



**Universidade Federal de Uberlândia**  
**Instituto de Biologia**  
**Programa de Pós-Graduação em**  
**Ecologia e Conservação de Recursos Naturais**



**ABELHAS VISITANTES FLORAIS EM UM FRAGMENTO  
DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM  
UBERLÂNDIA-MG**

**Isabel Farias Aidar**

**Profa. Dra. Fernanda Helena Nogueira-Ferreira**

**Orientadora**

**UBERLÂNDIA - MG**

**FEVEREIRO 2014**

**Isabel Farias Aidar**

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS EM UM FRAGMENTO  
DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM  
UBERLÂNDIA-MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Orientadora

Profa. Dra. Fernanda Helena Nogueira-Ferreira

UBERLÂNDIA - MG  
Fevereiro - 2014

**Isabel Farias Aidar**

**ABELHAS VISITANTES FLORAIS EM UM FRAGMENTO DE  
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM UBERLÂNDIA-  
MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Maria Cristina Gaglianone - UENF  
(Titular)

---

Profa. Dra. Solange Cristina Augusto - UFU  
(Titular)

---

Profa. Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira - UFU  
(Orientadora)

---

Profa. Dra. Celine de Melo – UFU  
(Suplente)

UBERLÂNDIA  
Fevereiro 2014

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de estar aqui concluindo mais uma etapa em minha vida.

A toda minha família, especialmente meus pais, Nívia e Hélio por terem me proporcionado toda a educação e apoio necessário para que eu chegasse até aqui, mas principalmente pelo amor e carinho que me fizeram ser a pessoa que sou hoje.

Ao meu namorado Jefferson, por todos os momentos de companheirismo, apoio, conselhos e incentivos, principalmente nessa reta final, quando eu mais precisei. A cada dia percebo o quanto sua presença é importante em minha vida. Obrigada por tudo!

À professora Dra. Fernanda Helena Nogueira-Ferreira, por todos esses anos de orientação, apoio, trabalho e ensinamentos. Mais que uma orientadora, é uma pessoa especial e admirável, que está sempre pronta a ajudar dentro ou fora da Universidade.

A todos os amigos do Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) pela ajuda em campo, identificações e discussões sobre o trabalho. Agradeço em especial, aos amigos, Alexandre, Bruno, Camila, Giselle, Jaqueline, Laíce, Maíra e Thiago, por toda a ajuda e, sobretudo, pelo afeto construído que vai além das portas do laboratório.

Aos amigos, Thaise, Cecílio, Flávia, Miriam, Baila e Thaíssa, que sempre me apoiaram e acompanharam nessa jornada. Obrigada a todos pelos momentos de cumplicidade e de alegria!

À professora Dra. Solange Cristina Augusto e à Dra. Maria Cristina Gaglianone por aceitarem participar da banca examinadora desta dissertação.

À professora Dra. Celine de Melo por aceitar participar como membro suplente da banca examinadora desta dissertação.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, da Universidade Federal de Uberlândia, por todo o aprendizado proporcionado e à Maria Angélica, pelo apoio prestado durante todo o curso.

Às secretárias Helena e Luiza, do Instituto de Biologia (INBIO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), pela prontidão e agilidade nos serviços que facilitaram minhas idas ao campo.

Aos proprietários da Fazenda da Fazenda São José, Uberlândia-MG, por permitirem o desenvolvimento deste trabalho em sua área.

Ao Dr. Fernando Amaral da Silveira e aos alunos, do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas da Universidade Federal de Minas Gerais, em especial, Rodolfo, Igor e José pela identificação das abelhas. Sou grata a todos por terem me recebido tão bem no laboratório e apoiado nas identificações.

À Dra. Silvia Regina Menezes Pedro e ao Dr. Sidnei Mateus pela identificação das abelhas do grupo Meliponina.

Aos professores Dr. Ivan Schiavini, Dr. Glein Monteiro Araújo, à Dra. Ana Angélica Barbosa, à Ms. Betânia, ao Ms. Danilo, à Ms. Ana Isa e ao Biólogo Pacheco pela identificação das plantas e às técnicas do *Herbarium Uberlandense* (HUFU) em especial à Bia, pelo apoio prestado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Ao órgão de fomento Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

## Sumário

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. Introdução Geral .....	1
1.1. Diversidade e Ecologia de Abelhas .....	1
1.2. Importância e conservação das abelhas .....	3
1.3. Redes de Interações Abelha-Planta .....	5
1.4. Estudo de estrutura de Guilda .....	7
2. Objetivo e apresentação da dissertação .....	8
3. Referências Bibliográficas .....	9
4. Capítulo 1 - Comunidade de abelhas e suas visitas às flores em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual .....	15
4.1. Resumo .....	15
4.2. Abstract .....	16
4.3. Introdução .....	17
4.4. Metodologia .....	19
4.4.1 Área de estudo .....	19
4.4.2. Coleta de dados .....	20
4.4.3. Análise de dados .....	21
4.5. Resultados .....	22
4.6. Discussão .....	32
4.7. Agradecimentos .....	38
4.8. Referências Bibliográficas .....	39
5. Capítulo 2 - Guilda de abelhas visitantes florais de <i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell (Convolvulaceae) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual .....	46
5.1. Resumo .....	46
5.2. Abstract .....	47
5.3. Introdução .....	48
5.4. Metodologia .....	51
5.4.1. Área de estudo .....	51
5.4.2. Planta Focal .....	51
5.4.3. Coleta de dados .....	52
5.4.4. Análise de dados .....	54

<b>5.5. Resultados .....</b>	<b>55</b>
<b>5.6. Discussão .....</b>	<b>62</b>
<b>5.7. Agradecimentos .....</b>	<b>66</b>
<b>5.8. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>67</b>
<b>6. Considerações Gerais .....</b>	<b>70</b>

## RESUMO

Aidar, I. F. Abelhas visitantes florais em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia-MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, UFU. Uberlândia-MG. 70 p.

Estudos sobre dinâmicas de abelhas nos ecossistemas são importantes para a compreensão da diversidade de populações e das interações entre as espécies. As abelhas buscam nas plantas recursos necessários para sobrevivência, como pólen, néctar, óleo e resina. Além disso, são os polinizadores mais eficazes de plantas nativas, exercendo um importante papel na manutenção das florestas. Redes de interações abelha-planta podem fornecer informações úteis para a conservação e manejo de polinizadores. O estudo da guilda de abelhas é um ponto de partida para entendermos a estrutura da comunidade, permitindo ainda o conhecimento de outros aspectos ecológicos, como a partição de recursos e a competição. O objetivo deste trabalho foi inventariar e construir a rede de interações abelha-planta em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em Uberlândia e estudar a estrutura de guilda de abelhas visitantes florais da planta mais atrativa, no mesmo local. As abelhas foram coletadas com redes entomológicas nas flores em um transecto de 200m na borda do fragmento e sacrificadas em câmara mortífera contendo acetato de etila. A cada horário amostrado foram registradas a temperatura e a umidade relativa do ar utilizando-se um termo-higrômetro digital. Na primeira etapa, o trabalho foi desenvolvido entre outubro de 2010 e setembro de 2011, mensalmente, das 8h00min às 14h30min. Na segunda etapa, as coletas foram realizadas entre abril e junho de 2012 e 2013, por uma hora e meia a cada dia amostrado, entre 7h00min e 17h30min. Foi calculado o índice NODF da rede de interações abelha-planta e a centralidade por intermédio. Na segunda etapa, as abelhas foram medidas com um paquímetro digital e classificadas em 5 classes de tamanho. Para analisar a partição temporal por recursos das abelhas visitantes florais da planta mais atrativa, foi realizado o teste Kruskal-Wallis entre as espécies mais abundantes para cada horário e entre a classe de tamanho e abundância das abelhas para cada um dos horários amostrados. Para analisar a atividade de forrageamento dessas abelhas ao longo do dia, realizou-se uma Análise de Variância (ANOVA) das abundâncias de abelhas nos horários de visita. Também foi realizado o teste Kruskal-Wallis entre a classe de tamanho das abelhas e sua abundância em todo o estudo. A rede de interações apresentou-se aninhada (NODF = 10.97;  $p = 0.03$ ) e foi composta por 67



espécies de abelhas e 25 espécies de plantas, sendo que as espécies de abelha e planta que apresentaram maiores índices de centralidade foram *Apis mellifera* e *Merremia macrocalyx*, respectivamente. Na segunda etapa do trabalho, foram amostradas 55 espécies de abelhas visitando a planta mais atrativa encontrada no local (*M. macrocalyx*). A abundância diferiu significativamente entre os horários de visita ( $F=7.415$ ;  $p < 0.001$ ) e entre as classes de tamanho ( $H=112.245$ ,  $p<0.001$ ), porém não houve partição temporal. A rede de interações abelha-planta gerada é aninhada, o que lhe confere estabilidade, demonstrando sua importância para a conservação do fragmento. *Merremia macrocalyx* mostrou-se uma espécie importante na atratividade das abelhas, desempenhando um papel chave na manutenção da comunidade.

**Palavras-chave:** Rede de interações abelha-planta, espécie-chave, guilda de abelhas.

## ABSTRACT

Aidar, I. F. Flower-visiting bees in a Semideciduous Forest fragment in Uberlândia-MG. MSc. thesis in Ecology and Conservation of Natural Resources. UFU. Uberlândia-MG. 71p.

Studies of bees dynamics on ecosystems are important for understanding the diversity of populations and interactions between species. The bees seek in plants the resources needed to survival, such as pollen, nectar, oil and resin. Also, are the most effective pollinators of native plants, playing an important role in maintenance of forests. Bee-plant interactions networks can provide useful information for conservation and management of pollinators. The study of the bees guild is a starting point for understanding the community structure, still allowing the knowledge of other environmental aspects such as resources partition and competition. This study aimed to identify and build the bee-plant interactions network, in a Semideciduous Forest (SF) fragment in Uberlândia and study the guild structure of flower-visiting bees of the most attractive plant at the same location. Bees were collected with entomological nets on flowers in a 200m transect at forest edge and sacrificed in a chamber with ethyl acetate. Temperature and relative umidity were recorded hourly using a digital thermo-hygrometer. In the first stage, the study was conducted between October 2010 and September 2011, monthly, from 8h00 AM to 2:30 PM. In the second stage, samples were collected between April and June 2012 and 2013, for an hour and a half each day sampled, during the activity period from 7h00 AM to 5:30 PM. The NODF index of the bee-plant interactions network and betweenness centrality was calculated. In the second stage, bees were measured with a digital caliper and classified into 5 size classes. To analyze the temporal partition of floral resources by bees visiting the most attractive plant, the Kruskal-Wallis test was performed between the most abundant species for each horary and between the size class and bee abundance for each of the sampled horary. To analyze the bees activity foraging throughout the day, we did an Analysis of Variance (ANOVA) between bee abundance and the visit horary. The Kruskal-Wallis test was also conducted between the bees size class and their abundance throughout the study. The interactions network was nested (NODF = 10.97 ,  $p = 0.03$ ) and composed of 67 bee species and 25 plant species, and the bee and plant species that had higher centrality were *Apis mellifera* and *Merremia macrocalyx* respectively. In the second

stage of this study, we found 55 bee species visiting the most attractive plant (*M. macrocalyx*) at the site. Abundance differed significantly between visiting hours ( $F = 7.415$ ,  $p < 0.001$ ) and between size classes ( $H = 112,245$ ,  $p < 0.001$ ), but there was no temporal partition. The bee-plant interactions network generated is nested, which gives it stability, demonstrating its importance for the fragment conservation. *Merremia macrocalyx* proved to be an important species in the attractiveness of bees, performing a key role in maintaining the community.

**Key words:** Bee-plant interactions network, key species, guild of bees.

# **Abelhas visitantes florais em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia-MG.**

## **1. Introdução Geral**

### **1.1. Diversidade e Ecologia de Abelhas**

Há aproximadamente 20.000 espécies de abelhas descritas em todo o mundo, distribuídas em 7 famílias (Michener 2000). No Brasil são encontradas 5 famílias e estima-se que existam aproximadamente 3.000 espécies (Silveira *et al.* 2002).

Estudos da dinâmica de populações nos ecossistemas são importantes para compreensão da diversidade de abelhas e das interações entre as espécies. No Cerrado já foram realizados alguns levantamentos de espécies de abelhas (Andena *et al.* 2005, Carvalho & Bego 1996, Carvalho 2009, Gottsberger 1998, Mateus 1998, Pedro 1992, Santos 2010, Silveira 2010, Silveira & Campos 1995, Siqueira 2007). Silveira & Campos (1995) concluíram em uma compilação de dados de trabalhos realizados com abelhas no Cerrado dos estados de Minas Gerais e São Paulo, que as faunas locais são relativamente ricas em espécies, com grande percentual de espécies raras; a densidade populacional é relativamente baixa e há grande variação na composição das faunas locais, aparentemente relacionadas à variação da composição florística.

As abelhas buscam na natureza recursos necessários para nidificação, alimentação e reprodução como pólen, néctar, óleos, fragrâncias e outros (Roubik 1989). Diferentes espécies de abelhas podem forragear em horários diferentes e/ou concentrar-se em certas espécies de plantas para obter esses recursos (Macedo & Martins 1999). É necessária uma fonte adequada de néctar, com concentração

suficientemente elevada para atrair as abelhas para visita  o. Dessa maneira, a secre  o de néctar    importante para atrair os insetos às flores, o que pode favorecer a poliniza  o (Coelho *et al.* 2008).

Robertson (1925) foi o primeiro pesquisador a reconhecer que algumas espécies de abelhas não coletam o pólen em flores de forma aleatória, mas apresentam especificidade floral, coletando pólen apenas em um número limitado de espécies de plantas. Ele introduziu os termos monolítico, oligol  tico e polilático para distinguir abelhas especialistas de generalistas. Essa classifica  o foi revisada e atualizada mais recentemente por Cane & Sipes (2006) e Müller & Kuhlmann (2008), que introduziram novos termos como oligol  tico restrito, oligol  tico amplo, oligol  tico eclético, polilático com forte preferência e mesolítico, de acordo com o número de espécies de plantas de diferentes táxons visitadas por determinada espécie de abelha.

Espécies de abelhas especializadas não conseguem se desenvolver ao coletar pólen de plantas não-hospedeiras, indicando que o pólen de alguns táxons de plantas possuem propriedades desfavoráveis ou de prote  o que dificultam sua digestão (Praz *et al.* 2008). Isso sugere que o sucesso na utiliza  o do pólen por abelhas em geral, requer adapta  es fisiológicas especiais para lidar com produtos químicos secundários tóxicos de seus hospedeiros (Murray *et al.* 2009).

O a   ar presente no néctar    a principal fonte de carboidratos na dieta das abelhas, sendo consumido por adultos como fonte de energia e misturado com pólen para fazer o alimento larval (Michener 2000). Além disso, o néctar também cont  m alguns aminoácidos, e, portanto, pode contribuir para a obten  o de nitrogênio das abelhas (Michener 2000).

A oferta de alimento no ambiente    muito importante para as abelhas, porém    necessário condi  es de voo favoráveis para que elas possam ir    procura dos recursos

(Kleinert *et al.* 2009). Esse aspecto é determinado por fatores abióticos, sendo que, espécies capazes de atuar em faixas mais amplas de temperatura e umidade relativa, por exemplo, podem ter vantagens sobre as demais (Kleinert *et al.* 2009).

As abelhas só iniciam sua atividade de voo depois que a temperatura atingir um valor mínimo, o qual varia entre as espécies e está negativamente relacionado ao tamanho da abelha (Silveira *et al.* 2002, Teixeira & Campos 2005). Apesar de muitas espécies apresentarem faixas ótimas semelhantes de temperatura e de umidade relativa, os períodos de maior atividade de voo tendem a ser distintos, o que leva a partição temporal de recursos florais (Kleinert *et al.* 2009).

A temperatura, a umidade relativa, a intensidade luminosa e a velocidade do vento são os principais fatores abióticos que exercem influência sobre a atividade de voo das abelhas (Kleinert *et al.* 2009, Sommeijer *et al.* 1983), afetando também, no caso das abelhas sociais, a taxa de construção de células de cria e quantidade de alimento estocado (Sommeijer *et al.* 1983, Ramalho *et al.* 1985 e 1989, Roubik 1989).

## **1.2. Importância e conservação das abelhas**

As abelhas são os polinizadores mais eficazes de diversas plantas nativas e cultivadas (Batra 1995, Castro *et al.* 2006), contribuindo para cerca de 15 a 30% da produção de alimentos no mundo (McGregor 1976). Além disso, a maioria das espécies de árvores de florestas tropicais é polinizada por insetos, geralmente abelhas (Michener 2000), as quais também desempenham o papel mais importante na polinização das plantas do cerrado (Anacleto & Marchini 2005).

