

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO
DA NATUREZA

Tatiane Tagliatti Maciel

VESPAS SOCIAIS: INFLUÊNCIAS ANTRÓPICAS E CONSERVAÇÃO

Juiz de Fora

2021

Tatiane Tagliatti Maciel

VESPAS SOCIAIS: INFLUÊNCIAS ANTRÓPICAS E CONSERVAÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Corrêa Barbosa

Juiz de Fora

2021

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

Maciel, Tatiane Tagliatti .
Vespas Sociais: Influências Antrópicas e Conservação / Tatiane Tagliatti Maciel. -- 2021.
63 p.

Orientador: Fábio Prezoto
Coorientador: Bruno Corrêa Barbosa
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza, 2021.

1. Declínio dos insetos. 2. Malathion. 3. Questionário. 4. Urbanização. 5. Vespidae. I. Prezoto, Fábio, orient. II. Barbosa, Bruno Corrêa , coorient. III. Título.

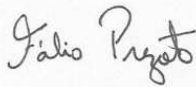
"Vespas Sociais: Influências Antrópicas e Conservação"

Tatiane Tagliatti Maciel

Orientador: Prof. Dr. Fábio Prezoto
Coorientador: Bruno Corrêa Barbosa

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do Título de doutora em Biodiversidade e Conservação da Natureza.

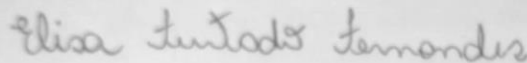
Aprovado em 28 de maio de 2021.



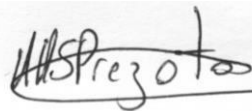
Prof. Dr. Fábio Prezoto
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF



Prof. Dr. Bruno Corrêa Barbosa
Autônomo



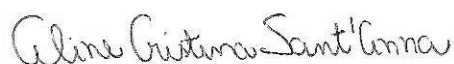
Profa. Dra. Elisa Furtado Fernandes
Autônomo



Profa. Dra. Helba Helena Santos Prezoto
Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora - CES



Profa. Dra. Mariana Monteiro de Castro
Faculdade Pitágoras



Profa. Dra. Aline Cristina Sant'Anna
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos amigos, em especial Dra. Letícia, Paula, Msc. Gisele e Msc. Daiana, aos meus pais e irmã pelo apoio incondicional. À Eevee, Flor, Berzélios (*in memoriam*), Sebastian e Josephina, meus amores de quatro patas que alegrem meus dias e dão sentido à minha vida. Ao Dr. Bruno, meu coorientador e companheiro de vida, que deixou o percurso mais leve e esteve comigo nos bons e maus momentos nunca me deixando desistir. Ao Professor Dr. Fábio Prezoto, pelo incentivo, carinho e exemplo em todos esses anos. Agradeço ainda a todos os colegas do Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (LABEC), pelo aprendizado constante e pela alegria do dia a dia, sobretudo ao Msc. Samuel, pelo apoio e parceria.

À banca examinadora, Dra. Elisa Furtado Fernandes, Dra. Helba Helena Santos Prezoto, Dra. Mariana Monteiro de Castro e Dra. Aline Cristina Sant'Anna por aceitarem o convite para contribuir com o presente trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora pela formação acadêmica e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

RESUMO

A urbanização é um processo necessário, porém pode causar grandes impactos a curto e longo prazo. Uma consequência bastante conhecida e estudada das atividades humanas nas paisagens naturais é a redução da biodiversidade e os declínios populacionais, que representam o primeiro passo para a extinção. Assim, o presente estudo objetivou avaliar como ações humanas como o desenvolvimento de uma obra de grande porte e a aplicação de inseticidas impactam na fauna local de vespas sociais. Além disso, o trabalho também teve como objetivo avaliar a representação ambiental de vespas sociais no Brasil. A princípio as vespas sociais foram amostradas antes, durante e após a obra de um empreendimento. A riqueza e similaridade das espécies variaram durante os anos e foi possível identificar espécies resistentes e sensíveis ao impacto causado pela implantação do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Para avaliar a ação do inseticida Malathion, quatro concentrações foram testadas em três espécies de vespas de duas localidades, uma área com aplicação recorrente do inseticida e uma área onde não há a aplicação. No geral, o Malathion se mostrou seletivo para *Polistes versicolor* e mais tóxico para *Protopolybia sedula* e *Polybia platycephala*. Comparando as duas áreas, foi possível verificar um indicativo de que as populações de insetos não-alvo também estão se tornando resistentes à inseticidas, sobretudo em ambientes urbanos. No entanto, é necessário frisar que a velocidade com que isso ocorre é muito baixa e não há como prever se e quando haverá uma população de vespas sociais predadoras resistentes ao Malathion. Por fim, foi aplicado um questionário online para avaliar a representação ambiental de vespas sociais no Brasil. Foram utilizados os dados obtidos pela resposta de 791 participantes. A maioria das pessoas sabe o que é uma vespa social e reconhecem sua importância na natureza. Homens reconhecem melhor os ninhos que as mulheres, porque na maioria dos casos são eles que fazem as retiradas. Já em relação aos sentimentos provocados pelas vespas, 71% dos participantes respondeu nojo, medo ou tensão. Muitos participantes disseram ainda que já sofreram ataques ou conhecem alguém que foi atacado por vespas e dividiram suas histórias destacando os nomes populares das vespas sociais e remédios caseiros para diminuir a dor da ferroadada. Mesmo reconhecendo que as vespas são benéficas para o meio ambiente, muitas pessoas relataram sentimentos negativos em relação a esses insetos, mostrando que ainda falta uma abordagem mais elaborada no âmbito da educação ambiental em relação às vespas sociais.

Palavras-chave: Declínio dos insetos. Malathion. Questionário. Urbanização. Vespidae.

ABSTRACT

Urbanization is a necessary process, but it can have major impacts in the short and long term. A well-known and studied consequence of human activities in natural landscapes is the reduction of biodiversity and population declines, which represent the first step towards extinction. Thus, the present study aimed to assess how human actions such as the development of a large construction site and the application of insecticides impact on the local fauna of social wasps. In addition, the work also aimed to assess the environmental representation of social wasps in Brazil. At first, the social wasps were sampled before, during and after the construction of an enterprise. The richness and similarity of the species varied over the years and it was possible to identify resistant and susceptible species to the impact manifested by the implantation of the Botanical Garden of Universidade Federal de Juiz de Fora. To evaluate the action of Malathion insecticide, four concentrations were tested on three wasp species from two locations, an area with recurrent application of the insecticide and an area where there is no application. Overall, Malathion was selected for *Polistes versicolor* and more toxic for *Protopolybia sedula* and *Polybia platycephala*. Comparing the two areas, it was possible to verify an indication that the populations of non-target insects are also becoming resistant to insecticides, especially in urban environments. However, it is necessary to stress that the speed with which this occurs is very low and there is no way of predicting if and when there is a population of predatory social wasps resistant to Malathion. Finally, an online questionnaire was used to assess the environmental representation of social wasps in Brazil. Data obtained from 791 respondents were used. Most people know what a social wasp is and recognize its importance in nature. Men recognize nests better than women because, in most cases, they make the nest removal. Regarding the feelings provoked by the wasps, 71% of the participants responded with disgust, fear or tension. Many participants also said that they were already or had know someone who have been attacked by wasps and shared their stories highlighting the popular names of social wasps and homemade medicines to relieve the pain of the sting. Even recognizing that wasps are beneficial to the environment, many people reported negative feelings about insects, showing that there is still a lack of a more elaborate approach in the field of environmental education in relation to social wasps.

Keywords: Insect decline. Malathion. Questionnaire. Urbanization. Vespidae.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Em vermelho, localização e delimitação do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora; em amarelo, local onde as obras foram realizadas. Fonte: Google Earth	16
FIGURA 2. Imagens de satélite referente aos anos de 2011 (antes da obra), 2014 (durante a obra) e 2019 (após o término da obra) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Fonte Google Earth	17
FIGURA 3. Similaridade da fauna de vespas sociais registrada por seis anos (2011, 2012, 2013, 2014, 2016 e 2019) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora em Minas Gerais	18
FIGURA 4. Ninhos e indivíduos das vespas sociais utilizadas no presente estudo, <i>Polybia platycephala</i> (4A), <i>Protopolybia sedula</i> (4B) e <i>Polistes versicolor</i> (4C).....	25
FIGURA 5. Curva de mortalidade de <i>Polybia platycephala</i> , <i>Protopolybia sedula</i> e <i>Polistes versicolor</i> coletadas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e expostas a diferentes concentrações do Malathion ao longo do experimento.....	28
FIGURA 6. Cartazes de filmes de terror que trazem as vespas como personagem principal.	36
FIGURA 7. Obra Venus and Mars, de Sandro Botticelli (8A); brasão da família Vespucci (8B).	37
FIGURA 8. Memes encontrados na internet sobre as vespas.	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Ocorrência de vespas sociais ao longo de seis anos no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora em Minas Gerais. Barras escuras indicam a ocorrência de espécies no ano de estudo.....	19
---	----

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A. Percepção humana sobre vespas sociais (marimbondos)	58
--	-----------

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 IMPACTO E CAPACIDADE DE RETORNO DA FAUNA DE VESPAS SOCIAIS EM UMA OBRA DE GRANDE PORTE	14
2.1 Introdução	14
2.2 Material e Métodos	15
2.3 Resultados	17
2.4 Discussão	20
3 SELETIVIDADE FISIOLÓGICA E RESISTÊNCIA DE VESPAS SOCIAIS EXPOSTAS AO MALATHION	22
3.1 Introdução	22
3.2 Material e Métodos	24
3.3 Resultados	27
3.4 Discussão	29
4 REPRESENTAÇÃO AMBIENTAL SOBRE VESPAS SOCIAIS NO BRASIL	31
4.1 Introdução	31
4.2 Material e Métodos	38
4.3 Resultados	40
4.4 Discussão	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6 REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO GERAL

Uma consequência bastante conhecida e estudada das atividades humanas nas paisagens naturais é a redução da biodiversidade. No entanto, somente nos últimos anos os cientistas começaram a se preocupar com os impactos sofridos pelos insetos, e as conclusões são devastadoras (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019).

Em 2017, Vogel levanta uma questão: Pra onde foram todos os insetos? Chamado de “Fenômeno do para-brisa”, em referência ao fato de que menos insetos têm ficado presos aos para-brisas dos carros, o autor apresenta dados da Sociedade Entomológica de Krefeld, um grupo de pesquisas da Alemanha que perceberam uma diminuição de 78% da massa de insetos coletados em armadilhas de monitoramento em 24 anos.

No mesmo ano, Hallmann *et al.* (2017), atualizaram esses dados e publicaram um estudo final que contemplou 27 anos de monitoramento populacional revelando um declínio de 76% na biomassa de insetos voadores em áreas protegidas de várias cidades da Alemanha. Isso representa uma perda média de 2,8% na biomassa de insetos por ano em habitats sujeitos a níveis de perturbação humana. No ano seguinte, Lister e Garcia (2018) relataram perda entre 78% a 98% de biomassa de artrópodes em Florestas Tropicais de Porto Rico durante 36 anos de monitoramento, o que representa uma perda anual entre 2,2% e 2,7%.

As causas do declínio são muitas. Sánchez-Bayo e Wyckhuys (2019), em uma extensa revisão sobre o tema, apontam que as principais e mais impactantes são a mudança nas características de habitat, poluição, fatores biológicos como parasitas e patógenos e, por fim, mudanças climáticas.

A mudança nas características de habitat está principalmente relacionada a atividades humanas. O avanço das construções vem sobrepondo paisagens de ambientes naturais causando, não só o desaparecimento de muitas espécies, como favorecendo ainda o aumento de pragas e vetores de doenças, já que um ambiente desequilibrado altera a cadeia trófica, acarretando na perda de predadores, polinizadores e no aumento descontrolado de pragas, sejam elas urbanas como baratas, moscas e mosquitos, ou agrícolas como lagartas, besouros e percevejos (CEBALLOS *et al.*, 2017; MAXWELL *et al.*, 2016; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019).

Apontada como a segunda maior responsável pelo declínio dos insetos, a poluição é uma consequência das atividades humanas e inclui fertilizantes e pesticidas sintéticos usados para controlar pragas na agricultura e nos centros urbanos, esgoto e lixiviados de áreas urbanizadas e produtos químicos industriais de fábricas e locais de mineração. Dentre esses, o uso indiscriminado de inseticidas é, sem dúvida, o fator que mais contribui para o declínio.

Com uma menor relação com o homem, os fatores biológicos também contribuem para a diminuição das populações. Ainda que em alguns casos seja por interferência humana, como introdução de espécies para o controle biológico que acabaram gerando impactos ecológicos indesejados (HAJEK et al., 2016; HEIMPEL; COCK, 2018; HODDLE, 2004), as relações entre patógenos e parasitas e seus hospedeiros são naturais e imprescindíveis. Atualmente, uma das maiores preocupações da ciência é disseminação global do ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000 e do besouro *Aethina tumida* Murray, 1867 que transmitem infecções virais às abelhas causando prejuízos na apicultura (VANENGELSDORP et al., 2012).

Por fim, as mudanças climáticas podem alterar a dinâmica natural das populações e ainda contribuir para diminuição das populações de insetos, sobretudo das regiões tropicais, já que os insetos dessas regiões têm limites térmicos mais estreitos e são particularmente suscetíveis a aumentos de temperatura (DEUTSCH et al., 2008).

Kawahara et al. (2021), por sua vez, defendem a ideia de que todos nós podemos ajudar na conservação dos insetos através de oito simples ações: substituir o gramado por uma maior diversidade de plantas; cultivar plantas nativas; usar menos iluminação externa; reduzir o uso de defensivos químicos; reduzir o escoamento de sabão da lavagem de veículos e edifícios, e reduzir o uso de selantes e sais de degelo; despertar nos outros a admiração pelos insetos; ser um educador e defensor para a conservação dos insetos; e se envolver na política local e apoiar a ciência.

Mesmo que baseado nos hábitos dos norte-americanos, as ações propostas pelos autores podem ser adaptadas a qualquer realidade. É comum os jardins das casas nos Estados Unidos serem um deserto de gramados, o que não suporta a sobrevivência da maioria das espécies de insetos. Os autores sugerem então que se plante alguma diversidade de vegetação para que assim os insetos sejam atraídos. De fato, qualquer pessoa pode cultivar plantas, mesmo que sejam vasinhos de flores na janela do apartamento. Mas, se tratando de casas com jardins, sítios, fazendas ou chácaras, é importante o cultivo de plantas nativas, para que os insetos sejam atraídos de forma mais eficiente e como são adaptadas ao clima local e regimes de chuva, plantas nativas também podem ser mais fáceis de manter.

Uma outra dica, é diminuir a iluminação externa das casas. A maioria dos insetos apresentam fototropismo positivo, ou seja, são atraídos pela luz. Assim, as luzes artificiais acabam se tornando uma armadilha para esses insetos que morrem por exaustão (Kawahara et al. (2021).

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta, veneno são alguns dos nomes dados às substâncias utilizadas no controle de pragas (FUNDACENTRO,

1998). O uso indiscriminado dessas substâncias gera resistência dos insetos alvo e um declínio dos insetos não-alvo, promovendo assim um desequilíbrio na fauna local. Um exemplo clássico dessa relação é a dos mosquitos *Aedes* sp., vetores de doenças como dengue, zika, chikungunya e febre amarela presentes no mundo todo. No Brasil, o combate ao *Aedes* ocorre de três formas: tratamento focal, com aplicação de larvicidas nos recipientes de uso doméstico; tratamento perifocal, com aspersão de inseticidas em torno do foco mediante rociadores manuais ou a motor; e aplicação espacial de inseticidas a ultrabaixo volume (UBV), popularmente conhecidos como carros de “fumacê”, para redução das formas aladas do mosquito (TEIXEIRA et al., 1999). Por alcançar uma área maior, o fumacê é o grande problema para os insetos não-alvo, além disso a substância utilizada nessa técnica, o Malathion, é altamente tóxico para insetos não-alvo e altamente tolerado pelo *Aedes*. (LIMA et al., 2003; MACORIS et al., 2003; VALLE et al., 2019; LEANDRO et al., 2020).

