

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

Monalisa de Paula Rocha

BIOLOGIA E ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DA VESPA SOCIAL
***Polybia platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI)**

Juiz de Fora

2011

Monalisa de Paula Rocha

BIOLOGIA E ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DA VESPA SOCIAL
***Polybia platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Orientador: Prof. Dr. Kleber Del-Claro

Co-Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto

Juiz de Fora

2011

Monalisa de Paula Rocha

**BIOLOGIA E ECOLOGIA COMPORTAMENTAL DA VESPA SOCIAL *Polybia
platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA, VESPIDAE, EPIPONINI)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológicas (Área de concentração em Comportamento e Biologia Animal).

Aprovada em 28 de fevereiro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Antônio Frieiro Costa
Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS)

Prof^ª. Dra. Sthefane D'ávila
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Prof. Dr. Fábio Prezoto
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

À minha amada família, Rodrigo e queridos amigos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente á Deus, por iluminar sempre os meus caminhos.

Ao meu orientador Dr. Kleber Del Claro por aceitar orientar esta dissertação.

Ao meu co-orientador Dr. Fábio Prezoto pela oportunidade para a realização deste trabalho e pelos ensinamentos transmitidos.

Agradeço ao Rodrigo Oliveira Costa por todo apoio no trabalho de campo, e principalmente pelo amor, carinho e paciência durante este período.

À Barbara Mautoni pelo auxílio no trabalho de campo.

À Bianca Sartini pela ajuda nas medições.

Ao Professor Dr. Jair Adriano Kopke de Aguiar do Departamento de Bioquímica da UFJF pelas análises químicas do material.

Ao Dr. Alexander Machado Auad e o pessoal do Laboratório de Entomologia da Embrapa Gado de Leite, que possibilitaram a realização de parte de minha pesquisa.

Ao Laboratório de Climatologia e Análise ambiental da UFJF, pelos dados climáticos.

À querida Fernanda Martins pela hospedagem e carinho comigo em Uberlândia.

A todos os meus colegas de pós-graduação, pela amizade, e por terem compartilhado comigo muitos momentos, principalmente Shayenne, Paula, Dani Venâncio, Mariana, Vivian, Bianca Zambonato, Noelle, Gustavo, Marcílio, Thaís, Roberto, Jú, Natália e Fran.

Ao meu querido amigo e companheiro de jornada André Rodrigues, pelas histórias, gargalhadas inacabáveis, momentos inesquecíveis, ensinamentos e pela amizade.

Às minhas amigas Laíse Jardim e Carol Tavares pela companhia e apoio.

Ao Mateus Clemente pelas sugestões e leitura do manuscrito.

Às secretárias do programa Rita de Cássia Hastes e Andréia do Santo Duarte Oliveira por toda a ajuda.

À querida Rosangela por toda atenção, carinho, cafezinhos e refeições deliciosas.

À Universidade Federal de Juiz de Fora e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Comportamento e Biologia Animal.

A minha família que esteve sempre ao meu lado me apoiando, pelo amor incondicional e por compreender minhas ausências. Amo muito vocês!

*“Vou apanhar uma flor no meio de muito espinho
Mas tenho que me arriscar cansei de viver sozinho
Sei que vou correr perigo, a verdade eu não escondo
Cismeï de tirar um mel num ninho de marimbondo
Por meus atos não respondo*

*Marimbondada falou que daqui vivo eu não saio
Eu vou levar ferroadada, mas pretendo dar trabalho
Vou carregar minha flor nem que eu faça uma roçada
Não odeio os maribondos, mas detesto as ferroadadas
Não meu dou com cara inchada*

*Também pode acontecer do vespeiro se acalmar
Nesse caso eu levo a flor sem precisão de brigar
Vou prendê-la nos meus braços tratar com todo carinho
Viver feliz para sempre e criar marimbondinhos”*

Trecho da música **Ninho De Marimbondo** escrita
por José das Dores Fernandes (Zé Mulato).

RESUMO

Polybia platycephala (Richards, 1978) é uma vespa social enxameante que possui seu ninho constituído de várias filas de favos horizontais cobertos favo-a-favo por um envelope. Neste estudo caracterizou-se o padrão de fundação, arquitetura do ninho, o padrão de estocagem de recursos nas colônias, o ciclo colonial, a população, os estágios imaturos, e o número de ínstaes larvais de *P. platycephala*. Além disso, o macho da espécie é descrito e ilustrado. No período de novembro de 2009 a novembro de 2010, foram estudadas 95 colônias em áreas antrópicas do município de Juiz de Fora, MG. Para descrição do padrão de fundação, foram realizadas observações “*ad libitum*” em quatro enxames. Para analisar a arquitetura do ninho foram considerados os seguintes dados: coloração, comprimento e largura do orifício de entrada, e dimensões do ninho. O ângulo de orientação das colônias foi estabelecido com uma bússola posicionada abaixo dos ninhos. Através da dissecação de 15 colônias, foi verificada a fase de desenvolvimento e o número de: adultos, total de células, células vazias, ovos, larvas, e pupas. Foram mensuradas, a maior largura e o maior comprimento de 100 ovos, e a largura máxima da cápsula cefálica de 400 larvas e 120 pupas, sendo o número de ínstaes larvais determinado de acordo com a Regra de Dyar. Foi possível determinar que antes da construção das primeiras células, *P. platycephala* constrói uma fina base de material vegetal sobre o substrato. O processo de construção inicial do ninho durou de 10 a 15 dias. A nidificação na vegetação foi maior do que em substratos construídos ($\chi^2 = 53,063$; $p < 0,0001$). Em média, os ninhos apresentaram 2115 ± 1234 (328 - 4723) células, podendo conter até oito favos, e estavam situados a cerca de 3,0 metros do solo. A distância média entre os favos foi de $0,67 \pm 0,09$ cm (0,53 - 0,85). Houve diferença sazonal no sentido de orientação dos ninhos fundados pela espécie, com ninhos na estação chuvosa orientados principalmente para o sul e ninhos na estação seca orientados para o norte. Os eventos de fundação e abandono das colônias ocorreram em todas as épocas do ano. As colônias produziram $510,26 \pm 403,21$ (71 - 1492) adultos e encontravam-se em diferentes fases do ciclo colonial. As oviposturas nos favos ocorreram geralmente do centro para a periferia, com pupas nas células centrais circundadas de larvas em diferentes ínstaes, seguida de ovos e células vazias na periferia. Constatou-se a presença de casulos de parasitóides no interior das células de cinco ninhos. Foi observada a estocagem de substância açucarada em 80% das colônias (seis em fase de produção de operárias, três em fase de quiescência, duas na produção de machos e um na pré-emergência). O armazenamento ocorreu sempre em células vazias (92,63%), células com presas (4,88%),

células com ovos (2,0%) ou células com larvas pequenas (0,5%). A estocagem de presas foi observada em duas colônias, dentro das células ou entre os favos dos ninhos. As larvas possuem cinco ínstaes, com uma razão média de crescimento de 1,57. Os machos de *P. platycephala* distinguem-se das fêmeas por características como o clipeo amarelo com ou sem pilosidade prateada; antena não tão robusta, com 13 segmentos; gena estreita; gáster com 1-6 tergitos.

Palavra-chave: Fundação por enxame, Substratos de nidificação, Comportamento de nidificação, Orientação do ninho, Estágios imaturos, Estocagem de recursos, Descrição macho.

ABSTRACT

Polybia platycephala (Richards, 1978) is a social swarming wasp which has its nest constituted of several lines of horizontal combs covered each one of them by an envelope. In this study, it was characterized the foundation pattern, the nest architecture, the storage pattern of resources in the colony, the colonial cycle, the population, the immature stages, and the number of larval instars of *P. platycephala*. Furthermore, the male of the species is described and illustrated. During the period from November 2009 to the November 2010, 95 colonies were studied in antropic areas of the city of Juiz de Fora, MG. For the description of the foundation pattern, some “*ad libitum*” observations were performed on four swarms. For analyzing the architecture of the nest, the following data were considered: coloration, length and width of the entrance orifice, and nest dimensions. The orientation angle of the colonies was established with a compass. Through the dissection of 15 colonies, it was verified the development phase and the number of adults, total of cells, vacant cells, eggs, larvae, and pupae. The largest width and the largest length of 100 eggs and the maximum width of the cephalic capsule of 400 larvae and 120 pupae were measured, and the number of larval instars is determined according to the Dyar’s Rule. It was possible to determinate that before the construction of the first cells, *P. platycephala* builds a slim base of vegetal material on the substrate. The initial process of construction has lasted from 10 to 15 days. The nidification in the vegetation was bigger than in constructed substrates ($\chi^2= 53.063$; $p < 0.0001$). On average, the nests presented 2115 ± 1234 (328 - 4723) cells, which can contain up to eight combs, and they were situated about 3.0 meters above ground. The average distance between the combs was about 0.67 ± 0.09 cm (0.53 – 0.85). There was a seasonal difference in the orientation meaning of the nests founded by the species, with nests oriented mainly towards the south in the rainy season, and the north in the dry season. The events of foundation and abandonment of the colonies occurred all the year round. The colonies produced 510.26 ± 403.21 (71 – 1492) adults and these were found in different phases of the colonial cycle. The postures in the combs occurred generally from the center to the periphery, with pupae in the central cells surrounded by larvae in different instars, followed by eggs and vacant cells in the periphery. It was verified the presence of cocoons of parasitoids in the cells of five nests. It was observed the storage of sugary substance in 80% of the colonies (six in worker production stage, three in quiescence stage, two in the production of males and one in the pre-emergence). The storing always occurred in vacant cells (92.63%), cells with preys (4.88%), cells with eggs

(2.0%) or cells with small larvae (0.5%). The storing of preys was observed in two colonies, inside the cells and between the combs of the nests. The larvae have five instars, with a mean ratio of growth of 1.57. The males of *P. platycephala* differ from the females with characteristics like the yellow clypeus with or without silver hairiness; antenna not so robust, with 13 segments; narrow gena; gaster with 1-6 tergites.

Key-words: Swarm-founding, Nidification substrates, Nidification behavior, Nest orientation, Immature stages, Resources storage, Male description.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1	Mapa do município de Juiz de Fora no estado de Minas Gerais, Brasil.....	22
Gráfico 1	Substratos de nidificação utilizados por <i>Polybia platycephala</i> entre a estação chuvosa (outubro a abril) e a estação seca (maio a setembro), no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG. Letras distintas diferem estatisticamente ($p < 0.0001$) pelo teste de Mann-Whitney.....	25
Fotografia 1	Padrão de construção de <i>Polybia platycephala</i> em Juiz de Fora, MG. A= enxame; B= primeiro favo; C= construção do envelope; D= orifício de acesso ao ninho; E= construção segundo favo; F= Ninho formado.....	27
Fotografia 2	Formatos das colônias de <i>Polybia platycephala</i> em Juiz de Fora, MG. A= subcilíndrico marrom; B= cônico bege; C= oval cinza.....	27
Fotografia 3	Presença de bolsas na parede externa dos ninhos de <i>Polybia platycephala</i> em Juiz de Fora, MG.....	28
Gráfico 2	Relação entre o número de células construídas e o número de favos encontrados nos ninhos de <i>Polybia platycephala</i> , no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	29
Gráfico 3	Histogramas circulares mostrando a orientação de ninhos de <i>Polybia platycephala</i> no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG. (a) Ângulos de orientação de 78 ninhos, cada ponto representa um ninho; (b) ninhos fundados na estação chuvosa e (c) estação seca. O ângulo médio é representado pela semi-reta que parte da origem dos histogramas.....	28
Gráfico 4	Análise circular das frequências mensais dos eventos de (a) fundação e (b) abandono de ninhos de <i>Polybia platycephala</i> no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, no período de novembro de 2009 e outubro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	31

Gráfico 5	Variáveis climáticas e os eventos de Fundação e Abandono de colônias de <i>Polybia platycephala</i> no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), no período de novembro de 2009 e outubro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	32
Fotografia 4	Disposição da cria no terceiro favo de um colônia de <i>Polybia platycephala</i> em fase de produção de operárias. Pupas nas células centrais (casulo de seda branca) com larvas em todos os ínstares rodeando-as, seguida de ovos e células vazias nas periferias.....	47
Fotografia 5	(A) Casulo e (B) Larva de um parasitóide no interior da célula de ninhos de <i>Polybia platycephala</i> , em Juiz de Fora, MG.....	47
Fotografia 6	Vista de um ovo de <i>Polybia platycephala</i> no interior da célula do ninho.	49
Gráfico 6	Distribuição de frequências da largura (A) e do comprimento (mm) (B) de 100 ovos <i>Polybia platycephala</i> , no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	50
Fotografia 7	Larvas de <i>Polybia platycephala</i> em folha quadriculada.....	50
Gráfico 7	Distribuição de frequências de medidas da largura da cápsula cefálica dos ínstares larvais de <i>Polybia platycephala</i> , no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	51
Fotografia 8	Vista lateral de diferentes estágios de desenvolvimento das pupas de <i>Polybia platycephala</i>	52
Gráfico 8	Distribuição de frequências da largura das capsulas cefálicas de 120 pupas (mm) de <i>Polybia platycephala</i> no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	52
Fotografia 9	(A) Esboço da distribuição das células com substância açucarada nos primeiros favos de ninhos de <i>Polybia platycephala</i> ; (B e C) Substância açucarada armazenada em células vazias; (D) Substância açucarada e presa em uma célula.....	54
Fotografia 10	A) Parte corporal de uma formiga no interior da célula do ninho de <i>Polybia platycephala</i> ; (B) Corpos de cupins alados entre os favos da colônia 15.....	56

Desenho 1	Ilustração (Shima et al., 1994) dos caracteres mensurados em <i>Polybia platycephala</i> : (A) LC: Largura da cabeça; DmI: Distância mínima interorbital; CC: comprimento da cabeça (B) CA: Comprimento da asa. (C) CM: Largura do mesoscuto; LBT2: Largura I; CT1: comprimento do tergito I.....	59
Fotografia 11	A= Fêmea e B= Macho de <i>Polybia platycephala</i> , Juiz de Fora, MG.....	61
Fotografia 12	Macho <i>Polybia platycephala</i> A= cabeça, vista frontal; B= mesossoma, vista lateral; C:= mesossoma, vista dorsal; D= metassoma, vista lateral; E= asa.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Colônias analisadas de <i>Polybia platycephala</i> apresentando número de favos; médias (\bar{X}), desvio padrão (SD) e amplitude (Ampl – mínimo e máximo) das distâncias entre os favos; número total de células; e número de adultos.....	29
Tabela 2	Número médio, desvio-padrão e amplitude de células/favo em ninhos de <i>Polybia platycephala</i>	30
Tabela 3	Lista das colônias de <i>Polybia platycephala</i> analisadas, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	41
Tabela 4	Análise do conteúdo das colônias de <i>Polybia platycephala</i> nas diferentes fases do ciclo colonial, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	45
Tabela 5	Número médio (\bar{X}), desvio padrão (SD) e amplitude (Ampl – mínimo e máximo) das células por favo, e ovos, larvas e pupas distribuídos nos favos de 15 ninhos de <i>Polybia platycephala</i> , no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	46
Tabela 6	Medianas da largura (em milímetros) de ovos, cápsula cefálica das larvas e pupas de <i>Polybia platycephala</i> e as taxas de crescimento dos instares larvais, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	51
Tabela 7	Dados da fase do ciclo colonial, número total de células por ninho, número de células usadas para a estocagem de substância açucarada e a porcentagem de células com reserva.....	54
Tabela 8	Número de células com substâncias açucaradas e presas nas diferentes fases do ciclo colonial de <i>Polybia platycephala</i> , no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.....	55
Tabela 9	Médias e desvio-padrão das medidas morfométricas de doze caracteres, para a descrição do macho de <i>Polybia platycephala</i>	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	PADRÃO DE FUNDAÇÃO, ARQUITETURA DE NINHO E CICLO COLONIAL DA VESPA SOCIAL <i>Polybia platycephala</i> (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI).....	21
2.1	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.1.1	Área e período de estudo.....	22
2.1.2	Hábito de nidificação e padrão de fundação.....	23
2.1.3	Arquitetura dos ninhos.....	23
2.1.4	Ciclo colonial.....	23
2.1.5	Análises estatísticas.....	24
2.2	RESULTADOS.....	25
2.2.1	Hábito de nidificação e padrão de fundação.....	25
2.2.2	Arquitetura dos ninhos.....	26
2.2.3	Ciclo colonial.....	31
2.3	DISCUSSÃO.....	32
2.3.1	Hábito de nidificação e padrão de fundação.....	32
2.3.2	Arquitetura dos ninhos.....	34
2.3.3	Ciclo colonial.....	37
3	COMPOSIÇÃO POPULACIONAL E PADRÃO DE ESTOCAGEM DE RECURSOS DE COLÔNIAS DE <i>Polybia platycephala</i> (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI).....	39
3.1	MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1.1	Área e período de estudo.....	40
3.1.2	Caracterização populacional das colônias.....	40
3.1.3	Morfometria e morfologia de ovos, larvas e pupas.....	42
3.1.4	Padrões de estocagem de recursos no ninho.....	42
3.1.5	Análises estatísticas.....	42
3.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
3.2.1	Caracterização populacional das colônias.....	43
3.2.2	Morfometria e morfologia de ovos, larvas e pupas.....	48

3.2.3	Padrões de estocagem de recursos no ninho.....	52
4	DESCRIÇÃO DO MACHO DE <i>Polybia platycephala</i> (RICHARDS, 1978) (HYMENOPETRA: VESPIDAE, EPIPONINI).....	58
4.1	MATERIAL E MÉTODOS.....	58
4.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

As vespas conhecidas popularmente como “marimbondos” pertencem à superfamília Vespoidea, família Vespidae, que é representada por seis subfamílias: Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae (CARPENTER, 1982, 1993; CARPENTER; MARQUES, 2001; JEANNE, 1972). Nas três últimas subfamílias há espécies eussociais.

Das subfamílias, Polistinae é a mais diversificada, com espécies representantes encontradas em todo o mundo, distribuídas em quatro tribos: Polistini, Mischocyttarini, Ropalidini e Epiponini (CARPENTER, 1993; CARPENTER; MARQUES, 2001).

O grupo neotropical formado pela tribo Epiponini compreende 19 gêneros (CARPENTER, 2004) com distribuição geográfica ampla, estendendo-se da Argentina até os Estados Unidos. São ecologicamente dominantes e possuem alta diversidade registrada no Brasil (JEANNE, 1980). São considerados altamente eussociais (MATEUS, 2005) e exibem um comportamento de fundação por enxame, onde um pequeno número de rainhas e um grande número de operárias em movimento sincrônico e coordenado fundam uma nova colônia (WILSON, 1971). Segundo Wilson (1971), insetos eussociais são aqueles que apresentam simultaneamente sobreposição de pelo menos duas gerações adultas, cuidado cooperativo com a prole e divisão de trabalho reprodutivo.

O enxame pode ocorrer de duas maneiras: enxames de fuga ou evacuação ocorrem por motivos de predação ou outros danos ao ninho (chuvas e ventos fortes), sendo as vespas forçadas a deixar a colônia à procura de um novo local para nidificação (NASCIMENTO et al., 2008; WEST-EBERHARD, 1982). Os enxames reprodutivos (fissão) são produzidos após o término do ciclo da colônia antiga, quando parte da população adulta deixa a colônia para começar um novo ninho (JEANNE, 1991; NASCIMENTO et al., 2008).

A tribo Epiponini é caracterizada pela baixa diferenciação de castas, ocorrendo espécies sem distinção morfológica entre rainhas e operárias, indicando que a determinação possa ser pós-imaginal (WEST-EBERHARD, 1978) e espécies que apresentam diferença morfológica entre as castas, podendo ser ocasionada pela oferta de nutrientes durante o período larval, implicando na determinação pré-imaginal (HUNT et al., 1996). Ocorre também a presença de fêmeas intermediárias em algumas espécies, nessas fêmeas observa-se o desenvolvimento ovariano, porém não é verificada a inseminação (RICHARDS; RICHARDS, 1951).

O gênero *Polybia* (Lepeletier, 1836) é o mais numeroso entre os Epiponini e está dividido em 11 subgêneros com cerca de 58 espécies encontradas do sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina (CARPENTER; MARQUES, 2001; RICHARDS, 1978). É considerado como o mais típico dos gêneros sul-americanos (CARPENTER, et al., 2000). No Brasil podem ser encontradas 44 espécies, das quais três são endêmicas (CARPENTER; MARQUES, 2001).

Os ninhos do gênero *Polybia* são comumente ovalados, de tamanho variável, construídos com fibra vegetal longa, pequenas partículas vegetais ou barro, misturados e triturados com água e secreção salivar (CARPENTER et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2008). São normalmente crípticos e camuflados, com forma, textura e coloração diversificada, sendo encontrados tanto em ambiente natural, sob folhas, galhos, troncos ou cavidades naturais, como também em ambiente antrópico, em beirais de telhados, estruturas metálicas ou edificações (CARPENTER; MARQUES, 2001; JEANNE, 1991).

