (2012). City size, regional landscape context, and local resource characteristics influence patterns of bee occurrence: A case study from northwestern Costa Rica. Urban Habitats, 7, p1-15.

Wojcik, V. (2011). Resource abundance and distribution drive bee visitation within developing tropical urban landscapes. Journal of Pollination Ecology, 4(7), p48-56.

Capítulo II

Padrão de forrageamento de *Apis mellifera* L. africanizada (Hymenoptera: Apidae) associada ao *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) em ambientes urbano e rural

Resumo

Pretendeu-se avaliar o padrão de forrageamento de *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) na cultura do *Helianthus annuus* (Linnaeus) nos ambientes rural e urbano em três períodos distintos do ano; comparar os ambientes, os períodos e os horários entre si; e correlacionar as visitas de *A. mellifera* com as variáveis climáticas. As abelhas foram capturadas com rede entomológica, das 6h00min às 17h15min, nos primeiros 15 minutos de cada hora, entre 14/07/2011 a 09/08/2011; 29/08/2011 a 14/09/2011; e 07/03/2012 a 30/03/2012, durante 10 dias nos dois ambientes. Os dados foram registrados separadamente por amostra e de acordo com cada ambiente, período e horário do dia, e submetidos a avaliação de abundância e de frequência. Para comparar os ambientes, períodos e horários entre si utilizou-se dos seguintes testes estatísticos: teste U de Mann-Whitney; Kruskal-Wallis; ANOVA; teste de Duncan; e χ^2. A PCA foi utilizada para correlacionar as visitas de *A. mellifera* com as variáveis climáticas. O padrão das visitas entre horários não apresentou diferenças entre os ambientes. A abundância e a frequência diferiram entre os ambientes e correlacionaram-se positivamente com as temperaturas na área rural e com a umidade relativa do ar, na área urbana. No entanto, em alguns períodos correlacionou-se significativamente com a velocidade do vento nas áreas rural e urbana. O padrão de atividades de forrageamento de *A. mellifera* associada à cultura do *H. annuus*, não apresentou característica predefinida. O número de indivíduos da população de *A. mellifera* nos capítulos florais de *H. annuus* diferiu entre os ambientes e também entre as épocas do ano.

Palavras chave: abelha africanizada; abundância média; capítulos florais; frequências das visitas; meio urbano e rural; variáveis climáticas.

Foraging pattern of Africanized *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) associated with *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) in urban and rural environments

Abstract

It was intended to evaluate the foraging pattern of *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) in the culture of *Helianthus annuus* (Linnaeus) in rural and urban environments into three distinct periods of the year; compare the environments, periods and schedules with each other; and correlate the visits of A. mellifera with climate variables. The bees were captured with entomological net, from 6h00min to 17h15min, during the periods between 14/07/2011 to 09/08/2011; 29/08/2011 to 14/09/2011; and 07/03/2012 to 30/03/2012, for 10 days in both environments. The data was recorded separately by sample and according to each environment, period and time of day, and submitted the evaluation of abundance and frequency. To compare the environments, times and schedules with each other we used the following statistical tests: U test of Mann-Whitney; Kruskal-Wallis; ANOVA; Duncan test; and χ^2. The PCA was used to correlate the visits of *A. mellifera* with climatic variables. The pattern of visits between times did not present differences between environments. The abundance and frequency differed between environments and correlated positively with temperatures in the rural area and the relative air humidity in the urban area. However, in some periods it was significantly correlated with wind speed in rural and urban areas. The pattern of foraging activities of A. mellifera associated with H. annuus culture, showed no predefined characteristic. The number of individuals in the population of A. mellifera in flower heads of H. annuus differed between environments and also between the seasons.

Keywords: Africanized bee; mean abundance; Flower heads; frequency of visits; rural and urban environments; climatic variables.

1 Introdução

As abelhas e plantas com flores coevoluíram juntas e ambas estabelecem relações ecológicas que são consideradas de extrema importância para a manutenção da vida no planeta, uma vez que as abelhas realizam a polinização da maioria dos vegetais nos mais diversos ecossistemas encontrados na natureza (Santos, 2010; Martins, 2013), sendo a polinização considerada um serviço ecossistêmico regulatório de valor inestimável para manutenção da biodiversidade em áreas naturais (Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010).

As abelhas do gênero *Apis* tiveram origem no Velho Mundo e foram distribuídas globalmente por seres humanos, estando presentes em todas as partes do mundo onde seja possível a sua existência (Grimaldi e Engel, 2005).

A introdução da abelha *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) no Brasil ocorreu entre 1840 e 1860, trazidas pelos imigrantes europeus principalmente para o Sul do país e hoje ocupa todo o território brasileiro (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007). Em 1956, o Professor Dr. Warwick Estevam Kerr introduziu no Brasil, rainhas da abelha africana *Apis mellifera scutellata* (Lepeletier, 1836). O cruzamento destas com as abelhas europeias anteriormente introduzidas no país, *Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1806), *Apis mellifera mellifera* (Linnaeus, 1758), *Apis mellifera carnica* (Pollmann, 1879) e *Apis mellifera caucasia* (Gorbachev, 1916) originou um poli-hibrido conhecido atualmente como abelha africanizada (Nascimento et al., 2005; Oliveira e Cunha, 2005; Filho et al., 2010; Faita et al., 2014).

A abelha africanizada ajusta-se facilmente aos diferentes climas e condições ambientais, motivo pelo qual hoje pode ser encontrada em todo o território brasileiro (Morais et al., 2012) em praticamente todos os tipos de ambientes, independente do estado de conservação (Minussi e Alves-dos-Santos, 2007).

Em áreas rurais, a pressão humana sobre *A. mellifera* é menos intensa se comparada com as áreas urbanizadas e seu aumento populacional com concentrações em determinadas áreas, pode ser intensificado pela prática da apicultura racional. Por outro lado, a escassez de locais adequados para nidificação e a prática da monocultura com o uso constante de pesticidas nas lavouras, são fatores que inibem o crescimento da população de *A. mellifera* (Pinheiro e Freitas, 2010; Souza et al., 2013). Mesmo assim, a *A. mellifera* é vista frequentemente visitando as flores de plantas nativas ou cultivadas, nas áreas rurais em Dourados-MS.

Em Dourados, sempre que uma colônia de *A. mellifera* se estabelece em local urbanizado é localizada, a equipe do Corpo de Bombeiros local é acionada para fazer a sua remoção, tendo sido registradas 217 ocorrências desse tipo durante os anos de 2012 e 2013 (Edison Tagino, do Corpo de Bombeiros Militar de Dourados, comunicação pessoal, 2014). No entanto a presença da *A. mellifera* visitando as flores de árvores nativas, plantas ornamentais, exóticas ou não, assim como hortas e jardins de residências, é constantemente observada nas áreas urbanas.

Mesmo a *A. mellifera* apresentando facilidade para se adequar aos diversos tipos de ambientes, as alterações nos habitats naturais em decorrência da urbanização e da introdução de monoculturas podem causar alterações de ordem ecológica e principalmente comportamental, como no padrão de forrageamento, pouco investigado na região de Dourados. Por isso, avaliar e comparar o padrão de forrageamento da *A. mellifera* em área urbana e rural é uma atividade relevante e permite compreender melhor como essa abelha exótica vem se comportando diante das transformações ambientais que ocorrem nos dois ambientes.

O girassol *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) é originário da América do Norte e apresenta características que são importantes para atração de abelhas, tais como: inflorescência em forma de capítulo com ampla área que favorece o acesso e a facilidade de pouso, com flores de cor amarela e produção de néctar e pólen em abundância (Hattori e Nakajima, 2008). Essas características tornam essa planta atrativa e acessível às abelhas, o que determinou sua utilização neste estudo como atrativo natural para *A. mellifera*.

Estudou-se o padrão da atividade de forrageamento da *A. mellifera* durante as visitas aos capítulos de *H. annuus* nos ambientes urbano e rural em 12 horários diários e três períodos diferentes do ano, no município de Dourados-MS. O estudo concentrou-se em avaliar a abundância, a frequência e a constância da espécie em relação aos ambientes, os horários e os períodos do ano, e correlacionar a presença dessa abelha na flor com as variáveis climáticas da região de Dourado-MS.

2 Material e métodos

2.1 Áreas de estudo

Os trabalhos foram desenvolvidos em dois ambientes, sendo um urbano e outro rural. O ambiente urbano onde os estudos ocorreram é o bairro periférico Parque do Lago I (Figura

1), na cidade de Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul (MS), situado a 22º13’57,55’’S, 54º50’09, 28’’O, a 423m de altitude.

Figura 1 – Localizações da área de estudo (ambiente urbano), onde os experimentos foram desenvolvidos - “Parque do Lago I”, Dourados – MS, Brasil. (Google Earth, 2014).

A flora dessa área é representada por vegetação nativa natural ou recuperada, e também plantas exóticas cultivadas para ornamentação as quais fornecem recursos florais para a comunidade de abelhas. Dentre as plantas cultivadas podem ser citadas algumas nativas como goiabeira (*Psidium guajava*, Linnaeus); ipê (*Tabebuia* sp); pau-ferro (*Caesalpinia* sp) entre outras. Dentre as exóticas foram observadas: oiti (*Licania* sp); chorão ou salgueiro (*Salix* sp); mangueira (*Mangifera indica*, Linnaeus); figueira (*Ficus benjamina*, Linnaeus); e outras não identificadas mas observadas nos jardins das residências. Nas proximidades da área de estudo, encontra-se a Área de Preservação Ambiental - APA (ZEIA1 – Zona de Interesse Ambiental) (Figura 1).

A área rural está situada próxima da Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, no Município de Dourados, localizada a 22º12’ 01,56’’S, 54º 56’ 14,69’’O, e a 456 m de altitude. Essa área é utilizada para experimentação agrícola, e tem em seu entorno, áreas cultivadas, pastagem e fragmentos de matas nativas (Figura 2).

Figura 2 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS, Brasil (Google Earth, 2014).

2.2 Procedimentos no campo

A variedade (Embrapa 122 - V2000) do girassol *H. annuus* foi utilizada em fase de florescimento pleno, como atrativo natural para as abelhas (Figura 3).

Figura 3 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) amostradas nos ambientes urbano e rural em Dourados-MS, Brasil.

O girassol foi cultivado em três períodos distintos do ano, sendo que em cada período foram cultivadas uma parcela no ambiente urbano e outra no ambiente rural com 700 m² cada

uma. Os cultivos foram realizados na mesma data em ambos os ambientes para coincidir também a época do florescimento da cultura.

Durante os períodos de amostragem, foram feitas observações nas proximidades das áreas de avaliação urbana e rural onde foi observada a presença de plantas floridas e quando possível observada a presença de abelhas forrageando nas flores existentes.

As fazendas e sítios existentes nas proximidades do local das avaliações na área rural, foram visitados e no local foi perguntado aos moradores sobre a existência de apiários. As poucas árvores existentes no ambiente rural nas proximidades do local das avaliações foram vistoriadas para comprovar a existência de ninhos de Meliponini.

Os três períodos de amostragem ocorreram nos seguintes intervalos: I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012. O período I de amostragens ocorreu em pleno inverno e o período II no final do inverno, ambos em épocas do ano em que as temperaturas do ar são mais instáveis devido a estação do ano. O período III ocorreu em época de transição verão/outono quando a temperatura do ar foi mais estável em relação ao inverno.

Em cada período foram desenvolvidas 240 avaliações, sendo 120 para o ambiente rural e 120 para o ambiente urbano. As amostragens referentes a cada período ocorreram em 10 dias não consecutivos, com duração de 15 minutos no início de cada hora. O procedimento de amostragem diário teve início as 6h00min e término as 17h15min com esforço amostral diário de 180 minutos, totalizando em relação a cada período/ano de 60 horas, sendo 30 horas para o ambiente rural e 30 horas para o ambiente urbano, com o esforço amostral/ambiente relativo a 90 horas, totalizando 180 horas de avaliação.

As abelhas foram capturadas com rede entomológica diretamente nos capítulos do girassol por dois coletores, para amostrar os dois ambientes simultaneamente. As abelhas capturadas foram colocadas em câmara mortífera, contendo acetato de etila. Os envelopes utilizados para acondicionamento das amostras foram identificados com o número da repetição, o local da coleta, a data e o horário de amostragem. Posteriormente, eles foram mantidos em refrigerador, protegidos em sacos plásticos transparentes, até o momento da preparação dos espécimes, em alfinetes entomológicos.

O material coletado foi triado e identificado conforme Silveira et al. (2002). Os espécimes estão depositados na "Coleção de Abelhas" do Laboratório de Apicultura (LAP), da FCBA, e posteriormente serão encaminhadas ao Museu da Biodiversidade (MuBio) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande

Dourados (UFGD).

2.3 Índices ecológicos

2.3.1 Abundância e frequências

A abundância absoluta de *A. mellifera* por período foi determinada pela contagem direta do número de abelhas amostradas em cada período de avaliação nos dois ambientes considerados. A abundância relativa de *A. mellifera* para cada horário de amostragem nos dois ambientes, foi obtida mediante a transformação do número total de abelhas capturadas para cada período de hora, em porcentagem.

Para a análise faunística, foram desenvolvidos os índices de frequência e constância, conforme Silveira Neto et al. (1976), onde:

a) Frequência Simples ou Absoluta (fi): é o número de amostras em que a abelha esteve presente, considerando cada hora de avaliação como uma amostra, sendo um total de 12 horas por dia.

b) fi para cada horário de avaliação: é o número de repetições no horário contendo a espécie avaliada, considerando que para cada horário de amostragem foram realizadas 30 repetições (n=30), 12 horas por dia em cada ambiente.

c) fi para cada período de avaliação: é o número de repetições no período contendo a espécie avaliada, considerando que para cada período de amostragem foram realizadas 120 repetições (n=120), ou 120 horas de avaliação para cada período em cada ambiente.

d) Constância (C) para cada horário de avaliação: porcentagem da frequência simples ou absoluta de cada horário de avaliação.

e) Constância (C) para cada período de avaliação: porcentagem da frequência simples ou absoluta de cada período de avaliação em cada ambiente.

f) Classificação da espécie quanto a constância (C):

- constante (w) - a espécie foi classificada como constante quando a frequência simples ou absoluta (fi) foi superior a 50%;
- acessória (Y) - a espécie foi classificada como acessória quando a fi apresentou valor entre 25% e 50% (Silveira Neto et al., 1976).

Frequência proporcional de cada período: é a frequência absoluta (fi) de cada período, em relação ao número total de repetições contendo a espécie referida (N=517) nos dois ambientes em conjunto.

Distribuição da frequência: representa a quantidade de frequência simples ou absoluta

(fi) contendo um determinado número de indivíduo, sendo neste caso, agrupados em classes de abundância de (1-5).

2.4 Análises estatísticas

Foram aplicados os métodos não paramétricos de Kruskal-Wallis e/ou Mann-Whitney para comparar as diferenças de abundância da *A. mellifera* entre os dois ambientes e os três períodos de avaliações. Para a utilização de análise e de testes paramétricos, a variável (abundância de *A. mellifera*) foi transformada em $\log_x$ para reduzir a variação dos dados. Aplicou-se o teste de Levene para avaliar a homogeneidade da variância e o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade de distribuição das amostras. Tendo atendido pressuposto de normalidade, os dados foram submetidos à ANOVA ($\alpha < 0,05$) e tendo a ANOVA sido significativa, aplicou-se o teste de Duncan ($\alpha < 0,05$) para comparar as médias de abundância entre os diferentes horários de avaliação. As médias da abundância foram comparadas considerando os dois ambientes (urbano e rural) como um todo, e também considerando cada ambiente (urbano e rural) em separado.

A Análise de Componentes Principais (ACP), análise exploratória de ordenação direta, foi utilizada para criar uma linearidade entre os valores, em duas componentes (eixos) ortogonais das variáveis ambientais e dos períodos do ano, com a estratégia de agrupamento simétrico para valorizar os atributos (temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa, velocidade do vento e pluviosidade) e objetos (períodos do ano), correlacionando-os com a abundância de *A. mellifera*.

3 Resultados e discussão

3.1 Distribuição da abundância média entre horários

3.1.1 Distribuição geral

A abundância de *A. mellifera* em diferentes horários foi avaliada considerando-se os dois ambientes simultaneamente, tendo apresentado um padrão de distribuição que permitiu visualizar três períodos diários, sendo eles: 1º - das 6h00min às 9h15min; 2º - das 10h00min às 14h15min; e 3º - das 15h00min às 17h15min. O 1º e o 3º período diário foram semelhantes e tiveram maior abundância média de *A. mellifera* forrageando os capítulos florais do *H. annuus*, em relação ao 2º período (Figura 4).