O trabalho de Palhares (2019) mostra, através da modelagem, que o efeito do fumacê é ineficaz por ser momentâneo, ou seja, a densidade populacional do mosquito é rapidamente reestabelecida. Enquanto isso, a população de predadores naturais, como aranhas que também foi prejudicada pelo pesticida, cresce mais lentamente provocando um desequilíbrio no ecossistema local. Ou seja, se a população do mosquito se reestabelece mais rápido que a população dos inimigos naturais, o crescimento populacional dos mosquitos acaba sendo impulsionado pela aplicação do inseticida.

No geral, qualquer produto químico, se usado da forma errada, prejudica a fauna de insetos. Detergentes utilizados na lavagem de carros, motos e exterior de edifícios, selantes de asfalto e sais de degelo utilizados em regiões de clima temperado, produzem uma alta quantidade de poluentes que ao entrar em contato com os sistemas de água prejudicam a fauna de insetos aquáticos. Assim, a indicação é que menos produtos como esse sejam utilizados ou então substituídos por produtos biodegradáveis.

Uma outra questão que contribui para o declínio dos insetos é a má reputação que eles carregam. A percepção negativa dos insetos é algo que passa de geração em geração pelo mundo inteiro e é potencializada pelo sensacionalismo da mídia que apresenta filmes retratando insetos grandes e assustadores e manchetes dramatizadas e enganosas. Segundo Lemelin (2017), as pessoas têm dificuldade de proteger ou conservar o que não conhecem ou apreciam, por isso é necessária uma força tarefa daqueles que o fazem, para conter essas percepções negativas dos insetos. Ideias simples como montar um blog ou postar fotos de insetos em redes sociais podem ajudar as pessoas a admirar esses animais através do conhecimento.

Portanto, a tese foi dividida em três sessões e objetivou levantar e responder as seguintes questões: a) Como uma obra de grande porte impacta a fauna local de vespas sociais? Após a obra, as vespas conseguem retornar ao local?; b) O Malathion, um inseticida amplamente utilizado em centros urbanos, é seletivo às vespas sociais? As vespas sociais estão se tornando resistentes a esse inseticida?; c) Como é a representação ambiental de vespas sociais no Brasil?

2 IMPACTO E CAPACIDADE DE RETORNO DA FAUNA DE VESPAS SOCIAIS NA IMPLANTAÇÃO DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

RESUMO

Visto que algumas espécies de vespas sociais são sensíveis a mudanças ambientais, podendo ser utilizadas como bioindicadores, o objetivo do presente estudo foi analisar a variação da fauna de vespas sociais durante as fases: anterior, durante e após a abertura, assim como validar a utilização das vespas como ferramenta de monitoramento dos impactos gerados pela implantação do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Pelos métodos de busca ativa, busca por ninhos e armadilhas atrativas, as vespas sociais foram amostradas nos anos de 2011 e 2012 (anteriores à obra), 2013, 2014 e 2016 (durante a obra) e 2019 (depois da obra e inauguração do Jardim Botânico). A riqueza e similaridade das espécies variaram durante os anos e foi possível identificar espécies resistentes e sensíveis ao impacto causado pela implantação do Jardim Botânico. Trabalhos com fauna de vespas sociais realizados por muitos anos na mesma área, podem ser uma ferramenta eficiente no monitoramento de impactos, além disso, é necessário que haja uma parceria entre os pesquisadores e a administração dos empreendimentos a fim de mitigar os impactos causados por meio de orientações e educação ambiental.

Palavras-chave: Biomonitoramento. Conservação. Perda de espécies. Fragmento urbano.

2.1 INTRODUÇÃO

A mudança nas características de habitat é uma consequência imediata das atividades humanas. A demanda pelo uso dos recursos naturais, sobretudo produção de alimentos, geram fragmentações de habitats, degradações e até mesmo conversões totais de ecossistemas, visto que cerca de 12% da superfície total do planeta correspondem a culturas agrícolas e a pecuária (BRUINSMA, 2017). O resultado é a grande perda de biodiversidade bem como redução dos serviços ecossistêmicos (GILLER et al 1997; GODFRAY, 2011; WILCOVE et al, 1998).

A urbanização, por sua vez, avança cada vez mais em todo o mundo, sobrepondo paisagens de ambientes naturais causando o desaparecimento de muitas espécies especialistas em determinados habitats e a sua substituição por algumas generalistas adaptados ao ambiente humano (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). Para mitigar os problemas causados pela fragmentação, surgiu o interesse pelas áreas verdes que, no contexto histórico, foram

implantadas a partir da prática da jardinagem no Egito e cultos religiosos na China até que na Grécia assumiram pela primeira vez função pública de passeio e lazer (LOBODA; ANGELIS, 2005).

Diferente de áreas verdes como parques e jardins, um Jardim Botânico apresenta cunho científico voltado para preservação e conservação da biodiversidade com um acervo da flora de forma ordenada, catalogada, classificada, tudo devidamente registrado e documentado (PORTUGAL, 2012). Ainda que o objetivo final seja uma interação com a natureza através de intervenções de educação ambiental, como todo empreendimento, um Jardim Botânico gera impactos ambientais em suas três etapas: implantação, operação e eventual ampliação. Tais danos podem ocorrer a uma espécie em particular ou a uma comunidade, podendo ainda provocar a modificação, ou mesmo a eliminação das relações ecológicas originalmente existentes entre as espécies vegetais, os polinizadores e os dispersores (STOUFFER; BIERREGAARD JUNIOR, 1995).

O crescente número de espécies em extinção e o empobrecimento genético das populações remanescentes constituem os principais indicadores de degradação ecológica (SÁNCHEZ, 2015). Os insetos, por sua vez, estão sofrendo declínio mundial em suas comunidades, como mostra o estudo de Sánchez-Bayo e Wyckhuys (2019), que destacam que mais de 40% das espécies estão ameaçadas de extinção em todo o mundo. Os autores afirmam ainda que, entre os Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera, a mudança no uso da terra e a fragmentação da paisagem são certamente a principal causa de declínio das espécies.

Visto que algumas espécies de vespas sociais são sensíveis a mudanças ambientais, podendo ser utilizadas como bioindicadores da qualidade do ambiente (LASALLE; GAULD, 1993; URBINI et al, 2006; Souza et al, 2010), o objetivo do presente estudo foi analisar a variação da fauna de vespas sociais durante as fases: antes, durante e após a conclusão, bem como avaliar a capacidade da fauna de retornar ao local após a conclusão das obras.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Área de estudo

A área, de 84 ha, do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (21° 43' 28" S - 43° 16' 47" O) está localizada no perímetro urbano de Juiz de Fora (Figura 1), sudeste do estado de Minas Gerais, Brasil, a 750 m de altitude e apresenta clima subtropical quente com inverno seco e verão chuvoso (Cwa), segundo a classificação de Köppen-Geiger (SÁ-JÚNIOR et al., 2012).

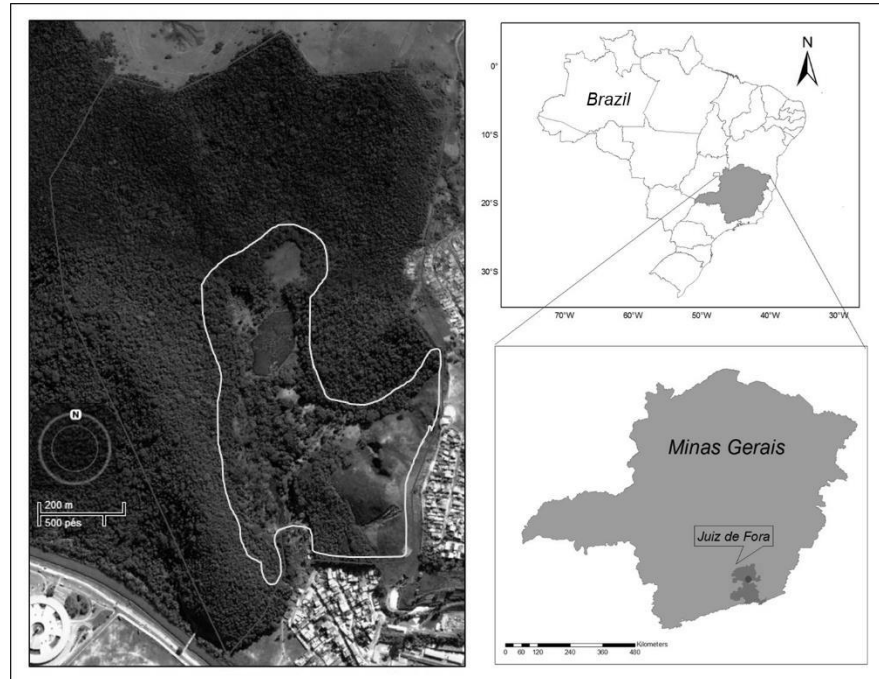


Figura 1: Em vermelho, localização e delimitação do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora; em amarelo, local onde as obras foram realizadas. Fonte: Google Earth

Antes conhecido como “Sítio Malícia”, foi comprado em 1938 por Pedro Krambeck onde construiu sua casa e deu início a obras de paisagismo com lagos artificiais, alamedas de araucárias, cedros e paineiras, jardins e pomares. Até que em 2009 foi comprado pela Universidade Federal de Juiz de Fora com o intuito de se criar um Jardim Botânico, com início das obras em 2013.

2.2.2 Coleta, identificação das espécies e análise de dados

As coletas iniciaram no ano de 2011, seguindo pelos anos 2012 (anteriores à obra), 2013, 2014 e 2016 (durante à obra) e 2019 (término da obra e abertura do Jardim Botânico). As coletas foram realizadas, oportunisticamente, pelos métodos de busca ativa, busca por ninhos e armadilhas atrativas, com frequência média de seis campanhas por ano (PREZOTO et al. 2021). As espécies foram classificadas como presentes ou ausentes em cada ano, sendo considerada assim apenas a riqueza de vespas sociais na área. Cada ninho ou indivíduo avistado ou coletado, foi registrado como presença da espécie para aquele ano. As espécies de vespas foram identificadas usando chaves propostas por Andena et al. (2009), Hermes e Kohler (2004), Richards (1978) e Silveira (2008).

2.2.3 Análise da perda de vegetação das áreas estudadas

Foram criadas imagens de satélite com Google Earth Pro 7.3 dos anos de 2011, 2014 e 2019 (Figura 2). As imagens foram transformadas de kmlz em um arquivo de geodatabase e projetadas para utm wgs84 23 south para calcular as áreas onde houve perda de vegetação.

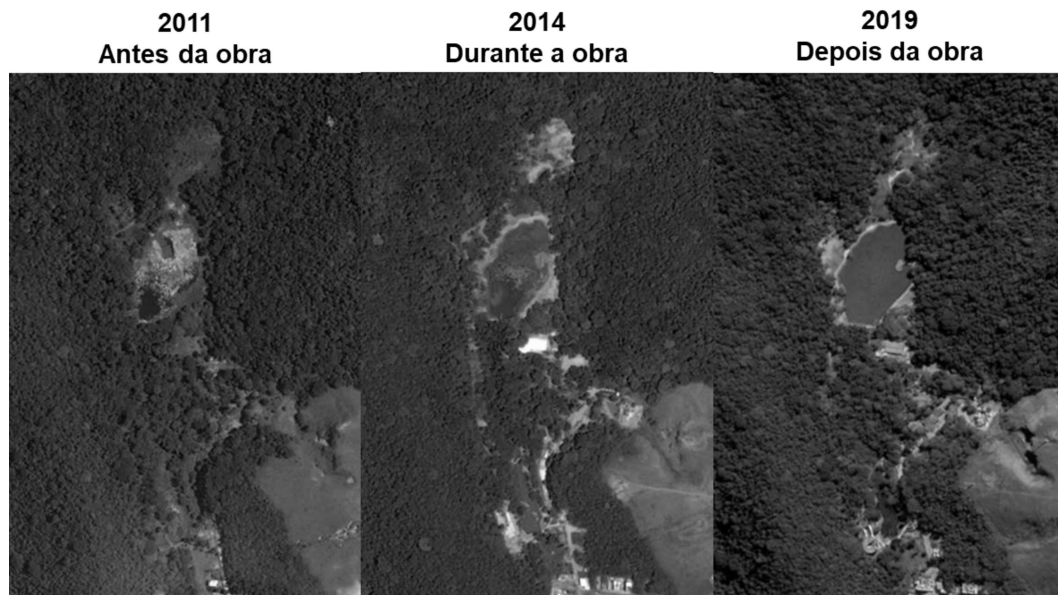


Figura 2: Imagens de satélite referente aos anos de 2011 (antes da obra), 2014 (durante a obra) e 2019 (após o término da obra) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. Fonte Google Earth

Os resultados de cada coleta foram comparados com o seguinte, utilizando o índice de similaridade de Jaccard calculados a partir do número total de espécies por pesquisa, gerado pelo programa PAST 3.08 (HAMMER et al., 2001).

2.3 RESULTADOS

Um total de 38 espécies foi registrado ao longo dos seis anos de estudo. Antes do início das obras, no ano de 2011, foram registradas 26 espécies na área. A riqueza se manteve estável até o ano de 2013, quando a obra começou. Em 2014, a riqueza reduziu para oito espécies, e se manteve assim até 2016 e, após a abertura do Jardim Botânico, esse número subiu pra 18 espécies.

Foi possível observar que à medida que a área de vegetação foi retirada para construção de novas instalações (Figura 2), a fauna local sofreu perda de riqueza (Tabela 1). Em 2014, no início das obras, houve uma retirada vegetal de cerca de 32% da área de estudo e uma perda de

31% (n = 8) da riqueza de vespas sociais em relação ao ano de 2011 (n = 26). Em 2019, ao final das obras, 19% da área desmatada foi recuperada e com isso 70% (n = 18) da riqueza de vespas conseguiu retornar ao local.

A similaridade das espécies variou durante os anos, sendo possível observar dois grupos distintos de dados influenciados claramente pelo impacto da obra, já que, os anos anteriores à obra (2011 e 2012), o primeiro ano de obra (2013), que sofreu pouca ou nenhuma perturbação, e o ano de término da obra (2019) se agruparam, enquanto o segundo grupo foi representado pelos anos subsequentes ao início das obras (2014 e 2016) (Figura 3).

A proporção de espécies total encontradas variou entre 21% e 76% durante os anos e a ocorrência de cada espécie na área variou de uma a seis vezes durante os seis anos. Das 35 espécies que não foram registradas em todos os anos, algumas faltaram um ou dois anos, mas outras ficaram ausentes por períodos mais longos, como por exemplo, *Polybia sericea* (Olivier, 1791) que não foi registrada durante os três anos de obra, reaparecendo no ano em que as obras já haviam finalizado.

Analisando as espécies por estratégia de fundação, das 15 espécies de fundação independente, 53% (n=8) foram registradas durante os dois anos com maior impacto pelas obras (2014 e 2016), com destaque para *Mischocyttarus cassununga* (Von. Ihering, 1903) e *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) que estiveram presentes em todos os anos. Das 23 espécies de fundação enxameante, apenas 17% (n=4) foram registradas durante as obras, e somente *Polybia platycephala* Richards, 1951 apareceu em todos os anos.