O processo de construção dos ninhos varia entre as vespas sociais. A construção por vespas de fundação enxameante geralmente ocorre de forma explosiva, as novas células são construídas rapidamente, e o ninho fica pronto no início da fase de fundação (JEANNE, 1991; JEANNE; BOUWMA, 2004; WENZEL, 1991), posteriormente, permanece estático durante semanas ou até meses, enquanto a colônia cria e expande sua população (JEANNE; BOUWMA, 2004). Estas vespas possuem o hábito de construir um envelope para cobrir as células, exceção aos gêneros *Apoica* (Lepeletier, 1836) e *Agelaia* (Lepeletier, 1836), o que pode sugerir uma proteção contra as formigas (JEANNE, 1975a; WENZEL; CARPENTER, 1994) e parasitóides (LONDON; JEANNE, 1998).

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) e promovendo o controle homeostático fundamental para o desenvolvimento das formas jovens (JONES; OLDROYD, 2007).

A seleção do local de nidificação, a orientação e arquitetura dos ninhos são mecanismos importantes para regular o microclima dentro das colônias. Hozumi e outros (2005, 2008) revelaram que a temperatura nos ninhos de *Polybia* está diretamente relacionada com a arquitetura e com a escolha do local de nidificação. Vespas do gênero *Polistes* (Latreille, 1802), em regiões temperadas, normalmente escolhem locais mais quentes e abrigados para construir seus ninhos (MARIMOTO, 1953). Outras vespas constroem ninhos apresentando extracélulas (HOZUMI; YAMANE, 2001; HOZUMI et al., 2008) ou extracamadas de envelope (MATSUURA; YAMANE, 1990) que auxiliam na

termorregulação da colônia. A orientação do ninho pode influenciar na quantidade de radiação solar absorvida, tanto para que seja aquecido pelo frescor da manhã, ou orientado para direções que ofereçam menor radiação durante as horas mais quentes do dia (JONES; OLDROYD, 2007).

Os ciclos coloniais de vespas sociais da zona temperada são geralmente anuais e sincrônicos (JEANNE, 1991), ocorrendo à fundação dos ninhos durante uma estação favorável. Já as vespas de regiões neotropicais normalmente têm o potencial de fundar seus ninhos em qualquer época do ano, apresentando assim ciclos coloniais assincrônicos. Muitos estudos foram realizados com espécies de vespas neotropicais de fundação independente (GOBBI; ZUCCHI, 1980; GOBBI; SIMÕES, 1988; GUIMARÃES, 2008; PREZOTO, 2001; SINZATO; PREZOTO, 2000), porém faltam estudos com espécies enxameantes.

Os epiponíneos possuem uma variação no número de rainhas durante o ciclo colonial, verifica-se a ocorrência inicial de muitas rainhas (poliginia), passando para poucas (oligoginia) e somente uma rainha (monoginia), em certos casos (WEST-EBERHARD, 1978). Durante as primeiras fases do ciclo colonial existe um maior número de rainhas. Já na fase de pré-emergência há presença de muitos imaturos (muitos ovos e poucas larvas), e nas outras fases do ciclo que se seguem, a colônia cresce e o número de rainhas diminui (NOLL; ZUCCHI, 2000, 2002). O fenômeno de alternância entre o alto e baixo número de rainhas durante o desenvolvimento da colônia é conhecido como oligoginia cíclica (JEANNE, 1980; MATEUS, 2005; NOLL; ZUCCHI, 2002; WEST-EBERHARD, 1978).

As formas jovens das vespas são semelhantes nas diferentes espécies, e sua taxonomia baseia-se principalmente na morfologia da cápsula cefálica e das peças do aparelho bucal (DIAS-FILHO, 1975). Segundo Parra e Haddad (1989), a determinação dos estágios imaturos pode ser baseada na lei empírica da “regra de Dyar”, segundo a qual, a cápsula cefálica das larvas cresce em progressão geométrica, aumentando em largura a cada ecdise numa razão constante (em média 1,4). Geralmente as vespas apresentam de quatro a cinco ínstares larvais (GIANNOTTI, 1995; GIANNOTTI; TREVISOLLI, 1993; MACHADO, 1974, 1977, 1983; MACHADO et al., 1988; PREZOTO; GOBBI, 2005; TECH; MACHADO, 1989a).

O comportamento de forrageio envolve a busca de água, fibras vegetais, carboidratos e proteínas (RAVERET-RICHTER, 2000). As espécies enxameantes exibem maior atividade de forrageio quando comparadas às vespas de fundação independente (PREZOTO et al., 2008) podendo as forrageadoras se especializar na coleta de um único material, aumentando seu sucesso nessa atividade de acordo com o avançar da idade (O'DONNELL; JEANNE, 1990, 1992). Durante o forrageio, o carboidrato é coletado de diferentes espécies vegetais, nectários

florais e extraflorais, como também secreções de afídeos e coccídeos (“honeydew”) (RAVERET-RICHTER, 2000). Este carboidrato é utilizado para a alimentação das larvas e dos adultos (PREZOTO et al., 2008). A proteína é obtida pela caça de presas de diferentes espécies de artrópodes (SPRADBERY, 1973), sendo utilizada exclusivamente para a alimentação das larvas em desenvolvimento. Algumas vespas sociais podem armazenar temporariamente néctar e partes corporais de suas presas no interior das células, entre favos ou entre as lamelas do envelope dos ninhos. Estudos demonstram dois diferentes padrões para estocagem de substância açucarada nos ninhos (ROSSI; HUNT, 1988), armazenadas em células vazias, normalmente na estação seca, como observado para *Polybia paulista* (Ihering, 1896) (MACHADO, 1984) ou depositadas em células ocupadas por ovos ou larvas pequenas, como para *Polistes* sp. (GUIMARÃES et al., 2008; HUNT et al. 1987; PREZOTO; GOBBI, 2003), e *Mischocyttarus cassununga* (Von Ihering, 1903) (GUIMARÃES, 2008). Prezoto e outros (2005) verificaram que uma única colônia de *P. platycephala* pode capturar 4.380 presas por ano, dentre formigas, cupins e larvas de mosquitos, o que revela o potencial dessa espécie na redução da população de insetos considerados pragas urbanas.

Polybia platycephala (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini) é uma vespa social de fundação enxameante que foi descrita por Richards (1978) com base apenas em espécimes do sexo feminino. Tem presença registrada no Suriname, Peru e nas regiões Sudeste, Sul e Norte do Brasil (HERMES; KOHLER, 2006; RICHARDS, 1978). Seu ninho é constituído de vários favos horizontais coberto favo-a-favo por um envelope, contendo um único orifício de acesso à colônia, sendo denominado fragmocítaro (JEANNE, 1975a; RICHARDS, 1978).

Fatores como ninhos cobertos por um envelope, a agressividade das vespas, a localização das colônias em lugares de difícil acesso, e o abandono mediante interferências restringem os estudos com as vespas Epiponini (MATEUS, 2005). Sendo importante conhecer mais sobre as espécies desse grupo.

Dessa forma, este estudo visou ampliar os conhecimentos sobre a biologia e ecologia comportamental de *P. platycephala*, destacando-se: o padrão de fundação das colônias, a arquitetura dos ninhos, o ciclo colonial, a caracterização populacional, o padrão de estocagem de recursos, a morfologia e morfometria dos estágios imaturos, o número de ínstares larvais e a primeira descrição do macho da espécie.

2 PADRÃO DE FUNDAÇÃO, ARQUITETURA DE NINHO E CICLO COLONIAL DA VESPA SOCIAL *Polybia platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI)

Dentre as vespas sociais, os representantes da tribo Epiponini exibem um comportamento de fundação por enxame, em que um pequeno número de rainhas inseminadas e um grande número de operárias fundam uma nova colônia (WILSON, 1971). Estas vespas são endêmicas da região neotropical e geralmente constroem ninhos com um envelope, com exceção dos gêneros *Apoica* e *Agelaia* (WENZEL, 1991). Vespas enxameantes são espécies dominantes nos estudos em áreas naturais (CLEMENTE, 2009; ELPINO CAMPOS et al., 2007; SOUZA; PREZOTO, 2006) e antrópicas (ALVARENGA et al., 2010; AUAD et al., 2010; LIMA et al., 2000).

Os ninhos dessas vespas têm a função principal de proteger a colônia contra predadores vertebrados e invertebrados, funcionando como verdadeiras fortalezas (O'DONNELL; JEANNE, 2002), promovem também o controle homeostático, fundamental para o desenvolvimento da colônia (JONES; OLDROYD, 2007).

Entre os representantes da tribo Epiponini, o gênero *Polybia* é o mais numeroso incluindo cerca de 58 espécies descritas (CARPENTER; MARQUES, 2001), apresentam ninhos com grande variação de forma e tamanho, podendo ser construídos de fibra vegetal ou barro. São encontrados em folhas, galhos, troncos de árvores, cavidades naturais ou em substratos construídos pelo homem (CARPENTER; MARQUES, 2001). A arquitetura dos ninhos é um caráter utilizado para a taxonomia e filogenia dos gêneros dentro do grupo das vespas sociais (HUNT; CARPENTER, 2004).

Alguns aspectos importantes da biologia, ecologia e comportamento de vespas do gênero *Polybia* ainda não foram investigados, devido principalmente à agressividade das vespas, localização das colônias, formato dos ninhos, e abandono dos mesmos mediante as interferências durante o estudo (MATEUS, 2005).

Polybia platycephala Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini) é uma vespa social de fundação enxameante que ocorre no Suriname, Peru e nas regiões Sudeste, Sul e Norte do Brasil (HERMES; KOHLER, 2006; RICHARDS, 1978). Seu ninho foi descrito por Richards (1978), sendo constituído de várias filas de favos horizontais coberto favo-a-favo por um envelope. Prezoto e outros (2005) verificaram que uma única colônia de *P. platycephala* pode capturar cerca de 4.380 presas por ano, dentre formigas, cupins e larvas de

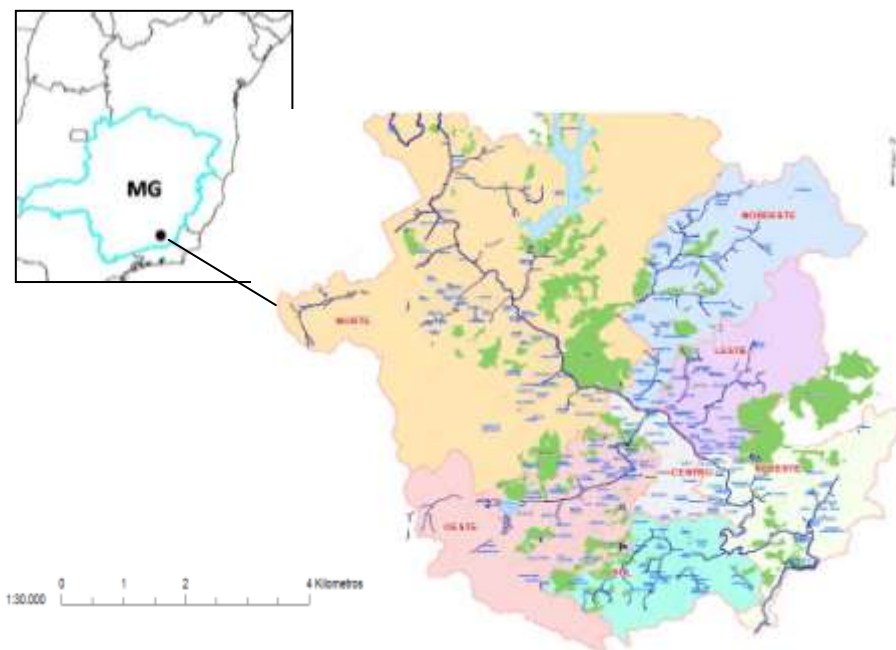
mosquitos. Isto revela o potencial dessa espécie de vespa na redução da população de insetos considerados pragas urbanas. Assim, é necessário conhecer mais informações sobre a espécie.

O objetivo deste estudo foi descrever a arquitetura de ninho, o padrão de fundação das colônias, e o ciclo colonial de *P. platycephala*.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Área e período de estudo

O estudo foi realizado em áreas antrópicas compreendidas no município de Juiz de Fora (21°46'S e 43°21'O, 680 metros de altitude), estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil (Mapa 1), entre novembro de 2009 e novembro de 2010. O clima dessa região é definido de acordo com a escala de Köppen, como tropical de altitude (mesotérmico, verão chuvoso e quente) com duas estações climáticas anuais. A estação chuvosa estende-se de outubro a abril, e a estação seca, de maio a setembro (ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 2009).



Mapa 1: Mapa do município de Juiz de Fora no estado de Minas Gerais, Brasil.
Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico.

2.1.2 Hábito de nidificação e padrão de fundação

Para o registro de informações sobre o hábito de nidificação foram coletados os dados sobre o tipo de substrato escolhido, caracterizando-os em duas categorias: vegetação (folhas, ramos e galhos de árvores) e substratos construídos pelo homem (alvenaria, metal, plástico e telhas). Estes dados foram comparados ao longo das duas estações climáticas (n= 49 ninhos). A altura dos ninhos em relação ao solo também foi mensurada (n=95).

Para descrição do padrão de fundação foram realizadas observações em enxames (n=4) pelo método “*ad libitum*” (ALTMANN, 1974) para a identificação das etapas de construção e dos atos comportamentais relacionados.

2.1.3 Arquitetura dos ninhos

Para analisar a arquitetura do ninho “*in situ*” foram considerados os seguintes dados: coloração (n=95 ninhos); comprimento e largura do orifício de entrada (n=35 ninhos) e dimensões do ninho (altura e diâmetro), sendo a altura medida da base ao topo do ninho e o diâmetro mensurado pela maior largura da base (n=35 ninhos).

O ângulo de orientação dos ninhos foi estabelecido por uma bússola posicionada abaixo dos mesmos, tomando como ponto de referência o norte magnético para o marco zero e como ponto de orientação o orifício de entrada (n=78 ninhos).

Através da coleta e dissecação das colônias (n=15), foram verificados o número de adultos, número de células, número de favos, número de células por favo e a distância entre favos.

2.1.4 Ciclo colonial

Ao longo do período de estudo foram monitorados os eventos de fundação e abandono dos ninhos (n= 49) através de censos mensais no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, município de Juiz de Fora. A terminologia adotada seguiu a definição proposta por Noll

e Zucchi (2000, 2002) com modificações, na qual: a fundação (=pré-emergência ou estabelecimento) correspondeu desde a chegada do enxame ao novo local do ninho e início da construção dos favos, até a emergência do primeiro adulto; e o abandono (=produção de machos) correspondeu à fase em que a colônia é constituída apenas de adultos, que abandonam o ninho e dispersam para fundar novas colônias. Este evento também pode ocorrer por motivo de predação ou outros danos (WEST-EBERHARD, 1982).

As frequências dos eventos do ciclo colonial foram correlacionadas com a temperatura, precipitação e umidade relativa do ar. Os dados mensais foram obtidos junto ao Laboratório de Climatologia e Análise ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

2.1.5 Análises estatísticas

Para verificar a existência de diferença entre os tipos de substratos de nidificação utilizados por *P. platycephala* foi aplicado o teste do qui-quadrado. A variação média ao longo das estações do ano foi examinada pelo teste de Mann-Whitney.

O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para correlacionar o número total de células com o número de favos construídos e as variáveis climáticas com os eventos de fundação e abandono.

Para demonstrar se tais eventos ocorrem de maneira uniforme ao longo do ano, utilizou-se o teste de Rayleigh (Z), para distribuição circular (ZAR, 1999). As distribuições das frequências dos dois eventos do ciclo colonial foram colocadas para intervalos mensais, com os 12 meses do ano transformados nos 360° da circunferência. O comprimento do vetor médio é uma medida de concentração dos dados, quanto maior o valor do comprimento do vetor, maior a concentração de determinado evento entorno da média. O teste de Rayleigh também foi utilizado para determinar se os ninhos são orientados para uma determinada direção. O teste de exato de Fischer foi aplicado para comparar as orientações dos ninhos fundados nas estações do ano.

Diferenças significativas entre os parâmetros estudados foram consideradas ao nível de 5% de significância. Para os cálculos da estatística circular foi utilizado o programa Oriana 2.0 (KOVACH, 2004), e para as demais análises o programa BioEstat 5.0.

2.2 RESULTADOS

2.2.1 Hábito de nidificação e padrão de fundação

A espécie *Polybia platycephala* apresentou preferência em nidificar na vegetação (n= 83; 87% / $\chi^2= 53,063$; $p < 0,0001$), seguida de substratos construídos (n=12; 13%). A fundação dos ninhos na vegetação ocorreu principalmente na porção abaxial de folhas largas de espécie de plantas perenes. Dentre estas plantas destacam-se as famílias: Arecaceae (65,1%); Agavaceae (18,1%); Strelitziaceae (7,2%); Araceae (6,0%); Melastomataceae (2,4%) e Myrtaceae (1,2%). A espécie *Livistona chinensis* (Jack. R. Br. ex. Mart) foi à planta mais utilizada na nidificação de *P. platycephala*. A altura dos ninhos em relação ao solo foi de $3,0 \pm 1,40$ m (0,72 - 7,15; n= 95).

Não houve diferença no tipo de substrato selecionado entre as estações (U= 221,50; $p= 0,3649$; n= 49). Na estação chuvosa a nidificação na vegetação foi muito comum diferindo significativamente dos demais substratos (U= 165; $p<0,0001$; n= 35) (Gráfico 1).

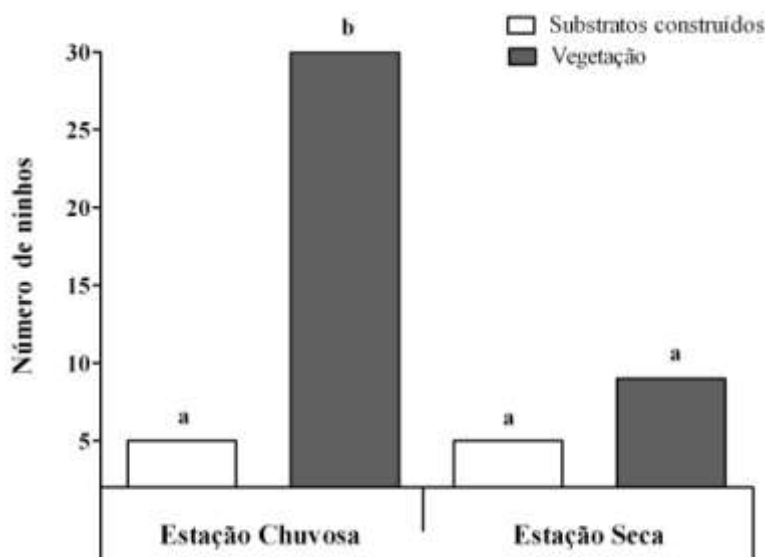


Gráfico 1: Substratos de nidificação utilizados por *Polybia platycephala* entre a estação chuvosa (outubro a abril) e a estação seca (maio a setembro), no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG. Letras distintas diferem estatisticamente ($p<0,0001$) pelo teste de Mann-Whitney.

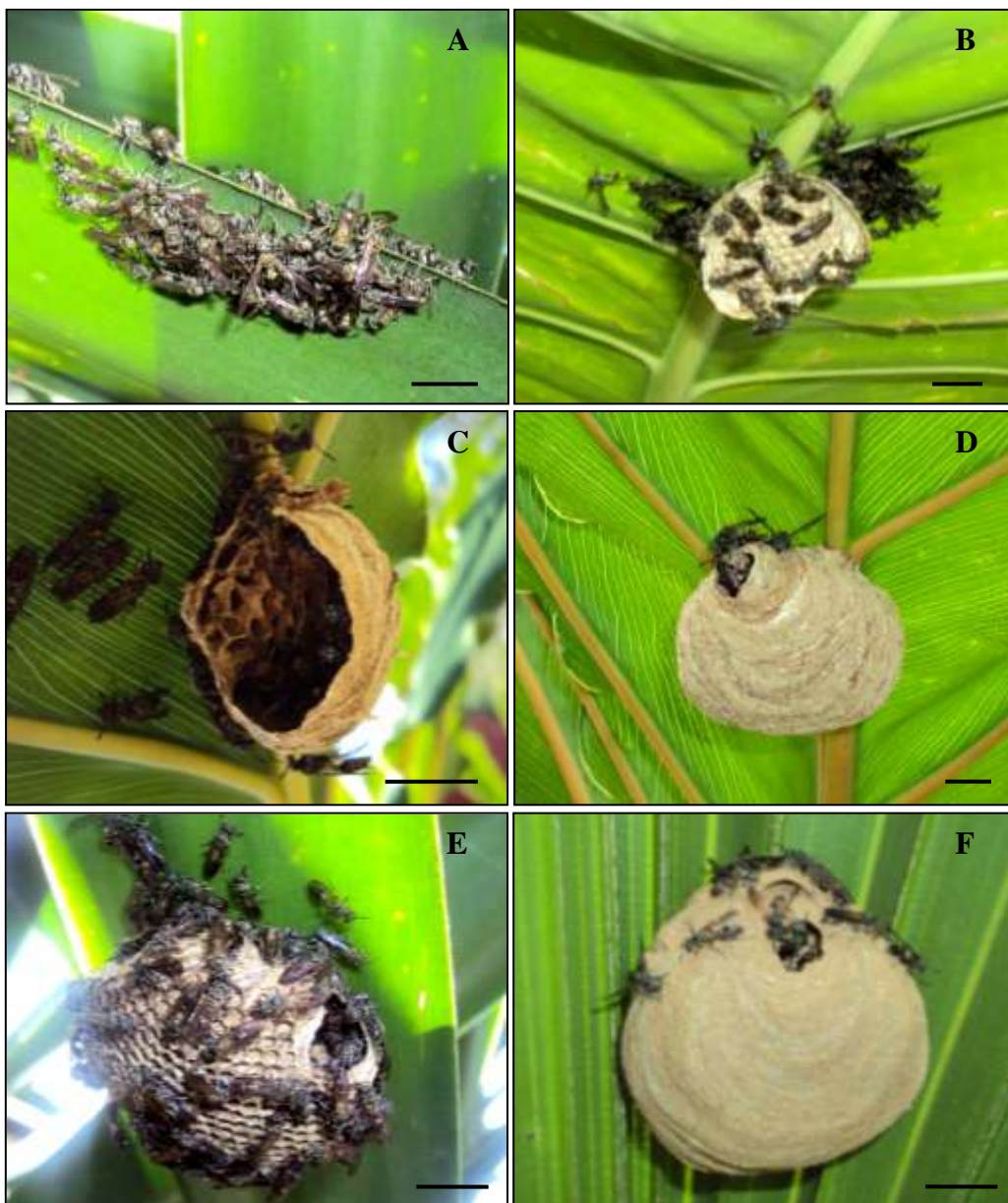
Fonte: a autora.