As flores de *H. annuus* abrem-se em sequência no capítulo, da borda para centro,

passando pela fase masculina e a feminina, sendo que o pólen é liberado apenas na fase masculina enquanto néctar é liberado em ambas as fases, num processo que dura dois ou mais dias (McGregor, 1976). De acordo com Free (1993), as flores de *H. annuus* secretam néctar até três dias após a ântese, porém nos dois primeiros dias após a ântese o néctar é mais volumoso e menos concentrado em açúcares. No geral, *A. mellifera* prefere forragear flores de *H. annuus* com maior abundância de néctar (Borneck et al., 1984).

As flores do girassol disponibilizam pólen e néctar durante todo o dia, mas *A. mellifera* intensificou o forrageamento pela manhã e ao entardecer, sugerindo um provável aumento na quantidade de recursos florais nesses horáris.

Paiva et al. (2002) avaliaram o comportamento polinizador de *A. mellifera* também na variedade de girassol (EMBRAPA 122 - V2000), em uma área com 1986 m^2. No entanto, a abundância de abelhas forrageando foi maior das 8h00min as 14h00min, comportamento diferente do observado neste trabalho. Esses autores não atribuíram tal comportamento a nenhum fator em especial.

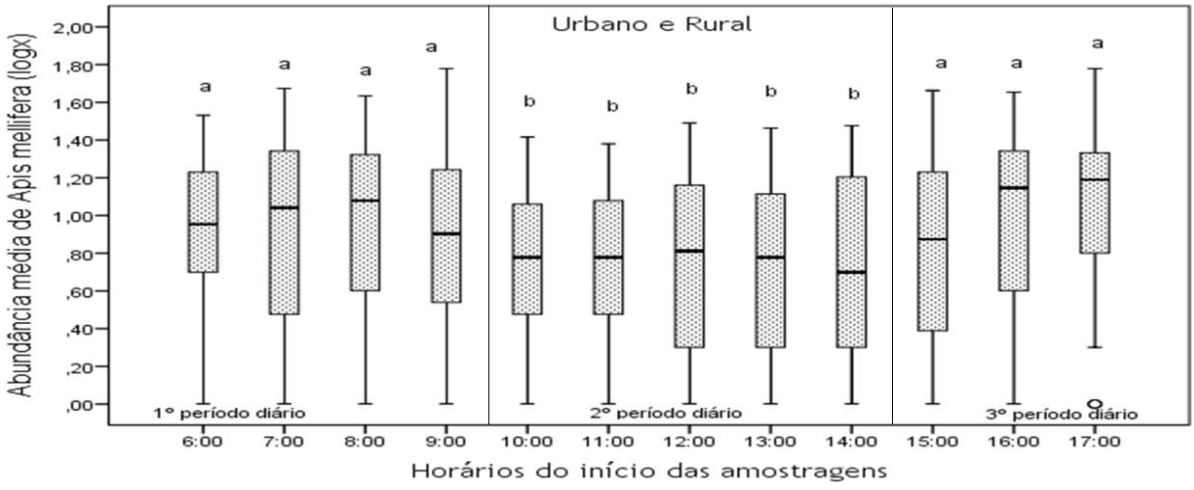

Figura 4 – Distribuição da media de abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) nos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em diferentes horários, considerando os dois ambientes (urbano e rural) e três épocas distintas (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), em Dourados-MS. **Nota**: ANOVA F α 0, 05 (11; 505) = 2,7; teste de comparação de média (Duncan, α = 0,05); letras iguais não diferem significativamente.

Paulino et al. (2003) relataram maior abundância de *A. mellifera* nas flores de *Macadamia integrifolia* (Maiden e Betche) no período entre 10h00min e 15h00min e de acordo Free (1993), é neste período do dia que as flores dessa planta disponibilizam maior quantidade de néctar. O volume e a concentração dos açúcares do néctar nas flores podem ser

afetados pelas visitas das abelhas e também pelas condições climáticas (Paulino et al., 2003), podendo ser correlacionados positivamente com a intensidade do forrageamento da *A. mellifera* (Vithanage e Ironside, 1986). Os autores Roubik (1980), Eickwort e Ginsberg (1980) e Santana e Oliveira (2010), também relatam observações semelhantes, enfatizando que o esforço quantitativo desenvolvido no forrageamneto por *A. mellifera*, estaria relacionado na maioria das vezes, com a disponibilidade e qualidade do alimento.

É possível inferir que a média de abundância menor durante o 2º período diário (entre 10h00min e 14h15min - Figura 4), seria devido a redução da quantidade dos recursos florais nas flores do *H. annuus*. Essa redução dos recursos teria ocorrido devido ao maior número de *A. mellifera* forrageando nos capítulos florais de girassol no 1º período (das 6h00min às 9h15min), o que teria desestimulado a visitação dessa abelha na área de avaliação no 2º período diário.

3.1.2 Distribuição por ambiente

O padrão de distribuição da abundância média da *A. mellifera* amostrada no ambiente rural difere do padrão de distribuição geral. A abundância média entre os horários não diferiram significativamente, exceto entre 16h00min e 17h00min (Figura 5A).

No ambiente urbano, a abundância média de *A. mellifera* nos capítulos florais de girassol foi menor em todos os horários de avaliação em relação ao ambiente rural, apresentando-se relativamente constante, uma vez que não houve diferença significativa em relação aos diferentes horários de avaliação (Figura 5B).

Determinados ambientes urbanos podem apresentar-se diversos e abundantes em vegetação natural arbórea e arbustiva pela presença de plantas nativas e frutíferas em geral, além de plantas ornamentais exóticas introduzidas (Sampaio e Angelis, 2008; Santos et al., 2011; Silva et al., 2011). Essa diversificação da vegetação urbana florescendo em épocas do ano distintas, implementa as fontes de pólen e néctar, que em áreas urbanizadas podem ser abundantes durante todo o ano (Agostini e Sazima, 2003; Aleixo, 2013).

O pólen e o néctar disponibilizados na área urbana da Universidade de São Paulo, *Campus* de Ribeirão Preto – SP entre abril de 2011 e março de 2012, estiveram distribuídos entre as 289 espécies de plantas que foram visitadas pelas abelhas avaliadas. As espécies que floresceram neste período foram suficientes para manter pólen em abundância por todo o período de avaliação, mostrando que a probabilidade de as abelhas encontrarem recursos florais em um ambiente, é diretamente proporcional a riqueza da vegetação com flores encontrada nesse ambiente (Aleixo, 2013).

Não foi feita uma avaliação taxonômica da diversidade vegetal do ambiente urbano e rural de Dourados nas proximidades e no local de avaliação da *A. mellifera*, no entanto, por meio de observações *in locus*, esses dois ambientes foram comparados quanto a característica da vegetação e a existência de plantas com flores. Neste sentido pode-se inferir que o ambiente urbano foi mais diverso em vegetação arbórea e arbustiva visitadas por abelhas durante as três épocas das avaliações. Tal inferência deve-se a presença e ao maior número de árvores e arbustos ornamentais floridos que foram observados nas proximidades da área de avaliação no ambiente urbano, situação que não ocorreu no ambiente rural.

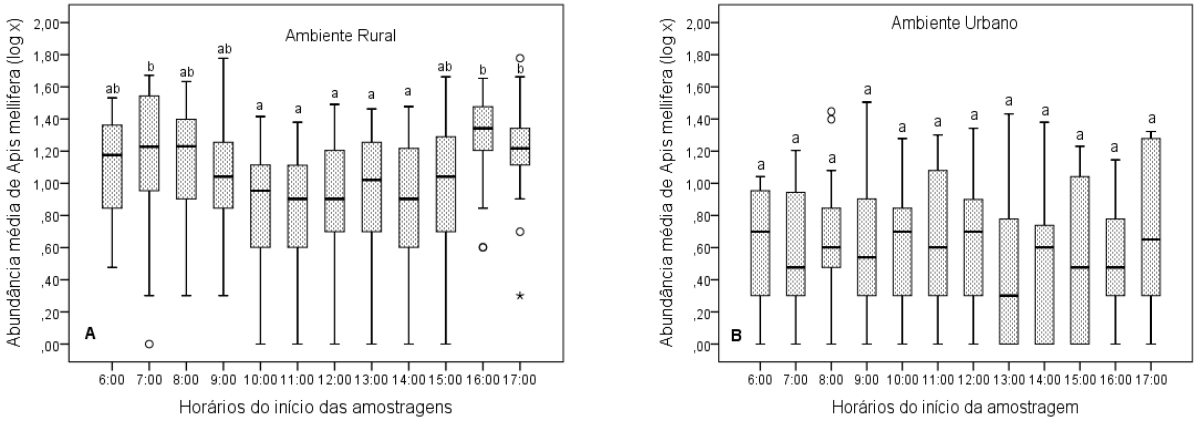

Figura 5A e B. Distribuição da media de abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) visitantes dos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos distintos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) nos horários entre 6h00min e 17h15min em Dourados-MS. Nota: ambiente urbano - ANOVA F α 0,05 (11; 190) = 0,414; Ambiente rural - ANOVA F α 0,05 (11; 303) = 4,034; teste de comparação de média (Duncan, α = 0,05); onde para letras iguais, os valores não diferem significativamente.

Sendo assim, além dos capítulos florais de girassol, havia outras palntas em florescimento, nos jardins das residências, nos passeios públicos e em terrenos não edificados que podem ter servido de atrativo para *A. mellifera* durante os períodos das avaliações. Isto favoreceria a dispersão das abelhas em vários nichos, evitando a centralização do forrageamento especificamente nos capítulos florais de girassol. Assim, os recursos florais disponibilizados pelas inflorescências dos girassóis teriam sido suficientes para manter a população *A. mellifera* forrageando em nível semelhante ao longo do dia.

As abelhas apresentam padrões de comportamentos e preferências específicas de seus locais de forrageamento e nem todos os recursos dentro de uma paisagem são visitados de

forma igual, evidenciando a influência da quantidade de recursos florais na abundância das abelhas campeiras (Wojcik, 2012).

3.2 Abundância absoluta

A abundância total de *A. mellifera* em capítulos florais de *H. annuus* entre os ambientes, foi significativamente diferente e três vezes maior no ambiente rural, em relação ao ambiente urbano (Tabela 1).

O ambiente rural é uma área utilizada para experimentação agrícola e tem em seu entorno, áreas cultivadas, pastagens e matas nativas que disponibilizam recursos para as abelhas. As culturas predominantes nas áreas cultivadas foram a soja e o milho, mas nos períodos de entressafras, dispõem de plantas daninhas que podem eventualmente disponibilizar recursos para abelhas.

Em fase de florescimento a soja disponibiliza elevada quantidade de recursos para abelhas, tanto pelas características biológicas, quanto pela extensão das áreas cultivadas (Chiari, et al., 2005; Toledo et al., 2011). O milho disponibiliza pólen em abundância, atraindo as abelhas para a coleta desse tipo de recurso (Malerbo-Souza, 2011), mas a maioria das operárias de *A. mellifera* optam por forragearem flores que disponibilizam néctar em abundância.

As inflorescências do *H. annuus* têm cor amarela, disponibiliza néctar e pólen em abundância, os recursos florais são de fácil acesso e os capítulos florais têm ampla área que facitlita o pouso das abelhas (Hattori e Nakajima, 2008). Tais características podem ter contribuido para que o *H. annuus* tornasse o atrativo principal para *A. mellifera* na área rural, durante os períodos de avaliação. No entanto, essa atratividade pode ter sido influenciada também pela ausência de outros vegetais com flores atrativas para *A. mellifera* nas proximidades da área de estudo.

A menor abundância de *A. mellifera* no ambiente urbano pode ser devido a duas possíveis causas: a primeira sugere que esteja relacionada ao fato de as colônias e os exames que se estabelecem na área urbana são retirados ou exterminados pelo Corpo de Bombeiros para preservar a integridade física da população humana. De acordo com informações obtidas junto ao Segundo Grupamento do Corpo de Bombeiros Militar de Dourados-MS (2014), são registradas aproximadamente 100 chamadas ou mais, anualmente, para atender ocorrências relacionadas enxames ou colônias de *A. mellifera* que se instalam em áreas urbanizadas de Dourados-MS, e quando localizadas, a maioria das colônias são exterminadas (comunicação

pessoal). Esse tipo de interferência ocorre também em outras cidades brasileiras, sendo que em algumas delas (São Paulo – SP, Rio Claro - SP) já foram alvos de investigação científica (Mello et al., 2003; Pereira et al., 2010). Desta forma, Menezes et al. (2007) reforçam esta hipótese, quando enfatizam que a alta densidade humana e suas ações em ambientes urbanizados, causam declínio na população de polinizadores. A segunda possível causa estaria relacionada a fatores alimentares, tendo em vista o ambiente urbano apresentar-se mais abundante em plantas com flores em relação ao ambiente rural. Essas plantas floridas teriam concorrido com os capítulos florais do girassol na atração da *A. mellifera*, dispersando-as em vários nichos.

A abundância de *A. mellifera* diferiu entre os três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) avaliados em cada ambiente, urbano e rural, e não houve correspondência quantitativa da abundância de *A. mellifera* entre os ambientes em cada período (Tabela 1). O período de menor abundância no ambiente urbano correspondeu ao período de maior abundância no ambiente rural e o período de abundância intermediária no ambiente rural correspondeu ao período de maior abundância no ambiente urbano (Tabela 1).

No ambiente rural, o florescimento do *H. annuus* coincidiu com o florescimento da cultura do milho existente apenas na área experimental da Unidade II-UFGD e somente nos períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011). No entanto, a presença da *A. mellifera* forrageando as flores da cultura do milho não foi observada em nenhum dos períodos de avaliação, mas as inflorescências do girassol foram visitadas por *A. mellifera* durante todo o dia em todos os períodos avaliados.

Nas proximidades do local das avaliações, as áreas utilizadas para o cultivo são desprovidas de vegetação arbórea, arbustiva e herbácea. Desta forma, em períodos que a agricultura não disponibiliza recursos florais, a *A. mellifera* tende em concentrar o forrageamento em flores que oferecem maior abundância de recursos ou maior recompensa (Free, 1993; Pegoraro et al., 2011, 2012).

No ambiente urbano, em todos os períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), foi observada a presença de várias plantas ornamentais, frutíferas e medicinais floridas nas proximidades do local das avaliações. Neste sentido, o girassol estaria competindo com as outras plantas na atração das operárias de *A. mellifera*. A dinâmica de florescimento dessas plantas ao longo do ano pode ter influenciado as visitas da *A. mellifera* aos capítulos florais de girassol, com diferentes valores de abundância entre os períodos das avaliações.

Em relação as áreas urbanas, Wojcik (2001) avaliou as abelhas visitantes nas flores de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth em três cidades (Bacages, Cañas e Liberia) na Costa Rica, e comprovou que os recursos florais influenciaram positivamente na abundância e na riqueza de espécies de abelhas em todas as avaliações, e relata também variação na abundância de abelhas entre os locais de estudos, influenciada pelas características das fontes de recursos florais.

A abundância de abelhas na área metropolitana de Vancouver – Canadá foi influenciada pela disponibilidade de alimento, tendo sido maior no período de florescimento pleno das plantas produtoras de néctar da região (Tommasi et al., 2004). De acordo com estes autores, a baixa perturbação das paisagens urbanas e a diversidade de hábitats, são os principais componentes para a sustentabilidade das abelhas no meio urbano, sugerindo que tais componentes devam ser considerados pelos arquitetos ao planejar áreas residenciais, de lazer e industriais.

No ambiente urbano, o período (III- 07/03 a 30/03/2012) foi aquele que apresentou o maior valor de abundância de *A. mellifera* (Tabela 1). Considera-se que essa maior abundância seja por interferência de um conjunto de fatores como: o deslocamento das abelhas das áreas rurais próximas para o meio urbano, uma vez que nessa época ocorre a maioria das colheitas no meio rural e a vegetação em geral não se encontra em período de floração; e ao aumento da população de abelhas nas colônias durante o verão.

Fatores como tipo de ecossistema, fatores climáticos, individuais e sociais, e as necessidades da colônia, podem afetar os padrões de forrageamento, reprodução, interferir nos padrões de atividade e até mesmo, nas relações intraespecíficas e interespecíficas das abelhas no campo e também na colônia (Santana e Oliveira, 2010).

A fidelidade floral, também é outro fator que pode ser considerado na variação da abundância nos diferentes períodos na área de forrageamento, pois todas as operárias de uma colônia podem fidelizar-se a uma fonte de recursos e deixar de forragear até mesmo flores atrativas como as do girassol (Chiari et al., 2005).