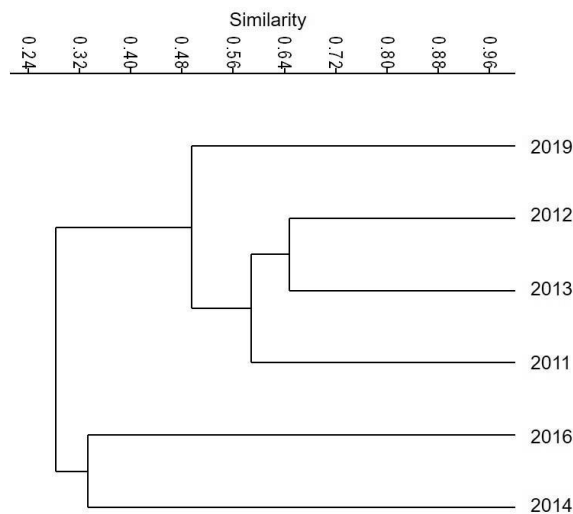


Figura 3: Similaridade da fauna de vespas sociais registrada por seis anos (2011, 2012, 2013, 2014, 2016 e 2019) no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora em Minas Gerais.

Tabela 1: Ocorrência e riqueza de vespas sociais ao longo de seis anos no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora em Minas Gerais. Barras escuras indicam a ocorrência de espécies no ano de estudo.

Espécie/Ano de coleta	2011	2012	2013	2014	2016	2019	N. de ocorrências
Tribo Epiponini							
<i>Agelaia multipicta</i> (Haliday, 1836)							4
<i>Agelaia vicina</i> (Saussure, 1854)							4
<i>Apoica pallens</i> (Fabricius, 1804)							3
<i>Brachygastra augusti</i> (Saussure, 1854)							2
<i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille, 1824)							2
<i>Parachartergus fraternus</i> (Gribodo, 1892)							5
<i>Polybia bifasciata</i> (Saussure, 1854)							2
<i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein, 1796)							2
<i>Polybia fastidiosuscula</i> Saussure, 1854							5
<i>Polybia ignobilis</i> (Haliday, 1836)							3
<i>Polybia jurinei</i> Saussure, 1854							4
<i>Polybia liliacea</i> (Fabricius, 1804)							1
<i>Polybia lugubris</i> Ducke, 1905							2
<i>Polybia occidentalis</i> Olivier, 1791							1
<i>Polybia paulista</i> (Ihering, 1896)							1
<i>Polybia platycephala</i> Richards, 1951							6
<i>Polybia sericea</i> (Olivier, 1791)							4
<i>Polybia scutellaris</i> (White, 1841)							1
<i>Polybia striata</i> (Fabricius, 1787)							2
<i>Protonectarina sylveirae</i> (Saussure, 1854)							2
<i>Protopolybia exigua</i> (Saussure, 1854)							5
<i>Protopolybia sedula</i> (Saussure, 1854)							2
<i>Synoeca cyanea</i> (Fabricius, 1775)							3
Tribo Mischocyttarini							
<i>Mischocyttarus araujoi</i> Zikan 1949							4
<i>Mischocyttarus socialis</i> (Saussure, 1854)							5
<i>Mischocyttarus cassununga</i> (Von. Ihering, 1903)							6
<i>Mischocyttarus drewseni</i> Saussure, 1954							6
<i>Mischocyttarus flavoscutellatus</i> Zikán, 1935							3
<i>Mischocyttarus iheringi</i> Zikán, 1935							2
<i>Mischocyttarus rotundicollis</i> (Cameron, 1912)							3
<i>Mischocyttarus sp1</i>							1
<i>Mischocyttarus sp2</i>							3
<i>Mischocyttarus wagneri</i> (Buysson, 1908)							1
Tribo Polistini							
<i>Polistes actaeon</i> Haliday, 1836							3
<i>Polistes cinerascens</i> Saussure, 1854							1
<i>Polistes pacificus pacificus</i> Fabricius 1804							2
<i>Polistes simillimus</i> Zikán, 1951							4
<i>Polistes versicolor</i> (Olivier, 1791)							7
Riqueza de espécies por ano de coleta	26	29	27	8	8	18	

2.4 DISCUSSÃO

Foi possível identificar espécies resistentes e sensíveis ao impacto causado pela implantação do Jardim Botânico. As espécies *P. platycephala*, *M. cassununga* e *P. versicolor* foram registradas em todos os anos de estudo, corroborando o fato de que são pouco impactadas por perturbações antrópicas (ALVARENGA et al., 2010; DETONI et al., 2018). Já *Apoica pallens* (Fabricius, 1804), *Polybia ignobilis* (Haliday, 1836), *Synoeca cyanea* (Fabricius, 1775) e *Polistes actaeon* Haliday, 1836 só foram registradas antes do início das obras, explicitando a alta sensibilidade dessas espécies e indicando que podem ser usadas como bioindicadores de impacto ambiental.

A dinâmica de oscilação da riqueza das vespas sociais em relação ao grau de impacto mostrado pelos dados foi muito clara. Em 2014, na fase mais intensa das obras, quando houve uma grande retirada da cobertura vegetal, a riqueza de vespas sociais sofreu uma grande queda. Isso pode ter ocorrido porque as plantas removidas eram utilizadas por esses insetos como substrato para nidificação. Em particular, a menor frequência do registro de espécies enxameantes durante o período das obras pode ser justificada pelo fato de que as colônias desse grupo são mais populosas que as de fundação independente e dessa forma necessitam de uma maior quantidade de recurso que, durante a obra, também sofreu impacto e teve queda na sua disponibilidade. Além disso, por serem maiores que as de fundação independente e, portanto, mais fáceis de serem observadas/localizadas e pelas vespas sociais despertarem a aversão e medo nas pessoas, as espécies enxameantes acabam assustando as pessoas e motivando a remoção dos ninhos (SUMNER et al., 2018), fato frequentemente observado durante os períodos de coleta, onde os funcionários da obra e da manutenção retiravam as colônias das estruturas das edificações.

Portugal (2012) em seu trabalho sobre avaliação de impactos ambientais para licenciamento de Jardim Botânico cita que ações como trânsito de veículos, usufruto do espaço terrestre, limpeza e manutenção dos espaços terrestres durante as obras produzem um efeito negativo sobre a fauna terrestre, sobretudo, retirada/limpeza da vegetação do bosque e sub-bosque da floresta e remoção mecânica dos ninhos para reparos nas edificações causam redução imediata da fauna de vespas sociais, porém o efeito é temporário e reversível, retomando o equilíbrio ao final das atividades. Já o paisagismo e jardinagem, por exemplo, são considerados benéficos, pois a diversidade de espécies da flora utilizadas fornece alimento e abrigo atraindo novamente a fauna local, sendo esses efeitos permanentes. Inclusive, plantas exóticas comumente utilizadas na jardinagem, como Palmeiras-leque [*Coccothrinax barbadensis* (Lodd. ex Mart.) Becc.] e Dracenas [*Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.], são

frequentemente selecionadas pelas vespas sociais para nidificarem (BARBOSA et al., 2020) e Astrapéia [*Dombeya wallichii* (Lindl.) Baill] e Manga (*Mangifera indica* L.) para alimentação (BARBOSA et al., 2014; BARBOSA et al., 2016).

Assim como Portugal (2012) sugere que a longo prazo a fauna de locais impactados se reestabelece após uma adaptação ou seleção das populações locais perante as perturbações que a área sofreu e/ou sofre, podemos perceber o retorno da fauna de vespas sociais após o término da obra. As vespas sociais mostraram acima de tudo uma alta capacidade de retorno, pois em 2019, quatro anos após o início das obras e com apenas 19% da área desmatada recuperada, 70% (n = 18) da riqueza de vespas conseguiu retornar ao local, com destaque para *P. sericea*, que retornou ao local no último ano do estudo. Foi possível ainda, observar em campo, espécies de fundação independente utilizando novas estruturas construídas onde estão fundando novas colônias. A capacidade de retorno da fauna pode ser comprovado também em áreas com impactos constantes como plantios e praças urbanas (e.g. DETONI et al., 2018; KLEIN et al., 2015), que apresentam uma riqueza similar a áreas florestais, e ainda, pelo estudo de Barbosa et al. (2019) com aves também no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, que mostram que, assim como as vespas, houve uma diminuição na riqueza de aves associadas à ambientes aquáticos no início das obras e que, ao fim desse período, esses animais voltaram a frequentar as áreas alagadas do local.

Fica claro o impacto que pode ser gerado com a implantação de um empreendimento à fauna local, mostrando a importância de um trabalho conjunto com a administração, a fim de mitigar esses impactos, como evitar que colônias ou ninhos dos animais sejam destruídos e se, caso haja risco de acidentes, removê-los de forma apropriada, promover a introdução de uma ornamentação com plantas que atraem naturalmente, não só as vespas, mas também outros grupos de insetos e animais facilitando o retorno da fauna para o local.

A flutuação da riqueza das vespas sociais ao longo dos anos explicita a capacidade desses insetos de se adaptarem aos impactos sofridos. Trabalhos de levantamento de fauna de vespas sociais realizados por muitos anos na mesma área, podem ser uma ferramenta eficiente no monitoramento de impactos, da mesma forma, sugere-se que áreas onde serão construídos grandes empreendimentos passem por um estudo detalhado da fauna do local antes, durante e após o período de obras.

3 SELETIVIDADE FISIOLÓGICA E TOLERÂNCIA DE VESPAS SOCIAIS EXPOSTAS AO MALATHION

RESUMO

Como resultado de ações humanas, as infestações de insetos pragas são um problema mundial. Dentre eles, destaca-se o *Aedes aegypti*, vetor de várias doenças. Assim como outras pragas, o *Ae. aegypti* vêm se tornando resistente ao inseticida utilizado para seu controle, prejudicando assim, a fauna local de insetos não alvo. O objetivo do estudo foi, portanto, estudar a seletividade fisiológica das vespas sociais expostas ao Malathion, assim como investigar uma possível resistência das vespas sociais à esse inseticida. Adultos das espécies enxameantes, *Polybia platycephala* e *Protopolybia sedula* e da espécie independente *Polistes versicolor* foram coletados em ninhos localizados no *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora e expostas a quatro concentrações do Malathion. No geral, o Malathion foi mais seletivo à *P. versicolor* e mais tóxico a *P. platycephala* e, apesar da diminuição da concentração do produto recomendada pelo fabricante, que em teoria seriam doses subletais, as vespas sociais ainda exibiram altas taxas de mortalidade. Comparando as mortalidades de espécies coletadas em uma área onde não há aplicação do inseticida com uma área onde há a aplicação regular, os dados mostraram um indicativo de que as populações de insetos não-alvo também estão se tornando resistentes à inseticidas, sobretudo em ambientes urbanos. Ainda assim, os dados desse trabalho explicitam a necessidade do desenvolvimento de uma nova classe de inseticida contra o *Ae. Aegypti*, ficando clara ainda a necessidade de uma revisão nas autorizações de venda livre desse tipo de produto.

Palavras-chave: Controle de pragas. Fumacê. Inseticida. Urbanização.

3.1 INTRODUÇÃO

Já é sabido que as atividades humanas como desmatamento e urbanização, avançam cada vez mais em todo o mundo, sobrepondo paisagens de ambientes naturais causando um desequilíbrio no ambiente. Tais atividades favorecem o aumento de insetos pragas e vetores de doenças (CEBALLOS et al., 2017; MAXWELL et al., 2016; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019), como a dengue, e o desaparecimento de espécies prestadores de serviços ecológicos como os himenópteros polinizadores.

O *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), mosquito vetor da dengue, é originário do Egito, na África, apresenta hábito diurno, possui coloração preta com listras e manchas brancas e é

adaptado ao ambiente urbano (NATAL, 2002). Esse inseto vem se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais do planeta desde o século 16, período das Grandes Navegações. No Brasil, os primeiros relatos de dengue datam do final do século XIX, em Curitiba (PR), e do início do século XX, em Niterói (RJ). Em 1955, o Brasil erradicou o *A. aegypti*, no entanto, no final da década de 1960, o relaxamento das medidas adotadas levou à reintrodução do vetor em território nacional. Hoje, o mosquito é encontrado em todos os Estados brasileiros e a dengue é uma das doenças mais importantes para a saúde pública mundial (BRAGA; VALLE, 2007; ZARA et al., 2016).

O ciclo reprodutivo do *A. aegypti* é formado por quatro etapas básicas: ovo, larva, pupa e adulto. Após a cópula, as fêmeas realizam a hematofagia para nutrição e desenvolvimentos dos ovos. A desova acontece, preferencialmente, em criadouros com água limpa e parada e os ovos são distribuídos por diversos criadouros como uma estratégia para garantir a dispersão e preservação da espécie. Caixas d'água, pneus abandonados, vasos de plantas e embalagens vazias são criadouros perfeitos para o *A. aegypti*. Por esse motivo, campanhas de conscientização para acabar com esses criadouros são extremamente importantes (NATAL, 2002).

No Brasil, o principal meio de controle do *A. aegypti* é o uso do Malathion aplicado a ultrabaixo volume (UBV) (ZARA et al., 2016), popularmente conhecido como fumacê. O Malathion pertence ao grupo dos organofosforados, são biodegradáveis com persistência no solo de até três meses e o seu modo de ação é por contato e ingestão. Esse inseticida atua de forma não seletiva, inibindo a enzima Acetilcolinesterase nas junções nervosas, o que impede o término da propagação do impulso nervoso, provocando paralisia e, conseqüentemente, a morte dos indivíduos expostos (HEMINGWAY; RANSON, 2005).

No entanto, assim como em áreas agrícolas, o aumento do uso de inseticidas tem ocasionado resistência nas populações de insetos-alvo e contaminando organismos benéficos como a intoxicação de insetos-não alvo, além de problemas de saúde pública (GEIGER et al., 2010). Essa resistência já é registrada no controle de *A. aegypti* em área urbana com a utilização de Malathion (BROGDON; MCALLISTER, 1998; HEMINGWAY; RANSON, 2000; WHO, 1986;) e ainda assim é aplicado o fumacê, o que traz grande prejuízo à fauna.

Este cenário apresenta uma necessidade urgente de estratégias de controle de insetos-pragas que reduzam o impacto em outros organismos. A intoxicação em insetos-não alvo pode gerar um desequilíbrio no ambiente já que altera as relações ecológicas que esses insetos desempenham, como a polinização realizado pelas abelhas, mariposas, moscas, vespas,

borboletas e besouros que promovem o aumento da produtividade das plantas (BLAAUW; ISAACS, 2014; GARRATT et al., 2014; MILFONT et al., 2013).

Em especial as vespas sociais, além de reconhecidas pelos seus serviços como agentes polinizadores são importantes agentes controladores de pragas. A exploração de inimigos naturais como agentes de controle biológico destaca-se como alternativa sustentável (ELISEI et al., 2021; PREZOTO et al., 2019). No entanto, devido à complexidade dos ambientes urbanos essa prática ainda enfrenta desafios para aplicação em campo (DE MELO, 2017). Dessa forma, é necessário focar no desenvolvimento de inseticidas mais seletivos à insetos-não-alvo.

A seletividade pode ser classificada em ecológica e fisiológica (PEDIGO, 1999). A seletividade ecológica consiste na utilização dos inseticidas de forma seletiva, isto é, que minimize a exposição dos insetos-não alvo aos inseticidas. Esta seletividade é normalmente alcançada através de aplicações em horários do dia com temperaturas mais amenas. Nestes horários há uma menor movimentação das vespas, por exemplo. Já a seletividade fisiológica consiste no uso de inseticidas que apresentem baixa toxicidade aos insetos-não alvo ou que sejam mais tóxicos ao inseto alvo do que aos insetos-não alvo.

Trabalhos avaliando a seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras já vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos, no entanto são focados apenas em inseticidas utilizados em áreas agrícolas (BACCI et al., 2006; FERNANDES et al., 2010; FRAGOSO et al., 2001; GUSMÃO et al., 2000).

