

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Darwin Canabrava Mendonça Gomes Silva

**Vespas sociais do campus de Juiz de Fora da UFJF: aspectos ecológicos diante das
mudanças climáticas**

Juiz de Fora
2025

Darwin Canabrava Mendonça Gomes Silva

**Vespas sociais do campus de Juiz de Fora da UFJF: aspectos ecológicos diante das
mudanças climáticas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas
da Universidade Federal de Juiz de Fora como
requisito à obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Fabio Prezoto

Juiz de Fora
2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Darwin Canabrava Mendonça Gomes.

Vespas sociais do campus de Juiz de Fora da UFJF : aspectos ecológicos diante das mudanças climáticas / Darwin Canabrava Mendonça Gomes Silva. -- 2025.

37 p. : il.

Orientador: Fabio Prezoto

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas, 2025.

1. Vespas sociais. 2. Ecologia urbana. 3. Mudanças climáticas. 4. Conservação. I. Prezoto, Fabio, orient. II. Título.

Darwin Canabrava Mendonça Gomes Silva

Vespas sociais do campus de Juiz de Fora da UFJF: aspectos ecológicos diante das mudanças climáticas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 20 de março de 2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **FABIO PREZOTO**
Data: 15/04/2025 18:00:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabio Prezoto - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Documento assinado digitalmente
 **BRUNO CORREA BARBOSA**
Data: 15/04/2025 15:58:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Bruno Corrêa Barbosa
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA FALCI THEZA RODRIGUES**
Data: 15/04/2025 17:35:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luciana Falci Theza Rodrigues
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dedico este trabalho à minha mãe, minha avó, minha tia, minha companheira e meus sogros, a família que me deu o apoio e as forças que eu precisava ao longo dessa jornada, pois é graças ao seu esforço conjunto que hoje eu posso concluí-la. Também o dedico à minha gatinha e à minha cadelinha, que me aturam desde o ensino fundamental.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e à minha avó por terem se esforçado por tanto tempo para que eu tivesse a oportunidade de chegar onde cheguei, mesmo com todos os desafios no caminho, pois sem sua atenção, dedicação e amor, eu não teria conseguido chegar onde cheguei. Agradeço à minha companheira por ter dividido as angústias e multiplicado as felicidades, sempre com muito amor e carinho. Agradeço aos meus sogros por seus conselhos, ensinamentos e apoio. Agradeço aos amigos que fiz nessa jornada por terem me feito companhia neste caminho de aprendizado e evolução. Agradeço ao meu amigo e companheiro de trabalho no desenvolvimento do presente estudo por sua diligência e paciência ao longo da realização dele, pois sem sua competência e habilidades, este trabalho não existiria. Agradeço ao meu orientador por me guiar nessa jornada, sempre com muita sabedoria e paciência. Agradeço a todos os professores que desempenharam um papel fundamental em minha formação profissional, acadêmica e pessoal. Agradeço, finalmente, à instituição na qual me formei pela oportunidade e pela qualidade dos recursos disponibilizados.

RESUMO

As vespas sociais são uma peça fundamental do ecossistema urbano, fornecendo múltiplos serviços ecossistêmicos, como o controle de população de insetos e outros artrópodes, a polinização de certas espécies vegetais, a reciclagem de matéria orgânica morta, e podem servir até como bioindicadores. O presente estudo investigou a influência das mudanças climáticas sobre as populações de vespas sociais em um fragmento do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora. Foram conduzidos censos bimestrais para avaliar a abundância, diversidade e longevidade das colônias em relação às variações sazonais de temperatura, assim como a frequência de novas fundações e a preferência de substrato. Os resultados indicaram que espécies como *Mischocyttarus drewseni* e *Polistes versicolor* apresentam forte correlação com a temperatura média, sugerindo maior sensibilidade a variações climáticas. Em contrapartida, *Mischocyttarus cassununga* mostrou-se resiliente e eudominante, possivelmente devido ao seu comportamento adaptado ao ambiente urbano. Os substratos preferidos para nidificação variaram entre espécies, com algumas, como *Polybia platycephala* e *Protopolybia exigua*, preferindo ambientes naturais, enquanto outras, como *Mischocyttarus* spp., foram encontradas predominantemente em estruturas artificiais. Além disso, observou-se que a maioria das colônias não sobreviveu além do período de um censo, sugerindo impactos de fatores como predação e perturbações antrópicas sobre seu sucesso. Os achados do estudo ressaltam a importância do monitoramento contínuo das populações de vespas sociais para a conservação, e também da implementação de estratégias, como esforços para mitigar os efeitos das mudanças climáticas sobre essas espécies, considerando principalmente a preferência de habitat e a vulnerabilidade às oscilações de temperatura.

Palavras-chave: vespas sociais; mudanças climáticas; ecologia urbana; conservação; biodiversidade.

ABSTRACT

Social wasps are a fundamental part of the urban ecosystem, providing many ecosystem services, such as population control of insects and other arthropods, pollination of certain plant species, recycling of dead organic matter, and may even serve as bioindicators. This study explored the influence of climate change over the populations of social wasps in a section of the Universidade Federal de Juiz de Fora campus. Bimonthly censuses were conducted to evaluate the abundance, diversity and longevity of the colonies in relation to the seasonal temperature variations, while also evaluating the frequency of new foundations and their preferred substrates. The results indicate that species such as *Mischocyttarus drewseni* and *Polistes versicolor* exhibit strong correlation with the temperature averages, suggesting a higher sensibility to climatic variations. In contrast, *Mischocyttarus cassununga* was shown to be resilient and eudominant, possibly due to its behavior, which is adapted to the urban environment. The preferred substrate for nidification varied from species to species, with some of them, such as *Polybia platycephala* and *Protopolybia exigua*, preferring natural substrates while others, such as *Mischocyttarus* spp., being found predominantly in artificial structures. Furthermore, it was observed that most of the colonies did not last for more than one census period, suggesting the impact of factors such as predation and anthropic disturbances over their success. This study's findings highlight the importance of constantly monitoring the populations of social wasps for conservation, and also the importance of implementing conservation strategies in an effort to mitigate the effects that climate change has over these species, primarily considering their habitat preference and their vulnerability to temperature oscillations.

Keywords: social wasps; climate change; urban ecology; conservation; biodiversity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Área delimitada para a realização dos censos no campus de Juiz de Fora da UFJF.	17
Gráfico 1 – Relação entre os números absolutos de abundância das colônias encontradas em cada mês para cada espécie (<i>Mischocyttarus cassununga</i> é representada no Gráfico 2 por ser a espécie eudominante) e as temperaturas médias mensais (em °C).	23
Gráfico 2 – Relação entre os números absolutos de abundância das colônias de <i>M. cassununga</i> encontradas em cada mês e as temperaturas médias mensais (em °C).	24
Gráfico 3 – Relação entre os números absolutos de abundância das novas fundações encontradas em cada mês para cada espécie (<i>M. cassununga</i> é representada no Gráfico 4 por ser a espécie eudominante) e as temperaturas médias mensais (em °C).	26
Gráfico 4 – Relação entre os números absolutos de abundância das novas fundações de <i>M. cassununga</i> encontradas em cada mês e as temperaturas médias mensais (em °C).	26
Gráfico 5 – Relação da porcentagem de colônias encontradas em cada substrato para cada espécie (A: natural; B: feito pelo homem).....	28
Figura 2 – Fotografias de duas colônias de vespas. À esquerda, uma colônia de <i>Polybia platycephala</i> , e à direita, uma colônia de <i>Protopolybia exigua</i> , ambas localizadas em uma árvore da família Aracaceae.	29
Gráfico 6 – Relação da porcentagem de colônias encontradas em cada classe de altura para cada espécie (X: até 2 metros; Y: entre 2 e 5 metros; Z: mais alto que 5 metros).....	30
Gráfico 7 – Número de fundações por espécie para cada classe de duração (<i>M. cassununga</i> é representada no Gráfico 8 por ser a espécie eudominante).	31
Gráfico 8 – Número de fundações de <i>Mischocyttarus cassununga</i> para cada classe de duração.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das espécies encontradas no campus da UFJF nos últimos 25 anos, no presente estudo e nos estudos de Barbosa et al. (2016a) e Detoni et al. (2018). O trabalho de Lima et al. (2000) não foi incluído por ter tratado apenas a nível de gênero.....	21
Tabela 2 – Número total de colônias, frequência de ocorrência, constância e dominância de cada espécie encontrada.....	22
Tabela 3 – Relação entre o coeficiente de correlação de Spearman para as temperaturas médias e as colônias encontradas em cada mês para cada espécie, juntamente à interpretação de ρ ...	23
Tabela 4 – Relação entre o coeficiente de correlação de Spearman para as temperaturas médias e as novas fundações encontradas em cada mês para cada espécie, juntamente à interpretação de ρ	25
Tabela 5 – Relação da longevidade média aproximada das colônias registradas para cada espécie, do desvio padrão e de sua suficiência amostral.	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMSL	<i>Above mean sea level</i> – acima do nível médio do mar
CBR	Centro de Biologia da Reprodução
CGCO	Centro de Gestão do Conhecimento Organizacional
Critt	Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
ICE	Instituto de Ciências Exatas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4 CONCLUSÃO.....	34
5 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O escopo do presente estudo se dá em torno dos integrantes da ordem Hymenoptera, da classe Insecta, subfilo Hexapoda, filo Arthropoda, que compreende entre 116 mil e 131 mil espécies descritas (Brusca *et al.*, 2018; Catalogue of Life, 2025; Stork, 2017). Mais especificamente, estudou-se a família das vespas sociais, Vespidae, integrante da superfamília Vespoidea, a superfamília das vespas como um todo (Prezoto *et al.*, 2021).