Como as abelhas podem responder a vários estímulos provocados por fatores biológicos e ecológicos locais, as variações na abundância de *A. mellifera* nos diferentes períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), possivelmente tenham sido reflexo da variação desses fatores nos ambientes rural e urbano. Assim, os fatores climáticos (temperatura, umidade do ar e velocidade do vento), também influenciam na abundância de *A. mellifera*, no entanto o fator alimentar também pode

influenciar intensamente tanto no ambiente rural quanto no urbano.

Tabela 1. Abundância de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no Município de Dourados-MS.

Períodos	**Números de indivíduos entre os ambientes**	
	Ambiente urbano	**Ambiente rural**
(I) 14/07 a 09/08/2011	182^{aA}	569^{bA}
(II) 29/08 a 14/09/2011	98^{aB}	2301^{bB}
(III) 07/03 a 30/03/2012	938^{aC}	1683^{bC}
Total	1218^{a}	4553^{b}

Mann-Whitney ($p<0,05$): letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem significativamente.

3.3 Abundância relativa

A abundância relativa de *A. mellifera* nos capítulos florais de *H. annuus* no ambiente urbano, em diferentes horários de avaliação, durante os três períodos/ano (I-14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) apresentou valores ascendentes no início da manhã entre 6h00min e 9h15min, posteriormente entrando em declínio constante até o último horário de registro, 17h15min (Figura 6). No ambiente rural, o valor máximo de abundância relativa registrada pela manhã ocorreu das 7h00min às 7h15min e a partir deste horário registrou-se uma queda abrupta nesses valores até as 11h15min (Figura 6). A partir deste ultimo horário, o índice de abundância volta a aumentar, atingindo entre 16h00min e 16h15min, valor máximo e semelhante ao ocorrido pela manhã (Figura 6). A partir das 9h00min houve uma inversão nos valores do índice de abundância relativa de *A. mellifera*, em relação aos dois ambientes, até as 15h00min, ocorrendo reversão dos valores após esse horário (Figura 6).

3.3.1 Ambiente urbano

Os diferentes padrões de atividades representados pela abundância relativa de *A. mellifera* entre o ambiente urbano e o rural estariam relacionados às características do ambiente, as populações distintas desta espécie e também dos fatores alimentares. Vários fatores podem influenciar na abundância relativa de *A. mellifera* nas áreas de forrageamento, tais como: o período de disponibilidade de recursos pela planta, o tempo de forrageamento da espécie polinizadora ou visitante floral, as fontes alternativas de alimentos em relação a área

de avaliação, os fatores abióticos, assim como as características fisiológicas da espécie considerada, podem influenciar no início da atividade externa das abelhas (Santos et. al., 2011; Dukku et al., 2013).

No ambiente urbano o número de *A. mellifera* nos capítulos florais do *H. annuus* foi três vezes menor em relação ao ambiente rural. Tal fato pode ter contribuído com o padrão de atividade diferente apresentado por ela em relação ao ambiente rural. Devido ao menor número de abelhas forrageando, a ântese de várias flores ao longo dia e a reposição do néctar nas flores, os recursos florais foram se esgotando de forma lenta e gradativa, consequentemente a abundância relativa de *A. mellifera* acompanhou o ritmo, declinando concomitantemente com o alimento (Figura 6).

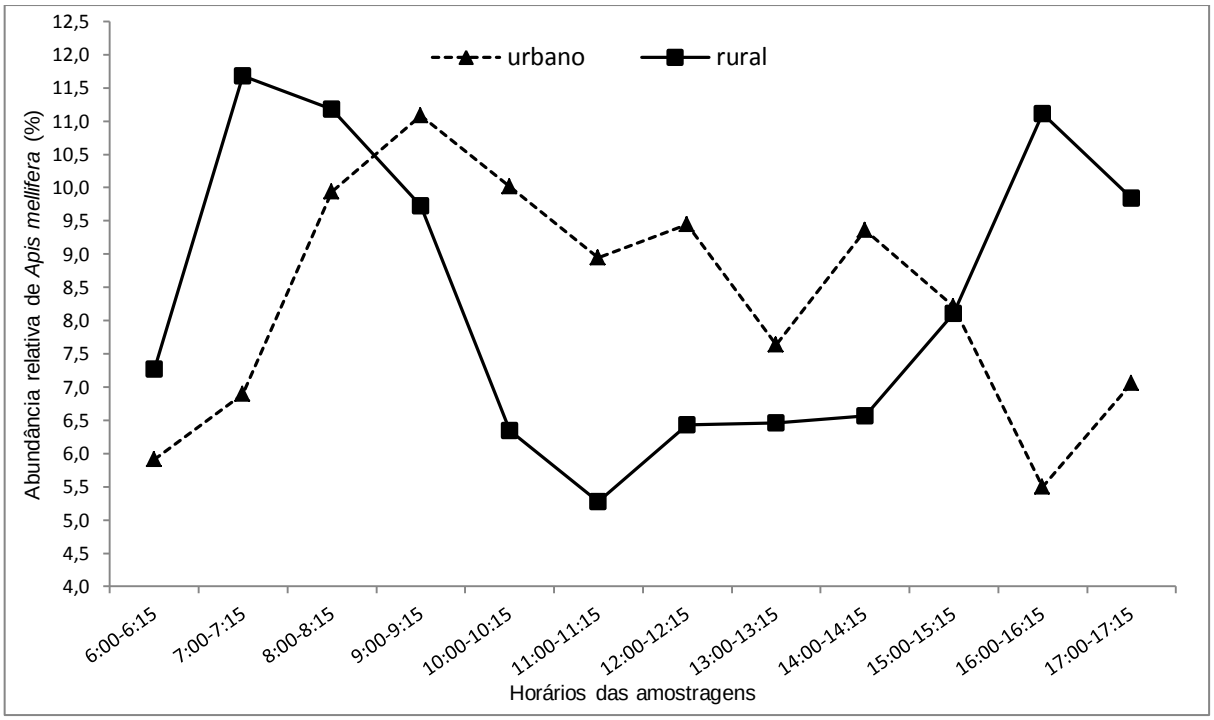

Figura 6. Abundância relativa de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural em diferentes períodos de horários das 6h00min às 17h15min e períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no Município de Dourados - MS.

Neste sentido Cruz e Freitas (2013), relatam que a abundância de *A. mellifera* forrageando em flores de gergelim (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae) em uma área urbana de Fortaleza – CE reduziu gradativamente a partir das 14h00min. De acordo com Andrade et al. (2014) é a partir desse horário que as flores de *S. indicum* começam a entrar em senescência, indicando o esgotamento dos recursos.

Scheffera arboricola (Hayata) Merr (Araliaceae) é uma planta exótica que disponibiliza pólen e néctar ao amanhecer. *A. mellifera* foi abundante em suas flores por um curto período no início da manhã na área urbana de Uberlândia – MG. Os pesquisadores observaram que *A. mellifera* reduziu drasticamente as visitas quando a fonte de recurso foi esgotada (Menezes et al., 2007). Neste caso, o pico de abundância de abelhas nas primeiras horas do dia foi determinado pela quantidade e disponibilidade de recursos florais, como o sugerido para a área urbana nesta pesquisa em Dourados - MS.

3.3.2 Ambiente rural

Na área rural, os capítulos florais de *H. annuus* foram altamente atrativos para *A. mellifera* durante os períodos de avaliação (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), provavelmente, pela ausência de outros vegetais em floração. Sugere-se que a redução acentuada da abundância relativa desta abelha no período intermediário do dia (das 10h00min às 14h15min) teria sido principalmente, em decorrência da redução dos recursos florais. Lima et al. (2014) obtiveram resultado semelhante, quando estudaram a influência do volume e da concentração do néctar em flores da bucha vegetal (*Luffa cylindrica* L., Cucurbitaceae) no comportamento de *A. mellifera*. Segundo aqueles autores, esta abelha foi mais frequente nos horários em que o volume e a concentração dos açúcares do néctar foram maiores, sendo que com a redução desses índices, declinou-se também a visitação de *A. mellifera*.

Duas estratégias de produção e secreção do néctar podem ser observadas: uma contínua, e outra limitada a um curto período da vida da flor. Essas estratégias podem apresentar influências diretas na abundância e no comportamento dos visitantes florais (Dafni et al., 2005).

Em algumas espécies vegetais, o néctar consumido pelos forrageadores é reposto em seguida, ainda que parcialmente, possibilitando ser coletado por um período maior ao longo do dia (Pereira et al., 2011). As flores do *H. annuus* secretam néctar por um período de até três dias consecutivos começando na fase masculina e terminando junto com a fase feminina da flor Free (1993), o que caracteriza a reposição do néctar. Essa característica fisiológica de algumas espécies vegetais permite um tempo maior de exploração dos recursos pelos visitantes florais, e para a planta, significa uma maior possibilidade de transferência de pólen para outras flores, resultando em sucesso no processo da polinização.

Dentre vários exemplos, a reposição de néctar foi relatada por Pereira et al. (2011) para *Merremia aegyptia* (L.) Urban (Convolvulaceae). O gênero *Penstemon* Schmidel, 1763

(Plantaginaceae) também apresenta espécies conhecidas com capacidade de reposição de néctar, mesmo após sua total remoção (Cruden, 1983; Castellanos et al., 2002; Wilson et al., 2006; Lara e Ornelas, 2008). Portanto, a qualidade e a quantidade dos recursos disponibilizados nas flores pelos vegetais, influenciam diretamente na abundância de seus visitantes florais, incluindo *A. mellifera* africanizada.

3.4 Frequências

3.4.1 Distribuição das frequências

As maiores frequências de *A. mellifera* registradas na cultura de girassol considerando os dois ambientes (urbano e rural), ocorreram quando foi registrado o menor número de abelhas forrageando, indicando que *A. mellifera* esteve sempre presente mesmo com quantitativo reduzido (Figura 7).

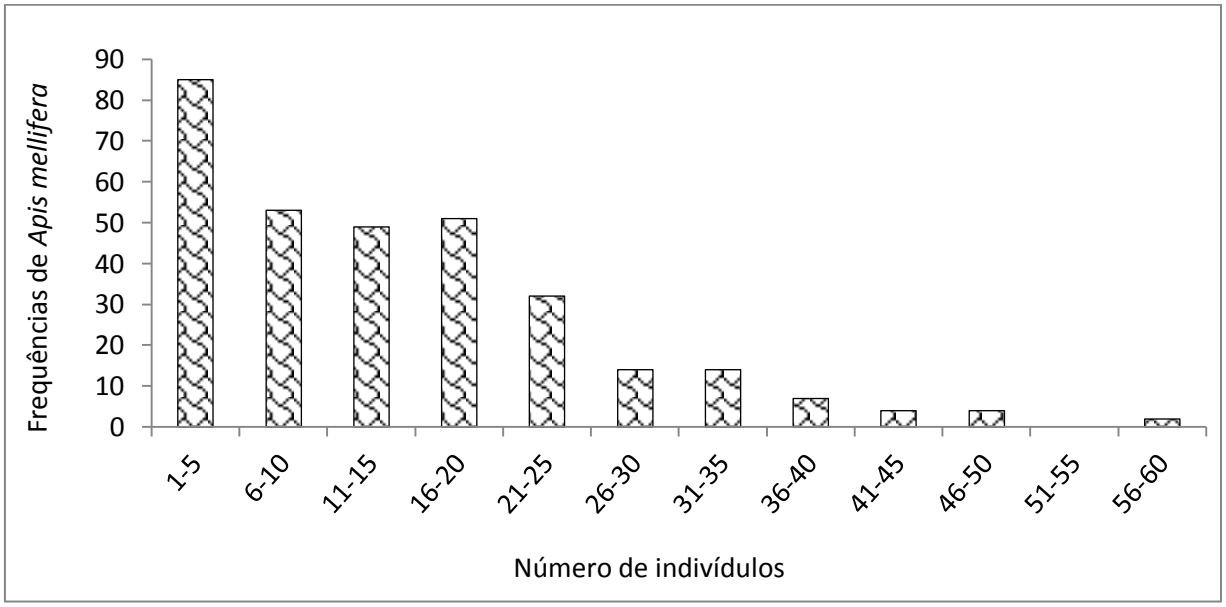

Figura 7. Distribuição da frequência absoluta de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados - MS.

Sugere-se que esse padrão de frequência estaria sob as influências de fatores comportamentais (fidelidade floral) e da disponibilidade de recursos. A disponibilidade dos recursos florais, principalmente o néctar, no início da manhã é mais abundante e consequentemente atrai maior quantidade de abelhas (Free, 1993). Esse fator biológico relativo a planta influencia diretamente no padrão de frequência das visitas de *A. mellifera*.

3.4.2 Frequência de ocorrência por período do ano

O total da frequência de ocorrência (fi) de *A. mellifera* para os dois ambientes foi de 517, sendo 204 para o ambiente urbano e 313 para o ambiente rural. Neste sentido o ambiente rural superou significativamente o ambiente urbano em 34,82%. Nas avaliações da ocorrência (fi) de *A. mellifera* individualizadas por períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), houve diferenças significativas entre todos eles, sendo superior no ambiente rural (Tabela 2).

No ambiente urbano, o período III- 07/03 a 30/03/2012, apresentou a maior ocorrência de *A. mellifera*, sendo significativamente superior (57,3%) em relação aos períodos (I- 14/07 a 09/08/2011 e II- 29/08 a 14/09/2011) (Tabela 2). No ambiente urbano, somente no período III- 07/03 a 30/03/2012, *A. mellifera* esteve presente em 91,7% das amostras e foi classificada como constante (W). Nos demais períodos I- 14/07 a 09/08/2011 e II- 29/08 a 14/09/2011 ela esteve representada em 39,2% das amostras, e foi classificada como acessória (Y) (Tabela 2).

Quanto ao ambiente rural, nos períodos (II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) foram registrados valores de ocorrência significativamente superior (34,7%) em relação ao período I- 14/07 a 09/08/2011. Neste mesmo ambiente, *A. mellifera* esteve presente nas inflorescências do *H. annuus* em mais de 50% das amostras nos três períodos das avaliações, tendo sido classificada como constante (W) em todos eles (Tabela 2). Esta superioridade da ocorrência no ambiente rural e as diferenças dos valores da ocorrência entre os períodos das avaliações estão diretamente correlacionados com os valores da abundância, uma vez que quanto maior for a abundância, maior será a chance da *A. mellifera* ser encontrada na área de forrageamento e vice versa.

Tabela 2. Ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no município de Dourados-MS.

Períodos		Área urbana		Área rural	
	n	fi	C	fi	C
(I) 14/07 a 09/08/2011	120	47^{aA}	Y	77^{bA}	W
(II) 29/08 a14/09/2011	120	47^{aA}	Y	118^{bB}	W
(III) 07/03 a 30/03/2012	120	110^{aB}	W	118^{bB}	W
Total	360	204^{a}	W	313^{b}	W

n=número de repetições realizadas em cada período do ano; fi=número de repetições contendo *A. mellifera*. C=constância: W=constante; e Y=acessória. Teste: Mann-Whitney ($p<0,05$); letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem significativamente.

Dois terços das amostras referentes ao ambiente urbano, períodos (I- 14/07 a 09/08/2011 e II- 29/08 a 14/09/2011) e ao ambiente rural, períodos (II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012), apresentaram valores de ocorrência equivalentes entre si (Tabela 2). É possível que tais equivalências estejam relacionadas a fatores não mensurados como as condições e as necessidades da colônia, bem como a disponibilidade de recursos no entorno da calônia. As condições climáticas foram semelhantes para os dois ambientes, no entanto as ocorrências das visitas de *A. mellifera* entre os ambientes nos períodos correspondentes apresentaram valores diferentes.

3.4.2.1 Frequência de ocorrência por período de horas

No ambiente urbano, *A. mellifera* foi classificada como constante (W) no período entre 7h00min e 15h15min e nos horários 10h00min e 13h00min, houve as maiores taxas de ocorrências desta abelha (Tabela 3). Em relação aos demais horários (6h00min, 16h00min e 17h00min) a *A. mellifera* foi classificada como acessória (Y), com ocorrência entre 25% e 50%. No ambiente rural, *A. mellifera* foi constante (W) nos capítulos florais do girassol em todos os horários das avaliações (das 6h00min às 17h15min) (Tabela 3).

