

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-graduação em Ciências Biológicas
Mestrado em Comportamento e Biologia Animal

Bruno Corrêa Barbosa

**VESPAS SOCIAIS (VESPIDAE: POLISTINAE) EM FRAGMENTO URBANO:
RIQUEZA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E REDES DE INTERAÇÃO**

Juiz de Fora

2015

Bruno Corrêa Barbosa

**VESPAS SOCIAIS (VESPIDAE: POLISTINAE) EM FRAGMENTO URBANO:
RIQUEZA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E REDES DE INTERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto

Juiz de Fora

2015

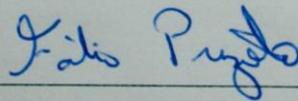
Bruno Corrêa Barbosa

**VESPAS SOCIAIS (VESPIDAE: POLISTINAE) EM FRAGMENTO URBANO:
RIQUEZA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E REDES DE INTERAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Comportamento e Biologia Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para obtenção do grau de Mestre.

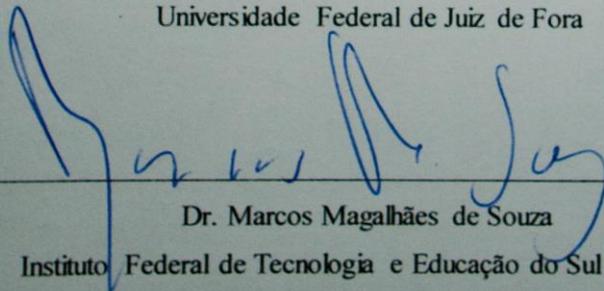
Aprovado em 13 de fevereiro de 2015

BANCA EXAMINADORA



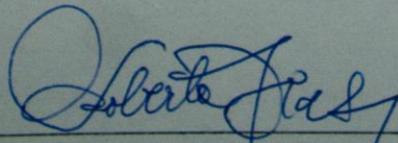
Dr. Fábio Prezoto (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora



Dr. Marcos Magalhães de Souza

Instituto Federal de Tecnologia e Educação do Sul de Minas



Dr. Roberto Júnio Pedrosa Dias

Universidade Federal de Juiz de Fora

“Dedico esse trabalho a minha força de vontade”

AGRADECIMENTO

Ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Prezoto pela oportunidade de realizar esta dissertação, pela amizade, respeito, confiança e ensinamento transmitidos no decorrer dessa etapa. Com certeza será um exemplo a ser seguido por toda a vida.

Meu sincero agradecimento aos membros da Banca Examinadora, Prof. Marcos Magalhães de Souza e Prof. Roberto Júnio Pedroso Dias pelas valiosas sugestões na melhoria deste trabalho.

A minha amiga, Tatiane Tagliatti Maciel, por estar ao meu lado em todos os momentos, sem ela acredito que seria mais difícil concluir essa etapa e pelos momentos de descontração e companheirismo.

Os meus amigos do Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica pelo o apoio em especial para querida Mariana Monteiro de Castro, quem ajudou a aprimorar muito meus conhecimentos ao longo do mestrado, companheirismo e amizade para o resto da vida.

Ao meu pai Enio Rocha Barbosa *in memoriam*, que brigou muito comigo e agora vejo que não eram brigas mais sim conselhos e ensinamentos, agradeço muito por ter feito.

A minha mãe Iara Cândida Corrêa, no qual teve muita paciência e consciência das minhas manias de biólogo e a toda minha família.

E por fim e não menos importante (e sim a mais importante!!!), minha esposa Mariana Paschoalini, minha querida companheira que entrou na minha vida me ajudando muito em todos os momentos que precisei dela, sendo uma legítima companheira.

RESUMO

As vespas sociais são de grande importância nos ecossistemas florestais pelo seu papel ecológico na regulação da população de outros insetos. Apesar de muitos trabalhos sobre diversidade estarem sendo publicados nos últimos anos, ainda existem muitas lacunas no território Brasileiro, destacando as comunidades de vespas sociais associadas às dosséis florestais que são ainda largamente inexplorados. Os fragmentos urbanos ou *Novel ecosystems* estão recebendo destaque nos últimos anos devido seu papel de “refúgios” para biodiversidade. O presente estudo teve como objetivo central o levantamento das espécies de vespas sociais em um fragmento urbano, com base na riqueza encontrada foi estudada a sazonalidade da distribuição espacial das vespas durante as estações, assim como a criação de redes de interseção para o entendimento de preferências de nidificação em *man-made substrates* e plantas. Para o estudo de diversidade e estratificação, foram realizadas durante 24 meses, coletas mensais utilizando os métodos de Busca Ativa, Busca por Ninhos e Armadilha atrativa, e para criação das redes de interação foram realizados 43 meses de coletas mensais utilizando metodologia de Busca por Ninhos. Foram encontradas 36 espécies de vespas de 10 gêneros, a riqueza encontrada é o décimo maior trabalho de levantamento no Brasil e quinto no estado de Minas Gerais, nenhum método utilizado foi capaz de capturar todas as espécies de vespas, mostrando a necessidade de um consórcio de métodos. A estratificação mostrou uma variação ao longo das estações do ano, demonstrando que as vespas utilizam o estrato dossel na época de estiagem e sub-bosque na época chuvosa, coletando espécies exclusivas para cada estrato, tendo dossel seis exclusivas e sub-bosque duas. A rede de interação abrigou 23 espécies de vespas sociais, 35 espécies de plantas e sete *man-made substrates*. Em ambas as redes foi encontrada assimetria, com um grande número de espécies de vespas, plantas e *man-made substrates*. No aspecto geral, a maioria das vespas teve baixa amplitude de sítio para nidificação, fundando de dois a quatro espécies de plantas/substratos. Os dados sugerem que as diferenças na complexidade estruturais do ambiente influenciam diretamente a estrutura da rede de interação entre vespas sociais e substratos para nidificação. Os resultados contribuem para o aumento do conhecimento sobre a riqueza das vespas sociais na região sudeste e evidenciam a capacidade de forrageio vertical das vespas sociais de acordo com a estação do ano em ambientes de *Novel ecosystems*.

Palavras-chave: Ecologia de paisagem, Estrutura de Floresta, Polistinae, nidificação.

ABSTRACT

The social wasps are of great importance in forest ecosystems for their ecological role in regulating the population of other insects. Although many studies on diversity are being published in recent years, there are still many gaps in the Brazilian territory, highlighting the social wasps communities associated with forest canopies that are still largely unexplored. "Urban green areas" or *Novel ecosystems* are receiving attention in recent years due to its role of "refuges" for biodiversity. This study aimed mainly at the checklist of species of social wasps in an urban fragment, based on the wealth found was studied seasonality of the spatial distribution of wasps during the seasons, as well as create intersecting networks for the understanding of preferences nesting in *man-made substrates* and plants. For the study of diversity and stratification, are carried out for 24 months monthly collections using the methods of Active Search, Searching for Nests and Attractive Trap, and for creation of interaction networks were performed 43 months of monthly sampling methodology used Search for Nests. Were found 36 species of wasp of 10 genera, the wealth found is the tenth largest work of the checklist in Brazil and the fifth in the state of Minas Gerais, no method was used to capture covers all species of wasps, shown the need for a consortium of methods. The stratification showed a variation throughout the seasons of the year, showing that the wasps use the canopy layer in the dry season and undergrowth in the rainy season, collecting exclusive species for each stratum, with six exclusive for canopy and two for undergrowth. The interaction network harbored 23 species of social wasps, 35 species of plants and seven *man-made substrates*. In both, systems asymmetry was observed with a large number of species of wasps, plants and *man-made substrates*. In general appearance, most wasps had low amplitude site for nesting, founding in two to four species of plants/substrates. The data suggest that differences in environmental structural complexity directly influence the structure of the network of interaction between social wasps and substrates for nesting. The results contribute to increased knowledge about the wealth of social wasps in the southeast region and show the vertical foraging capacity of social wasps according to the season in *Novel ecosystems* environments.

Key words: Landscape ecology, forest structure, Polistinae, nesting.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Localização do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora	19
FIGURA 2. Divisão dos transectos, linha amarela Transecto 1 e linha branca Transecto 2; B E C – Áreas inseridas no Transecto 1; D E E - Áreas inseridas no Transecto 2	20
FIGURA 3. A – Armadilhas montadas; B – Armadilha instaladas; C – Sequência de distribuição das armadilhas em campo	22
FIGURA 4. Abundância e riqueza encontradas nos métodos de coleta utilizados Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de Fevereiro/2011 a Fevereiro/2014.....	24
FIGURA 5. Correlação da temperatura, umidade e precipitação com a riqueza e abundância de vespas sociais ao longo de dois anos de amostragem com os métodos de busca ativa e armadilha atrativa no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora	26
FIGURA 6. Abundância e sazonalidade de vespas sociais ao longo das estações quente/úmida (outubro a abril) e fria/seca (maio a setembro) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de setembro de 2011 a agosto 2013	30
FIGURA 7. Localização do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora	34
FIGURA 8. Rede de interação entre vespas e plantas composta por 20 espécies de vespas e 35 espécies de plantas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.	45
FIGURA 9. Rede de interações entre vespas e <i>man-made substrates</i> composta por 13 espécies de vespas e oito matérias no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.	46
FIGURA 10. Espécies de vespas sociais nos substratos e locais utilizados para fundação das colônias: A e B – colônias de <i>Polistes versicolor</i> em caules de <i>Mendoncia velloziana</i> , C – <i>Parachartergus fraternus</i> em parte superior de <i>euphorbia milii</i> , D – <i>Mischocyttarus wagneri</i> em espinho de <i>euphorbia milii</i> , E – <i>Mischocyttarus atramentarius</i> em madeira, F – <i>Mischocyttarus cassununga</i> em metal.	47

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Lista de espécies e seu métodos amostrados e constância de captura em relação aos métodos Armadilha Atrativa e Busca Ativa no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de fevereiro/2011 a fevereiro/2014. Legenda: AR = Armadilha Atrativa; BA = Busca; BN = Busca por Ninhos; ● = Constante ($C > 50\%$); ▲ = Acessória ($25\% < C < 50\%$); ■ = Acidental ($C < 25\%$).27
- TABELA 2.** Lista de espécies quanto seu estrato amostrado pelo método de Armadilha Atrativa no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de setembro de 2011 a agosto 2013.....29
- TABELA 3.** Relação entre espécies de vespas sociais e espécies de plantas utilizadas como substrato de nidificação e abundância de ocorrência no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Legenda: 1 - *Apoica pallens*, 2 - *Mischocyttarus araujoi*, 3 - *M. atramentarius*, 4 - *M. cassununga*, 5 - *M. drewseni*, 6 - *M. flavoscutellatus*, 7- *M. ihering*, 8 - *M. rotundicollis*, 9 - *M. sp2*, 10 - *M. wagneri*, 11 - *Parachartergus fraternus*, 12 - *Polistes actaeon*, 13 - *P. pacificus pacificus*, 14 - *P. versicolor*, 15 - *Polybia fastidiosuscula*, 16 - *P. occidentalis*, 17 - *P. platycephala*, 18 - *Protonectarina sylveirae*, 19 - *Protopolybia exígua* e 20 - *Synoeca cyanea*. Legenda: * = plantas exóticas.40
- TABELA 4.** Relação entre espécies de vespas sociais e man-made-substrates utilizados como substrato de nidificação e abundância de ocorrência no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Legenda: 1 - *Agelaia vicina*, 2 - *Apoica pallens*, 3 - *Mischocyttarus atramentarius*, 4 - *M. cassununga*, 5 - *M. drewseni*, 6 - *M. flavoscutellatus*, 7- *M. rotundicollis*, 8 - *M. sp1*, 9 - *Parachartergus fraternus*, 10 - *Polistes similimus*, 11 - *P. versicolor*, 12 - *Polybia fastidiosuscula* e 13 - *P. platycephala*43
- TABELA 5.** Métricas de redes de interações de vespas e substratos de nidificação estudados no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Biologia e Ecologia de Vespas Sociais	13
2.2. Nidificação	14
2.3. Diversidade de espécies e Fragmentação Florestal	15
2.4. Estudos de Vespídeos no Brasil	16
3. DIVERSIDADE DE VESPAS EM FRAGMENTO URBANO: RIQUEZA DE ESPÉCIES E ESTRATIFICAÇÃO SAZONAL	17
3.1. INTRODUÇÃO.....	18
3.2. MATERIAL E MÉTODO	19
3.2.1. Área de estudo	19
3.2.2. Coleta de Dados.....	21
3.2.2.1. Método de Armadilha Atrativa.....	21
3.2.2.2. Método de Busca Ativa	22
3.2.2.3. Método de Busca por Ninhos	22
3.2.3. Análise dos Dados e Identificação do Material.....	23
3.2.4. Coleta dos Dados Meteorológicos.....	24
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.3.1. Abundância e riqueza de espécies	24
3.3.2. Distribuição espacial das vespas sociais.....	29
4. REDES DE INTERAÇÃO: VESPAS SOCIAIS E SÍTIOS DE NIDIFICAÇÃO EM FRAGMENTO URBANO	32
4.1 INTRODUÇÃO.....	33
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.2.1. Área de estudo	34
4.2.2. Coleta de Dados.....	35
4.2.3. Análise dos Dados	36
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO GERAL

A subfamília Polistinae, na qual as vespas sociais estão agrupadas, contém muitas espécies que são notáveis pelos seus papéis no ecossistema como predadoras de insetos pragas, polinizadoras e bioindicadoras (PREZOTO et al. 2008, ELISEI et al. 2010, SOUZA *et al.* 2010, CLEMENTE et al. 2012; BARBOSA et al. 2014). Seus ninhos apresentam diversa variedade quanto a arquitetura (JEANNE, 1975; WENZEL, 1998), podendo ter um único favo coberto ou não por um envelope protetor ou múltiplos favos também cobertos ou descobertos, sendo ainda utilizados como caráter taxonômico para as espécies (CARPENTER & ANDENA, 2013).

Apesar do crescente aumento nos estudos sobre a fauna de vespas sociais, muitas regiões do Brasil ainda não foram estudadas, o que, somado às poucas áreas de conservação e às taxas de extinção locais e globais, torna emergenciais os estudos sobre a fauna desses insetos em todo o Brasil. Ainda que o estado de Minas Gerais seja o mais bem estudado, muitas áreas preservadas e conservadas do estado ainda estão carentes de conhecimentos (SOUZA & ZANUNCIO 2012; PREZOTO *et al.* 2015 dados não publicados).

Fragmentos urbanos têm recebido grande atenção por parte dos pesquisadores para a conservação de animais, já que foram agora reconhecidas como potenciais "Refúgios" da biodiversidade que busca, nessas áreas recursos para a sua sobrevivência (FRANKIE *et al.* 2009, ERNSTSON *et al.* 2010). Denominados como "áreas verdes urbanas" ou *Novel ecosystems*, devido sua modificação da vegetação original, como praças, parques, florestas urbanas, terrenos baldios, hortas e até mesmo cemitérios, podendo prestar relevantes serviços aos ecossistemas, e são de crescente interesse para a conservação (ERNSTSON *et al.* 2010).

Estudos sobre diversidade relacionada à estratificação vertical de vespas sociais são escassos (DE SOUZA *et al.* 2011), entretanto são bem comuns para outros grupos de himenópteros (MORATO, 2001; MARTINS *et al.* 2005, VANCE *et al.* 2007, FERREIRA *et al.* 2011; GIOVANNI *et al.* 2014), que mostram como as comunidades de insetos do dossel das florestas tropicais são significativamente diferentes das da camada de sub-bosque. Estudos relacionando estratificação sazonal nunca foram realizados, o que indica uma nova linha de estudo para vespas sociais, sendo assim o foco deste trabalho.