Durante a fundação das colônias de *P. platycephala*, observou-se que as vespas estavam organizadas em um único grupo sobre o substrato selecionado (Fotografia 1A). Os indivíduos encontravam-se ativos, com forrageadoras saindo e retornando ao local da fundação. No segundo dia, houve uma intensificação das atividades de construção, com o surgimento do primeiro favo acima de uma fina camada de material vegetal sobre o substrato (Fotografia 1B). Quando completado o primeiro favo, iniciou-se a construção do primeiro envelope, o qual foi construído a partir da lateral do favo, acima das células (Fotografia 1C). As vespas não fecharam totalmente o envelope, deixando um pequeno orifício de acesso (Fotografia 1D). O segundo favo foi construído sobre a superfície inferior do envelope que recobre o primeiro favo, esta construção foi iniciada antes mesmo do término do envelope (Fotografia 1E). Em seguida, o novo favo foi coberto por um novo invólucro da mesma forma que o anterior. Apenas em uma das observações foi possível verificar rainhas ovipositando em favos ainda em construção. Novos envelopes e favos (de quatro a cinco) foram adicionados até que o ninho possivelmente alcançou um tamanho suficiente para abrigar toda a população enxameante (Fotografia 1F). O processo de construção inicial do ninho durou cerca de 10 a 15 dias. A colônia permaneceu sem nova expansão até a proximidade da emergência da primeira geração produzida, quando ocorre uma nova expansão do ninho, com o acréscimo de novos favos.

2.2.2 Arquitetura dos ninhos

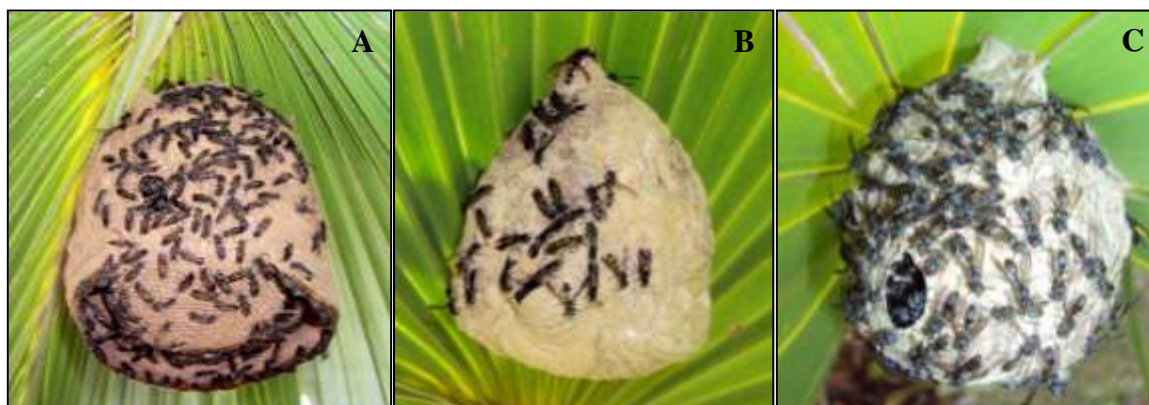
Os ninhos variaram em forma, sendo encontrados ninhos subcilíndricos (n= 12; 13%), ovais (n= 23; 24%) e cônicos (n= 60; 63%) (Fotografia 2). Apresentaram formato arredondado no início da construção, tornando-se em sua maioria cônicos. A coloração do ninho variou da cor bege (n=44; 46%) tendendo ao marrom (n= 45; 47%) e cinza (n=6; 6%) (Fotografia 2).

Não foi verificada a existência de uma relação entre o formato do ninho e o tipo de substrato escolhido para nidificação. A Fotografia 2 ilustra essa situação, onde podemos observar três diferentes formatos de ninhos no substrato vegetação.



Fotografia 1: Padrão de construção de *Polybia platycephala* em Juiz de Fora, MG. A= enxame; B= primeiro favo; C= construção do envelope; D= orifício de acesso ao ninho; E= construção segundo favo; F= Ninho formado. Escala barra: 1 cm.

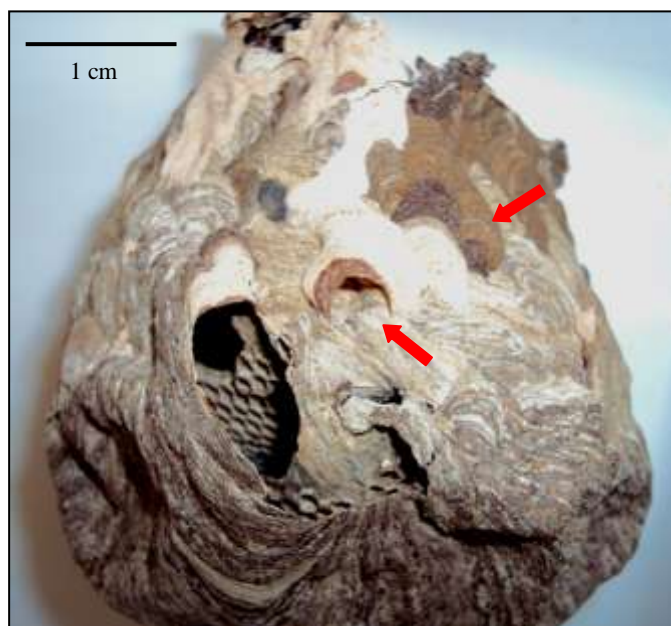
Fonte: a autora.



Fotografia 2: Formatos das colônias de *Polybia platycephala* em Juiz de Fora, MG. A= subcilíndrico marrom; B= cônico bege; C= oval cinza.

Fonte: a autora.

Foi verificada a presença de bolsas sobre a superfície da parede externa do ninho (Fotografia 3). Essas estruturas possuíam na maioria das vezes a mesma coloração que o ninho e foram adicionadas após cerca de uma semana do início da construção do ninho. Observou-se que ninhos expostos à luz solar direta apresentavam um número maior de bolsas.



Fotografia 3: Presença de bolsas na parede externa dos ninhos de *Polybia platycephala* em Juiz de Fora, MG.
Fonte: a autora.

Em média, os ninhos apresentaram dimensões de $6,67 \pm 2,50$ cm (2,7 - 13,5; n= 35) de altura e $6,53 \pm 1,84$ cm (3,3 - 10,6; n= 35) de diâmetro da base. O orifício de entrada apresentou $1,2 \pm 0,54$ cm (0,5 - 3,1; n= 35) de comprimento e $1,05 \pm 0,36$ cm (0,5 - 2,1; n= 35) de largura, situado a $1,29 \pm 0,64$ cm (0,20 - 2,90; n= 35) do último envelope construído (=base do ninho).

Os ninhos tinham em média 2115 ± 1234 (328 - 4723; n= 15) células, alcançando até oito favos. A distância média entre os favos foi de $0,67 \pm 0,09$ cm (0,53 - 0,85; n= 15) (Tabela 1). O primeiro favo apresentou $102,66 \pm 68,62$ (15 - 254) células (Tabela 2).

Foi verificada uma correlação positiva entre o número de células e o número de favos construídos nos ninhos ($r= 0,9069$; $p < 0,0001$), sendo cada novo favo maior que o anterior (Gráfico 2). Verificou-se em média $935,93 \pm 528,57$ (53 ± 1872 ; n= 15) células vazias nos ninhos, que estavam situadas principalmente na periferia dos favos.

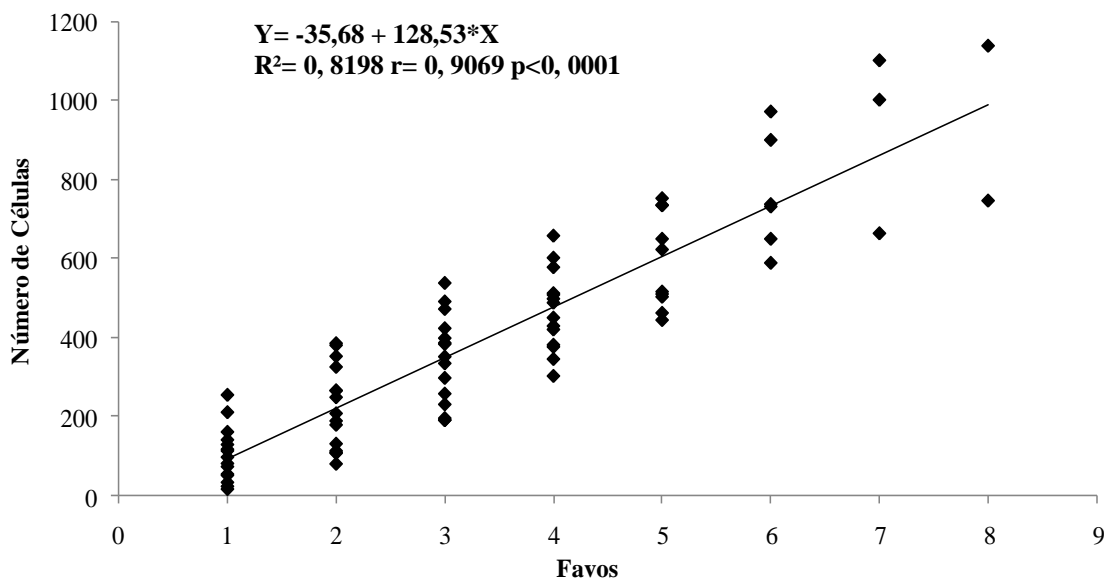


Gráfico 2: Relação entre o número de células construídas e o número de favos encontrados nos ninhos de *Polybia platycephala*, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora.

Tabela 1: Colônias analisadas de *Polybia platycephala* apresentando número de favos; médias (\bar{X}), desvio padrão (dp) e amplitude (Ampl. – mínimo e máximo) das distâncias entre os favos; número total de células; e número de adultos.

Colônia	Número de Favos	Distância entre os favos $\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	Número total de Células	Adultos
1	4	0,85 \pm 0,05 (0,6 – 0,9)	1175	273
2	5	0,60 \pm 0,07 (0,5 – 0,7)	1935	441
3	4	0,57 \pm 0,15 (0,4 – 0,7)	1360	460
4	6	0,73 \pm 0,10 (0,6 – 0,9)	3015	1064
5	8	0,53 \pm 0,18 (0,3 – 0,8)	4723	1492
6	7	0,80 \pm 0,15 (0,6 – 1,0)	3214	1058
7	5	0,72 \pm 0,11 (0,6 – 0,9)	2515	326
8	6	0,60 \pm 0,06 (0,5 – 0,7)	2011	654
9	5	0,7 \pm 0,10 (0,6 – 0,8)	1267	287
10	4	0,72 \pm 0,05 (0,7 – 0,8)	929	86
11	6	0,65 \pm 0,10 (0,5 – 0,8)	3465	478
12	3	0,66 \pm 0,06 (0,6 – 0,7)	328	71
13	4	0,55 \pm 0,10 (0,4 – 0,6)	1188	287
14	5	0,7 \pm 0,08 (0,6 – 0,8)	1122	173
15	8	0,66 \pm 0,7 (0,5 – 0,9)	3475	504
Média \pm DP	5,3 \pm 1,4 (3-8)	0,67 \pm 0,09 (0,53 – 0,85)	2115 \pm 1234 (328 – 4723)	510 \pm 404 (71-1492)

Fonte: a autora.

Tabela 2: Número médio, desvio-padrão e amplitude de células/favo em ninhos de *Polybia platycephala*.

Número do Favo	Número de células por favo $\bar{X} \pm DP$ (Ampl.) N
1	102,66 ± 68,62 (15 - 254) (n= 15)
2	221,86 ± 104,94 (79 - 385) (n= 15)
3	342,33 ± 113,57 (190 - 538) (n= 15)
4	467,64 ± 101,97 (302 - 658) (n= 14)
5	593,20 ± 120,48 (444 - 753) (n= 10)
6	763,83 ± 146,81 (589 - 973) (n= 6)
7	923,33 ± 230,08 (664 - 1103) (n=3)
8	943,50 ± 277,90 (747-1140) (n=2)

Fonte: a autora.

Colônias de *P. platycephala* se encontraram uniformemente direcionadas (teste de Rayleigh; $Z= 0,083$; $p= 0,92$; $235, 21^\circ \pm 149,88^\circ$; $n=78$; Gráfico 3a). Porém, houve diferença sazonal no sentido de orientação dos ninhos fundados pela espécie (teste exato de Fisher's; $p = 0,0379$; $n=36$), com ninhos na estação chuvosa orientados principalmente para a direção sul e ninhos na estação seca orientados para a direção norte (Gráfico 3b e 3c).

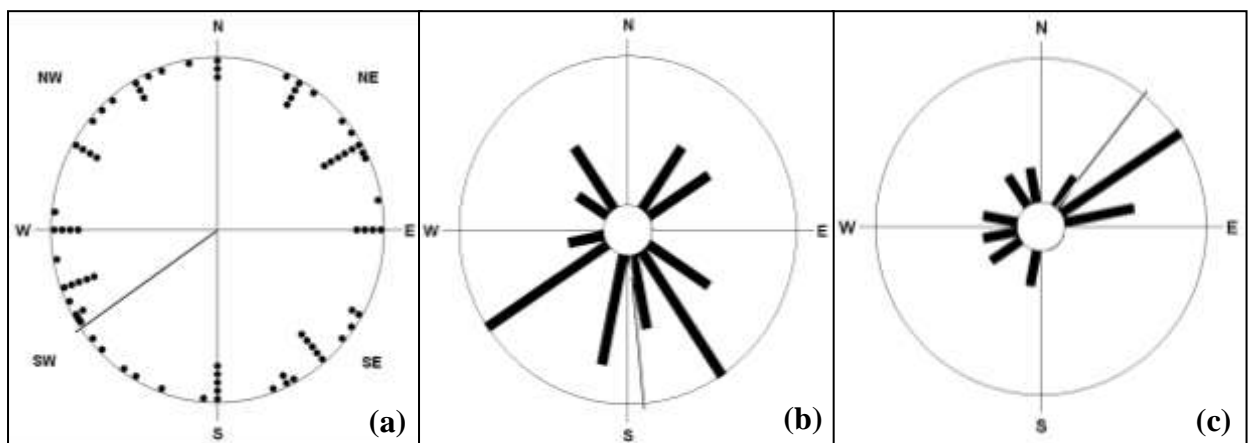


Gráfico 3: Histogramas circulares mostrando a orientação de ninhos de *Polybia platycephala* no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG. (a) Ângulos de orientação de 78 ninhos, cada ponto representa um ninho; (b) ninhos fundados na estação chuvosa e (c) estação seca. O ângulo médio é representado pela semi-reta que parte da origem dos histogramas.

Fonte: a autora.

2.2.3 Ciclo colonial

Os eventos de fundação e abandono das colônias de *P. platycephala* ocorreram em todos os meses do ano (teste de Rayleigh; Gráfico 4a e b). Houve maior frequência de fundações nos meses de janeiro a março. Nos meses de janeiro, maio, junho e julho houve maior concentração dos eventos de abandono.

Os principais motivos para os abandonos foram: causas naturais (40%; n= 12) devido à ocorrência de enxames reprodutivos ou quando não foi identificada a causa do abandono, e predação por inimigos naturais ou ação humana (60%; n= 18) devido à perturbação direta ou indireta sobre a colônia, quando o ninho estava parcial ou totalmente destruído.

Não houve correlação entre as variáveis climáticas (temperatura, precipitação e umidade relativa do ar) e as fundações ($r= 0,3075$ $p= 0,3309$; $r= 0,2399$, $p= 0,4527$; $r= -0,1799$, $p= 0,5758$) e nem entre estas variáveis e os abandonos ($r= -0,4026$, $p= 0,1944$; $r= -0,1122$, $p= 0,7285$; $r= 0,1230$, $p= 0,7033$) (Gráfico 5).

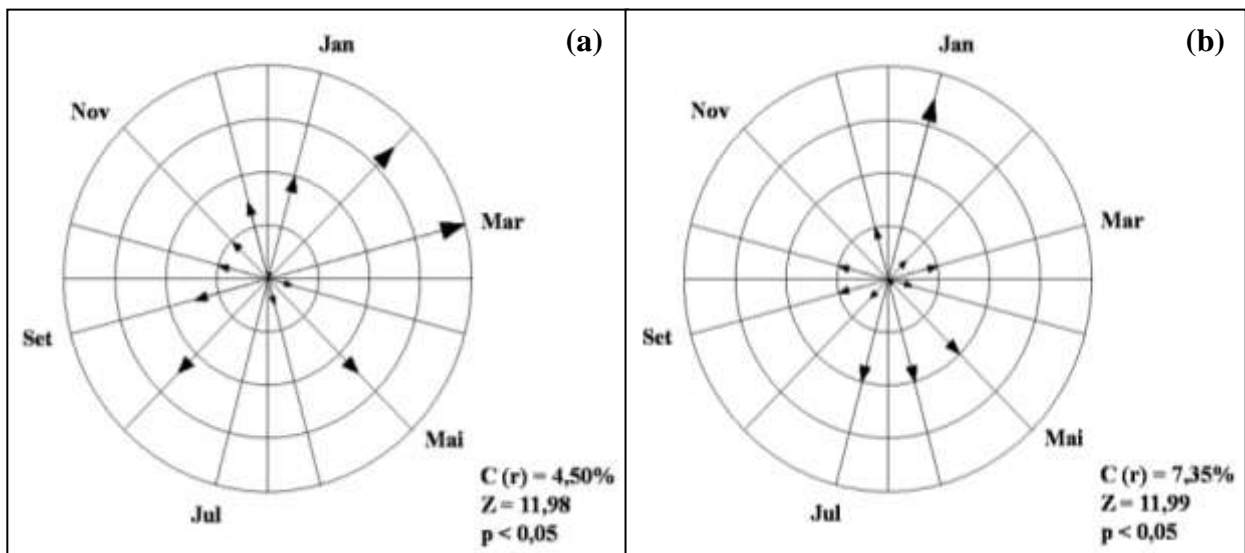


Gráfico 4: Análise circular das frequências mensais dos eventos de (a) fundação e (b) abandono de ninhos de *Polybia platycephala* no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, no período de novembro de 2009 e outubro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora.