Esses animais exercem, portanto, uma importante função na manutenção das plantas e animais que delas dependem (Michener 2000, Imperatriz-Fonseca *et al.* 2012).

A preservação das abelhas é de extrema importância para manter as árvores produzindo sementes férteis, garantindo sua reprodução e consequentemente, preservação das florestas (Aidar 2010). Porém, populações de abelhas têm sido drasticamente reduzidas em várias regiões, devido a atividades humanas, como a destruição de habitats pela agricultura e o uso abusivo de agrotóxicos (Michener 2000, Freitas *et al.* 2009).

A remoção da vegetação nativa afeta populações de abelhas basicamente devido à alteração e perda de recursos florais e de nidificação (Kremen *et al.* 2004). Por sua vez, o empobrecimento de polinizadores pode causar alterações no fluxo gênico dentro e entre as populações de plantas em fragmentos florestais (Engel *et al.* 1998).

Preocupações sobre uma potencial “crise global de polinizadores” têm sido levantadas por mais de uma década (Murray *et al.* 2009). Em 1998, ocorreu uma importante reunião internacional no Instituto de Biociências da USP, em São Paulo, na qual o tema conservação e uso sustentado dos polinizadores foi amplamente discutido, por cerca de 60 especialistas do mundo todo e resultou em um documento para a implantação da Iniciativa Internacional dos Polinizadores (IPI) (Imperatriz-Fonseca *et al.* 2007).

Assim, em 2000, na Conferência das Partes da Convenção de Diversidade Biológica realizada em Nairobi, foi criada a Iniciativa Internacional dos Polinizadores, com objetivos, dentre outros, de monitorar o declínio de polinizadores, suas causas e seu impacto no serviço de polinização e, promover a conservação, a restauração e o uso sustentável desses animais na agricultura e ecossistemas relacionados (Imperatriz-Fonseca *et al.* 2007).

A IPI forneceu subsídios teóricos para o planejamento e desenvolvimento de ações regionais, como a Iniciativa Brasileira de Polinizadores, que surgiu como um

fórum potente permitindo a comunicação com outros esforços regionais, bem como a organização das informações sobre as abelhas no país (Freitas *et al.* 2009).

Os esforços para conservar a fauna de abelhas nativas incluem a ampliação do conhecimento sobre a riqueza e a diversidade de abelhas (pesquisas padronizadas, organização e catalogação das coleções e identificação de espécies de abelhas) e de sua dinâmica populacional, sensibilização da opinião pública, conscientização dos tomadores de decisões políticas e preservação do habitat das abelhas (Freitas *et al.* 2009).

Iniciativas para ampliar as informações sobre polinização como a Iniciativa Internacional de Polinizadores, criada em 2000, e a Iniciativa Brasileira de Polinizadores, formalizada em 2004, são ferramentas poderosas para esclarecer e envolver o governo, o público em geral e os pesquisadores em esforços coordenados para ampliar o conhecimento e contribuir para mitigar o impacto negativo de atividades ameaçadoras para as abelhas na América Latina (Byrne & Fitzpatrick 2009, Freitas *et al.* 2009).

### **1.3. Redes de Interações Abelha-Planta**

Uma “rede” é um objeto matemático formado por um conjunto de elementos chamados vértices, que se ligam por conexões, as quais representam interações e são chamadas de ligações ou links (Cruz 2012). No contexto da Ecologia de Comunidades, espécies e comunidades interagem continuamente em sistemas que podem ser descritos como redes de interações ecológicas (Cruz 2012). Estudos de redes se tornaram populares a partir da década de 1950, porém a abordagem de redes é usada em ecologia



desde a década de 1940, quando começaram os trabalhos clássicos sobre antagonismos, cadeias alimentares e fluxos de matéria e energia nos ecossistemas (Mello 2010).

Abordagens de rede em pesquisas ecológicas enfatizam o padrão de interações entre as espécies, não somente identificando as espécies que constituem uma comunidade, mas estabelecendo ligações entre elas (Bascompte 2009). Estrutura de redes de interação tem importantes implicações para a coexistência e estabilidade de espécies e processos de coevolução (Bascompte & Jordano 2007). A teoria de redes permitiu a descoberta de fatores interessantes sobre os sistemas mutualistas (Mello 2010), onde a maioria das espécies fazem poucas interações e algumas poucas espécies revelam alto número de interações (Bascompte & Jordano 2007).

Uma propriedade das redes mutualísticas animal-planta é que elas tendem a ser altamente aninhadas, o que significa que as espécies generalistas interagem fortemente entre si formando um núcleo denso de interações em que o resto da comunidade é anexado (Bascompte *et al.* 2003). Acredita-se que o aninhamento aumente a resistência do sistema a extinções, já que as espécies com poucas interações interagem com as generalistas, que costumam suportar melhor as adversidades ambientais (Mello 2010).

Outra propriedade que o estudo de redes pode evidenciar é o índice de centralidade, que tem grande importância para a estrutura e estabilidade da rede (Martín Gonzales *et al.* 2010). Medidas de centralidade podem ser usadas para identificar as espécies-chave em redes ecológicas, uma questão importante na ecologia de comunidades (Martín Gonzales *et al.* 2010).

Ecólogos identificam como espécies-chave, aquelas espécies que, se removidas, podem resultar no desaparecimento de pelo menos metade da assembleia considerada, portanto, sua presença é crucial na manutenção da organização e diversidade da comunidade ecológica (Mills *et al.* 1993). Devido a isso, biólogos têm defendido

espécies-chave como alvos especiais em esforços para maximizar a proteção ambiental (Soulé & Simberloff 1986) e como prioridade de proteção (Cox *et al.* 1991).

No Brasil, poucos trabalhos têm sido publicados com redes de interação entre abelha e flor, a maioria na Caatinga e no Cerrado (Andena *et al.* 2012, Bezerra *et al.* 2009, Pigozzo & Viana 2010, Santos *et al.* 2010), porém todos apresentam padrões semelhantes, resultando em redes aninhadas.

#### **1.4. Estudo de estrutura de Guilda**

Root (1967), o primeiro pesquisador a utilizar o termo “guilda”, o definiu como um grupo de espécies que explora a mesma classe de recursos ambientais de maneira semelhante. O termo guilda agrupa espécies que se sobrepõem de forma significativa em suas necessidades de nicho, sem levar em consideração a sua posição taxonômica (Root 1967). Membros de uma guilda são moldados por adaptações a uma mesma classe de recursos e também por competição entre eles (Root 1967).

O estudo da estrutura de guildas de abelhas visitantes florais pode ser um ponto de partida para uma melhor compreensão sobre a comunidade de abelhas existentes em fragmentos de floresta (Carvalho 2009), permitindo enfocar aspectos da ecologia, como partição de recursos e competição (Johnson & Hubbell 1974). Algumas plantas podem funcionar como espécies-chave, atraindo parcelas expressivas de espécies presentes numa dada região, mantendo populações de abelhas (Carvalho & Oliveira 2010).

A guilda de abelhas visitantes florais pode ser formada por muitas espécies que compartilham ou disputam um mesmo recurso floral. Para a obtenção desse recurso, diferentes estratégias de forrageamento podem ser utilizadas pelas abelhas a fim de evitar a competição interespecífica e permitir a coexistência entre elas (Carvalho 2009).

Quando a competição interespecífica é intensa, ela pode levar à eliminação de uma espécie pela outra, e devido a esse potencial, a competição é um fator importante na determinação de quais espécies podem coexistir em um determinado habitat (Ricklefs 2003).

Estudos de estrutura de guildas de abelhas têm sido realizados focando diferentes espécies de plantas, que podem funcionar como espécies-chave (Carvalho & Oliveira 2010, Macedo & Martins 1999), atraindo parcelas expressivas de espécies de abelhas presentes em uma determinada região, contribuindo para a manutenção de suas populações (Carvalho & Oliveira 2010).

## **2. Objetivo e apresentação da dissertação**

A dissertação foi estruturada em dois capítulos apresentados em forma de artigos. O capítulo 1 foi redigido segundo as normas estabelecidas pela revista *Journal of Tropical Ecology* e teve como objetivo realizar um inventário de espécies de abelhas visitantes florais em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. O capítulo 2 foi organizado de acordo com as normas estabelecidas pela revista *Neotropical Entomology*, e teve como objetivo estudar a estrutura da guilda de abelhas visitantes florais de *Merremia macrocalyx*, espécie-chave mais atrativa para as abelhas no fragmento estudado.

### 3. Referências Bibliográficas

- AIDAR, D. S. 2010. *A Mandaçaia*. Funpec, Ribeirão Preto, SP. 162pp.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 2002. A vida de uma abelha solitária. *Ciência Hoje* 179:60-62.
- 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* 27:277-284.
- ANDENA, S. R., BEGO, L. R. & MECHI, M. R. 2005. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. *Rev. bras. Zoociências* 7:55-91.
- BASCOMPTE, J. & JORDANO, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annu.Rev.Ecol.Evol.Syst.* 38:567–93
- BASCOMPTE, J. 2009. Disentangling the Web of Life. *Science* 325:416-419.
- BASCOMPTE, J., JORDANO, P., MELIA, C. J. & OLESEN, J. M. 2003. The nested assembly of plant–animal mutualistic networks. *PNAS* 100: 9383-9387.
- BATRA, S. W. T. 1995. Bees and pollination in our changing environment. *Apidologie* 26:361-370.
- BEZERRA, E. L. S., MACHADO, I. C. & MELLO, M. A. R. 2009. Pollination networks of oil-flowers: a tiny world within the smallest of all worlds. *Journal of Animal Ecology* 78:1096–1101.
- BYRNE, A., FITZPATRICK, U. 2009. Bee conservation policy at the global, regional and national levels. *Apidologie* 40:1-17.
- CANE J. H., SIPES S. 2006. Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. Pp. 99–122 in: Waser N.M., Ollerton J.

(Eds.), *Plant-pollinator interactions from specialization to generalization*. University of Chicago Press, Chicago.

CARVALHO, A. M. C & BEGO, L. R. 1996. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Revta bras. Ent.* 40:147-156.

CARVALHO, A. M. C & OLIVEIRA, P. E. A. M. 2010. Estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) em vegetação do cerrado. *Oecologia Australis* 14:40-66.

CARVALHO, A. M. C. 2009. *Guilda de abelhas e outros visitantes de Matayba guianensis (Sapindaceae) em vegetação de Cerrado*. 2009. 147p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

CASTRO M. S., KOEDAM D., CONTRERA F. A. L., VENTURIERI G., PARRA G. N., MALAGODI-BRAGA K. S., CAMPOS L. O., VIANA M., CORTOPASSI-LAURINO M., NOGUEIRA-NETO P., PERUCHETTI R. C., IMPERATRIZ-FONSECA V. L. 2006. Stingless Bees, p. 75-88. In: IMPERATRIZ-FONSECA V. L., SARAIVA A. M., JONG D. (Org.). *Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices*. Holos, Ribeirão Preto, SP.

COELHO, M. S., SILVA, J. H. V., OLIVERIA, E. R. A., ARAÚJO, J. A. & LIMA, M. R. 2008. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. *Caatinga* 21:01-09.

COX, P. A., ELMQVIST, T., PIERSON, E. E. & RAINEY, W. E. 1991. Flying Foxes as Strong Interactors in South Pacific Island Ecosystems: A Conservation Hypothesis. *Conservation Biology* 5:448-454.

CRUZ, C. P. T. 2012. *Influência da Filogenia em redes de interações ecológicas*. 125 p. Tese (Doutorado em Física), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

- ENGEL, V. L., FONSECA, R. C. B.; OLIVEIRA, R. E. 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 32:43-64.
- FARIA-MUCCI, G. M., MELO, M. A. & CAMPOS, L. A. O. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. Pp. 241-256 in: Melo G. A. R. & Alves-dos-Santos, I. Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure. UNESCO, Criciúma.
- FREITAS, B. M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., MEDINA, L. M., KLEINERT, A. M. P., GALETTO, L., NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUÁN, J. J. G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40:332-346.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., CANHOS, D. A. L., ALVES, D. A. & SARAIVA, A. M. 2012. Polinizadores e polinização – um tema global. Pp. 25-45 in: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., CANHOS, D. A. L., ALVES, D. A., SARAIVA, A. M. *Polinizadores no Brasil*. Edusp, São Paulo.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., SARAIVA, A. M. & GONÇALVES, L. 2007. a iniciativa brasileira de polinizadores e os avanços para a compreensão do papel dos polinizadores como produtores de serviços ambientais. *Biosci. J.* 23:100-106.
- JOHNSON, L. K. & HUBBELL, S. P. 1974. Aggression and Competition among Stingless Bees: Field Studies. *Ecology* 55:120-127.
- KLEINERT, A. M. P., RAMALHO, M., CORTOPASSI-LAURINO, M., RIBEIRO, M. F. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2009. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini). Pp. 373-426 in: PANIZI, A. R.; PARRA, J. R. P. *Bioecologia e nutrição de insetos*. Embrapa.

- MACEDO, J. F. & MARTINS, R. P. 1999. A Estrutura da Guilda de Abelhas e Vespas Visitantes Florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 4:617-633.
- MARTÍN GONZÁLEZ, A. M., DALSGAARD, B., OLESEN, J. M. 2010. Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological Complexity* 7:36-43.
- MATEUS, S. 1998. *Abundância relative, fenologia e visita às flores pelos Apoidea de Cerrado da Estação Ecológica de Jataí – Luiz Antônio – SP. 159p.* Dissertação (Mestrado em Entomologia) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto-SP.
- McGREGOR, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, United States Department of Agriculture. 411pp.
- MELLO, M. A. 2010. *Ciência Hoje* 47:32-37.
- MICHENER, C.D. 2000. The bees of the world. Johns Hopkins Univ Press, Baltimore, Maryland. 913 pp.
- MILLS, L. S., SOULÉ M. E. & DOAK, D. F. 1993. The keystone-species concept in ecology and conservation. *Bioscience* 43:219-224.
- MÜLLER A., KUHLMANN M. 2008. Pollen hosts of western palaeartic bees of the genus *Colletes* (Hymenoptera: Colletidae) – the Asteraceae paradox. *Biol. J. Linn. Soc.* 95:719–733.
- MURRAY, T. E., KUHLMANN, M. & POTTS, S. G. 2009. Conservation ecology of bees: populations, species and communities. *Apidologie* 40:211–236.
- PIGOZZO, C. M. & VIANA, B. F. 2010. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. *Oecologia Australis* 14:100-114.

- PRAZ, C. J. MULLER, A. & DORN, S. 2008. Specialized Bees Fail To Develop On Non-Host Pollen: Do Plants Chemically Protect Their Pollen? *Ecology* 89:795–804.
- RAMALHO, M., IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., KLEINERT-GIOVANNINI, A. & CORTOPASSI-LAURINO, M., 1985. Exploitation of floral resources by *Plebeia remota* (Holmberg) (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie* 16:307-329.
- RAMALHO, M., KLEINERT-GIOVANNINI, A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L., 1989. Utilization of floral resources by species of *Melipona* (Apidae, Meliponinae): floral preferences. *Apidologie* 20:185-195.
- RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. 2003. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 503 pp.
- ROBERTSON, C. 1925. Heterotropic Bees. *Ecology* 6:412-436.
- ROOT, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37:317-350.
- ROUBIK, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, Cambridge. 514pp.
- SANTOS, A. O. R. 2010. *Diversidade de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em fragmentos de Mata Estacional Semidecidual em Minas Gerais*. 2010. 18 pp. Monografia Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.
- SANTOS, G. M. M., AGUIAR, C. M. L. & MELLO, M. A. R. 2010. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. *Apidologie* 41:466–475.
- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. Ministério do Meio Ambiente, Probio – PNUD, Fundação Araucária, Belo Horizonte. 253 pp.



- SILVEIRA, F.A. & CAMPOS, M.J.O. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise biogeográfica das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 39:371-401.
- SIQUEIRA, E. N. L. 2007. *Hábitos de nidificação e distribuição de ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em uma região do vale do Rio Araguari, Araguari-MG*. 2007. 32 pp. Monografia-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- SOMMEIJER, M.J., DE ROOY, G.A., PUNT, W. & BRUIJN, L.L.M., 1983. A comparative study of foraging behaviour and pollen resource of various stingless bees (Hym., Meliponinae) and honey bees (Hym., Apinae) in Trinidad, West-Indies. *Apidologie* 14:205-224.
- SOULÉ M. E. & SIMBERLOFF, D. 1986. What Do Genetics and Ecology Tell Us About the Design of Nature Reserves? *Biological Conservation* 35:19-40.
- TEIXEIRA, L. V. & CAMPOS, F. N. M. 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Zoociências* 7:195-202.