A teoria das redes tem ajudado muito na compreensão da estrutura das comunidades revelando algumas propriedades desses sistemas, entretanto estudos com redes de interação com vespas sociais ainda são escassos na literatura, sendo somente estudadas as interações entre plantas e vespas visitantes florais (SANTOS *et al.* 2006; SANTOS *et al.* 2010; CLEMENTE *et*

al. 2012). Estudos de redes de interação para relações de nidificação ainda são poucos enfocados.

Mediante as considerações acima apresentadas, este trabalho objetivou conhecer a riqueza de vespas sociais de um fragmento urbano durante quatro anos de estudo, assim como abordar dois temas não estudados para vespas sociais: o entendimento da estratificação vertical quanto sua sazonalidade e criação de redes de interações para aumento do conhecimento sobre a nidificação, entendendo assim suas preferências em áreas verdes urbanas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Biologia e Ecologia de Vespas Sociais

As vespas são popularmente conhecidas como “marimbondos” ou “cabas”, e são pertencentes a ordem Hymenoptera (PREZOTO *et al.* 2008). Do ponto de vista humano, esta ordem provavelmente é a mais benéfica entre todas de Insecta (TRIPLEHORN & JONNISON, 2004).

As vespas sociais estão inseridas na subfamília Polistinae que, com 319 espécies e 104 endêmicas do Brasil, é a mais rica do mundo (CARPENTER & ANDENA, 2013). A subfamília se divide em três tribos: Mischocyttarini (*Mischocyttarus* com 117 espécies), Polistini (*Polybia* com 38 espécies) e Epiponini (20 gêneros com 149 espécies) (CARPENTER & ANDENA, 2013).

A maior diversidade está presente na tribo Epiponini (CARPENTER & ANDENA, 2013) que apresenta diferentes graus de diferenciação de castas (NOLL & ZUCCHI, 2000, 2002; NOLL & WENZEL, 2008) e também uma grande variedade de arquitetura de ninhos (WENZEL, 1998).

As vespas sociais das tribos Mischocyttarini e Polistini, de maneira geral, não possuem diferenciação morfológica entre as castas, havendo formação de uma hierarquia para o estabelecimento de suas posições no *ranking*, muitas vezes considerada linear, estabelecida após conflitos de dominância (WEST-EBERHARD, 1969, 1986; JEANNE, 1972; RÖSELER, 1991; OLIVEIRA *et al.* 2006; GRAZINOLI *et al.* 2010; SOUZA *et al.* 2010; SOUZA *et al.* 2011).

Esses insetos apresentam grande capacidade de forrageamento, cuja atividade envolve a coleta de alimento e de material para a construção dos ninhos envolvendo a coleta dos seguintes recursos: carboidratos (utilizado na alimentação de adultos); proteína animal (utilizada na alimentação dos imaturos); fibra vegetal (utilizada como material de construção dos ninhos) e água (utilizada tanto para refrigeração como para construção dos ninhos) (PREZOTO *et al.* 2008, ELISEI *et al.* 2010, CLEMENTE *et al.* 2012; BARBOSA *et al.* 2014).

Diversas são as estratégias empregadas pelas vespas na localização e coleta dos diferentes tipos de materiais necessários à manutenção das colônias (RAVERET-RICHTER, 2000). Carboidratos e presas lentas são encontrados principalmente pela olfação e presas rápidas através de estímulos visuais (RAVERET-RICHTER, 2000; JEANNE & TAYLOR, 2009; NAYARA, 2014). Apesar de apresentarem baixa participação como polinizadores em

ecossistemas naturais, as vespas sociais são visitantes florais regulares e coletam néctar para o suprimento energético da colônia (CLEMENTE *et al.* 2012, MELO *et al.* 2015).

As vespas vêm sendo indicadas como agentes de controle biológico, pois, por utilizarem larvas de lepidópteros como recurso alimentar, apresentam potencial utilização no controle de populações de outros insetos em ambientes de agrossistemas (PREZOTO *et al.* 2008; ELISEI *et al.* 2010). Além disso, algumas espécies de vespídeos são sensíveis a mudanças ambientais, podendo ser utilizadas como bioindicadores ambientais (URBINI *et al.* 2001; SOUZA *et al.* 2010).

2.2. Nidificação

A principal função dos ninhos é fornecer um microambiente para a prole (STARR, 1991), proporcionando proteção para a colônia contra predadores vertebrados e invertebrados (O'DONNELL & JEANNE, 2002), além disso, apresentam importante valor taxonômico e podem contribuir para a classificação dos grupos aos quais pertencem (RICHARDS, 1978, WENZEL, 1991, 1998). Além da importância taxonômica, a arquitetura do ninho de vespas sociais também pode ser relevante em estudos filogenéticos, comportamentais, ecológicos e para solucionar questões evolutivas (HUNT & CARPENTER 2004).

As vespas sociais podem ser divididas de acordo com a maneira de fundação de seus ninhos. O primeiro grupo é formado pelas fundadoras independentes onde o ninho é iniciado por uma rainha inseminada e são formados por um único favo descoberto e fixo ao substrato por um pedúnculo, que pode ser horizontal ou vertical, de forma que as células fiquem voltadas para baixo (JEANNE, 1975; WENZEL, 1998). O segundo grupo é formado pelas vespas enxameadoras, onde uma colônia é iniciada por uma ou várias rainhas sempre seguidas por um grupo de operárias, podendo ou não ter múltiplos favos, ser ou não coberto por um envelope protetor e apresentar ou não pecíolo para a fixação no substrato (WENZEL, 1991, 1998).

Os locais escolhidos para nidificar são bem variados, podendo ser a superfície inferior de folhas, edificações, troncos de árvores, ramos vegetais ou cavidades naturais (CARPENTER & ANDENA, 2013). Especialmente as tribos Mischocyttarini e Polistini demonstram um alto grau de sinantropia, sendo frequentes em *man-made substrates* (LIMA *et al.* 2000; ALVARENGA *et al.* 2010; MICHELUTTI *et al.* 2013; CASTRO *et al.* 2014).

2.3. Diversidade de espécies e Fragmentação Florestal

Do ponto de vista conservacionista, a importância de uma área é tipicamente determinada pela sua diversidade, representada pela riqueza das espécies presentes e a abundância das mesmas, principalmente das consideradas chave na região (SUTHERLAND, 2000).

A riqueza de espécies é influenciada pela complexidade do ambiente, devido seus fatores espaciais ou temporais. Dentre os fatores espaciais, podem ser consideradas as influências da produtividade e riqueza de recursos da região, a intensidade de predação na área, a heterogeneidade espacial e as adversidades do ambiente e, dentre os fatores temporais, podem ser consideradas as variações climáticas, distúrbios e também variações ao longo do tempo evolutivo (TOWNSEND *et al.* 2010).

A abundância das espécies permite identificar os grupos mais sensíveis às perturbações no ambiente por suas escassas representatividades. Esse valor de importância determina a equidade ou uniformidade das espécies e, junto com os dados de riqueza de uma área, podem gerar índices e parâmetros úteis para a tomada de decisões quanto à conservação da área (MORENO, 2001; TOWNSEND *et al.* 2010)

Nos últimos anos, as áreas urbanas têm recebido grande atenção para a conservação de animais, já que foram agora reconhecidas como potenciais "Refúgios" da biodiversidade que busca em fragmentos urbanos recursos para a sua sobrevivência (FRANKIE *et al.* 2009, ERNSTSON *et al.* 2010). As áreas verdes urbanas ou Novel ecosystems, como praças, parques, florestas urbanas, terrenos baldios, hortas e até mesmo cemitérios, prestam relevantes serviços aos ecossistemas, tais como absorção de CO₂, manutenção da polinização, dispersão de sementes e outros processos ecológicos importantes, e são de crescente interesse para a conservação (ERNSTSON *et al.* 2010).

Atualmente o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora é representado por uma vegetação secundária das comunidades vegetais originais, inicialmente sucedidas por vassoural, capoeira e capoeirão até atingir suas características atuais. Importante dizer que com a perda de nutrientes houve desgaste e empobrecimento do solo, o que favoreceu a recuperação da flora menos exigente, tendo raras características da mata original devido a redução da sua diversidade e concentração de espécies nobres Apesar de todos esses problemas o Jardim Botânico UFJF ainda abriga mais de 360 espécies de plantas (SILVA, 2013).

2.4. Estudos de Vespídeos no Brasil

Devido à elevada diversidade e à importância ecológica que vem sendo atribuída a este grupo de insetos, os trabalhos relacionados com a diversidade de vespas no país estão aumentando em número, mas ainda assim são bastante escassos.

No Brasil, os estudos com diversidade de vespas sociais são recentes, com início na década de 80 (RODRIGUES & MACHADO 1982, LORENZATO, 1985, MARQUES 1989). Desde então, a tônica desses estudos tem variado como área de ação, presas coletadas, visitação em flores e frutos, potencial no controle biológico e estudos da biologia e ecologia (DE SOUZA ET AL 2011; CLEMENTE *et al.* 2012; BARBOSA *et al.* 2014; CASTRO *et al.* 2014).

A maior fonte de informação sobre a distribuição dos Polistinae resume-se a Richards (1978). No entanto, ultimamente estima-se que mais de 58 trabalhos tenham sido publicados no Brasil sobre a ocorrência de vespas sociais com várias metodologias de coletas e realizados em diversas regiões (RODRIGUES & MACHADO, 1982; SANTOS, 1996; SILVEIRA, 2002; SOUZA & PREZOTO, 2006; CLEMENTE, 2009, AUAD *et al.* 2010, SOUZA *et al.* 2012, SOUZA *et al.* 2014, MELO *et al.* 2015). Entretanto, várias regiões no Brasil continuam sem estudos detalhados.

3. DIVERSIDADE DE VESPAS EM FRAGMENTO URBANO: RIQUEZA DE ESPÉCIES E ESTRATIFICAÇÃO SAZONAL

RESUMO

As vespas sociais são organismos relevantes nos ecossistemas florestais pelo seu papel ecológico na regulação da população de outros insetos. Entretanto, as comunidades de vespas sociais da copa das florestas são ainda largamente inexploradas. Objetivou-se com o presente estudo investigar a riqueza e a abundância de vespas sociais no dossel e sub-bosque, em um fragmento urbano. Durante 24 meses, foram realizadas coletas mensais utilizando os métodos de Busca Ativa e Armadilha Atrativa, e 43 meses utilizando metodologia de Busca por Ninhos. Foram encontradas 36 espécies de vespas de 10 gêneros, fazendo com a riqueza encontrada o décimo maior trabalho de levantamento no Brasil e quinto no estado de Minas Gerais. Nenhum método utilizado foi capaz de capturar todas as espécies de vespas, mostrando a necessidade de um consórcio de métodos. A estratificação mostrou uma variação ao longo das estações do ano, demonstrando que as vespas utilizam o estrato dossel na época de estiagem e sub-bosque na época chuvosa, coletando espécies exclusivas para cada estrato, tendo dossel seis exclusivas e sub-bosque duas. Os resultados contribuem para o aumento do conhecimento sobre a riqueza das vespas sociais na região sudeste e evidencia a capacidade de forrageio vertical das vespas sociais de acordo com a estação do ano em ambientes de *Novel ecosystems*.

Palavras-Chaves: Biodiversidade, distribuição vertical, Mata Atlântica, Polistinae.

3.1. INTRODUÇÃO

Do ponto de vista conservacionista, a importância de uma área é tipicamente determinada pela sua diversidade, representada pela riqueza das espécies presentes e a abundância das mesmas, principalmente das consideradas chave na região (SUTHERLAND, 2000).

As vespas sociais são importantes forrageadoras atuando de forma decisiva no equilíbrio trófico dos ecossistemas devido à sua duplicidade alimentar, podendo atuar como polinizadoras, coletando néctar e pólen e predadoras, durante a busca por proteína animal para a alimentação das larvas, apresentando assim potencial utilização no controle de populações de outros insetos em ambientes de agrossistemas (HUNT, 2007; PREZOTO *et al.* 2008; ELISEI *et al.* 2010; CLEMENTE *et al.* 2012). Além disso, algumas espécies de vespídeos são sensíveis a mudanças ambientais, podendo ser utilizadas como bioindicadores ambientais (URBINI *et al.* 2001; SOUZA *et al.* 2010).

A estratificação vertical entre as populações de consumidores é um modo de diferenciação de seus nichos e contribuição para a estruturação e diversidade de suas comunidades (WIENS, 1976). Os insetos que vivem nas copas das florestas estão entre os organismos mais mal estudados e pouco compreendidos, e as diferenças na distribuição vertical entre os artrópodes das florestas tropicais podem ocorrer em relação à riqueza e diversidade, composição faunística, densidade, abundância, biomassa, atividade e processos ecológicos (BASSET *et al.* 2003a; BASSET *et al.* 2003b). Pesquisas sobre a fauna de insetos em dossel resultaram na descoberta de novas espécies e que possam elucidar a biologia e as interações ecológicas de diversos insetos (BASSET *et al.* 2003a; FLOREN & SCHMIDL, 2008) demonstrando assim a importância de trabalhos de estratificação.

Florestas tropicais, por apresentarem uma variação vertical ao longo dos estratos vegetais, podem apresentar uma elevada complexidade ambiental (LEWINSOHN *et al.* 2005). Com isso, a diversidade de insetos associados aos distintos estratos pode variar, estimando-se que a fauna de insetos na copa seja no mínimo duas vezes mais rica do que no solo (ERWIN 1982; GRIMBACHER & STORK, 2007), devido principalmente a qualidade e a quantidade de recursos oferecidos, a presença de inimigos naturais e as pressões ambientais presentes em cada estrato (NEVES, 2005; NEVES *et al.* 2010).

Os estudos de levantamento relacionados à fauna de vespas sociais no Brasil têm se tornado frequentes. A partir de 2005 foram publicadas pelo menos duas pesquisas anuais relacionadas à diversidade de vespas sociais, com aumento anual gradativo. Apesar do

crescente número de inventários nos últimos anos, o conhecimento da riqueza da fauna de vespas sociais ainda é escasso e a maior concentração dos estudos é na região sudeste do país, podendo-se notar a carência de estudos nos outros estados e até mesmo estados sem nenhum estudo.

Além do tipo de vegetação e da região onde foram realizados os estudos da vespidoфаuna, a metodologia de coleta também pode influenciar na riqueza de uma área. Sendo assim, a maioria dos estudos utilizou o método de Busca Ativa para amostrar um local, mas em alguns trabalhos o consórcio de duas ou mais metodologias foram aplicadas auxiliando a amostragem, como as Armadilhas Atrativas de garrafas PET nos trabalhos de Souza & Prezoto (2006) e Clemente (2009), ou Armadilha Malaise nos estudos de Silvaira *et al.* (2012) e Somavilla (2012), ou líquido atrativo como nos estudos de Grandinete & Noll (2013) e Togni *et al.* (2014).

Considerando-se a escassez em estudos sobre estratificação de vespas sociais e que o inventário de uma área é o primeiro passo para a sua conservação e uso racional, apresentamos dados faunísticos referentes à riqueza de vespas sociais do sub-bosque e dossel de um fragmento urbano de Mata Atlântica.

3.2. MATERIAL E MÉTODO

3.2.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (21° 43' 28" S - 43°16' 47" O), fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO *et al.* 1991), localizado no perímetro urbano de Juiz de Fora, sudeste do Estado de Minas Gerais, a 750 m acima do nível do mar que apresenta clima subtropical quente com inverno seco e verão chuvoso (Cwa), segundo a classificação de Köppen-Geiger (SÁ-JÚNIOR, 2009). A área, de 84 hectares de extensão, foi recentemente classificada por Santiago *et al.* (2014) como complexo de expressiva riqueza, diversidade e heterogeneidade florística de vegetação arbórea, com espécies ameaçadas de extinção e com predominância de plantas pioneiras, além da presença considerável de espécies exóticas (Figura 1).