Hymenoptera é a quarta ordem mais diversa de insetos, sendo ultrapassada apenas por Coleoptera, Lepidoptera e Diptera, respectivamente (Catalogue of Life, 2025; Rafael *et al.*, 2024; Stork, 2017). É nessa ordem em que se encontram as famílias Apidae (abelhas), Formicidae (formigas) e Vespidae (vespas sociais), entre outras, famílias que possuem como uma de suas características mais marcantes a eussocialidade comum a parte das espécies integrantes (Brusca *et al.*, 2018; Hölldobler; Wilson, 1990; Ross; Matthews, 1991). A maioria das espécies de vespas não são eussociais, com apenas 1.603 espécies apresentando a eussocialidade, dentro do total de 25.934 espécies de vespas (Catalogue of Life, 2025). A eussocialidade pode ser definida como uma organização social presente em qualquer espécie na qual há: adultos vivendo em agrupamentos, cuidado cooperativo pelos filhotes (indivíduos cuidam da prole que não é sua), divisão reprodutiva de trabalho (nem todos os indivíduos são capazes de reproduzir) e sobreposição de gerações (Wilson, 1971). Vale ressaltar também que a superfamília Vespoidea é um objeto valioso para o estudo do comportamento social, uma vez que apresenta grupos de vespas solitárias até grupos altamente sociais e eussociais.

As vespas sociais da família Vespidae são definidas morfologicamente pela margem posterior do pronoto em forma de U e pelo dobramento longitudinal das asas da frente quando em descanso, e socialmente pela divisão eussocial das colônias em três castas: rainhas, trabalhadoras e machos, na qual só as trabalhadoras são capazes de ferocar (NC State Agriculture and Life Sciences, 2015; Rafael *et al.*, 2024).

Os himenópteros, incluindo as vespas sociais, fornecem diversos serviços ecossistêmicos, embora a percepção pública das vespas seja mais negativa que dos demais devido aos incidentes com humanos e à circulação de desinformações em torno de seu comportamento (Maciel *et al.*, 2024; Sumner *et al.*, 2018). A percepção cultural é majoritariamente negativa com as vespas, que são comumente retratadas de maneira sensacionalista e alarmista, e pouco se fala de sua importância para o ecossistema (Maciel *et al.*, 2024).

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como funções e bens valiosos para a sociedade humana, naturalmente provenientes de organismos individuais até ecossistemas inteiros, apoiando a qualidade de vida humana direta ou indiretamente (Harrington *et al.*, 2010). Esses serviços podem ser amplamente categorizados em quatro tipos principais: (i) serviços regulatórios (e.g. regulação de ecossistemas e processos ecossistêmicos); (ii) serviços de provisão (e.g. fontes de energia ou materiais que podem ser extraídos diretamente dos ecossistemas); (iii) serviços de apoio (e.g. ajudam a manter outros serviços ecossistêmicos); e (iv) serviços culturais (e.g. no qual ajuda a manter papéis importantes na educação, recreação e conservação) (MEA, 2005).

No caso das vespas sociais, tem-se exemplos de serviços ecossistêmicos como: (i): controle de pragas de plantações agrícolas (Bommarco *et al.*, 2011; Southon *et al.* 2019), regulação populacional de artrópodes no ambiente natural (Harris, 1991; Sears *et al.*, 2001) e polinização (Corlett, 2001; Fateryga, 2010; Hallet *et al.*, 2017; Mant *et al.*, 2002, 2005; Mello *et al.*, 2011); (ii): fonte de nutrição para consumo humano (Nonaka, 2010) e produção de compostos com potencial biomédico (Das Neves *et al.*, 2016; Moreno *et al.*, 2014; Yamada *et al.*, 2005); (iii): decomposição e reciclagem de matéria orgânica morta (Wilson *et al.*, 2009) e dispersão de sementes (Chen *et al.*, 2017); (iv): bioindicadoras da qualidade de um ecossistema (Urbini *et al.*, 2006; Vieira *et al.*, 2011), presença no campo artístico, na literatura e na cultura (Brock *et al.*, 2021; Jones 2019; Sumner *et al.*, 2018). Evidenciam-se, dessa forma, os importantes serviços ecossistêmicos fundamentais exercidos pelas vespas sociais, destacando sua importância como peças insubstituíveis dos ecossistemas (Brock *et al.*, 2021).

Sob a perspectiva da importância ecológica das vespas sociais, o crescente declínio da entomofauna torna-se ainda mais preocupante para a conservação desses animais. Estudos recentes indicaram um declínio de 76% na biomassa de insetos voadores em áreas protegidas na Alemanha em um espaço de 27 anos (Hallmann *et al.*, 2017), enquanto um estudo recente em Porto Rico relatou uma perda de 98% e 78% para artrópodes terrícolas e de dossel, respectivamente, ao longo de um período de 36 anos, além de evidenciar um declínio paralelo em espécies de aves, anuros e lagartos nas mesmas áreas como resultado da ausência dos invertebrados que servem como alimento desses animais (Lister; Garcia, 2018).

De forma mais ampla, a proporção atual de espécies de insetos em declínio (41%) é duas vezes maior que a dos vertebrados, e o ritmo de extinção de espécies locais (10%) é oito vezes maior, com cerca de 1/3 de todas as espécies de insetos sendo ameaçadas de extinção. Além disso, a cada ano, cerca de 1% de todas as espécies de insetos são adicionadas à lista de insetos ameaçados, com o declínio compondo uma perda anual de 2,5% na biomassa no mundo inteiro

(Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019), representando um risco imenso para a conservação da biodiversidade e para o funcionamento dos ecossistemas.

Os principais causadores desse declínio aparentam ser, em ordem de importância: (i) perda de habitat, por conversão em agricultura intensiva e urbanização; (ii) poluição, principalmente por pesticidas sintéticos e fertilizantes; (iii) fatores biológicos, incluindo patógenos e espécies introduzidas; e (iv) mudanças climáticas (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019). É importante ressaltar que as mudanças climáticas são particularmente relevantes para as regiões tropicais, uma vez que as espécies dos trópicos são, no geral, mais sensíveis às mudanças climáticas que as espécies das regiões temperadas.

Quanto aos himenópteros, o foco dos estudos até o presente momento é majoritariamente nas abelhas, devido à sua importância econômica e ecossistêmica como polinizadores (Gallai *et al.*, 2009), e secundariamente nas formigas, o que deixa o *status* de outros himenópteros, como as vespas sociais, praticamente desconhecido quando comparado ao das abelhas, embora proporcionem serviços ecossistêmicos igualmente importantes (Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019).

Estudos em torno da diversidade das vespas sociais foram realizados anteriormente abrangendo a comunidade das colônias na região do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, localidade urbana com ampla cobertura vegetal, como os de Lima *et al.* (2000), Barbosa *et al.* (2016a) e Detoni *et al.* (2018). Esses estudos realizaram levantamentos, registrando uma lista de espécies de vespas sociais encontradas na região ao longo de 20 anos de estudos esporádicos (Barbosa *et al.*, 2016a; Detoni *et al.*, 2018). O estudo de Lima *et al.* (2000) correlaciona os dados encontrados às condições climáticas no momento dos levantamentos, e o estudo de Barbosa *et al.* (2016a) conclui que o município de Juiz de Fora apresenta grande potencial ecológico, abrindo oportunidades para estudos subsequentes, como o de Detoni *et al.* (2018).

Com os antecedentes desses estudos e as oportunidades de pesquisas subsequentemente criadas por eles, somado à carência geral de estudos em torno da relação das vespas sociais com o clima, dado o cenário atual das crescentes mudanças climáticas globais e o seu impacto sobre a entomofauna, juntamente à importância de conservar os serviços ecossistêmicos provenientes das vespas, foi decidido que o presente estudo buscaria estudá-las no ambiente alterado urbano do campus da UFJF. O objetivo do estudo foi monitorar as vespas a curto prazo, ao longo de um período de um ano, e a longo prazo, dando continuidade aos estudos passados na localidade, como os citados anteriormente, a fim de reunir e analisar uma série de informações sobre o grupo, como a frequência de fundações, a longevidade de cada colônia e o substrato e a altura