No geral, a constância de *A. mellifera* em capítulos florais de *H. annuus* avaliada em cada horário de amostragem no ambiente urbano de Dourados – MS, foi menor no início da manhã e final da tarde, independente da época do ano (Tabela 3). Dois terços das amostragens ocorreram durante o inverno nos períodos (I- 14/07 a 09/08/2011 e II- 29/08 a 14/09/2011), quando as condições climáticas apresentaram-se mais instáveis na região: temperatura mínima entre 3,8ºC e 31,2ºC; e umidade relativa média entre 18% e 87%. Tais instabilidades teriam influenciado no padrão de atividade desenvolvido por *A. mellifera* durante este estudo. Neste sentido Free (1993) relata que quando as condições do tempo são desfavoráveis para *A. mellifera*, elas tendem a forragear o mais próximo possível da sua colônia de origem.

Vários fatores como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação (Puškadija et al., 2007; Burrill e Dietz, 1981) e fatores biológicos da planta Malerbo-Souza et al. (2003) podem influenciar o comportamento e a ocorrência de abelhas campeiras na área de forrageamento. No entanto, o modo como a abelha forrageia está quase sempre relacionado à disponibilidade dos recursos florais e também as necessidades da colônia (Santana e Oliveira, 2010). Sendo assim, houve a possibilidade de que os fatores climáticos temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e outros fatores, em especial o nutricional em relação aos recursos fornecidos pelos girassóis, tenham influenciado concomitantemente, resultando no padrão de

atividade (constância e frequência) apresentado pela *A. mellifera* neste estudo.

Tabela 3. Ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), no intervalo de horários (das 6h00min às 17h15min), nos ambientes urbano e rural em três períodos de avaliação (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados-MS.

Horários	Ambientes			
	Urbano		Rural	
	fi	**C**	**fi**	**C**
6h00min às 6h15min	13	Y	21	W
7h00min às 7h15min	16	W	26	W
8h00min às 8h15min	18	W	29	W
9h00min às 9h15min	18	W	29	W
10h00min às 10h15min	21	W	29	W
11h00min às 11h15min	17	W	26	W
12h00min às 12h15min	19	W	28	W
13h00min às 13h15min	21	W	26	W
14h00min às 14h15min	19	W	27	W
15h00min às 15h15min	17	W	27	W
16h00min às 16h15min	14	Y	23	W
17h00min às 17h15min	11	Y	22	W
Total	**204**[a]		**313**[b]	

fi=número total de amostras contendo *A. mellifera*; C=constância: W=constante; e Y= acessória. (n=30): número de repetições em cada horário. Número total de repetições por ambiente (N=360).

3.4.3 Porcentagem da ocorrência

No geral, *A. mellifera* teve frequência proporcional 21,10% maior no ambiente rural, em relação ao urbano. Quando os ambientes foram comparados em cada período individualmente, a frequência proporcional entre eles foi diferente apenas no segundo período (II- 29/08 a 14/09/2011) sendo 13,73% superior no ambiente rural (Figura 8). A proporção da (fi) de *A. mellifera* na área urbana, para o período (III- 07/03 a 30/03/2012) foi 12,19% maior em relação aos períodos (I- 14/07 a 09/08/2011 e II- 29/08 a 14/09/2011) (Figura 8). No ambiente rural a frequência proporcional foi diferente e inferior no primeiro período em relação ao segundo e terceiro períodos (Figura 8).

A frequência e a constância de abelhas associadas às flores de uma determinada espécie vegetal são de extrema importância para a qualidade da polinização, e consequentemente, dos frutos e das sementes geradas. Quanto mais frequente e mais constante for a abelha na flor, maior será a probabilidade dela ser polinizada (Nascimento et

al., 2012).

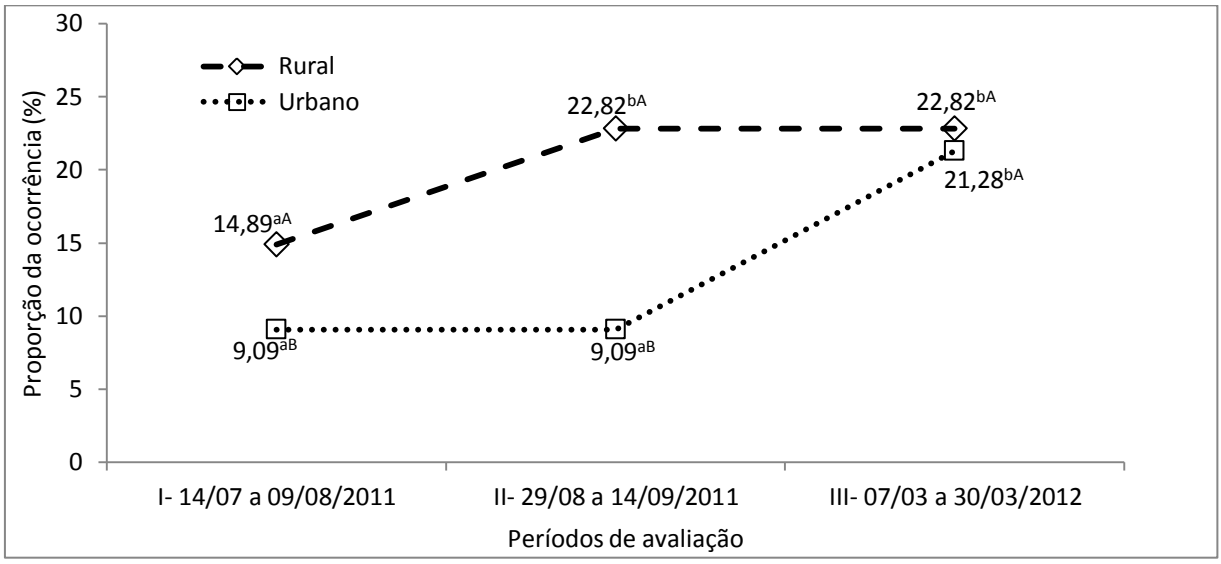

Figura 8. Frequência proporcional de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) nos ambientes urbano e rural, em três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012), no município de Dourados-MS. Mann-Whitney ($p<0,05$): letras minúsculas iguais na horizontal, e maiúsculas iguais na vertical, não diferem significativamente.

As diferenças entre as proporções da frequência de *A. mellifera* nos diferentes períodos e ambientes podem estar relacionadas, às características da paisagem local das avaliações e de seu entorno, a existência e as necessidades das colônias. No entanto, as abelhas preferem forragear em flores com maior recompensa energética (Free, 1993). *A. mellifera* intensificou as visitas aos capítulos florais de girassol nos períodos de avaliação (II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) no ambiente rural, enquanto no ambiente urbano essa atividade foi mais intensa no período III, sugerindo uma variação na qualidade e na quantidade de recursos florais presentes nas proximidades do local. Nesse sentido, Wojcik (2012) relata a existência de correlações positivas significativas entre a frequência de abelhas e as características das fontes de recursos florais.

3.5 Influência dos fatores climáticos

A significância das variáveis em cada componente (eixos) e a posição dos vetores das mesmas indicam qual ou quais as variáveis climáticas tiveram maior influência na visitação da *A. mellifera* durante o período de avaliação, para ambos os ambientes.

A variância total explicada (total do eixo 1 + total do eixo 2) pelas variáveis originais foi de 79,8% (Figura 9). A correlação das temperaturas (máxima, mínima e média) com

abundância média de *A. mellifera* no período (III- 07/03 a 30/03/2012), ambiente urbano e com o período (II- 29/08 a 14/09/2011) no ambiente rural foi significativa (eixo 1), tendo influenciando no comportamento das visitas de *A. mellifera* aos capítulos florais de girassol. A umidade relativa do ar apresentou correlação significativa positiva com a abundância média de *A. mellifera* no ambiente urbano (II- 29/08 a 14/09/2011) e no ambiente rural (III- 07/03 a 30/03/2012) (Figura 9 e Tabela 4).

No eixo 1, pode-se observar também, a correlação negativa significativa do vento com a abundância média de *A. mellifera* no período II- 29/08 a 14/09/2011, em ambos os ambientes. Durante o período I- 14/07 a 09/08/2011, o comportamento das visitas da *A. mellifera* foi influenciado mais intensamente, pelo efeito da velocidade do vento, tanto no ambiente urbano quanto no rural (Figura 9 e Tabela 4).

Tabela 4. Componentes principais extraídas da Análise de Componentes Principais (ACP) com os respectivos autovalores, porcentagem da variância explicada, α de Cronbach e peso de cada variável nos dois eixos, explicando a variância total da ocorrência de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) amostradas em capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) para os períodos/ano (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) nos ambientes urbano e rural, em Dourados-MS.

Variáveis	**Componentes**	
	(Temperatura e vento)	**(Umidade relativa do ar)**
	Eixo 1	**Eixo 2**
Temperatura máxima	**1,066**	-0,482
Temperatura mínima	**1,064**	0,053
Temperatura média	**1,065**	-0,131
Umidade relativa do ar	-0,051	**1,422**
Velocidade do vento	**-1,035**	-0,483
Pluviosidade	-0,392	-0,435
Valor total dos eixos	**3,576**	**1,212**

Teste α de Cronbach=**0,95**

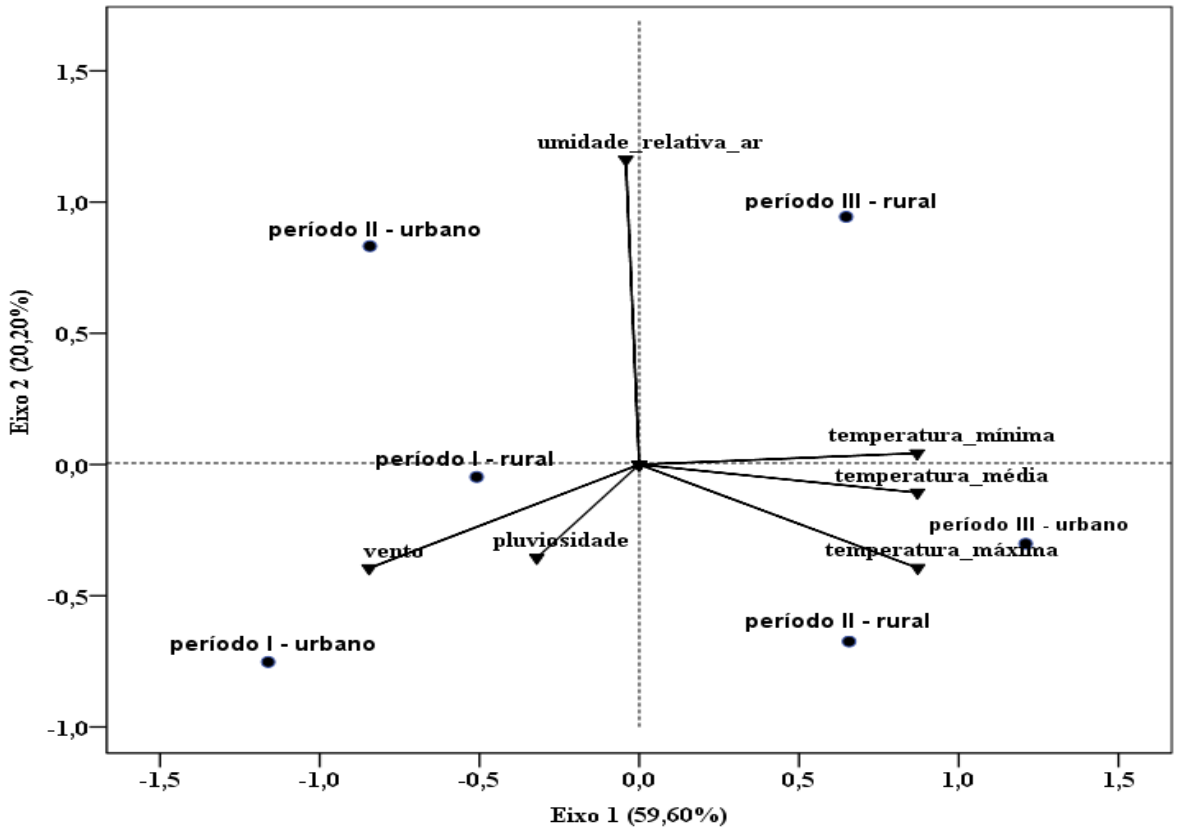

Figura 9. Componentes Principais (CP) das variáveis temperaturas máxima, mínima e média, pluviosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento, todas correlacionadas com a abundância de *Apis mellifera* (Hymenptera: Apidae) forrageando nos capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em dois ambientes, urbano e rural e três períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) do ano em Dourados – MS. **Nota:** Os pontos (•) representam a abundância média de *A. mellifera* e estão identificados de acordo o período do ano e o ambiente da avaliação. A localização do ponto e a sua distância entre os vetores das variáveis climáticas indicam o quanto foi influenciada por essas variáveis durante as visitas aos capítulos florais do girassol.

3.5.1 Temperatura

A. mellifera africanizada se adapta muito bem ao clima frio e suporta temperaturas mais baixas no campo, se comparadas com as subespécies europeias que se recolhem mais cedo para suas colmeias (Filho et al., 2010), entretanto, essa abelha é mais ativa com temperaturas mais elevadas entre 20°C e 30°C (Pereira et al., 2010). Vários autores, entre eles Burril e Dietz (1981), Southwick e Moritz (1987) e Pereira et al. (2010), relataram que *A. mellifera* tende a aumentar suas atividades externas ao ninho com o aumento da temperatura e também da intensidade luminosa. Entretanto, Dukku et al. (2013) avaliaram a influência da temperatura na atividade extra ninho de *A. mellifera* e concluíram, que a temperatura média de 35°C inibe a atividade desta abelha. Portanto, a temperatura ambiente entre 20°C e 30°C,

pode influenciar positivamente as atividades externas dessa abelha, mas os extremos (temperaturas muito baixa ou muito alta) tendem a inibir a atividade delas fora da colônia de origem.

3.5.2 Umidade relativa do ar

O comportamento das abelhas durante o período II no ambiente urbano e período III no ambiente rural, esteve sob a influência direta da umidade relativa do ar.

A umidade relativa do ar muito baixa reduz quantitativamente o néctar nas flores tornando-o ainda mais concentrado em açúcares e umidade muito alta, eleva o volume de néctar nas flores diluindo o teor de açúcar, fato que demandaria maior gasto de energia pelas abelhas no processo de desidratação (Free, 1993; Pegoraro et al., 2011; Pegoraro et al., 2012). Estes autores consideram que os teores dos açúcares no néctar possam ser diferenciados por *A. mellifera* que escolheria assim, a flor com néctar mais adequado para a sua alimentação.

Puškadija et al. (2007) não encontraram correlação significativa entre a umidade relativa e a atividade de forrageamento de *A. mellifera carnica* em capítulos florais de girassol no Norte da Croácia, mas ficou evidente que as maiores abundância desta abelha nos capítulos florais do girassol, ocorreram com umidade relativa do ar variando entre 65% e 75%. Dutra e Machado (2001) avaliaram as atividades de forrageamento da *A. mellifera* africanizada em flores de *Stenolobium stans* (Juss.) em Rio Claro – SP entre os anos 1989 a 1992 e encontraram correlação positiva significativa da abundância com a umidade relativa somente em 1990.

É possível que as respostas da *A. mellifera* correlacionadas as variações de umidade relativa do ar estejam também sob efeito da variação na abundância e na concentração de açucares do néctar. Nesse sentido, Pegoraro et al. (2011, 2012) afirmam que as diferenças de concentração no açúcar no néctar das flores de determinada espécie ao longo do dia, é em função da combinação dos fatores umidade relativa do ar e temperatura, pois quando a temperatura aumenta e a umidade relativa do ar diminui, a concentração de açúcar aumenta (Pegoraro e Chaves Neto, 2005). De acordo com Free (1993), a concentração dos açúcares do néctar pode variar ao longo do dia por influência da temperatura, da chuva e da umidade relativa do ar, fazendo com que as flores de determinada espécie vegetal tenham o seu grau de atratividade altereado em diferentes momentos do dia.

3.5.3 Velocidade do vento

O período de avaliação (II- 29/08 a 14/09/2011) teve a velocidade do vento como a

variável mais influente no comportamento forrageiro de *A. mellifera*. Os fatores climáticos podem atuar isoladamente ou em conjunto e interferir no padrão de forrageamento de *A. mellifera* (Pegoraro et al. 2012). Quando Dutra e Machado (2001) estudaram as atividades de forrageamento da *A. mellifera* em flores de *Stenolobium stans* (Juss.) entre os anos 1989 a 1992, encontraram correlação positiva significativa desta abelha com a velocidade do vento, somente para o ano de 1990 e um aumento de ocorrência dessas abelhas, entre as 9h00min às 10h00min, quando a velocidade média do vento foi considerada baixa (0,3m/s).