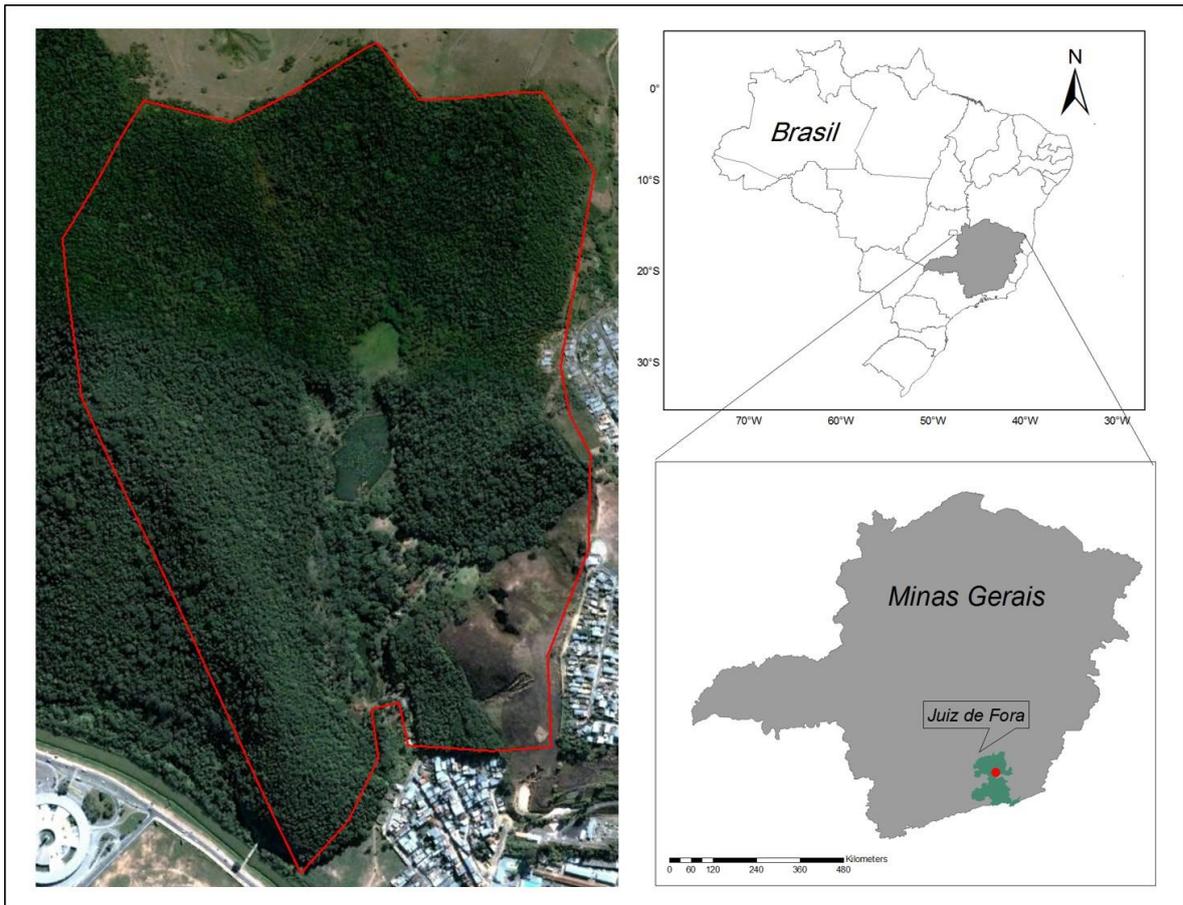


Figura 1: Localização do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Fonte: Google Earth, banco de dados 29/01/2011

As coletas foram realizadas em dois transectos pré-definidos de aproximadamente 850m na área denominada Bosqueamento do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (Figura 2 A): Transecto 1 (T1): Consiste em locais de edificações como casas, estábulos, viveiros de animais, viveiros de plantas e com fluxo de veículos e pessoas regularmente, apresentando vegetação de sub-bosque para bosqueamento podada para ornamentação dos jardins (Figura 2 B e C). Transecto 2 (T2): O perfil fitofisionômico do local é vegetação secundária e áreas de plantação de frutíferas com presença de sub-bosque para bosqueamento, além de manter um recurso d'água bem no centro da área (Figura 2 D e E).

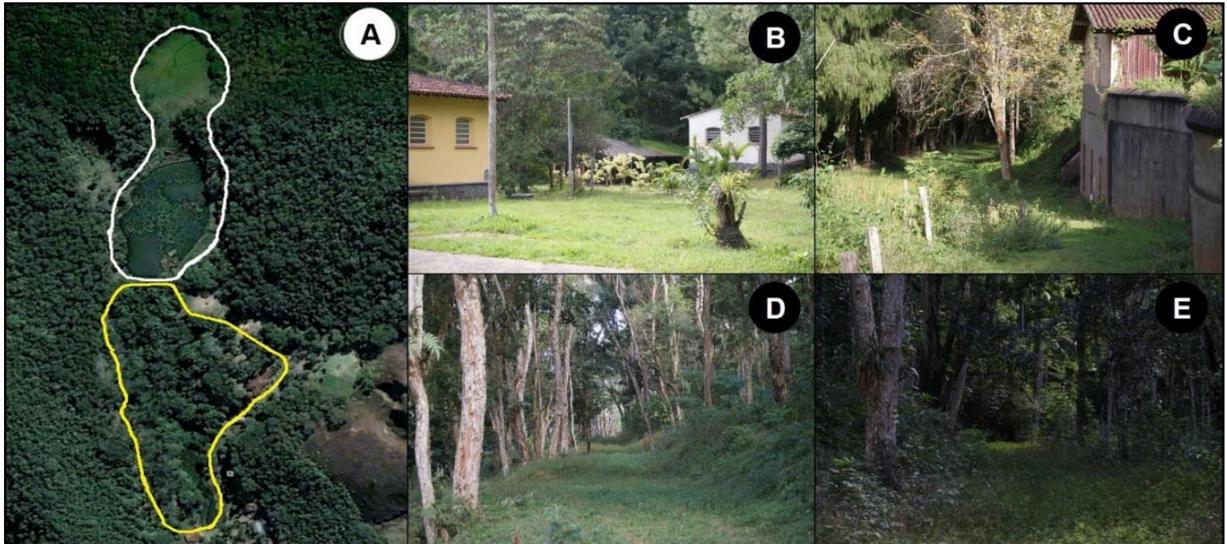


Figura 2: A - Divisão dos transectos, linha amarela Transecto 1 e linha branca Transecto 2; B e C – Áreas inseridas no Transecto 1; D e E - Áreas inseridas no Transecto 2.

Fonte: Autor

3.2.2. Coleta de Dados

Período de estudo ocorreu de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2014, utilizando três métodos de amostragem: Armadilha Atrativa, Busca Ativa e Busca por Ninhos, os quais têm sido utilizados em trabalhos de vespas sociais (SOUZA & PREZOTO, 2006; DE SOUZA *et al.* 2011).

3.2.2.1. Método de Armadilha Atrativa

No período de setembro de 2011 a agosto de 2013, as armadilhas atrativas foram elaboradas com garrafas do tipo “PET” transparente de dois litros, com três aberturas triangulares laterais (2 X 2 X 2 cm) na porção inferior (aproximadamente 10cm da base) (Figura 3 A). As substâncias atrativas utilizadas foram suco natural de maracujá (1kg de fruta batida com 250g de açúcar refinado mais dois litros de água) e suco natural de goiaba (1kg de fruta batida com 250g de açúcar refinado mais dois litros de água). Em cada garrafa foram colocados 250 ml da substância atrativa (DE SOUZA *et al.* 2011) (Figura 3 B).

Foram utilizadas 32 garrafas para cada coleta, divididas em duas alturas sendo elas 1,5m do solo e 10m do solo podendo variar de acordo com as alturas da vegetação do local. As armadilhas foram igualmente separadas em dois transectos (T1 e T2). Para cada área, as distâncias entre os pontos de montagem das armadilhas foram de 10 metros um do outro (Figura

3 C). As armadilhas permaneceram em campo por cinco dias (totalizando 120 dias de coleta com armadilhas) e a triagem do material foi realizada no próprio local com o uso de uma peneira para facilitar a separação do líquido dos insetos. Posteriormente os insetos foram armazenados em recipientes de vidro (5ml) com álcool 70°gl, devidamente etiquetados para identificação.

3.2.2.2. Método de Busca Ativa

Durante o período de setembro de 2011 a agosto de 2013, foram realizadas campanhas de cinco dias consecutivos, no intervalo entre 8:00 e 17:00 (totalizando 960 horas de atividade de Busca Ativa), buscas através de toda a extensão do Jardim Botânico. A Busca Ativa contou com somente uma pessoa utilizando a rede entomológica. Foram vistoriados locais de vegetações, flores, frutos caídos, cavidades naturais, troncos e entorno das construções humanas, sendo os indivíduos coletados com o uso de uma rede entomológica e armazenados em recipientes de vidro (5ml) com álcool 70°gl, devidamente etiquetados para posterior identificação.

3.2.2.3. Método de Busca por Ninhos

Entre o período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2014, foram feitas coletas mensais, por cinco dias contínuos, sempre no intervalo entre 8:00 e 17:00, através de Busca Ativa por Colônias, realizadas em percursos pré-definidos (T1 e T2) do Jardim Botânico, vistoriando construções humanas, afloramentos rochosos, cavidades em tronco de árvores e dosséis. Quando localizadas, as colônias foram fotografadas, e o material usado como substrato identificado, alguns indivíduos foram coletados com rede entomológica e armazenados em recipientes de vidro com álcool 70°gl, devidamente etiquetados para posterior identificação.

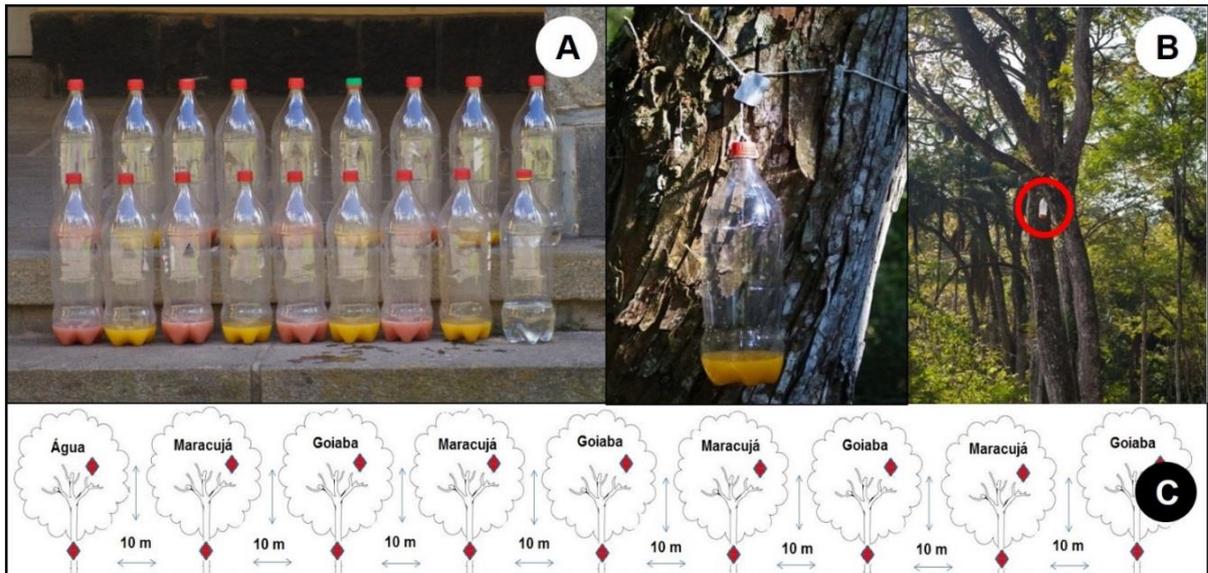


Figura 3: A – Armadilhas montadas; B – Armadilha instaladas; C – Sequência de distribuição das Armadilhas em campo.

Fonte: Autor

3.2.3. Análise dos Dados e Identificação do Material

Para identificação das vespas foram usadas chaves propostas por Richard (1978), Hermes & Kohler (2004), Silveira (2008) e Andena *et al.* (2009). O material coletado foi depositado no Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (LABEC) da Universidade Federal de Juiz de Fora, alguns indivíduos foram montados em via seca para compor a caixa testemunha.

A diversidade foi calculada para cada método de amostragem (Busca Ativa, Armadilha Atrativa sub-bosque, Armadilha Atrativa dossel e Busca por Ninhos), utilizando-se o Índice de Shannon-Wiener (H') através do programa DivEs 3.0, foi calculado ainda o Índice de dominância para os diferentes métodos de amostragem.

A constância das espécies encontradas nas 24 coletas (Armadilha Atrativa e Busca Ativa) foi calculada pela fórmula: $C = P \times 100/N$, onde: P = Número de coletas contendo uma determinada espécie e N = Número total de coletas. Segundo Bodemheimer (1955) apud Silveira Netto et al. (1976), o resultado pode ser enquadrado nas seguintes categorias: Espécie constante: presente em mais de 50% das coletas; Espécie acessória: presente entre 25% a 50% das coletas; Espécies acidentais: presente em menos de 25% das coletas.

Para o teste de correlação entre a riqueza e a abundância de vespas sociais com as variáveis temperatura, umidade e pluviosidade foram usados somente os dados coletados pelos

métodos Busca Ativa e Armadilha Atrativa, utilizando o Coeficiente de Correlação de Spearman (rs), Teste chi-quadrado (X^2) foi utilizado para verificar se a diferença de abundância de estratificação da vespas sociais capturas pelo método de Armadilha Atrativa foi significativa, os testes foram calculados pelo programa BioEstat v. 5.3.

3.2.4. Coleta dos Dados Meteorológicos

Os dados referentes à temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram acessados através do banco de dados online do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Como a média aritmética é uma redistribuição de valores, se a amostra é muito variável ou é aplicada a um período muito longo, como em médias mensais por exemplo, ela não representa bem o grupo e o uso desse resultado pode acarretar em conclusões falhas. Com isso, no presente estudo, foram utilizadas médias das semanas referentes às coletas, a fim de diminuir o desvio padrão.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Abundância e riqueza de espécies

Foram identificadas 36 espécies de vespas sociais de 631 indivíduos coletados (Armadilha Atrativa e Busca Ativa) e 354 colônias registradas, alocadas em 10 gêneros (Tabela 1), mais de 58% das espécies coletadas pertencem a dois gêneros: *Polybia* Lepeletier, 1836 com 11 espécies e *Mischocyttarus* de Saussure, 1853 com 10 espécies.

Dos 52 estudos de diversidade de vespas sociais no Brasil realizados até o final de 2014, somente nove superam os resultados encontrados. Para o estado de Minas Gerais, o qual possui o maior número de estudos de diversidade (n= 17), somente os estudos de Souza *et al.* (2008) (n= 42), Souza & Prezoto (2006) (n= 38), Souza *et al.* (2012) (n= 38) e Souza *et al.* (2014) (n= 38) superam o número de espécies de vespas registradas no presente estudo, que se destaca ainda por se tratar de uma área verde urbana, evidenciado a importância do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora como refúgio da fauna local.