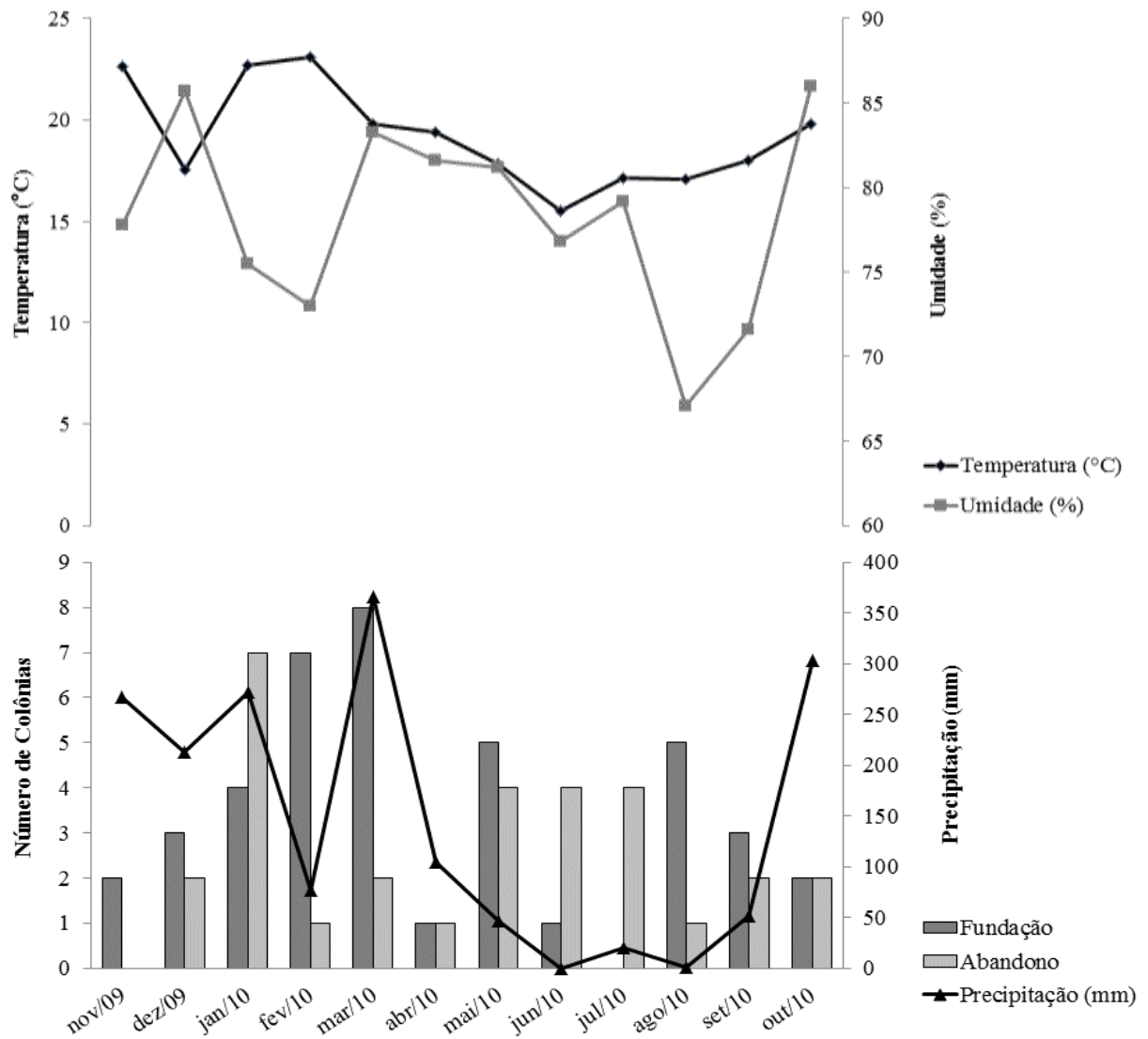


Gráfico 5: Variáveis climáticas e os eventos de Fundação e Abandono de colônias de *Polybia platycephala* no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), no período de novembro de 2009 e outubro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora.

2.3 DISCUSSÃO

2.3.1 Hábito de nidificação e padrão de fundação

A vespa *P. platycephala* funda suas colônias principalmente em vegetação, semelhante ao registrado para outras espécies do gênero, como *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) (MACHADO, 1977), *Polybia bistrata* (Fabricius, 1804) (OLIVEIRA et al., 2007) e *Polybia aequatorialis* (Zavattari, 1906) (O'DONNELL, 2000). No entanto, Kudô e outros (2003) estudando *Polybia paulista* (Ihering, 1896), e Lima e outros (2000) estudando outras espécies do mesmo gênero, verificaram que estas vespas em área antrópica fundam seus ninhos preferencialmente em substratos construídos.

Em ambiente natural, os ninhos destes insetos tornam-se camuflados e crípticos devido a fatores como a sua forma e coloração (JEANNE, 1991). Essa relação com o substrato vegetal também foi observada para *P. platycephala*, sendo difícil para um observador humano visualizar suas colônias. A escolha do substrato vegetação também parece reduzir a possibilidade de destruição dos ninhos por interferência humana e predação por outros inimigos, como por exemplo, as formigas. Jeanne (1975) ressalta que ninhos construídos sobre folhas, em vez de galhos ou ramos, reduz a chance da colônia ser encontrada por formigas, já que estas passam mais vezes por ramos até chegar às folhas. Possivelmente, o fato de fundar os ninhos na superfície abaxial de folhas largas proporciona proteção contra as variações climáticas, especialmente chuvas. Dejean e outros (1998) analisaram a escolha do local de nidificação de algumas vespas sociais na Guiana Francesa, e concluíram que vespas do gênero *Polybia* escolhem frequentemente as folhas grandes de palmeiras, sugerindo que a forma côncava das folhas ofereça proteção contra predadores vertebrados e intempéries climáticas.

Espécies de *Polybia* que habitam regiões mais quentes tendem a escolher um local sombreado para fundar suas colônias, pois podem sofrer um superaquecimento durante o dia, devido à arquitetura fragmocítara de seus ninhos (HOZUMI et al., 2005). Tal arquitetura é caracterizada por várias camadas de favos horizontais, onde cada favo é coberto com um envelope, possuindo somente uma pequena entrada de acesso ao ninho (CARPENTER; MARQUES 2001).

Colônias localizadas a alturas inferiores a dois metros ficam mais suscetíveis a depredação (LIMA et al., 2000). Colônias de *P. platycephala* estão situadas a alturas que podem proporcionar proteção contra a ação antrópica.

O padrão de fundação de *P. platycephala* não difere do encontrado para a maioria das espécies do gênero (ITÔ et al., 1997; JEANNE; BOUWMA, 2002). Porém, em *P. paulista* foram verificados dois casos distintos na formação do ninho, as vespas construíram vários favos iniciais independentes sobre um substrato construído (alvenaria) e depois de alguns dias

estes foram fundidos em um só (KUDÔ et al., 2003). Prezoto e Santos-Prezoto (2004) também observaram fenômeno semelhante para a mesma espécie.

A construção de uma estrutura fina de material vegetal que funciona como base para as células do primeiro favo difere do encontrado em *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) e *P. paulista* (JEANNE; BOUWMA 2002, 2004; KUDÔ et al., 2003) onde as primeiras células são construídas diretamente sobre o substrato. A duração do processo de construção inicial do ninho de *P. platycephala* foi semelhante ao encontrado para *P. paulista* (12 dias em colônias fundadas no período de verão a 24 dias nas fundadas no período de inverno) (KUDÔ et al., 2003) e *P. occidentalis* (7 a 10 dias) (JEANNE; BOUWM, 2002). Autores têm observado em algumas vespas enxameantes uma rápida construção do ninho na fase de fundação (JEANNE; BOUWMA, 2004; LOOPE; JEANNE, 2008; WENZEL, 1991, 1993).

Houve uma pausa na construção do ninho de *P. platycephala* logo após todos os indivíduos do enxame estarem abrigados. Segundo Jeanne e Bouwma (2002), a construção do ninho nesta fase cessa quando atinge um tamanho suficiente para abrigar a população do enxame, sendo o tamanho dos favos constantes de acordo com quantidade de indivíduos no enxame, portanto grandes enxames constroem ninhos com mais favos.

No presente estudo foi observado somente um caso de oviposição durante a fase de fundação do ninho. Em colônias de *P. occidentalis* a taxa de construção de células excede as taxas de oviposição realizada pelas rainhas (JEANNE; BOUWMA, 2004). Possivelmente, este padrão poderia ser estabelecido em *P. platycephala*. Tal comportamento pode ser verificado em várias espécies e gêneros de Epiponini, como observado em *Metapolybia cingulata* (Fabricius, 1804) (RAU, 1933 *apud* JEANNE; BOUWMA, 2004), *P. scutellaris* (White, 1841) (VESEY-FITZGERALD, 1938 *apud* JEANNE; BOUWMA, 2004) dentre outras. As espécies *Parachartergus fraternus* (Gribodo, 1891) e *Angiopolybia pallens* (Lepeletier, 1836) parecem apresentar um modelo diferente, onde a oviposição acompanha a taxa de construção das células, sendo este comportamento semelhante ao que ocorre nas vespas de fundação independente (JEANNE; BOUWMA, 2004).

2.3.2 Arquitetura dos ninhos

Embora a forma e cor do ninho possam apresentar variação, o ninho típico de *P. platycephala* é semelhante ao que tem sido descrito para outras espécies do gênero *Polybia*

(JEANNE, 1975a; RICHARDS; RICHARDS, 1951). A variação de coloração do ninho está relacionada com o tipo de fibra vegetal coletada para a construção (WENZEL, 1991).

A relação encontrada entre o número de células e o número de favos foi similar aos resultados encontrados por Jeanne e Bouwma (2002) com *P. occidentalis*. Estes autores sugerem que as mudanças nas proporções do ninho acompanham as mudanças no tamanho do grupo, e que pistas da estrutura do ninho oferecem informações aos indivíduos construtores para qual ato de construção executar, como e onde adicionar novos materiais.

A presença de bolsões na superfície do ninho também foi conferida nas espécies *P. bistriata* (Fabricius, 1804) e *P. aequatorialis* (Zavattari, 1906) (O'DONNELL, 2000). Nesta última espécie o autor sugere que a função da estrutura esteja relacionada ao isolamento contra temperaturas baixas e ou precipitação. Outras possíveis hipóteses são as que os bolsões podem estar associados à regulação da umidade do ninho, como também na proteção contra inimigos naturais.

Em todos os ninhos de *P. platycephala* foram verificadas células vazias, situadas principalmente na periferia dos favos. Hozumi e outros (2005, 2008) evidenciam que as células vazias nos ninhos de *P. paulista* e *P. occidentalis* proporcionam isolamento contra a flutuação da temperatura ambiente. Além disso, protege as formas imaturas de alterações extremas de temperatura no inverno, influenciando também a atividade dos adultos. Em *P. platycephala* as células vazias podem estar relacionadas com a estocagem de substância açucarada e presas. Normalmente na estação seca observa-se depósito de substâncias açucaradas em células vazias de vespas do gênero *Polybia* (HUNT et al., 1987; MACHADO, 1984). Prezoto e outros (2005) encontraram no interior das células de duas colônias da espécie em estudo peças corporais de formas aladas de formigas e cupins.

A posição do orifício de entrada do ninho de *P. platycephala* fica próxima à base. Segundo Hozumi e Inagaki (2010), a posição, o tamanho e a forma dos orifícios de entrada variam de acordo com o clima, a localidade e o tamanho da colônia. Sendo assim, a orientação do orifício de entrada do ninho também está relacionada com o clima do local em que a colônia encontra-se inserida.

Quando considerados todos os ninhos de *P. platycephala*, não se verificou um padrão de orientação dos ninhos. No entanto, a frequência maior de ninhos orientados para o sul durante a estação chuvosa pode estar relacionada com a direção dos ventos. Estando o orifício de entrada voltado para a direção do vento, o ninho pode ser refrigerado com a ventilação e remoção do calor. Hozumi e Inagaki (2010) ressaltam que a abertura de acesso ao ninho contribui na termorregulação, onde a entrada de vento natural ajuda na diminuição da

temperatura. Em *Polybia spinifex* (Richards, 1978) o ninho é constituído de uma longa entrada vertical, que afeta diretamente a ventilação e as condições térmicas dentro dele (HOZUMI; INAGAKI, 2010).

Na estação seca os ninhos são fundados direcionados principalmente para o norte. Provavelmente estes ninhos foram iniciados por enxames de fuga, pois enxames naturais normalmente não ocorrem neste período do ano (KUDÔ; ZUCCHI, 2009). Pela posição latitudinal da cidade de Juiz de Fora - MG, durante toda a estação seca, o sol fica posicionado ao Norte da cidade. Isso sugere que essas colônias recebem mais calor através da incidência de luz solar direta sobre a entrada do ninho, o que ajuda a manter a temperatura do ninho estável durante o período mais frio do ano, já que, a luz direta sobre o ninho causa um aumento de calor por condução no envelope (HOZUMI et al., 2005). Tal fato também pode influenciar na diminuição do tempo de desenvolvimento dos imaturos. Kudô e Zucchi (2009), induzindo enxames de fuga através da destruição de colônias de *P. paulista* em Ribeirão Preto-SP, encontraram maior proporção de colônias voltadas para o norte no período de inverno do que no período de verão.

Alguns estudos têm inferido razões para as diferentes orientações de ninhos de vespas sociais. Marimoto (1953) sugere que a preferência em relação à orientação sudeste por *Vespula* sp. no Japão desencadeia a atividade nas colônias, já que o sol nasce pela manhã nesta direção. Mesma explicação é dada para os ninhos de *Mischocyttarus collarellus* (Richards, 1940) na Costa Rica (SMITH, 2004). Os ninhos de *Mischocyttarus mexicanus* (Saussure, 1854) são fundados posicionados para a região leste na Flórida - EUA, onde recebem mais luminosidade e mais calor (GUNNELS et al., 2008). Guimarães (2008), estudando *Mischocyttarus cassununga* (Von Ihering, 1903) em Juiz de Fora, verificou que os ninhos estavam orientados para o norte, possivelmente devido à maior proteção contra intempéries climáticas. Castellón (1980) verificou o mesmo comportamento para os ninhos de *Synoeca surinama* (Linnaeus, 1767) na Amazônia. Estudos em climas temperados (hemisfério norte) demonstram que vespas do gênero *Polistes* (Latreille, 1802) orientam seus ninhos para o leste e Sul (LORENZIE; TURILLAZI, 1986; MORIMOTO, 1953), essa orientação parece estar associada à posição do sol. Todavia, estudos com *Metapolybia* sp. (Ducke, 1905) na Costa Rica demonstram que esta espécie não seleciona uma determinada direção para fundar seus ninhos (JEANNE, 1975b).

2.3.3 Ciclo colonial

Os resultados sugerem que os eventos de fundação e abandonos das colônias de *P. platycephala* são assíncronos em relação aos meses, visto que é possível verificar esses eventos em qualquer período do ano. A sincronidade normalmente não é característica nos epiponíneos, pelo fato desse grupo ser encontrado somente em regiões neotropicais (JEANNE, 1991).

Vespas de regiões neotropicais normalmente apresentam o potencial de fundar ninhos em qualquer época do ano (GOBBI; ZUCCHI, 1985), devido principalmente à ausência de estações climáticas bem definidas, ao contrário do que ocorre com vespas sociais de regiões temperadas (JEANNE, 1991). Está característica vem sendo demonstrada tanto para espécies de fundação independente, como para espécies do gênero *Mischocyttarus* (Saussure, 1853) (GUIMARÃES, 2008; PENNA et al., 2007) e *Polistes* (GIANNOTTI; MACHADO, 1994; SINZATO; PREZOTO, 2000), bem como para espécies de fundação enxameante, como *P. paulista* (SIMÕES; MERCHI, 1983), *Parachartergus colobopterus* (Lichtenstein, 1796) (STRASSMAN et al., 1997) e *Polybia bistriata* (OLIVEIRA et al., 2007).

A maior frequência de fundações nos meses de fevereiro a março coincide com o fato desses meses apresentarem maiores temperaturas. Porém, não foi constatada nesse período e nem em qualquer outro período do ano a influência da temperatura sobre o comportamento de fundação. As fundações nesses meses podem ter ocorrido possivelmente devido a formação de novos ninhos por enxames de fuga, já que no mês de janeiro, houve maior frequência de abandonos. Estes enxames são produzidos quando o ninho é abandonado por motivo de predação ou outros danos (WEST-EBERHARD, 1982), levando a perda da prole e a destruição do ninho, mas não ao extermínio da colônia (BOUWMA et al., 2005). As vespas da tribo Epiponini também podem formar novas colônias através de enxames reprodutivos, produzidos quando parte da população adulta deixa a colônia para começar um novo ninho (JEANNE, 1991; WEST-EBERHARD, 1982).

Os abandonos ocorreram principalmente na estação seca, nos meses de maio a julho. Entretanto, também constatou-se maior frequência deste evento no mês de janeiro. Neste mês, a incidência de abandonos pode ser explicada pela ação antrópica sobre os ninhos, devido a perturbações causadas pela intensificação das obras em todo o *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora neste período. De 2008 a 2010, a área total construída no campus

passou de 125.220,14 m² para 180.299,20 m². A maior proporção de abandonos provocados pela depredação humana pode ser explicada pelo fato das vespas enxameantes serem temidas por muitas pessoas, devido ao tamanho de suas colônias e ao comportamento de defesa com ferroadas diante de uma perturbação. Gobbi (1984), estudando colônias de *P. paulista* e *P. occidentalis*, verificou que os maiores causadores de destruição dos ninhos para ambas as espécies, são as atividades humanas. Lima e outros (2000), acompanhando a flutuação de colônias na mesma área de estudo registraram uma diminuição de ninhos do gênero *Polybia* durante os meses de dezembro a fevereiro de 1998 e de junho a setembro de 1999, devido à ocorrência de parasitismo e ação antrópica sobre as colônias. Já Windsor (1976), observou que a principal causa do abandono de colônias de *Polybia* sp. na Costa Rica é a predação por aves, e Jeanne (1970) verificou frequentes ataques de um morcego do gênero *Philoderma* sobre a prole de *Polybia sericea* (Olivier, 1791).

Conclui-se que a periodicidade dos eventos de fundação e abandono das colônias de *P. platycephala* seguiu um padrão assincrônico. A nidificação no substrato vegetação parece ser comum para a espécie, e seu padrão de fundação é semelhante ao de outros representantes do gênero. Existe preferência sazonal no sentido de orientação dos ninhos fundados. A forma, a coloração e o tamanho dos ninhos variam, sendo verificada a presença de bolsas na parede externa.

3 COMPOSIÇÃO POPULACIONAL E PADRÃO DE ESTOCAGEM DE RECURSOS DE COLÔNIAS DE *Polybia platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPTERA: VESPIDAE, EPIPONINI)

A família Vespidae contém as vespas sociais, que no Brasil, são representadas pelas espécies da subfamília Polistinae. Existem aproximadamente 1000 espécies descritas, sendo mais de 200 dessas espécies, pertencentes à tribo Epiponini (CARPENTER; MARQUES, 2001).

Os Epiponini possuem um comportamento de fundação por enxame, em que um pequeno número de rainhas e um grande número de operárias em movimento sincrônico e coordenado deixam a colônia original, para fundar uma nova colônia (JEANNE, 1991; WILSON, 1971). Destacam-se por características complexas, tais como: a presença de poliginia, a baixa diferenciação morfológica das castas, a presença de fêmeas intermediárias, sofisticada divisão de trabalho, feromônios de alarme, grandes colônias e diversidade de arquitetura de ninhos.

Devido ao tamanho de suas colônias, que podem conter de dezenas até um milhão de indivíduos adultos (JEANNE, 1991; ZUCCHI et al., 1995), vespas enxameantes exibem maior atividade de forrageio quando comparadas às vespas de fundação independente, podendo as forrageadoras se especializarem na coleta de um único material (O'DONNELL; JEANNE, 1990, 1992; PREZOTO et al., 2008). O comportamento de forrageio envolve a busca de água, fibras vegetais, carboidratos e proteínas. O carboidrato é coletado de diferentes espécies vegetais, nectários florais e extraflorais, como também secreções de afídeos e coccídeos ("honeydew") (RAVERET-RICHTER, 2000), e é utilizado para a alimentação das larvas e dos adultos (SPRADBERY, 1973). A proteína é obtida pela caça de presas, dentre elas, pragas agrícolas e urbanas (PREZOTO; MACHADO, 1999; PREZOTO et al., 2005, 2008), utilizadas exclusivamente para alimentação das larvas em desenvolvimento (SPRADBERY, 1973). As vespas enxameantes não possuem locais especializados para estocar alimento em seus ninhos, mas algumas espécies podem armazenar temporariamente substâncias açucaradas e corpos de suas presas dentro das células, entre os favos ou entre as lamelas do envelope que circundam o ninho (MACHADO, 1984; NASCIMENTO et al., 2008).

Fatores como a agressividade das vespas, ninhos cobertos por um envelope, a localização das colônias em lugares de difícil acesso e o abandono mediante interferências,

restringem os estudos com as vespas Epiponini (MATEUS, 2005). Algumas pesquisas foram realizadas a partir de análises populacionais (MACHADO, 1977; MACHADO et al., 1988; SHIMA et al., 1994; MACHADO; CURADO, 1996; TECH; MACHADO, 1989a, 1989b; NOLL et al., 1997) que investigam, dentre outros aspectos, a morfometria e morfologia dos imaturos e adultos. Os caracteres larvais são frequentemente úteis para estudos filogenéticos de vespas sociais (CARPENTER et al., 2000). Já as diferenças morfológicas entre rainhas e operárias são uma importante característica utilizada para inferir o mecanismo de determinação das castas e dos níveis de conflitos de reprodução nas espécies (FELIPPOTTI et al., 2007).

A vespa social *Polybia platycephala* (Richards, 1978) tem presença registrada no Suriname, Peru e nas regiões Sudeste, Sul e Norte do Brasil (HERMES; KOHLER, 2006; RICHARDS, 1978). Seu ninho é constituído de vários favos horizontais cobertos favo-a-favo por um envelope, com um único orifício de acesso à colônia (RICHARDS, 1978).