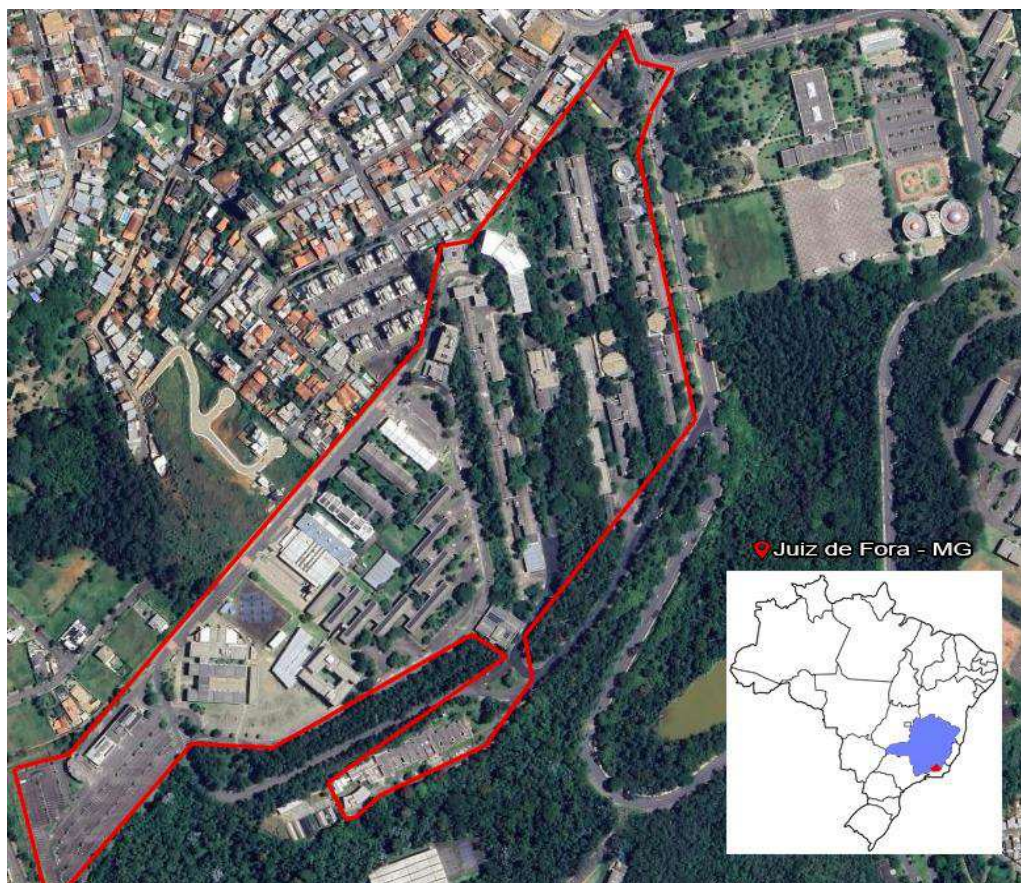
de nidificação, visando correlacioná-las com as condições climáticas registradas ao longo do monitoramento e buscando comparar os resultados com os dos estudos pré-existentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi efetuado no campus da UFJF ($21^{\circ}46'02.72''\text{S}$ - $43^{\circ}22'34.9''\text{W}$ 678 metros AMSL), localizado no sudeste do Brasil, no estado de Minas Gerais, dentro do município de Juiz de Fora. O clima local é caracterizado como subtropical úmido, com invernos secos (maio a setembro) e verões chuvosos (outubro a abril) (Cwa), de acordo com Köppen-Geiger (Sá-Júnior *et al.*, 2012). A área foi classificada por Carvalho *et al.* (2014) como possuindo um predomínio de *Pinus elliottii* Engelm., demonstrando baixa diversidade de espécies de flora, e é considerado um ecossistema emergente.

Essa área foi escolhida para o desenvolvimento do presente estudo por ser um ambiente urbano localizado em um fragmento de mata alterada, sujeita a constante atividade antrópica devido ao tráfego no anel viário localizado no centro da área e às diversas obras frequentemente realizadas nos edifícios da universidade propriamente dita. Especificamente, a área do estudo abrangeu as regiões da faculdade de Letras, do prédio anexo do ICB, do ICB, do CGCO, do ICE, do CBR, das faculdades de Engenharia, do RU e do Critt, localizadas na UFJF (Figura 1).

Figura 1 – Área delimitada para a realização dos censos no campus de Juiz de Fora da UFJF.



Fonte: Google Earth (2024)

A coleta de dados se deu na forma de seis censos bimestrais distribuídos pelos meses de outubro e dezembro de 2023 e de fevereiro, abril, junho e agosto de 2024. Cada censo foi realizado na primeira semana de cada um desses meses. A busca por colônias foi de forma ativa, realizada por dois coletores de dados devidamente treinados, inspecionando-se principalmente os substratos feitos pelo homem e os substratos naturais como plantas e barrancos.

Cada colônia foi fotografada uma vez por censo e recebeu um código determinante (ND-xxxx, no qual “xxxx” se refere à enumeração ordenada das colônias), para identificação e catalogação dos dados coletados relativos a cada uma. As fotografias foram realizadas por meio de *smartphones* e adicionadas a um catálogo fotográfico, que serviu como forma de acompanhar e comparar as colônias anteriormente registradas com as novas encontradas em cada censo, e servindo também como uma comprovação física dos dados coletados.

A identificação das espécies foi feita com o auxílio do guia visual de identificação das vespas sociais registradas na região de Minas Gerais (Barbosa *et al.*, 2016b), e as espécies encontradas foram comparadas com as previamente encontradas por Lima *et al.* (2000), Barbosa *et al.* (2016a) e Detoni *et al.* (2018) no campus de Juiz de Fora da UFJF.

Os dados coletados e registrados para cada colônia foram os seguintes: espécie; altura da colônia relativa ao chão: até 2 metros; 2 a 5 metros; e maior que 5 metros; e tipo de substrato: natural (*e.g.* plantas, rochas, barrancos) e feito pelo homem (*e.g.* edifícios, postes, ar-condicionados, pontos de ônibus, diversos objetos). Por fim, com a soma e posterior organização de todos os dados coletados ao longo dos seis censos, também foi possível identificar a longevidade de cada colônia e a frequência de fundação em cada mês a partir de dezembro, assim como a dominância, a constância, a abundância e a riqueza das espécies encontradas.

Os dados climáticos foram obtidos da plataforma digital do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Estação Juiz de Fora A518. Uma vez que a estação coleta dados climáticos a cada hora, foram realizadas médias aritméticas das temperaturas máximas e mínimas de cada hora registrada na plataforma, para cada mês de censo.

Para os cálculos de constância e dominância de cada espécie, seguiu-se o método de Bodenheimer (1955) e o de Friebe (1983), respectivamente. Para a tabulação dos dados, para a aplicação dos cálculos do coeficiente de correlação de Spearman, de constância e de dominância e para a elaboração dos gráficos incluídos no estudo, utilizou-se o *software* Microsoft Excel (versão 2501, *build* 18429.20158). Espécies de dominância rara foram desconsideradas das análises dos resultados finais devido ao seu baixo valor amostral.

Quanto às novas fundações encontradas nos meses de dezembro, fevereiro, abril, junho e agosto (nessa parte da análise, exclui-se outubro, pois não houve um censo anterior a esse mês, tornando impossível estabelecer quais colônias encontradas no mês de outubro são novas fundações e quais são mais antigas), estabeleceu-se que um novo registro de uma colônia encontrada no censo de um determinado mês seria considerado uma fundação nova desse mês.

Percebe-se, no entanto, que tais fundações podem ter se estabelecido em qualquer momento entre o dia final do censo do mês anterior e a véspera do primeiro dia do censo do mês em questão. Portanto, essa classificação se refere a fundações que foram estabelecidas no período entre o fim do censo do mês anterior e a véspera do início do censo presente. *E.g.* novas colônias encontradas no censo de dezembro, que não foram anteriormente registradas no censo de outubro, foram classificadas como novas fundações do mês de dezembro, representando, assim, a janela de tempo na qual ela foi fundada (entre o final do censo de outubro e a véspera do início do censo de dezembro).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a finalização dos censos, foi registrado um total de 1.096 colônias individuais de vespas sociais (Vespidae) na área delimitada, distribuídas em quatro gêneros e nove espécies diferentes (Tabela 1). Em comparação aos estudos anteriores Barbosa *et al.* (2016a) e Detoni *et al.* (2018), não foram encontrados os gêneros *Apoica*, *Brachygastra*, *Metapolybia* e *Synoeca*, provavelmente devido ao fato de que o presente estudo abrangeu uma área menor do que a abrangida pelos anteriores, podendo não ter sido suficiente para encontrar gêneros e espécies de ocorrência mais rara. Em contrapartida, há a possibilidade da ausência de determinados gêneros e espécies ser devida à ação antrópica, à perda de cobertura vegetal e às mudanças das condições climáticas, uma vez que o método empregado pelo estudo permitiu que a coleção de dados fosse mais minuciosa, como será melhor discutido adiante.

Na Tabela 2, referente ao total de colônias, frequência de ocorrência, constância e dominância de cada espécie encontrada, é particularmente notável a eudominância da espécie *M. cassununga*, assim como a presença de espécies raras, como a *P. simillimus*, que podem atuar como possíveis bioindicadores da qualidade ambiental local do campus (Urbini *et al.*, 2006; Vieira *et al.*, 2011).

Tabela 1 – Relação das espécies encontradas no campus da UFJF nos últimos 25 anos, no presente estudo e nos estudos de Barbosa et al. (2016a) e Detoni et al. (2018). O trabalho de Lima et al. (2000) não foi incluído por ter tratado apenas a nível de gênero.