A pouca interferência das variáveis climáticas, inclusive a velocidade do vento nas atividades de forrageamento das abelhas, pode ser devido a influência da quantidade de néctar disponível nas flores onde as abelhas foram avaliadas (Silva et al., 2013). Estes autores relatam que mesmo que as condições climáticas estejam um pouco aquém do ideal esperado para as abelhas, elas podem persistir com as atividades fora da colônia, ainda que de maneira menos intensa. As flores do girassol abrem-se em sequência nos capítulos florais, de dois a quatro círculos por dia e produzem néctar na fase masculina e na feminina (Free, 1993). Neste sentido, os capítulos florais do girassol, assim como as flores de *S. stans* também disponibilizam pólen e néctar o dia todo, levando a deduzir que a menor influência da velocidade do vento seja também em decorrência da quantidade de recursos que os capítulos florais de girassol disponibilizam.

4 Conclusões

Apis mellifera não apresenta padrão de forrageamento pré-definido em relação aos capítulos florais do *H. annuus*. No geral, a abundância média da população de *A. mellifera* visitante dos capítulos florais do girassol apresentou diferenças nos horários intermediários do dia em relação aos iniciais e finais. O número de indivíduos da população de *A. mellifera* nos capítulos florais de *H. annuus* apresentou diferenças significativas entre os ambientes e também entre os períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012).

No geral, *A. mellifera* teve maior frequências de visitação aos capítulos florais de *H. annuus* quando teve menor número de indivíduos forrageando. A frequência da ocorrência e a constância de *A. mellifera* foram diferentes entre os ambientes e os períodos do ano, sendo mais frequente e constante na área rural.

As variáveis, umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperaturas máxima, mínima e média do ar influenciaram significativamente as atividades de forrageamento de *A. mellifera* nos capítulos florais do *H. annuus*.

6 Referências

Agostini, K.; Sazima, M. (2003). Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no *Campus* da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. Bragantia, 62 (3), p335-343.

Aleixo, K. P. (2013). Sazonalidade na disponibilidade de alimento e dinâmica de forrageamento em *Scaptotrigona depilis* aff. (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Entomologia. Ribeirão Preto – SP, p6-30.

Anacleto, D. A.; Marchini, L. C. (2005). Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no Cerrado do Estado de São Paulo. Acta Scientiarum Biological Sciences, 27(3), p277-284.

Andrade, P. B.; Freitas, B. M.; Rocha, E. E. M.; Lima, J. A.; Lopes Rufino, L. L. (2014). Floral biology and pollination requirements of sesame (*Sesamum indicum* L.). Acta Scientiarum. Animal Sciences, 36(1), p 93-99.

Barros, M. G. (2001). Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *T. ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil Cerrado vegetation. Revista Brasileira de Botânica, 24(3), p255-261.

Borneck, R.; Bricout, J. P.; Laurent, J. C. (1984). Effet des secretions nectariferes sur l'intensite de butinage chez quelques varietes de tournesol (*Helianthus annuus* L.). Revue Francaise d'Apiculture, 436, p571-578.

Burril, M.; Dietz, A. (1981). The response of honeybees to variation in solar radiation and temperature. Apidologie, 12(4), p319-328.

Castellanos M. C., Wilson P., Thomson J. D. (2002). Dynamic nectar replenishment in flowers of *Penstemon* (Scrophulariaceae). American Journal of Botany, 89(1), p111–118.

Chiari, W. C.; Toledo, V. A. A.; Ruvolo-Takasusuki, M. C.; Attencia, V. M.; Costa, F. M.; Kotaka, C. S.; Sakaguti, E. S.; Magalhães, H. R. (2005). Floral biology and behavior of africanized honeybees *Apis mellifera* in Soybean (*Glycine max* L. Merril). Brazilian Archives of Biology and Technology, 48(3), p367-378.

Colla, S. R.; Willis, E.; Packer. L. (2009). Can green roofs provide habitat for urban bees (Hymenoptera: Apidae)? Cities and the Environment. 2(1)4, 12p.

Cresswell, J. E.; Osborne, J. L. (2004). The effect of patch size and separation on bumblebee foraging in oilseed rape: implications for gene flow. Journal of Applied Ecology, 41(3), p539–546.

Cruden, R. W.; Hermann, S. M.; Peterson, S. (1983). Patterns of nectar production and plant-pollinator coevolution. The biology of nectarines (ed. por B. Bentley e T. Elias), Columbia University Press, New York, USA. p80–125.

Cruz, D. O.; Freitas, B. M. (2013). Diversidade de abelhas visitantes florais e potenciais polinizadores de culturas oleaginosas no Nordeste do Brasil. Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, 9(2), p411-418.

Dafni, A.; Kevan, P. G.; Husband, B. C. (Ed.). (2005). Practical pollination biology. Cambridge: Enviroquest, 590 p.

Dukku, U. H.; Russom, Z.; Domo, A. G. (2013). Diurnal and seasonal flight activity of the honeybee, *Apis mellifera* L, and its relationship with temperature, light intensity and relative humidity in the savanna of Northern Nigeria. Global Journal of Science Frontier Research Biological Science, 13(4), p1- 7.

Edward E. S.; Moritz, R. F. A. (1987). Social control of air ventilation in colonies of honey bees, *Apis mellifera*. Journal Insect Physiology, 33(9), p623-626.

Dutra, J. C. S.; Machado, V. L. L. (2001). Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae), durante seu período de floração. Neotropical Entomology, 30(1), p43-53.

Eickwort, G. C.; Ginsberg, H. S. (1980). Foraging and mating behavior in Apoidea. Annual Review of Entomology, 25, p421-446.

Faita, M. F.; Carvalho, R. M. C.; Alves-Junior, V. V.; Chaud-Netto, J. J. (2014). Defensive behavior of africanized honeybees (Hymenoptera: Apidae) in Dourados-Mato Grosso do Sul, Brazil. Revista Colombiana de Entomología, 40(2), p241-246.

Filho, J. P. S.; Silva, R. A.; Costa, M. J. S. (2010). Potencial apícola para *Apis mellifera* L. em área de Caatinga no período da floração da oiticica (*Licania rigida* Benth). Revista Verde, 5(1), p120-128.

Free, J. B. (1993). Insects pollination of crops. 2. ed. London: Academic Press, p419-420.

Grimaldi, D.; Engel, M. S. (2005). Evolutin of the insects. Cambridge University Press, p9-11.

Hattori, E. K. O.; Nakajima, J. N. (2008). A família Asteraceae na estação de pesquisa e desenvolvimento ambiental galheiro. Perdizes, Minas Gerais, Brasil. Rodriguésia, 59(4), p687-749.

Imperatriz-Fonseca, V. L.; Nunes-Silva, P. (2010). As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. Biota Neotropical, 10(4), p59-62.

Lara, C.; Ornelas, J. F. (2008). Pollination ecology of *Penstemon roseus* (Plantaginaceae), an endemic perennial shifted toward hummingbird specialization? Plant Systematics and Evolution, 271, p223–237.

Lima, C. J.; Oliveira, F. L.; Maracajá, P. B.; Silva, R. A.; Sousa, R. M.; Sousa, J. S.; Pereira, D. S. (2014). Influência da concentração e o volume de néctar em flores de *Luffa cylindrica* (L.) M. Roem, no comportamento de forrageio de *Apis mellifera*. ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, 10(1), p39-50.

Malerbo-Souza, D. T.; Silva, F. A. S. (2011). Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L. no decorrer do ano. Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá, 33(2), p183-190.

Malerbo-Souza D. T.; Nogueira-Couto R. H.; Couto L. A. (2003). Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 40(4), p237-242.

Martins, A. C. (2013). Abordagens históricas no estudo das interações planta-polinizador.

Oecologia Australis, 17(2), p39-52.

Menezes, C.; Silva, C. I. da; Singer, R. B.; Kerr, W. E. (2007). Competição entre abelhas durante forrageamento em *Schefflera arboricola* (Hayata) Merr. Bioscience Journal, 23(1), p63 – 69.

McGregor, S. E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. (Charpter 9 - Crop Plants and Exotic Plants) USDA, p701-849.

Mello, M. H. S. H.; Silva, E. A.; Natal, D. (2003). Abelhas africanizadas em área metropolitana no Brasil: abrigos e influências climáticas. Revista Saúde Pública, 37(2), p237-41.

Minussi, L. C.; Alves-dos-Santos, I. (2007). Abelhas nativas *versus Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). Bioscience Journal, 23(1), p58-62.

Morais, M. M.; Jong, D.; Message, D.; Gonçalves, L. S. (2012). Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: Imperatriz-Fonseca, V. L.; Canhos, D. A. L.; Alves, D. A.; Saraiva, A. M. Polinizadores no Brasil: contribuições e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais São Paulo: Edusp, p203-212.

Nascimento, W. M.; Gomes, E. M. L.; Batista, E. A.; Freitas, R. A. (2012). Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. Horticultura Brasileira, 30, p494-498.

Nascimento, F. J.; Gurgel, M.; Maracajá, P. B. (2005). Avaliação da agressividade de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) associada à hora do dia e a temperatura no município de Mossoró – RN. Revista de Biologia e Ciências da Terra. 5(2), 09p.

Oliveira, M. L.; Cunha, J. A. (2005). Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na Floresta Amazônica? Acta Amazônica, 35(3), p389-394.

Paiva, G. J.; Terada, Y.; Toledo, V. A. A. (2002). Behavior of *Apis mellifera* L. Africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. Acta Scientiarium, 24(4), p851-855.

Paulino, F. D. G.; Marchini, L. C.; Silva, L. A. C da. (2003). Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* L. 1758 em panículas da nogueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden e Betche). Revista Ciência Agronômica, 34(1), p5-9.

Pegoraro, A.; Chaves-Neto, A. (2005). Disponibilidade de alimento coletado por operárias da abelha africanizada em função dos fatores ambientais. Scientia Agraria, 6(1-2), p35-39.

Pegoraro, A.; Neto, A. C. N.; Lazzari, S. M. N.; Silva, B. K. R. S. (2011). Forrageamento da abelha africanizada na florada da bracatinga. Archives of Veterinary Science, 16(2), p1-8.

Pegoraro, A.; Neto, A. C.; Lazzari, S. M. N.; Costa, D. C. P. B.; Rodrigues, S. R. N. (2012). Forrageamento de *Apis mellifera* L. em inflorescência de *Symplocos tenuifolia* Brand. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambientais. Curitiba, 10(4), p327-334.

Pereira, A. M.; Chaud-Netto, J.; Bueno, O. C.; Arruda, V. M. (2010). Relationship among *Apis mellifera* L. stings, swarming and climate conditions in the city of Rio Claro, SP, Brazil. The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases, 16(4), p647-653.

Pereira, D. S; Sousa; R. M.; Maracaja, P. B.; Neto, A. A. S.; Oliveira, A. M. (2011). Produção de néctar da *Merremia aegyptia* e comportamento da *Apis mellifera* sp durante o forrageamento. Acta Veterinaria Brasilica, 5(2), p168-177.

Pinheiro, J. N.; Freitas, B. M. (2010). Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. Oecologia Australis, 14(1), p266-281.

Puškadija, Z.; Štefanić, E.; Mijić, A.; Zdunić, Z.; Paradžiković, N.; Florijančić T.; Opačak, A. (2007). Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera carnica*) during sunflower (*Helianthus annuus* L.) blooming period. Agriculture, 13(1), 5p.

Romani, G. N.; Gimenes, R.; Silva, M. T.; Pivetta, K. F. L.; Batista, G. S. (2012). Análise quali-quantitativa da arborização na Praça XV de Novembro em Ribeirão Preto - SP, Brasil. Revista Árvore, Viçosa-MG, 36(3), p479-487.

Roubik, D.W. (1979). Nest and colony characteristics of stingless bees from French Guiana (Hymenoptera: Apidae). Journal Kansas Entomological Society, 52, p443–470.

Sampaio, A. C. F.; Angelis, B. L. D. (2008). Inventário e análise da arborização de vias

públicas de Maringá-PR. Revista SBAU, Piracicaba, 3(1), p37-57.

SGBMD – Segundo Grupamento de Bombeiro Militar de Dourados, (2014). Registros de ocorrências para retirada de colônia de *Apis mellifera* e socorro a vítimas de ferroadas de abelhas na cidade de Dourados-MS.

Santana, A. V. C.; Oliveira, F. F. (2010). Inventário das espécies de abelhas (Hymenoptera, Apiformes) do *Campus* da UFBA (Ondina), Salvador, BA: dados preliminares iii. Candombá – Revista Virtual, 6(1), p28-51.

Santos A. B. (2010). Abelhas nativas: polinizadores em declínio. Escola Superior São Francisco de Assis-ESFA. Natureza online, 8(3), p103-106.

Santos, M. L. ; Faccenda, O.; Soares, S. A.; Balestieri, J. B. P.; Moraes, M. M. B.; Manente-Balestieri, F. C. De-L. (2011). Bee visitors (Hymenoptera: Apidae) of *Peltophorum dubium* (Leguminosae - Caesalpinoideae). Sociobiology, 58(3), p1-17.

Santos, C. Z. A.; Ferreira, R. A.; Santos, L. R.; Santos, L. I.; Graça, D. A. S.; Gomes, S. H.; Neto, W. B. P.; Correia, T. S.; Boschese, A. C. B. (2011). Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju – SE. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Piracicaba – SP, 6(2), p123-141.

Silva, M. D.; Monteiro, D.; Silva, M.; Oliveira, R. B.; Queiroz, M. V. M; Santos, J. F. (2012). Padrão de distribuição espacial de ninhos de Meliponini (Hymenoptera: Apidae) em função da disponibilidade de recursos para nidificação em um fragmento de Mata Atlântica em Salvador, Bahia, Brasil. Magistra, Cruz das Almas-BA, 24, p91-98.

Silva, K. N.; Dutra, J. C. S.; Nucci, M.; Polatto, L. P. (2013). Influência dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na atividade de forrageio de abelhas em flores de *Adenocalymma bracteatum* (Cham.) DC. (Bignoniaceae). EntomoBrasilis, 6(3), p193-201.

Silva, R. T. L.; Dallacort, S.; Mota, C. J.; Brun, F. G. K. Pereira, P. H.; Topanotti, L. R. (2011). Analise da biodiversidade florística arbórea em três vias públicas do bairro centro do município de Dois Vizinhos – PR. Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 6(1), p1-9.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N. A. (1976). Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 419p.

Sousa, J. R. L; Junior, O. P. A.; Brito, N. M.; Franco, T. C. R. S. (2013). Ação de pesticidas sobre abelhas: avaliação do risco de contaminação de méis. Acta Tecnológica, 8(1), p28-36.

Toledo, V. A. A.; Malerbo-Souza, D. T.; Filho, J. C. S.; Pinto, A. S.; Ruvulo-Takasusuk, M. C. C.; Chambó, E. D. (2011). Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon soy 3329. Revista Varia Scientia Agrárias, 2(1), p123-130.

Tommasi, D.; Miro, A.; Higo, H. A.; Winston, M. L.(2004). Bee diversity and abundance in an urban setting. The Canadian Entomologist, 136, p851-869.

Vithanage, V.; Ironside, D. A. (1986). The insects pollinators of macadamia and their relative importance. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 52, p155-160.

Wilson, P.; Castellanos, M. C.; Wolfe, A. D.; Thomson, J. D. (2006). Shifts between bee and bird pollination in pentemons. Plant–pollinator interactions, from specialization to generalization (editedby Waser N. M. e Ollerton J.), The University of Chicago Press, p47-68.

Wojcik, V. (2012). City size, regional landscape context, and local resource characteristics influence patterns of bee occurrence: A case study from northwestern Costa Rica. Urban Habitats, 7, p1-16.

Wojcik, V. (2011). Resource abundance and distribution drive bee visitation within developing tropical urban landscapes. Journal of Pollination Ecology, 4(7), p48-56.

Capítulo III

Comportamento forrageiro e recurso alimentar de *Apis mellifera* L. e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) em cultura de *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) no Centro-Oeste do Brasil

Resumo

Este trabalho aborda o comportamento de visita da abelha exótica *Apis mellifera* L. e das abelhas nativas do subgênero *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp em capítulos florais de girassol (*Helianthus annuus* L.). Foram avaliadas a frequência de visita em relação ao tipo de recurso (pólen ou néctar) coletado pelas abelhas, a relação dos horários do dia e da umidade relativa média do ar, com o comportamento de visita das abelhas *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp. O girassol foi cultivado em três épocas diferentes ao longo de um ano, e as visitas das abelhas foram avaliadas quando a cultura estava em pleno florescimento. As observações referentes a frequência, o comportamento de pouso e de forrageio nos capítulos florais do girassol e o tipo de recurso coletado, foram desenvolvidas durante cinco dias não consecutivos nos horários entre 6h00min e 17h00min. As frequências das visitas de cada espécie em relação ao tipo de recurso coletado e período de atividade foram significativamente diferentes. A análise de regressão logística demonstra que a umidade relativa média do ar e horários do dia influenciaram nas visitas de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp, explicando 21% dos resultados da regressão. O modelo de regressão indicou maiores chances de frequência das *A. mellifera* em relação a *E.* (*Phanomalopsis*) sp, com maior possibilidade de visitas no início da manhã, decaindo ao longo do dia. Com base no comportamento das duas espécies de abelhas avaliadas foi possível inferir que ambas são polinizadoras potenciais da cultura do girassol.