Em relação às metodologias aplicadas, foram registrados desempenhos distintos (Figura 4). Durante a coleta por Busca Ativa, foram coletados 148 indivíduos de 27 espécies, sendo as espécies mais abundantes *Polybia platycephala* Richards, 1951 (n= 23), *Agelaia multipicta*

(Haliday, 1836) (n= 19), *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (n= 19) e *Mischocyttarus drewseni* Saussure, 1954 (n= 16), totalizando 52% da amostra por busca ativa.

A Busca por Ninhos registrou 354 colônias, de 23 espécies com 48.5% dos ninhos distribuídos em três espécies: *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (n= 59), *Mischocyttarus atramentarius* Zikan, 1949 (n= 57) e *P. platycephala* (n= 56). Algumas espécies de vespas sociais de fundação independente são conhecidas por habitar com sucesso ambientes antropizados (LIMA *et al.* 2000; ALVARENGA *et al.* 2010; MICHELUTTI *et al.* 2013; CASTRO *et al.* 2014).

As Armadilhas Atrativas foram divididas em dois estratos distintos, totalizando 483 indivíduos, de 22 espécies, em especial as espécies *A. multipicta* (n= 230) e *P. platycephala* (n= 77) que representaram 63,5% dos indivíduos coletados por esse método (Figura 4).

A presença abundante das espécies *A. multipicta* e *P. platycephala*, corrobora o fato de serem espécies de vespas enxameantes, ou seja, de colônias de vários indivíduos, em destaque para o gênero *Agelaia* que possui as espécies mais populosas de vespas sociais (HERMES & KOHLER, 2004), e apesar da espécie *P. platycephala* não possuírem grandes colônias (ROCHA, 2011), sua alta ocorrência no método de Busca por Ninhos faz com que sua abundância no local seja alta facilitando a coleta dessa espécie nos outros métodos.

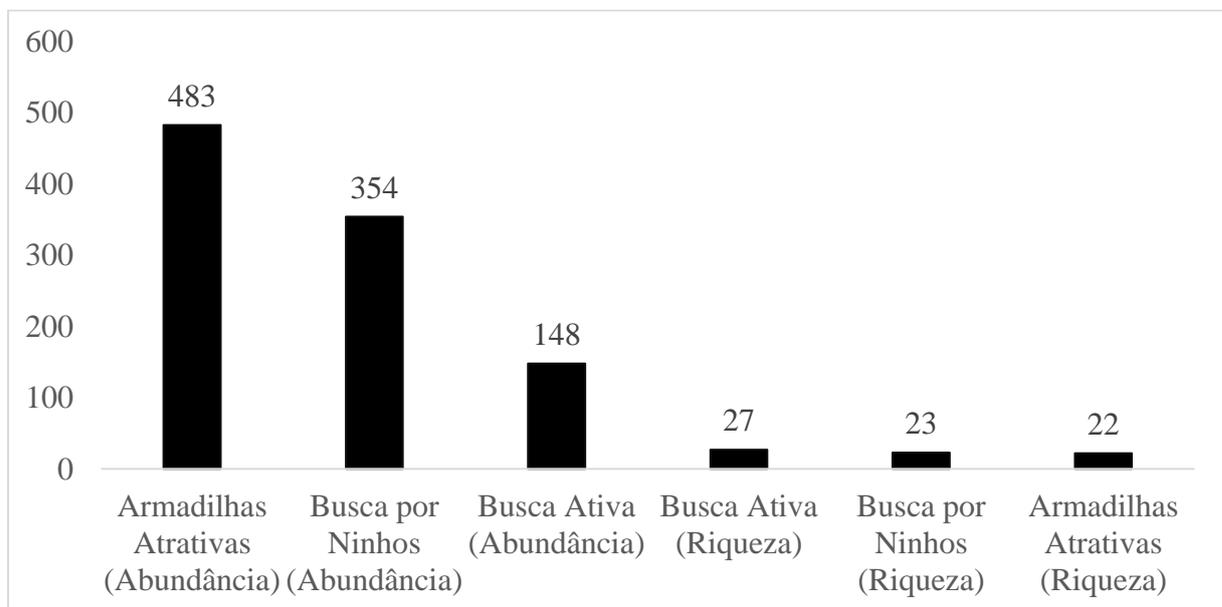


Figura 4: Abundância e Riqueza encontradas nos métodos de coleta utilizados Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de fevereiro/2011 a fevereiro/2014

Para cada metodologia aplicada foi obtido um desempenho diferente, com índices de diversidade distintos, Busca Ativa com $H' = 1,2111$, seguido de Busca por Ninhos com $H' = 1,0625$ e Armadilha Atrativa com $H' = 0,8246$, entretanto, cada método capturou espécies exclusivas (Tabela 1), onde se destaca Busca Ativa e Busca por Ninhos com quatro espécies cada, seguido pela Armadilha Atrativa com duas espécies. Não houve nenhuma metodologia que isoladamente capturasse todas as espécies identificadas no presente estudo. Assim, fica evidenciado que o consórcio das três metodologias é a melhor maneira para registrar a riqueza de espécies de uma área, de forma que quanto mais métodos empregados, maiores as chances de captura do maior número de espécies possíveis.

As metodologias utilizadas no presente trabalho são as mais comumente utilizadas em outros estudos de levantamento de espécies, que também comprovaram que a utilização de mais de um método aumenta a riqueza de espécies encontrada na área de estudo (RIBEIRO-JUNIOR, 2008; CLEMENTE, 2009; SILVEIRA, 2002; LOCHER *et al.* 2014).

A abundância de vespas não se correlacionou com a temperatura ($r_s = 0,0440$; $p = 0,8381$), umidade relativa ($r_s = -0,0229$; $p = 0,9155$) e precipitação ($r_s = 0,1211$; $p = 0,5759$). Assim como a riqueza também não se correlacionou com a temperatura ($r_s = 0,3867$; $p = 0,0618$), umidade relativa ($r_s = -0,1660$; $p = 0,4382$) e precipitação ($r_s = 0,2103$; $p = 0,3239$) (Figura 5). Ausência de uma correlação significativa da riqueza e abundância de vespas sociais com as variáveis climáticas concorda com o relatado para vespas sociais em outros estudos de diversidade em diversos ambientes (RIBEIRO-JUNIOR, 2008; CLEMENTE, 2009; AUAD *et al.* 2010; TOGNI *et al.* 2014).

Foi observado que houve diferença entre os anos referente à precipitação, e ao comparar o período de janeiro de 2012 a agosto de 2012, podemos notar uma média maior de 4.2 milímetros de chuva comparado ao mesmo período do ano seguinte (janeiro de 2013 a agosto de 2013), o qual apresentou apenas 1 milímetro de precipitação. Entretanto, apesar de ter ocorrido uma seca mais intensa, as vespas sociais estavam presentes ao longo das estações Quente/Úmida e Fria/Seca durante os dois anos amostrados.

Os novos registros apresentados contribuem para o aumento do conhecimento sobre a riqueza das vespas sociais na região sudeste em áreas de *Novel ecosystems*, revelando o potencial destas áreas verdes urbanas para a diversidade de vespas sociais, além de tornar o Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora um local com alta riqueza de espécies no estado de Minas Gerais que não faz parte de áreas preservadas.

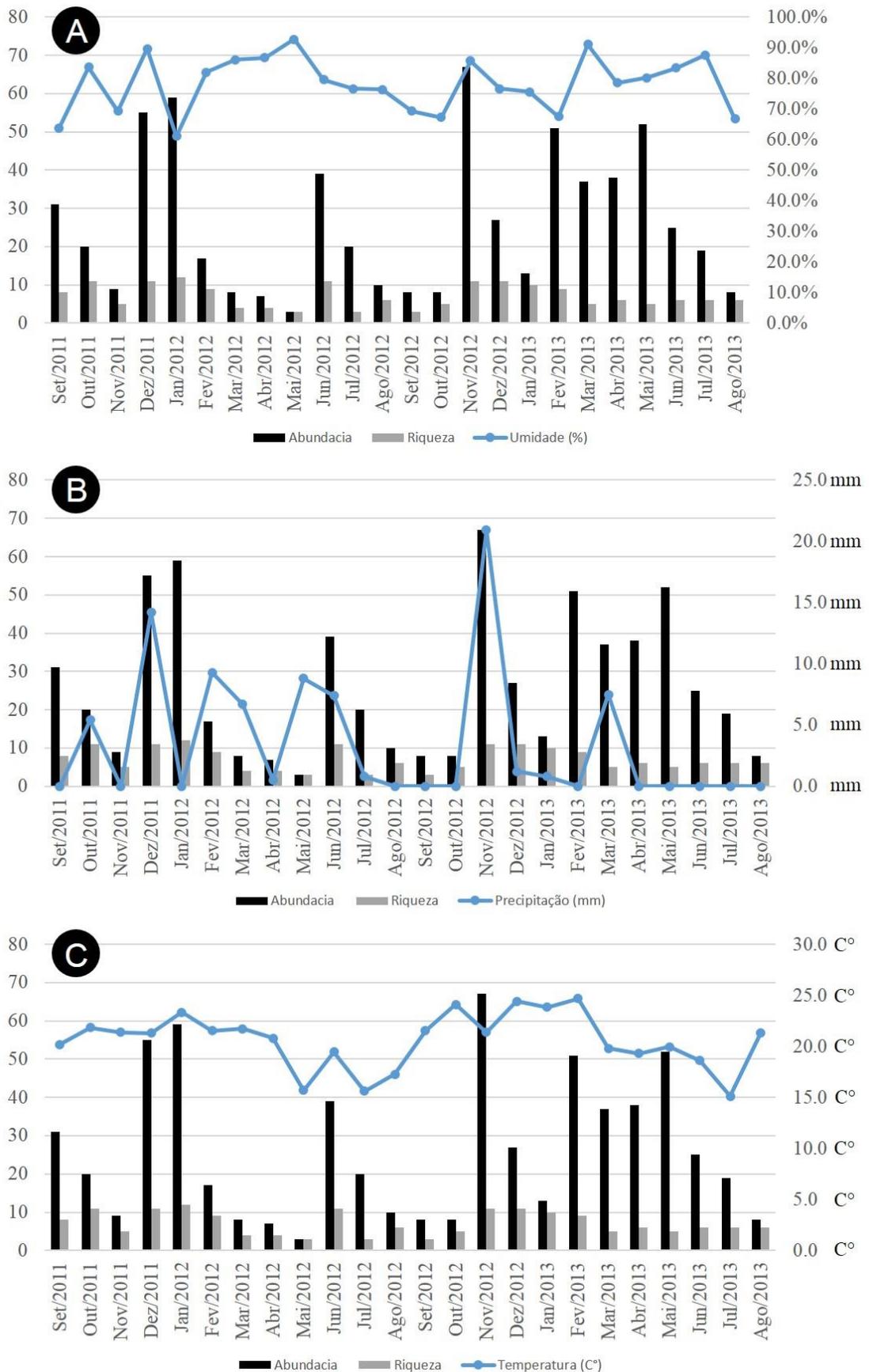


Figura 5: Correlação da umidade (A) e precipitação (B) e temperatura (C) com a riqueza e abundância de vespas ao longo de dois anos de amostragem com os métodos de Busca Ativa e Armadilha Atrativa.

Tabela 1: Lista de espécies e seu métodos amostrados e constância de captura em relação aos métodos Armadilha Atrativa e Busca Ativa no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de fevereiro/2011 a fevereiro/2014. Legenda: AR = Armadilha Atrativa; BA = Busca; BN = Busca por Ninhos; ● = Constante (C>50%); ▲ = Acessória (25% <C< 50%); ■ = Acidental (C<25%).

Espécies	Metodologia	Constância		Metodologia	Constância
Tribo Epiponini			Tribo Mischocyttarini		
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	AR, BA	●	<i>Mischocyttarus araujoii</i> Zikan 1949	BN	-
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)	AR, BA, BN	●	<i>Mischocyttarus atramentarius</i> Zikan, 1949	BA, BN	■
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	AR, BA, BN	■	<i>Mischocyttarus cassununga</i> (Von Ihering, 1903)	AR, BA, BN	▲
<i>Brachygastra augusti</i> (Saussure, 1854)	BA	■	<i>Mischocyttarus drewseni</i> Saussure, 1954	AR, BA, BN	▲
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)	BA	■	<i>Mischocyttarus flavoscutellatus</i> Zikán, 1935	BN	-
<i>Parachartergus fraternus</i> (Gribodo, 1892)	BA, BN	■	<i>Mischocyttarus iheringi</i> Zikán, 1935	BA, BN	■
<i>Polybia bifasciata</i> (Saussure, 1854)	AR, BA	■	<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	AR, BA, BN	■
<i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein, 1796)	AR, BA	▲	<i>Mischocyttarus</i> sp1	AR, BN	■
<i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854	AR, BA, BN	▲	<i>Mischocyttarus</i> sp2	AR, BN	■
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	AR, BA	▲	<i>Mischocyttarus wagneri</i> (Buysson, 1908)	BN	-
<i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854	AR, BA	▲	Tribo Polistini		
<i>Polybia lugubris</i> Ducke, 1905	AR	■	<i>Polistes actaeon</i> Haliday, 1836	AR, BA, BN	■
<i>Polybia occidentalis</i> Olivier, 1791	BN	-	<i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1854	BA	■
<i>Polybia paulista</i> (Ihering, 1896)	BA	■	<i>Polistes pacificus pacificus</i> Fabricius 1804	AR, BA, BN	■
<i>Polybia platycephala</i> Richards, 1951	AR, BA, BN	●	<i>Polistes similimus</i> Zikán, 1951	BA, BN	■
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)	AR, BA	■	<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	AR, BA, BN	▲
<i>Polybia striata</i> (Fabricius, 1787)	AR	■			
<i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)	BA, BN	■			
<i>Protopolybia exigua</i> (Saussure, 1854)	AR, BA, BN	■			
<i>Protopolybia sedula</i> (Saussure, 1854)	BA	■			
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	AR, BN	■			

3.3.2. Uso vertical de recurso por vespas sociais: Dossel x Sub-Bosque

Para a distribuição espacial das vespas sociais ao longo da estratificação vertical, foram utilizados os dados coletados pelas Armadilhas Atrativas, que coletou 483 indivíduos de 22 espécies das 36 amostradas no local de estudo (Tabela 2).

As armadilhas do dossel coletaram 274 indivíduos de 19 espécies, tal método registrou seis espécies exclusivas: *M. drewseni*, *Mischocyttarus rotundicollis* (Cameron, 1912), *Polistes actaeon* Haliday, 1836, *Polistes pacificus pacificus* Fabricius 1804, *Polybia bifasciata* (Saussure, 1854) e *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854) (Tabela 2).

No estrato de sub-bosque, foram coletados 209 espécimes de 16 espécies de vespas com tres espécies exclusivas: *A. vivina*, *Polybia chrysothorax* (Lichtenstein, 1796) e *Polybia striata* (Fabricius, 1787) (Tabela 2).

Os dados revelaram uma diferença significativa forte quando comparadas abundância do dossel com a do sub-bosque ($x^2 = 20.671$; $p < 0.0001$), número ainda superior na estação Fria/Seca a apresentada na estação Quente/Úmida (Figura 6), corroborando os dados encontrados por Martins & Souza (2005) em estudo de estratificação de abelhas Euglossina, onde os picos de abundância no dossel ocorreram na estação seca.

A diferença entre a abundância dos estratos amostrados ($x^2 = 20.671$; $p < 0.0001$) em relação às estações do ano pode ser justificada pelo fato da estação chuvosa favorecer a disponibilidade de recursos no sub-bosque da Floresta, o que evita que as vespas sociais gastem energia para forragear no dossel. Contudo, na época de estiagem o sub-bosque da Floresta Estacional Semidecidual perde suas folhas e faz com que o dossel seja o melhor local para o forrageamento, já que este apresenta deciduidade foliar intermediária (20%-70%) (OLIVEIRA-FILHO, 2009).