Nome da Espécie	Barbosa <i>et al.</i> (2016a)	Detoni <i>et al.</i> (2018)	Presente estudo (2025)
<i>Apoica pallens</i>	X	-	-
<i>Brachygastra lecheguana</i>	X	-	-
<i>Metapolybia docilis</i>	X	-	-
<i>Mischocyttarus atramentarius</i>	-	-	X
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	X	X	X
<i>Mischocyttarus cf. drewseni</i>	X	X	X
<i>Mischocyttarus iheringi</i>	-	-	X
<i>Mischocyttarus rotundicolis</i>	X	-	-
<i>Mischocyttarus socialis</i>	X	X	-
<i>Mischocyttarus wagneri</i>	X	X	-
<i>Polistes ferreri</i>	X	X	X
<i>Polistes simillimus</i>	X	-	X
<i>Polistes versicolor</i>	X	X	X
<i>Polybia chrysothorax</i>	X	-	-
<i>Polybia fastidiosuscula</i>	X	X	-
<i>Polybia ignobilis</i>	X	-	-
<i>Polybia paulista</i>	-	X	-
<i>Polybia platycephala</i>	X	X	X
<i>Polybia sericea</i>	X	-	-
<i>Polybia</i> spp.	-	X	-
<i>Protonectarina sylveirae</i>	X	-	-
<i>Protopolybia cf. exigua</i>	X	X	X
<i>Protopolybia sedula</i>	X	X	-
<i>Synoeca cyanea</i>	X	X	-
Total de espécies	20	13	9
Total de gêneros	9	5	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 2 – Número total de colônias, frequência de ocorrência, constância e dominância de cada espécie encontrada.

Nome da Espécie	Número Total de Colônias	Frequência de Ocorrência	Constância	Dominância
<i>Mischocyttarus atramentarius</i>	1	16,6%	Acidental	Raro
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	938	100%	Constante	Eudominante
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	42	100%	Constante	Subdominante
<i>Mischocyttarus iheringi</i>	4	66,6%	Constante	Raro
<i>Polistes ferreri</i>	3	83,3%	Constante	Raro
<i>Polistes simillimus</i>	1	33,3%	Acessória	Raro
<i>Polistes versicolor</i>	45	100%	Constante	Subdominante
<i>Polybia platycephala</i>	35	100%	Constante	Subdominante
<i>Protopolybia exigua</i>	27	100%	Constante	Subdominante
Total	1096			

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quanto à abundância de colônias encontradas em cada mês em relação às médias de temperatura mensais, sabendo-se que a sazonalidade impacta diretamente o ritmo biológico de desenvolvimento das vespas sociais (Prezoto *et al.*, 2007; Prezoto *et al.*, 2021), nota-se correlações de fortes a muito fortes (Tabela 3).

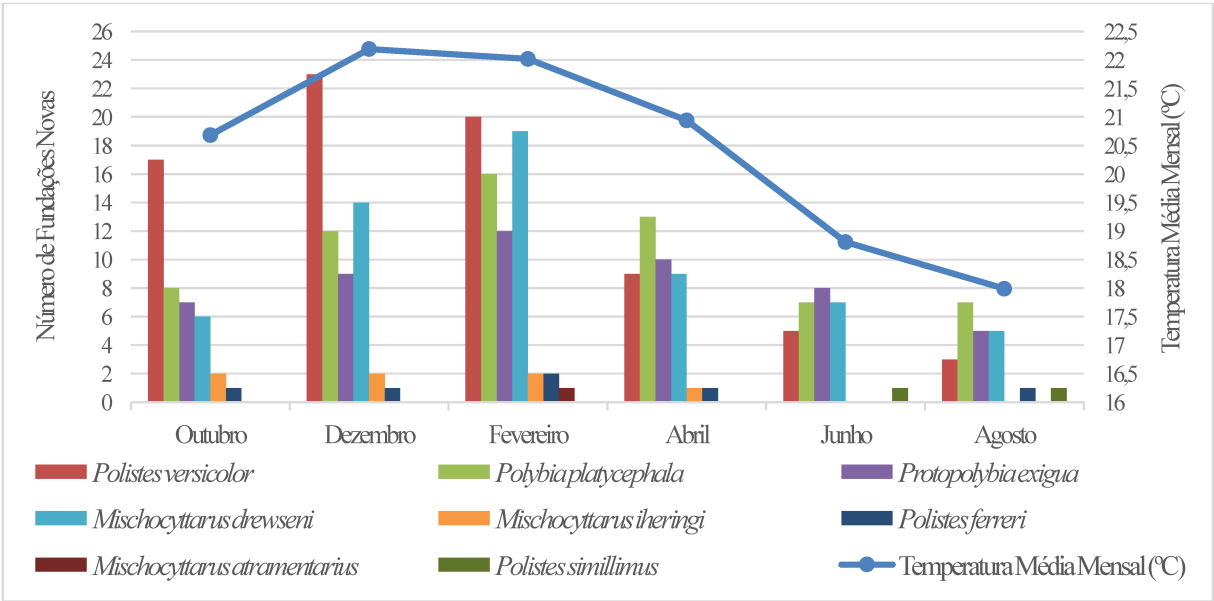
A redução média das temperaturas é seguida por uma redução na abundância das colônias encontradas, indicando que algumas espécies podem ser particularmente vulneráveis às quedas de temperatura, como a *P. versicolor* e a *M. drewseni*, enquanto outras, principalmente a mais abundante, *Mischocyttarus cassununga*, indicam ser mais resistentes a essas condições (Gráfico 1, 2).

Tabela 3 – Relação entre o coeficiente de correlação de Spearman para as temperaturas médias e as colônias encontradas em cada mês para cada espécie, juntamente à interpretação de ρ .

Nome da Espécie	Coeficiente de Correlação de Spearman	Interpretação de ρ (Correlação)
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	0,657	Forte
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	0,886	Muito forte
<i>Polistes versicolor</i>	0,943	Muito forte
<i>Polybia platycephala</i>	0,812	Muito forte
<i>Protopolybia exigua</i>	0,771	Forte

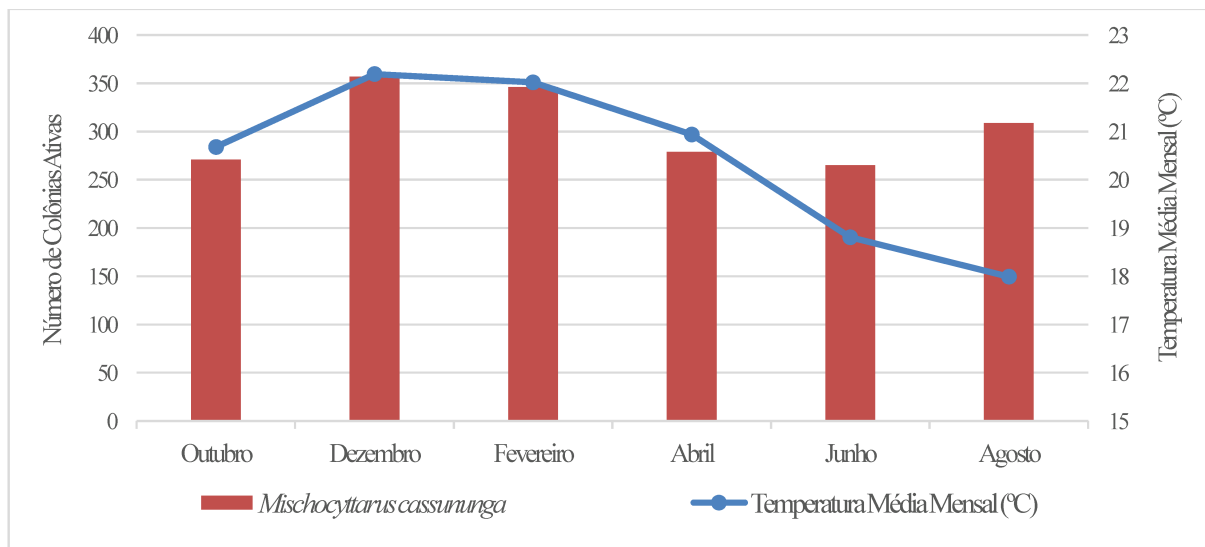
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 1 – Relação entre os números absolutos de abundância das colônias encontradas em cada mês para cada espécie (*Mischocyttarus cassununga* é representada no Gráfico 2 por ser a espécie eudominante) e as temperaturas médias mensais (em °C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 2 – Relação entre os números absolutos de abundância das colônias de *M. cassununga* encontradas em cada mês e as temperaturas médias mensais (em °C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Embora em algumas espécies seja possível observar maior sensibilidade às alterações sazonais baseando-se na correlação de Spearman, como no caso da *M. drewseni* e *Polistes versicolor*, as espécies de vespas que apresentaram maior sinantropia, como *M. cassununga*, a única eudominante do estudo, demonstraram abundância de colônias mais estáveis ao longo do período de censo em relação às outras.

Esse comportamento pode ser explicado pelos microclimas presentes nos habitats urbanizados, os quais apresentam temperatura com amplitude reduzida, amenizando o impacto das variações climáticas ao longo do ano nas espécies que colonizam nesses habitats com microclimas (Naldoski, 2013). Detoni *et al.* (2018) observou em seu estudo que, embora a riqueza de espécies tenha se mantido relativamente estável, a estrutura física do campus continua a mudar, aumentando as construções e reduzindo a cobertura vegetal, o que impulsiona ainda mais o domínio das espécies mais sinantrópicas.

Quanto à *M. cassununga*, vale ressaltar que as colônias são pediceladas, e o pedicelo pode ser estabelecido verticalmente, com as células horizontais, ou horizontalmente, com as células verticais, e o seu tamanho pode variar de acordo com o sucesso da colônia. Isso demonstra que a espécie apresenta grande variação em seus hábitos de nidificação, como será observado nos resultados mais à frente, sendo uma possível explicação para a sua eudominância, junto ao fator das modificações no campus, citadas anteriormente, que favorecem o comportamento sinantrópico da espécie (Castro *et al.*, 2014).