## 4. Capítulo 1

### Comunidade de abelhas e suas visitas às flores em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual

#### 4.1. Resumo

As abelhas são os polinizadores mais eficazes das plantas nativas, contribuindo para a manutenção das florestas. A obtenção de informações sobre redes de interações abelha-planta é fundamental para a conservação e manejo de habitat para polinizadores nativos. O objetivo deste estudo foi conhecer a riqueza de abelhas visitantes florais em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (FES) em Uberlândia-MG e identificar as plantas por elas visitadas. A amostragem foi desenvolvida entre outubro de 2010 e setembro de 2011 em um transecto de 200m na borda da FES, utilizando-se coletas mensais realizadas das 8h00min às 14h30min. Foi construída a rede de interações abelha-planta e calculado o índice NODF e a centralidade por intermédio. Foram coletadas 70 espécies de abelhas e 25 espécies de plantas. A rede de interações apresentou-se aninhada (NODF = 10.97,  $p = 0.03$ ). *Apis mellifera* e *Merremia macrocalyx* apresentaram os maiores índices de centralidade. O aninhamento da rede de interações abelha-planta lhe confere estabilidade, demonstrando sua importância para a conservação do fragmento. Sugere-se que *M. macrocalyx* seja uma espécie-chave nessa rede, por ter sido a planta que atraiu um maior número de espécies de abelhas e ter apresentado o maior índice de centralidade, contribuindo para a coesão da rede.

**Palavras-chave:** Inventário, rede de interações abelha-planta, aninhamento, espécie-chave.

#### 4.2. Abstract

Bees are the most effective pollinators of native plants, contributing to forests maintenance. Obtaining information about bee-plant interactions networks is critical for conservation and for habitat management of native pollinators. This study aimed to know the richness of floral visitors bees in a Semideciduous Forest (SF) fragment, in Uberlândia-MG and identify the plants visited by them. The study was conducted between October 2010 and September 2011 in a 200 meters transect on the edge of the forest, with monthly collections taken from 8h00 AM to 2:30 PM. We constructed the bee-plant interactions network and calculated the NODF index and the betweenness centrality. We collected 70 bee species and 25 plant species. The network of interactions presented nested (NODF = 10.97,  $p = 0.03$ ). *Apis mellifera* and *Merremia macrocalyx* showed the highest centrality. The nesting of the bee-plant interactions network gives it stability, demonstrating its importance to the fragment conservation. It is suggested that *M. macrocalyx* is a key species in this network, for being the plant that attracted a greater number of bee species and shown the highest centrality, contributing to the network cohesion.

**Key words:** Inventory, bee-plant interactions network, nestedness, key species.

### 4.3. Introdução

Há aproximadamente 20.000 espécies de abelhas descritas em todo o mundo, distribuídas em 7 famílias (Michener 2000). No Brasil são encontradas 5 famílias e estima-se que existam aproximadamente 3.000 espécies (Silveira *et al.* 2002).

Vários fatores podem atuar na determinação da riqueza e abundância da fauna local de abelhas, por exemplo, a quantidade de alimento e a diversidade de fontes alimentares disponíveis, poderiam favorecer a existência de grandes populações e uma maior riqueza de espécies consumidoras, respectivamente (Silveira *et al.* 2002). Inventários da fauna de abelhas são importantes para estudos da composição, padrões de distribuição geográfica e relações entre a fauna e flora (Faria-Mucci *et al.* 2003).

Alguns levantamentos de espécies de abelhas já foram realizados no Cerrado (Andena *et al.* 2005; Carvalho & Bego 1996, Carvalho 2009, Mateus 1998, Siqueira 2007). A situação de conservação desse bioma torna-se cada vez mais preocupante, pois sua vegetação está sendo rapidamente substituída por pastagens e plantações (Freitas *et al.* 2009). Cerca de 50% dos 2 milhões de km<sup>2</sup> originais do Cerrado foram transformados em áreas de agricultura e pastagens (Silva *et al.* 2006) e outros tipos de uso, como florestas plantadas e áreas urbanas (Klink & Machado 2005).

Essas transformações ocorridas trouxeram grandes danos ambientais ao Cerrado, como a fragmentação de habitats e a degradação de ecossistemas (Klink & Machado 2005). Como consequência desse processo de fragmentação, indivíduos de populações de plantas e de animais são perdidos, podendo resultar em extinções (Santos Filho, 1995).

Dentre os estados brasileiros abrangidos pelo Cerrado, Minas Gerais tem sua vegetação entre as mais fortemente antropizadas (Mantovani & Pereira 1998). O bioma apresenta menos de 2% de áreas protegidas (Silva *et al.* 2006), sendo que, na região do

Triângulo Mineiro a principal forma de conservação dos ambientes naturais, sobretudo de florestas estacionais, são as reservas legais (Prado Júnior *et al.* 2010).

As florestas estacionais semidecíduais estão entre os ecossistemas mais ameaçados e fragmentados do mundo (Santos *et al.* 2009). O histórico de perturbação de FES brasileiro levou a redução dessas florestas a pequenos fragmentos dispersos e, como consequência, a redução da biodiversidade nestes ambientes (Pimenta *et al.* 2011). Poucos estudos sobre comunidades de abelhas foram realizados em floresta estacional semidecidual (Santos 2010, Silveira 2010).

Devido a atividades humanas, como destruição de habitats pela agricultura e uso abusivo de agrotóxico, populações de abelhas têm sido reduzidas drasticamente (Michener 2000). O empobrecimento de polinizadores em fragmentos florestais pode causar alterações no fluxo gênico dentro e entre as populações de plantas, além de afetar diretamente a regeneração natural (Engel *et al.* 1998). As abelhas são os principais polinizadores da maioria de espécies de árvore de florestas tropicais (Michener 2000), exercendo, portanto, um importante papel na conservação das plantas e animais que delas dependem (Aidar 2010).

A falta de informação sobre riqueza, diversidade, taxonomia, distribuição, dinâmica populacional, bem como o impacto de atividades humanas sobre a maioria das espécies de abelhas, representam os principais problemas enfrentados pela América Latina para a conservação das mesmas (Freitas *et al.* 2009). A avaliação da diversidade tanto da fauna quanto da flora dos diversos ecossistemas é o ponto de partida para pesquisas específicas, como a avaliação da importância dos polinizadores para manutenção da flora (Anacleto & Marchini 2005).

A obtenção de informações sobre redes de interações entre as abelhas e as plantas que lhes fornecem recursos, é fundamental para a conservação e gestão de

habitat para polinizadores nativos (Biesmeijer *et al.* 2005). Uma “rede” é um objeto matemático formado por um conjunto de elementos chamados vértices, que se ligam por conexões, as quais representam interações e são chamadas de ligações ou links (Cruz 2012). Abordagens de rede em pesquisas ecológicas enfatizam o padrão de interações entre as espécies, isto é, a forma como as ligações estão dispostas dentro da rede, em vez de fornecer apenas a identidade das espécies que constituem uma comunidade (Bascompte 2009). Dessa maneira, estudos de redes de interação abelha-flor podem fornecer informações importantes sobre a comunidade, como a identificação de espécies-chave (Martín Gonzales *et al.* 2010), a coexistência e a estabilidade de espécies no sistema (Bascompte & Jordano 2007).

Esse trabalho teve como objetivo conhecer a riqueza e composição de abelhas visitantes florais na borda do fragmento da Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG e identificar as plantas visitadas por elas. Os objetivos específicos foram:

- 1 - Realizar um inventário de espécies de abelhas na área;
- 2 - Investigar a ocorrência de espécies visitantes florais de acordo com a sazonalidade e o horário de atividade;
- 3 - Construir a rede de interações abelha-planta e calcular o índice de aninhamento e
- 4 - Calcular os índices de centralidade das espécies da rede, identificando as espécies vegetais chave para as abelhas.

#### **4.4. Metodologia**

##### **4.4.1 Área de estudo**

O trabalho foi desenvolvido em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (18° 51' 36" S e 48° 13' 53"O) localizado na reserva legal da Fazenda São

José, uma propriedade particular que se encontra a cerca de 6 km do centro de Uberlândia (MG) (Prado Júnior *et al.* 2011) e 1,5km da periferia da cidade (Figura 1A). O fragmento possui 22 hectares, seu interior apresenta indícios de corte seletivo e trilhas de gado e a matriz de entorno é composta por monoculturas de eucalipto, culturas anuais e pastagens (Prado Júnior *et al.* 2011).

O clima da região é do tipo Aw, apresentando uma estação chuvosa que vai de outubro a março e uma estação seca entre abril e setembro (Kottek *et al.* 2006).

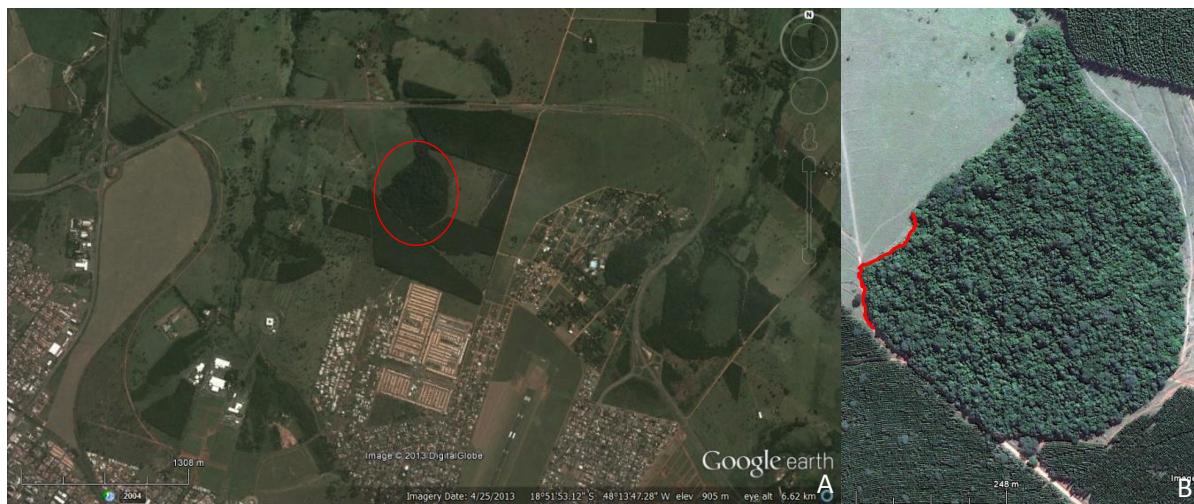
#### **4.4.2. Coleta de dados**

O trabalho foi desenvolvido entre outubro de 2010 e setembro de 2011, totalizando um ano de amostragem. As abelhas foram coletadas com o auxílio de redes entomológicas durante suas visitas às flores, e eventualmente durante o voo, ao longo de um transecto de 200 metros na borda da floresta (Figura 1B).

As coletas foram realizadas das 8h00 às 14h30min, por ser o horário de maior atividade de forrageamento das abelhas, durante 30 minutos a cada hora, totalizando 84 horas de amostragem, com o esforço de dois coletores. Em cada horário, foram registradas a temperatura e a umidade relativa do ar utilizando-se um termo-higrômetro digital.

Foi amostrada apenas a composição de espécies de abelhas, não tendo sido amostrada a abundância desses insetos. As abelhas foram coletadas e sacrificadas em câmara mortífera, contendo acetato de etila e etiquetadas individualmente para cada horário e especificação da planta em que foi coletada. Posteriormente, foram alfinetadas e depositadas na Coleção do Museu de Biodiversidade do Cerrado (MBC), no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA), do Instituto de Biologia (INBIO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

As plantas visitadas pelas abelhas foram marcadas e três ramos floridos das mesmas foram coletados e depositados no *Herbarium Uberlandense* (HUFU) da UFU. As plantas e abelhas foram posteriormente identificadas utilizando-se chaves de identificação e quando necessário, contamos com ajuda de especialistas.



**Figura 1** - Imagem de satélite do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia, MG. A – Fragmento estudado delimitado em vermelho. B – Transecto (200m) onde a coleta de abelhas foi realizada, representado em vermelho.

#### 4.4.3. Análise de dados

As interações abelha-planta foram representadas em um grafo bipartido (rede) gerado por meio do pacote bipartite (Dormann *et al.* 2008) no software R 3.0.1 (R Development Core Team - <http://www.r-project.org>). A centralidade das espécies foi calculada com programa Pajek (*Program for Large Network Analysis*) (Batagelj & Mrvar 1998).

Foi calculado o índice de aninhamento NODF (*Nestedness metric based on Overlap and Decerasing Fill*) através do software Aninhado 3.0.3 (Guimarães & Guimarães 2006). De acordo com Almeida-Neto *et al.* (2008) quanto maior o valor desse índice, maior o aninhamento da rede. Redes aninhadas são caracterizadas por interações



entre espécies generalistas, especialistas interagindo com generalistas e ausência ou raras interações entre especialistas (Guimarães *et al.* 2006).

Para o cálculo de centralidade, foi escolhido o Índice de Centralidade por Intermédio, por ser um índice que evidencia a importância das espécies como conectoras entre diferentes partes da rede. Esse índice avalia a contribuição de cada espécie para a coesão da rede (Borgatti & Everett 2006), dessa forma, se ele for alto para determinada espécie, a supressão da mesma poderá afetar rapidamente a rede como um todo (Jordán *et al.* 2006). O Índice de Centralidade por Intermédio é definido como a fração de caminhos mais curtos entre dois pontos, que passam por um determinado vértice (Freeman 1979). Assim, o índice mede o quão frequentemente um dado nó é intermediário em todos os caminhos mais curtos entre dois outros nós da mesma rede (Jordán 2009).

#### 4.5. Resultados

Ao longo do período de estudo, foram coletadas 74 espécies, distribuídas em 5 famílias (Tabela 1). Quatro espécies foram coletadas apenas em voo. Apidae foi a família mais representativa, com 48 espécies, sendo Meliponina o grupo que apresentou maior riqueza, com 15 espécies amostradas.

As abelhas visitaram flores de 25 espécies de plantas, pertencentes a 14 famílias (Tabela 2). As famílias mais representativas foram Sapindaceae, com 4 espécies de plantas visitadas, seguida por Bignoniaceae e Fabaceae, ambas com 3 espécies.

A rede de interações foi formada por 70 espécies de abelhas e 25 espécies de plantas e apresentou padrão aninhado  $NODF = 8,80$  ( $p < 0,05$ ) (Figura 2). *Merremia macrocalyx* foi a planta que apresentou maior centralidade por intermédio, seguida por *Coccoloba mollis* e *Banisteriopsis argyrophylla* (Tabela 3). As abelhas que

apresentaram maior centralidade foram *Apis mellifera*, *Paratrigona lineata* e *Paratetrapedia lugubris*, respectivamente (Tabela 3).

A temperatura média ao longo dos meses do ano de estudo variou de 21,2°C a 28,8°C (Figura 3-A), e a umidade média variou de 31,7% a 75,6% (Figura 3-B).

Maio e setembro foram os meses em que ocorreu uma maior riqueza de abelhas, ambos com 19 espécies (Figura 3). A maior riqueza de plantas floridas visitadas pelas abelhas ocorreu em abril, com nove espécies (Figura 3).

A temperatura média ao longo dos horários dos dias variou de 21,6°C a 29,3°C (Figura 4-A), e a umidade média variou de 47,0% a 68,9% (Figura 4-B). A maior riqueza de espécies ocorreu no período das 10h às 11h (Figura 4).

**Tabela 1** –Abelhas coletadas na borda da Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG, entre 2010 e 2011. Classificação baseada em Silveira et al. (2002).