Este estudo tem como finalidade ampliar os conhecimentos sobre a população, os estágios imaturos, o número de ínstars larvais de *P. platycephala* durante seu desenvolvimento pós-embrionário e o padrão de estocagem de recursos em suas colônias.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

3.1.1 Área e período de estudo

O estudo de campo foi realizado entre novembro de 2009 e novembro de 2010. Foram observadas 15 colônias de *P. platycephala* de áreas antrópicas do município de Juiz de Fora (21°46'S e 43°21'O, 680 metros de altitude), estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil.

3.1.2 Caracterização populacional das colônias

As colônias em diferentes fases do ciclo colonial (Tabela 3) foram coletadas no período noturno, utilizando sacos plásticos com algodão embebido em éter no seu interior, para anestésiar e matar as vespas adultas. Em laboratório a população foi removida, sendo posteriormente conservada em álcool 70%. Cada favo dos ninhos foi retirado, separado e

dissecado. Foi verificado o número de: células, células vazias, adultos, ovos, larvas, pupas e também o número de camadas de mecônio presentes no interior das células centrais dos favos.

Adotou-se a designação das fases do ciclo colonial proposta por Noll e Zucchi (2000, 2002):

- Pré-emergência: observa-se a construção dos primeiros favos. Sem prole adulta produzida, são encontrados ovos e larvas, entretanto, não há pupas.
- Produção de operárias: observa-se a presença de todos os estágios imaturos (ovos, larvas e pupas). Através da análise das camadas de mecônio nas células constata-se pelo menos uma geração produzida.
- Produção de machos: colônia com características semelhantes à anterior ocorrendo a presença de machos.

Nesse estudo foi necessária a inclusão de mais uma fase denominada de quiescência. Segundo Hunt (1999; 2007), esta fase é um estado comportamental caracterizado por baixa atividade das vespas em resposta a condições desfavoráveis do ambiente. As colônias apresentam ausência ou baixo número de imaturos e verificam-se camadas de mecônio presentes nas células.

Tabela 3: Lista das colônias de *Polybia platycephala* analisadas, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Identificação da colônia	Fase do Ciclo Colonial	Data de Coleta
1	Produção de operárias	10/12/2009
2	Produção de machos	29/01/2010
3	Produção de operárias	4/02/2010
4	Produção de operárias	6/03/2010
5	Produção de operárias	15/04/2010
6	Produção de operárias	17/04/2010
7	Produção de machos	18/05/2010
8	Quiescência	18/05/2010
9	Quiescência	29/06/2010
10	Quiescência	05/07/2010
11	Quiescência	05/08/2010
12	Produção de operárias	07/09/2010
13	Pré-emergência	10/10/2010
14	Produção de machos	10/10/2010
15	Produção de operárias	14/11/2010

Fonte: a autora.

3.1.3 Morfometria e morfologia de ovos, larvas e pupas

Das 15 colônias de *P. phatycephala* analisadas, dez colônias (sete em fase de produção de operárias e três em fase de produção de machos) foram utilizadas para esta etapa do estudo. Em laboratório, com pinças, os ovos, larvas e pupas foram retirados das células e fixados em solução Dietrich por 48 horas, e logo depois foram preservados em álcool 70% (PREZOTO; GOBBI, 2005). Foram mensuradas, sob estereomicroscópio equipado com uma retícula ocular (1 unidade ocular igual a 0,1 mm), a maior largura e o maior comprimento de 100 ovos, e a largura máxima da cápsula cefálica de 400 larvas e 120 pupas. O número de ínstares larvais foi determinado de acordo com a Regra de Dyar, medindo-se a largura das cápsulas cefálicas das larvas para posterior cálculo da taxa de crescimento (PARRA; HADDAD, 1989).

3.1.4 Padrões de estocagem de recursos no ninho

Através da dissecação das colônias de *P. platycephala*, foram obtidas informações detalhadas sobre o comportamento de armazenamento de recursos (substâncias açucaradas e presas) nos ninhos. Verificou-se a fase do ciclo colonial, número de células usadas na estocagem e a distribuição nos favos.

As substâncias armazenadas foram coletadas utilizando-se uma espátula, e as presas foram identificadas em nível de família e subfamília. A análise química do material recolhido dentro das células foi conduzida no departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Juiz de Fora, por meio de um teste de cromatografia.

3.1.5 Análises estatísticas

O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para correlacionar o número de ovos, larvas, pupas com o número de células em cada favo. Para testar se houve diferença no número de ovos, larvas, pupas e células vazias entre as fases de desenvolvimento das colônias, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, adotando-se o nível de significância de 5%.

Os testes foram aplicados utilizando-se o programa estatístico Bioestat 5.0.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Caracterização populacional das colônias

As colônias de *P. platycephala* produziram em média $526,21 \pm 413,49$ (71 – 1492; n= 14) adultos. O número de adultos verificado nas colônias de *P. platycephala* é semelhante ao encontrado nas espécies *P. occidentalis* (8-1562) (JEANNE, 1986; NOLL; ZUCCHI, 2000), *P. ignobilis* (701-3367) (DESUÓ, 2008; HOFLING, 1982) e *P. erythrothorax* (23-1327) (RICHARDS, 1978). Colônias de espécies do gênero *Polybia* geralmente não ultrapassam a poucos milhares de indivíduos (RICHARDS, 1978), há exceções como *P. liliacea* (Fabricius, 1804), *P. scutellaris* (NOLL et al., 2004; NOLL; ZUCCHI, 2000), *P. aequatorialis* (PIZARRO et al., 2009) e *P. dimidiata* (Olivier, 1791) (SHIMA et al., 1996), que apresentam colônias compostas de mais de 20.000 indivíduos.

A colônia 13 foi a única encontrada na fase de pré-emergência, não sendo possível caracterizar esta fase. A colônia continha 287 fêmeas, 252 ovos, e 169 larvas distribuídas em 1188 células, não havia a presença de pupas e mecônio, apenas ovos e larvas, não ocorrendo à emergência de nenhum indivíduo.

Sete colônias (1,3, 4, 5, 6, 12 e 15) estavam na fase de produção de operárias, foram coletadas em seis diferentes meses do ano e apresentavam todos os estágios imaturos, em média $243 \pm 224,13$ (44 - 650) ovos, $313,85 \pm 230,63$ (80 - 657) larvas e $283,28 \pm 256,57$ (23 - 706) pupas (Tabela 4), caracterizando o crescimento da colônia. Essas colônias encontravam-se em diferentes subfases dentro da fase de produção de operárias. Foi possível identificar até quatro camadas de mecônio nos ninhos nesta fase, sugerindo a produção da 4ª geração de fêmeas, tais ninhos apresentaram em média 2470 ± 586 (328 – 4723) células.

Três colônias (2, 7, e 14) continham indivíduos machos e todos os estágios imaturos, classificadas na fase de produção de machos. Verificou-se que a colônia 14 continha 173 indivíduos, sendo que 58% (n= 100) eram machos e 42% (n=73) eram fêmeas, uma razão próxima de 1:1. Os ninhos nessa fase apresentaram em média $1857,33 \pm 699,74$ (1122 – 2515) células e menor número de imaturos que a fase de produção de operárias: $108 \pm 69,78$

(28 - 154) ovos, $166,33 \pm 37,81$ (126 - 201) larvas e $198 \pm 167,68$ (126 - 201) pupas. Tal fato pode estar relacionado com a produção de reprodutores e com o encerramento de um ciclo da colônia. Nas espécies poligínicas, acredita-se que a produção de machos ocorra no final do ciclo colonial, assim como a produção de novas rainhas para formação de enxames (FELIPPOTTI, 2010). Houve também uma redução no número médio de fêmeas na fase de produção de machos, que pode ser explicada pelo fato das colônias já terem emitido enxames reprodutivos, onde as fêmeas inseminadas e operárias saem em busca de um novo local para fundar suas colônias.

Os machos estavam presentes nas colônias durante as duas estações do ano. Como o clima não influencia no término do ciclo das colônias de *P. platycephala*, ocorrendo fundações e abandonos ao longo de vários meses, a produção de machos não se limita a um período ou estação. Machado (1984) encontrou colônias de *Polybia paulista* com a presença de machos durante a estação chuvosa.

Quatro colônias (8, 9, 10 e 11) foram caracterizadas como em fase de quiescência, não havia a presença de larvas e pupas, apenas 0,5% (n= 32 ovos; colônia 10) das células com ovos, 52% das células vazias, e continham mecônio no interior das células. Foram coletadas nos meses que apresentaram baixas temperaturas durante o ano de 2010. A ausência de larvas e pupas, e o baixo número de ovos se devem à menor atividade das vespas e a pouca disponibilidade de alimentos no ambiente durante a estação fria. Embora as condições sazonais em termos de temperatura no Brasil não sejam tão marcantes, o sudeste do Brasil apresenta uma estação seca pronunciada (BARCHA; ARID, 1971). Lima e Prezoto (2003) verificaram que nos meses mais frios há uma redução no ritmo da atividade forrageadora de *P. platycephala* e menor número de colônias ativas. Segundo Hunt (2007), no período de quiescência, as vespas de regiões temperadas podem se tornar mais ativas em dias mais quentes de invernos.

A fase de quiescência observada no desenvolvimento colonial de *P. platycephala* difere do agregado de inverno verificado por Gobbi (1977) em *Polistes* sp., pelo fato da população normalmente não ser oriunda de colônias abandonadas, podendo continuar no mesmo ninho ou dar origem a novas colônias por enxameagem.

Não houve diferença significativa no número de células vazias encontradas nas diferentes fases de desenvolvimento das colônias (H= 0,0374, p= 0,9815). Em relação ao número de imaturos, não foi verificada diferença significativa entre o número de ovos (H= 2,4762, p= 0,3910), larvas (H= 0,3247, p= 0,5688) e pupas (H= 0,3247, p= 0,5688) entre as fases de produção de operárias e produção de machos. Porém, entre as fases de quiescência e

produção de operárias houve diferença significativa no número de ovos ($H= 7,3929$, $p= 0,0048$) (Tabela 4). Essa diferença é explicada pelo baixo número de ovos presentes nos ninhos na fase de quiescência, devido ao interrupto desenvolvimento da colônia.

Tabela 4: Análise do conteúdo das colônias de *Polybia platycephala* nas diferentes fases do ciclo colonial, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

	Pré-emergência	Produção de Operárias $\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	Produção de machos $\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	Quiescência $\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)
N° de Colônias	1	7	3	4
N° Total de células	1188	2470 \pm 1551 (328 - 4723)	1857,33 \pm 699,74 (1122 - 2515)	1918 \pm 1126 (929 - 3465)
N° de Células vazias	497	962,85 \pm 591,14 (53 - 1810)	937,66 \pm 447,58 (485 - 1380)	997,25 \pm 632,81 (445 - 1872)
N° de Fêmeas	287	703,14 \pm 510,20 (71 - 1492)	244,33 \pm 151,38 (73 - 360)	376,25 \pm 244,75 (86 - 654)
N° de Machos	0	0	69 \pm 38,43 (26 - 100)	0
N° de Ovos	252	243 \pm 224,13 (44 - 650)	108 \pm 69,78 (28 - 154)	9 \pm 15,36 (2 - 32)
N° de Larvas	169	313,85 \pm 230,63 (80 - 657)	166,33 \pm 37,81 (126 - 201)	0
N° de Pupas	0	283,28 \pm 256,57 (23 - 706)	198 \pm 167,68 (126 - 201)	0
N° de Inimigos Naturais	0	8,57 \pm 16,19 (0 - 42)	6,33 \pm 10,96 (0 - 19)	5,75 \pm 6,94 (0-14)
Célula/adultos	4,13	3,51	5,92	5,09
Células/Imaturos	2,82	2,93	3,92	239,75
Fêmeas/Machos	-	-	3,54	-
N° de camadas de Mecônio	0	1-4	1-3	1-3

Fonte: a autora

Os imaturos estiveram presentes em todos os favos das colônias (Tabela 5). Há uma variação no número de imaturos devido às diferentes fases e subfases de desenvolvimento das colônias coletadas, o que explica os altos valores do desvio-padrão. O primeiro favo dos ninhos (mais próximo do substrato) apresentou menor média de imaturos, provavelmente devido ao seu tamanho, já que cada novo favo construído é maior que o anterior (Sessão 2). Foi observada uma correlação do número de ovos ($r= 0,2953$; $p= 0,0078$) e larvas ($r= 0,2716$; $p= 0,0147$) com o número de células nos favos, porém não houve mesma correlação com o número de pupas ($r= 0,0874$, $p= 0,4409$).

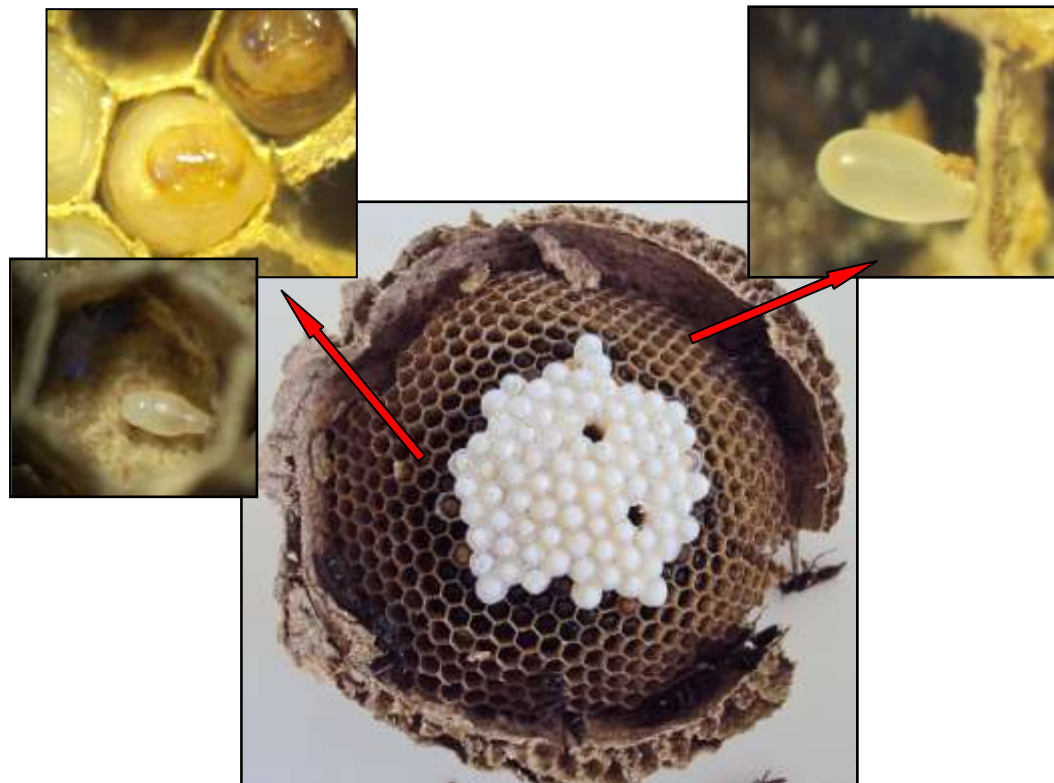
Tabela 5: Número médio (\bar{X}), desvio padrão (dp) e amplitude (Ampl. – mínimo e máximo) das células por favo, e ovos, larvas e pupas distribuídos nos favos de 15 ninhos de *Polybia platycephala*, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

N° do Favo (N)	N° de células por favo	Ovo	Larva	Pupa
	$\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	$\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	$\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)	$\bar{X} \pm DP$ (Ampl.)
1 (n= 15)	102,66 ± 68,62 (15 - 254)	4,66 ± 18,07 (0 - 70)	0,46 ± 1,35 (0 - 5)	0,53 ± 1,80 (0 - 7)
2 (n= 15)	221,86 ± 104,94 (79 - 385)	21 ± 33,29 (0 - 126)	29,93 ± 27,70 (0 - 83)	22,06 ± 34,38 (0 - 117)
3 (n= 15)	342,33 ± 113,57 (190 - 538)	26,60 ± 30,81 (0 - 100)	42,26 ± 38,97 (0 - 146)	43,53 ± 58,97 (0 - 198)
4 (n= 14)	467,64 ± 101,97 (302 - 658)	34,71 ± 35,72 (0 - 101)	46,92 ± 39,62 (0 - 101)	43,50 ± 60,42 (0 - 158)
5 (n= 10)	593,20 ± 120,48 (444 - 753)	39,60 ± 49,45 (0 - 146)	41,40 ± 56,47 (0 - 127)	34,90 ± 68,87 (0 - 216)
6 (n= 6)	763,83 ± 146,81 (589 - 973)	27,83 ± 54,03 (0 - 135)	65,16 ± 81,96 (0 - 178)	47,83 ± 78,82 (0 - 186)
7 (n=3)	923,33 ± 230,08 (664 - 1103)	124 ± 107,93 (0 - 194)	77 ± 78,54 (0 - 157)	103 ± 178,97 (0 - 310)
8 (n=2)	943,50 ± 277,90 (747 - 1140)	54,50 ± 20,50 (40 - 69)	41 ± 53,74 (3 - 79)	0

Fonte: a autora

Pela análise da disposição da cria em cada favo, verificou-se que as ovipostura ocorreram geralmente do centro para a periferia, com a seguinte distribuição: pupas nas células centrais, circundada de larvas em diferentes tamanhos, seguida de ovos e células

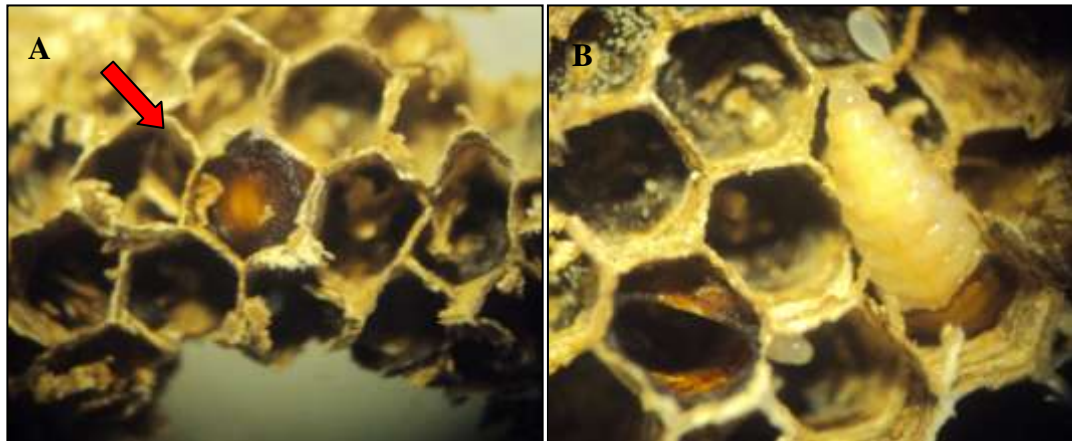
vazias (sem mecônio) na periferia (Fotografia 4). A disposição dos imaturos concentrada principalmente nas células centrais e o elevado número de células vazias nas periferias dos favos corroboram com Zucchi et al. (1995) e Hozumi e Yamane (2008), no sentido em que esta distribuição seria uma forma de proteger a prole contra possíveis ataques de predadores ao ninho e contra as variações ambientais.



Fotografia 4: Disposição da cria no terceiro favo de um colônia de *Polybia platycephala* em fase de produção de operárias. Pupas nas células centrais (casulo de seda branca) com larvas em todos os ínstares rodeando-as, seguida de ovos e células vazias nas periferias.

Fonte: a autora

Constatou-se a presença de 102 casulos de parasitóides da ordem Hymenoptera, no interior das células de cinco ninhos. Das colônias infestadas, duas estavam na fase de produção de operárias, duas na fase de quiescência e uma na fase de produção de machos. As pupas dos parasitóides apresentavam-se resistentes e com coloração marrom (Fotografia 5A). Suas larvas eram do tipo vermiforme de cor amarela, sendo desprovidas de cabeça e porção anterior afilada (Fotografia 5B).



Fotografia 5: (A) Casulo e (B) Larva de um parasitóide no interior da célula de ninhos de *Polybia platycephala* em Juiz de Fora, MG.
Fonte: a autora

Os ninhos de vespas sociais oferecem uma variedade de recursos (abrigo e defesa) que atrai inimigos naturais, principalmente parasitóides de diferentes grupos de insetos, que frequentemente predam ou parasitam larvas e pupas (CLOUSE, 2001). Há poucos registros de parasitóides em ninhos de vespas enxameantes, *P. ignobilis* apresentou colônias infestadas por Diptera (Tachinidae) (HOFLING, 1982), espécies de *Brachymeria* (Chalcididae) foram verificadas em colônias de *Brachygastra augusti* (de Saussure, 1854) (MAKINO, 1985). Em ninhos de *Agelaia yepocapa* (Richards, 1878), Hunt e outros (2001) registraram a presença de duas espécies de himenópteros parasitóides, *Xanthogonalos robertibuyssoni* Schulz, 1907 (Trigonalidae) e *Nomadina* sp. (Trigonalidae), e em *Protopolybia exigua* (de Saussure, 1854) foram encontrados pupários de *Megaselia* sp. (Diptera, Phoridae) e indivíduos de Chalcididae (Hymenoptera) (ROCHA; GIANOTTI, 2007). A incidência de parasitismo é maior em ninhos de fundação independente (*Polistes* sp. e *Mischocyttarus* sp.) devido à função de forrageio, no qual os indivíduos ficam pouco tempo protegendo as colônias (CLOSE, 2001), além da ausência de um envelope protetor, que reduz as taxas de parasitismo (JEANNE, 1975).