Ao correlacionar as novas fundações e as médias de temperatura, observa-se correlações moderadas a fortes (Tabela 4), indicando a influência que as condições climáticas têm sobre o comportamento de nidificação, ressaltando novamente a espécie *Mischocyttarus drewseni* e a *Polistes versicolor* como as mais correlacionadas. Ademais, em comparação com os gráficos de abundância das colônias, torna-se perceptível uma queda ainda mais brusca na quantidade de novas fundações a cada mês, correlacionada com as quedas das temperaturas médias mensais (Gráfico 3, 4).

É indispensável mencionar que nos meses de fevereiro e março de 2024, houve a realização do serviço “Desinsetização e Descupinização no âmbito da UFJF, conforme Contrato PR 053 / 2023 - Controle de Pragas”, abrangendo todo o campus da UFJF. Tal processo de desinsetização, sem dúvidas, impactou a comunidade de vespas sociais da área do presente estudo, podendo ser relacionado diretamente à queda subsequente na abundância das colônias. Vale ressaltar que os dados obtidos no mês de fevereiro de 2024, representados nos Gráficos 1, 2, 3 e 4, foram coletados anteriormente ao processo em questão, e os dados do mês de abril foram coletados logo após o encerramento da desinsetização.

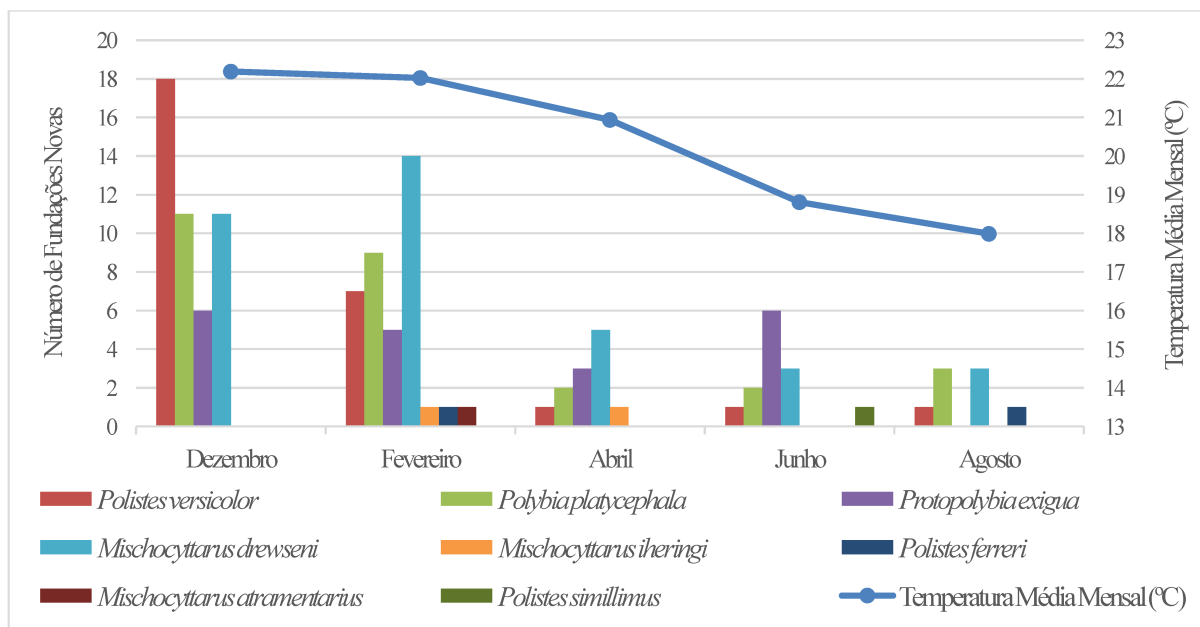
Em contrapartida à desinsetização, que possivelmente matou muitas vespas, deve-se ressaltar também as constantes limpezas, renovações, pinturas e outras obras realizadas no âmbito da UFJF, que, embora não matem as vespas diretamente, impactam o sucesso e a permanência das colônias sinantrópicas.

Tabela 4 – Relação entre o coeficiente de correlação de Spearman para as temperaturas médias e as novas fundações encontradas em cada mês para cada espécie, juntamente à interpretação de ρ .

Nome da Espécie	Coeficiente de Correlação de Spearman	Interpretação de ρ (Correlação)
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	0,700	Forte
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	0,870	Muito forte
<i>Polistes versicolor</i>	0,890	Muito forte
<i>Polybia platycephala</i>	0,670	Forte
<i>Protopolybia exigua</i>	0,560	Moderada

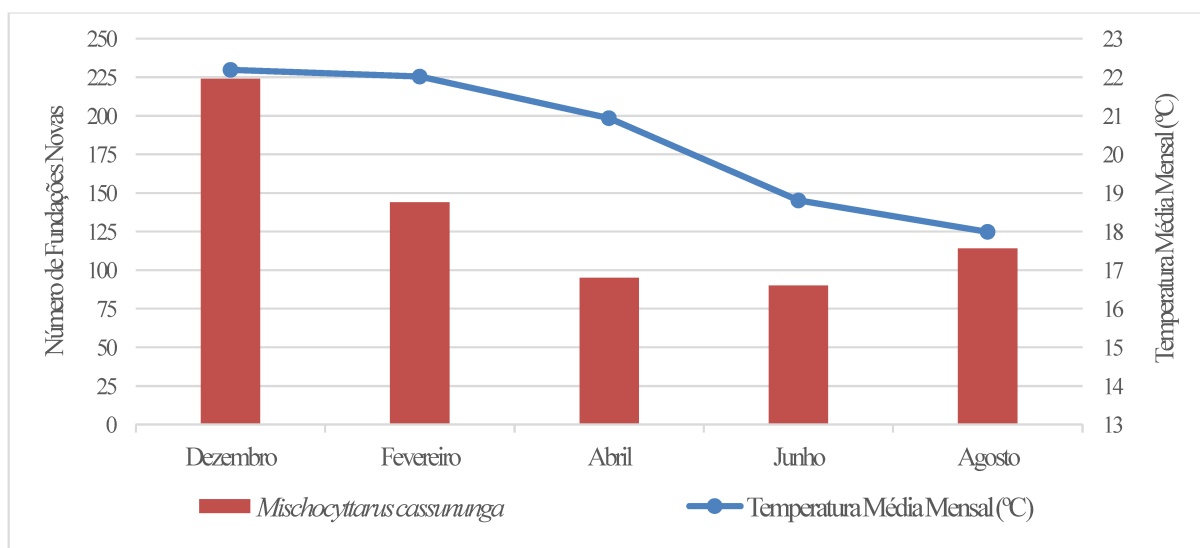
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 3 – Relação entre os números absolutos de abundância das novas fundações encontradas em cada mês para cada espécie (*M. cassununga* é representada no Gráfico 4 por ser a espécie eudominante) e as temperaturas médias mensais (em °C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 4 – Relação entre os números absolutos de abundância das novas fundações de *M. cassununga* encontradas em cada mês e as temperaturas médias mensais (em °C).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Dessa forma, torna-se notável a diminuição na frequência de novas fundações de acordo com as condições climáticas de cada mês, assim como a redução das colônias no geral (Barbosa *et al.*, 2016a; Lima *et al.*, 2000). Vale ressaltar que o padrão observado no período de novas

fundações, assim como o padrão de queda de abundância das colônias de acordo com o mês, coincide com os padrões já observados anteriormente por Lima *et al.* (2000) na mesma região do presente estudo. Sob a perspectiva das mudanças climáticas, principalmente com o aumento da amplitude entre as temperaturas máximas e mínimas, a conservação das vespas sociais torna-se preocupante, uma vez que surge a possibilidade de as espécies mais sensíveis não sobreviverem às oscilações drásticas e constantes de temperatura.