Família	Subfamília	Tribo	Subtribo	Espécie
<b>Andrenidae</b>	Oxeinae			<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807
	Panurginae	Calliopsini		<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)
		Protandrenini		<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure & Lucas de Oliveira, 1962
<b>Apidae</b>	Apinae	Apini	Apina	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758
			Bombina	<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)
			Euglossina	<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp.
				<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell, 1922
				<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982
				<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841
			Meliponina	<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1874)
				<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)
				<i>Melipona rufiventris</i> Lepeletier, 1836
				<i>Oxytrigona</i> cf. <i>tataira</i> Smith, 1863
				<i>Paratrigona lineata</i> (Lepeletier, 1836)
				<i>Partamona ailyae</i> Camargo, 1980
				<i>Partamona combinata</i> Pedro & Camargo, 2003
				<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)
				<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>depilis</i> (Moure, 1942)
				<i>Scaptotrigona</i> sp.
				<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)
				<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)

Continuação Tabela 1

Família	Subfamília	Tribo	Subtribo	Espécie
				<i>Trigona cilipes</i> (Fabricius, 1804)
				<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)
				<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)
		Centridini		<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>aenea</i> Lepeletier, 1841
				<i>Centris</i> ( <i>Melacentris</i> ) <i>collaris</i> Lepeletier, 1841
				<i>Centris</i> ( <i>Trachina</i> ) sp.
				<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874
				<i>Epicharis</i> ( <i>Hoplepicharis</i> ) <i>affinis</i>
				<i>Epicharis</i> ( <i>Epicharana</i> ) <i>flava</i> (Fries, 1900)
		Emphorini		<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)
		Exomalopsini		<i>Exomalopsis auropilosa</i> Spinola, 1853
				<i>Exomalopsis fulvofasciata</i> Smith, 1879
		Tapinotaspidini		<i>Chalepogenus</i> sp.
				<i>Monoeca</i> cf. <i>brasiliensis</i> Lepeletier & Serville, 1828
				<i>Monoeca planaltina</i> Aguiar, 2012
				<i>Monoeca</i> sp.
				<i>Paratetrapedia</i> cf. <i>flaveola</i> Aguiar & Melo, 2011
				<i>Paratetrapedia</i> cf. <i>lugubris</i> (Cresson, 1878)
				<i>Paratetrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)
				<i>Paratetrapedia punctata</i> Aguiar & Melo, 2011
				<i>Tropidopedia flavolineata</i> Aguiar & Melo, 2007
		Tetrapediini		<i>Tetrapedia</i> cf. <i>diversipes</i> Klug, 1810
				<i>Tetrapedia</i> cf. <i>ornata</i> (Spinola, 1853)

Continuação Tabela 1

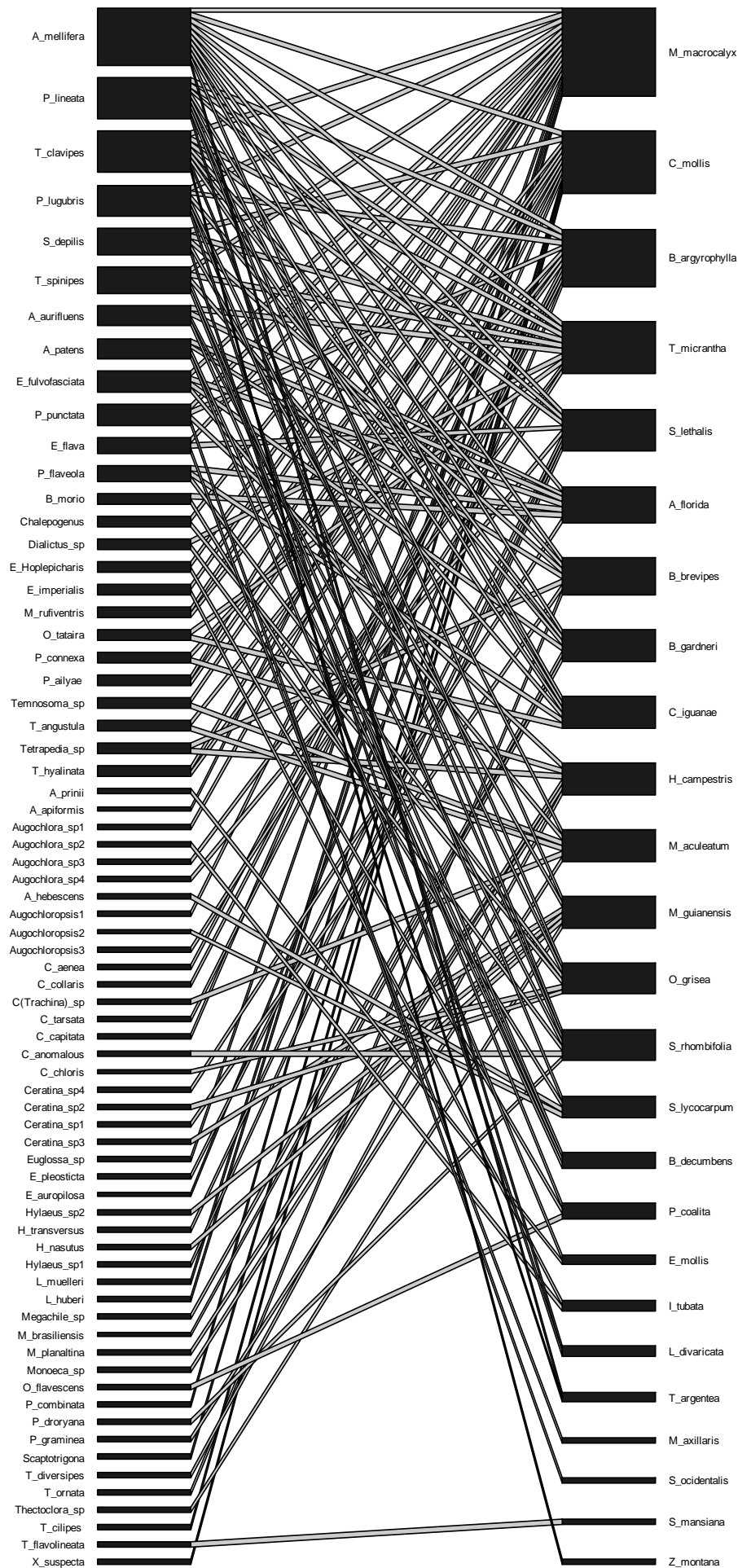
Família	Subfamília	Tribo	Subtribo	Espécie
				<i>Tetrapedia</i> sp.
	Xylocopinae	Ceratinini		<i>Ceratina</i> ( <i>Calloceratina</i> ) <i>chloris</i> (Fabricius, 1804)
				<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp.1
				<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp.2
				<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp.3
				<i>Ceratina</i> sp.1
		Xylocopini		<i>Xylocopa</i> ( <i>Neoxyloocpa</i> ) <i>suspecta</i> Moure & Camargo, 1988
<b>Colletidae</b>	Hylaeinae			<i>Hylaeus</i> cf. <i>nasutus</i> (Vachal, 1910)
				<i>Hylaeus</i> cf. <i>transversus</i> (Vachal, 1909)
				<i>Hylaeus</i> sp.1
				<i>Hylaeus</i> sp.2
<b>Halictidae</b>	Halictinae	Augochlorini		<i>Augochlora</i> sp.1
				<i>Augochlora</i> sp.2
				<i>Augochlora</i> sp.3
				<i>Augochlora</i> sp.4
				<i>Augochlora</i> sp.5
				<i>Augochloropsis</i> cf. <i>aurifluens</i> (Vachal, 1903)
				<i>Augochloropsis</i> cf. <i>hebescens</i> (Smith, 1879)
				<i>Augochloropsis</i> cf. <i>patens</i> (Vachal, 1903)
				<i>Augochloropsis</i> sp.1
				<i>Augochloropsis</i> sp.2
				<i>Augochloropsis</i> sp.3
				<i>Pseudaugochlora</i> <i>graminea</i> (Fabricius, 1804)
				<i>Thectoclora</i> sp.

*Continuação Tabela 1*

<b>Família</b>	<b>Subfamília</b>	<b>Tribo</b>	<b>Subtribo</b>	<b>Espécie</b>
<b>Megachilidae</b>	Megachilinae	Anthidiini		<i>Temnosoma</i> sp.
				<i>Dialictus</i> sp.
				<i>Anthodiocetes megachiloides</i> Holmberg, 1903
				<i>Larocanthidium</i> sp.
				<i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907
		Megachilini		<i>Megachile (Moureapis)</i> sp.

**Tabela 2** – Espécies de plantas visitadas por abelhas na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG, entre 2010 e 2011.

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>
Apocynaceae	<i>Prestonia coalita</i> (Vell.) Woodson
Asteraceae	<i>Bidens gardneri</i> Baker <i>Elephantopus mollis</i> Kunth
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea florida</i> DC. <i>Memora axillaris</i> K. Schum. <i>Zeyheria montana</i> Mart.
Cannabaceae	<i>Celtis iguanae</i> (Jacq.) Sarg. <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume
Combretaceae	<i>Terminalia argentea</i> Mart.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tubata</i> Nees <i>Merremia macrocalyx</i> (Ruiz & Pav.) O'Donell
Fabaceae	<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel <i>Machaerium aculeatum</i> Raddi <i>Senna occidentalis</i> (L.) Link
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. <i>Sida rhombifolia</i> L. <i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A. Juss.) B.
Malpighiaceae	Gates <i>Heteropterys campestris</i> A. Juss.
Oxalidaceae	<i>Oxalis grisea</i> A. St.-Hil. & Naudin
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl. <i>Serjania lethalis</i> A. St.-Hil. <i>Serjania mansiana</i> Mart.
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.



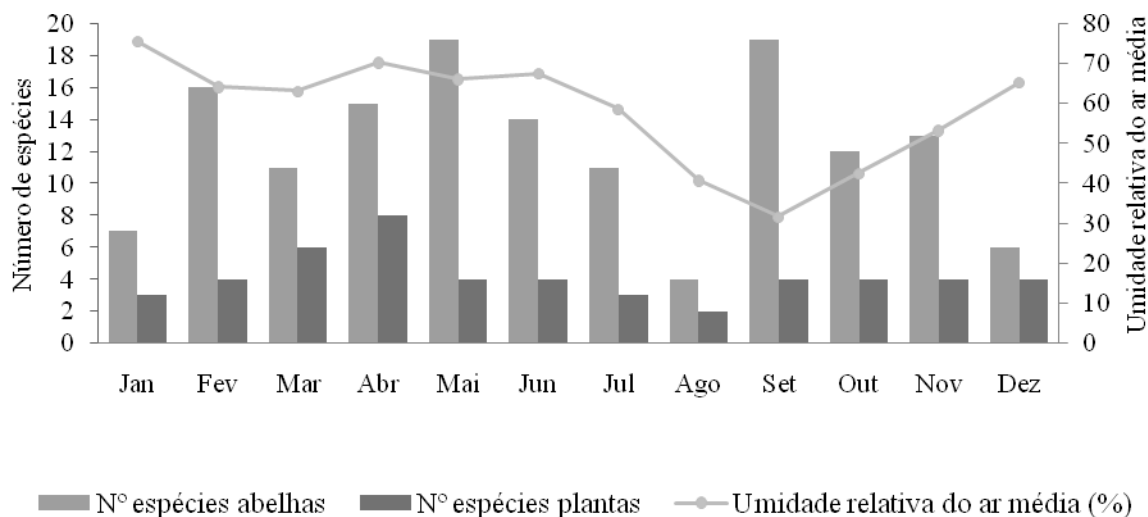
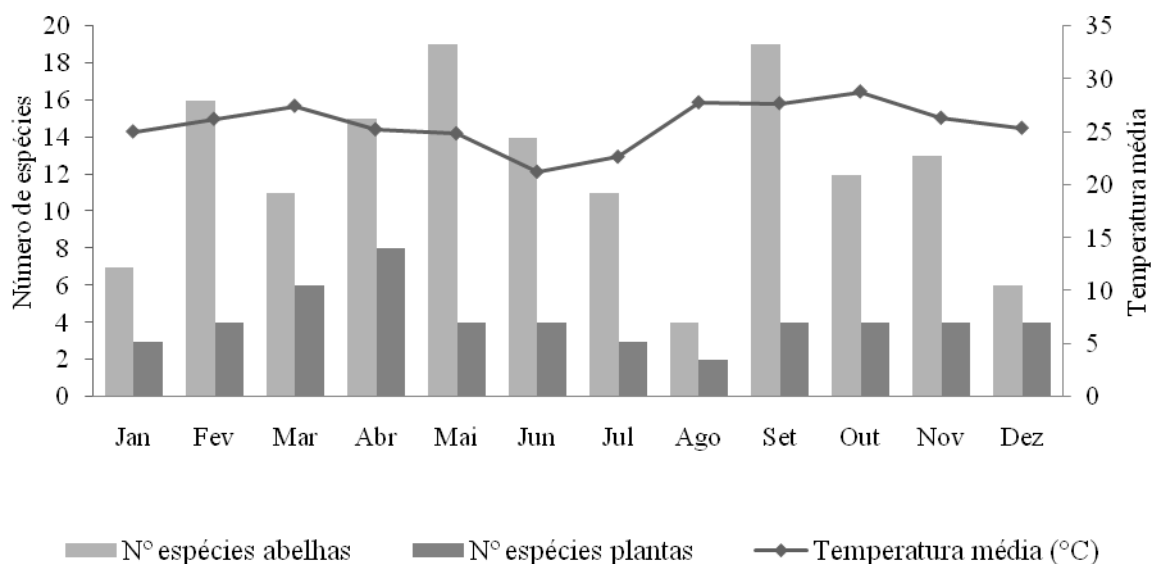
**Figura 2** – Grafo bipartido da rede de interação abelha-plantas amostrada na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG entre 2010 e 2011. As abelhas estão representadas ao lado direito do grafo e as plantas à esquerda.



**Tabela 3** – Valores dos Índices de Centralidade por Intermédio das espécies da rede de interação abelha-planta amostrada na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG entre 2010 e 2011.

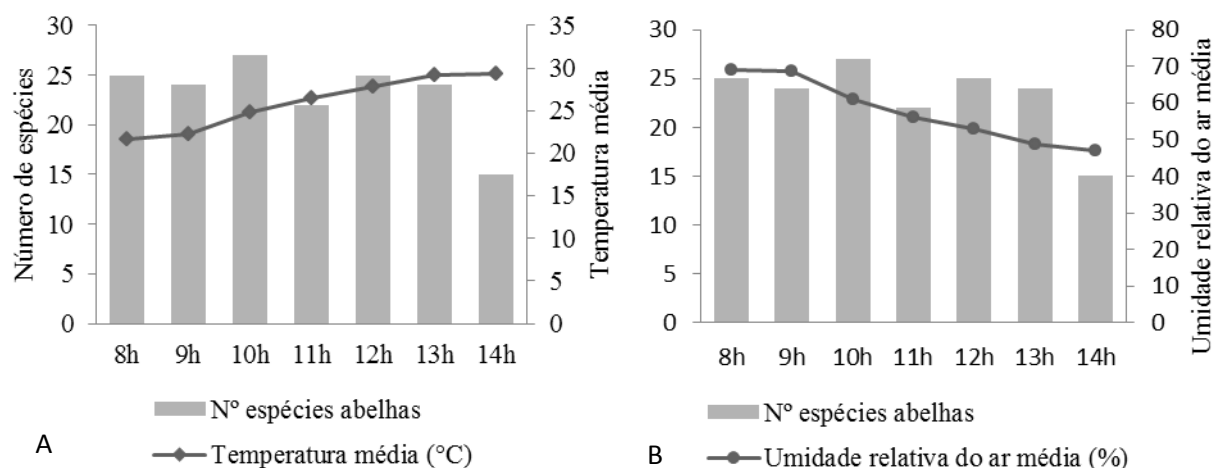
Abelha	Índice	Planta	Índice
<i>Apis mellifera</i>	0,305	<i>Merremia macrocalyx</i>	0,319
<i>Paratrigona lineata</i>	0,108	<i>Coccoloba mollis</i>	0,152
<i>Tetragona clavipes</i>	0,105	<i>Banisteriopsis argyrophylla</i>	0,174
<i>Paratetrapedia</i> cf. <i>lugubris</i>	0,097	<i>Trema micrantha</i>	0,107
<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>depilis</i>	0,040	<i>Serjania lethalis</i>	0,100
<i>Trigona spinipes</i>	0,053	<i>Arrabidaea florida</i>	0,084
<i>Augochloropsis</i> cf. <i>aurifluens</i>	0,016	<i>Bauhinia brevipes</i>	0,101
<i>Augochloropsis</i> cf. <i>patens</i>	0,049	<i>Bidens gardneri</i>	0,058
<i>Exomalopsis fulvofasciata</i>	0,039	<i>Celtis iguanae</i>	0,035
<i>Paratetrapedia punctata</i>	0,079	<i>Heteropterys</i> cf. <i>campestris</i>	0,068
<i>Epicharis flava</i>	0,028	<i>Machaerium aculeatum</i>	0,056
<i>Paratetrapedia</i> cf. <i>flaveola</i>	0,010	<i>Matayba guianensis</i>	0,083
<i>Bombus morio</i>	0,010	<i>Oxalis grisea</i>	0,052
<i>Chalepogenus</i> sp.	0,008	<i>Sida rhombifolia</i>	0,052
<i>Dialictus</i> sp.	0,002	<i>Solanum lycocarpum</i>	0,045
<i>E. (Hoplepicharis)</i> <i>affinis</i>	0,012	<i>Brachiaria decumbens</i>	0,009
<i>Euglossa imperialis</i>	0,041	<i>Prestonia coalita</i>	0,022
<i>Melipona rufiventris</i>	0,013	<i>Elephantopus</i> cf. <i>mollis</i>	0,021
<i>Oxytrigona</i> cf. <i>tataira</i>	3,33E+03	<i>Ipomoea tubata</i>	0,021
<i>Paratetrapedia connexa</i>	0,015	<i>Luehea divaricata</i>	0,003
<i>Partamona ailyae</i>	0,013	<i>Terminalia argentea</i>	0,001
<i>Temnosoma</i> sp.	0,009	<i>Memora axillaris</i>	0,000
<i>Tetragonisca angustula</i>	0,006	<i>Senna occidentalis</i>	0,000
<i>Tetrapedia</i> sp.	0,018	<i>Serjania mansiana</i>	0,000
<i>Trigona hyalinata</i>	0,011	<i>Zeyheria montana</i>	0,000

**Obs.:** As abelhas não representadas na tabela obtiveram índice de centralidade igual a zero.



B

**Figura 3** – Riqueza de espécies de abelhas e plantas e médias dos dados abióticos coletados ao longo do ano de estudo na Fazenda São José, Uberlândia-MG. A – Temperatura média. B – Umidade relativa do ar média.