3.2.2 Morfometria e morfologia de ovos, larvas e pupas

Os ovos de *P. platycephala* apresentaram $0,84 \pm 0,12$ mm (0,6 – 1,2; n=100) de largura e $1,77 \pm 0,18$ mm (1,20 – 2,0; n=100) de comprimento (Gráfico 6A). Possuíam

coloração branca, formato alongado se estreitando na região anterior (base), e córion liso (Fotografia 6).

Dias-Filho (1975) faz uma descrição geral da morfologia das larvas do gênero e retrata oito espécies: *P. occidentalis*, *P. paulista*, *P. scutellaris*, *P. jurinei*, *P. fastidiosuscula*, *P. ignobilis*, *P. chrysothorax* e *P. dimidiata*. Kojima (1998) também estudou e descreveu a morfologia de algumas larvas de espécies de Epiponini. Contudo, a morfologia das larvas de *P. platycephala* ainda não foi descrita, sendo importante descrever estes imaturos.

As larvas possuíam corpo alongado, atingindo um comprimento total de 7 mm, cápsula cefálica transparente ou amarelada (Fotografia 7), algumas com as extremidades das mandíbulas e papilas sensoriais apresentando coloração mais escura.

Pela análise da curva de distribuição de frequência para largura da cápsula cefálica das larvas, foram identificados cinco picos distintos (Gráfico 7). Isso sugere a ocorrência de cinco instares larvais, semelhante ao encontrado para *P. occidentalis* (MACHADO, 1977a), *P. ignobilis* (HOFLING, 1985), *P. paulista* (CARVALHO; SILVA, 1975; MACHADO, 1985), *Brachygastra lecheguana* (Latreille, 1824) (MACHADO et al, 1988), *P. fastidiosuscula* (TECH; MACHADO, 1989) e *Agelaia vicina* (de Saussure, 1854) (MACHADO; CURADO, 1996). Diferente de outras espécies de Epiponini que apresentam quatro instares larvais, como *Protopolybia sedula* (MACHADO, 1974), *Protopolybia exigua* (Saussure, 1854) (MACHADO, 1974), *Protopolybia pumila* (Saussure, 1863) (MACHADO, 1977b) e *Polybia occidentalis cincta* (HEBLING; MACHADO, 1974) e três instares larvais, como *Angiopolybia pallens* (Lepeletier, 1836) (CRUZ, 2006).

A largura média da cápsula cefálica para o primeiro instar foi de $0,53 \pm 0,13$ mm (Tabela 6). A taxa de crescimento estimado variou de 1,31 a 1,88 mm, sendo a razão média de crescimento das larvas de *P. platycephala* de 1,57 mm, valor que está acima da média considerada pela regra de Dyar, que é 1,4. Porém, Parra e Haddad (1989) ressaltam que esses valores podem variar de 1,1 a 1,9.



Fotografia 6: Vista de um ovo de *Polybia platycephala* no interior da célula do ninho.

Fonte: a autora

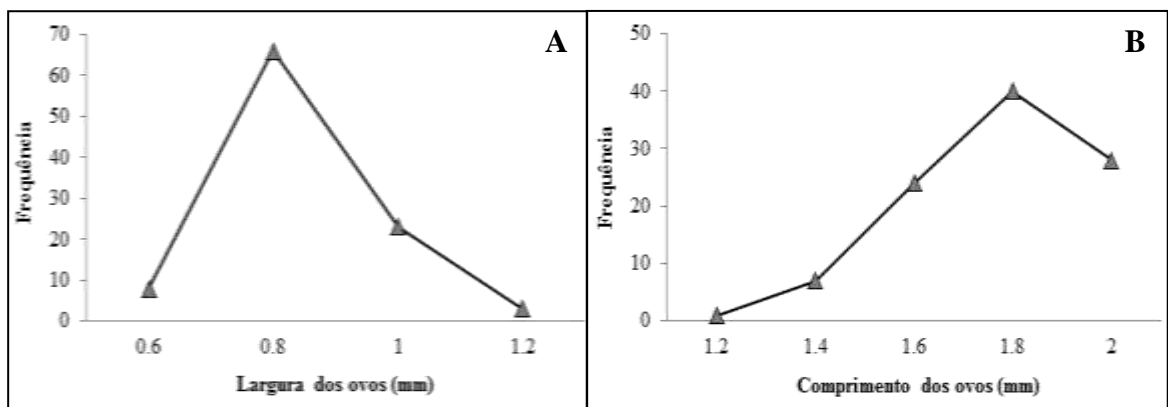


Gráfico 6: Distribuição de frequências da largura(A) e do comprimento (mm) (B) de 100 ovos *Polybia platycephala*, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora.



Fotografia 7: Larvas de *Polybia platycephala* em folha quadriculada.

Fonte: a autora.

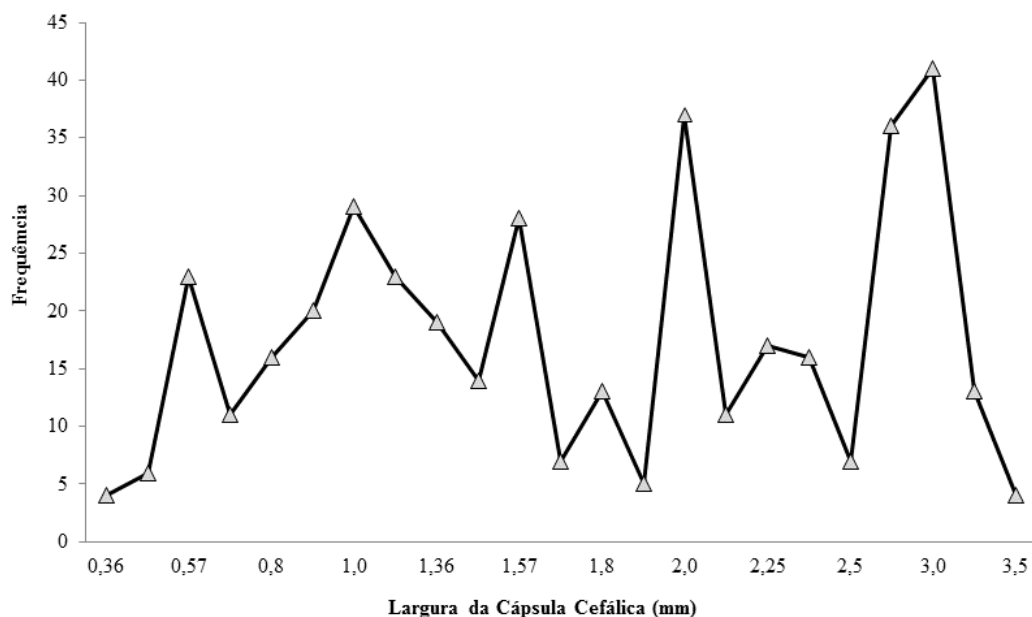


Gráfico 7: Distribuição de frequências de medidas da largura da cápsula cefálica dos ínstares larvais de *Polybia platycephala*, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora

Tabela 6: Medianas da largura (em milímetros) de ovos, cápsula cefálica das larvas e pupas de *Polybia platycephala* e as taxas de crescimento dos ínstares larvais, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Estádio de desenvolvimento	Largura (mm) Md	Taxa de crescimento	Taxa de crescimento médio (mm)
Ovo	0,80		
Larva I	0,53		
Larva II	1,00	1,88	
Larva III	1,75	1,75	1,57
Larva IV	2,30	1,31	
Larva V	3,12	1,35	
Pupa	4,5		

Fonte: a autora

As pupas apresentavam coloração mais esbranquiçada e olhos avermelhados no início do desenvolvimento do estágio (Fotografia 8), e estavam circundadas por um casulo com fio de seda branco. A largura média da cápsula cefálica da pupa foi de $4,60 \pm 0,23$ mm (4,0 – 5,25; n= 120) (Gráfico 8)

Não foi possível determinar o tempo médio de duração dos estágios imaturos, devido à característica do ninho coberto por um envelope. Os poucos relatos sobre o tempo de desenvolvimento do ovo ao adulto para vespas enxameantes se mostram em torno de 30 a 35 dias (HOFLING, 1982; MACHADO, 1977).



Figura 8: Vista lateral de diferentes estágios de desenvolvimento das pupas de *Polybia platycephala*.

Fonte: a autora.

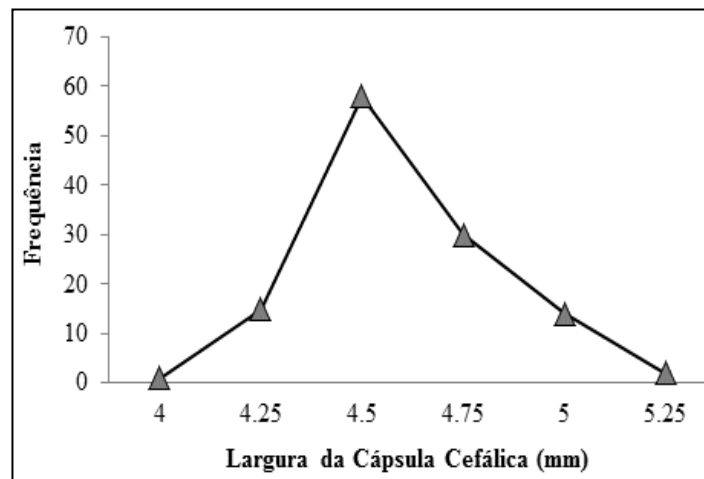


Gráfico 8: Distribuição de frequências da largura das cápsulas cefálicas de 120 pupas (mm) de *Polybia platycephala* no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

Fonte: a autora.

3.2.3 Padrões de estocagem de recursos no ninho

O teste cromatográfico identificou e confirmou que a substância presente dentro das células dos ninhos consistia em uma substância açucarada composta principalmente de glicose, sacarose e alta concentração de frutose.

O armazenamento de substâncias açucaradas foi observado em 80% (n= 12) das colônias de *P. platycephala* analisadas (Tabela 7). Estas estavam em fase de produção de operárias (50%; n= 6), quiescência (25%; n= 3), produção de machos (16,6%; n= 2) e pré-emergência (8,4%; n= 1) (Tabela 8). Tal comportamento tem sido observado por diversos autores com diferentes espécies, como *Protopolybia sedula* (Saussure, 1854) (MACHADO, 1977), *Protopolybia exigua* (ROCHA et al, 2009), *Ropalidia romandi* (KOJIMA, 1996), *Brachygastra* (NAUMANN, 1968 *apud* KOJIMA, 1996), *P. ignobilis* (HOFLING, 1982), *P. paulista* (MACHADO, 1984), *P. aequatorialis* (PIZARRO, et al., 2009), *P. occidentalis* e *Polybia diguetana* (Buysson, 1905) (HUNT et al., 1998), dentre outras. As espécies de *Polybia*, *Brachygastra* e *Protonectarina* são conhecidas por depositar uma grande quantidade de néctar em seus ninhos (JEANNE, 1991; STARR, 1991).

Nos ninhos, as células com depósito de material encontravam-se distribuídas entre os favos. Nos primeiros favos a estocagem ocorreu principalmente nas células mais periféricas (Fotografia 9A). Nos favos inferiores (últimos a serem construídos) não foi verificado um padrão de distribuição das células estocadas. Em ninhos de *P. aequatorialis*, a periferia dos favos também foi utilizada para armazenar substâncias açucaradas (PIZARRO et al, 2009), enquanto que as pupas e larvas foram localizadas na parte central dos favos.

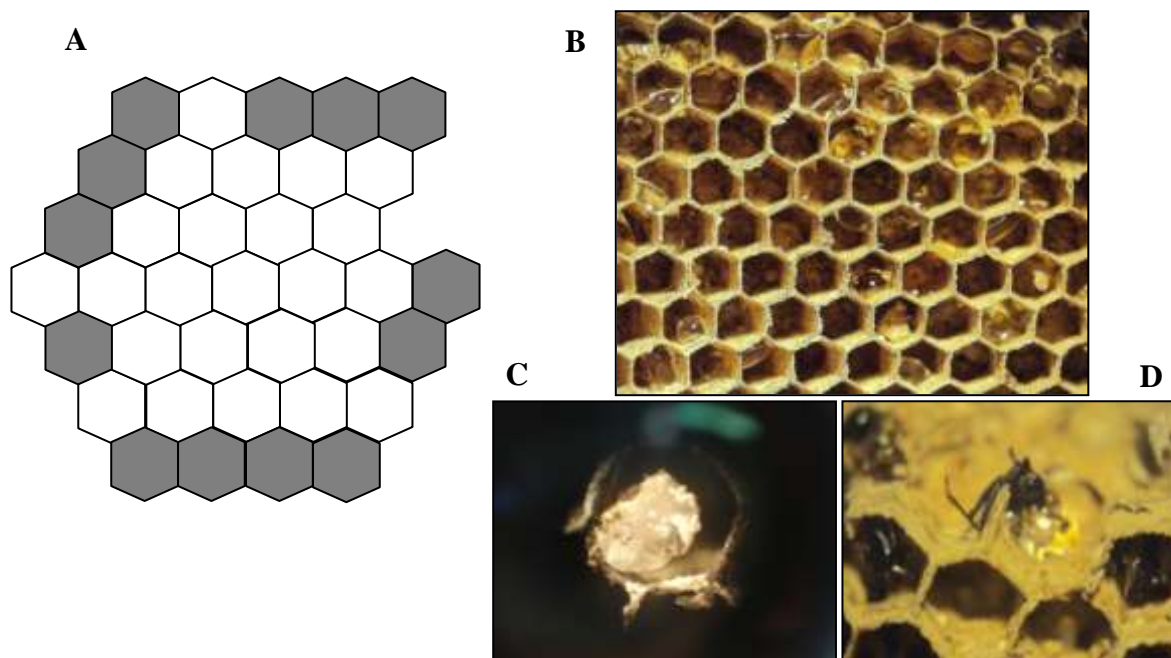
O armazenamento aconteceu principalmente nas células vazias (92,63%) (Fotografia 9B), células com presas (4,88%) (Fotografia 9C), células com ovos (2,0%) ou células com larvas pequenas (0,49%). A substância foi encontrada de duas formas nas células: normalmente transparente enchendo quase a metade das células, ou apresentando coloração mais escura e consistência viscosa, presente em forma de gotículas na parede das células dos ninhos. Também foi encontrada na forma cristalizada (Fotografia 9D).

Hunt e outros (1998) ressaltam que o mel em ninhos de vespas Epiponini normalmente ocupa meia ou mais de uma célula, que não possui ovo ou larva. Entretanto, mesmo com elevada quantidade de células vazias nos ninhos de *P. platycephala*, observou-se o armazenamento de substância açucarada em células que continham ovos, larvas pequenas ou presas.

Tabela 7: Dados da fase do ciclo colonial, número total de células por ninho, número de células usadas para a estocagem de substância açucarada e a porcentagem de células com reserva.

Colônia	Fase do Ciclo colonial	Nº total de células	Nº de células Substância Açucarada	Porcentagem
1	Produção de operárias	1175	80	6,81
2	Produção de machos	1935	184	9,51
3	Produção de operárias	1360	2	0,15
5	Produção de operárias	4723	557	11,79
6	Produção de operárias	3214	64	1,99
8	Quiescência	2011	19	1,00
9	Quiescência	1267	20	1,58
11	Quiescência	3465	192	5,54
12	Produção de operárias	328	98	29,88
13	Pré-emergência	1188	132	11,11
14	Produção de machos	1122	14	1,25
15	Produção de operárias	3475	28	0,81

Fonte: a autora.



Fotografia 9: (A) Esboço da distribuição das células com substância açucarada nos primeiros favos de ninhos de *Polybia platycephala*; (B e C) Substância açucarada armazenada em células vazias; (D) Substância açucarada e presa em uma célula.

Fonte: a autora.

O comportamento de estocagem de substâncias açucaradas exibido por *P. platycephala* parece ser uma estratégia destinada a aumentar o sucesso da atividade forrageadora através do armazenamento de um recurso alimentar abundante, não disponível em determinada época do ano (estação seca), em que as variáveis ambientais desestimulam o forrageio. A maioria das vespas de regiões temperadas parece aumentar a estocagem de néctar durante a estação fria, consistindo num estoque de reserva a longo prazo para a colônia (HUNT et al. 1987; STRASSMANN 1978).

Porém, as colônias de *P. platycephala* em fase de produção de operárias apresentaram maior porcentagem de células estocadas, o que pode apontar a importância desse carboidrato para aumentar a atividade de forrageio dos adultos e conseqüentemente, aumentarem as taxas de desenvolvimento da colônia. Carboidratos servem como uma importante fonte de energia, tanto para os indivíduos adultos, como para as crias, e representam um recurso fundamental para o crescimento das colônias (RAVERET-RICHTER, 2000). A estocagem de néctar também foi observada em colônias em fase de produção de machos. Lepeleter (1836) especulou para ninhos de *Polistes*, que o mel estocado deveria ser essencial para o desenvolvimento dos reprodutores.

Tabela 8: Número de células com substâncias açucaradas e presas nas diferentes fases do ciclo colonial de *Polybia platycephala*, no período de novembro de 2009 e novembro de 2010, Juiz de Fora, MG.

	Pré-emergência	Produção de Operárias $\bar{X} \pm DP$ (Ampl)	Produção de machos $\bar{X} \pm DP$ (Ampl)	Quiescência $\bar{X} \pm DP$ (Ampl)
Nº de colônias	1	7	3	4
Nº de Células com substância açucarada	132	154,42 ± 200,75 (0 - 557)	66 ± 102,43 (0 - 184)	57,75 ± 89,97 (0 - 192)
Nº de Células com Presas	138	141	0	0

Fonte: a autora.

A estocagem de presas foi observada em duas colônias (13 e 15), dentro das células ou entre os favos dos ninhos. Na colônia 13, em fase de pré-emergência, foram verificadas cerca de 450 partes corporais de alados de formigas da subfamília Formicinae, destas apenas 138 estavam inseridas dentro das células do ninho (Fotografia 10A).

A colônia 15, em fase de produção de operárias, continha mais de 3000 cupins alados da família Termitidae (Fotografia 10B) inteiros ou sem asas, e 110 formigas aladas

decapitadas, pertencentes às subfamílias Formicinae e Dolichoderinae. Somente 141 presas estavam armazenadas no interior das células, o restante encontrava-se entre os favos sob o envelope.



Fotografia 10: (A) Parte corporal de uma formiga no interior da célula do ninho de *Polybia platycephala*; (B) Corpos de cupins alados entre os favos da colônia 15.
Fonte: a autora.

O grande número de partes corporais de formigas e cupins nos ninhos de *P. platycephala* demonstra que a espécie aproveita períodos em que há grande oferta de presas, como em época de revoadas, para estocar proteína em seus ninhos. As presas vivas são localizadas através de estímulos visuais e muitas vezes são capturadas em vôo ou perseguidas (RAVERET-RICHTER, 2000), e conduzidas ao ninho principalmente para a alimentação das larvas (SPRADBERY, 1973).

Prezoto e outros (2005) identificaram que *P. platycephala* preda presas de cinco ordens de insetos: Diptera, Lepidoptera, Hemiptera, Hymenoptera e Coleoptera. Evidenciaram que as presas capturadas são consideradas pragas do ambiente urbano, como larvas de mosquito, lagartas herbívoras e formigas aladas. Coletando duas colônias, os autores também verificaram a armazenagem de peças corporais de formas reprodutivas de formigas e cupins no interior dos ninhos. Richards (1971) encontrou ninhos de *Polybia ruficeps* contendo milhares de corpos de formas sexuadas de térmitas, especialmente *Anoplotermes*. O mesmo foi constatado por Hofling (1982) para *P. ignobilis*. Esse comportamento foi verificado para *P. paulista* (GOBBI; MACHADO, 1985), e para *Brachygastra* sp. (HUNT et al., 2007). Porém, o armazenamento em grande quantidade de proteína animal no ninho pode levar ao

aparecimento de fungos, atrair formigas e outros parasitas, danificando o ninho e prejudicando o desenvolvimento dos imaturos (NASCIMENTO et al., 2008).

Conclui-se que a produção de machos em *P. platycephala* não se limita a um período ou estação do ano. As larvas da espécie apresentam cinco instares de desenvolvimento. O envelope protetor não é uma barreira eficiente contra a presença de parasitóides nos ninhos. A estratégia comportamental de estocagem de recursos traz benefícios para a sobrevivência, desenvolvimento e manutenção das colônias em períodos desfavoráveis ao forrageio, sendo armazenadas presas consideradas pragas urbanas.