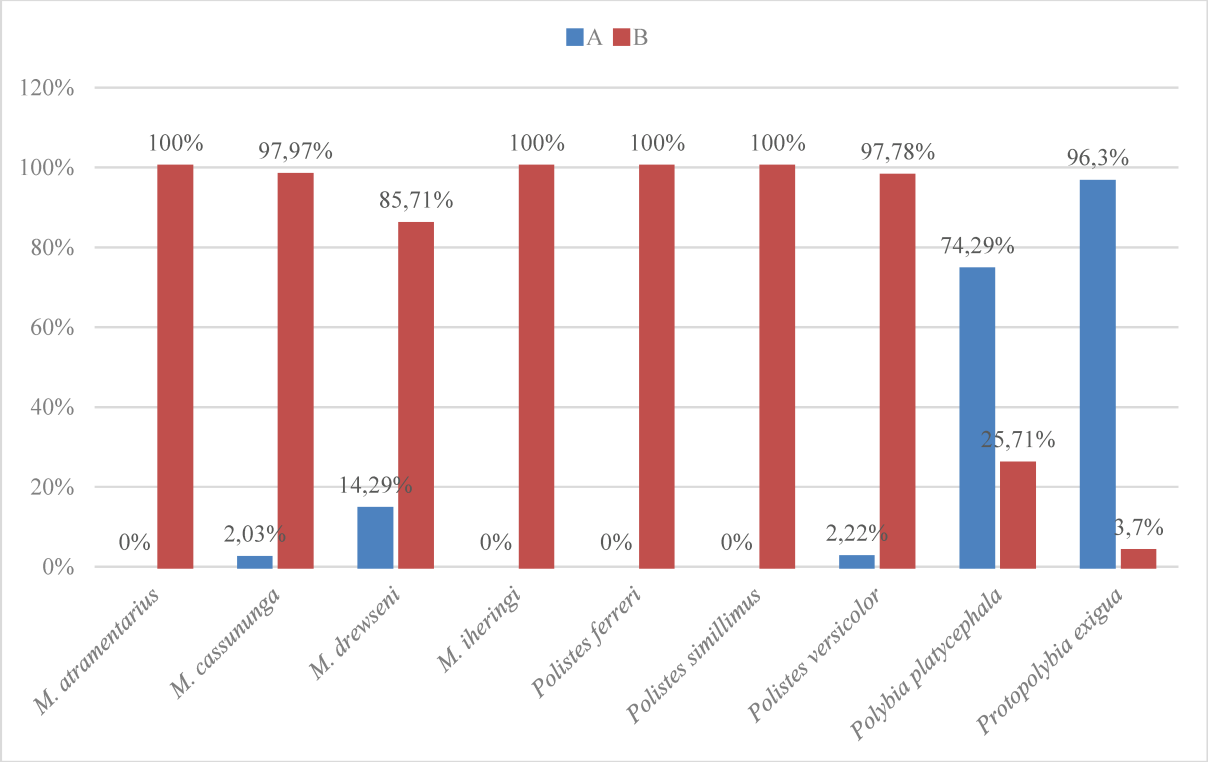
No que diz respeito ao substrato de nidificação das colônias, como dito anteriormente, eles foram divididos em duas classes: A (natural: *e.g.* plantas, rochas, barrancos); B (feitos pelo homem: *e.g.* edifícios, postes, ar-condicionados, pontos de ônibus, objetos) (Gráfico 5).

As espécies que apresentaram mais colônias em substratos naturais do que em substratos feitos pelo homem, *Polybia platycephala* e *Protopolybia exigua*, foram consistentemente encontradas em árvores da família Arecaceae (Figura 2). A preferência dessas duas espécies por substratos naturais pode ser explicada pelo fato de que são espécies de fundação por enxame, uma vez que nidificar em uma planta é consideravelmente mais complexo que nidificar em substrato alterado, necessitando o trabalho de múltiplas operárias.

Comparando ao estudo de Lima *et al.* (2000), os gêneros *Mischocyttarus*, *Polistes* e *Polybia* apresentam as mesmas preferências de antes, mas *Protopolybia*, que apresentava 18,92% de suas colônias nidificadas em substrato natural, passou a apresentar 74,29% em substrato natural, indicando a possibilidade de que a espécie adaptou seus hábitos de nidificação ao longo dos últimos 25 anos em resposta a influências externas.

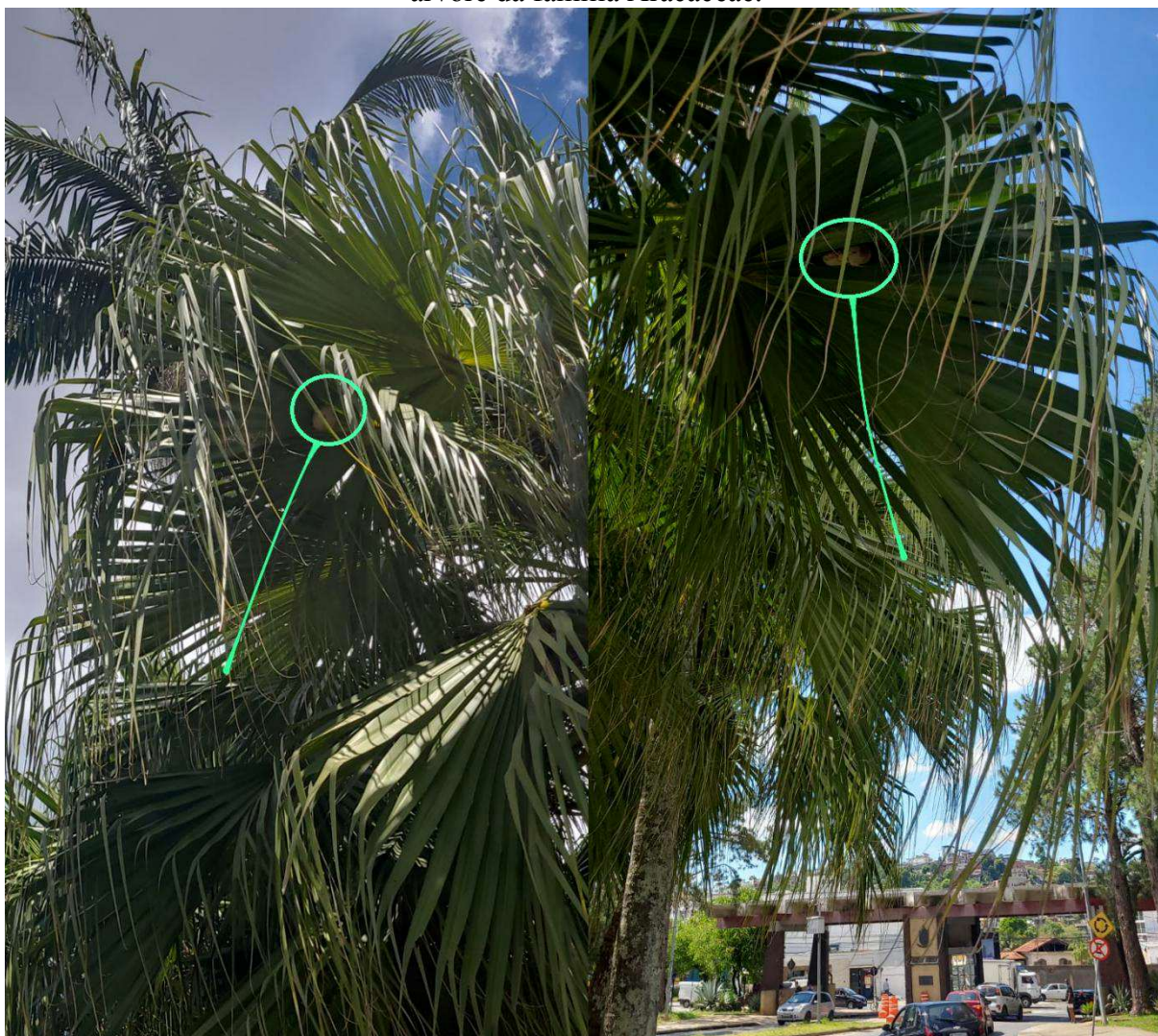
Quanto aos substratos feitos pelo homem, as espécies que adaptaram sua nidificação a tal, como *Mischocyttarus* spp., desfrutam de maiores chances de sucesso, pois esses substratos reduzem a pressão da predação e oferecem proteção às intempéries climáticas (Fowler, 1983; Ramos; Diniz, 1993).

Gráfico 5 – Relação da porcentagem de colônias encontradas em cada substrato para cada espécie (A: natural; B: feito pelo homem).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 2 – Fotografias de duas colônias de vespas. À esquerda, uma colônia de *Polybia platycephala*, e à direita, uma colônia de *Protopolybia exigua*, ambas localizadas em uma árvore da família Aracaceae.

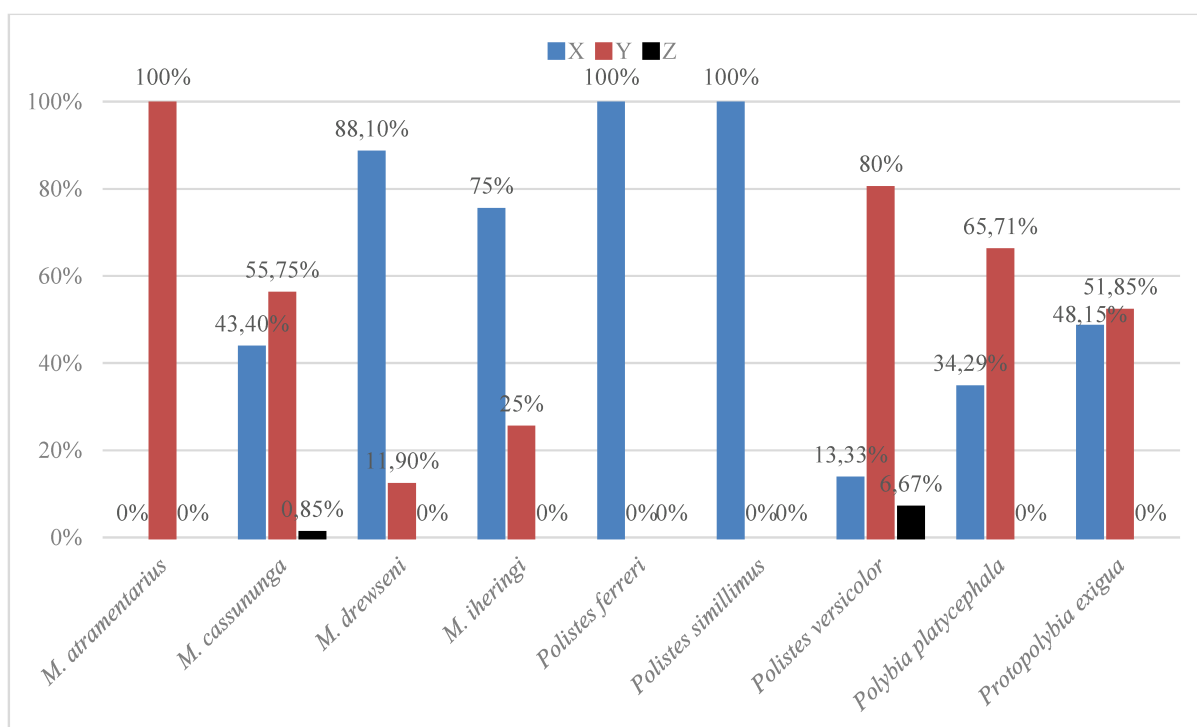


Fonte: Fotografado e elaborado pelo autor (2025)