Visto a importância da seletividade dos inseticidas às vespas predadoras de pragas urbanas, este trabalho teve por objetivo estudar a seletividade fisiológica das vespas sociais expostas ao Malathion, assim como investigar uma possível resistência das vespas sociais a esse inseticida.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Coleta e descarte dos insetos

Adultos das espécies enxameantes, *Polybia platycephala* Richards, 1951 (Figura 4A), *Protopolybia sedula* (de Saussure, 1854) (Figura 4B) e da espécie independente *Polistes versicolor* (Olivier, 1791) (Figura 4C) foram coletados em ninhos localizados no *campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora. A seleção das espécies se deu pela sua alta abundância em áreas urbanas.

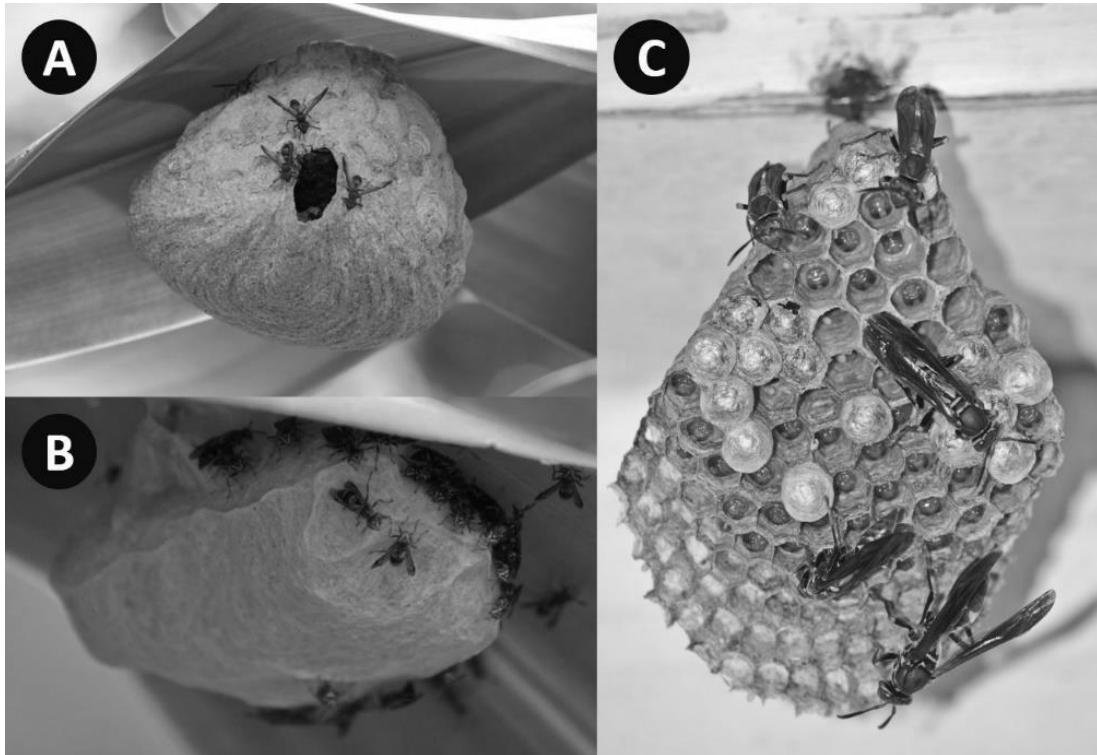


Figura 4: Ninhos e indivíduos das vespas sociais utilizadas no presente estudo, *Polybia platycephala* (4A), *Protopolybia sedula* (4B) e *Polistes versicolor* (4C).

As vespas foram coletadas nas primeiras horas da manhã (entre 6h e 7h), momento em que a maior parte da colônia ainda está no ninho, com rede entomológica. Por conta do formato dos ninhos, para as espécies enxameantes a colônia inteira foi coletada. Já para a espécie independente, foram coletados apenas os indivíduos adultos. Os ninhos e os indivíduos foram mantidos em uma gaiola plástica de acordo com recomendações de Souza et al. (2021), por cerca de 1h até o início do experimento. Exemplares das espécies estudadas foram montados e identificados no Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica (LABEC) da Universidade federal de Juiz de Fora.

Após os experimentos, os indivíduos que permaneceram vivos foram mortos em câmara mortífera e devidamente descartados como material biológico. Já os indivíduos que não foram utilizados em nenhum experimento, foram liberados próximos aos locais de coleta.

3.2.2 Seletividade Fisiológica

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório Avançado de Zoologia (LAZ) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Foram testadas quatro concentrações do Malathion 500 Ce Notrosin®: T1. recomendada pelo fabricante (0,15%), T2. a recomendada diluída 10 vezes (0,015%), T3. 100 vezes (0,0015%) e T4. 1000 vezes (0,00015%), permitindo a avaliação do

impacto do produto no momento de sua aplicação e ainda quando estiver decomposto. Seguindo a recomendação do fabricante, o produto foi diluído em água destilada.

Para cada bioensaio, 1mL da concentração em questão de Malathion foi aplicado em círculos de papel filtro de 6cm de diâmetro. Os círculos secaram em varal à sombra por 2h antes do início do experimento (adaptado de BACCI et al., 2006). Após a secagem, os círculos de papel filtro foram posicionados no fundo de recipientes plásticos de 250mL. Foram feitas três repetições para cada concentração e um controle com água, onde dez indivíduos foram alocados em cada recipiente; já para a independente, também foram feitas três repetições onde foram alocados quatro indivíduos em cada recipiente.

Para realização de uma curva de mortalidade, o experimento foi monitorado de hora em hora durante as seis primeiras horas e então ao final de 24h. Foram realizadas avaliações do número de insetos mortos por unidade experimental, sendo considerados como mortos os insetos que não apresentavam movimentação ou que estavam em fase de contração muscular. Todo o experimento foi conduzido em condições naturais de temperatura (23-30°C) e umidade relativa do ar (60-70%).

3.2.3 Teste de resistência

Para avaliação da resistência, indivíduos de *P. sedula* foram coletados no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora que fica em uma área urbana onde há aplicação regular do Malathion, e no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, uma área de vegetação afastada do centro urbano onde não há aplicação do inseticida. Uma colônia de cada área foi coletada, no mesmo dia, para realização do experimento. Foram utilizadas as mesmas concentrações da etapa anterior e foram feitas três repetições para cada concentração e um controle com água, onde dez indivíduos foram alocados em cada recipiente. As observações também ocorreram de hora em hora nas seis primeiras horas e ao final de 24h, em condições naturais.

3.2.4 Análise dos dados

A concentração do inseticida foi classificada em não seletivo (mortalidade entre 100-70% após 24h), medianamente seletivo (mortalidade entre 69-30% após 24h) e seletivo (mortalidade entre 29-0% após 24h) (BACCI et al., 2006). Para verificar se houve diferença entre as mortalidades após as 24 horas nas doses utilizadas e entre as espécies estudadas, os resultados foram transformados em arco seno $\sqrt{x/n}$ (onde x é o número de mortos e n o valor total de indivíduos) para realização, após testada a normalidade dos dados, da análise de

variância (ANOVA) e comparação das médias pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas utilizando o free software BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2007).

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Seletividade

O Malathion se mostrou seletivo para *P. versicolor* em todas as concentrações. Para *P. platycephala*, não foi seletivo em T1, T2 e T3 (0,15%, 0,015% e 0,0015%) e foi medianamente seletivo em T4 (0,00015%). Já para *P. sedula*, o inseticida não foi seletivo apenas em T1 (0,15%) e foi seletivo nas demais (Figura 5).

3.3.2 Taxa de mortalidade

A concentração recomendada pelo fabricante causou maior taxa de mortalidade em *P. platycephala* e *P. sedula* que em *P. versicolor* ($F=391.43$; $gl=6$; $p<0.01$). T2 e T3 (0,015% e 0,0015%) causaram maior taxa de mortalidade em *P. platycephala* que nas demais ($F=357.29$; $gl=6$; $p<0.01$ e $F=39.95$; $gl=6$; $p<0.01$). T4 (0,00015%) apresentou a mesma taxa de mortalidade para todas as espécies ($F=2.065$; $gl=6$; $p=2075$).

3.3.3 Redução da taxa de mortalidade com a redução das concentrações

Mesmo com a diluição, a mortalidade foi a mesma para *P. versicolor* em todas as concentrações ($F=1.98$; $gl=8$; $p=0.195$). Para *P. platycephala*, a mortalidade também se manteve a mesma em T1, T2 e T3 (0,15%, 0,015% e 0,0015%) diminuindo apenas em T4 (0,00015%) ($F=19.74$; $gl=8$; $p=0.0008$). Já para *P. sedula*, a mortalidade foi maior em T1 (0,15%) e igual nas demais ($F=552,32$; $gl=8$; $p<0.0001$).

3.3.4 Efeito do tempo de exposição

A mortalidade de *P. platycephala* aumentou durante o tempo de exposição em T1 (0,15%) ($F=161.29$; $gl=14$; $p<0.0001$), chegando aos 100% já na segunda hora. Também houve aumento da mortalidade em T2 (0,015%) ($F=106.57$; $gl=12$; $p<0.0001$), atingindo 100% na terceira hora. T3 (0,0015%) também registrou aumento de mortalidade ao longo das horas ($F=33.15$; $gl=14$; $p<0.0001$), no entanto, não chegou aos 100% de mortalidade. Em T4 (0,00015%), a mortalidade se manteve estável ($F=1.31$; $gl=14$; $p=0.315$) (Figura 5).

Protopolybia sedula apresentou uma estabilidade na mortalidade em T1 (0,15%) ($F=2.42$; $gl=14$; $p=0.08$), com registro de 100% apenas após 24 horas. Em T2 (0,015%) e T4 (0,00015%), houve registro de morte apenas após as 24 horas. Em T3 (0,0015%), não houve

mortalidade. Já para *P. versicolor*, houve registro de mortalidade apenas após 24 horas e somente em T1 e T2 (0,15% e 0,015%) (Figura 5).

3.3.5 Resistência

Após 24 horas de observação, T1 (0,15%) foi capaz de matar 100% das *P. sedula* das duas áreas. Em T2 e T3 (0,015% e 0,0015%), houve maior mortalidade nas vespas do Jardim Botânico ($F=2036.7$; $gl=4$; $p<0.01$ e $F=7.21$; $gl=4$; $p=0.05$, respectivamente). Já em T4 (0,00015%), não houve diferença entre as mortalidades das áreas ($F=2.4$; $gl=4$; $p=0.19$).

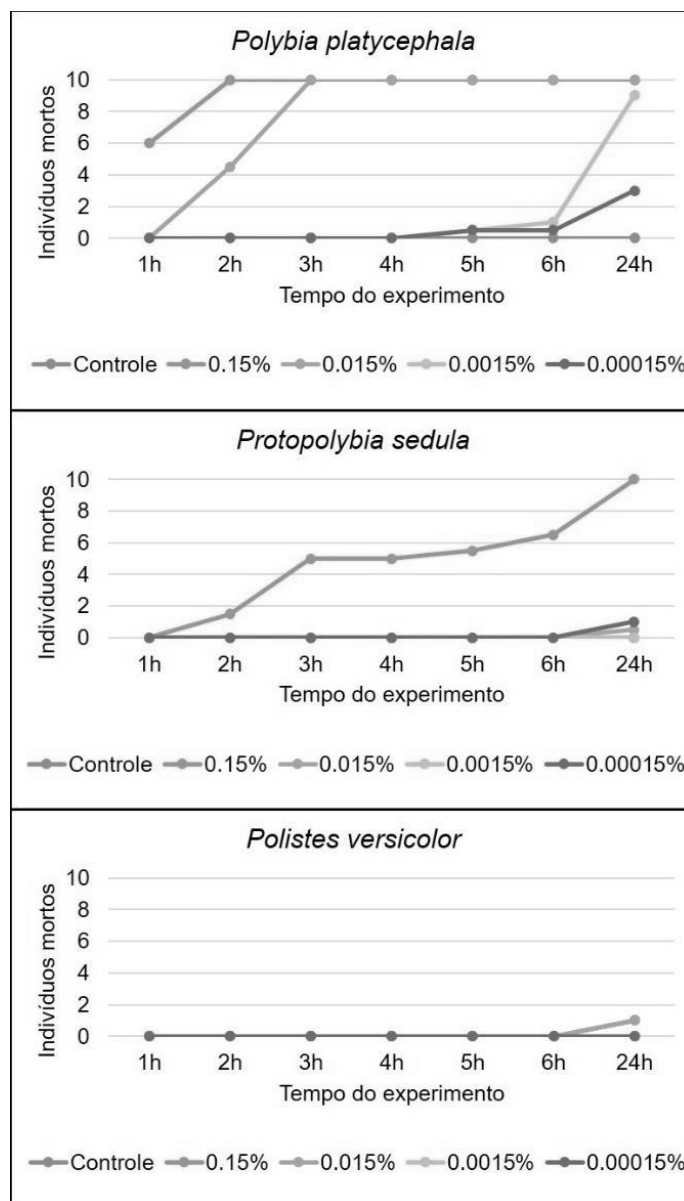


Figura 5: Curva de mortalidade de *Polybia platycephala*, *Protopolybia sedula* e *Polistes versicolor* coletadas no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora e expostas a diferentes concentrações do Malathion ao longo do experimento.

3.4 DISCUSSÃO

No geral, o Malathion foi mais seletivo e causou menor taxa de mortalidade à *P. versicolor*, resultados semelhantes aos encontrados por Gusmão et al. (2000) que, estudando a seletividade de inseticidas a vespas predadoras verificaram toxicidade mediana do ethion, inseticida da mesma classe do Malathion, a *P. versicolor*. Ainda que alguns trabalhos defendam que há uma relação entre o tamanho do inseto e a tolerância a inseticidas, ou seja, quanto maior a área de exposição e, conseqüentemente, menor o volume corporal do inseto, mais intoxicado ele será, assim como no trabalho de Gusmão et al. (2000), tal mecanismo não foi determinante, já que o Malathion foi menos seletivo e causou maior taxa de mortalidade à *P. platycephala*, espécie com a menor área corporal de exposição do estudo. Assim, parece que o tamanho do inseto não interfere na toxicidade desse tipo de inseticida.

O Malathion é conhecido por ser um inseticida de grande espectro, portanto, pouco seletivo. Seu efeito sobre os insetos e sua alta toxicidade às vespas predadoras se devem ao seu caráter lipofílico, ou seja, afinidade e alta solubilidade em lipídios que, por sua vez, são os principais constituintes da cutícula dos insetos. Esta relação é responsável pela penetração do produto na cutícula e translocação até o alvo de ação. Como o principal modo de ação desse inseticida se dá por contato, a explicação para os diferentes níveis de toxicidade pode estar relacionada à composição e complexidade da cutícula desses insetos. Em seu trabalho de análise da composição química da cutícula de vespas sociais, Mendonça (2017) encontrou uma maior complexidade na cutícula de *P. versicolor* quando comparada à outras espécies, assim como Lorenzi et al. (2014), que atribui essa maior complexidade da cutícula ao fato de se tratar de uma espécie de fundação independente, ou seja, que possui maior susceptibilidade de parasitismo em suas colônias, sendo, portanto essa complexidade uma forma de dificultar a quebra do código intracolônial das vespas por parasitas. Este fato comprova a plasticidade adaptativa dos hidrocarbonetos de vespas do gênero *Polistes* frente às mudanças no ambiente.