Como o carboidrato faz parte da dieta alimentar das vespas sociais adultas (Hunt 2007), as Armadilhas Atrativas são iscadas com atrativos de carboidrato, fazendo com que as vespas sejam capturadas no forrageio por recursos. Os estratos florestais obtiveram espécies exclusivas, sendo justificado pela disponibilidade de recursos oferecidos pelas armadilhas, já que os dados revelaram a utilização do estrato dossel como alternativa de nicho para forrageio em época de estiagem. Sendo assim, espécies que não forrageavam nas armadilhas devido a alta disponibilidade natural de recursos no sub-bosque, ao forragearem em novo estrato foram atraídas pelos recursos fornecidos pelas Armadilhas Atrativas, devido a escassez de recurso no ambiente.

Este é o primeiro estudo que evidencia a capacidade de forrageio vertical das vespas sociais de acordo com a estação do ano em ambientes de *Novel ecosystems*. Portanto, o resultado do presente estudo fornece uma visão sobre a uso vertical de resusos que as vespas sociais possuem de acordo com a necessidade e as limitações do ambiente.

Tabela 2: Lista de espécies quanto seu estrato amostrado pelo método de Armadilha Atrativa no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de setembro de 2011 a agosto 2013.

Espécies	Estrato
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)	Sub-Bosque*
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (Von Ihering, 1903)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Mischocyttarus drewseni</i> Saussure, 1954	Dossel*
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)	Dossel*
<i>Mischocyttarus</i> sp1	Dossel/Sub-Bosque
<i>Mischocyttarus</i> sp2	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polistes actaeon</i> Haliday, 1836	Dossel*
<i>Polistes pacificus pacificus</i> Fabricius 1804	Dossel*
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia bifasciata</i> (Saussure, 1854)	Dossel*
<i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein, 1796)	Sub-Bosque*
<i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia lugubris</i> Ducke, 1905	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia platycephala</i> Richards, 1951	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)	Dossel/Sub-Bosque
<i>Polybia striata</i> (Fabricius, 1787)	Sub-Bosque*
<i>Protopolybia exigua</i> (Saussure, 1854)	Dossel*
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)	Dossel/Sub-Bosque

Legenda: * espécies exclusivas

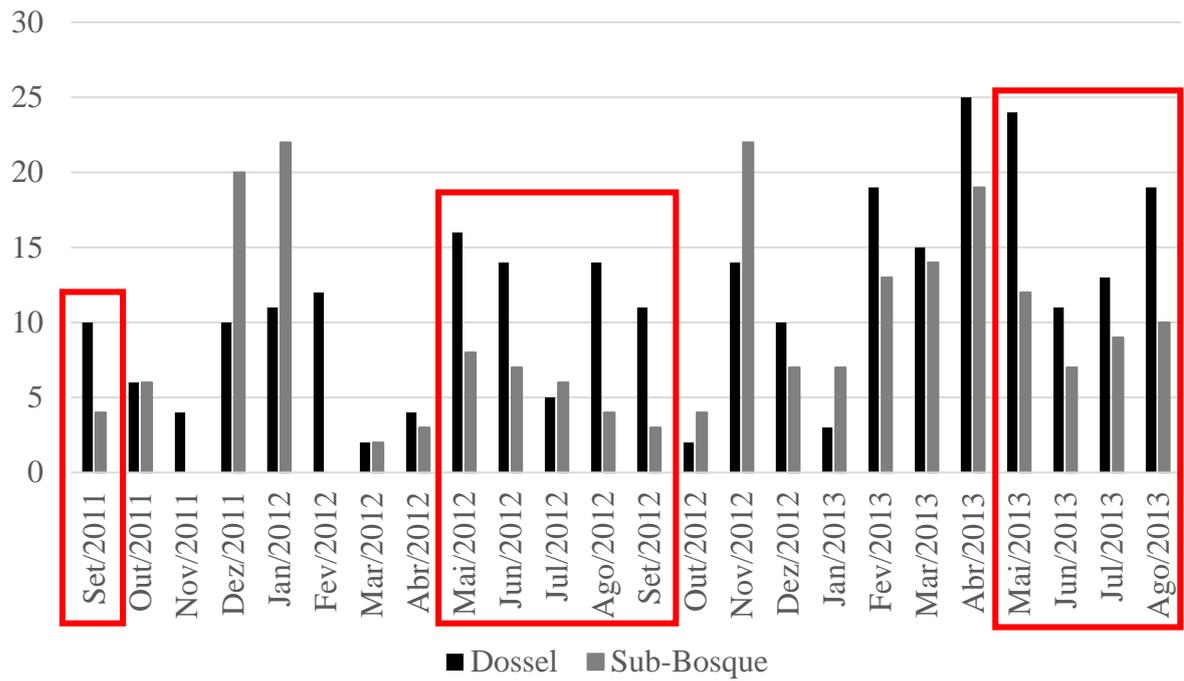


Figura 6: Abundância e sazonalidade de vespas sociais ao longo das estações Quente/Úmida (outubro a abril) e Fria/Seca (maio a setembro) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de setembro de 2011 a agosto 2013.

4. REDES DE INTERAÇÃO: VESPAS SOCIAIS E SÍTIOS DE NIDIFICAÇÃO EM FRAGMENTO URBANO

RESUMO

A análise de redes como uma ferramenta para estudos de interações ecológicas tem sido amplamente utilizada desde a última década. No entanto, existem poucos estudos sobre os fatores que formam os padrões de rede nas comunidades. Neste sentido, foi realizada uma análise comparativa das redes de interação de vespas sociais e seus sítios de nidificação visando a identificação de semelhanças e diferenças entre as redes. Foi medido para cada rede: número de espécies vespas sociais, número de substratos utilizados, grau de aninhamento, conectância e assimetria da rede. A rede de interação abrigou 23 espécies de vespas sociais, 35 espécies de plantas e sete *man-made substrates*. Em ambas as redes foi encontrada assimetria, com um grande número de espécies de vespas, plantas e *man-made substrates*. No aspecto geral, a maioria das vespas apresentou baixa amplitude de sitio para nidificação, com a amplitude de fundação de dois a quatro espécies de plantas/substratos. Os resultados sugerem que as diferenças na complexidade estrutural do ambiente influenciam diretamente a estrutura da rede de interação entre vespas sociais e substratos para nidificação.

Palavra-chave: colônias, ecologia de paisagem, insetos sociais, arquitetura de ninhos.

4.1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos grupos de interação, os que envolvem plantas e animais têm sido apontados como a principal relação na manutenção das cadeias tróficas em todos os ecossistemas (DEL-CLARO & TOREZAN-SILINGARDI 2012; DEL-CLARO *et al.* 2013). A estrutura dessas redes, quase sempre caracterizada por interações mutualísticas, indivíduos raramente são da mesma espécie e a ecologia comportamental mostra que as diferenças individuais alteram os papéis que cada um desempenha (DEL-CLARO & TOREZAN-SILINGARDI, 2009, 2012).

A teoria das redes tem ajudado muito na compreensão da estrutura das comunidades revelando algumas propriedades desses sistemas, entretanto estudos com redes de interação com vespas sociais ainda são escassos na literatura, sendo somente estudadas as interações entre plantas e vespas visitantes florais (SANTOS *et al.* 2006; SANTOS *et al.* 2010; CLEMENTE *et al.* 2012). Estudos de redes de interação para relações de nidificação não são poucos enfocados.

A sobrevivência das espécies de vespas sociais depende do seu sucesso na fundação de novas colônias (DEJEAN *et al.* 1998; HUNT, 2007; JEANNE, 1975). A seleção dos locais de nidificação juntamente com a variada arquitetura dos ninhos, são influenciados por dois tipos de pressão de seleção: condições abióticas e de predação (JEANNE, 1970, 1975; CORBARA *et al.* 2009).

Os ninhos dos vespídeos podem ser constituídos pelos mais diversos tipos de materiais como fibras vegetais e tricomas, que são macerados e misturados com água e, em alguns casos, com secreção glandular, mas no geral, apresentam duas preferências quanto ao material utilizado: as de comportamento solitário, como Eumeninae e Masarinae na sua maioria, elaboram seus ninhos exclusivamente de barro ou em cavidades, e as vespas sociais utilizam principalmente material vegetal, e fundam seus ninhos de maneira independente ou por enxameamento (JEANNE 1975; WENZEL 1998; CARPENTER & ANDENA, 2013). Algumas espécies de *Mischocyttarus* podem acrescentar terra à fibra vegetal na construção dos seus ninhos e a espécie *Polybia emaciata* utiliza barro como material de construção de seus ninhos (O'DONNELL & JEANNE, 2002; SILVEIRA, 2008).

Os ninhos de vespas sociais podem, ainda, ser fundados em diversos substratos, como diretamente sobre o tronco de árvores, em construções humanas, na superfície abaxial das folhas, fixados em ramos vegetais como em trepadeiras ou gramas, escondidos em cavidades como buracos em tronco de árvores ou no solo (JEANNE 1975; WENZEL 1998; CARPENTER & ANDENA, 2013). Alguns gêneros de vespas sociais como *Mischocyttarus*, *Polistes*,

Protopolybia e *Polybia* (LIMA *et al.* 2000; ALVARENGA *et al.* 2010; MICHELUTTI *et al.* 2013; CASTRO *et al.* 2014) apresentam espécies conhecidas por habitar com sucesso ambientes antropizados. Essas nidificações em edificações humanas trazem benefícios à colônia, como a segurança de que a estrutura escolhida não irá se degradar em curto prazo além de abrigo contra fatores abióticos (LIMA *et al.* 2000; ALVARENGA *et al.* 2010; MICHELUTTI *et al.* 2013).

Nos últimos anos, as áreas urbanas têm recebido mais atenção para a conservação de animais, uma vez que estão sendo reconhecidas como potenciais "Refúgios" da biodiversidade, que buscam em fragmentos urbanos recursos para a sua sobrevivência (FRANKIE *et al.* 2009, ERNSTSON *et al.* 2010). As áreas verdes urbanas ou *Novel ecosystems*, como praças, parques, florestas urbanas, terrenos baldios, hortas e até mesmo cemitérios, prestam relevantes serviços aos ecossistemas, tais como absorção de CO₂, manutenção da polinização, dispersão de sementes e outros processos ecológicos importantes, e são de crescente interesse para a conservação (ERNSTSON *et al.* 2010).

Neste sentido, a compreensão das comunidades que existem em ambientes antropizados é de extrema importância, pois o conhecimento adquirido das espécies e de seus locais de nidificação pode garantir a manutenção de seus serviços ambientais. Portanto, o objetivo do presente trabalho trata de maneira comparativa conhecer a estrutura e complexidade das redes de interação entre vespas sociais que nidificam em vegetação e edificações humanas, assim como compará-las em termos de complexidade e preferências.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (21° 43' 28" S - 43°16' 47" O), fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO *et al.* 1991), localizado no perímetro urbano de Juiz de Fora, sudeste do Estado de Minas Gerais, a 750 m acima do nível do mar que apresenta clima subtropical quente com inverno seco e verão chuvoso (Cwa), segundo a classificação de Köppen-Geiger (SÁ-JÚNIOR, 2009). A área, de 84 hectares de extensão, foi recentemente classificada por Santiago *et al.* (2014) como complexo de expressiva riqueza, diversidade e heterogeneidade florística de vegetação arbórea, com espécies ameaçadas de extinção e com predominância de plantas pioneiras, além da presença considerável de espécies exóticas (Figura 7).

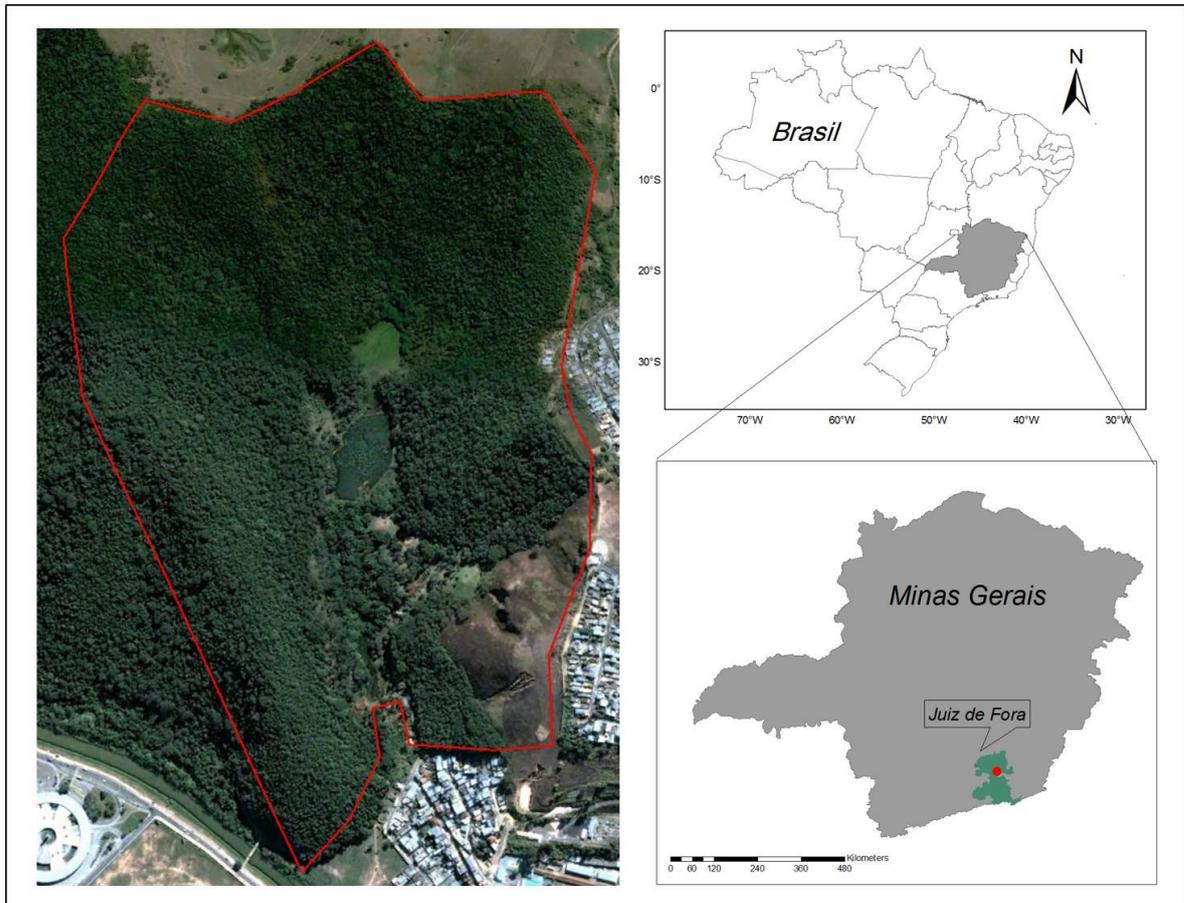


Figura 7: Localização do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Fonte: Google Earth, banco de dados 29/01/2011

4.2.2. Coleta de Dados

Os registros dos ninhos de vespas sociais ocorreram entre fevereiro de 2011 a fevereiro de 2014 (49 meses). Foram feitas coletas mensais, por cinco dias contínuos, sempre no intervalo entre 8:00 e 17:00, através de Busca Ativa por colônias, realizadas em percursos pré-definidos (Transecto 1 e Transecto 2) do Jardim Botânico, vistoriando construções humanas, afloramentos rochosos, cavidades em tronco de árvores e dosséis. Quando localizadas, as colônias foram fotografadas, e o material usado como substrato identificado, alguns indivíduos foram coletados com rede entomológica e armazenados em recipientes com álcool 70° gl, devidamente etiquetados para posterior identificação.