4 DESCRIÇÃO DO MACHO DE *Polybia platycephala* (RICHARDS, 1978) (HYMENOPETRA: VESPIDAE, EPIPONINI)

Entre os Epiponini, encontra-se o gênero *Polybia* (Lepelletier, 1836) com cerca de 58 espécies válidas que se estendem do sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina (CARPENTER et al., 2000; CARPENTER; MARQUES, 2001). Foram registradas 44 espécies no Brasil, das quais três são endêmicas (JEANNE, 1991). As espécies estão divididas em 11 subgêneros (CARPENTER et al., 2000). *Myrapetra* (White) é o maior, com espécies de pequeno porte (cerca de 9 mm) que se diferenciam principalmente pela variedade de coloração (RICHARDS, 1978).

Polybia platycephala foi descrita por Richards em 1978, a partir de exemplares depositados no Museu do Rio de Janeiro, com base apenas em espécimes do sexo feminino, o macho da espécie era desconhecido até o presente estudo. A espécie tem presença registrada nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo, sendo encontrada também no Suriname e Peru (HERMES; KOHLER, 2006; RICHARDS, 1978). O ninho da espécie é descrito como fragmocítaro, com filas de favos horizontais, coberto favo-a-favo por um envelope (CARPENTER; MARQUES, 200; RICHARDS, 1978).

Os caracteres de machos parecem ser importantes na investigação filogenética, e não têm sido bem explorados nos Polistinae (CARPENTER et al., 2000; WENZEL; CARPENTER, 1994), devido provavelmente à pequena produção e a dificuldade em encontrá-los (CARPENTER; MATEUS, 2004; JEANNE, 1991).

Neste estudo descrevemos pela primeira vez o macho de *Polybia platycephala* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini).

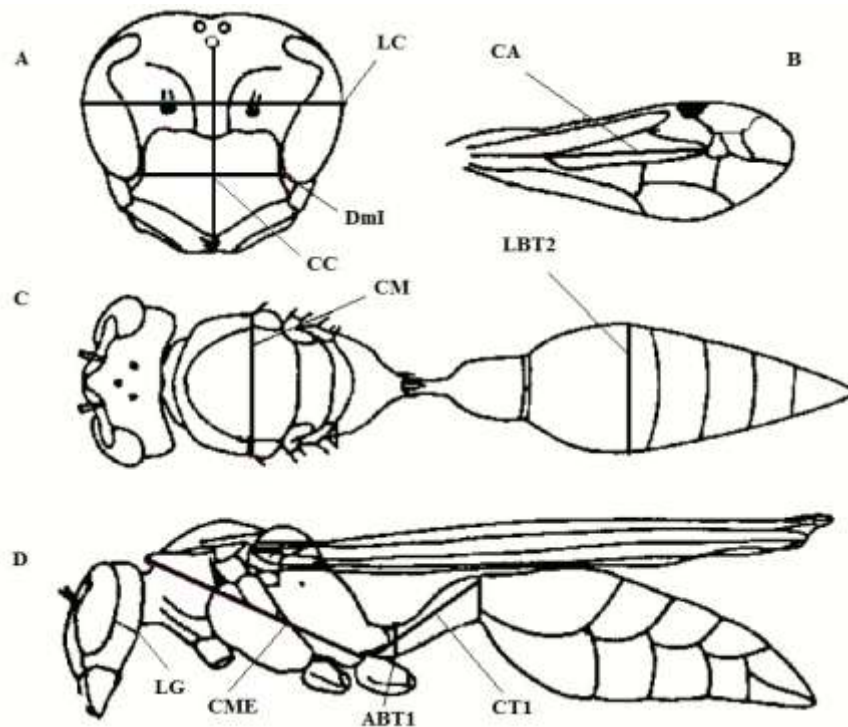
4.1 MATERIAL E MÉTODOS

Os machos de *P. platycephala* analisados, provenientes de três colônias, foram coletados nos meses de janeiro, maio e outubro de 2010, no município de Juiz de Fora (21°46'S e 43°21'O, 680 metros de altitude), estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil.

Para descrição e estudo morfométrico foram examinados 75 indivíduos, sendo 25 de cada colônia. Medidas de doze partes corporais externas da cabeça, mesossoma, metassoma e asa foram realizadas, utilizou-se um estereomicroscópio binocular equipado com uma câmera digital ligada ao computador e um programa de medidas.

Foram medidos a largura da cabeça (LC), comprimento da cabeça (CC), distância máxima interorbital (DMI), distância mínima interorbital (DmI), largura da gena (LG), comprimento do mesoscuto (CM), comprimento do mesossoma (CME), comprimento do 1º tergito gastral (CT1), altura basal do 1º tergito (ABT1), comprimento do 2º tergito gastral (CT2), largura basal do 2º tergito (LBT2) e comprimento da asa (CA) (Desenho1).

Os espécimes foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Ecologia Comportamental da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).



Desenho 1: Ilustração (Shima et al., 1994) dos caracteres mensurados em *Polybia platycephala*: (A) LC: Largura da cabeça; DmI: Distância mínima interorbital; CC: comprimento da cabeça (B) CA: Comprimento da asa. (C) CM: Largura do mesoscuto; LBT2: Largura I; CT1: comprimento do tergito I. (D) LG: Largura da Gena; CME: Comprimento do mesoscutelo; ABT1: Altura basal do 1º tergito; CT1: comprimento do 1º tergito gastral;

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

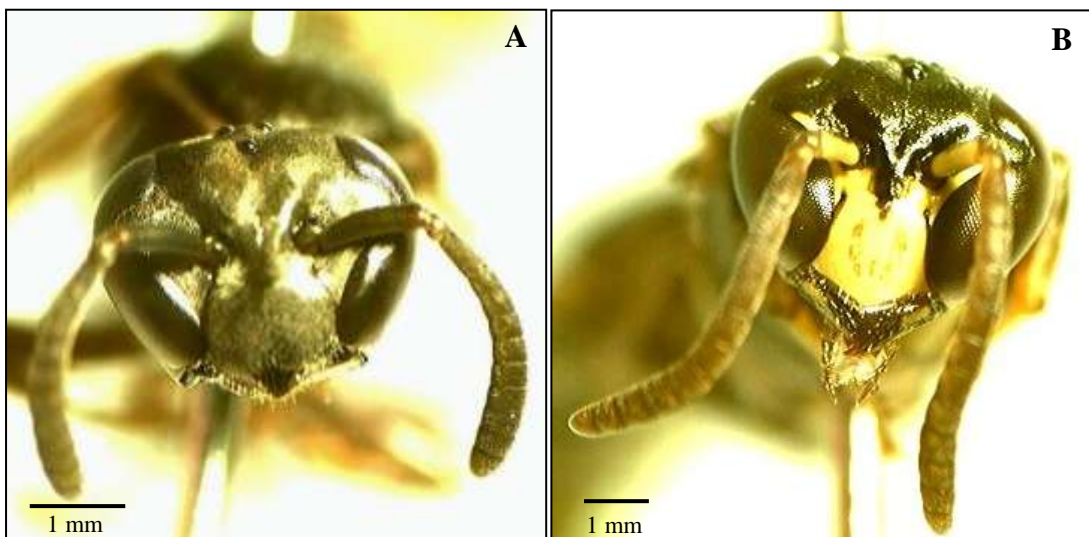
Descrição. Holótipo macho. Corpo delgado, comprimento $9,3 \pm 0,30$ ($8,5 - 9,6$; $n= 75$) mm; largura da cabeça $2,14 \pm 0,03$ mm ($2,06 - 2,23$; $n= 75$) (Tabela 8); ao contrário das fêmeas os machos possuem clípeo amarelo com micro pontuações marrom-escuras (Fotografia 9B) presentes ou não, ou possuindo pilosidade prateada, sendo mais longo do que largo (Fotografia 10A); antenas castanho-claras, não tão robustas quanto das fêmeas, com 13 segmentos e frequentemente mais curvadas no ápice; escapo relativamente mais curto, com mancha mais clara ou amarelada na parte inferior; olhos grandes, pouco convergentes anteriormente, tocando o clípeo e com ausência de cerdas; gena estreita, totalmente preta ou preta com pequena marcação amarela (Foto 10B); mandíbula com quatro dentes apicais, com a porção basal preta, transformando-se em castanho no ápice; palpos maxilares bem visíveis; pronoto com fôvea lateral; carena pronotal presente mais pouco definida; mesossoma todo preto ou com marcas amarelas; mesoescutelo e propódeo pretos ou com duas bandas amarelas (Fotografia 10C); metanoto preto ou com uma faixa amarela; metapleura todo preto ou com pequena porção amarela; metassoma apresenta pilosidade; segmento metassomal I peciolado apresentando na parte anterior faixa amarela; gáster com 1-6 tergitos pretos com a porção apical com bandas amarelas (Fotografia 10D); pernas e venação das asas castanho-escuras (Fotografia 10E); comprimento da asa anterior 7,1 cm; fêmures castanho-escuros; tíbias e tarsos castanho-claros; coxas com porção amarela.

Como observado nas fêmeas (RICHARDS, 1978), os machos também apresentam dimorfismo em relação à coloração do tegumento. Richards (1978) ressalta que o dimorfismo da coloração de *P. platycephala* não possui nenhuma relação com as castas, ocorrendo nas rainhas, operárias e machos. Esse dimorfismo é mais frequente nas espécies do subgênero *Myrapetra*. Esse mesmo autor descreve os machos do subgênero possuindo clípeo mais estreito, com pubescência prateada; gena mais estreita em relação às fêmeas; antena com treze segmentos; último esternito gastral visível e geralmente achatado; e na maioria das vezes as marcações amarelas aparecem mais extensas do que nas fêmeas. Tais características são observadas no macho de *P. platycephala*, sendo a gena estreita, $0,17 \pm 0,02$ ($0,11 - 0,22$); último esternito é visível, e um pouco achatado; tegumento mais claro que o das fêmeas, marcas amarelas maiores e mais extensas, e alguns indivíduos também apresentam clípeo amarelo com micropontuações marrom-escuro.

Em geral a descrição da morfologia externa do macho de *P. platycephala* é semelhante à descrita para outras espécies de *Polybia*, principalmente as espécies *P. occidentalis*

(Olivier), *P. ruficeps* (Schrottky, 1902) e *P. erythrothorax* (Richards, 1978), que estão inseridas no grupo da *P. occidentalis*, que engloba 12 espécies (RICHARDS, 1978). As diferenças entre estas espécies são pequenas e as cores são variáveis (RICHARDS, 1978).

O clipeo com coloração amarela é encontrado em outros machos de Vespidae como *Mischocyttarus nomurae* (SILVEIRA, 2004), *Polistes fuscatus* (POST; JEANNE, 1983), *Polistes versicolor* (RICHARDS, 1978) e *Mischocyttarus cerberus* (SILVEIRA, 2004). Nessas espécies outra característica marcante do macho é a antena enrolada em espiral no ápice, não verificado em *P. platycephala*, que apresenta uma antena apenas levemente curvada no ápice.

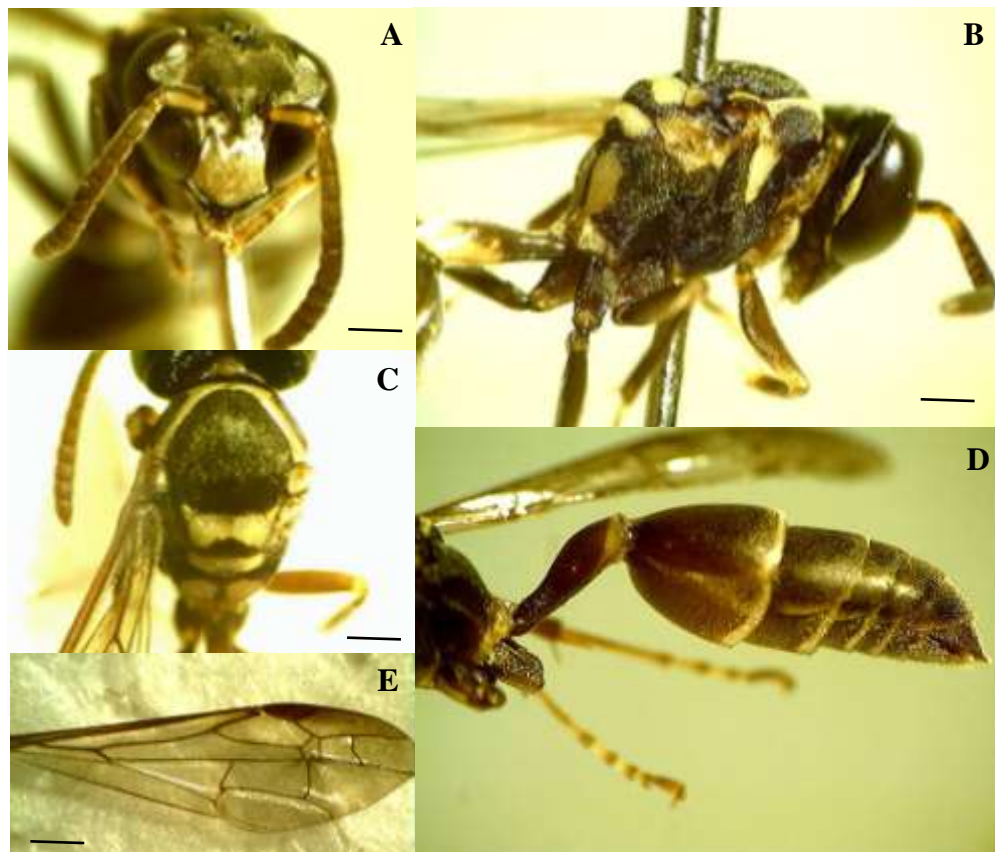


Fotografia 11: A= Fêmea e B= Macho de *Polybia platycephala*, Juiz de Fora, MG.
Fonte: a autora

Tabela 9: Médias e desvio-padrão das medidas morfométricas de doze caracteres, para a descrição do macho de *Polybia platycephala*.

Caracteres	Médias e desvios padrões $X \pm SD$ (Ampl)
LC	$2,14 \pm 0,03$
CC	$1,62 \pm 0,04$
DMI	$1,80 \pm 0,05$
DmI	$0,70 \pm 0,04$
LG	$0,17 \pm 0,02$
CM	$1,40 \pm 0,05$
CME	$2,86 \pm 0,08$
CT ₁	$1,72 \pm 0,07$
ABT ₁	$0,35 \pm 0,05$
CT ₂	$1,68 \pm 0,07$
LBT ₂	$1,79 \pm 0,06$
CA	$3,19 \pm 0,09$
LC/CC	1,32

Fonte: a autora



Fotografia 12: Macho *Polybia platycephala* A= cabeça, vista frontal; B= mesossoma, vista lateral; C= mesossoma, vista dorsal; D= metassoma, vista lateral; E= asa. Escala barra: 1 mm.
Fonte: a autora

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

P. platycephala constrói seus ninhos preferencialmente no substrato vegetação, o que aumenta o sucesso das novas colônias em ambiente antrópico, protegendo-as contra as variações climáticas e reduzindo a possibilidade de destruição dos ninhos por interferência humana e predação por outros inimigos. A fundação das colônias é semelhante ao de outros representantes do gênero *Polybia*, porém a espécie constrói uma fina camada de material vegetal sobre o substrato o que dá sustentação para construção das primeiras células do primeiro favo.

A forma, coloração e tamanho dos ninhos variam, sendo verificada a presença de bolsas na parede externa, com função ainda questionada, porém, provavelmente relacionada à regulação térmica e a proteção contra inimigos naturais. Constatou-se preferência sazonal no sentido de orientação dos ninhos, colônias fundadas na estação chuvosa são orientadas principalmente para o sul podendo estar relacionados com a direção dos ventos. Ninhos iniciados na estação seca são orientados para o norte, pois recebem mais calor através da incidência de luz solar direta sobre o orifício de entrada e envelope. Os eventos de fundação e abandono das colônias de *P. platycephala* são observados em qualquer período do ano.

As oviposturas nos favos ocorrem geralmente do centro para a periferia. A produção de machos em *P. platycephala* não se limita a estação do ano. As colônias em fase de quiescência são caracterizadas pela ausência ou baixo número de imaturos, e são encontradas em épocas que apresentam baixas temperaturas. Observou-se a presença de pupas e larvas de parasitóides nos ninhos da espécie. As larvas de *P. platycephala* possuem cinco ínstaes, cuja cápsula cefálica cresce a cada ecdise, numa razão média de progressão geométrica como previsto pela regra de Dyar.

O comportamento de armazenamento de recursos nas colônias de *P. platycephala* é uma estratégia comportamental de maximização na exploração de recursos (carboidratos e proteínas) durante um período de abundância para o proveito em épocas desfavoráveis ao forrageio.

Os machos da espécie apresentam dimorfismo em relação à coloração do tegumento. Distingue-se das fêmeas por características como clípeo amarelo com ou sem pilosidade prateada e micro pontuações marrom-escuras; antenas castanho-claras, não tão robustas quanto das fêmeas, com 13 segmentos; gena mais estreita; gáster com 1-6 tergitos pretos com a porção apical com bandas amarelas.

Os resultados dessa investigação contribuem para compreensão sobre a biologia e ecologia comportamental de *P. platycephala*. O emprego dessas informações servirá como base para futuros estudos que visem compreender outros aspectos da espécie ou do gênero, como as interações entre rainhas e operárias, variação morfológica nos adultos e a divisão do trabalho na colônia.

REFERÊNCIAS

ALTMANN, J. Observation study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v.48, p. 227-267, 1974.

ALVARENGA R. B. et al. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v.55, p. 445-452, 2010.

ANUÁRIO ASTATÍSTICO. CPC - Centro de Pesquisas Sociais, Universidade Federal de Juiz de Fora. **Anuário Estatístico 2009**. Juiz de Fora, 2009.

AUAD, A. M. et al. Diversity of Social Wasps (Hymenoptera) in a Silvipastoral System. **Sociobiology**, v.55, p. 627-636, 2010.

AYRE, M. et al. **Bioestat 4.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá, 2005. 324p.

BARCHA, S. F.; ARID, F. M. Estudo da evapotranspiração na região norte-ocidental do estado de São Paulo. **Revista de Ciências da Faculdade de Ciências e Letras**, v.1, p 94-122, 1971.

BOUWMA, A. M.; HOWARD, K. J.; JEANNE, R. L. Parasitism in a social wasp: effect of gregarines on foraging behavior, colony productivity, and adult mortality. **Behavioral, Ecology and Sociobiology**, v.59, nº2, p. 222-233, 2005.

CARPENTER J.M. A note on the names of paper wasp tribes (Insecta: Hymenoptera: Vespidae). **Natural History Bulletin**, Ibaraki University, v. 1, p.15-16, 1997.

CARPENTER J.M. Biogeographic patterns in the Vespidae (Hymenoptera): two views of Africa and South America, p.139-155. In P. Goldblatt (ed.), **Biological relationships between Africa and South America**. New Haven, Yale University, 1993. 648p.

CARPENTER, J. M. Synonymy of the Genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles Mobius*, 1856 (Hymenoptera, Vespidae: Polistinae), and a New Key to the Genera of Paper Wasps of the New World. **American Museum Novitates**, n.16, 16p. 2004.

CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology**, v. 7, p. 11-38, 1982.

CARPENTER, J. M.; KOJIMA, J.; WENZEL, J. W. *Polybia*, Paraphyly, and Polistine Phylogeny. **American Museum Novitates**, v. 3298, 24p., 2000.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae). **Série Publicações Digitais**, 3, Cruz das Almas, v. 2, 2001, 147 p. CD-ROM.

CARPENTER, J. M.; MATEUS, S. Males of *Nectarinella* Bequaert (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n°3, p. 297-302, 2004.

CARVALHO, G.G.; SILVA, M. T. Alguns aspectos do desenvolvimento larval de *Polybia paulista* Richards (Hymenoptera: Vespidae). **Studia Entomologica**, v.8 (fasc. 1-4), p. 555-568, 1975.

CASTELLÓN, E.G. Orientação, arquitetura, e construção dos ninhos de *Synoecca surinama* (L) (Hymenoptera, Vespidae). **Acta Amazônica**, v. 10, n° 4, p. 883-896, 1980.

CLEMENTE, M. A. **Vespas Sociais (Hymenoptera, Vespidae) do Parque Estadual do Ibitipoca-MG: Estrutura, Composição e Visitação Floral**. 2009, 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

CRUZ, J. D. **Aspectos bioecológicos de *Angiopolybia pallens* (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera – Vespidae)**. 2006, 94p. Tese de Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP. 2006.

DEJEAN, A.; CORBARA, B.; CARPENTER, J. M. Nesting site selection by wasps in the Guianese rain forest. **Insectes Sociaux**, v. 45, p. 33–41, 1998.

DESUÓ, I. C. **Variação morfofisiológica das castas da vespa enxameante Neotropical *Polybia (trichothorax) ignobilis* durante sua ontogenia colonial (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini)**. 2008, 76p. Dissertação (Mestrado Zoologia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

DIAS-FILHO, M.M. Contribuição à morfologia de larvas de vespídeos sociais do Brasil (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 19, n° 1, p. 1-36, 1975.