Quanto às alturas de nidificação das colônias, como dito anteriormente, elas foram divididas em três classes de altura, representadas no gráfico por: X (até 2 metros); Y (entre 2 e 5 metros); Z (mais alto que 5 metros) (Gráfico 6). A altura de nidificação aponta um balanço entre dois fatores principais que podem vir a influenciar a escolha de nidificação e o sucesso da colônia: colônias estabelecidas próximas ao chão ficam menos exposta aos elementos, como vento, chuva e balanço das árvores, mas mais visível e propensa à perturbações de origem antrópica, como remoções ativas, limpezas, poluição e barulho; em colônias estabelecidas mais distantes do chão, o oposto acontece: elas ficam mais distantes das perturbações antrópicas, mas mais expostas aos elementos (Fowler, 1983).

Observando o Gráfico 6, é possível notar que *Polistes versicolor* é a espécie que mais favorece a classe de altura mais alta, uma vez que as edificações humanas, seu substrato preferido, comumente ultrapassam os 5 metros de altura, apresentando beirais ou ar-condicionados nessa classe de altura, partes que favorecem a proteção da colônia contra a ação dos elementos dessa faixa. A partir disso, torna-se possível considerar estratégias integradas de conservação das vespas sociais em ambientes alterados, como, por exemplo, incluindo abrigos mais especializados para as vespas nas edificações humanas e plantando mais espécies de árvores que favorecem as colônias das espécies que preferem os substratos naturais.

Gráfico 6 – Relação da porcentagem de colônias encontradas em cada classe de altura para cada espécie (X: até 2 metros; Y: entre 2 e 5 metros; Z: mais alto que 5 metros).



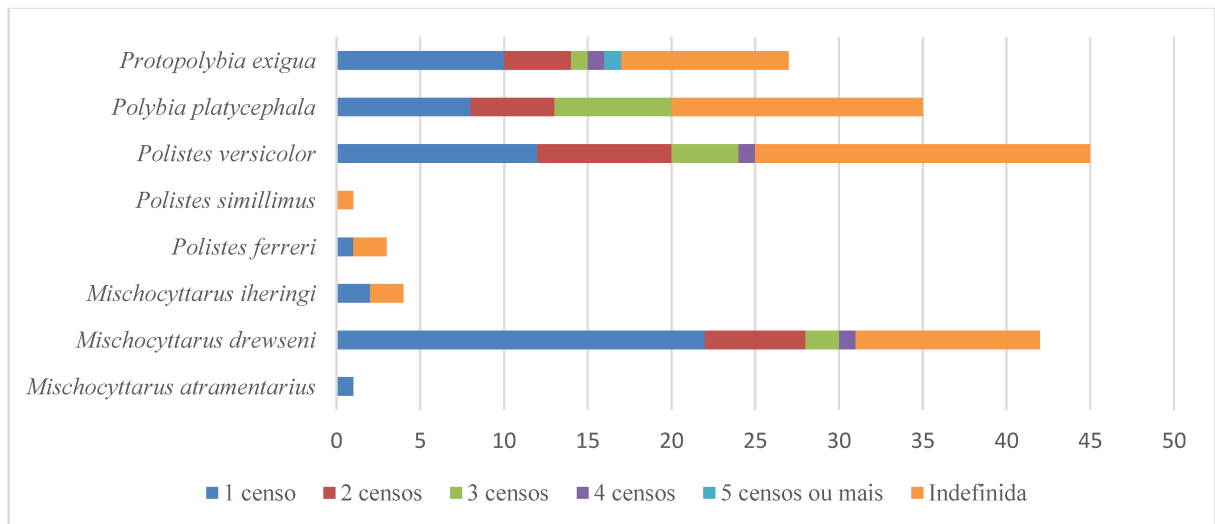
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Quanto à duração de cada fundação encontrada em cada mês do censo, foram consideradas colônias individuais com ocorrência registrada em um censo, dois censos, três censos, quatro censos e cinco censos ou mais. Colônias cuja duração mínima não se encaixa nessas classes foram consideradas “indefinidas” (ou seja, para as que não se sabe ao certo quando foram fundadas e para as que perduraram além do escopo dos censos) (Gráfico 7, 8). Os gráficos de duração demonstram a estimativa de sucesso das colônias, onde cerca de metade das fundações não continuaram em atividade além do período de um censo. Diversos fatores podem estar afetando o sucesso dessas colônias de menor duração, como competição com

outras colônias próximas, disponibilidade de alimento, interação com outros organismos, exposição da colônia e ação antrópica, entre outros (Fowler, 1983).

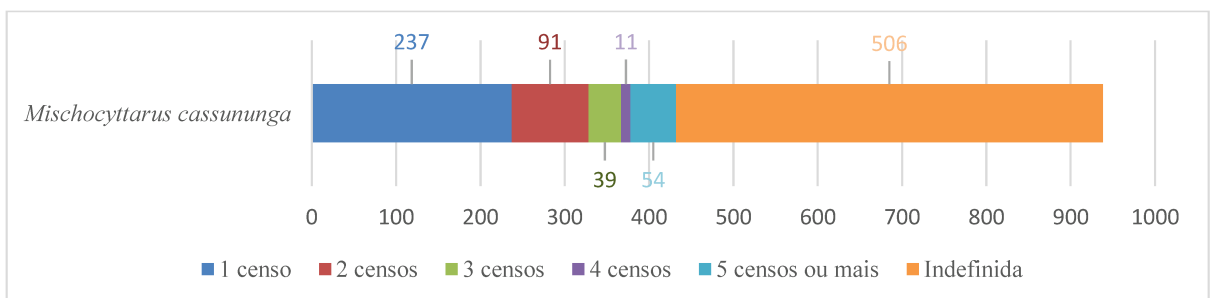
Considerando apenas as espécies cujas colônias apresentam duração válida, ou seja, cujo tempo aproximado de fundação e de abandono da colônia são conhecidos e registrados, foi realizada uma média, em meses, da longevidade aproximada das colônias de cada espécie de vespa (Tabela 5), exceto *Polistes simillimus*, uma vez que a duração da única colônia encontrada foi indefinida.

Gráfico 7 – Número de fundações por espécie para cada classe de duração (*M. cassununga* é representada no Gráfico 8 por ser a espécie eudominante).



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 8 – Número de fundações de *Mischocyttarus cassununga* para cada classe de duração.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5 – Relação da longevidade média aproximada das colônias registradas para cada espécie, do desvio padrão e de sua suficiência amostral.

Nome da Espécie	Longevidade Média Aproximada (meses)	Desvio Padrão	Tamanho Amostral
<i>Mischocyttarus atramentarius</i>	2,00	0	Insuficiente
<i>Mischocyttarus cassununga</i>	3,93	41,72	Suficiente
<i>Mischocyttarus drewseni</i>	2,83	8,37	Suficiente
<i>Mischocyttarus iheringi</i>	2,00	0	Insuficiente
<i>Polistes ferreri</i>	2,00	0	Insuficiente
<i>Polistes versicolor</i>	3,52	8,61	Suficiente
<i>Polybia platycephala</i>	3,90	7,73	Suficiente
<i>Protopolybia exigua</i>	3,52	7,88	Suficiente

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Além da influência climática, a crescente urbanização do campus com, por exemplo, o crescente número de novos edifícios pode ter afetado a distribuição e a abundância das colônias. Espécies mais adaptadas a ambientes alterados, principalmente *Mischocyttarus cassununga*, apresentaram maior resiliência e sucesso reprodutivo, enquanto espécies que nidificam em substratos naturais demonstraram maior sensibilidade às mudanças ambientais comparativamente. Isso indica que áreas urbanizadas podem atuar como refúgio para algumas espécies sinantrópicas, ao mesmo tempo que representam desafios para espécies mais exigentes em relação ao seu habitat preferido.

As diferenças na escolha dos substratos de nidificação destacam a importância da manutenção de vegetação nativa e da presença de estruturas artificiais favoráveis às vespas sociais. A maior ocorrência de espécies em ambientes modificados sugere que medidas como a criação de áreas verdes urbanas e a manutenção das áreas já existentes podem favorecer a diversidade local de vespas, auxiliando a manter o equilíbrio ecológico e corroborando com o fornecimento de serviços ecossistêmicos, como o controle biológico de insetos considerados pragas urbanas, além de ser benéfico para o ecossistema como um todo.

Por fim, é relevante comentar sobre o emprego da técnica do registro e catalogação fotográfica de todas as colônias encontradas, associadas aos dados coletados. A eficiência e a praticidade deste método são as suas qualidades mais destacáveis, características que, mesmo quando somadas à redução na área dos censos, aparentemente permitiram que a abundância de

colônias encontradas e registradas fosse maior que nos estudos passados. Além disso, o acompanhamento de cada colônia ao longo dos censos foi muito consistente e confiável, uma vez que foi possível comparar diretamente as fotografias de cada censo a fim de estabelecer a individualidade de cada colônia. Pode-se concluir que o método utilizado abre portas para pesquisas mais rápidas e práticas facilmente realizadas por equipes menores, e é possível refiná-lo ainda mais para tais usos futuros.