Foram classificados como substratos feitos pelo homem (*man-made substrates*) os itens: Cimento, Madeiramento, Metal, Plástico, Telha (Amianto ou de Barro), Vidro e outros ninhos. Este último, quando o ninho usado de substrato estava abandonado e havia sido fundado em um

dos substratos humanos. Foi avaliada a altura preferencial para fundação, de 354 colônias, agrupadas em três classes de altura diferente, até 2 m, entre 2 m a 5 m e acima de 5 m.

Para identificação das vespas foram usadas chaves propostas por Richard (1978), Hermes & Kohler (2004), Silveira (2008) e Andena *et al.* (2009). Para identificação do material vegetal, contou com a colaboração do Prof. Dr. Luiz Menini Neto, do Herbário Leopoldo Krieger (CESJ) da Universidade Federal de Juiz de Fora e Mestrando Diego Rafael Gonzaga da Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. O material coletado foi depositado no Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (LABEC) da Universidade Federal de Juiz de Fora, alguns indivíduos foram montados em via seca para compor a caixa testemunha.

4.2.3. Análise dos Dados

Para conhecer a conectividade da rede entre as plantas/*man-made substrates* e as vespas no Jardim Botânico, foram usadas 350 colônias para construir uma matriz de adjacência por área: "matriz quantitativa" considerando a frequência das interações de cada espécie de vespa sobre cada espécie de substrato, foi utilizado o software R (freeware).

A conectância (C) foi calculada de acordo com Jordano (1987), onde a proporção das conexões que de fato são observadas se dá pela razão entre o número de interações observadas (E) e a multiplicação do número de espécies de vespas (V) pelo número de espécies de plantas ou tipos de substratos (P), com a seguinte fórmula $C = E / (V * P)$. Os valores percentuais de C foram obtidos multiplicando-se por 100.

O equilíbrio entre o número de substratos "I" e vespas da espécie "J" em cada rede foi calculado pela equação: $W = (I - J) / (I + J)$, onde o "W" é a assimetria de rede. Valores positivos indicam mais espécies de substrato na rede, e valores negativos mais espécies de vespas sociais na rede, resultados iguais a zero para redes equilibradas, escalonados para -1 a 1 (BLÜTHGEN *et al.* 2007; VÁZQUEZ *et al.* 2007).

O grau médio das plantas e *man-made substrates* foi obtido a partir da média aritmética dos graus de todas as espécies vegetais, sendo o grau, o número de interações em que cada espécie esteve envolvida (média da ausência/presença), o mesmo foi feito para as vespas sociais (DUNNE, 2006).

Para saber a diferença significativa entre os as estações e a abundância de ninhos encontrados, foi utilizado o Teste de Mann-Whitne, calculado pelo software livre Bioestat 5.3.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 354 colônias de vespas sociais pertencentes a 23 espécies, 14 de fundação independente de dois gêneros e nove de fundação enxameante de sete gêneros, foram registradas nidificando no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

As redes de interações entre vespas e plantas foi composta por 20 espécies de vespas e 35 de plantas (Tabela 3). Já em *man-made substrates*, a rede foi composta por 13 espécies de vespas e oito *man-made substrates* (Tabela 4). Um estudo prévio sobre a diversidade registrou 36 espécies de vespas sociais na área de estudo (dados do Capítulo 1), contudo apenas 23 tiveram suas colônias registradas, em especial as espécies *Mischocyttarus flavoscutellatus* Zikán, 1935, *Mischocyttarus wagneri* (Buysson, 1908) e *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) que foram somente registradas por suas colônias. Essa dificuldade de se encontrar todos os ninhos das espécies registradas no local se deve à cripticidade desses ninhos (JEANNE, 1991; WENZEL & CARPENTER, 1994).

Foram analisadas 169 colônias nidificando em vegetação. As espécies de plantas: *Dracaena fragrans* (L.) KerGawl., *Dracaena fragrans* (L.) KerGawl. 'Victoria' (Asparagaceae), *Coccothrinax barbadensis* (Lodd. ex Mart.) Becc., *Sabal maritima* (Kunth) Burret (Arecaceae) e *Monstera deliciosa* Liebm. (Araceae) foram as mais utilizadas para nidificação das vespas, com 81 colônias registradas, pertencentes a nove espécies de vespas de fundações independente e enxameante (Tabela 3; Figura 8). Os resultados mostram uma tendência de escolha por espécies exóticas e o local de estudo apresenta abundância dessas espécies de plantas, que fornecem suporte propício de nidificação devido suas folhas largas e de longa duração.

A espécie *Mendoncia velloziana* Mart. (Acanthaceae), somente foi utilizada por *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (n = 11 colônias), todas nidificando no caule (Figura 10 A e B) a ausência de ninhos nas folhas pode ser devido ao fato destas serem plantas liana decídua, (Durkee, 1986). *Euphorbia milii* Des Moul. apresentou 12 colônias de cinco espécies de vespas sociais, sendo as espécies de fundação independente nidificando nas pontas dos espinhos, na parte próxima do solo e bem camuflados, e a espécies enxameante *Parachartergus fraternus* (Fabricius, 1804), nidificando nos caules superiores, cobrindo folhas e espinhos (Figura 10 C e D).

A vespa *Polybia platycephala* (Richards, 1978) foi observada aninhando em 19 espécies de plantas, com 55 colônias registradas (Figura 7). Essa grande plasticidade ecológica

demonstra que essa espécie pode ser generalista em relação ao substrato de nidificação, o que é característica das espécies euryoecious (DEJEAN *et al.* 1998; ROCHA, 2011).

Em *man-made substrates* foram registradas 181 colônias, e a madeira foi o substrato com maior número nidificações, 89 ninhos, representado 49% do total de colônias registradas, apesar de não ser o substrato mais abundante. A maior presença de nidificações em *man-made substrates*, indica que as vespas sociais desta área preferem nidificar em substratos humanos. Apesar da área de construções humanas ser muito menor do que a área de vegetação, esse sítio de nidificação parece exercer uma grande atração para várias espécies de vespas, principalmente espécies de fundação independente (Tabela 4; Figura 9).

As espécies *Mischocyttarus atramentarius* Zikan 1949 e *Mischocyttarus cassnunga* (von Ihering, 1903) se mostraram bastante flexíveis quanto ao tipo de *man-made substrates* utilizado, pois dos oito tipos de substratos adotados para o estudo, as espécies apresentaram colônias fundadas em cinco e sete deles, respectivamente (Tabela 4; Figura 10 E e F). A presença de *M. cassnunga* em sete dos oito *man-made substrates* encontrados corrobora os dados de Castro *et al.* (2014) em um estudo realizado na mesmo município deste trabalho.

Quanto à altura de fundação das colônias, para *man-made substrates* foram analisadas 181 colônias, onde a altura de 2 a 5m obteve maior concentração de colônias (n=118), devido à altura do chão até o beiral do telhado das *man-made substrates* apresentar quatro metros, aproximadamente. Para plantas, 173 colônias foram analisadas, e a concentração dessas colônias foi na vegetação abaixo de 2 metros (n=115), altura média do sub-bosque da área, estrato também denominado vegetação subarbustiva ou rasteira, que oferecem defesa contra ventos e chuvas, aumentando o sucesso das colônias (DEJEAN *et al.* 1998; DEJEAN *et al.* 2010).

As redes de interações de vespas nos dois substratos demonstraram padrões distintos, onde a rede mais complexa foi na vegetação, com maior riqueza, com 10.14% da quantidade de conexões possíveis. Já o *man-made substrates* apresentou uma rede mais simples, com riqueza menor e maior abundância, porém mostrou conectância de 32.69% do possível (Figura 9, Tabela 5).

O grau das espécies de vespas x plantas foi distinto, onde a amplitude das vespas variou de 1 a 19 espécies de plantas nidificadas, sendo o grau médio para a comunidade de vespas, ou seja, cada espécie de vespa se ligou a 3.55 espécies de plantas em média (Tabela 3). Somente quatro (20%) das espécies de vespas nidificaram mais do que a média, e sete (35%) das espécies nidificaram apenas em uma espécie de planta (Tabela 2). Por outro lado, a amplitude das plantas variou de 1 a 8, sendo o grau médio para a comunidade botânica 2.03. Vale destacar que sete

(20%) espécies de plantas receberam número de espécies nidificantes acima da média, enquanto 19 (54.4%) espécies receberam apenas uma espécie de vespa nidificando (Tabela 3 e 4).

Analisando o grau das espécies de vespas x *man-made substrates*, o grau das vespas variou 2.62, e a amplitude foi de 1 a 7 (Tabela 4 e 5), com cinco (38.5%) espécies de vespas ficando acima da média e a amplitude de *man-made substrates* variou de 1 a 9, com o grau médio de 4.25, com somente três (37.5%) *man-made substrates* abaixo da média (Tabela 4 e 5).

Matematicamente, espera-se que quanto maior a riqueza de espécies envolvidas nas redes de interações, maior o número de interações possíveis de serem estabelecidas. No entanto, dados apresentados por Bascompte & Jordano (2007) demonstram uma tendência inversa, com pequena parte das interações possíveis sendo realizada. O presente trabalho corrobora essa tendência, pois no substrato vegetal de 700 possíveis interações apenas 71 foram estabelecidas ($C = 10,14\%$) e em *man-made-substrates* de 104 possíveis interações, 34 foram estabelecidas ($C = 32.69\%$).

A proporção de colônias de espécies de fundação independente e enxameante, revelou uma predominância da escolha do *man-made substrates* pelas vespas sociais de fundação independente, isso pode estar relacionado ao fato de que esses substratos fornecem melhores condições para colônia, não fornecidas pelas plantas como já relatado por Lima *et al.* (2000) e Alvarenga *et al.* (2010), as vespas tender assim construir suas colônias em edificações, locais com maior segurança contra intemperes, aumentando as chances de sucesso reprodutivo, uma vez que suas colônias possuem menor população e menor proteção estrutural pela ausência do envelope protetor (OLIVEIRA *et al.* 2010; CASTRO *et al.* 2014). A nidificação das vespas sociais em vegetação parece ser influenciada por plantas com folhas largas e perenes, concentradas em espécies do sub-bosque assim como encontrado por Dejean *et al.* (1998) e Souza *et al.* (2014), mostrando que a morfologia e altura da vegetação é mais relevante para escolha do local de nidificação das vespas sociais do que qualquer espécie vegetal específica.

Os dados comprovam que ninhos de vespas de fundação independente geralmente são pequenos e se mantêm crípticos em *man-made substrates*, por outro lado espécies enxameantes apresentam colônias maiores e bem mais visíveis, perdendo sua cripticidade, como pôde ser observado no presente estudo onde somente 11 colônias de vespas de fundação enxameantes foram encontradas. Também deve-se considerar a área escolhida para fixação do ninho ao substrato, onde ninhos de vespas de fundação independente precisam somente de um único pedúnculo, ao contrário dos ninhos de vespas enxameantes que, devido aos seus maiores tamanhos, precisam de uma maior área de fixação no substrato, para manter o peso do ninho,

área encontrada em galhos e ramos de folhas, como de palmeiras que possuem folhas sanfonadas.

Atualmente, as investigações sobre redes em estudos de interação estão começando a valorizar os fatores que englobam as várias propriedades das redes de interações. Os resultados sugerem que as diferenças na complexidade da estrutura do ambiente influenciam diretamente na rede de interação entre as vespas sociais e seus substratos de nidificação. Assim, conhecer os fatores bióticos e abióticos dos locais em que tais interações ocorrem é de fundamental importância para definir e compreender as estruturas das redes estabelecidas nessas áreas. Portanto, estudos sobre padrões de redes de diferentes tipos de interações estabelecidas entre quaisquer organismos contribuem para um mais completo entendimento da ecologia de comunidades em distintos ambientes.

Bromeliaceae

<i>Billbergia horrida</i> Regel	1	1					
<i>Portea petropolitana</i> (Wawra) Mez		1	1				

Cupressaceae

* <i>Cunninghamia lanceolata</i>	1						2
----------------------------------	---	--	--	--	--	--	---

Cycadaceae

* <i>Cycas circinalis</i> L.		1					2	4
* <i>Cycas revoluta</i> Thunb.	1				1			

Euphorbiaceae

* <i>Euphorbia cotinifolia</i> L.				2				
* <i>Euphorbia grandicornis</i> Goebel ex N.E.Br.	1	1						
* <i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	1	3			1	6	1	

Fabaceae

<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.							2	
<i>Anadenanthera cf. colubrina</i> (Vell.) Brenan								3

Hypoxidaceae

* <i>Curculigo latifolia</i>							1	
------------------------------	--	--	--	--	--	--	---	--

Melastomataceae

<i>Miconia</i> sp.							1	
<i>Tibouchina</i> sp.							1	

Myrtaceae

* <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.								4
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel.		1						

Nyctaginaceae

<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.							3	
---	--	--	--	--	--	--	---	--

Platanaceae

* <i>Platanus acerifolia</i> (Aiton) Willd.							1	
---	--	--	--	--	--	--	---	--

Poaceae**Bambusa vulgaris* Schrad.

1

**Melinis minutiflora* P.Beauv.

1

Podocarpaceae*Podocarpus sp.*

1

Rubiaceae**Coffea arabica* L.

1

1

Tropaeolaceae**Tropaeolum majus* L.

1

Typhaceae*Typha domingensis* Pers.

1

Zingiberaceae**Hedychium coccineum* Buch.-Ham. ex Sm.