Palavras-chave: abelha africanizada; abelha nativa; frequência das visitas; capítulos florais; período de avaliação; recursos florais.

Foraging behavior and food resources of *Apis mellifera* L. and *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) in culture of *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) in the Midwest of Brazil

Abstract

This paper addresses the visiting behavior of the exotic bee *Apis mellifera* L. and from the subgenre of native bees *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp in Sunflower Flower heads (*Helianthus annuus* L.). Visit frequency was evaluated in relation to the type of resource (pollen or nectar) collected by bees, the relationship of the times of the day and the average relative air humidity, with the visiting behavior of *A. mellifera* and *E.* (*Phanomalopsis*) sp bees. The Sunflower was grown on three different times throughout a year, and the bee visits were evaluated when the culture was in full bloom. The observations regarding the frequency, the landing behavior and foraging in sunflower floral heads and the type of resource collected were developed over five non-consecutive days in time between 6h00min and 17h00min. The visiting frequency of each species in relation to the type of collected resource and activity period were significantly different. The logistic regression analysis shows that the average relative air humidity and times of the day influenced the visits of *A. mellifera* and *E.* (*Phanomalopsis*) sp, with higher chance of visits in the early morning, decreasing throughout the day. Based on the behavior of the two evaluated species of bees it was possible to infer that both are potential pollinators the sunflower crop.

Keywords: Africanized bee; native bee; frequency of visits; Flower heads; evaluation period; floral resources.

1 Introdução

A relação entre as flores e as abelhas é estabelecida principalmente pela recompensa alimentar que a planta oferece na fase de florescimento. *Helianthus annuus* L. (Asterales: Asteraceae) disponibiliza pólen e néctar, além de uma ampla área do capítulo floral, facilitando o pouso dos insetos visitantes.

A. mellifera apresenta diferentes níveis de preferência em relação a diversidade floral existente nas proximidades da colônia e a maioria das forrageiras são coletoras de néctar (Andrada et al., 2004; Charrière et al., 2006). O pólen e o néctar do girassol são importantes atrativos para muitas espécies de abelhas, principalmente *A. mellifera*, motivo pelo qual é manejada com maior frequência para essa cultura (Paiva et al., 2002; Toledo et al., 2011), dada a importância de sua atividade polinizadora (DeGrandi-Hoffman e Watkins, 2000). Portanto, desenvolver pesquisas que visam ampliar o conhecimento sobre a preferencia alimentar e o comportamento forrageiro de abelhas é de fundamental importância para elaborar estratégias de manejo e criar mecanismo de preservação.

As *Apis mellifera* tem sido relatadas como sendo as mais frequentes visitantes dos capítulos de girassol e como seu principal agente polinizador (Morgado et al., 2002; Machado e Carvalho, 2006). A polinização depende de diversos fatores, como a frequência, o tamanho da população dos insetos polinizadores, duração de suas visitas e condições ambientais que prevalecem na fase de florescimento (Free, 1993).

O pólen e o néctar das inflorescências do *H. annuus* são atrativos para *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp, uma vez que espécies de *Exomalopsis* são registradas frequentemente em capítulos de girassol (Morgado et al., 2002; Machado e Carvalho, 2006). No entanto, de acordo com Rozen (1984), algumas abelhas (machos) de Exomalopsini podem visitar as flores a procura também de fêmeas para o acasalamento. Neste sentido, pouco se sabe sobre o comportamento de visita de *E.* (*Phanomalopsis*) sp e seu papel polinizador na cultura de girassol.

É de fundamental importância o desenvolvimento de pesquisas voltadas à ampliação do conhecimento do comportamento de forrageio desenvolvido pelas abelhas visitantes florais do *H. annuus*, bem como inferir sobre o papel polinizador das das mesmas em relação a essa planta. A avaliação da frequência de abelhas nas flores do girassol é pertinente, uma vez que o aumento na frequência das visitas influencia no sucesso da polinização das flores visitadas. A frequência de abelhas nas inflorescências de uma determinada espécie vegetal, como o

girassol, implica na qualidade da polinização e consequentemente na qualidade dos frutos e sementes produzidos (Nascimento et al., 2012).

Desse modo, comparou-se a frequência de *A. mellifera* e de *E.* (*Phanomalopsis*) sp na cultura do girassol em três épocas diferentes de florescimento. Avaliou-se a proporcionalidade entre *A. mellifera* coletoras de pólen e de néctar nas diferentes épocas de florescimento; o comportamento de *A. mellifera* e das *E.* (*Phanomalopsis*) sp em relação a visitação floral e seu papel na polinização do girassol; avaliou-se o efeito das variáveis, umidade relativa média do ar e as horas do dia, no comportamento de visita das *A. mellifera* e das *E.* (*Phanomalopsis*) sp, além de prever as chances de visitações em relação a essas duas espécies de abelhas, considerando três períodos de avaliação.

2 Material e métodos

2.1 Áreas de estudo

A área rural onde o trabalho foi desenvolvido (Fazenda Experimental) está situada próxima da Unidade II da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, no Município de Dourados, localizada a 22º12’ 01,56’’S, 54º 56’ 14,69’’O, e a 456 m de altitude. Essa área é utilizada para experimentação agrícola, e tem em seu entorno, áreas cultivadas, pastagem e fragmentos de matas nativas (Figura 1).

Figura 1 – Localizações da área de estudo: Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FAECA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) - Unidade II, no Município de Dourados-MS, Brasil (Google Earth, 2014).

2.2 Procedimentos no campo

A variedade do girassol *Helianthus annuus* (Embrapa 122 - V2000) foi cultivada em três parcelas, cada uma com 700 m², em épocas diferentes do ano (maio de 2011, junho de 2011 e janeiro de 2012). As avaliações em relação ao comportamento das abelhas foram realizadas durante o período de florescimento pleno da cultura (Figura 2).

Figura 2 – Cultura do *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae), variedade (Embrapa 122 - V2000), utilizada como atrativo natural para as abelhas (Hymenoptera: Apidae) a serem avaliadas no ambiente rural em Dourados-MS.

As avaliações ocorreram no período entre 6h00min e 17h00min, durante cinco dias não consecutivos, para abranger o máximo do período de florescimento da cultura. No início de cada horário de avaliação realizou-se o deslocamento em ziguezague em toda a área cultivada com girassol para verificar o tipo de recurso coletado e o comportamento desenvolvido pelas duas espécies de abelhas. As avaliações foram feitas para cada espécie em momentos distintos, primeiro para *A. mellifera* e segundo para *E.* (*Phanomalopsis*) sp, percorrendo o trajeto apenas uma vez para avaliar cada espécie de abelha em cada horário. Dessa forma, reduziu-se a chance da mesma abelha ser avaliada mais de uma vez no mesmo horário. Com a abelha no capítulo do girassol, o coletor parava a uma distância de aproximadamente 1m, o suficiente para reconhecer a espécie de abelha, identificar o tipo de recurso que estava sendo forrageado e também observar o seu comportamento. Foi pré-estabelecido um número máximo de 10 abelhas de cada espécie (*A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp para serem avaliadas em cada horário. Foram identificados e registrados o tipo de recurso (pólen ou néctar) coletado por elas, e avaliada as frequências das presenças em relação a ele. As avaliações foram realizadas nos seguintes períodos do ano: de

14/07/2011 a 30/07/2011; de 29/08/2011 a 14/09/2011 e de 07/03/12 a 20/03/2012.

Exemplares das espécies avaliadas, foram coletados, preparados em alfinetes entomológicos e identificados de acordo com a proposta de Silveira et al. (2002), e encontram-se depositados na "Coleção de Abelhas" do Laboratório de Apicultura (LAP) e posteriormente, no Museu da Biodiversidade (MuBio) da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Os dados referentes aos fatores climáticos de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, foram obtidos junto a Estação Meteorológica da EMBRAPA - CPAO Dourados, de Dourados-MS, a 22º16´30.79´´S e 54º49´05.63´´O.

2.3 Análise dos dados

2.3.1 Frequências

Os dados de frequência referentes as espécies *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp, com relação ao tipo de recurso coletado nos capítulos florais do *H. annuus*, foram submetidos ao teste χ^2, correlação, e regressão logística. A frequência relativa (fi%) para *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp nos capítulos florais do *H. annuus* foi obtida pela equação fi % = fi x 100/N, sendo N o número total de observações para cada espécie em cada período do ano de avaliação e (fi) representa a frequência simples ou observada de cada espécie de abelha em relação ao tipo de recurso coletado (Silveira Neto et al., 1976).

A proporção da frequência simples ou observada por espécie e por tipo de recurso, foi obtida pela equação fo% = fo x 100/N, sendo N = o número total de observações das *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp que coletaram néctar ou pólen, considerando os três períodos do ano de avaliação, conjuntamente. O teste χ^2 ($p<0,05$) foi aplicado para avaliar as diferenças entre as frequências das abelhas *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp que coletaram néctar e pólen de girassol na área rural, considerando os três períodos de avaliação como único, e também considerando-os separadamente, sendo que o valor do χ^2 foi obtido pela equação $\chi^2 = \sum [(o - e)^2/e]$, onde: o=frequência observada; e e=frequência esperada (Queiroz, 2004). O teste não paramétrico de Kruskal Wallis foi aplicado com o auxílio do software BioEstat 5.0, para comparar a frequência de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras de néctar e de pólen, em cada período de avaliação.

2.3.2 Regressão logística

O modelo de regressão logística binária foi empregado como ferramenta para indicar a

chance das espécies de abelhas avaliadas, visitarem os capítulos de girassol e também, para avaliar a influência das variáveis independentes (umidade relativa média do ar e horário) no comportamento de visita das abelhas. Foram avaliados os pressupostos do modelo para diagnosticar a colinearidade, normalidade, homogeneidade e independência. Eliminou-se do modelo as variáveis que tiveram Fator de Interação da Variação (FIV) acima de dez, de acordo com Field (2009), para ajustar o modelo. A normalidade, a homogeneidade e o pressuposto da independência das variáveis, foram validados como descrito por (Maroco, 2007). As variáveis utilizadas para compor o modelo foram a umidade relativa média do ar, horário e a espécie.

O teste de Hosmer-Lemeshow foi utilizado para validar o modelo de regressão. Este teste avalia o modelo ajustado, comparando as frequências observadas e as esperadas. A qualidade do ajuste do modelo logístico foi avaliada pelo teste de Qui-quadrado de Pearson. Para a análise de regressão foi empregado o software SPSS 17.0, como ferramenta na aplicação dos testes.

Modelo ajustado: $$P(Yi) = \frac{e^{\mathrm{Bo+B1\,X1+\ldots+B11\,X11}}}{1+e^{\mathrm{Bo+B1\,X1+\ldots+B11\,X11}}}$$

A razão de chance "é definida como a razão entre a chance de um evento ocorrer em um grupo e a chance de não ocorrer em outro grupo, enquanto a chance é definida pela ocorrência deste evento, dividida pela probabilidade da não ocorrência do mesmo evento" (Agresti, 2003).

- Chance $$C = \frac{\mathrm{P}\left(\mathrm{Yi}=\frac{1}{\mathrm{Xi}}\right)}{P\left(Yi=\frac{0}{Xi}\right)} = \frac{\pi(\mathrm{Xi})}{1-\pi(\mathrm{Xi})}.$$

- Razão de chance (Exp (B)) $$RC = \left[\frac{\frac{\pi(\mathrm{Xi}=1)}{1-\pi(\mathrm{Xi}=1)}}{\frac{\pi(\mathrm{Xi}=0)}{1-\pi(\mathrm{Xi}=0)}}\right].$$

2.4 Comportamento de visita

As espécies *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp tiveram o comportamento de visita avaliado em relação ao local de pouso no momento em que chegavam aos capítulos florais dos girassóis. O deslocamento entre os capítulos, o modo como exploram os recursos, a agressividade entre elas, e se o comportamento dessas espécies contribui com a polinização

do girassol, também foram avaliados. O comportamento de chegada das operárias na área de forrageamento e a dispersão das abelhas nos capítulos foram avaliados apenas em relação a *A. mellifera*. Isto foi possível porque *A. mellifera* apresenta características e comportamentos que permitem sua visualização e o seu reconhecimento pelo pesquisador no momento que chega à área de forragemento, ao contrário da *E.* (*Phanomalopsis*) sp. Tais observações foram feitas em cinco dias não consecutivos, entre as 6h00min e 8h00min, em cada período de avaliação na área rural. A escolha do intervalo de horário das 6h00min às 8h00min para estas ultimas observações, foi porque a partir das 8h00min, as *A. mellifera* já estavam distribuídas em toda a cultura do girassol, dificultando assim, o reconhecimento das operárias recém-chegadas.

3 Resultados e Discussão

3.1 Frequência geral

As abelhas *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletaram tanto pólen quanto néctar e a frequência observada da ocorrência das coletoras de néctar, foi diferente e superior em relação a frequência das coletoras de pólen, com $\chi^2 = 6{,}477$, gl(1) e $p<0{,}011$* (Tabela 1). As abelhas *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras de néctar tiveram frequência observada 6,3 vezes superior em relação as coletoras de pólen, e a frequência observada das coletoras de pólen (84,0), foi inferior a esperada (149,51), para esse mesmo evento.

Assim pode-se inferir que o néctar do girassol foi o atrativo principal para *E.* (*Phanomalopsis*) sp durante o forrageamento. Nesse sentido, a menor frequência das coletoras de pólen dessa espécie, poderia ser explicada por duas razões: a primeira seria porque as coletoras de pólen são representadas apenas pelas fêmeas em período reprodutivo, pois somente elas coletam pólen para alimentação das crias; e a segunda seria a menor atratividade do pólen do girassol para *E.* (*Phanomalopsis*) sp, em relação ao pólen de outras espécies de vegetais existentes nas proximidades.

O forrageio de pólen sempre esteve associado ao período de reprodução nos estudos sobre a biologia de Exomalopsini (Rozen, 1984).

A frequência observada de *A. mellifera* coletoras de néctar, foi diferente e superior em relação a frequência observada das coletoras de pólen, com $\chi^2 = 17{,}31$, gl(1) e $p<0{,}000$**. As operárias de *A. mellifera* avaliadas representaram 72,8% do total geral de frequência observada, sendo 54,6% para as coletoras de néctar e 18,2% para as coletoras de pólen (Tabela 1). Esta diferença pode estar relacionada com as necessidades nutricionais da colônia e ao comportamento de estocarem elevadas quantidades de mel.

A frequência total observada para *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras tanto de néctar quanto de pólen, foi de 2.564, sendo que a *A. mellifera* representou aproximadamente 2/3 deste total (Tabela 1). A elevada frequência de *A. mellifera* pode ser devido ao grau de atratividade desta abelha em relação ao pólen e ao néctar disponibilizados pelo girassol, como também pelo seu alto índice populacional existente na natureza.

A. mellifera e *E.* (*Phanomalopsis*) sp estiveram presentes simultaneamente nos capítulos florais de girassol, e a *A. mellifera* apresentou total domínio não agressivo mas quantitativo, na área de forrageamento. Por tal motivo, considerou-se que *A. mellifera* foi altamente competitiva em relação a *E.* (*Phanomalopsis*) sp.

A alta competitividade e o domínio das *A. mellifera* na área de forrageamento, bem como a superioridade das coletoras de néctar em relação às coletoras de pólen, foram evidentes. Esse domínio seria em função do comportamento eussocial apresentado por abelhas como as *A. mellifera*, que mantém estoques significativos de mel em suas colônias, para suprir as necessidades de alimentação da rainha, dos imaturos e das abelhas adultas que executam atividades internas e/ou externas. Como *A. mellifera* adulta consome principalmente alimento energético, justifica-se a maior demanda por néctar do que por pólen no campo.

Tabela 1. Frequências de *Apis mellifera* e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) coletoras de néctar e pólen em capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em três épocas do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) em área rural de Dourados-MS.