Apesar da diminuição da concentração do produto recomendada pelo fabricante, que em teoria seriam doses subletais, as vespas sociais ainda exibiram altas taxas de mortalidade. Além disso, como mudanças comportamentais já foram observadas em inimigos naturais expostos à doses subletais de inseticidas como alterações na motilidade, orientação, alimentação, oviposição e aprendizagem (FERNANDES et al., 2010), ainda não foram feitos estudos para avaliar esses efeitos nas vespas sobreviventes após a aplicação do Malathion em campo.

Quanto à possível resistência adquirida pelas vespas sociais ao Malathion, em concentrações dez e cem vezes menores que a recomendada pelo fabricante do produto, nota-se uma maior sobrevivência dos indivíduos da área com aplicação regular do inseticida. Ainda

que a dose recomendada pelo fabricante tenha causado a mesma mortalidade entre as vespas das duas áreas, a diferença entre as mortalidades nas dosagens mais baixas podem ser um indicativo de que as populações de insetos não-alvo também estão se tornando resistentes à inseticidas, sobretudo em ambientes urbanos. No entanto, precisamos frisar que a velocidade com que isso ocorre é muito baixa e não há como prever se e quando haverá uma população de vespas sociais predadoras resistentes ao Malathion.

Resistência é definida como a capacidade, adquirida por meio de um processo evolutivo, de um organismo sobreviver em resposta à pressão de seleção imposta pela exposição a algum agente tóxico, assim, as pragas resistentes evoluem em resposta à seleção imposta por métodos de controle limitando sua eficiência e viabilidade em longo prazo (HAWTHORNE, 1998). Assim, e tendo em vista que vários trabalhos já apontam a resistência do *A. aegypti* (BRAGA; VALLE, 2007; HEMINGWAY; RANSON, 2000; LIMA et al., 2003), o uso do Malathion como forma de combate ao mosquito da dengue deve ser revisto pelas autoridades já que, além de não matar o inseto alvo, está claramente afetando a entomofauna não alvo.

Ainda que o Malathion tenha funcionado no passado, os dados desse trabalho explicitam a necessidade do desenvolvimento de uma nova classe de inseticida contra o *A. aegypti*. Além disso, ainda que alguns fabricantes tragam informações em bulas mais detalhadas encontradas na internet como “Este produto é altamente tóxico para abelhas podendo atingir outros insetos benéficos. Não aplique o produto no período de maior visitação das abelhas.” (Malathion 1000 EC Cheminova), no geral, o Malathion é amplamente comercializado sendo facilmente encontrado para compra na internet. Dessa forma, fica clara a necessidade de uma revisão nas autorizações de venda livre desse tipo de produto.

É necessário destacar ainda que a forma mais eficaz de controle, não só do *A. aegypti*, mas de tantos outros vetores de doenças, é o saneamento básico.

4 CONHECIMENTO POPULAR SOBRE VESPAS SOCIAIS NO BRASIL

RESUMO

A relação entre os humanos e os insetos além de antiga é bastante diversa. Os insetos são usados como fonte de alimento, na indústria têxtil, na medicina e estão fortemente presentes na cultura de vários povos. No entanto, alguns insetos são mais preteridos que outros e, sabendo da má fama das vespas sociais, o estudo teve como objetivo investigar a representação ambiental sobre vespas sociais no Brasil. Para isso, foi aplicado um questionário online dividido em: Sessão 1. Dados sociodemográficos; Sessão 2. Impressões das pessoas sobre as vespas; Sessão 3. Conhecimento sobre a importância das vespas. Por fim, foi deixado um espaço para que os participantes, caso quisessem, contassem histórias envolvendo acidentes com vespas sociais. Foram usados os dados obtidos pela resposta de 791 participantes. A maioria das pessoas sabe o que é uma vespa social e reconhecem sua importância na natureza. Homens reconhecem melhor os ninhos porque na maioria dos casos são eles que fazem as retiradas. Já em relação aos sentimentos provocados pelas vespas, 71% dos participantes respondeu nojo, medo ou tensão. Muitos participantes disseram ainda que já sofreram ataques ou conhecem alguém que foi atacado por vespas e dividiram suas histórias destacando os nomes populares das vespas sociais e remédios caseiros para diminuir a dor da ferroadada. A partir desse estudo ficou claro que uma abordagem mais elaborada no âmbito da educação ambiental em relação às vespas sociais se faz necessária.

Palavras-chave: Educação ambiental. Entomologia. Insetos sociais. Questionário.

4.1 INTRODUÇÃO

4.1.1 Relações entre insetos e seres humanos: um breve histórico

Os insetos representam cerca de 66% de todas as espécies conhecidas (ZHANG, 2011) e desempenham funções essenciais para a manutenção dos ecossistemas como ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de sementes, manutenção da estrutura e fertilidade do solo, controle de pragas, equilíbrio de populações de organismos e fonte de alimento para inúmeras outras espécies, inclusive seres humanos.

A Ordem dos Primatas surgiu com pequenos animais insetívoros há cerca de 80 milhões de anos (HARARI, 2015), e atualmente a entomofagia está presente na cultura humana em mais de 100 países (RAMOS-ELORDUY, 1998). Das milhares de espécies de insetos já

identificados, mais de 1.500 são utilizadas como alimento por cerca de três mil grupos étnicos em mais de 120 países (RAMOS-ELORDUY, 2000) sendo a maior parte constituída por coleópteros (443 espécies), seguido pelos himenópteros (307 espécies), ortópteros (235 espécies) e lepidópteros (228 espécies). Os insetos são consumidos em todas as fases de seu desenvolvimento, de alguns se consomem os ovos, de outros larvas, larvas e pupas ou então somente os adultos.

Além de fonte de alimento, os insetos também tem grande importância econômica. Apesar de apenas menos de meio por cento do número total de espécies de insetos serem consideradas pragas, as que o são causam bilhões em prejuízos anualmente na agricultura e pecuária. Só no Brasil, estima-se que as pragas podem ser responsáveis por perdas que variam entre 2 a 30%, algo em torno de 2,2 bilhões de dólares ao ano (BENTO, 1999). Por outro lado, cerca de 72% das safras mundiais dependem de insetos para a polinização (DICKE, 2017). Os insetos predadores contribuem ainda com funções significativas no ecossistema, controlando insetos-praga nas lavouras. Estudos de campo mostram que os predadores generalistas reduzem as populações de pragas agrícolas economicamente significativas em terras aráveis e na pecuária o besouro rola bosta controla a população de mosca do chifre, que é um grande para os bovinos (SYMONDSON et al., 2002).

Um dos insetos mais importantes para a economia mundial é, sem dúvidas, a abelha. Além do mel, são comercializados cera, extrato de própolis, pólen, geleia real e derivados. A China é, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO 2021), o maior produtor mundial de mel, com uma produção de 551 mil toneladas em 2017, seguido pela Turquia (114 mil) e Argentina (76 mil). O Brasil, produz entre 40 e 70 mil toneladas de mel por ano e grande parte dessa produção é exportada. Segundo os dados da Comex, em 2020 cerca de 45 mil toneladas foram destinadas à exportação, principalmente para os Estados Unidos e Canadá.

Os insetos também são usados na indústria têxtil. A sericultura é a criação de lagartas de lepidóptera conhecidas como bicho-da-seda (*Bombyx mori* Lineu, 1758) que, como o próprio nome já diz, são responsáveis pela produção de seda. O bicho-da-seda é originário do norte da China e vem sendo domesticado pelo homem há aproximadamente 5.000 anos para obtenção dos fios de seda, o qual é utilizado para fabricação de roupas e outros utensílios. O produto possui um alto valor agregado e 50% da produção mundial é consumida no Japão (HANADA; WATANABE, 1986). De acordo com a FAO (2021), o Brasil é o 6º maior produtor mundial, com cerca de 3 mil toneladas de tecido por ano.

Conhecido como “carmesim-cochonilha”, o corante natural vermelho extraído da *Dactylopius coccus* Costa, 1835 é usado na indústria alimentícia (CONSTANT et al., 2002). O Peru é o maior produtor mundial desse corante e produz cerca de 300 toneladas de cochonilha dessecada por ano (HENRY, 1996).

Os insetos causam ainda grandes prejuízos para a saúde seja como vetores de doenças, alergias ou até parasitismo. O grupo dos Diptera, representados pelas moscas e mosquitos, talvez seja o grupo mais importante já que a dengue, zika, chikungunya e febre amarela, que estão entre as doenças que mais matam no mundo, são transmitidas por mosquitos. Já as moscas são responsáveis pela miíases, ou berne, que é uma infecção parasitária causada por larvas de várias espécies de moscas que invadem a pele ou os orifícios naturais, como olhos, nariz e ouvidos de pessoas e animais.

Acidentes mais graves estão relacionados à reações alérgicas a certas toxinas como é o caso da lagarta *Lonomia* (*Lonomia obliqua* Walker, 1855), conhecida popularmente como taturana. Segundo o Ministério da Saúde, em 2019 foram registradas 5.884 notificações de acidentes com lagartas no Brasil. O veneno de vespas e abelhas também podem causar reações alérgicas e, em casos raros, óbito.

4.1.2 Afinal, quem são as vespas sociais?

As vespas sociais, conhecidas popularmente como marimbondos ou cabas, são insetos da ordem Hymenoptera. Nem toda vespa é social, na verdade, o termo “vespa” abrange uma grande diversidade de insetos, que apresentam comportamentos variados: fitófagos, carnívoros, parasitoides e enfim, vários níveis de organização social.

As vespas sociais, propriamente ditas, são representadas pelas subfamílias Vespinae e Polistinae. No Brasil, onde apenas as Polistinae são encontradas contando com, até o momento, 381 espécies registradas (SOMAVILLA et al., 2021), as vespas sociais começaram a ser estudadas mais profundamente na década de 60 e hoje despertam cada vez mais o interesse de pesquisadores já que são reconhecidas pelo seu importante papel ecológico como polinizadores e controladores de praga (ANDENA et al., 2021; PREZOTO et al., 2019). Por se tratar de um animal eussocial, ou seja, que apresenta sobreposição de gerações, divisão de tarefas e cuidado com a prole, são frequentemente utilizadas em estudos de comportamento social (JEANNE; TAYLOR, 2021).

Uma colônia de vespas sociais pode contar com dezenas ou até milhares de indivíduos. Sua fundação pode ser independente, quando apenas rainhas inseminadas iniciam a construção do ninho, ou enxameante, quando uma ou mais rainhas inseminadas seguidas por um grupo de

operárias iniciam a construção do ninho (JEANNE, 1972), formando, nesse caso, as chamadas “caixas de marimbondo”. Os ninhos são construídos com fibra vegetal triturada que é misturada com água e secreção salivar, resultando em um material semelhante ao papel. Esses ninhos apresentam como principal função a proteção da colônia contra inimigos naturais e intempéries (JEANNE, 1975; WENZEL, 1991).

4.1.3 As vespas no imaginário, na cultura e na arte

Os Ticuna, ou Tikuna, são hoje o povo indígena mais numeroso da Amazônia brasileira. Na história de sua origem, apesar de apresentar várias versões, as vespas ganham destaque. Uma das versões conta que uma mulher heroína, Mapana foi criada juntamente com o marido Ngutapa, ambos viviam num lugar sagrado onde é hoje o Igarapé São Jerônimo. Certo dia quando foram caçar, discutiram e brigaram. Ngutapa deu uma surra na mulher e a amarrou em um pau com braços e pernas abertas. Lá, ela teve as genitálias picadas por vespas e formigas. Sentindo muita dor, foi socorrida por um pássaro chamado cançã que a estimulou a vingar-se de seu marido. Deu-lhe um ninho de vespas e disse para ela aguardar o marido escondida. Quando Ngutapa chegou, Mapana jogou o ninho nele, acertando-lhes os dois joelhos. Ele caiu e não conseguiu mais se levantar, teve que ir se arrastando para casa. Ngutapa sofreu muita dor e chorou por vários dias. Seus joelhos incharam e desse inchaço originou a gestação de dois casais de filhos: do joelho direito saíram Yoi e sua irmã Mowatcha; do joelho esquerdo nasceram Ipi e sua irmã Aicüna. Segundo Maciel (2016), os dois homens já nasceram de posse de suas zarabatanas e as mulheres de seus cestos, objetos, respectivamente, masculinos e femininos.

Ainda hoje, uma brincadeira bastante conhecida pelas comunidades da Tribo Tikuna, é a CABAS (nome popular de vespas) – Maë, onde as crianças são divididas em dois grupos: um de roçadores e outro que representa as vespas. As crianças sentam-se frente à frente numa pequena roda, cada uma segurando na parte de cima da mão da outra, como se fosse o ninho de cabas. Cantam e balançam as mãos para cima e para baixo. Os roçadores fazem movimentos com os braços, como se estivessem roçando sua plantação até chegar próximo ao ninho de vespa. Um deles, sem perceber bate no ninho e as vespas saem a voar e a picar os roçadores.

Outro povo que apresenta relação cultural com as vespas são os Xikrin, tribo indígena kayapó, do estado do Pará. Para eles, as vespas representam bravura e coragem, como Bollettin (2013) conta em seu artigo. O ato de “tirar marimbondo”, como os indígenas falam, faz parte do ritual de iniciação masculina onde o ataque a um ninho simboliza o ataque a uma aldeia inimiga (VIDAL, 1977). “Tirar marimbondo” é um tema que sempre excita os meninos, e é

bastante comum vê-los comentando sobre um ninho descoberto nos arredores da aldeia e planejando excursões para quebrá-lo (COHN, 2000). Inclusive, os ninhos são selecionados seguindo alguns critérios onde são analisadas as qualidades ou fraquezas do tipo específico de maribondo, diferenciando os insetos pela cor, tamanho, bravura e venenosidade. Além disso, existe uma regra de que a pessoa que primeiro encontrar o ninho é que tem o direito de retirá-lo (BOLLETTIN, 2013).

“Tirar marimbondo” compreende também em um ritual, parecido com àquele com as formigas Tucandeiras do povo Sateré-Mawé, onde o objetivo é fortalecer jovens meninos. No ritual, narrado por Bollettin (2013), os mais velhos saem em busca do ninho e começam a preparar o local um dia antes do evento. Ao encontrar o ninho perfeito, limpam o terreno abaixo da árvore, derrubando os arbustos e roçando o local onde é, então, construída uma escada com acesso direto ao ninho. Na manhã seguinte, sob gritos de incentivo dos homens mais velhos e choro das mulheres, os jovens meninos com o corpo pintado de urucum e linhas pretas de carvão no rosto, sobem um de cada vez na escada para, de mão aberta, golpear o ninho até que seja completamente destruído.

Fora do Brasil, as vespas mantêm o misticismo. Em seu trabalho conduzido em 27 países da África subsaariana, Van Huis (2020), ainda que muitas vezes sem destacar se vespas solitárias ou sociais, relata que ninhos de vespas são usados na medicina local e ainda em rituais no casamento, onde as mulheres dão ao marido uma bebida feita ninho de vespas para que este volte para casa, provavelmente porque as vespas sempre voltam para casa, ou elas mesma bebem quando não podem engravidar, quando querem evitar um aborto ou contra dores menstruais. Mistura-se também a vespa moída ou o ninho com larvas na ração para tornar o cão mais cruel. Acredita-se ainda que colocar uma vespa solitária (Crabronidae) em cicatrizes no punho ou esfregar uma vespa ou ninho entre as mãos, faz com que a pessoa bata mais forte em alguém.

As vespas são mantidas nos pomares para impedir o roubo de mangas e também para proteger os ninhos de pássaros que são atacados por caçadores de ovos. No entanto, manter ou não um ninho de vespas em sua casa depende muito da cultura do país, já que alguns consideram bom sinal como uma esposa ficando grávida, riqueza e prosperidade além de proteger a casa e o proprietário contra pessoas más e contra bruxas, e para outras etnias a presença do ninho pode ser considerado um mau presságio (VAN HUIS, 2020).