1

Tabela 5: Métricas de redes de interações de vespas e substratos de nidificação estudados no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Métricas das Redes	Vegetação	Humano
Número de substratos	35	8
Número de vespas sociais	20	13
Número de associações	169	181
Grau de substratos (Grau médio)	2.03	4.25
Grau de vespas sociais (Grau médio)	3.55	2.62
Conectância da rede	10.14	32.69
Assimetria da rede	0.27	- 0.23

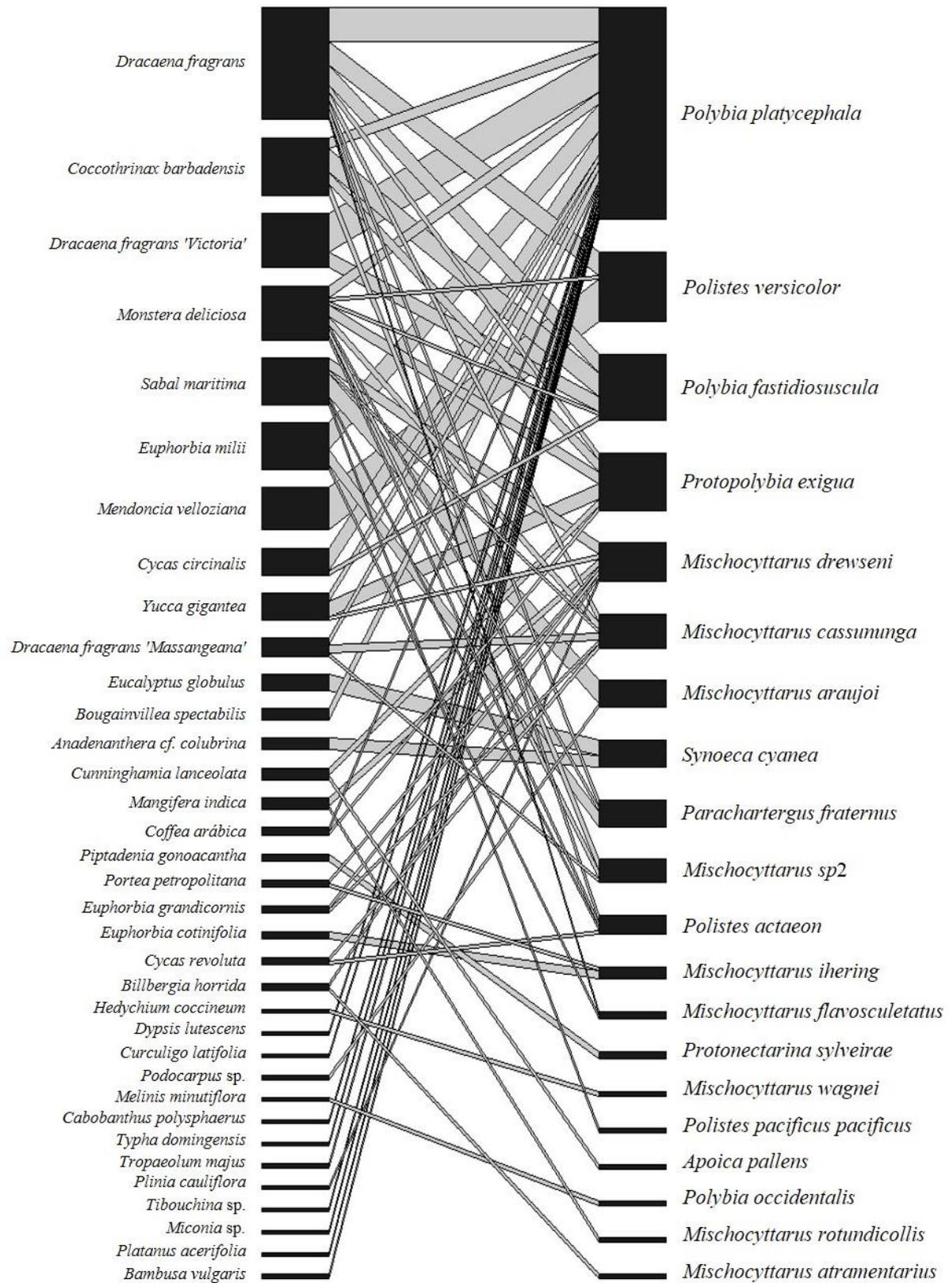


Figura 8: Rede de interação entre vespas e plantas composta por 20 espécies de vespas e 35 espécies de plantas no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

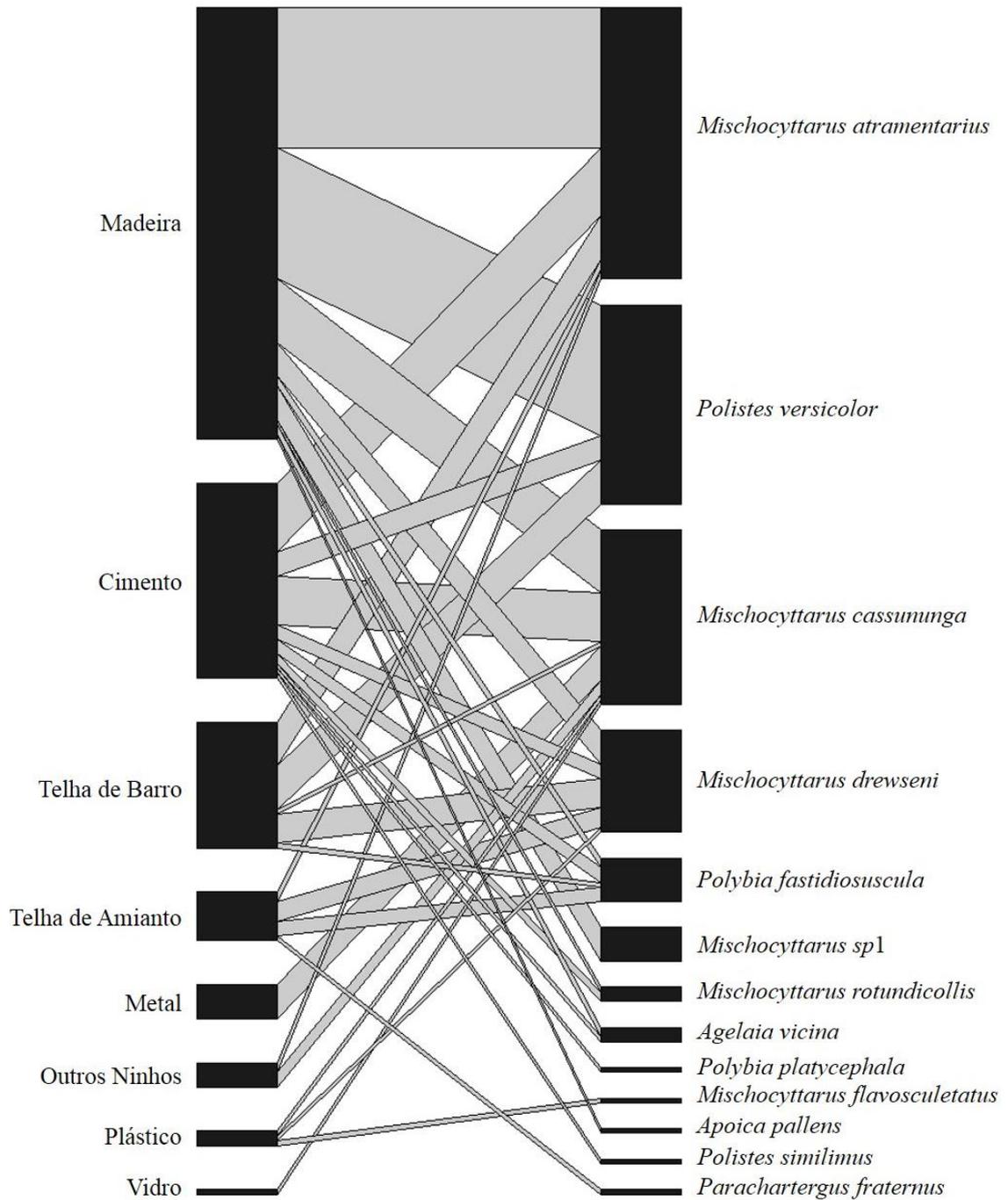


Figura 9: Rede de interações entre vespas e *man-made substrates* composta por 13 espécies de vespas e oito substratos no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora.

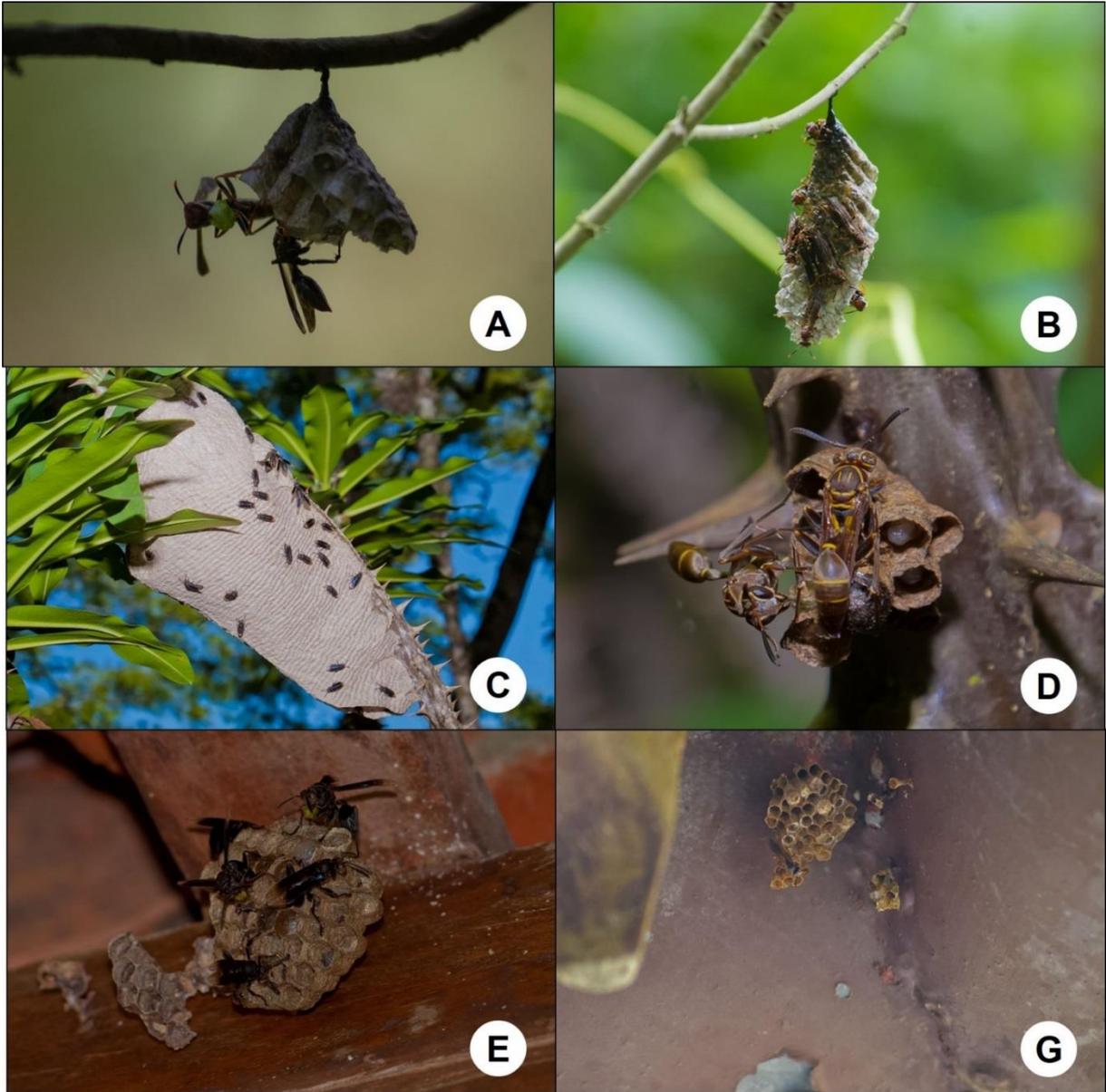


Figura 10: Espécies de vespas sociais nos substratos e locais utilizados para fundação das colônias: A e B – Colônias de *Polistes versicolor* em caules de *Mendoncia velloziana*, C – *Parachartergus fraternus* em parte superior de *Euphorbia milii*, D – *Mischocyttarus wagneri* em espinho de *Euphorbia milii*, E – *Mischocyttarus atramentarius* em madeira, F – *Mischocyttarus cassununga* em metal.

Fonte: Autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora se mostrou uma importante área quanto a riqueza de espécies de vespas sociais fazendo com que o estudo se destaque entre os trabalhos de diversidade do estado de Minas Gerais e do Brasil e evidenciado assim o valor de estudos em *Novel ecosystems*.

As vespas sociais se comportaram de diferentes formas durante as estações do ano quanto estratificação vertical, enfatizando sua característica de oportunistas, pois em épocas de seca mudam do estrato sub-bosque para o dossel, onde dispõem de maior área verde das plantas, e na época chuvosa mantêm o forrageio no sub-bosque, estrato este de preferência para nidificação, além de sua proteção contra ventos forte na maior parte do ano, favorecendo assim a busca eficiente por recursos.

As análises das redes de interações realizadas nos dois tipos de substratos estudados (plantas e *man-made substrates*) mostrou números distintos de substratos e de riqueza de vespas, demonstrando uma predominância de espécies de fundação independentes por *man-made substrates* evidenciando a preferência dessas vespas pelo tipo de substrato. A baixa presença das vespas de fundação enxameante é justificada pela dificuldade de manterem crípticos e de se manterem fixos devido seus tamanhos superiores.

Em plantas como substratos, a predominância foi folhas largas e perenes de espécies do sub-bosque, área mais densa o que mantém os ninhos mais crípticos e protegidos contra fatores abióticos. A altura de nidificação para o *man-made substrates* está ligada ao padrão arquitetônico do beiral das casas, assim como a altura média de 2 m do sub-bosque da área.

Os resultados do presente trabalho ampliam o conhecimento sobre a fauna de vespas sociais em fragmentos urbanos assim como um melhor entendimento sobre a estratificação durante as estações do ano e sua preferência de nidificação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.B.; CASTRO, M.M.; SANTOS-PREZOTO, H.H.; PREZOTO, F. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v.55, p.445-452, 2010.

ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M.; NOLL, F. B. A phylogenetic analysis of *Synoeca* De Saussure, 1852, A neotropical genus of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **Journal of the New York Entomological Society**, v.115, p.81-89, 2009.

AUAD, A.M.; CARVALHO C.A.; CLEMENTE M.A.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps in a silvipastoral system. **Sociobiology**, v.55, p.627-636, 2010.

BARBOSA, B. C; PASCHOALINI, M.; PREZOTO, F. Temporal Activity Patterns and Foraging Behavior by Social Wasps (Hymenoptera, Polistinae) on Fruits of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). **Sociobiology**, v. 61, p. 239-242, 2014.

BASCOMPTE, J.; JORDANO P. The structure of plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v.38, p.567-593, 2007.

BASSET, Y., NOVOTNY, V., MILLER, S. E.; KITCHING, R. L. **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. Cambridge University Press. 2003

BASSET, Y., NOVOTNY, V., MILLER, S.E. & KITCHING, R.L. Methodological advances and limitations in canopy entomology. P.7–16. In: **Arthropods of Tropical Forests. Spatio-temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy** BASSET, Y., NOVOTNY, V., MILLER, S.E. & KITCHING, R.L. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2003b.

BLUTHGEN, N., MENZEL, F., HOVESTADT, T., FIALA, B.; BLUTHGEN, N. Specialization, constraints, and conflicting interests in mutualistic networks. **Current Biology**, v.17(4), p.341-346, 2007.

BRAGA, N. **Resposta olfativa da vespa social *Polybia fastidiosuscula* para voláteis de plantas de milho.** Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal de Juiz de Fora, 2014.

CARPENTER, J. M.; ANDENA S. R. **The vespidae of Brazil**, Manaus, Instituto nacional de Pesquisa da Amazônia, p. 42. 2013.

CASTRO, M.M.; AVELAR, D.L.G.; DE SOUZA, A.R.; PREZOTO, F. Nesting substrata, colony success and productivity of the wasp *Mischocyttarus cassununga*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.58, p.168-172, 2014.

CLEMENTE M.A.; LANGE, D.; DEL-CLARO K.; PREZOTO F.; CAMPOS, N.R.; BARBOSA, B. C. Flower-visiting social wasps and plants interaction: Network pattern and environmental complexity. **Psyche: A Journal of Entomology**. p.1-10, 2012.

CLEMENTE, M.A. **Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: estrutura, composição e visitação floral.** Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, p.79, 2009

CORBARA, B.; CARPENTER, J.M.; CÉRÉGHINO, R.; LEPONCE, M.; GIBERNAU, M.; DEJEAN, A. Diversity and nest site selection of social wasps along Guianese forest edges: assessing the influence of arboreal ants. **Comptes Rendus Biologies**, v.332(5), p.470-479, 2009.

DE SOUZA, A. R.; VENÂNCIO, D. F. A.; ZANUNCIO, J. C.; PREZOTO, F. Sampling Methods for Assessing Social Wasps Species Diversity in a Eucalyptus Plantation. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, p.1120-1123, 2011.

DEJEAN, A.; CORDABA, B.; CARPENTER, J. M. Nesting site selection by wasp in the Guianese rain forest. **Insectes sociaux**, v. 45p. 33-41, 1998.