**Figura 4** – Riqueza de espécies amostradas por horário ao longo de um ano de estudo na Fazenda São José, Uberlândia-MG. A – Temperatura média. B – Umidade relativa do ar média.

#### 4.6. Discussão

Um dos fatores mais importantes que tem sido frequentemente associado à riqueza de abelhas é a heterogeneidade ambiental, pois quanto mais variada a composição florística do local, maior a possibilidade de nichos disponíveis e maior o número de espécies vivendo em uma mesma área (Andena *et al.* 2009). Em relação à fauna de abelhas de uma determinada localidade, quanto maior a diversidade de plantas, maior a diversidade de abelhas já que são seus polinizadores potenciais (Michener 2000). Dessa maneira, uma alta diversidade de plantas, contribui para uma alta diversidade de polinizadores, que é um dos principais fatores responsáveis pela manutenção da diversidade de plantas (Michener 2000).

Para que os potenciais polinizadores sejam mantidos em uma área é necessária a preservação dos locais de nidificação das abelhas, como troncos apodrecidos e barrancos, no caso de abelhas solitárias (Alves-dos-Santos 2009) e árvores com ocos, no caso das abelhas sociais (Cortopassi-Laurino *et al.* 2009). E, para isso, é preciso

conservar e melhorar as condições dos fragmentos de matas (Imperatriz-Fonseca & Nunes-Silva 2010). Dessa maneira, é de extrema importância a conservação da área estudada neste trabalho, já que é um fragmento localizado próximo a área urbana, apresentando-se como um possível refúgio, fornecendo recursos alimentares para várias espécies de abelhas e mantendo importantes e diversas espécies vegetais.

A maior riqueza de espécies de abelhas amostradas neste trabalho foi encontrada na família Apidae, seguida por Halictidae e Megachilidae, sendo as famílias Andrenidae e Colletidae as menos representativas. Resultados semelhantes foram encontrados em outros inventários realizados em diferentes fitofisionomias do Cerrado (Santos *et al.* 2004, Andena *et al.* 2012, D'Ávila & Marchini 2008, Andena *et al.* 2005, Anacleto & Marchini 2005, Carvalho & Bego, 1996, Antonini & Martins 2003).

Apidae é uma das famílias mais diversificadas e é amplamente distribuída no Brasil e no mundo, ocorrendo em diferentes biomas e sob distintas características ambientais (Michener 2000), o que pode ser uma explicação para essa família ter sido a mais representativa neste e nos outros estudos citados anteriormente.

A família Halictidae, segunda mais representativa neste estudo, apresenta distribuição mundial, entretanto, é mais diversificada nas regiões temperadas, apesar de possuir alguns gêneros exclusivos da região Neotropical (Michener 1979). Nos ecossistemas com distúrbios, há uma tendência ao aumento de espécies de Halictidae (Roubik 1989), o que poderia caracterizar o fragmento de floresta estacional semidecidual estudado como uma área perturbada.

Já as famílias Andrenidae e Colletidae que foram as famílias que tiveram baixa ocorrência neste estudo, são pouco representadas na região Neotropical (Silveira & Campos 1995), o que pode ter contribuído para os resultados encontrados. Colletidae é

uma família australiana, apesar de alguns gêneros ocorrerem na América do Sul (Silveira *et al.* 2002).

Silveira & Campos (1995) concluíram que, comparativamente às faunas de outros biomas brasileiros, as abelhas do Cerrado podem ser caracterizadas por alta representatividade das tribos coletoras de óleo (Centridini, Tapinotaspini e Tetrapediini) e das espécies de abelhas da subtribo Meliponina, como foi verificado neste trabalho.

*Apis mellifera* foi a espécie de abelha que apresentou o nicho mais amplo, visto que interagiu com o maior número de espécies de plantas no presente estudo. Resultados semelhantes foram encontrados por Andena *et al.* (2012) em uma área de cerrado no estado de São Paulo e em uma revisão de inventários realizados em várias regiões do Brasil (Kleinert & Giannini, 2012). Esse fato pode estar relacionado a longos períodos diários e anuais de forrageamento, elevada densidade populacional e sofisticado sistema de comunicação (Roubik 1989), que permitem que um grande número de espécies de plantas seja visitado por essas abelhas, o que pode resultar em um nicho mais amplo (Andena *et al.* 2012). *A. mellifera* é uma espécie exótica, difundida em vários biomas, bem adaptada a diferentes condições climáticas, apresenta comportamento generalista (Kleinert & Giannini, 2012) e é um dos polinizadores mais importantes de ambientes naturais e também de culturas agrícolas (Potts *et al.* 2010).

Dentre as abelhas mais generalistas amostradas neste estudo, encontram-se várias espécies de Meliponini, como *Paratrigona lineata*, *Tetragona clavipes*, *Scaptotrigona depilis* e *Trigona spinipes*. Outros trabalhos realizados no Cerrado também relataram grandes amplitudes de nicho para algumas dessas espécies (Antonini & Martins 2013, Mateus 1998, Nogueira-Ferreira & Augusto 2007). Isso pode estar relacionado com o comportamento eussocial do grupo, a perenidade das colônias e os hábitos generalizados de forrageamento (Roubik 1989) e recrutamento. Em geral,

espécies sociais são mais generalistas, e por isso, apresentam nichos mais amplos que as abelhas solitárias (Biesmeijer *et al.* 2005).

Em nosso estudo, o índice NODF indicou uma rede aninhada. Isso significa que, plantas com poucas interações estão associadas com animais generalistas; animais especialistas estão associados a plantas com muitas interações; e, os generalistas de um grupo interagem com os generalistas do outro grupo, formando um núcleo denso de interações (Lewinsohn *et al.* 2006). Outros estudos com redes de interação abelha-planta mostraram resultados semelhantes ao nosso, em diferentes regiões, como em uma área de caatinga no estado da Bahia (Pigozzo & Viana 2010) e em área de cerrado em São Paulo (Andena *et al.* 2012).

Redes aninhadas são bastante coesas, apresentam a formação de uma densa massa de interações que se estende por toda a comunidade, possuem caráter heterogêneo na distribuição das conexões e possibilitam vias alternativas de rotas de respostas a perturbações ambientais (Santos *et al.* 2010). Assim, essas redes são assimétricas, com espécies generalistas interagindo com especialistas, oferecendo recursos e caminhos alternativos para que espécies raras possam persistir (Jordano 1987, Santos *et al.* 2010). Essas características são fundamentais para a estabilidade da rede (Bascompte *et al.* 2006, Santos *et al.* 2010) e manutenção da biodiversidade (Bascompte *et al.*, 2006). Dessa forma, a rede de interações abelha-planta amostrada neste estudo, possui propriedades relevantes para a manutenção da comunidade de plantas e abelhas. Além disso, o fato da rede de interações abelha-planta ser aninhada pode ser positivo em casos de perturbações ambientais, oferecendo vias alternativas para a manutenção de espécies raras presentes nessa comunidade.

Em sistemas de polinização, as espécies mais generalistas são usualmente espécies-chave da rede (Martín González *et al.* 2010). Essas espécies são vitais para a

estrutura da rede, funcionamento e resiliência, tendo um papel chave na coesão da comunidade (Martín-González *et al.* 2010; Kleinert & Giannini 2012).

Nem todos os nós (vértices) são igualmente importantes para a dinâmica e estabilidade do sistema (Martín-González *et al.* 2010, Jordán 2009). Normalmente, a importância do nó é quantificada através de índices de centralidade (Freeman 1979). No presente estudo, as plantas que apresentaram os maiores índices de centralidade em relação às outras espécies foram *Merremia macrocalyx*, *Coccoloba mollis* e *Banisteriopsis argyrophylla*, as quais também foram as espécies de plantas visitadas por mais espécies de abelhas. Isso significa que essas plantas são fundamentais para a manutenção da comunidade, já que nós com altos índices de centralidade são mais importantes para a estrutura e estabilidade da rede (Martín González *et al.* 2010) e a supressão destas espécies irá afetar rapidamente as outras espécies da rede (Jordán 2006). A identificação de espécies-chave de uma comunidade pode ser útil na definição de prioridades e objetivos de conservação (Jordán 2009).

Desse modo, podemos sugerir que *M. macrocalyx* seja uma espécie-chave na rede de interações gerada, sendo de extrema relevância sua conservação no fragmento, pois, contribui para a manutenção da comunidade de abelhas existentes. Além disso, por ser uma trepadeira, *M. macrocalyx* representa um importante elemento na estrutura de floresta, pois auxilia na manutenção de condições microclimáticas ideais para a germinação e contribui para o aumento da resistência ao vento na borda de fragmentos (Engel *et al.* 1998).

O grande número de espécies de abelhas (n=17) forrageando em *M. macrocalyx* neste trabalho pode ser associada à oferta de recursos disponíveis pelas flores dessa planta, como demonstrado por Neves *et al.* (2006), onde relatam que o pólen permanece

disponível desde o momento da antese, no início da manhã, e diminui após as 15h, e o néctar é secretado principalmente no período da manhã.

*Coccoloba mollis*, a segunda espécie mais importante em nosso estudo, possui inflorescências em panículas terminais, com muitas flores pequenas e perfumadas (Lorenzi 1992) que apresentam nectários (Melo 2004). Além disso, segundo Lorenzi *et al.* (1992) as flores dessa espécie são apícolas, o que explica o alto número de espécies de abelhas coletadas (n=12) em visita às suas flores.

A grande riqueza de abelhas ocorridas em maio e setembro (n=19) deve-se ao período de floração de *M. macrocalyx* e *Coccoloba mollis* respectivamente, que atraíram uma grande parte das espécies nesses meses amostrados.

A riqueza de abelhas variou pouco durante a manhã, e teve uma redução drástica no período da tarde quando a temperatura média chegou a 29,3°C, a maior registrada durante o dia. Resultados semelhantes foram encontrados em outros trabalhos realizados em uma área de cerrado em Uberlândia-MG (Carvalho & Bego 1996) e em um ecossistema de restinga em Salvador-BA (Viana e Kleinert, 2005).

O horário de forrageamento das abelhas pode ser influenciado pela quantidade de recursos florais disponíveis (Carvalho 2009), além da temperatura (Imperatriz-Fonseca *et al.* 1985), já que as abelhas preferem o período do dia com temperatura próxima aos 25,0°C ou o período com temperaturas mais amenas para forrageamento (Silveira-Neto *et al.* 1976). Provavelmente a diminuição no número de espécies de abelhas visitantes florais durante a tarde, deve-se a maior disponibilidade de pólen (Roubik 1989) e/ou néctar nas flores pela manhã ou ainda, devido ao aumento progressivo da temperatura no decorrer do dia, chegando a médias aproximadas de 30°C (Rodrigues *et al.* 2007).



Assim, a atividade de forrageamento das abelhas parece ser influenciada tanto pelos fatores abióticos como temperatura e umidade, quanto pela disponibilidade de recursos, o que reforça a necessidade da conservação das plantas, as quais são utilizadas como fontes de recursos por essas abelhas.

Além disso, a rede de interações abelha-planta apresentou-se aninhada, o que pode ser positivo em casos de perturbações, oferecendo vias alternativas para a manutenção de espécies raras. É sugerido que *M. macrocalyx* seja considerada uma espécie chave na área estudada, já que atraiu um grande número de espécies de abelha e revelou maior centralidade na rede de interações, o que demonstra a importância dessa espécie para a coesão da rede como um todo.

#### **4.7. Agradecimentos**

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro, ao Dr. Fernando Amaral da Silveira e aos alunos Rodolfo, Igor e José do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pela identificação das abelhas, à Dra. Silvia Regina Menezes Pedro e ao Dr. Sidnei Mateus da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP) pela identificação das abelhas do grupo Meliponina, ao Dr. Ivan Schiavini, Dr. Glein Monteiro Araújo, à Dra. Ana Angélica Barbosa e à Ms. Betânia, ao Ms. Danilo, à Ms. Ana Isa e ao Biólogo Rodrigo Pacheco pela identificação das plantas.

#### 4.8. Referências Bibliográficas

- AIDAR, D. S. 2010. *A Mandaçaia*. Funpec, Ribeirão Preto, SP. 162pp.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 2009. Por que preservar troncos apodrecidos e barrancos em sua propriedade? Mensagem. Doce 100  
<http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo.htm>.
- ANACLETO, D. A. & MARCHINI, L. C. 2005. Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum-Biologica ISciences* 27:277-284.
- ANDENA, S. R., BEGO, L. R. & MECCHI, M. R. 2005. A Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. *Rev. bras. Zoociências* 7:55-91.
- ANDENA, S. R., NASCIMENTO, F. S., BISPO, P. C., MECCHI, M. R., MATEUS, S. & BEGO, L. R. 2009. Bee communities (Hymenoptera: Anthophila) of the “Cerrado” ecosystem in São Paulo State, Brazil. *Genetics And Molecular Research* 8:766-774.
- ANDENA, S. R., SANTOS, E. F. & NOLL, F. B. 2012. Taxonomic diversity, niche width and similarity in the use of plant resources by bees (Hymenoptera: Anthophila) in a cerrado area. *Journal of Natural History* 46:1663–1687.
- ANTONINI, Y. & MARTINS, R. P. 2000. As abelhas e a riqueza nacional. *Ciência Hoje* 28: 62-63
- ANTONINI, Y. & MARTINS, R. P. 2003. The Flowering-Visiting Bees at the Ecological Station of the Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brazil. *Neotropical Entomology* 32:565-575.
- BASCOMPTE, J. & JORDANO, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annu.Rev.Ecol.Evol.Syst* 38:567–93.
- BASCOMPTE, J. 2009. Disentangling the Web of Life. *Science* 325:416-419.

- BASCOMPTE, J., PEDRO JORDANO, P. & OLESEN, J. M. 2006. Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance. *Science* 312:431-433.
- BATAGELJ, V. & MRVAR, A. 1998. Pajek - Program for Large Network Analysis. *Connections* 21:47-57.
- BIESMEIJER, J. C., SLAA, E. J., CASTRO, M. S., VIANA, B. F., KLEINERT, A. M. P. & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2005. Connectance of Brazilian social bee – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitude, altitude or network size. *Biota Neotropica* 5:1-9.
- BORGATTI, S. P. & EVERETT, M.G. 2006. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Social Networks* 28:466–484.
- CARVALHO, A. M. C & BEGO, L. R. 1996. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Revta bras. Ent.* 40:147-156.
- CARVALHO, A. M. C & OLIVEIRA, P. E. A. M. 2010. Estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) em vegetação do cerrado. *Oecologia Australis* 14:40-66.
- CARVALHO, A. M. C. *Guilda de abelhas e outros visitantes de Matayba guianensis (Sapindaceae) em vegetação de Cerrado*. 2009. 147f. Tese (Doutorado em Ecologia). Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.
- CORTOPASSI-LAURINO, M., ARAUJO, D.A. & IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2009. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). *Mensagem Doce* 100, <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/100/artigo4.htm>

- CRUZ, C. P. T. 2012. Influência da Filogenia em redes de interações ecológicas. 125p p. Tese (Doutorado em Física), Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- D'ÁVILA, M. & MARCHINI, L. C. 2008. Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. *Ciência Florestal* 18:271-279.
- DORMANN, C. F., GRUBER, B. & FRÜND, J. Introducing the bipartite Package: Analysing Ecological Networks. *R News* 8:8-11.
- ENGEL, V. L., FONSECA, R. C. B. & OLIVEIRA, R. E. 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12:43-64.
- FARIA-MUCCI, G. M., MELO, M. A. & CAMPOS, L. A. O. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. Pp. 241-256 in: Melo G. A. R. & Alves-dos-Santos, I. Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure. UNESC, Criciúma.
- FREEMAN, L. C. 1979. Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks* 1:215-239.
- FREITAS, B. M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., MEDINA, L. M., KLEINERT, A. M. P., GALETTO, L., NATES-PARRA, G. & QUEZADA-EUÁN, J. J. G. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40:332-346.
- GUIMARÃES Jr, P. R. SAZIMA, C., REIS, S. F. & SAZIMA, I. 2006. The nested structure of marine cleaning symbiosis: is it like flowers and bees? *Biology Letters* 3:51-54
- GUIMARÃES, P. R. & P. GUIMARÃES. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling and Software* 21:1512-1513.