O sentimento controverso pelas vespas é universal. Em seu trabalho de investigação do por que amamos abelhas e odiamos vespas, Sumner e Law (2018) coletaram respostas de participantes de 46 países a um questionário online. Os autores destacaram que as palavras mais

comumente usadas em relação às abelhas foram “mel”, “flores”, “pólen” e “polinização”, já para as vespas as palavras foram quase exclusivamente emotivas como “ferrão”, “irritante”, “perigoso” e “zangado”. Isso mostra que, mesmo apresentando papel ecológico semelhante, as abelhas são reconhecidas e valorizadas e as vespas são constantemente vistas como algo ruim.

Quando aparecem em sonhos, as vespas também estão relacionadas a coisas ruins como raiva, agressividade, ódio, arrogância, vingança, perigo e problema, como consta no website Significado dos Sonhos (ROGÉRIO, 2013). Sonhar com uma vespa simboliza problemas e perigo à frente indicando que a pessoa pode estar deixando a raiva e o temperamento atrapalhar sua vida.

Como conclui Averbug (2021), é diante do cruzamento entre perspectivas biológicas e culturais como essas, que as vespas se tornaram um dos insetos mais injustamente rejeitados do planeta. Talvez seja por isso que, nas artes, elas são sempre representadas, de fato, como as vilãs.

No cinema, são vários os filmes que mexem com o imaginário e exploram o medo já conhecido desses insetos (Figura 6). O primeiro deles, “The wasp woman” (A mulher vespa) de 1959, conta a história de uma proprietária de uma empresa de cosméticos que, preocupada com a crescente queda de vendas de seus produtos, aceita servir de cobaia humana para as experiências de um cientista que faz pesquisas com enzimas de vespas e que vem obtendo bons resultados de rejuvenescimento em experiências com insetos e animais. O que ela não esperava era uma terrível mutação que a transformou num monstro grotesco e incontrolável que passa a atacar as pessoas que atravessam seu caminho, procurando se alimentar do sangue de suas vítimas. Em *Deadly Swarm* (Vespas assassinas) de 2004, *Swarmed* (O ataque das vespas mutantes) de 2005, *Dragon wasps* (Terror tropical) de 2012 e *Stung* (Vespas gigantes) de 2015, o enredo gira em torno do ataque de vespas mutantes, gigantes e assassinas que têm como único objetivo matar pessoas.

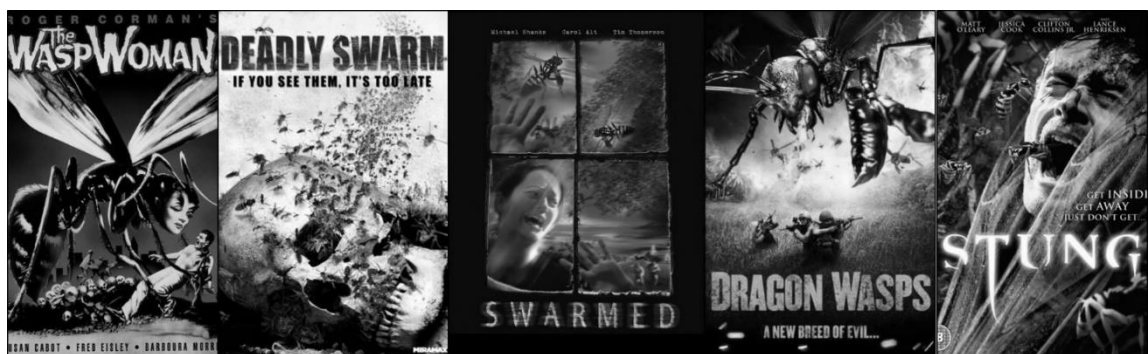


Figura 6. Cartazes de filmes de terror que trazem as vespas como personagem principal.

As vespas também já foram representadas na pintura pelo pintor italiano Sandro Botticelli. Em sua obra *Venus and Mars* (Figura 7A), pintada por volta de 1485, e provavelmente encomendada para comemorar um casamento onde seria colocada em um painel ou uma peça de mobiliário para enfeitar o quarto dos noivos, é possível observar claramente um enxame de vespas pairando em torno da cabeça de Marte. Para isso, existem duas explicações: as vespas como simbolismo de que o amor é frequentemente acompanhado da dor, e a revelação do possível cliente que encomendou a obra, a família Vespucci (BELLINGHAM, 2010). A família era conhecida como as “vespas de Florença” já que, além da origem do nome, o brasão da família era composto por vespas douradas em uma faixa azul colocada sobre um fundo vermelho (Figura 7B).



Figura 7. Obra *Venus and Mars*, de Sandro Botticelli (8A); brasão da família Vespucci (8B).

Na literatura, Averbug (2021) investiga um episódio suprimido do aclamado livro “Alice através do Espelho” de Lewis Carrol, intitulado “The Wasp in a Wig”, ou “O marimbondo de peruca” em tradução livre. De acordo com sua pesquisa, a supressão do episódio se deu após o ilustrador do livro se recusar a ilustrar o personagem principal, o marimbondo. A autora convida então, 150 anos depois, artistas do mundo todo a ilustrarem sua versão do “marimbondo de peruca” despertando neles memórias de infância e recolhendo relatos e histórias únicas.

A má reputação das vespas está ainda na cultura popular, mais especificamente na linguagem digital através dos memes. Esse termo, originalmente proposto como sendo uma unidade de replicação que assim como o gene que salta de corpo para corpo carregando uma informação, circula de cérebro em cérebro por meio de um processo que, de maneira ampla, pode ser chamado de imitação por Richard Dawkins em 2007, hoje é simplesmente definido como “ideias, brincadeiras, jogos, piadas ou comportamentos que se espalham através de sua replicação de forma viral” (HORTA, 2015).

Os memes relacionados às vespas sociais são em sua maioria comparando vespas e abelhas onde, assim como no trabalho de Sumner e Law (2018), as abelhas são apontadas como seres adoráveis e as vespas terríveis armas de guerra (Figura 8).

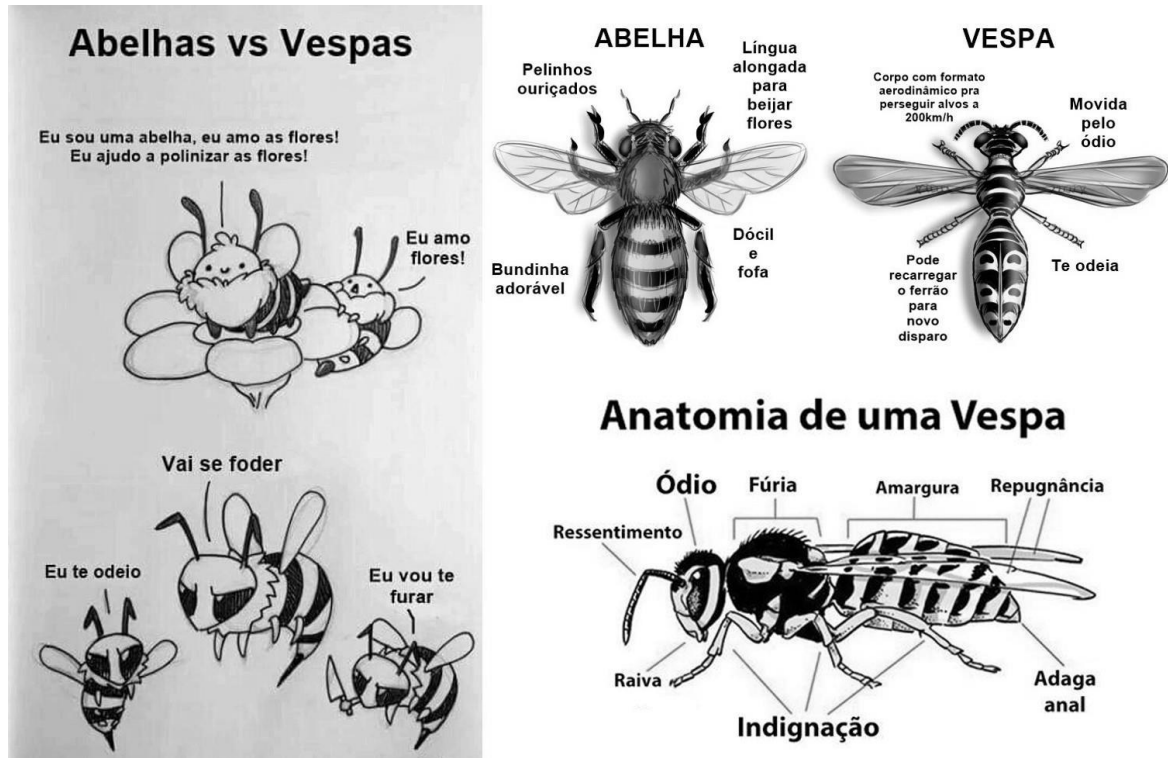


Figura 8. Memes encontrados na internet sobre as vespas.

Assim, fica clara a necessidade de entender os medos e impressões das pessoas sobre as vespas sociais para que sejam desenvolvidos projetos de conscientização e educação ambiental. O objetivo do estudo foi, portanto, investigar a representação ambiental, que é a verbalização do entrevistado sobre seu sentimento relativo a um elemento definido da biodiversidade e que aborda fatores psicológicos, culturais e fisiológicos (SILVA et al., 2014), sobre vespas sociais no Brasil.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Declaração ética

Todos os participantes foram brevemente esclarecidos antes de responder às questões sobre o objetivo do trabalho e todos, de forma anônima e voluntária, concordaram em participar do estudo. Este trabalho não coletou quaisquer dados de identificação pessoal ou informações sobre assuntos delicados, portanto, está isento da exigência de revisão do conselho de revisão institucional ou do comitê de ética (BRASIL, 2016).

4.2.2 Desenvolvimento do questionário e recrutamento de participantes

Um questionário composto por 17 perguntas (Apêndice A) foi desenvolvido de forma a abranger questões como a demografia dos respondentes, conhecimento sobre a ecologia e comportamento das vespas sociais, experiências, interações e atitudes em relação a elas. Pesquisas pré-teste (10) foram aplicadas para avaliar a compreensão da população e revelaram que os respondentes conseguiam entender todas as questões. Conseqüentemente, o questionário original do pré-teste foi mantido para este estudo com pequenas modificações para maior clareza.

O questionário foi estruturado da seguinte forma: Sessão 1. Dados sociodemográficos; Sessão 2. Impressões das pessoas sobre as vespas; Sessão 3. Conhecimento sobre a importância das vespas. Por fim, foi deixado um espaço para que os participantes, caso quisessem, contassem histórias envolvendo acidentes com vespas sociais.

Para que os participantes aprendessem, de certa forma, algo novo sobre as vespas, ao final do questionário foi apresentado um pequeno texto informativo sobre a importância das vespas sociais na natureza. Foi utilizado o método de amostragem bola de neve, no qual os próprios participantes sugerem novas pessoas e divulgam o estudo. O recrutamento principal de participantes foi realizado por meio de mídias sociais, Facebook TM, WhatsApp TM e Instagram TM.

4.2.3 Análise dos dados

Como a amostragem foi não probabilística, ou seja, os indivíduos participaram por estarem prontamente disponíveis e não porque foram selecionados por meio de um critério estatístico, para obter uma distribuição uniforme das categorias de perfil algumas variáveis foram adaptadas para as análises: nível de escolaridade, Estado e local de moradia (Cidade x Rural) foram retiradas das análises estatísticas; por se tratar de uma amostra muito pequena, os respondentes que marcaram “outro” e “prefiro não dizer” na opção de gênero, não foram considerados para as análises. Além disso, as idades e tipo de moradia (Casa x Sítio/Chácara x Apartamento) também foram reorganizados.

Para as análises estatísticas, as respostas quanto às impressões das pessoas sobre as vespas e o conhecimento sobre a importância das vespas foram associadas ao perfil dos entrevistados por meio do teste de qui-quadrado em tabela de contingência a fim de determinar se o padrão de resposta será dependente do perfil do respondente pelo PROC FREQ do SAS (versão 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Perfil dos participantes

No total, 855 pessoas participaram do estudo. Após os ajustes, foram utilizados os dados obtidos pela resposta de 791 participantes, dos quais 41,5% (n=328) homens e 58,5% (n=463) mulheres, 50,3% (n=398) até 30 anos e 49,7% (n=393) 31 anos ou mais e 58% (n=459) morando em casa e 42% (n=332) em apartamento.

4.3.2 Impressões e ações sobre as vespas sociais

Cerca de 94% dos respondentes foram capazes de identificar uma ou mais vespas pelas fotos apresentadas, sendo que homens e mulheres foram igualmente ($p=0,2477$) capazes de fazer a identificação correta. A identificação das vespas também não esteve relacionada à idade dos participantes ($p=0,1554$) ou ao tipo de moradia ($p=0,2675$).

Já em relação à identificação dos ninhos, 78% das pessoas acertaram a identificação de um ou mais ninhos. Nesse caso, homens tiveram mais acertos que as mulheres ($p<0,0001$) e pessoas que moram em casa também acertaram mais ($p=0,0551$), no entanto não houve relação entre as idades dos participantes ($p=0,5820$).

Quando questionados sobre o que fazer caso encontrasse um ninho de vespas em sua casa, 40% (n=371) dos participantes contrataria um profissional para fazer a retirada, 36% (n=283) disse que retirariam o ninho apenas se começassem a atacar, 14% (n=110) retiraria por conta própria e 9,6% (n=76) não retiraria. A maioria dos homens respondeu que retiraria os ninhos por conta própria ($p<0,0001$), já a maioria das mulheres contrataria um profissional para realizar a retirada ($p<0,0001$). Não houve, no entanto, relação entre a idade dos participantes ($p=0,1477$) ou tipo de moradia ($p=0,2566$).

Dos sentimentos listados no questionário e com a possibilidade de marcar mais de uma opção, 71% (n=563) dos participantes escolheu nojo, medo ou tensão para definir o que sentem ao ver uma vespa. Mais homens dizem sentir admiração ou indiferença ($p<0,0001$) do que mulheres, que por sua vez foram as que mais responderam nojo, medo ou tensão ($p<0,0001$). Em relação à idade, mais participantes com menos de 30 anos dizem sentir uma mistura de admiração com algum sentimento como nojo, medo ou tensão ($p=0,0006$). O tipo de moradia não apresentou relação com os sentimentos dos participantes ($p=0,1976$).

Quanto à possibilidade de os venenos aplicados em hortas, jardins e no controle do mosquito da dengue (fumacê), também matarem as vespas sociais, apesar de 41% (n=329) responderem que matam, 47% (n=370) não souberam responder. Não houve relação entre as

respostas e o gênero ($p=0,5386$), idade ($p=0,7287$) ou tipo de moradia dos participantes ($p=0,8289$).

4.3.3 Conhecimento sobre a importância das vespas sociais

Comparando as vespas sociais à baratas e cupins, 81% ($n=643$) dos participantes não consideram que as vespas sejam pragas. Não houve relação entre o gênero dos participantes ($p=0,0993$), a idade ($p=0,2280$) ou tipo de moradia ($p=0,1223$) com as respostas dadas.

Em relação ao que as vespas comem, apenas 4% ($n=34$) não acertaram nenhum item da lista apresentada e, curiosamente, 2% ($n=17$) selecionaram mel, pólen e frutas maduras, que são a base da alimentação das abelhas. As respostas não tiveram relação com o gênero ($p=0,0850$), idade ($p=0,1110$) ou tipo de moradia ($p=0,1450$) dos participantes.

Quando perguntados se os participantes acham que as vespas prejudicam ou ajudam os humanos em jardins e plantações, 7% ($n=58$) acreditam que elas prejudicam, sendo as mulheres ($p=0,0445$) e as pessoas que moram em casas ($p=0,0251$) as que mais responderam essa opção. Não houve relação entre as respostas e a idade dos participantes ($p=0,4124$).