Recursos	**Frequência**	**Espécies**		**Total**
		A. mellifera	*E.* (*Phanomalopsis*) sp	
Pólen	fi	466**	84	550
	Proporção %	18,2	3,3	21,5
Néctar	fi	1401	613**	2014
	Proporção %	54,6	23,9	78,5
Total	**%**	**72,8**	**27,2**	**100,0**

Qui-quadrado de Pearson: (50,188); gl (1) e Significância (p<0,000)**; Frequência esperada (149,51); e fi=frequência observada para *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp.

3.2 Frequência de *Apis mellifera* por período do ano

A frequência de *A. mellifera* coletoras de pólen e de néctar apresentou diferenças entre todos os períodos das avaliações (Figura 3). Nos períodos I- 14/07 a 09/08/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012, a frequência das coletoras de néctar superou as coletoras de pólen, enquanto no período II- 29/08 a 14/09/2011, as frequências foram semelhantes para as coletoras de néctar e de pólen (Figura 3). Esses diferentes valores de frequência entre os períodos para cada tipo de

recurso, podem ter sido influenciado pela necessidade da colônia e/ou a existência de outras fontes de recursos também atrativas para *A. mellifera* nas proximidades do local das avaliações. Os fatores climáticos (chuva, temperaturas do ar e umidade relativa do ar) podem sofrer mudanças no decorrer dos períodos do ano e essas mudanças, podem surtir efeitos positivos ou negativos no comportamento de visita de *A. mellifera*.

O volume e a concentração dos açúcares do néctar nas flores podem ser influenciados pelas visitas das abelhas e pelas condições climáticas, sendo positivamente correlacionados com as visitas das abelhas (Paulino et al., 2003). Situação semelhante ocorreu em avaliação feita por Silva et al. (2010), quando estudaram o comportamento de *A. mellifera* em flores de *Licania rigida* Benth (Chrysobalanaceae) no município de Catolé do Rocha – PB. Para esses autores, as variações no fluxo de néctar, a insolação e o vento, influenciaram o comportamento de visita de *A. mellifera*, tendo observado que as flores expostas ao vento e ao sol, foram menos visitadas que as demais, situadas na sombra ou protegidas do vento.

A qualidade do recurso pode influenciar o grau de aceitação pela abelha. A frequência da *A. mellifera* visitante das flores da jabuticabeira no Estado de São Paulo, foi de 100% para pólen e a baixa concentração de açúcar no néctar (7%), teria sido a causa da rejeição desse recurso por essas abelhas (Malerbo-Souza et al., 2004). Foi relatado também que no primeiro e segundo dia de florescimento do *Eucalyptus* sp, 77,29% e 53,25% respectivamente das *A. mellifera* que visitaram as flores dessa planta coletaram pólen, e 22,71% e 40,08% coletaram néctar, respectivamente (Marchini e Moretti, 2003). No decorrer de cinco dias de avaliação, esses autores relataram que a frequência de *A. mellifera* coletoras de néctar e pólen, foi inversamente proporcional e que tal comportamento, foi porque no primeiro dia de abertura as flores de *Eucalyptus* sp disponibilizam principalmente pólen e a partir do terceiro dia, principalmente néctar. Neste caso, a frequência de *A. mellifera*, esteve em função da disponibilidade de recursos, em decorrência do fator biológico apresentado pela planta.

Sugere-se que o destaque negativo em relação à frequência das coletoras de pólen do girassol no período III- 07/03 a 30/03/2012 tenha sido em função da presença de fontes de pólen mais atrativas nas proximidades da área de avaliação, ou a colônia das *A. mellifera* visitantes, teria necessitado quase que exclusivamente de néctar.

Nesse sentido, alguns autores relataram a possibilidade de outras fontes de pólen mais compensatórias para *A. mellifera*, atraírem simultaneamente estas abelhas (Basualdo et al., 2007). As *A. mellifera* coletaram maior quantidade de pólen em girassóis nos primeiros dias seguintes ao deslocamento do apiário para a borda do campo dessa cultura, e com o passar dos

dias, essa abelha passou a preferir o pólen do trevo branco e do milho existente nas proximidades da cultura do *H. annuus*, mesmo com o pólen estando disponível nos capítulos florais do girassol (Charrière et al., 2010). No sul da Argentina, *A. mellifera* coletou pólen e néctar, principalmente a partir da flora que cercava os campos de girassol, sendo que o pólen foi obtido principalmente de *Centaurea solstitialis* L. (Asteraceae), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (Myrtaceae), e *Cirsium vulgare* (Savi) Ten (Asteraceae), o pólen do girassol representou 11% do total coletado (Andrada et al., 2004).

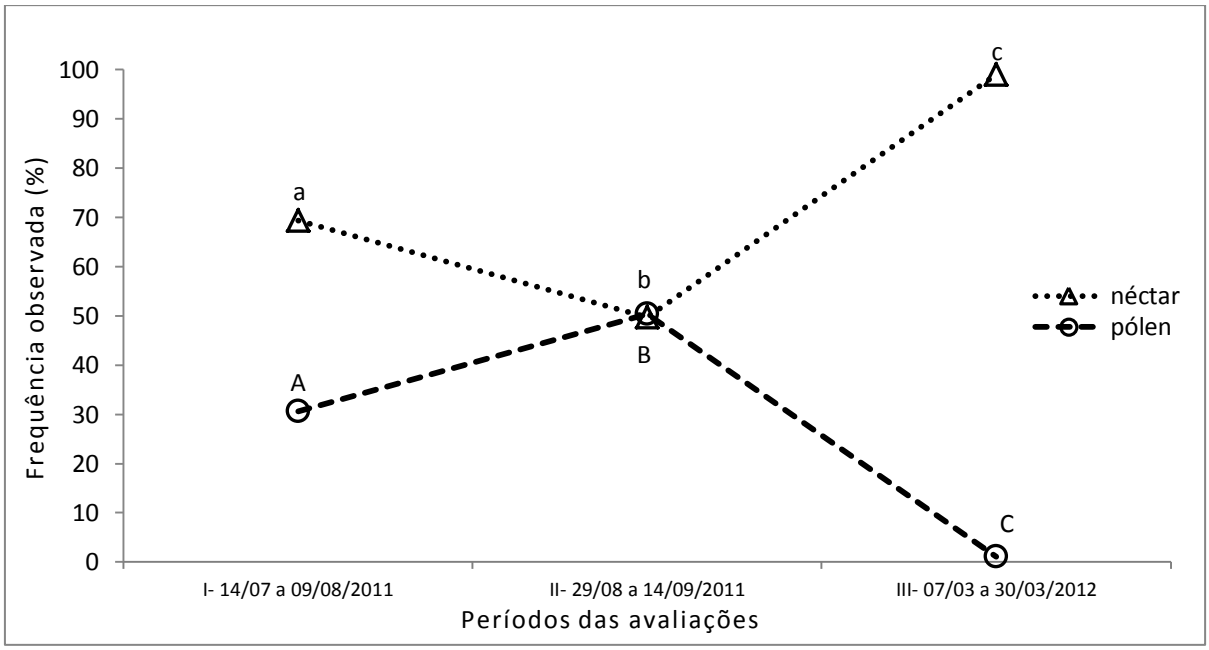

Figura 3. Porcentagem da frequência observada de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) coletoras de recursos florais nos capítulos de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em área rural no município de Dourados-MS, em três períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012). **Nota**: letras diferentes na horizontal indicando diferença de frequências entre os períodos para cada recurso; Qui-quadrado de Pearson (537,3760; gl(2) e significância (p<0,000); Nível de significância (0,05).

As abelhas *A. mellifera* coletoras de néctar e pólen não mantiveram um padrão de proporcionalidade entre os diferentes períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012) das avaliações (Figura 3). Tal proporcionalidade não foi mantida possivelmente porque a decisão das operárias em relação ao tipo de recurso a ser coletado, é tomada com base na necessidade nutricional da colônia (Pegoraro et al., 2011) e a quantidade do recurso alimentar a ser armazenado está em função da quantidade de prole em desenvolvimento na colônia (Marchini e Moretti, 2003).

Os resultados de frequências obtidos por Paiva et al. (2002) assemelham-se mais aos

obtidos neste trabalho no período I, de 14/07 a 09/08/2011.

Quando o comportamento de coleta de pólen no girassol por *A. mellifera* foi avaliado em dois períodos distintos do ano em Buenos Aires - Argentina, houve diferenças de frequências entre eles, mesmo as duas avaliações tendo ocorrido no verão, uma em janeiro e a outra em fevereiro (Basualdo et al., 2007). Estes autores sugeriram que o florescimento de espécies de plantas em diferentes momentos teria influenciado no comportamento.

Se fontes alternativas de pólen e néctar mais atraentes se tornam disponíveis, o fluxo de informações no interior da colônia redireciona as abelhas para estas fontes. Outros estudos contribuem com essa ideia, ao relatarem a menor preferência de *A. mellifera* pelo néctar e pólen do girassol, em função de outras fontes de recursos atrativos, próximas ao campo de girassol em estudo, na Argentina (Andrada et al., 2004; Charrière et al., 2010; Torretta et al., 2010).

Naturalmente as abelhas coletam pólen de varias fontes ao longo do dia, e esse comportamento é necessário para que tenham uma dieta mais equilibrada, uma vez que o pólen de diferentes espécies varia em quantidade de lipídios e proteínas (Free, 1993). É razoável compreender esse tipo de comportamento, tendo em vista que abelhas que coletam pólen somente de uma espécie vegetal podem sofrer de *stress* nutricional, o conjunto de pólen de diferentes espécies de plantas garante uma dieta variada e satisfatória para o seu desenvolvimento (Andrada et al., 2004).

O pólen de boa qualidade tem implicações fisiológicas importantes para as abelhas, podendo aumentar a resistência a ataque de fungos parasitas e ácaros *Varroa,* aumentando a longevidade da abelha (Huang, 2012; Di Pasquale et al., 2013). No entanto, se o pólen for de má qualidade nutricional, os efeitos poderão ser contrários. Dessa forma é possível que quando há diversidade de fontes polínicas disponíveis e acessíveis para as *A. mellifera*, nem todas as abelhas que saem da mesma colônia para coletar pólen, sejam direcionadas para a mesma fonte ou área de forrageamento, ainda que haja fartura desse recurso em todas elas.

3.3 Frequência de *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp por período do ano

As abelhas *E.* (*Phanomalopsis*) sp foram as mais representativas entre as espécies de abelhas nativas que visitaram os capítulos florais de girassol na área rural em todas as avaliações, com abundância relativa de 13,98%. A frequência das *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras de pólen e néctar foram inversamente proporcional durante os períodos (I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012), sendo que no período de

avaliação II, houve a maior frequência das coletoras de néctar, e também a menor frequência das coletoras de pólen em girassol (Figura 4).

As diferentes espécies de abelhas do gênero *Exomalopsis* apresentam comportamento solitário ou parassocial (Roubik, 1989; Silveira et al., 2002). Abelhas com esses tipos de comportamento, não armazenam néctar em seus ninhos e pólen, somente a quantidade necessária para o desenvolvimento da prole (Rozen, 1984). Dessa forma pode-se atribuir a maior frequência de *E.* (*Phanomalopsis*) sp recolhendo pólen no período I- 14/07 a 09/08/2011 e a menor frequência registradas nos períodos II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012 a dois fatores: ao período reprodutivo dessa abelha, uma vez que o pólen é o principal alimento ingerido pelos indivíduos imaturos (Rozen, 1984); e a escassez de fontes alternativas de pólen nas proximidades da área de avaliação, tornando os capítulos florais do girassol o principal atrativo.

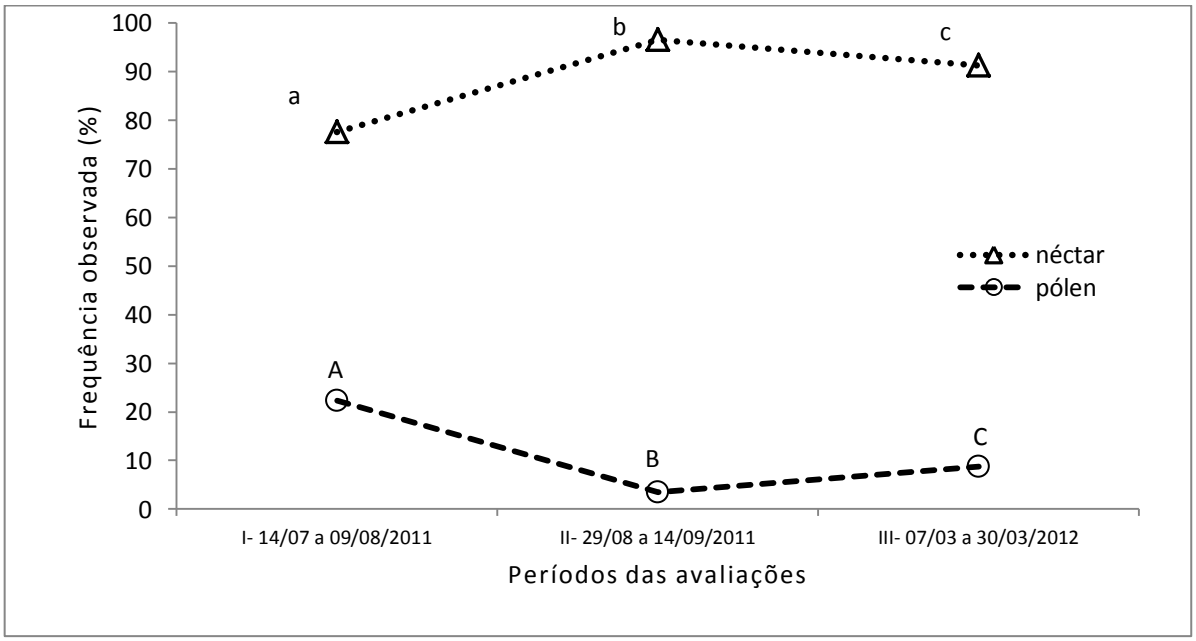

Figura 4. Porcentagem da frequência observada de *Exomaloposis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) coletoras de recursos nos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) em três diferentes períodos do ano (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) no município de Dourados-MS. Nota: letras diferentes na horizontal indicando diferenças entre os períodos para cada recurso; Qui-quadrado de Pearson (26,885); gl (2) e ($p<0,000$).

O primeiro período de avaliação ocorreu durante o inverno e coincidiu com a época mais fria do ano, época em que as plantas nativas com flores em ambientes naturais, são escassas. Sugere-se ainda que a ocorrência de geada, aproximadamente 20 dias antes do início das primeiras avaliações, poderia ter influenciado no processo de floração de muitas plantas

nativas, que poderiam florir concomitantemente com o girassol. Dessa forma, por falta de alternativa, estas abelhas teriam concentrado suas atividades de forrageamento mais especificamente, nos capítulos florais de girassol.

3.4 Chance de visitas de *Apis mellifera* em relação a *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp

As variáveis umidade relativa média do ar e horários apresentaram significância e influenciaram no comportamento de visita das espécies de abelhas avaliadas. Quando a umidade relativa do ar é baixa e associada com a alta temperatura, contribui com a desidratação do néctar e o consequente aumento da concentração dos açúcares, influenciando indiretamente no comportamento das espécies visitantes (Pegoraro e Chaves Neto, 2005). Estas mesmas variáveis se comportaram de forma semelhante nesta avaliação, uma vez que os coeficientes da Correlação de Spearman's para temperatura máxima (-0,548)** e mínima (-0,402)** foram significativos, porém inverso a umidade, ou seja, a medida que a temperatura aumenta, a umidade do ar diminui. A disponibilidade de néctar no girassol pode ser influenciada pela umidade relativa do ar e temperatura, durante o período de florescimento (Zajácz et al., 2008). A classificação das espécies *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp como coletoras de néctar ou pólen pelo modelo de regressão, teve 69,9% de precisão, de forma que os coeficientes estatísticos para as variáveis umidade relativa média e horários foram todos significativos, positivo ou negativos (Tabela 2).

A associação significativa das espécies com as variáveis, umidade relativa média do ar e os períodos dos diferentes horários, foi comprovada pelo teste de Hosmer e Lemeshow, Cox e Snell e de Nagelkerke. Estes testes apresentam também associações significativas do comportamento de visita das espécies *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp com a umidade relativa média do ar e as horas do dia, explicando 21% (Tabela 2). Esta porcentagem explicada representa o quanto estas duas variáveis influenciaram no comportamento de visita dessas duas espécies de abelhas, o restante (79%), representa a influência de outros fatores que podem ser de ordem física, biológicas, ecológicas e comportamentais não mensurados.