- JORDÁN, F. 2009. Keystone species and food webs. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 364:1733–1741.
- JORDÁN, F. LIU, W. & DAVIS, A. J. 2006. Topological keystone species: measures of positional importance in food webs. *Oikos* 112:535-546.
- JORDANO, P. 1987. Patterns of mutualistic interactions on pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *American Naturalist* 12:657-677.
- KLEINERT, A. M. P. & AND GIANNINI, T. C. 2012. Generalist Bee Species on Brazilian Bee-Plant Interaction Networks. *Psyche* 2012:1-7.
- KLINK, C. A. & MACHADO, R. B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1:147-155.
- KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B. & RUBEL, F. 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15:259-263.
- LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos* 113:174-184.
- LORENZI, H. 1992. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum, Nova Odessa. 268 pp.
- MANTOVANI, J. E. & PEREIRA, A. 1998. Estimativa da Integridade da Cobertura Vegetal de Cerrado Através de Dados TM/Landsat. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos. *Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Santos. 1455-1466.
- MARTÍN GONZÁLEZ, A. M., DALSGAARD, B. & OLESEN, J. M. 2010. Centrality measures and the importance of generalist species in pollination networks. *Ecological Complexity* 7:36–43.

- MATEUS, S. 1998. *Abundância relative, fenologia e visita às flores pelos Apoidea de Cerrado da Estação Ecológica de Jataí – Luiz Antônio – SP. 159pp.* Dissertação (Mestrado em Entomologia) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP. Ribeirão Preto.
- MELO, E. 2004. As espécies de *Coccoloba* P. Browne (Polygonaceae) da Amazônia brasileira. *Acta Amazônica* 34:525 – 551.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the Bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66:277-347.
- MICHENER, C.D. 2000. *The bees of the world.* Johns Hopkins Univ Press, Baltimore, Maryland. 913 pp.
- NEVES, E. L., TAKI, H., SILVA, F. O., VIANA, B. F. & KEVAN, P. G. 2006. Flower characteristics and visitors of *Merremia macrocalyx* (Convolvulaceae) in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Lundiana* 7:97-102.
- PIGOZZO, C. M. & VIANA, B. F. 2010. Estrutura da rede de interações entre flores e abelhas em ambiente de caatinga. *Oecologia Australis* 14:100-114.
- POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25:345-353.
- PRADO JÚNIOR, J. A. Lopes, S. F., VALE, V. S., OLIVEIRA, A. P., GUSSON, A. E., NETO, O. C. D. & SCHIAVINI, I. 2011 Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. *Caminhos de Geografia* 12:81-93.
- PRADO JÚNIOR, J. A., VALE, V. S., OLIVEIRA, A. P., GUSSON, A. E., DIAS NETO, O. C., LOPES, S. F. & SCHIAVINI, I. 2010. Estrutura da comunidade arbórea

em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. *Bioscience Journal* 26:638-647.

RODRIGUES, M., SANTANA, W. C., FREITAS, G. S. & SOARES, A. E. E. 2007. Flight activity of *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) at the São Paulo University campus in Ribeirão Preto. *Bioscience Journal* 23:118-124.

ROUBIK, D.W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. New York, Cambridge University Press, 514pp.

ROUBIK, D.W. 1993. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum preferences. *J. Ins. Behav.* 6:659-73.

SANTOS, A. O. R. *Diversidade de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em fragmentos de Mata Estacional Semidecidual em Minas Gerais*. 2010. 18 pp. Monografia Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.

SANTOS, F. M., CARVALHO, C. A. L. & SILVA, R. F. 2004. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de transição Cerrado-Amazônia. *Acta Amazônica* 34:319-328.

SANTOS, G. M. M., AGUIAR, C. M. L. & MELLO, M. A. R. 2010. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. *Apidologie* 41:466–475.

SANTOS-FILHO, P. S. 1995. Fragmentação de habitats: implicações para conservação *in situ*. *Oecologia Brasiliensis* 1:365-393.

SILVA, J. F., FARIÑAS, M. R., FELFILI, J. M. & KLINK, C. A. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33:536–548.

- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. *Abelhas brasileiras: sistemática e identificação*. Ministério do Meio Ambiente, Probio – PNUD, Fundação Araucária, Belo Horizonte. 253 pp.
- SILVEIRA, F.A. & CAMPOS, M.J.O. 1995. A melissofauna de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma análise biogeográfica das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera: Apoidea). *Revista Brasileira de Entomologia* 39:371-401.
- SILVEIRA, G. C. 2010. *A fauna de abelhas da subtribo Euglossina Latreille (Hymenoptera: Apidae) em duas áreas de mata estacional semidecidual no domínio do Cerrado em Uberlândia-MG*. 57pp. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.
- SIQUEIRA, E. N. L. 2007. *Hábitos de nidificação e distribuição de ninhos de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Meliponina) em uma região do vale do Rio Araguari, Araguari-MG*. 2007. 32 pp. Monografia-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- STEPHEN, W. P., BOHART, G. E. & TORCHIO, P. F. 1969. *The Biology and External Morphology of Bees With a Synopsis of the Genera of Northwestern America*. Agricultural Experiment Station , Department of Printing, Oregon State University, Corvallis, Oregon. 140pp.
- VIANA, B. F. & KLEINERT, A. M. P. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of northeastern brazil. *Biota Neotropica* 5:1-12.



## 5. Capítulo 2

### **Guilda de abelhas visitantes florais de *Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pav.) O'Donell (Convolvulaceae) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual**

#### **5.1. Resumo**

O estudo da guilda de abelhas é um ponto de partida para entendermos a estrutura da comunidade, permitindo ainda o conhecimento de outros aspectos ecológicos, como a partição de recursos e a competição. Por ter se apresentado uma espécie bastante atrativa para abelhas no primeiro capítulo deste trabalho e em outros estudos, escolheu-se a planta *M. macrocalyx*, com objetivo de conhecer a guilda de abelhas visitantes florais, investigando a existência de partição temporal na coleta de recursos. O trabalho foi desenvolvido em um transecto de 200m na borda de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em Uberlândia-MG, entre abril e junho, nos anos de 2012 e 2013. As abelhas foram coletadas em suas visitas às flores de *M. macrocalyx*, com o auxílio de rede entomológica, por uma hora e meia a cada dia amostrado, no período de atividade das 7h00min às 17h30min. As abelhas foram medidas utilizando-se um paquímetro digital e divididas em 5 classes de tamanho. Foram coletados 632 indivíduos de abelhas, pertencentes a 55 espécies. A abundância de abelhas diferiu significativamente entre os horários de visita ( $F=7.415$ ;  $p < 0.001$ ) e entre as classes de tamanho ( $H=112.245$ ,  $p < 0.001$ ). Não houve partição temporal. A maioria das abelhas que visitou as flores de *M. macrocalyx* pertence à classe de tamanho pequeno a médio, demonstrando uma relação estreita com a morfologia floral da planta. *M. macrocalyx* mostrou-se uma espécie importante para uma grande diversidade de abelhas, realizando um papel chave na manutenção da comunidade.

**Palavras-chave:** Guilda de abelhas, partição temporal, diversidade de abelhas.

## 5.2. Abstract

The study of the bees guild is a starting point to understanding community structure, still allowing the knowledge of other environmental aspects such as resources partition and competition. We chose to study the guild of flower-visiting bees of *Merremia macrocalyx*, since this plant has shown quite attractive to bees species in the first chapter of this research and in other studies. We aimed to investigating the existence of temporal partition in gathering resources. The study was conducted in a 200 meters transect at the edge of a Semideciduous Forest fragment in Uberlândia, Minas Gerais, between April and June in 2012 and 2013. Bees were collected on their visits to flowers of *M. macrocalyx*, with entomological net, for an hour and a half each day sampled, during the period of activity from 7h00 AM to 5:30 PM. Bees were measured with a digital caliper and divided into 5 size classes. We collected 632 individuals of bees belonging to 55 species. Bee abundance differed significantly between visiting hours ( $F = 7.415$ ,  $p < 0.001$ ) and between size classes ( $M = 112,245$ ,  $p < 0.001$ ). There was no temporal partition. Most bees visited the flowers of *M. macrocalyx* belongs to the class of small to medium size, demonstrating a close relationship with the floral morphology of the plant. *M. macrocalyx* proved to be an important species for a wide variety of bees, performing a key role in maintaining the community.

**Key words:** Guild of bees, temporal partition, bee diversity.

### 5.3. Introdução

O conceito de guilda tornou-se padrão entre os ecólogos de comunidade nos anos sessenta e setenta (Simberloff & Dayan 1991) e geraram estudos que descrevem, organizam e classificam as espécies que compõem as comunidades em subunidades operacionais e lógicas. Esses estudos tinham como objetivos explicar os mecanismos ecológicos e evolutivos que permitem a coexistência de espécies ao longo de gradientes de recursos determinantes da organização da comunidade (Blondel 2003). O conceito de guilda refere-se principalmente aos mecanismos de compartilhamento de recursos por espécies que interagem em um ambiente, podendo apresentar um contexto competitivo (Blondel 2003).

Quando a competição está ocorrendo, espécies pertencentes à mesma guilda competem mais fortemente entre si do que com espécies de outras guildas (Simberloff & Dayan 1991). Nos casos em que a competição interespecífica é intensa, ela pode levar à eliminação de uma espécie pela outra, e devido a esse potencial, a competição é um fator importante na determinação de quais espécies podem coexistir em um habitat (Ricklefs 2003).

O estudo da estrutura de guildas das abelhas visitantes florais pode ser um ponto de partida para auxiliar na compreensão sobre a comunidade de abelhas existentes em fragmentos florestais, permitindo ainda enfocar aspectos da ecologia, como partição de recursos e competição (Carvalho 2009). A guilda de abelhas visitantes florais pode ser formada por muitas espécies que compartilham ou disputam um mesmo recurso floral, e para a obtenção desse recurso, utilizam diferentes estratégias de forrageamento a fim de evitar a competição interespecífica, permitindo a coexistência entre elas (Carvalho 2009).

A oferta de alimento no ambiente é muito importante para as abelhas, porém para que elas possam ir à procura dos recursos, são necessárias condições de voo favoráveis (Kleinert *et al* 2009). A temperatura, a umidade relativa, a intensidade luminosa e a velocidade do vento são os principais fatores abióticos que exercem influência sobre a atividade de voo das abelhas (Kleinert *et al* 2009). Apesar de muitas espécies apresentarem faixas ótimas semelhantes de temperatura e de umidade relativa, os períodos de maior atividade de voo tendem a ser distintos, o que possibilita a partição temporal de recursos florais entre elas (Kleinert *et al* 2009).

As abelhas são os polinizadores mais eficazes de diversas plantas nativas e cultivadas (Batra 1995, Castro *et al* 2006), contribuindo para cerca de 15 a 30% da produção de alimentos no mundo (McGregor 1976). Além disso, maioria das espécies de árvores de florestas tropicais é polinizada por insetos, geralmente abelhas (Michener 2000), as quais também desempenham o papel mais importante na polinização das plantas do cerrado (Anacleto & Marchini 2005).

Esses animais exercem, portanto, uma importante função na conservação das plantas e animais que delas dependem (Aidar 2010 & Michener 2000, Imperatriz-Fonseca *et al* 2012). A preservação das abelhas é de extrema importância para manter as árvores produzindo sementes férteis, garantindo sua reprodução e consequentemente, preservação das florestas (Aidar 2010).

Estudos de estrutura de guildas de abelhas têm sido realizados em diferentes espécies de plantas que podem funcionar como espécies-chave (Carvalho & Oliveira, 2010, Macedo & Martins, 1999), as quais atraem parcelas expressivas de espécies de abelhas presentes em uma determinada região, podendo contribuir para a manutenção de suas populações (Carvalho 2009).

*Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pav.) O'Donnell (Convolvulaceae) mostrou-se uma espécie bastante atrativa a abelhas, em um estudo realizado em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (Capítulo 1), e em outros tipos de fitofisionomia (Neves *et al* 2006, Raimundéz-Urrutia *et al* 2008). Essa espécie é uma trepadeira, que cresce de forma agregada apoiada em outras plantas (Neves *et al* 2006).

As trepadeiras ou lianas representam importantes elementos na estrutura de florestas, pois auxiliam na manutenção de condições microclimáticas ideais para a germinação, principalmente temperaturas mais constantes e alta umidade relativa, além de contribuírem para o aumento da resistência a ventos na borda de fragmentos (Engel *et al* 1998). As lianas representam um papel fundamental na manutenção de populações de polinizadores, pois servem como abrigo e fornecem recursos alimentares para os mesmos (Engel *et al* 1998).

Considerando-se a importância da comunidade de abelhas para a manutenção da flora e o fato de que a trepadeira *Merremia macrocalyx* apresenta um enorme potencial no fornecimento de recursos florais, como pólen e néctar (Neves *et al* 2006) para esses insetos, é de extrema relevância o estudo dessa interação interespecífica, para incrementar o conhecimento sobre o funcionamento dessa comunidade em fragmentos florestais.

Assim, o objetivo deste trabalho foi conhecer a estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Merremia macrocalyx*, ou seja, abelhas que visitam as flores dessa espécie em busca dos recursos por ela ofertados; e investigar os fatores que podem influenciar na riqueza e abundância desses insetos, em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. Os objetivos específicos foram:

- 1) Conhecer a diversidade da guilda de abelhas;

- 2) Investigar a ocorrência de partição temporal na coleta de recursos florais entre as espécies de abelhas mais abundantes;
- 3) Investigar a ocorrência de partição temporal na coleta de recursos florais de acordo com o tamanho da abelha;
- 4) Avaliar a influência da temperatura e da umidade relativa do ar na atividade de forrageamento das abelhas.

## **5.4. Metodologia**

### **5.4.1. Área de estudo**

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual localizado na reserva legal da Fazenda São José (18° 51' 35" S e 48° 13' 53" O) (Figura 1), uma propriedade particular que se encontra a cerca de 6 km do centro da cidade de Uberlândia (MG). O fragmento possui aproximadamente 22 hectares, seu interior apresenta indícios de corte seletivo e trilhas de gado e a matriz de entorno é composta por monoculturas de eucalipto, culturas anuais e pastagens (Prado Júnior *et al* 2011).

O clima da região é do tipo Aw, apresentando uma estação chuvosa que vai de outubro a março e uma estação seca entre abril e setembro (Kottek *et al* 2006).

### **5.4.2. Planta Focal**

A planta focal desse estudo foi *Merremia macrocalyx*, uma trepadeira, pertencente à família Convolvulaceae, que cresce de forma agregada apoiada em outras plantas (Neves *et al* 2006) e com as flores expostas para fora da folhagem (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008). Floresce entre os meses de abril e julho, possuem folhas compostas por 5 folíolos (Ferreira & Miotto 2013), flor bissexual (Figura 2), com disco nectário

localizado na base do ovário (Raimundéz-Urrutiua *et al* 2008), além de apresentar guia de néctar e aroma doce (Neves *et al* 2006).

É uma espécie que cresce naturalmente em savanas, várzeas e florestas montanhosas (Austin 1998 apud Raimundéz-Urrutiua *et al* 2008). Os órgãos sexuais localizam-se no centro da flor, dentro da corola (Raimundéz-Urrutiua *et al* 2008). *M. macrocalyx* é uma espécie parcialmente auto-compatível (Raimundéz-Urrutiua *et al* 2008). O gênero *Merremia* é comum em bordas de florestas (Ferreira & Miotto 2013).