Em uma pergunta mais geral questionando se as vespas são importantes para as plantas e para a cidade, 76% ($n=604$) reconhecem a importância desses insetos no ambiente, não havendo relação entre as respostas e o gênero ($p=0,1118$), idade ($p=0,4895$) ou tipo de moradia ($p=0,2614$) dos participantes.

Comparando abelhas, vespas e formigas apenas cerca de 1,13% ($n=9$) consideram as vespas mais importantes para a natureza. Não houve relação entre as respostas e o gênero ($p=0,7456$), idade ($p=0,7875$) ou tipo de moradia ($p=0,3191$) dos participantes.

4.4 DISCUSSÃO

Após os ajustes, houve uma distribuição uniforme das categorias de perfil. Interessante notar que a maioria das pessoas sabe o que é uma vespa social. Homens reconhecem melhor os ninhos porque na maioria dos casos são eles que fazem as retiradas, como afirmado por eles mesmos no estudo, o que vai de encontro ao perfil comportamental esperado pela sociedade onde homens são incentivados a se comportar de maneira mais violenta e arriscada que mulheres (DE FÁTIMA, 2005; OLIVEIRA, 1998; SOUZA, 2005).

As formas mais comuns são pedradas ou fogo, poucas vezes as pessoas se preocupam em chamar um profissional especializado para retirada segura dos ninhos (MACIEL et al., 2019). No entanto, o motivo pelo qual esses insetos estão cada vez mais próximos às residências é o avanço da urbanização. Com a retirada de cobertura vegetal para construção de prédios,

shoppings, estacionamentos e casas, a fauna, sobretudo os insetos, precisaram se adaptar à paisagem urbana. A essa adaptação dá-se o nome de sinantropia. As vespas sociais, por sua vez, se adaptaram muito bem ao ambiente urbano e são altamente sinantrópicas (BARBOSA et al., 2020; LIMA et al., 2000; SILVA et al., 2019). Construções humanas fornecem proteção contra chuva, vento, incidência direta do sol e ataque de predadores. Assim, esses insetos preferem, de certa forma, nidificar nesses tipos de substrato a plantas, por exemplo (BARBOSA et al., 2020). Por conta disso, as constantes ações para retirada desses ninhos acabam gerando uma drástica diminuição das populações de vespas em ambientes urbanos.

Quanto ao sentimento despertado pelas vespas sociais, os resultados são corroborados pelo estudo de Münstedt e Mühlhans (2013) que afirmam que as vespas são os artrópodes que produzem os níveis mais altos de ansiedade e repulsa. A entomofobia, assim como outras fobias, são medos persistentes e irracionais de objetos, atividades ou situações específicas que levam a um desejo irresistível de evitá-los (COLE; WILKINS, 2013). Muitas vezes, o medo de insetos é passado pelos pais a seus filhos ainda na fase da infância, talvez com o objetivo de proteger as crianças de algum possível acidente (PÉREZ-VELÁZQUEZ, 2011).

De fato, muitos dos casos e histórias contadas pelos participantes do presente estudo envolve situações vividas na infância. Como crianças são bastante agitadas e curiosas, estão mais suscetíveis à encontros acidentais com vespas e outros animais que podem causar acidentes. Nesses casos, onde o ataque se dá de forma acidental, as pessoas parecem desenvolver certo trauma e manter o medo ao longo de sua vida, como disse um participante: “Senti muita dor e medo. Acredito que isso seja uma das causas de eu ter muito medo de insetos até hoje”.

Por outro lado, diversos relatos envolvem brincadeiras como arco e flecha ou até mesmo jogar pedaços de pau ou pedras nos ninhos resultando em acidente, nesses casos a maioria das pessoas assume a culpa pelos ataques e diz que hoje em dia não fazem mais isso.

Das 855 pessoas que responderam ao questionário, 664 quiseram contar suas histórias. Desses, 493 já sofreram ataques ou conhecem alguém que foi atacado por vespas.

Alguns mitos populares em relação às vespas também foram relatados como “Atacaram pois ficaram incomodadas com o barulho”, ou “Estava de camisa vermelha, segundo minha tia, foi por isso que fui atacado” e, como era de se esperar, algumas pessoas relataram que tiveram que retirar o ferrão após o acidente, mostrando que mesmo quando o ataque é causado por abelhas, as vespas são responsabilizadas. Isso fica bem claro na reflexão levantada por uma participante que disse: “Engraçado, por Marimbondo, nunca fui picada! Já fui picada 2x por abelhas. Mas parece que tememos mais os marimbondos do que elas.”

É interessante destacar ainda o conhecimento popular acerca das vespas sociais, começando pelas denominações. Enxu, que em tupi-guarani significa "abelha negra", é uma palavra indígena usada para se referir a qualquer espécie de vespa social, também encontrada nas variações exu, eixu, eichu, enxu, enchú, inchú, eixuí, eichuí, enxuí, inxú, inxuí e cabaxuí. “Marimbondo chumbinho” é como algumas espécies de *Polybia* e *Protopolybia* são chamadas em Minas Gerais, como referência à dor das ferroadas que se parecem com tiros de chumbinho. “Marimbondo-cavalo”, pode se referir à espécies do gênero *Polistes* mas, no geral, também chamado de marimbondo-caçador, mata-cavalo, vespa-caçadora, vespa-de-cobra, vespão, caçador-de-aranha, caba-caçadeira, come-cobra, come-aranha, caça-aranha, cavalo-do-cão, apiacá e caçununguçu se referem às vespas solitárias do gênero *Pepsis* que recebem esses nomes por conta de seu tamanho, agressividade e comportamento alimentar. “Marimbondo de Carne” é usado para vespas do gênero *Agelaia*, já que são bastante atraídas por carne. “Capa bode” se refere à espécie *Polybia ruficeps xanthops* Richards, 1978. “Marimbondo tatu” e “Marimbondo chapéu” se referem ao formato dos ninhos e correspondem a, respectivamente, espécies do gênero *Synoeca* e espécies do gênero *Apoica*. Dois participantes citaram “Marimbondo Sargento” e “Marimbondo de arroz”, no entanto não foi possível encontrar na literatura as espécies as quais eles se referiram.

Alguns relatos também apresentaram soluções para acabar com a dor da ferroada como: “planta babosa que tira a dor na hora”, cebola, fumo e até objetos metálicos. De fato a babosa tem ação anti-inflamatória, analgésica e antisséptica (SAHU et al., 2013) e a cebola apresenta ação antialérgica e antisséptica (UPADHYAY, 2016). O fumo é bastante conhecido em receitas caseiras para picadas de abelhas, vespas e insetos no geral (CAVALCANTE, 2003). Já em relação aos objetos metálicos, a intenção do uso é, provavelmente, esfriar a área da ferroada.

O uso medicinal das vespas também foi citado. Um dos participantes disse que: “Meu avô dizia que o "veneno" era bom para reumatismo e artrites. Como ele dizia é bom pras juntas”, de fato o veneno de abelhas vem sem estudado para o tratamento de diversas doenças, inclusive reumatismo (LEITE; ROCHA, 2008).

A diminuição das populações de vespas também tem sido notada pelas pessoas: “Aqui na zona rural é muito comum encontrar ninhos em construções abandonadas, mas percebi que isso diminuiu muito nos últimos vinte anos, inclusive o tamanho dos ninhos.”

Segundo Münstedt e Mühlhans (2013), o conhecimento está inversamente correlacionado com sentimentos de repulsa, no entanto, no geral, as pessoas reconhecem a importância das vespas sociais, sabem que não são pragas e que não prejudicam as pessoas, pelo contrário, são benéficas para o meio ambiente e ainda assim relataram sentimentos

negativos em relação a esses insetos. Isso mostra que ainda falta uma abordagem mais elaborada no âmbito da educação ambiental em relação às vespas sociais. Uma alternativa, seria abordar a temática dos insetos na educação básica, com dinâmicas e visitas a campo para que a má reputação das vespas e de todos os insetos acabe de uma vez por todas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da elaboração desse trabalho, observamos que a fauna de vespas sociais também sofre impacto com obras de implementação de grandes empreendimentos, assim como os vertebrados. No entanto, as vespas demonstraram uma alta capacidade de retorno ao local após os períodos de obra podendo, assim, ser utilizadas como bioindicadores de perturbação ambiental.

Foi possível concluir ainda que inseticida utilizado para controle de pragas em áreas urbanas, no caso o Malathion, é altamente prejudicial à fauna de vespas sociais e ações devem ser tomadas para que seu uso seja descontinuado.

Por fim, identificamos que a relação negativa entre pessoas e vespas sociais pode estar relacionada, não à falta de informação, mas como essa informação é passada. Traumas de infância e a forma como as vespas são representadas em filmes e notícias de TV parecem ser os fatores principais para a má fama das vespas sociais.

Concluimos assim que as vespas sociais devem ser incluídas em todo e qualquer trabalho que avalie os impactos de obras, aplicação de inseticidas ou outras perturbações antrópicas em áreas urbanas ou preservadas. Ficou clara ainda a necessidade de ações de educação ambiental para público adulto e infantil, desmistificando questões relacionadas a esses insetos e despertando o interesse para sua preservação.

6 REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.B. et al. Nesting of social wasps (Hymenoptera, Vespidae) in urban gardens in Southeastern Brazil. **Sociobiology**, v. 55, p. 445-452, 2010.
- ANDENA, S. R. et al. A Brief Review of Studies on Social Wasps. Brazil pp. 1-21. In: PREZOTO, F. et al. (Eds). **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Springer Nature Switzerland, 2021. p.1-21.
- ANDENA, S. R.; CARPENTER, J. M., NOLL; F. B. A phylogenetic analysis of *Synoeca* De Saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). **Entomologia Americana**, v. 115, p. 81-89, 2009.
- AVERBUG, L. G. “Alice” uma dinâmica irreversível. 2021. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Design, PUC-Rio, Rio de Janeiro 2009.
- AYRES, M. et al. **Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas**. Instituto Mamirauá, Belém, 2007.
- BACCI, L. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **BioAssay**, v. 01, n. 10, p. 1-7, 2006.
- BARBOSA, B.C. et al. Social Wasps in an Urban Fragment: Seasonality and Selection of Nesting Substrates. **Journal of Natural History**, v. 54, n. 25-26, p. 1581-1591, 2020.
- BARBOSA, B.C. et al. Aves do Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 20, n. 2, p. 1-15, 2019.
- BARBOSA, B.C. et al. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). **Entomotropica**, v. 31, p. 131-136, 2016.

BARBOSA, B.C.; PASCHOALINI, M.F.; PREZOTO, F. Temporal activity patterns and foraging behavior by social wasps (Hymenoptera, Polistinae) on fruits of *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 02, p. 239-242, 2014.

BELLINGHAM, D. **Aphrodite Deconstructed: Botticelli's Venus And Mars In The National Gallery**. London, Brill's Companion to Aphrodite, 2010.

BENTO, J. M. S. Perdas por insetos na agricultura. **Ação ambiental II**, v. 04, p. 19-21, 1999.

BLAAUW, B.R.; ISAACS, R. Larger patches of diverse floral resources increase insect pollinator density, diversity, and their pollination of native wildflowers. **Basic and Applied Ecology**, v. 15, n. 08, p. 701-711, 2014.

BOLLETTIN, P. Amiy: os Xikrin, os Marimbondos e os Outros. **São Carlos: Revista de Antropologia da UFSCar**, v. 05, n. 01, p. 30-47, 2013.

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 04, p. 279-293, 2007.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2016.

BROGDON, W.G.; MCALLISTER, J.C. Insecticide resistance and vector control. **Emerging Infectious Diseases**, v. 04, n. 04, p. 605-613, 1998.

BRUINSMA, J. **World agriculture: towards 2015/2030: an FAO study**. Routledge, 2017.

CAVALCANTE, C. **Remédios caseiros aprovados**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 2003.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P.R.; DIRZO, R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 114, n. 30, p. E6089-E6096, 2017.

COHN, C. **A criança indígena: a concepção Xikrin de infância e aprendizado**. 2000 Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação em Antropologia Social, Universidade de São Paulo, São Paulo 2000.

COLE, G.G.; WILKINS, A.J. Fear of holes. **Psychological Science**, v. 24, n. 10, p. 1980-1985, 2013.

COMEX. Comex Stat. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 03 mar. 2021.

CONSTANT, P.B.L.; STRINGHETA, P.C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 20, n. 02, 2002.

DAWKINS, R. **O gene Egoísta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DE FÁTIMA, M.A. Diferença e igualdade nas relações de gênero: revisitando o debate. **Psicologia Clínica**, v. 17, n. 02, p. 41-52, 2005.

DE MELO, B.A. **Controle biológico conservativo e produção integrada do morangueiro 2017(PIMo)**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

DETONI, M. et al. Long-and short-term changes in social wasp community structure in an urban area. **Sociobiology**, v. 65, n. 02, p. 305-311, 2018.

DEUTSCH, C.A. et al. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. **Proceedings of the national academy of sciences**, v. 105, n. 18, p. 6668-6672, 2008.

DICKE, M. **Ecosystem Services of Insects**. In: VAN HUIS, A.; TOMBERLIN, J.K. *Insects as Food and Feed: From Production to Consumption*, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 2017 pp. 61-76.

ELISEI, T.; RIBEIRO JUNIOR, C.; PREZOTO, F. Economic Importance of Neotropical Social Wasps In: PREZOTO, F. et al. (Eds). **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Springer Nature Switzerland, 2021. p.443-457.

FERNANDES, F.L.; BACCI, L.; FERNANDES, M.S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, v. 03, n. 01, p. 1-10, 2010.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Data - Production. Disponível em: faostat.fao.org. Acesso em: 03 mar. 2021

FRAGOSO, D.B. et al. Seletividade de inseticidas a vespas predadoras de *Leucoptera coffeella* (Guér.-Mènev.)(Lepidoptera: Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 01, p. 139-143, 2001.

FUNDACENTRO. **Prevenção de acidentes no trabalho com agrotóxicos: segurança e saúde no trabalho, n. 3**. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Ministério do Trabalho, 1998.

GARRATT, M.P.D. et al. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 184. P. 34-40, 2014.

GEIGER, F. et al. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. **Basic and Applied Ecology**, v. 11, n. 02, p. 97-105, 2010.

GILLER, K.E. et al. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, v. 06, n. 01, p. 3-16, 1997.

GODFRAY, H.C.J. Food and biodiversity. **Science**, v. 333, n. 6047, p. 1231-1232, 2011.

GUSMÃO, M.R. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores do bicho-mineiro-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 681-686, 2000.

HAJEK, A.E. et al. Exotic biological control agents: a solution or contribution to arthropod invasions? **Biological Invasions**, v. 18, p. 953-969, 2016.

HALLMANN, C.A. et al. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. **PLoS One**, v. 12, n. 10, e0185809, 2017.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistical software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 04, 01, p. 1- 9, 2001.

HANADA, Y.; WATANABE, J.K. **Manual de criação do bicho-da-seda**. Curitiba: Cocamar, 1986.

HARARI, Y.N. **Sapiens – uma breve história da humanidade**. Editora L&PM. Rio Grande do Sul, RS, 2015.

HAWTHORNE, D. Predicting insect adaptation to a resistant crop. **Journal of economic entomology**, v. 91, n. 03, p. 565-571, 1998.

HEIMPEL, G.E.; COCK, M.J.W. Shifting paradigms in the history of classical biological control. **BioControl**, v. 63, p. 27-37, 2018.

HEMINGWAY, J.; RANSON, H. Chemical control of vectors and mechanisms of resistance. In: MARQUARDT, W.C. **Biology of Disease Vectors**. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005, pp. 627-647.

HEMINGWAY, J.; RANSON, H. Insecticide resistance in insect vectors of human disease. **Annual review of entomology**, v. 45, n. 01, p. 371-391, 2000.