No geral, a chance de um indivíduo de *A. mellifera* visitar os capítulos florais de girassol para coletar néctar foi superior em 140,7% em relação a um indivíduo de *E.* (*Phanomalopsis*) sp. Esta superioridade, indica também maior contribuição na mudança de predição pelo modelo de regressão, em relação a influência da umidade relativa média do ar e dos períodos de hora (Tabela 2).

Os períodos de hora influenciaram significativamente a visitação das abelhas avaliadas, porém de modo inverso ao da frequência dessas abelhas (Tabela 2).

Tabela 2. Razão de chance em relação a frequência das visitas de duas espécies de abelhas *Apis mellifera* e *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp (Hymenoptera: Apidae) visitantes dos capítulos florais de *Helianthus annuus* (Asterales: Asteraceae) sob influência da umidade do ar e dos horários do dia, na área rural em Dourados-MS, considerando os períodos (I- 14/07 a 09/08/2011; II- 29/08 a 14/09/2011; e III- 07/03 a 30/03/2012) de avaliação em conjunto.

Variáveis	IC de 95% para o valor do Exp (B),- -			
	B (EP)	Inferior	Exp (B)	Superior
Intercepto (B0)	4,947** (0,638)	-	140,727	-
Umidade relativa média do ar	-0,030** (0,006)	0,960	0,970	0,981
Horários				
6h00min	2,535* (1,182)	1,243	12,611	127,958
8h00min	-1,568* (0,628)	0,061	0,208	0,714
9h00min	-2,174** (0,612)	0,034	0,114	0,377
10h00min	-2,870** (0,605)	0,017	0,057	0,186
11h00min	-3,190** (0,601)	0,013	0,041	0,134
12h00min	-3,327** (0,600)	0,011	0,036	0,116
13h00min	-3,417** (0,600)	0,010	0,033	0,106
14h00min	-3,150 ** (0,603)	0,013	0,043	0,140
15h00min	-2,624* (0,608)	0,022	0,073	0,239
16h00min	-1,267** (0,664)	0,077	0,282	1,035

Nota: IC= intervalo de confiança; R^2 = 13,34 (Hosmer e Lemeshow); 0,145 (Cox e Snell); 0,21 (Nagelkerke); χ^2 (gl.=13) do Modelo = 400,350; (0,01< p <0,05)* e (p<0,001)**. EP = Erro Padrão; B= Constante; Exp(B) = razão de chance das visitas.

A. mellifera teve maior chance (Exp B) em relação *E.* (*Phanomalopsis*) sp de estar presente nos capítulos de girassol na área rural, em todos os períodos de horários (Tabela 2). No entanto, observou-se a influência positiva no período das 6h00min quando *A. mellifera* teve chance de visitação 12,61 % em relação a *E.* (*Phanomalopsis*) sp (Tabela 2).

O modelo de regressão logística indica maiores chances de frequências de abelhas visitando os capítulos de girassol no início da manhã, das 6h00min às 9h00min. As maiores chances de visitas no início da manhã podem estar sob influência da disponibilidade dos recursos, uma vez que o néctar e o pólen do girassol tendem em ser mais abundantes no inicio da manhã, devido a ausência forrageios em suas flores durante a noite.

3.5 Comportamento forrageiro de *Apis mellifera*

Apis mellifera distribuiu-se na área de forrageamento a partir da borda para o centro. No primeiro instante em que chegou à área, realizou um voo de aproximadamente 10 segundos, o que sugere que seja o reconhecimento do local. Em seguida pousou em um dos capítulos mais próximos, iniciando o processo de retirada do pólen ou do néctar.

A dispersão das operárias na área de forrageamento deu-se gradativamente, conforme foram se deslocando aleatoriamente de capítulo em capítulo floral, até visitarem todos os

capítulos florais existentes na área cultivada com girassol.

Nos primeiros 15 minutos após a chegada da *A. mellifera* à área de forrageamento, observou-se que a presença humana era estranha para ela, isto é, percebendo a aproximação do observador, voava logo em seguida. Esse tipo de comportamento foi percebido em outros horários também, mas o número elevado de abelhas presente nos capítulos florais de girassol não permitiu distinguir as abelhas recém-chegadas em relação as demais.

A maioria das *A. mellifera* que visitaram os capítulos florais do *H. annuus* (aproximadamente 85%), pousou diretamente na região do capítulo onde estavam as flores abertas mais recentemente. Tal comportamento permite inferir que a *A. mellifera* identifica as flores com maior quantidade de recursos alimentares. As abelhas são capazes de memorizar ou aprender a forma geral das flores e das plantas e de reconhecerem as flores pela cor, pela forma e pelo odor (Free, 1993).

Para recolher o pólen e o néctar, visitaram aleatoriamente as flores no capítulo, mesmo estando elas dispostas em fileira. Comportamento semelhante foi relatado por Paiva et al. (2002), o que eles chamaram de deslocamento em ziguezague no capítulo floral do *H. annuus*.

Durante a coleta dos recursos, principalmente pólen, *A. mellifera* executava voos afastando-se do capítulo um máximo de 20 centímetros, pairava por cerca de três a cinco segundos e retornava para a mesma inflorescência. Neste procedimento de voo o pólen já coletado era transferido para as pernas posteriores. Comportamento semelhante a este também foi observada durante o forrageamento nas flores de *Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae) e relatado por Vitali-Veiga e Machado (2001) e por fêmea de *Bombus morio* (Swederus, 1787) em flores de *Stenolobium stans* (Juss.) Seem (Bignoniaceae) e relatado por (Dutra e Machado, 2001). Os comportamentos apresentados por *A. mellifera* durante as visitas, podem ser entendidos como estratégia para aperfeiçoar as atividades de forrageamento nos capítulos florais de girassol.

3.6 Comportamento forrageiro de *Exomalopsis* (*Phanomalopsis*) sp

O deslocamento de *E.* (*Phanomalopsis*) sp na área de forrageamento, deu-se entre os capítulos dos girassóis ou acima deles. *E.* (*Phanomalopsis*) sp pousa diretamente sobre as flores do capítulo, mas algumas destas abelhas pousam nas lígulas e caminham sobre o capítulo a procura das flores que disponibilizam recursos e ao encontrá-las, inserem parte da cabeça no tubo da corola para alcançar o néctar. A exploração das flores pelos indivíduos de *E.* (*Phanomalopsis*) sp foi aleatória e foram vistos alguns indivíduos deste grupo retornando algumas vezes a flores que já tinham sido visitadas por ele mesmo, segundos antes.

A exploração das flores seguindo um padrão aleatório de forrageamento é justificável para abelhas desse gênero, pois ainda que elas desenvolvessem uma estratégia diferente, buscando otimizar a extração de recursos florais em inflorescências como os capítulos dos girassóis, tal informação não seria compartilhada, ou mesmo transmitida aos seus descendentes, por se tratarem de abelhas que não apresentam sobreposição de gerações.

3.7 Comportamento *versus* polinização

As inflorescências do girassol apresentam todas as flores férteis em tamanho uniforme, tal característica confere à inflorescência uma superfície plana que funciona como plataforma de pouso para as abelhas. A proximidade entre as flores do capítulo tende a favorecer a polinização, uma vez que aumenta a chance de as anteras e os estigmas serem tocados pelos insetos que caminham sobre as flores. O comportamento de visita de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp permite que as anteras contendo pólen e os estigmas receptivos, sejam tocados por ela no momento das visitas. O contato das abelhas com os estigmas e o pólen pode ocorrer independente do tipo de recurso floral que está sendo coletado pelas abelhas.

Em uma avaliação dos visitantes florais do girassol no Recôncavo Baiano, a abelha *A. mellifera* foi considerada por Machado e Carvalho (2006), como o principal polinizador do girassol. Além disso, a combinação entre *A. mellifera* e outras espécies de abelhas visitando concomitantemente o girassol, contribui significativamente com a melhoria da polinização dessa cultura (DeGrandi-Hoffman e Watkins, 2000). Outros autores como Mcgregor (1976), Dag et al. (2002) e Moreti (2005), também conferiram a *A. mellifera* o *status* de principal polinizadora do girassol.

4 Conclusões

No geral, a frequência das abelhas *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras de néctar nos capítulos florais do girassol foi superior e significativamente diferente em relação a frequência daquelas coletoras de pólen. Não existe um padrão de proporcionalidade entre operárias de *A. mellifera* coletoras de néctar e pólen. A frequência de *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp coletoras de pólen e de néctar em capítulos florais de girassol, diferiu proporcionalmente entre os períodos I- 14/07 a 09/08/2011, II- 29/08 a 14/09/2011 e III- 07/03 a 30/03/2012 de avaliação. Tanto o néctar quanto o pólen foram atrativos para *A. mellifera* e *E.* (*Phanomalopsis*) sp, mas a maioria dos visitantes dessas duas espécies preferiram coletar o néctar.

No geral, a chance de *A. mellifera* visitar os capítulos do girassol foi 140,7% maior em relação a *E*. (*Phanomaloposis*) sp, tendo sido maior durante a manhã entre as 6h00min e 9h00 min com destaque para o período entre 6h00min e 7h00min. As variáveis, umidade relativa média do ar e os períodos de diferentes horários influenciaram significativamente o comportamento de visita das *A. mellifera* e *E*. (*Phanomalopsis*) sp aos capítulos de girassol. O comportamento e a frequência das visitas de *A. mellifera* e *E*. (*Phanomalopsis*) sp tornam estas espécies polinizadoras efetivas da cultura de girassol.

5 Referências

Andrada, A.; Valle, A.; Paoloni, P.; Gallez, L. (2004). Pollen and nectar sources used by honeybee colonies pollinating sunflower (*Helianthus annuus*) in the Colorado River Valley, Argentina. Boletim da Sociedade Argentina de Botânica, 39(1-2), p75 - 82.

Agresti, A. (2003). Categorical data analysis, 2nd Edition, Jonh Wiley and Sons: New York. 198p.

Basualdo, C.; Sgroy, V.; Finola, M. S.; Marioli, J. M. (2007). Comparison of the antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated from skin wounds.Veterinary Microbiology, 124, p375-381.

Charrière, J. D.; Imdorf, A.; Koenig, C.; Gallmann, S.; Kuhn, R. (2010). Do sunflowers influence the development of honey bee, *Apis mellifera*, colonies in areas with diversified crop farming? Journal of Apicultural Research, 49(3), p227-235.

Charrière, J. D.; Imdorf, A.; Koenig, C.; Gallmann, S.; Kuhn, R. (2006). Cultures de tournesol et développement des colonies d'abeilles mellifères. Revue Suisse Agriculture, 38 (5), p269-274.

Dag, A.; Lior, E.; Afik, O. (2002). Pollination of confection sunflowers (*Helianthus annuus* L.) by honey bees (*Apis mellifera* L.). American Bee Journal, Hamilton, 142(6), p443-445.

DeGrandi-Hoffman, G.; Watkins, J. C. (2000). The foraging activity of honey bees *Apis mellifera* and non-*Apis* bees on hybrid sunflowers (*Helianthus annuus*) and its influence on cross-pollination and seed set. Journal of Apicultural Research, 39(1/2), p37-45.

Di Pasquale, G.; Salignon, M.; Le Conte, Y.; Belzunces, L. P.; Decourtye, A.; Kretzschmar,

A.; Suchail, S.; Brunet, J-L.; Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? Plos One, 8(8), p1-13.

Dutra, J. C. S.; Machado, V. L. L. (2001). Ecologia, comportamento e bionomia - Entomofauna visitante de *Stenolobium stans* (Juss) Seem (Bignoniaceae), durante o período de floração. Neotropical Entomology, 30(1), p43-53.

Field, A. (2009). Discovering statistics using SPSS: and sex and drugs and rock 'n' roll (3rd edition). London: Sage, p264-315.

Free, J. B. (1993). Insect pollination of crops. London: foraging behaviour of bees. Academic Press, 684 p.

Huang, Z. Y. (2012). Pollen nutrition affects honey bee stress esistance. Terrestrial Arthropod Reviews, 5, p175–189.

Machado, C. S.; Carvalho, C. A. L. (2006). Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes do capítulo de girassol no recôncavo baiano. Ciência Rural, Santa Maria, 36(5), p1404-1409.

Malerbo-Souza, D. T.; Nogueira-Couto, R. H.; Toledo, V. A. A. (2004). Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.) e produção de frutos. Acta Scientiarum: Animal Sciences, 26(1), p1-4.

Marchini, L. C.; Moreti, A. C. (2003). Comportamento de coleta de alimento por *Apis mellifera* l., 1758 (Hymenoptera, Apidae) em cinco espécies de *Eucalyptus*. Archivo Latinoamericano de Produção Animal, 11(2), p75-79.

Maroco, J. (2007). Análise Estatística: com utilização do SPSS. Lisboa: Edições Sílabo, 983p.

McGregor, S. E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. Washington: USDA 411p.

Moreti, A. C. de C. C. (2005). Polinização: o principal produto das abelhas. In: Congresso baiano de apicultura e encontro de meliponicultura e feira estadual 3, Vitória da Conquista. Anais... Vitória da Conquista: SEAGRI, p28-63.

Morgado, L. N.; Carvalho, C. F.; Souza, B.; Santana, M. P. (2002). Fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) nas flores de girassol *Helianthus annuus* L., em Lavras – MG. Ciências agrotecnicas, 26(6), p1167-1177.

Nascimento, W. M.; Gomes, E. M. L; Batista, E. A.; Freitas, R. A. (2012). Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. Horticultura Brasileira, 30(1), p494-498.

Paiva, G. J.; Terada, Y.; Toledo, V. A. A. (2002). Behavior of *Apis mellifera* L. africanized honeybees in sunflower (*Helianthus annuus* L.) and evaluation of *Apis mellifera* L. colony inside covered area of sunflower. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 24(4), p851-855.

Paulino, F. D. G.; Marchini, L. C.; Silva, L. A. C. (2003). Comportamento forrageiro de *Apis mellifera* L. 1758 em panículas da nogueira macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche). Revista de Ciência Agronômica, 34, p5-9.

Pegoraro, A.; Chaves Neto, A. (2005). Disponibilidade de alimento coletado por operárias da abelha africanizada em função dos fatores ambientais. Scientia Agrária, 6(1-2), p35-39.

Pegoraro, A.; Chaves Neto, A. Lazzari, S. M. N.; Silva, B. K. R. (2011). Forrageamento da abelha africanizada na florada da bracatinga. Archives of Veterinary Science, 16(2), p1-8.

Roubik, D. W. (1989). Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press (Cambridge Tropical Biology Series), 514p.

Queiroz, N. M. de O. B.(2004). Regressão logística – uma estimativa bayesiana aplicada na identificação de fatores de risco para HIV, em doadores de sangue. Dissertação de Mestrado em Biometria da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE, 94p.

Rozen, J. G. (1984). Comparative nesting biology of the bee tribe Exomalopsini (Apoidea, Anthophoridae). American Museum of Natural History, p1-24.

Silva, R. A.; Fernandes, D.; Bezerra, L.; Costa Silva, W. S.; Barreto de Lima, A. B. (2010). Forrageamento de *Apis mellifera* L. em oiticica (*Licania rigida*). Archivos de Zootecnia, 59 (227), p443-445.

Silveira, F. A.; Melo, G. A.; Almeida, E. A. B. (2002). Abelhas Brasileiras, Sistemática e Identificação. Belo Horizonte, 235p.

Silveira Neto, S.; Nakano, O.; Barbin, D.; Villa Nova, N. A. (1976). Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo: Agronômica Ceres, 419p.

Toledo, V. A. A.; Malerbo-Souza, D. T.; Filho, J. C. S.; Pinto, A. S.; Ruvulo-Takasusuk, M. C. C.; Chambó, E. D. (2011). Biodiversidade de agentes polinizadores e seu efeito na produção de grãos em soja var. Mon soy 3329. Revista Varia Scientia Agrárias, 2(1), p123-130.

Torretta, J. P.; Medan, D.; Alsina, A. R.; Montaldo, N. H. (2010). Visitantes florales diurnos del girasol (*Helianthus annuus*, Asterales: Asteraceae) en la Argentina. Revista Sociedad Entomologica Argentina, 69 (1-2), p17-32.

Vitali-Veiga, M. J.; Machado, V. L. L. (2001). Entomofauna visitante de *Gleditsia triacanthos* L. – Leguminosae durante o seu período de floração. Bioikos, PUC – Campinas, 15(1), p29-38.

Zajácz, E.; Szalai, T.; Meszaros, G. (2008). Evaluation of the apicultural value of sunflower hybrids. Acta Agronomica Hungarica, 56(1), p91-97.