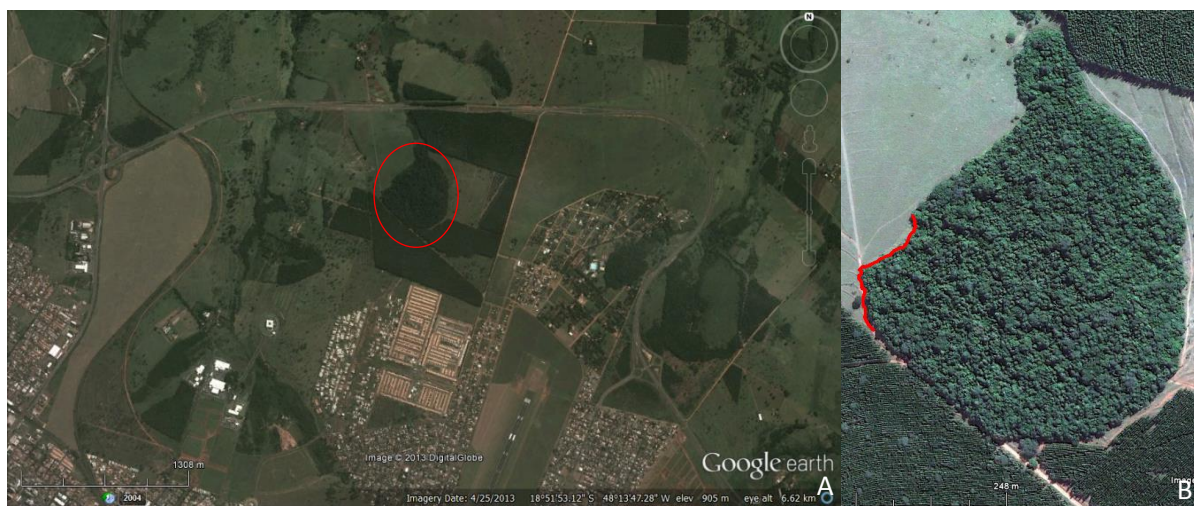


**Figura 2** – *Merremia macrocalyx*. A – Flor de *M. macrocalyx*. B - Flores de *M. macrocalyx* na borda da Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG.

#### 5.4.3. Coleta de dados

As abelhas visitantes das flores de *M. macrocalyx* foram coletadas em um transecto de cerca de 200m na borda do fragmento florestal (Figura 1B), durante seu período de floração, compreendido entre abril e julho, em 2012 e 2013. As abelhas foram coletadas com o auxílio de rede entomológica e esforço de dois coletores, por uma hora e meia a cada dia amostrado, no período de atividade das 7h00min às 17h30min, para garantir a independência entre as amostras. Dessa maneira, a partir da amostragem definida de forma independente e aleatória, foram obtidas 10 réplicas para

cada intervalo de horário (7), totalizando 70 amostras e 105 horas de coleta em todo o período de estudo.



**Figura 1** - Imagem de satélite do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia, MG. A – Fragmento estudado delimitado em vermelho. B – Transecto (200m) onde a coleta de abelhas foi realizada, representado em vermelho.

Foram registrados a partir de um termohigrômetro digital, os valores de temperatura e umidade relativa do ar em cada horário amostrado. As abelhas coletadas foram sacrificadas em câmara mortífera contendo acetato de etila e etiquetadas com o respectivo horário de coleta. Posteriormente, foram alfinetadas e depositadas na coleção de abelhas do Museu de Biodiversidade do Cerrado (MBC), no Laboratório de Ecologia e Comportamento de Abelhas (LECA) do Instituto de Biologia (INBIO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As abelhas foram identificadas e quando necessário, enviadas a especialistas.

Utilizando-se um paquímetro digital, foi medida a distância intertegular de cada indivíduo coletado e, posteriormente, as abelhas foram divididas em cinco classes de



tamanho (Tabela 1), de acordo com padrões definidos por Roubik (1989) e Michener (2000).

**Tabela 1** – Classes de tamanho estabelecidas a partir da medida da distância intertegular das abelhas coletadas nas flores de *M. macrocalyx*.

Classes de tamanho	Distância intertegular (mm)
1-Pequeno	< 2
2-Pequeno a Médio	2 a 3
3-Médio-delgado	3 a 4
4-Médio Robusto	4 a 6
5-Grande	> 6

#### 5.4.4. Análise de dados

Para a análise de diversidade da guilda, foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), por meio do programa PAST 2.17b (Hammer *et al* 2001).

Para verificar a influência dos parâmetros ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) sobre a atividade de forrageamento das abelhas (abundância e riqueza) foi realizado o teste de correlação de Spearman.

Para analisar a atividade de forrageamento das abelhas ao longo do dia, foi realizada uma ANOVA entre abundância e horário. Nesse caso, os dados de abundância foram transformados em raiz quadrada, para se alcançar a normalidade. Foi realizado um teste de Kruskal-Wallis entre abundância e classe de tamanho, a fim de saber qual tamanho de abelhas foi mais abundante na guilda.

Para analisar a partição temporal de recursos pelas espécies, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis com as espécies mais abundantes em cada um dos horários de coleta. Foi realizado também um Kruskal-Wallis para a abundância de cada uma dessas espécies entre os horários de coleta.

Para analisar a existência de partição temporal em relação ao tamanho das abelhas, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para comparar a abundância nas classes de tamanho, para cada um dos horários amostrados.

Os indivíduos de *Tetragona clavipes* foram excluídos das análises de atividade de forrageamento ao longo do dia e de partição temporal, por terem sido coletados apenas em botões florais da planta estudada.

## 5.5. Resultados

Ao longo dos dois anos de estudo, foram coletados 556 indivíduos em visitas a flores e botões florais de *M. macrocalyx*, pertencentes a 55 espécies, distribuídos em três famílias (Tabela 2). Em 2012, foram coletados 266 indivíduos, pertencentes a 37 espécies, e em 2013, foram coletados 290 indivíduos, pertencentes a 39 espécies. Foram encontradas 21 espécies em comum entre os dois anos. O índice de diversidade Shannon-Wiener (H) foi de 2,707.

A abundância diferiu significativamente entre os horários ( $F= 7,415$ ;  $p < 0,001$ ), aumentando gradativamente das 8h30min as 14h30min e ocorrendo uma redução brusca a partir das 14h30min (Figura 2). No período de estudo, a abundância de abelhas diferiu significativamente entre as classes de tamanho ( $H=112,245$ ,  $p<0,001$ ) sendo que a classe 2 foi a mais abundante.

As espécies mais abundantes (*A. mellifera*, *Chalepogenus sp.*, *E. fulvofasciata* e *P. lugubris*) não diferiram significativamente em nenhum dos horários de visita (Tabela 3). Além disso, essas espécies também não diferiram entre os horários, não demonstrando preferência entre os horários de visita (Tabela 4).

Com exceção do último intervalo de horário, todos os horários tiveram diferença de abundância entre as classes de tamanho (Tabela 5), sendo que as abelhas de tamanho pequeno a médio (classe 2) foram as mais abundantes em todos os casos.

A abundância de abelhas da guilda não teve correlação com a temperatura,  $r_{s\ 0,05\ (2)\ 70} = 0,180$  e nem com a umidade,  $r_{s\ 0,05\ (2)\ 70} = -0,163$ . A riqueza também não teve correlação com a temperatura,  $r_{s\ 0,05\ (2)\ 70} = 0,138$  e nem com a umidade,  $r_{s\ 0,05\ (2)\ 70} = -0,133$ .

A temperatura média variou de 19,16°C a 27,55°C (Figura 3) ao longo do dia, e a umidade relativa do ar média variou de 50,37% a 81,62% (Figura 4). A maior abundância e riqueza de abelhas ocorreu entre 13h e 14h30min, com a temperatura média de 26,98°C (Figura 3) e umidade relativa do ar média de 54,66% (Figura 4).

No início e no final do dia, quando a temperatura está mais baixa e alta, respectivamente, a abundância e riqueza de abelhas são menores do que no restante do dia, que apresenta valores de temperatura intermediários (Figura 3).

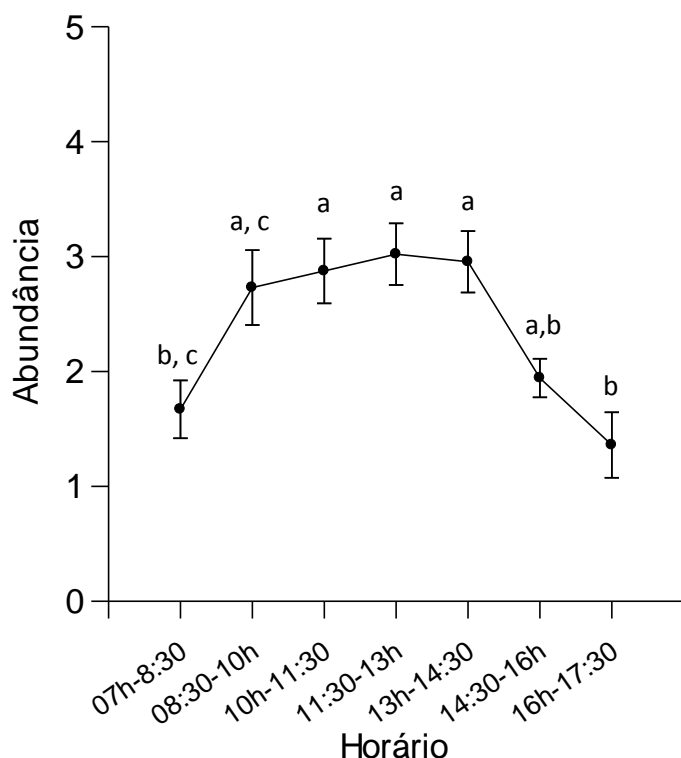
**Tabela 2** – Família e espécie das abelhas coletadas em flores de *Merremia macrocalyx* e suas respectivas classes de tamanho e abundância, no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG, em 2012 e 2013.

Família	Tribo	Espécie	Classe de Tamanho	Abundância		Abundância Total
				2012	2013	
<b>Apidae</b>	Apini	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	2	41	10	51
		<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	3,4,5	7	3	10
		<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	3	2	1	3
		<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell, 1922	3,4	0	2	2
		<i>Euglossa pleosticta</i> Dressler, 1982	3	0	4	4
		<i>Euglossa securigera</i> Dressler, 1982	3	2	1	3
		<i>Euglossa townsendi</i> Cockerell, 1904	3	0	1	1
		<i>Eulaema helvola</i> Moure (2003)	5	3	0	3
		<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier, 1841	4	4	1	5
		<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1845)	4	1	3	4
		<i>Frieseomelitta</i> sp.	1	0	1	1
		<i>Partamona ailyae</i> Camargo, 1980	1	0	3	3
		<i>Partamona combinata</i> Pedro & Camargo, 2003	1	1	0	1
		<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	1	1	0	1
		<i>Scaura latitarsis</i> (Friese, 1900)	1	0	1	1
		<i>Tetragona</i> sp. gr. <i>clavipes</i> (Fabricius, 1804)	1	76	55	131
		<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	1	0	1	1
		<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	1	4	1	5
		<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	1	9	2	11
	Centridini	<i>Centris (Melacentris)</i> cf. <i>obsoleta</i> Lepeletier, 1841	4	0	1	1
		<i>Centris aenea</i> Lepeletier, 1841	4	1	0	1
		<i>Centris analis</i> (Fabricius, 1804)	2,3	3	3	6

Halictidae		<i>Centris tarsata</i> Smith, 1874	2,3	4	0	4
		<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friesse, 1900)	4,5	9	14	23
		<i>Epicharis (Triepicharis) analis</i> Lepeletier, 1841	4	0	1	1
		<i>Epicharis bicolor</i> Smith, 1874	3	1	0	1
	Emphorini	<i>Ancyloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	2	1	1	2
	Ericrocidini	<i>Mesoplia</i> sp.1	3	2	1	3
		<i>Mesoplia</i> sp.2	3	0	2	2
	Eucerini	<i>Thygater analis</i> (Lepeletier, 1841)	2	1	0	1
		<i>Thygater palliventris</i> (Friesse, 1908)	3	0	1	1
	Exomalopsini	<i>Exomalopsis fulvofasciata</i> Smith, 1879	1,2	31	5	36
		<i>Exomalopsis tomentosa</i> Friesse, 1899	1	1	0	1
	Tapinotaspidini	<i>Chalepogenus</i> sp.	1,2	4	117	121
		<i>Monoeca pluricincta</i> (Vachal, 1909)	2	3	4	7
		<i>Paratetrapedia connexa</i> (Vachal, 1909)	2	2	6	8
		<i>Paratetrapedia flaveola</i> Aguiar & Melo, 2011	1,2	5	2	7
		<i>Paratetrapedia lugubris</i> (Cresson, 1878)	2,3	25	15	40
		<i>Paratetrapedia punctata</i> Aguiar & Melo, 2011	2	1	0	1
		<i>Tropidopedia</i> sp.	1	1	0	1
	Ceratinini	<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.1	2	0	2	2
		<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.2	1	0	1	1
	Xylocopini	<i>Xylocopa grisescens</i> Lepeletier, 1841	5	1	0	1
	Augochlorini	<i>Augochlora foxiana</i> Cockerell, 1900	2	0	1	1
		<i>Augochlora</i> sp. 1	1	1	0	1
		<i>Augochlora</i> sp. 2	1	0	4	4
		<i>Augochlora</i> sp. 3	1	0	1	1
		<i>Augochlora</i> sp. 4	1	2	0	2
		<i>Augochlora</i> sp. 5	1,2	6	8	14
		<i>Augochlora</i> sp. 6	1	1	0	1

		<i>Augochloropsis</i> cf. <i>aurifluens</i> (Vachal, 1903)	1	0	1	1
		<i>Augochloropsis</i> cf. <i>smithiana</i> (Cockerell, 1900)	2	1	0	1
	Halictini	<i>Dialictus</i> sp.1	1	1	0	1
<b>Megachilidae</b>	Lithurgiini	<i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907	2,3	7	7	14
	Megachilini	<i>Megachile (Austromegachile) fiebrigi</i> Schrottky, 1908	3,4	0	2	2
<b>Total</b>				<b>266</b>	<b>290</b>	<b>556</b>

---



**Figura 2** – Abundância de abelhas visitantes de *M. macrocalyx* amostradas ao longo do dia, na borda do fragmento de Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG.  $F = 7.415$ ;  $p < 0.001$ . Letras iguais não diferem significativamente.

**Tabela 3** – Resultados dos testes Kruskal-Wallis realizados para avaliar a diferença de abundância entre as abelhas mais frequentes (*A. mellifera*, *Chalepogenus* sp., *E. fulvofasciata* e *P. lugubris*) em cada intervalo de horário amostrado na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG, em 2012 e 2013.

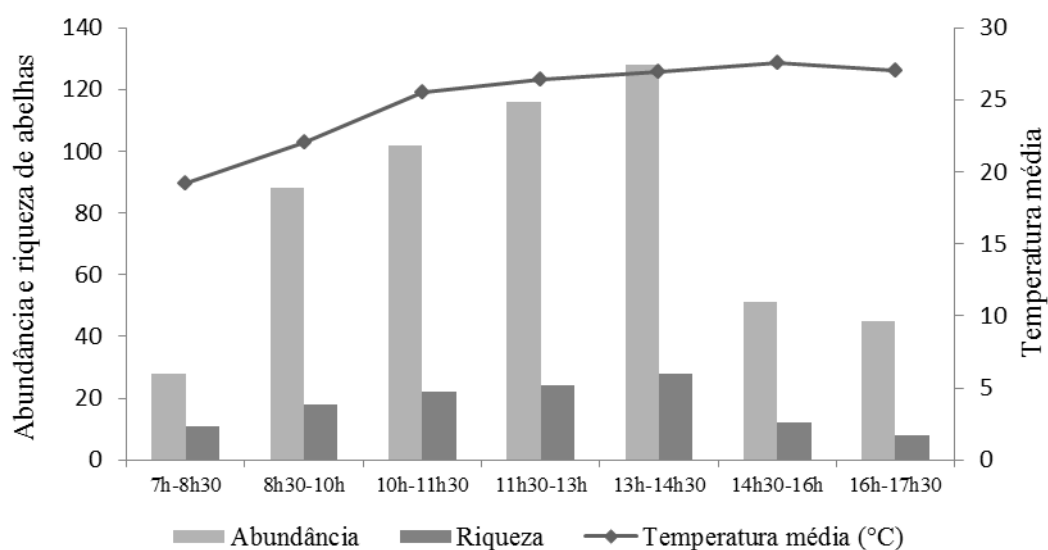
Horário	7h-8:30	8:30-10h	10h-11:30	11:30-13h	13h-14:30	14:30-16h	16h-17:30
H	4.787	1.981	3.589	1.595	4.532	3.34	4.321
P	0.188	0.576	0.309	0.661	0.209	0.342	0.229

**Tabela 4** – Valores do teste Kruskal-Wallis para a diferença de abundância entre os intervalos de horários para cada espécie de abelha mais abundante amostradas na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG.