4 CONCLUSÃO

O estudo evidencia que as vespas sociais do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora são significativamente influenciadas pelas variações climáticas sazonais, com impactos notáveis na abundância de colônias e na taxa de fundação de novas colônias.

As espécies *Mischocyttarus drewseni* e *Polistes versicolor* apresentaram correlação forte e positiva com as temperaturas médias, indicando maior vulnerabilidade às oscilações climáticas. Por outro lado, *Mischocyttarus cassununga*, a espécie eudominante do estudo, demonstrou maior estabilidade às oscilações do ambiente ao longo dos censos, possivelmente devido ao seu maior comportamento sinantrópico e à sua capacidade de adaptação aos ambientes urbanizados.

A distribuição das colônias também indicou preferências distintas entre as espécies. Enquanto *Polybia platycephala* e *Protopolybia exigua* foram encontradas majoritariamente em substratos naturais, outras espécies, como *Polistes versicolor* e *Mischocyttarus cassununga*, favoreceram substratos artificiais, destacando a necessidade de considerar as diferenças nos hábitos de nidificação ao pensar em estratégias de conservação.

A longevidade das colônias revelou que mais da metade das fundações não perduraram além de um censo, sugerindo que fatores como predação, competição e perturbação antrópica podem afetar significativamente o sucesso das colônias. Ademais, a queda acentuada nas novas fundações em meses mais frios aponta para possíveis impactos negativos do aumento da amplitude térmica sobre a reprodução, dispersão e o sucesso das vespas sociais.

Diante do atual cenário de mudanças climáticas e da crescente fragmentação de habitats urbanos, os achados do presente estudo ressaltam a necessidade de medidas de monitoramento e conservação dessas espécies. Como sugestão para pesquisas futuras, estudos que buscam avaliar o impacto de outros fatores ambientais, como a fragmentação de habitats, a disponibilidade de recursos alimentares e a umidade relativa na dinâmica das colônias são algumas possibilidades. Além disso, estudos de longo prazo poderiam fornecer uma visão mais abrangente sobre os efeitos das mudanças climáticas na ecologia e na sobrevivência das vespas sociais.

Por fim, este estudo contribui para o entendimento da interação entre vespas sociais e o ambiente urbano sob influência climática, reforçando a importância da biodiversidade desses insetos na manutenção dos ecossistemas e na prestação de serviços ecossistêmicos fundamentais.

5 REFERÊNCIAS

- BARBOSA, B. C. *et al.* Botanical Garden of the Federal University of Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil: SOCIAL WASPS. **The Field Museum**, versão 1, p. 1-2, 2016 b.
- BARBOSA, B. C.; MACIEL, T. T.; PREZOTO, F. Social wasps community (Hymenoptera: Vespidae) of the municipality of Juiz de Fora: Richness, Similarity and Perspectives. **Multiverso**, v. 1, n. 2, p. 152-160, 2016 a.
- BOMMARCO, R. *et al.* Insecticides suppress natural enemies and increase pest damage in cabbage. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, p. 782–791, 2011.
- BROCK, R. E.; CINI, A.; SUMNER, S. Ecosystem services provided by aculeate wasps. **Biological Reviews**, v. 96, n. 4, p. 1645-1675, 2021.
- BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- CARVALHO, F. A. *et al.* A comunidade arbórea regenerante de um ecossistema emergente dominado pela espécie invasora *Pinus elliottii* Engelm. **ResearchGate**, v. 39, n. 5, p. 307-312, 2014.
- CASTRO, M. M. de *et al.* Nesting substrata, colony success and productivity of the wasp *Mischocyttarus cassununga*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 58, n. 2, p. 168-172, 2014.
- CATALOGUE of Life: Annual Checklist 2024. Disponível em: <https://www.catalogueoflife.org/>. Acesso em: 2 mar. 2025.
- CHEN, G. *et al.* Seed dispersal by hornets: an unusual insect-plant mutualism. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 59, p. 792–796, 2017.
- DAS NEVES, R. C. *et al.* Antimycobacterial activity of a new peptide polydim-i isolated from neotropical social wasp *Polybia dimorpha*. **PLoS One**, v. 11, e0149729, 2016.
- DETONI, M. *et al.* Long- and short-term changes in social wasp community structure in an urban area. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 305-311, 2018.
- FOWLER, H. G. Human effects on nest survivorship of urban synanthropic wasps. **Urban Ecology**, v. 7, p. 137-143, 1983.
- GALLAI, N. *et al.* Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810-821, 2009.
- HALLMANN, C. A. *et al.* More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected áreas. **PLoS One**, v. 12, n. 10, p. 1-21, 2017.
- HARRINGTON, R. *et al.* Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. **ResearchGate**, v. 19, n. 10, p. 2773–2790, 2010.
- HARRIS, R. J. Diet of the wasps *Vespula vulgaris* and *V. germanica* in honeydew beech forest of the South Island, New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 18, p. 159–169, 1991.

JONES, R. **Wasp**. London: Reaktion Books Ltd, 2019.

LIMA, M. A. P.; LIMA, J. R. de; 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.

LISTER, B. C.; GARCIA, A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. **PNAS**, v. 115, n. 44, p. 10397–10406, 2018.

MANT, J. G. *et al.* A phylogenetic study of pollinator conservatism among sexually deceptive orchids. **Evolution**, v. 56, p. 888–898, 2002.

MANT, J.; BROWN, G. R.; WESTON, P. H. Opportunistic pollinator shifts among sexually deceptive orchids indicated by a phylogeny of pollinating and nonpollinating thynnine wasps (Tiphiiidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 86, p. 381–395, 2005.

MELLO, M. A. R. *et al.* High generalization in flower-visiting networks of social wasps. **Acta Oecologica**, v. 37, p. 37–42, 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry**. Washington: World Resources Institute, 2005.

MORENO, M., ZURITA, E.; GIRALT, E. Delivering wasp venom for cancer therapy. **Journal of Controlled Release**, v. 182, p. 13–21, 2014.

NALDOSKI, J. Phenology of European Hornet, *Vespa crabro* L. and Saxon Wasps, *Dolichovespula saxônica* Fabr. (Hymenoptera: Vespidae): the Influence of the Weather on the Reproductive Success of Wasps Societies in Urban Conditions. **Sociobiology**, v. 60, n. 4, p. 477-483, 2013.

NONAKA, K. Cultural and commercial roles of edible wasps in Japan. *In*: DURST, P. B., JOHNSON, D. V.; LESLIE, R. N.; SHONO, K. **Forest Insects as Food: Humans Bite Back**. Bangkok: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2010, p. 123–130.

PREZOTO, F. *et al.* Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. *In*: PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. (Org.). **Manejo de Pragas Urbanas**. 1ed. Piracicaba: CP2, 2007, v. 1, p. 123-126.

PREZOTO, F. *et al.* **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2021.

RAMOS, F.; DINIZ, I. R. Seasonal cycles, survivorship and growth of colonies of *Polistes versicolor* in the urban area of Brasília. **The Entomologist**, v. 112, p. 191-200, 1993.

RAFAEL, J. A. *et al.* **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Manaus: Editora INPA, 2024.

ROSS, K. G.; MATTHEWS, R. W. **The Social Biology of Wasps**. New. York: Cornell University Press, 1991.

SÁ-JÚNIOR, A. de *et al.* Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, p. 1-7, 2012.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8–27, 2019.

SEARS, A. L. W. *et al.* Nesting behavior and prey use in two geographically separated populations of the specialist wasp *Symmorphus cristatus* (Vespidae: Eumeninae). **American Midland Naturalist**, v. 145, p. 233–246, 2001.

SOUTHON, R. J. *et al.* Social wasps are effective biocontrol agents of key lepidopteran crop pests. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, p. 1-8, 2019.

STORK, N. E. How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? **Annual Review of Entomology**. v. 63, p. 31-45, 2017.

SUMNER, S.; LAW, G.; CINI, A. Why we love bees and hate wasps. **Ecological Entomology**, v. 43, p. 836–845, 2018.

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

VESPIDAE. **NC State Agriculture and Life Sciences**, 2015. Disponível em: <https://genent.cals.ncsu.edu/insect-identification/order-hymenoptera/family-vespidae/>. Acesso em: 4 mar. 2025.

VIEIRA, L. C.; OLIVEIRA, N. G.; GAYUBO, S. F. On the use of Apiformes and Spheciformes (Insecta: Hymenoptera) populations as a management tool. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 519–530, 2011.

WILSON, E. E., MULLEN, L. M.; HOLWAY, D. A. Life history plasticity magnifies the ecological effects of a social wasp invasion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 106, p. 12809–12813, 2009.

WILSON, E. O. **The Insect Societies**. Cambridge: Belknap Press, 1971.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. Eusociality: Origin and consequences. **PNAS**, v. 102, n. 38, p. 13367–13371, 2005.

YAMADA, Y. *et al.* Mitochondrial delivery of mastoparan with transferrin liposomes equipped with a pH-sensitive fusogenic peptide for selective cancer therapy. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 303, p. 1–7, 2005.