HENRY, B.S. Natural food colours. In: HENDRY, G. A. F; HOUGHTON, J.D. **Natural food colorants**. 2nd ed. Glasgow: Blackie Academic e Professional, 1996. p.40-79.

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

HODDLE, M.S. Restoring balance: using exotic species to control invasive exotic species. **Conservation Biology**, v. 18, p. 38-49, 2004.

HORTA, N.B. **O meme como linguagem da internet: uma perspectiva semiótica**. 2015 Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Comunicação da Universidade de Brasília, Brasília. 2015.

JEANNE R.L; TAYLOR B.J. Research Techniques Used in the Study of Social Wasps pp. 337-372. In: PREZOTO, F. et al. **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Springer Nature Switzerland. 2021.

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

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

KAWAHARA, A.Y. et al. Opinion: Eight simple actions that individuals can take to save insects from global declines. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 02, p. 1-6, 2021.

KLEIN, R.P.; SOMAVILLA, A.; KÖHLER, A.; CADEMARTORI, C.V.; FORNECK E.D. Space-time variation in the composition, richness and abundance of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) in a forest-agriculture mosaic in Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 37, p. 327-33, 2015.

LASALLE, J.; GAULD, I.D. **Hymenoptera and Biodiversity**. CAB International, Londres 1993.

LEANDRO, A.D.S.; RIOS, J.A.; BRITTO, A.D.S.; GALVÃO, S.R., LOPES, R.D.; RIVAS, A.V.; CASTRO, W.A.C. Malathion insecticide resistance in *Aedes aegypti*: laboratory conditions and in situ experimental approach through adult entomological surveillance. **Tropical Medicine & International Health**, v. 25(10), p. 1271-1282, 2020.

LEITE, G.L.D.; ROCHA, S.L. Apitoxina. **Unimontes Científica**, v. 07, n. 01, p. 115-126, 2008.

LEMELIN, R.H. et al. Perceptions of insects: A visual analysis. **Society & Animals**, v. 25, p. 553-572, 2017.

LIMA, M.A.P.; LIMA, JR.; PREZOTO, F. Levantamento dos gêneros de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae), flutuação das colônias e hábitos de nidificação no campus da UFJF, Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 02, p. 69-80, 2000.

LIMA, J.B.P. et al. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the State of Rio de Janeiro and Espirito Santo, Brazil. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 68, n. 03, p. 329-333, 2003.

LISTER, B.C.; GARCIA, A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 44, p. E10397-E10406, 2018.

LOBODA, C.R.; ANGELIS B.L.D. Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções. **Ambiência**, v. 01, n. 01, p. 125-139, 2005.

LORENZI, M.C.; AZZANI, L.; BAGNÈRES, A-G. Evolutionary consequences of deception: Complexity and informational content of colony signature are favored by social parasitism. **Current Zoology**, v. 60, n. 01, p. 137-148, 2014.

MACIEL, T.T.; BARBOSA, B.C.; PREZOTO, F. Ninhos de Vespas Sociais em Ambiente Urbano. **Vetores & Pragas**, v. 53, p. 32-34, 2019.

Maciel, B.D.E.S.P. ENTRE FIOS DE TUCUM E TRAÇOS DE ARUMÃ: crônica da memória e do cotidiano das mulheres artesãs Tikuna de Benjamin Constant-AM. **ANINC-Anuário do Instituto de Natureza e Cultura**, v. 02, n. 01, p. 88-96, 2016.

Malathion 1000 EC. FMC Química do Brasil LTDA. Campinas, São Paulo. Bula de remédio.

MACORIS, M.D.L.G.; ANDRIGHETTI, M.T.M.; TAKAKU, L.; GLASSER, C.M.; GARBELOTO, V.C.; BRACCO, J.E. Resistance of *Aedes aegypti* from the state of São Paulo,

Brazil, to organophosphates insecticides. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98(5), p. 703-708, 2003.

MAXWELL, S.L. et al. Biodiversity: the ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, v. 536, p. 143-145, 2016.

MENDONÇA, A. **Análise da composição química da cutícula e do veneno de duas vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) por CG-EM e MALDI-TOF/TOF**. Tese (Doutorado), Universidade Federal da Grande Dourados, 2017.

MILFONT, M.O. et al. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, p. 335-341, 2013.

MÜNSTEDT, K.; MÜHLHANS, A. Fears, phobias and disgust related to bees and other arthropods. **Advanced Studies in Medical Sciences**, v. 01, p. 125-142, 2013.

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, v. 64, n. 02, p. 205-207, 2002.

OLIVEIRA, P.P. Discursos sobre a masculinidade. **Estudos Feministas**, v. 06, n. 01, p. 91-112, 1998.

PALHARES, K.M. **Modelagem, aproximação e simulações de um problema de controle de vetores de enfermidades: o *Aedes aegypti***. 2019 Tese (Doutorado) da Universidade Estadual de Campinas. 2019.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

PÉREZ-VELÁZQUEZ, M.D. Miedo, pánico y terror a los insectos, reales e imaginarios, entomofobia y otras enfermedades. In: NAVARRETE-HEREDIA, J.L.; CASTAÑO-MENESES, G.; QUIROZ-ROCHA, G.A. **Facetas de la Ciencia: Ensayos sobre Entomología Cultural**. Universidad de Guadalajara, 2011.

PORTUGAL, C.R.M. Avaliação qualitativa de impactos ambientais para licenciamento de Jardim Botânico. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

PREZOTO F.; MACIEL T.T.; BARBOSA B.C.; SARMIENTO C.E. Social Wasp Sampling Methods. In: SANTOS J.C., FERNANDES G.W. **Measuring Arthropod Biodiversity**. Springer, Cham. 2021 pp 85-99.

PREZOTO, F. et al. Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. **Insects**, v. 10, n. 07, p. 192, 2019.

RAMOS-ELORDUY, J. **Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects**. Park Street. Rochester. Vermont. 1998.

RAMOS-ELORDUY, J. La etnoentomología actual en México en la alimentación humana, en la medicina tradicional y en la reciclaje y alimentación animal. In: Camargo, S.G.S. et al. (eds). **Memorias del 35º Congreso Nacional de Entomología**. Sociedad Mexicana de Entomología, 2000. pp. 3-46.

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

ROGÉRIO, J. Sonhos com vepas/marimbondos. **Significado dos sonhos**, 21 mai. 2013. Disponível em: <https://www.sonhoesignificado.com/search?q=vespa+marimbondo>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SÁ JÚNIOR, A. 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.

SAHU, P.K. et al. Therapeutic and medicinal uses of Aloe vera: a review. **Pharmacology & Pharmacy**, v. 04, n. 08, p. 599, 2013.

SÁNCHEZ, L.E. Avaliação de impacto ambiental. Oficina de Textos. Edição digital. 2015

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

SILVA, R.C.; SILVA, A.P.; ASSIS, D.S.; NASCIMENTO, F.S. Occurrence and nesting behavior of social wasps in an anthropized environment. **Sociobiology**, v. 66, n. 02, p. 381-388, 2019.

SILVA, T.C. et al. Methods in Research of Environmental Perception. In: Albuquerque UP, CUNHA, L. V. F. C.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, R. R. N. (eds). **Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology**. 1 ed. Humana Press, Recife, 2014. pp. 99-109.

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

SOMAVILLA, A. et al. List of Species of Social Wasps from Brazil. In Neotropical Social Wasps In: PREZOTO, F. et al. (Eds). **Neotropical Social Wasps: Basic and Applied Aspects**. Springer Nature Switzerland, 2021. pp. 293-316

SOUZA, E.R.D. Masculinidade e violência no Brasil: contribuições para a reflexão no campo da saúde. **Ciência & saúde coletiva**, v. 10, n. 01, p. 59-70, 2005.

SOUZA, M.M. et al. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae) as indicators of conservation degree of riparian forests in Southeast Brazil. **Sociobiology**, v. 56, n. 02, p. 387, 2010.

STOUFFER, P.C.; BIERREGAARD JR, R.O. Use of Amazonian Forest fragments by Understory Insectivorous Birds. **Ecology**, v. 76, n. 08, p. 2429-2445, 1995.

SUMNER, S.; LAW, G.; CINI, A. Why we love bees and hate wasps. **Ecological Entomology**, v. 43, n. 06, p. 836-845, 2018.

SYMONDSON, W.O.C.; SUNDERLAND, K.D.; GREENSTONE, M.H. Can Generalist Predators Be Effective Biocontrol Agents? **Annual Review of Entomology**, v. 47, p. 561-594, 2002.

TEIXEIRA, M.D.G.; BARRETO, M.L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 08, n. 04, p. 5-33, 1999.

UPADHYAY, R.K. Nutraceutical, pharmaceutical and therapeutic uses of *Allium cepa*: A review. **International Journal of Green Pharmacy (IJGP)**, v. 10, n. 01, p. S46-S64, 2016.

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, n. 05, p. 697-703, 2006.

VAN HUIS, A. **Cultural aspects of ants, bees and wasps and their products in sub-Saharan Africa**. Research Square. 2020

VANENGELSDORP, D. et al. A national survey of managed honey bee 2010-11 winter colony losses in the USA: results from the Bee Informed Partnership. **Journal of Apicultural Research**, v. 51, p. 115–124, 2012.

VIDAL, L. **Morte e vida de uma sociedade indígena brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1977.

VOGEL, G. Where have all the insects gone? **Science**, v. 356, n. 6338, p. 576-579, 2017.

WENZEL J. W. Evolution of nest architecture, p. 480–519. In: ROSS, K.G.; MATTHEWS, R.W. (eds). **The social biology of wasps**. Cornell University Press, Ithaca, 1991.

WHO EXPERT COMMITTEE ON VECTOR BIOLOGY AND CONTROL. **Resistance of Vectors and Reservoirs of Disease to Pesticides: Tenth Report of the WHO Expert Committee on Vector Biology and Control**. World Health Organization. 1986.

WILCOVE, D.S. et al. Quantifying threats to imperiled species in the United States. **BioScience**, v. 48, n. 08, p. 607-615, 1998.

ZARA, A.L.D.S.A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 391-404, 2016.

ZHANG, Z.Q. Animal Biodiversity: An Introduction to Higher-Level Classification and Taxonomic Richness. **Zootaxa**, v. 3148, p. 7-12, 2011.

7 APÊNDICE A

Percepção humana sobre vespas sociais (marimbondos)

Meu nome é Tatiane Tagliatti Maciel, da Universidade Federal de Juiz de Fora, e esse questionário faz parte do meu trabalho de doutorado. Meu objetivo é entender os medos e percepções das pessoas sobre as vespas sociais (marimbondos) para que sejam desenvolvidos projetos de conscientização e educação ambiental. As respostas obtidas aqui são totalmente anônimas, ou seja, não é possível identificar ou reconhecer a pessoa que respondeu.

Essa pesquisa tem caráter científico/acadêmico, sem fins lucrativos ou qualquer vínculo com a iniciativa privada.

Desde já, agradeço a sua participação!

Para dúvidas ou sugestões, por favor, entre em contato pelo email: tatitagliatti@hotmail.com

*Obrigatório

Dados sociodemográficos - As perguntas a seguir são para conhecer você!

1. Você se identifica com o gênero:*

- Feminino
- Masculino
- Outro
- Prefiro não dizer

2. Sua idade é: *

- Menor que 18 anos
- Entre 19 e 30 anos
- Entre 31 e 50 anos
- Maior que 50 anos

3. Você mora no Estado:*

- Acre
- Alagoas
- Amapá
- Amazonas
- Bahia
- Ceará
- Distrito Federal
- Espírito Santo
- Goiás
- Maranhão
- Mato Grosso
- Mato Grosso do Sul
- Minas Gerais
- Pará Paraíba
- Paraná
- Pernambuco
- Piauí
- Rio de Janeiro
- Rio Grande do Norte
- Rio Grande do Sul
- Rondônia
- Roraima
- Santa Catarina
- São Paulo
- Sergipe
- Tocantins

4. Você mora:*

- Na cidade
- Em uma área rural

5. Você mora em:*

- Casa
- Sítio/Chácara
- Apartamento

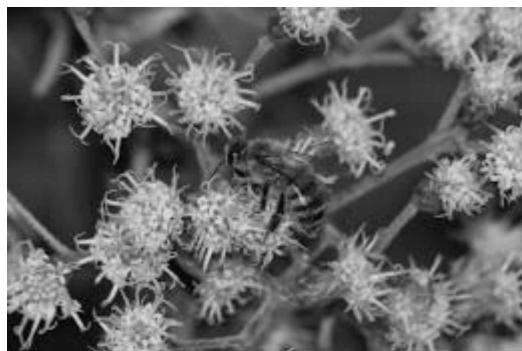
6. Sua escolaridade é:*

- Nenhuma
- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Ensino Superior
- Pós Graduação

Percepção - O que é um marimbondo? Como você se sente em relação a eles?

7. Os marimbondos são insetos voadores facilmente encontrados tanto na cidade quanto na natureza. Dos insetos abaixo, qual ou quais você acha que são marimbondos? *

Marque todas que se aplicam.



8. Os ninhos dos marimbondos, geralmente chamados de “caixas de marimbondo” são encontrados em diversos locais. Dos ninhos abaixo, qual ou quais você acha que são de marimbondos? *

Marque todas que se aplicam.



9. Por serem pequenos, os insetos estão em toda parte! Alguns até mesmo dentro nas nossas casas! Se você encontrasse um ninho de marimbondos na sua casa (varanda, garagem, jardim, portão) o que você faria? *

Marcar apenas uma.

- Eu mesmo tiraria o ninho na mesma hora
- Chamaria os bombeiros ou outra pessoa que entendesse do assunto para tirar
- Só tiraria se eles comessem a atacar
- Não tiraria

10. Quando você percebe que um marimbondo está voando perto de você, o que você sente? *

Marque todas que se aplicam.

- Sinto nojo
- Sinto medo
- Sinto admiração
- Fico tenso
- Não sinto nada

11. Você acha que os venenos usados em hortas, jardins ou até mesmo os usados nas cidades contra o mosquito da dengue (o famoso fumacê), também matam os marimbondos? *

Marcar apenas uma.

- Sim, matam
- Não, não matam
- Não sei

Importância - Para que servem os marimbondos?

12. Você acha que, assim como baratas e cupins, os marimbondos são pragas?*

Marque apenas uma.

- Sim
- Não
- Não sei

13. O que você acha que os marimbondos comem? (Pode marcar mais de uma resposta)*

Marque todas que se aplicam.

- Restos de comida das pessoas
- Outros insetos
- Folhas verdes
- Folhas secas
- Frutas maduras
- Pólen das flores
- Mel

14. Você acha que os marimbondos prejudicam ou ajudam os humanos nos jardins e nas plantações? *

Marcar apenas uma.

- Prejudicam, porque atacam os humanos
- Prejudicam de outro jeito
- Ajudam
- Não sei

15. Você acha que marimbondos são importantes para as plantas e para a cidade? *

Marcar apenas uma.

- Sim
- Não
- Não sei

16. Qual inseto você acha que é mais importante para a natureza? *

Marcar apenas uma.

- Abelhas
- Marimbondos
- Formigas

17. Você já foi picado por marimbondo ou conhece alguém que foi? Conta sua história pra gente:

=====

Obrigada por responder ao questionário!

As vespas sociais, conhecidas como marimbondos ou cabas, são insetos muito importantes para a natureza! Assim como as abelhas, elas participam do processo de polinização de diversas espécies de plantas! Além disso, as vespas ajudam a controlar as pragas das plantações, já que se alimentam de lagartas e outros insetos. Apesar de serem conhecidas por sua picada dolorosa, as vespas sociais não apresentam riscos à saúde. Compartilhe com seus amigos e ajude a nossa pesquisa!

=====