Espécie	H	P
<i>Apis mellifera</i>	7.847	0.250
<i>Chalepogenus</i> sp.	9.780	0.134
<i>Exomalopsis fulvofasciata</i>	11.826	0.066
<i>Paratetrapedia lugubris</i>	10.300	0.113

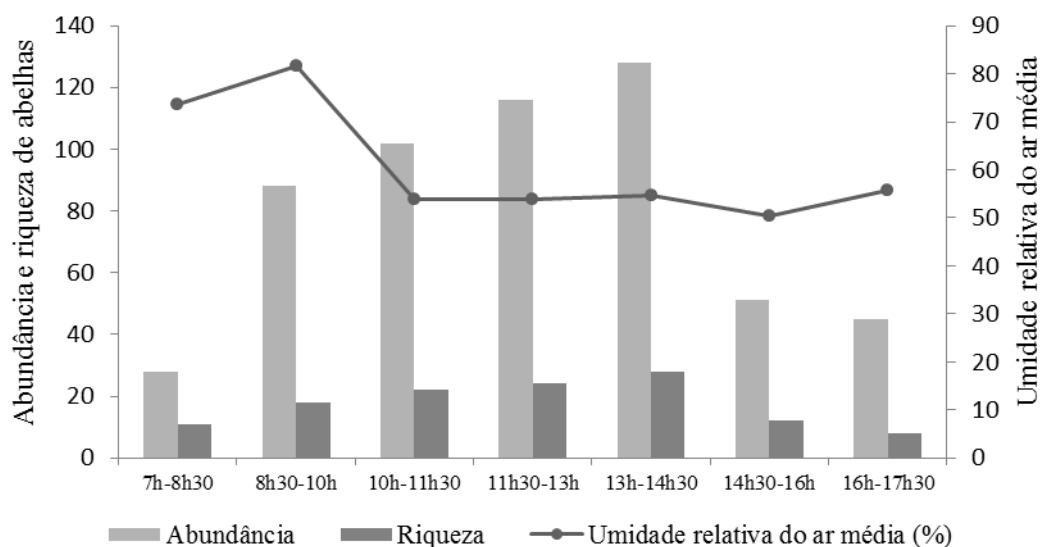
**Tabela 5** – Resultados dos testes Kruskal-Wallis realizados para avaliar a diferença de abundância entre as classes de tamanho das abelhas amostradas em cada horário na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José, Uberlândia-MG.

Horário	7h-8:30	8:30-10h	10h-11:30	11:30-13h	13h-14:30	14:30-16h	16h-17:30
H	11.510	27.767	23.109	26.382	23.387	17.572	6.61
P	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.158



**Figura 3** – Riqueza e abundância de abelhas amostradas nos intervalos de horários e suas respectivas médias de temperatura.





**Figura 4** - Riqueza e abundância de abelhas amostradas nos intervalos de horários e suas respectivas médias de umidade relativa do ar.

## 5.6. Discussão

A alta riqueza de espécies de abelhas encontrada neste estudo ( $n=55$ ), amostrada em flores de *M. macrocalyx*, reforça a sugestão apresentada por Aidar (2014)\* de que ela pode ser considerada uma espécie chave. A riqueza de espécies de abelhas visitantes de *M. macrocalyx* na Floresta Estacional Semidecidual da Fazenda São José é superior à encontrada por Neves *et al* (2006) ( $n=22$ ), na Chapada Diamantina, na Bahia. Foi maior também que a encontrada por Raimundéz-Urrutia *et al* (2008) ( $n=5$ ), na Floresta Los Guayabitos, no sudeste de Caracas, Venezuela. Além disso, o índice de diversidade neste estudo ( $H = 2.704$ ) também foi superior ao encontrado por Neves *et al* (2006),  $H = 2.513$ .

Entretanto, devemos considerar que nesses casos diferentes metodologias de coleta foram utilizadas. Essas diferenças podem estar relacionadas ao maior esforço amostral

\* De acordo com os resultados apresentados no Capítulo 1 deste trabalho.

desprendido no presente trabalho (129 horas de coleta) em relação aos outros, sendo 39 horas por Raimundéz-Urrutia *et al* (2008) e pouco mais de 6 horas por Neves *et al* (2006). Além disso, a riqueza e abundância de abelhas do próprio ambiente pode ser diferente, visto que os trabalhos foram realizados em diferentes fitofisionomias, sendo floresta nublada (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008), campo rupestre (Neves *et al* 2006) e floresta estacional semidecidual, no presente estudo.

Flores de *M. macrocalyx* possuem o tubo da corola amarelo-pálido contrastando com uma parte branca lisa, coloração que pode permitir que essa estrutura atue como um guia de néctar (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008), contribuindo para a atração das abelhas (Leonard & Papaj, 2011). Além disso, a corola funcionando como uma plataforma de pouso para os visitantes, a produção de pequenas quantidades de néctar e o aroma doce das flores, como é o caso de *M. macrocalyx*, são características de flores polinizadas por abelhas (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008).

As abelhas podem ser excelentes polinizadores possibilitando em muitas espécies de plantas a polinização cruzada, contribuindo para o aumento na produção de frutos e sementes, o que ocorre com *M. macrocalyx* (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008), reforçando a importância desses insetos como agentes que contribuem para a perpetuação dessa espécie de planta.

A maioria dos visitantes florais de *M. macrocalyx* foram abelhas que variaram de tamanho pequeno a médio (Classe 2), o que corrobora com a informação de Bawa (1990) de que as flores que são polinizadas por pequenas abelhas são pequenas e discretas, brancas, pálidas ou verdes. Assim, as características de *M. macrocalyx*, como, flores brancas e relativamente pequenas, podem ter sido responsáveis por ter atraído um maior número de abelhas de tamanho pequeno a médio (Classe 2). Além disso, as quatro espécies de abelhas visitantes mais abundantes pertencem a essa classe de tamanho. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos, em que a sobreposição de nicho ocorreu com espécies de

abelhas de tamanhos similares (Cortopassi-Laurino *et al* 2003, Nogueira-Ferreira & Augusto 2007), mostrando que o tamanho da abelha pode ter relação com a divisão de utilização e exploração dos recursos alimentares pelas abelhas.

A distribuição agregada das plantas, tamanho da flor e néctar de fácil acesso em *M. macrocalyx*, estimulam a visitação, principalmente por espécies de abelhas generalistas (Neves *et al* 2006). Uma das espécies mais abundantes neste e em outros trabalhos realizados com *M. macrocalyx*, (Neves *et al* 2006, Raimundéz-Urrutia *et al* 2008) foi *Apis mellifera* que é considerada polinizador efetivo da planta, devido ao seu comportamento nas flores, a presença de pólen distribuído em seu corpo e o contato que realiza com o estigma na visita às flores (Raimundéz-Urrutia *et al* 2008). *Apis mellifera* visita as flores de *M. macrocalyx* em busca de polén e néctar (Neves *et al* 2006) e sua alta abundância nesse estudo pode ser explicada por fatores como, seu amplo período de forrageamento, elevada densidade populacional e sofisticado sistema de recrutamento (Roubik 1989).

*Tetragona clavipes*, a espécie mais abundante no estudo, foi amostrada coletando apenas nos botões florais de *M. macrocalyx*. Esse fato pode ser explicado por ser uma espécie social (Michener 2000) que apresenta colônias populosas (Nogueira-Neto 1997). Além disso, *T. clavipes* ocorreu em todos os horários, com exceção do primeiro (7h-8h30min), quando a temperatura média foi de 19,2°C e a umidade relativa do ar média foi de 73,5%. Essa espécie ocorreu apenas em temperaturas acima de 19,8°C neste trabalho. Rodrigues *et al* (2007) relataram que *T. clavipes* iniciaram a atividade de voo apenas quando a temperatura alcançou valores próximos a 22°C. Abelhas pequenas, como é o caso de *T. clavipes*, geralmente cessam ou diminuem as atividades de voo em temperaturas abaixo de 20°C (Kleinert *et al* 2009).

*Chalepogenus* sp., que foi a espécie mais abundante visitando flores de *M. macrocalyx*, ocorreu em uma ampla variação de temperatura (17,6°C - 29,4°C) e umidade (27,3% e 76,6%), o que pode ter contribuído para esse resultado encontrado.

*Paratetrapedia lugubris* que também se apresentou como uma das espécies mais abundantes neste trabalho visitou as flores em todos os horários. Informações sobre essa espécie são escassas, entretanto, já foi reportado que podem formar agregações de até 10 ninhos formados de 2 a 8 células cada um (Camillo *et al* 1993 apud Aguiar & Mello 2011), o que nos sugere que exista uma agregação de *P. lugubris* próximo à área estudada.

*Exomalopsis fulvofasciata*, apesar de abundante neste estudo, parece ter restrições com a temperatura, pois não ocorreu no primeiro horário, quando a temperatura média foi 19,2°C, tendo sido amostrada apenas com a temperatura mínima de 21°C.

Acredita-se que as abelhas iniciam, aumentam ou diminuem o ritmo das atividades de forrageamento influenciadas pelas condições climáticas, principalmente pela temperatura, devido ao custo energético gasto para regular a temperatura corpórea durante o voo (Carvalho-Zilse *et al* 2007). Cerca de 80% da energia metabolizada pelos músculos das abelhas durante o voo é perdida em forma de calor (Roubik 1989). Dessa maneira, baixas temperaturas podem diminuir a capacidade de voo de algumas abelhas (Rodrigues *et al* 2007).

Assim, a atividade de forrageamento das abelhas em *M. macrocalyx* ao longo do dia, provavelmente foi influenciada pela temperatura, visto que os períodos mais frios e mais quentes em média, apresentaram menor abundância e riqueza de abelhas. Isso pode ser justificado pelo fato das abelhas preferirem o período do dia com temperatura próxima aos 25°C ou o período com temperaturas mais amenas para forrageamento (Silveira-Neto *et al* 1976 apud D'Ávila & Marchini 2008).

A maior parte do néctar produzido por *M. macrocalyx* é secretado no período da manhã, e pouco néctar é oferecido no período da tarde (Neves *et al* 2006). Esse fato também pode ter contribuído para a redução da atividade de forrageamento das abelhas nessa planta no final da tarde.

Não ocorreu partição temporal pelas espécies de abelhas mais abundantes e nem pelo tamanho das abelhas visitantes de *M. macrocalyx*, o que sugere que a partição possa estar ocorrendo de outra forma, ou ainda que a planta forneça recursos suficientes para uma grande quantidade de abelhas.

A temperatura média aumentou ao longo do dia e atingiu valores máximos no período da tarde, refletindo na atividade de forrageamento das abelhas, que aumentou gradativamente ao longo da manhã e reduziu drasticamente no final do dia.

*Merremia macrocalyx* mostrou-se uma espécie importante para uma grande diversidade de abelhas, visto o número de espécies e indivíduos que buscaram recursos em suas flores. Dessa maneira, realiza um papel chave na manutenção da comunidade de abelhas, que por sua vez, são importantes para a reprodução das plantas, contribuindo para a manutenção da floresta.

## **5.7. Agradecimentos**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, ao Dr. Fernando Amaral da Silveira e aos alunos Rodolfo, Igor e José do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pela identificação das abelhas e à Dra. Silvia Regina Menezes Pedro da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP) pela identificação das abelhas do grupo Meliponina.

## 5.8. Referências Bibliográficas

- Aidar IF (2011) Abelhas sem ferrão (Apinae, Meliponina) visitantes florais em dois fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Uberlândia (MG). 38p. Monografia – Universidade Federal de Uberlândia.
- Aguiar AJC, Melo GAR (2011) Revision and phylogeny of the bee genus *Paratetrapedia* Moure, with description of a new genus from the Andean Cordillera (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). *Zoological Journal of the Linnean Society* 162: 351–442.
- Aidar D S (2010). *A Mandaçaia*. Ribeirão Preto, SP, Funpec, 162p.
- Anacleto DA, Marchini LC (2005) Análise faunística de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) coletadas no cerrado do Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum-Biological Sciences* 27: 277-284.
- Batra SWT (1995) Bees and pollination in our changing environment. *Apidologie* 26: 361-370.
- Bawa KS (1990) Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 399-422.
- Blondel J (2003) Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos* 100: 223 – 231.
- Carvalho AMC (2009) *Guilda de abelhas e outros visitantes de Matayba guianensis* (Sapindaceae) em vegetação de Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia.
- Carvalho AMC, Oliveira PEAM (2010) Estrutura da guilda de abelhas visitantes de *Matayba guianensis* Aubl. (Sapindaceae) em vegetação do cerrado. *Oecologia Australis* 14(1): 40-66. doi:10.4257/oeco.2010.1401.02
- Carvalho-Zilse G, Porto EL, Silva CGN, Pinto MFC (2007) Atividades de vôo de operárias de *Melipona seminigra* (Hymenoptera: Apidae) em um sistema agroflorestal da Amazônia. *Bioscience Journal* 23(1): 94-99.

Castro MS, Koedam D, Contrera FAL, Venturieri G, Parra GN, Malagodi-Braga KS, Campos LO, Viana M, Cortopassi-Laurino M, Nogueira Neto P, Peruchetti RC, Imperatriz-Fonseca VL (2006) Stingless Bees, p. 75-88. In: Imperatriz-Fonseca VL, Saraiva AM, Jong D (Org.). Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices. Ribeirão Preto, SP, Holos.

Cortopassi-Laurino M, Knoll FRN, Imperatriz-Fonseca V L (2003) Nicho trófico e abundância de *Bombus morio* e *Bombus atratus* em diferentes biomas brasileiros, p. 285-296 In: Melo GAR, Alves-dos-Santos I. Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure. Criciúma, Editora UNESC.

D'Ávila M, Marchini LC (2008) Análise faunística de himenópteros visitantes florais em fragmento de cerrado em Itirapina, SP. *Ciência Florestal* 18(2): 271-279.

Engel VL, Fonseca RCB, Oliveira RE (1998) Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12: 43-64.

Ferreira PPA, Miotto S T S (2013). O gênero *Merremia* (Convolvulaceae) na Região Sul do Brasil. *Rodriguésia* 64(3): 635-646.

Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA & Saraiva AM (2012) Polinizadores e polinização – um tema global, p. 25-45. In Imperatriz-Fonseca VL, Canhos DAL, Alves DA & Saraiva AM (eds) *Polinizadores no Brasil*. São Paulo, Edusp, 485 p.

Kleinert AMP, Ramalho M, Cortopassi-Laurino M, Ribeiro MF & Imperatriz-Fonseca, V. L. 2009. Abelhas sociais (Bombini, Apini, Meliponini), p. 373-426 in: Panizi, AR & Parra JRP. *Bioecologia e nutrição de insetos*. Embrapa.

Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15(3): 259-263.

Leonard AS, Papaj DR (2011) 'X' marks the spot: The possible benefits of nectar guides to bees and plants. *Functional Ecology* 25: 1293–1301. doi: 10.1111/j.1365-2435.2011.01885.x

- Macedo JF, Martins RP (1999) A Estrutura da Guilda de Abelhas e Vespas Visitantes Florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 4(28): 617-633.
- McGregor SE (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, United States Department of Agriculture. 411pp.
- Michener CD (2000) The bees of the world. Baltimore, Maryland, Johns Hopkins Univ Press, 913 p.
- Neves DL, Taki H, Silva FO, Viana BF, Kevan PG (2006) Flower characteristics and visitors of *Merremia macrocalyx* (Convolvulaceae) in the Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. *Lundiana* 7(2): 97-102.
- Nogueira-Ferreira FH, Augusto SC (2007) Amplitude de nicho e similaridade no uso de recursos florais por abelhas eussociais em uma área de cerrado. *Biosci. J.* 23: 45-51.
- Nogueira-Neto P (199) Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo, Nogueirapis, 445 p.
- Prado Júnior JÁ, Lopes SF, Vale VS, Oliveira AP, Gusson AE, Neto OCD, Schiavini I (2011) Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. *Caminhos de Geografia*. 12(39): 81–93.
- Raimundéz-Urrutia E, Avendaño L, Velázquez D (2008) Reproductive Biology of the Morning Glory *Merremia macrocalyx* (Ruiz & Pavon) O'Donnell (Convolvulaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society* 135(3): 299-308.
- Ricklefs RE (2003) A economia da natureza. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 503 p.
- Rodrigues M, Santana WC, Freitas GS, Soares AEE (2007) Flight activity of *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) at the São Paulo university campus in Ribeirão Preto. *Bioscience Journal* 23(1): 118-124.
- Roubik DW (1989) Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge, Cambridge University Press, 514p.



Simberloff D, Dayan T (1991) The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22: 115-143.

## **6. Considerações Gerais**

O presente estudo contribuiu para o conhecimento de comunidades de abelhas em Floresta Estacional Semidecidual e as flores por elas visitadas. A partir dos resultados deste trabalho, pode-se concluir que o fragmento estudado é de grande importância para a fauna de abelhas, sendo sua conservação fundamental para a manutenção da comunidade. Concluímos também que *Merremia macrocalyx* é uma planta importante para a coesão da rede de interações abelha-planta nessa área e fornece recursos para uma grande quantidade de espécies abelhas. Dessa forma, é uma espécie que merece atenção e prioridades em programas de conservação, visto sua importância para a manutenção da comunidade de abelhas e, por conseguinte a conservação da floresta.