ELPINO-CAMPOS, A.; DEL-CARO, K.; PREZOTO, F. Diversity of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Cerrado fragments of Uberlândia, Minas Gerais State, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, n° 5, 2007.

EVANS, H.E.; M. J. WEST-EBEHARD. **The wasps**. University of Michigan Press, Ann Arbor: Michigan, 1970. 265p.

FELIPPOTTI, G.T. **Composição de enxames de vespas sociais Neotropicais (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini) e suas implicações com a evolução do comportamento social.** 2010, 215p. Tese de Doutorado - Faculdade de Filosofia e Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

FELIPPOTTI, G.T.; NOLL, F.B.; S. MATEUS. Morphological studies on castes of *Protopolybia chartergoides* (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) observed in colonies during male production stages. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n°4, p. 494-500, 2007.

GIANNOTTI, E.; LETIZIO-MACHADO, V.L. Colonial phenology of *Polistes lanio lanio* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.38, n.3, p. 639-643, 1994.

GIANNOTTI, E. Immature stages of *Polistes lanio lanio* (Fabricius, 1775) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n° 4, p. 527-531, 1995.

GIANOTTI, E.; TREVISOLI, C. Desenvolvimento pós-embrionário de *Mischocyttarus drewseni* Saussure, 1857 (Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, v.2, n.2, p. 41-52, 1993.

GOBBI, N. Contribuição ao estudo do ciclo básico de espécies do gênero *Polybia*, com especial referência à *Polybia (Myrapetra) paulista* (Ihering, 1896), e *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.28, n°4, p. 451-457, 1984.

GOBBI, N. **Ecologia de *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae).** Ribeirão Preto: FFCLRP-USP, 1977. 229p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, 1977.

GOBBI, N.; MACHADO, V. L. L.; TAVARES FILHO, J. A. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, n° 1, p. 65-69, 1984.

GOBBI, N.; MACHADO, V. L. L.; TAVARES-FILHO J. A. Sazonalidade das presas utilizadas na alimentação de *Polybia occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, p. 63-69, 1984.

GOBBI, N.; MACHADO, V.L.L. Material capturado e utilizado na alimentação de *Polybia (Myrapetra) paulista* Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.14, p.189-195, 1985.

GOBBI, N.; SIMÕES, D. Contribuição ao entendimento do ciclo básico de colônias de *Mischocyttarus (Monocyttarus) cassununga* Von Ihering, 1903 (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, n° 2, p. 421- 436, 1988.

GOBBI, N; ZUCCHI, R. On the ecology of *Polistes versicolor* (Olivier): in South Brazil, 2. Colony productivity. **Naturalia**, v. 10, p. 21-25, 1980.

GUIMARÃES, D.L. **Biologia e ecologia comportamental da vespa social *Mischocyttarus cassununga* (von Ihering, 1903) (Hymenoptera, Vespidae) em ambiente antrópico.** 2008, 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

GUNNELS, C.W; DUBROVSKIY, I.V.A.; AVALOS, A. Social interactions as an ecological constraint in a eusocial insect. **Animal Behaviour**, v. 75, p. 681–691, 2008.

HASTINGS, M. D.; QUELLER, D.C.; EISCHEN, F, STRASSMANN, J.E. Kin selection, relatedness, and worker control of reproduction in a large-colony epiponine wasp, *Brachygastra mellifica*. **Behavioral Ecology**, v. 9, p. 573–581, 1998.

HEBLING, N.J.; MACHADO, V.L.L. Análise populacional e biométrica em *Polybia occidentalis* var. *cincta*. **Ciência e Cultura**, v. 16-H5, p. 340-341, 1974.

HERMES, M. G.; KOHLER, A. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, nº 2, p. 268-274, 2006.

HÖFLING, J. C. **Aspectos biológicos de *Polybia ignobilis* (Haliday, 1936) (Hymenoptera – Vespidae).** 1982, 103p. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Rio Claro, SP. 1982.

HOZUMI, S. et al. Diel changes of temperature in the nests of two *Polybia* species, *P. paulista* and *P. occidentalis* (Hymenoptera, Vespidae) in the subtropical climate. **Journal of Ethology**, v. 23, p.153-159, 2005.

HOZUMI, S.; KUDÔ, K.; ZUCCHI, R. Promotion of thermoregulatory insulation in nests of neotropical wasps by building extra-combs with empty cells. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 59-166, 2008.

HOZUMI, S.; YAMANE, S. Incubation ability of the functional envelope in paper wasp nests (Hymenoptera, Vespidae, Polistes): I. Field measurements of nest temperature using paper models. **Journal of Ethology**, v. 19, p.39–46, 2001.

HOZUMI, S.; INAGAKI, T. A long slit-like entrance promotes ventilation in the mud nesting social wasp, *Polybia spinifex*: Visualization of nest microclimates using computational fluid dynamics. **Journal of Insect Science**, v. 10, p.175, 2010.

HUNT, J. H. 2007. **The evolution of social wasps.** Oxford, University Press, 259 p.

HUNT, J. H. et al. Nutrient dynamics of a swarm-founding social wasp species, *Polybia occidentalis* (Hymenoptera: Vespidae). **Ethology**, v. 75, p. 291-305, 1987.

HUNT, J. H. et al. Nutrients in social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) honey. **Annals of the Entomological Society of America**, v.91, p. 466-472, 1998.

HUNT, J. H. Trait mapping and salience in the evolution of eusocial vespid wasps. **Evolution**, v. 53, p. 225-237, 1999.

HUNT, J.H. et al. Caste dimorphism in *Epipona guerini* (Hymenoptera: Vespidae): Further evidence for larval determination. **Journal of Kansas Entomological Society**, v.69, n°4, p. 362-369, 1996.

HUNT, J.H.; O'DONNELL, S.; CHERNOFF, N.; C. BROWNIE. Observations on two neotropical swarm-founding wasps, *Agelaia yepocapa* and *A. panamaensis* (Hymenoptera : Vespidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 94, n°4, p. 555-562, 2001.

ITÔ, Y.; NOLL, F. B; ZUCCHI, R. Initial stage of nest construction in a Neotropical swarm-founding wasp, *Polybia paulista* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 29, p. 227–235, 1997.

JEANNE R.L.; BOUWMA M. A. Divergent patterns of Nest Construction in Eusocial Wasp. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 77, n° 4, p. 429-447, 2004.

JEANNE R.L.; BOUWMA, A.M. Scaling in nests of a social wasp: A property of the social group. **The Biological Bulletin**, v. 202, p. 289-295, 2002.

JEANNE, R. L. Evolution of social behavior in Vespidae. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 371-395, 1980.

JEANNE, R. L. The adaptativeness of social wasp nest architecture. **Quarterly Reviews of Biology**, v. 50, p. 67-287, 1975a.

JEANNE, R. L. Nest site selection by *Metapolybia* in Costa Rica (Hymenoptera, Vespidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, v. 48, n°3, p. 285–290, 1975b.

JEANNE, R.L. Social biology of Neotropical wasps *Mischocyttarus drewseni*. **Bulletin of Museum of Comparative Zoology**, v. 144, n° 3, p. 63-150, 1972.

JEANNE, R.L. The organization of work in *Polybia occidentalis*: the costs and benefits of specialization in a social wasp. **Behavioural Ecology and Sociobiology**, v. 19, p. 333-341, 1986.

JEANNE, R.L. The swarm-founding Polistinae. In: K.G. & Matthews R.W. **The Social Biology of Wasps**. Ithaca: Ed. Cornell University Press, 1991. p. 191-231.

JONES, J.C.; OLDROYD, B.P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in insect physiology**, v. 33, p.153–191, 2007.

KOJIMA, J. Colony cycle of an Australian swarm-founding paper wasp, *Ropalidia romandi* (Hymenoptera: Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 43, p. 411–420, 1996.

KOJIMA, J. Larvae of social wasps (Insecta: Hymenoptera; Vespidae). **Natural history bulletin**, v. 2, p. 7–227, 1998.

KOVACH. 2004. Oriana for Windows. Wales, Kovach Computing Services.

KUDÔ K, Y Sô, Mateus M, Tsuchida T, Itô Y, Miyano S, Yamamoto H, Zucchi R. Nest materials and some chemical characteristics of nests of a new world swarm-founding polistine wasp, *Polybia paulista* (Hymenoptera, Vespidae). **Ethology Ecology & Evolution**, v.13, p. 351–360, 2001.

KUDÔ K, ZUCCHI R, TSUCHIDA K. Initial nest development in the swarm-founding paper wasp, *Polybia paulista* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini); cases of building of multiple initial combs. **Journal of the New York Entomological Society**, v. 14, p.235–245, 2003.

KUDÔ K, ZUCCHI R. 2009. Nest site selection by a neotropical swarm-founding wasp: seasonal alternation of nest orientation", **Journal of Ethology**, Vol.27, No.2, pp.275 – 278.

LIMA, M. A. P. e F. PREZOTO. Foraging activity rhythm in the neotropical swarm-founding wasp *Polybia platycephala sylvestris* Richards, 1978 (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, v. 42, p. 645–752, 2003.

LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R. e PREZOTO, F. Levantamento dos gêneros, flutuação das colônias e hábitos de nidificação de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae), no Campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 2, n° 1, p. 69-80, 2000.

LIMA, M.A.P.; PREZOTO F. Foraging activity rhythm in the Neotropical swarm-founding waso *Polybia platycephara sylvestris* (Hymenoptera: Vespidae) in different seasons of the year. **Sociobiology**, v.42, p. 745-752, 2003.

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

LOOPE, K. J.; JEANNE, R.L. A test of adaptive hypotheses for rapid nest construction in a swarm-fouding wasp. **Insectes Sociaux**, v.55, p.274-282, 2008.

LORENZI, M.C.; TURILLAZI, S. Behavioural and ecological adaptations to the high mountain environment of *Polistes biglumis bimaculatus*. **Ecological Entomology**, v.11, p. 199–204, 1986.

MACHADO, V. L. L. Análise populacional de colônias de *Polybia (Myrapetra) paulista* Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, n. 4, p. 187-201, 1984.

MACHADO, V. L. L.; CURADO, K. Análise Populacional e morfométrica em uma colônia de *Agelaia Vicina* (De Saussure, 1854) na fase reprodutiva. **Bioikos**, v. 9/10, nº 1/2, p. 7-15, 1996.

MACHADO, V. L. L.; GRAVENA, S.; GIANNOTTI, E. Análise populacional e morfométrica em uma colônia de *Brachygastra Lecheguana* (Latreille, 1824) na Fase reprodutiva. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, n. 2, p. 491-506, 1988.

MACHADO, V. L. L.; PARRA, J. R. P. Capacidade de retorno ao ninho de operárias de *Polybia (Myrapetra) scutellaris* (White, 1841) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 13, nº1, p. 13-18, 1984.

MACHADO, V.L.L. Análises morfométricas em colônias de *Polybia (Myrapetra) paulista* (Ihering, 1896) (Hymenoptera, Vespidae). **Naturalia**, v. 8, p. 219-226, 1983.

MACHADO, V.L.L. **Aspectos biológicos de *Protopolybia exigua exigua* (Saussure, 1854) (Hymenoptera, Vespidae)**. 1974. 105p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (ESALQ-USP), Piracicaba 1974. 105p.

MACHADO, V.L.L. Aspectos da biologia de *Protopolybia pumila* (Saussure, 1863) (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 37, nº 4, p. 771-784, 1977a.

MACHADO, V.L.L. Estudos biológicos de *Polybia occidentalis occidentalis* (Olivier, 1791) (Hymenoptera, Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, nº 1, p. 7-24, 1977b.

MAKINO, S. List of parasitoides of Polistine wasps. **Sphecos**, v. 10, nº 21, 1984.

MATEUS, S. **Análise dos comportamentos envolvidos na organização social e no processo de enxameio de *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera, Polistinae, Epiponini)**. 2005. p.143. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

MATSUURA, M.; YAMANE, S. **Biology of the Vespine Wasps**. Springer-Verlag, Berlin. 1990.

MORIMOTO, R. On the nesting sites of *Polistes chinensis antennalis* Pérez (Studies on the social Hymenoptera of Japan) (in Japanese, with English summary). **Bulletin Faculty of Agriculture Kyushu University**, v.14, p. 235–245, 1953.

NASCIMENTO, F. S. et al. Vespas sociais neotropicais: padrões comportamentais, regulação social e arquitetura de ninho. In: VILELA, E.F et al. **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: UFV, 2008. p. 47-67.

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., MATEUS, S.; R. ZUCCHI. Morphological caste differences in the neotropical swarm-founding and polygynous Polistinae wasps, *Polybia scutellaris*. **Studies on the Neotropical Fauna and Environment**, v. 32, p. 76-80, 1997.

NOLL, F.B.; WENZEL, J.W.; R. ZUCCHI. Evolution of Caste in Neotropical Swarm-Founding Wasps (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **American Museum of Natural History**, New York, NY, v. 3467, 24 p., 2004.

NOLL, F.B; ZUCCHI, R. Increasing caste differences related to life cycle progression in some neotropical swarm-founding polygynic polistinae wasps (Hymenoptera Vespidae Epiponini). **Ethology Ecology and Evolution**, v. 12, p. 43-65, 2000.

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

O'DONNELL, S.; JEANNE, R. L. Forager specialization and the control of nest repair in *Polybia occidentalis* Olivier (Hymenoptera: Vespidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 27, p. 359-364, 1990.

O'DONNELL, S.; JEANNE, R. L. The effects of colony characteristics on life span and foraging behavior of individual wasps (*Polybia occidentalis*, Hymenoptera: Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 39, p. 73–80, 1992.

O'DONNELL, S.; JEANNE, R. L. The nest of fortress: defensive behavior of *Polybia emaciata*, a mud-nesting eusocial wasp. **Journal of Insect Science**, v. 2, n°3, p. 1-5, 2002.

OLIVEIRA, A.L.; NOLL, F.B.; MATEUS, S.; GOMES, B. Castes and asynchronous colony cycle in *Polybia bistrriata* (Fabricius) (Hymenoptera: Vespidae), **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 817-827, 2007.

PARRA, J.R.P.; M.L. HADDAD. **Determinação do número de instares de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1989, 49p.

- PENNA, M.A.H. et al. Comparative productivity of *Mischocyttarus cerberus styx* (Richards, 1940) and *Mischocyttarus cassununga* Saussure (von Ihering, 1903) in an anthropic environment as evaluation for differences in ecological strategies. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.9, n°2., 2007.
- PIZARRO, L. C; ALVARADO, M. R.; NOLL, F. B. Morphological Caste Differences in *Polybia aequatorialis* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae: Epiponini), a Social Wasp of the Highlands of Costa Rica. **Entomologica Americana**, v. 115, n°2, p.148-153, 2009.
- POST, D. C.; JEANNE, R. L. Male reproductive behavior of the social wasp *Polistes fuscatus* (Hymenoptera: Vespidae). **Zeitschrift für Tierpsychologie**, Berlin, v. 62, p. 157-171, 1983.
- PREZOTO, 2001. **Estudos biológicos e etológicos de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán, 1951**. 2001, 109p. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2001.
- PREZOTO, F.; GOBBI, N. Morfometria dos estágios imaturos de *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 7, n° 1, p. 47-54, 2005.
- PREZOTO, F.; GOBBI, N. Patterns of honey storage in nests of the neotropical paper wasp *Polistes simillimus* Zikán, 1951 (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v.41, n°2, p. 437-442, 2003.
- PREZOTO, F.; LIMA, P. M. A.; MACHADO, V. L. L. Survey of Preys Captured and Used by *Polybia platycephala* (Richards) (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 849-851, 2005.
- PREZOTO, F.; MACHADO, V. L. L. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 3, p. 841-850, 1999.
- PREZOTO, F.; RIBEIRO JÚNIOR, C.; GUIMARÃES, D. L.; ELISEI, T. Vespas sociais e o controle biológico de pragas: atividade forrageadora e manejo das colônias. In: VILELA, E.F et al. **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa: UFV, 2008, v. 1, p. 413-427.
- PREZOTO, F.; SANTOS-PREZOTO, H. H. Occurrence of nest fusion in the swarm-founding wasp *Polybia paulista* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, USA, v. 45, n° 1, p. 99-103, 2005.
- RAVERET-RICHTER, M. A. Social wasp (Hymenoptera: Vespidae) foraging behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 121-150, 2000.
- RICHARDS, O.W. **The social wasps of the Americas excluding the Vespinae**. London, British Museum (Natural History), 1978, 580p.

RICHARDS, O.W.; RICHARDS M.J. Observations on the social wasps of South America (Hymenoptera, Vespidae). **Transactions of the Royal entomology Society of London**, v. 102, p. 1-170, 1951.

ROCHA, A. A.; E. GIANNOTTI. Foraging Activity of *Protopolybia exigua* (Hymenoptera, Vespidae) in Different Phases of the Colony Cycle, at an Area in the Region of the Medio Sao Francisco River, Bahia, Brazil. **Sociobiology**, v. 50, p. 813-831, 2007.

ROSSI, A.M.; HUNT, J.H. Honey supplementation and its developmental consequences: evidence for food limitation in paper wasp, *Polistes metricus*. *Ecological Entomology*, v.13, p. 437-442, 1988.

SEN, R.; GADAGKAR, R. Males of the social wasp *Ropalidia marginata* can feed larvae, given an opportunity. **Animal Behaviour**, v. 71, p. 345-350, 2006.

SHIMA S.N.; YAMANE S.; R. ZUCCHI.. Morphological Caste Differences in Some Neotropical Swarm-founding Polistinae Wasps I. *Apoica flavissima* (Hymenoptera, Vespidae). **Japanese Journal of Entomology**, v. 6, n°4, p. 811-822, 1994.

SHIMA, S.M.; YAMANE, S. & ZUCCHI, R. .Morphological caste differences in some neotropical swarm-founding Polistinae wasps II. *Polybia dimidiata* (Hymenoptera, Vespidae). **Japanese Journal of Entomology**, v.64, n°1, p.131-134, 1996.

SHIMA, S.N. **Variabilidade das castas em algumas espécies de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polybiini)**. 1991, 254p. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), 1991.

SIMÕES, D.; MECCHI M.R. Estudo sobre a fenologia de *Polybia (Myrapetra) paulista* Ihering, 1896 (Hymenoptera, Vespidae). **Naturalia**, v. 8, p. 185-191, 1983.

SINZATO, D. M. D.; PREZOTO, F. Aspectos comportamentais de fêmeas dominantes e subordinadas de *Polistes versicolor* Olivier, 1791 (Hymenoptera, Vespidae) em colônias na fase de fundação. **Revista de Etologia**, v.2, n°2, p. 121-127, 2000.

SILVEIRA, O. T. The male of *Mischocyttarus nomurae* Richards, with a re-examination of the limits and contents of the *M. cerberus* species group (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae, Mischocyttarini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n° 3, p. 335-338, set 2004.

SMITH, 2004. Nest Sites of the Paper Wasp *Mischocyttarus collarellus* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a Lowland Tropical Rain Forest. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.77, n° 4, p. 457-469, 2004.

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.

SPRADBERY, J.P. **Wasps**. An account of the biology and natural history of solitary and social wasps. Seattle: University of Washington Press, 1973, 408 p.

STARR, C. K. The nest as the locus of social life. In ROSS, K. G. AND MATTHEWS, R. W. (eds.). **The Social Biology of Wasps**, p. 520—539. Cornell University Press, 1991. 678p.

STRASSMANN, J. E. et al. Colony life history and demography of a swarm founding social wasp. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 40, p. 71–77, 1997.

TECH, G.M.; MACHADO, V.L.L. Análises morfológicas em colônias de *Polybia* (*Myrapetra*) *fastidiosuscula* Saussure, 1854 (Hymenoptera, Vespidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n° 3-4, p. 447-454, 1989a.

TECH, G. M.; MACHADO, V. L. L. Análise Populacional de colônias de *Polybia* (*Myrapetra*) *fastidiosuscula* Saussure, 1854. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 33, n° 3/4, p. 429-446, 1989b.

WENZEL, J. W. Application of the biogenetic law to behavioral ontogeny: a test using nest architecture in paper wasps. **Journal of Evolutionary Biology**, v.6, p.229-247, 1993.

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

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

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

WEST-EBERHARD, M. J. The nature and evolution of swarming in tropical social wasps (Vespidea, Polistinae, Polybiini). In: JAISSON, P. **Social Insects in the Tropics**. Université Paris-Nord., 1, 1982. p. 97-128.

WEST-EBERHARD, M.J. Temporary queens in Metapolybia wasps: non-reproductive helpers without altruism? **Science**, v. 200, p. 441-443, 1978.

WILSON, E.O. **The insect societies**. Belknap Press: Harvard University Press, Cambridge Mass., 1971. 548 p.

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

ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. Fourth Edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

ZUCCHI, R. et al. *Agelaia vicina*, a swarm-founding Polistinae with the largest colony size among wasps and bees (Hymenoptera: Vespidae). **Journal of the New York Entomological Society**, v. 103, n°2, p. 129-137, 1995.