DEJEAN, A.; CARPENTER, J.M.; GIBERNAU, M.; LEPONCE, M.; CORBARA, B. Nest relocation and high mortality rate in a Neotropical social wasp: Impact of an exceptionally rainy La Niña year. **Comptes rendus Biologies**, v.333, p.35-40, 2010.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. Insect-plant interactions: new pathways to a better comprehension of ecological communities in neotropical savannas. **Neotropical Entomology**, v.38, p.159-164, 2009.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. **Ecologia das Interações Plantas Animais: Uma Abordagem Ecológico-Evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, p.333 2012.

DEL-CLARO, K.; STEFANI, V.; LANGE, D.; VILELA, A.A.; NAHAS, L.; VELASQUES, M.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. The importance of natural history studies for a better comprehension of animal-plant interactions networks. **Bioscience Journal**, v.29, p.439-448, 2013.

DUNNE J. A. The network structure of food webs. p.325–347In: **Ecological Networks: Linking Structure to Dynamic in Food Webs**, PASCUAL M. & DUNNE J. A. (Eds.), Oxford University Press, Oxford, UK, 2006.

DURKEE, L.H. Flora Costaricensis: Acanthaceae. **Fieldiana Botany**, v.18, p.1-87, 1986.

ELISEI, T.; NUNES, J.V.E.; RIBEIRO JUNIOR, C.; FERNANDES JUNIOR, A.J.; PREZOTO, F. Uso da vespa social *Polybia versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.958-964, 2010.

ERNSTSON, H.; BARTHEL, S.; ANDERSSON, E. Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: The case of Stockholm. **Ecology and Society**, v.15, p.28, 2010.

ERWIN, T.L. Tropical forest: Their richness in Coleoptera and other arthropods species. **The Coleopterists Bulletin**, v.36, p.74-75, 1982.

FERREIRA, M. G.; DE PINHO, O. C.; BALESTIERI, J. B. P.; FACCENDA, O. Fauna and stratification of male orchid bees (Hymenoptera: Apidae) and their preference for odor baits in a forest fragment. **Neotropical entomology**, v.40, p.639-646, 2011.

FLOREN, A.; SCHMIDL, J. **Canopy Arthropod Research. Basic and Applied Studies from the Higher Frontier**. Bioform Entomology, Nuremberg, Germany. 2008.

FRANKIE, G. W.; THORP, R. W.; HERNANDEZ, J.; RIZZARDI, M.; ERTTER, B.; PAWELEK, J. C.; WITT, S. L.; SCHINDLER, M.; COVILLE, R.; WOJCIK, V. A. Native bees are a rich natural resource in urban California gardens. **California Agriculture**, v.63, p.113–120, 2009.

GIOVANNI, F.; CERRETTI, P.; MASON, F.; MINARI, E.; MARINI, L. Vertical stratification of ichneumonid wasp communities: the effects of forest structure and life-history traits. **Insect science**, 2014.

GRANDINETE, Y.C.; NOLL, FERNANDO B. Checklist of Social (Polistinae) and Solitary (Eumeninae) Wasps from a Fragment of Cerrado “Campo Sujo” in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **SOCIOBIOLOGY**, v. 60, p. 101-106, 2013.

GRAZINOLI, D. J.; SOUZA, A. R.; PREZOTO, F. Dominance Hierarchy and Division of Work in Colonies of *Polistes simillimus* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v.56, p.507-714, 2010.

GRIMBACHER, P. S.; STORK, N. E. Vertical stratification of feeding guilds and body size in beetle assemblages from an Australian tropical rainforest. **Austral Ecology**. v.32, p.77-85 2007.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. Chave ilustrada para as espécies de Vespidae (Insecta, Hymenoptera) ocorrentes no Cinturão Verde de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa. Série Biologia (UNISC)**, v.16, p.65-115, 2004.

HERMES, M. G.; KÖHLER, A. The Genus *Agelaia* Lepeletier (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.135-138, 2004.

HUNT, J. H.; CARPENTER, J. M. Intra-specific nest form variation in some Neotropical swarm-founding wasps of the genus *Epiponini*. **Journal of the Kansas Entomological Society** v.77, p.448-456, 2004.

HUNT, J. H. **The Evolution of Social Wasps**. Oxford University Press, New York, p.259, 2007.

JEANNE, R. L.; TAYLOR, B. J. Individual and social foraging in social wasps. p. 53–79 In: **Food exploitation by social insects: ecological, behavioral and theoretical approaches**. JARAU, S.; HRNCIR, M. (eds) CRC Press, Boca Raton, (2009)

JEANNE, R. L. Social biology of the Neotropical Wasp *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology** v.144, p.63-150. 1972.

JEANNE, R. L. Chemical Defense of Brood by a Social Wasp. **Science** v.168, p.1465-1466, 1970.

JEANNE, R.L. 1975. The adaptivness of social wasps nest architecture. **The Quarterly Review of Biology**, 50: 267-287.

JEANNE, R.L. 1991. The swarm-founding Polistinae. p. 191-231. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). **The Social Biology of Wasps**, Ithaca, Cornell University Press, p. 678, 1991.

JORDANO, P. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. **American Naturalist**, v.129, p.657–677, 1987.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L.; PRADO, P. I. Conservação de Invertebrados terrestres e seus hábitats no brasil. **Megadiversidade** v.1, p.62-69, 2005

LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R.; PREZOTO, F. Levantamento dos gêneros de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae), flutuação das colônias e hábitos de nidificação no campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zociências**, v.2, p.69-80, 2000.

LOCHER, G.A.; TOGNI, O. C.; SILVEIRA, O. T.; GIANNOTTI, E. The Social Wasp Fauna of a Riparian Forest in Southeastern Brazil (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v.61, p.225-233, 2014.

LORENZATO, D. Ocorrência e flutuação populacional de abelhas e vespas em pomares de macieiras (*Malus domestica* Bork) e pessegueiros (*Prunus persica* Sieb. & Zucc.) no alto vale do Rio do Peixe, SC, e eficiência de atrativos alimentares sobre esses himenópteros. **Agronomia Sulriograndense**. v.21, p.87-109, 1985.

MARQUES, O.M. **Vespas sociais (Hymenoptera Vespidae) em cruz das almas – Bahia: identificação Taxonômica, hábitos alimentares e de nidificação. Cruz das Almas – BA**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia. p. 62, 1989

MARTINS, C. F.; SOUZA, A. K. Vertical stratification of Euglossina Bees (Hymenoptera, Apidae) in an area of the Atlantic Rainforest, Paraíba State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22, p.913-918, 2005.

MELO, A. M.; BARBOSA, B. C.; CASTRO, M. M.; SANTOS, G. M. M.; PREZOTO, F. The social wasp community (Hymenoptera, Vespidae) and new distribution record of *Polybia ruficeps* in an area of Caatinga Biome, northeastern Brazil. **Check List**, v.11, p.1-5, 2015.

MICHELUTTI, K. B.; MONTAGNA, T. S.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Effect of anthropic influence on the colonial productivity of the social wasp *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v.60, p.96-100, 2013.

MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. 11. Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, p.737-747, 2001.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. Xalapa: Universidad Veracruzana. p.84, 2001

NEVES C. S. **Composição e similaridade florística do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil**. Mestrado em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

NEVES, F. S. **Efeitos da estrutura do habitat sobre insetos herbívoros associados ao dossel**. Mestrado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

NEVES, F. S.; ARAÚJO, L. S.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, G. W. Efeito da estratificação florestal e da sucessão secundária sobre a fauna de insetos herbívoros associada ao dossel de uma floresta estacional decidual. **MG. Biota**, v.3, p.33-44, 2010.

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

NOLL, F. B.; ZUCCHI, R. Castes and the influence of the colony cycle in swarm-founding polistine wasps (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **Insectes Sociaux**. v.49, p.62-74, 2002.

NOLL, F. B.; ZUCCHI, R. Morphological caste differences in the neotropical swarm-founding polistine wasps (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae). **Sociobiology**, v.36, p.41-52, 2000.

O'DONNELL, S.; JEANNE, R. L. The nest as fortress: defensive behavior of *Polybia emaciata* (Hymenoptera: Vespidae), a mud-nesting eusocial wasp. *Journal of Insect Science* v.2, p.3-5, 2002

OLIVEIRA, S. A.; CASTRO, M. M.; PREZOTO, F. Foundation pattern, productivity and colony success of the papar wasp, *Polybia versicolor*. **Journal of Insect Science**, v.10, p.1-10. 2010.

OLIVEIRA, S. A.; SANTOS, J. F. L.; PREZOTO, F. Dominance hierarchy in different stages of development in the colonies of the neotropical eusocial paper wasp *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). *Sociobiology*, v.48, p.515-526, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema – prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* v. 60, p.237-258, 2009.

PREZOTO, F.; CORTES, S. A. O.; MELO, A. C. Vespas: de vilãs a parceiras. *Ciência Hoje*, v.48, p.70-73, 2008.

RAVERET-RICHTER, M. Social wasp (Hymenoptera:Vespidae) foraging behavior source. *Annual Review of Entomology* v.45, p.121-150, 2000.

RIBEIRO JUNIOR C. **Levantamento de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) em uma Eucaliptocultura**. Mestrado em Ciências Biológicas. UFJF. Juiz de Fora, p.68, 2008.

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

ROCHA M. P. **Ecologia Comportamental de *Polybia patycephala* (Richards, 1978) (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini)**. Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal de Juiz de Fora. 2011.

RODRIGUES, V.M.; V.L.L. MACHADO. Vespídeos sociais: Espécies do Horto Florestal “Navarro de Andrade” de Rio Claro, SP. *Rev. Naturalia* v.7, p.173–175, 1982.

RÖSELER, P. F. Reproductive competition during colony establishment. p.309-335. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). **The Social Biology of Wasps**, Ithaca, Cornell University Press, p. 678, 1991.

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. Tese em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Lavras, p.101, 2009.

SANTIAGO, D. S.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.117-123, 2014.

SANTOS, B.B. Ocorrência de vespídeos sociais (Hymenoptera, Vespidae) em pomar em Goiânia, Goiás, Brasil. **Agrárias**. v.15, p.43-46, 1996.

SANTOS, G. M. M.; AGUIAR, C. M. L.; GOBBI, N. Characterization of the social wasp guild (Hymenoptera: Vespidae) visiting flowers in the Caatinga (Itatim, Bahia, Brazil). **Sociobiology**. v.47, p.483-494, 2006.

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

SILVA, C. N. **Composição florística do remanescente florestal do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais**. Mestrado em Ecologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, p.109, 2013.

SILVEIRA-NETTO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A.V. **Manual de Ecologia dos Insetos**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 419p. 1976

SILVEIRA, O. T.; SILVA, S.S.; PEREIRA, J. L. G.; TAVARES, I. S. Local-scale spatial variation in diversity of social wasps in an Amazonian rain forest, Caxiuanã, Pará, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.56, p.329-346, 2012.

SILVEIRA, O.T. Surveying Neotropical social wasps: an evaluation of methods in the "Ferreira Penna" Research Station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.42, p.299-323, 2002

SILVEIRA, O.T. Phylogeny of wasps of the genus *Mischocyttarus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, p.510-549, 2008.

SOMAVILLA, A. **Aspectos gerais da fauna de vespas (Hymenoptera: Vespidae) da Amazônia Central, com ênfase na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil.** Mestrado em Ciências Biológicas, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, Brasil, p.180, 2012.

SOUZA, A. R.; FIGUEIREDO, B. B. M.; RIBEIRO, B.; PINHEIRO, R.; JUSTINO, L.; CASTRO, M. M.; PREZOTO, F. The Performance of Dominance Indices for Constructing Dominance Hierarchies in *Mischocyttarus* and *Polistes* Wasps (Hymenoptera, Vespidae). **The Florida Entomologist** v.94, p.869-873, 2011.

SOUZA, A. R.; ROCHA, J. V. A.; RODRIGUES, I. L.; PREZOTO, F. Dominance Interactions Among Females of the Neotropical Eusocial Wasp *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v.55, p.547-555, 2010.

SOUZA, M. M.; LOUZADA, J.; SERRÃO J. E.; ZANUNCIO J. C. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in southeast Brazil. **Sociobiology**, v.56, p.1-10, 2010.

SOUZA, M. M.; MOISES J. S.; MARCO A. S.; ASSIS N. R. G. Barroso, capital dos marimbondos, vespas sociais (Hymenoptera, vespidae) do município de Barroso, MG. **MG. Biota**, v.1, p.24-38, 2008.

SOUZA, M. M.; PIRES, E. P.; PREZOTO, F. Seasonal richness and composition of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in areas of Cerrado biome in Barroso, Minas Gerais State, Brazil. **Bioscience Journal**, v.30, p.539-545, 2014.

SOUZA, M. M.; PIRES, P.; FERREIRA, M; LADEIRA, T. E.; PEREIRA, M. C. S. A.; ELPINO-CAMPOS, A.; ZANUNCIO J. C. Biodiversidade de vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **MG. Biota**, v. 5, p. 04-19, 2012.

SOUZA, M. M.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in semideciduous forest and cerrado (Savanna) regions in Brazil. **Sociobiology**, v.47, p.135-147, 2006.

SOUZA, M. M.; ZANUNCIO J. C. **Marimbondos Vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae)**. 1. ed. Viçosa: UFV, p.79, 2012.

SOUZA, M.M.; PIRES, P.; ELPINO-CAMPOS, A.; LOUZADA, J. 2014. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of Rio das Mortes in southeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, 36:189-196.

STARR, C. K. The nest as the locus of social life. p.520–539 In: ROSS, K.G.; MATTHEWS, R.W., (Eds.). **The social biology of wasps**. Cornell University Press; 1991..

SUTHERLAND, W.J. **The Conservation Handbook: Research, Management and Policy**. Blackwell Science, Oxford, Reino Unido. 2000.

TOGNI, O. C.; LOCHER, G. A.; GIANNOTTI, E.; SILVEIRA, O. T. The Social Wasp community in an area of Atlantic forest, Ubatuba, Brazil. **Check List**. v.10, p.10-17, 2014.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3 eds. Porto Alegre: Artmed, p.576, 2010.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F. **Borror and DeLong is Introduction to the study of Insects**, 7th ed. Thomson, Belmont. p.888, 2004.

URBINI, A.; SPARVOLI, E.; TURILLAZZI, S. Social paper wasps as bioindicators: a preliminar research with *Polybia dominulus* (Hymenoptera: Vespidae) as a trace metal accumulator. **Chemosphere**, v.64, p.697-703, 2006.

VANCE, C. C.; SMITH, S. M.; MALCOLM, J. R.; HUBER, J.; BELLOCQ, M. I. Differences between forest type and vertical strata in the diversity and composition of Hymenpteran families and Myrmecid Genera in Northeastern Temperate Forests. **Environmental entomology**, v.36, p.1073-1083, 2007.

VAZQUEZ, D. P.; MELIAN, C. J.; WILLIAMS N. M.; BLUTHGEN, N.; KRASNOV, B. R.; POULIN, R. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks, *Oikos*, v.116, p.1120–1127, 2007.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 124, 1991.

WENZEL, J. W. Evolution of nest architecture, p.480-519. In: ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. (Eds.). **The Social Biology of Wasps**, Ithaca, Cornell University Press, p. 678, 1991.

WENZEL, J.W.; CARPENTER, J.M. Comparing methods, adaptative traits and tests of adaptation. p.79-101. In: EGGLETON P.; VANE-WRIGHT R. (Eds). **Phylogenetics and ecology**, Academic Press, London. 1994.

WENZEL, J.W. A generic key to the nests of hornets, yellow jackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, v.3224, p.1-39, 1998.

WEST-EBERHARD, M. J. **The Social Biology of Polistine Wasps**. Miscellaneous. Publications of the Museum of Zoology, University, 1969.

WIENS, J.A. Population responses to patchy environments. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.7, p.81-120, 1976.