



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AMANDA CARNEIRO PACHECO

INTERAÇÃO TRÔFICA ENTRE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA: VESPIDAE)
E MOSCA BRANCA (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

FORTALEZA

2022

AMANDA CARNEIRO PACHECO

INTERAÇÃO TRÔFICA ENTRE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA: VESPIDAE) E
MOSCA BRANCA (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Lorenzo Roberto Sgobaro Zanette.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P117i Pacheco, Amanda Carneiro.
Interação trófica entre vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e mosca branca (Hemiptera: Aleyrodidae)
/ Amanda Carneiro Pacheco. – 2022.
52 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Lorenzo Roberto Sgobaro Zanette.

1. Relações multitróficas. 2. Etologia. 3. Polistinae. 4. Frutíferas. 5. Voláteis. I. Título.

CDD 570

AMANDA CARNEIRO PACHECO

INTERAÇÃO TRÓFICA ENTRE VESPAS SOCIAIS (HYMENOPTERA: VESPIDAE) E
MOSCA BRANCA (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Biológicas do Departamento de Biologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção de Título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Aprovada em: 12 / 12/ 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lorenzo Roberto Sgobaro Zanette.(Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Arlete Aparecida Soares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Karolina Rafrana da Silva de Araújo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Para a mãe, a mãevó, o paivô e o azul marinho.

AGRADECIMENTOS

Acho que as coisas são encantadoras, assustadoras e difíceis, muito difíceis. Mas existem pessoas que te dão um pouco de ar, deixam tudo mais divertido, te ajudam a tentar resolver as questões em aberto. É a elas que agradeço, porque se não fossem elas as coisas não seriam “apenas” difíceis, seriam impossíveis.

Agradeço a dona Otaciana, por todo o esforço que dedicou a mim, pelo seu cuidado, por sempre tentar resolver as coisas. Pelas atitudes simples, como me acordar todo dia para ir para a escola, e por desafios mais complexos, como ser uma boa mãe. Também sou muito grata a parte de mim, também conhecida com Mário, meu companheiro da vida toda, por tudo que passamos juntos e por sempre acreditar na minha capacidade, mesmo eu tendo fortes argumentos contrários. A toda a minha família, que é bem grande. Sou muito grata a Gabriela Oliveira, nome que é tão estranho de digitar, pois tenho um apelido especial para ela. Especial também é o laço que temos, que me fortaleceu em tantos momentos sufocantes.

As minhas amigas Joyce Felix, Maria Alessandra e Raquel Pinheiro, por deixar todos os perrengues da graduação mais engraçados e por terem um bom coração. A Cintia Martins e Rayça Azevedo, por me ajudarem com todo o processo exaustivo (mais que foi muito divertido) de captura das vespas. Assim como a todos os colegas do Laboratório de Evolução e Ecologia Comportamental Clóvis, Gabriel, Manuela, Lara, Lorena, Sergio, Ramon e Vivan, pelas discussões e ideias debatidas, mas também por momentos de conversas leves. Ao Lorenzo Zanette, pela orientação, por todas as vezes que o perturbei para tirar minhas dúvidas, por me ajudar a desenvolver um trabalho de qualidade. As participantes da banca examinadora Arlete Aparecida Soares e Karolina Rafrana da Silva de Araújo, pelo tempo e pelas contribuições ao meu trabalho.

A educação pública, bem como os programas educativos da tv aberta, ao qual sempre estive em contato, e todos os educadores, desde antes da Tia Inês na 2º série, os professores do ensino médio, aos alunos que davam aula no cursinho XII de maio e docentes da graduação, que fizeram com que, apesar da insegurança, eu não apagasse a fagulha que sempre existiu em mim em querer conhecer as coisas.

Aos livros, e aos escritores, para aqueles em que as ideias não o deixam dormir e também para aqueles que ficam horas e horas pensando em como estruturar uma frase, só para conversar com você, só pra te dizer que o mundo pode ser diferente.

Todo esse processo da graduação foi muito complicado, e esse trabalho deu muito... trabalho, isso vai soar muito pretencioso, nem acredito que vou escrever isso, mas também queria agradecer a mim.

“(…)

Uma flor nasceu na rua!

Passem de longe, bondes, ônibus, rio de aço
do tráfego.

Uma flor ainda desbotada

ilude a polícia, rompe o asfalto.

Façam completo silêncio, paralisem os
negócios,

garanto que uma flor nasceu.

Sua cor não se percebe.

Suas pétalas não se abrem.

Seu nome não está nos livros.

É feia. Mas é realmente uma flor.

Sento-me no chão da capital do país às cinco
horas da tarde

e lentamente passo a mão nessa forma
insegura.

Do lado das montanhas, nuvens maciças
avolumam-se.

Pequenos pontos brancos movem-se no mar,
galinhas em pânico.

É feia. Mas é uma flor. Furou o asfalto, o
tédio, o nojo e o ódio.”

(Carlos Drummond de Andrade, 1945).

RESUMO

Conhecer, e descrever estratégias, de animais que forrageiam em insetos da ordem Hemiptera excretadores de substâncias açucaradas, denominadas “honeydew” ou melada, pode ser a base para desvendar novas interações multitróficas e consequências dessas relações. Hemípteros como mosca branca (família Aleyrodidae), alimentam-se de várias espécies vegetais. Ao serem atacadas, as plantas emitem uma série de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), que chamam a atenção de predadores dos herbívoros. Atraídos também por esses estímulos olfativos, animais como vespas sociais, podem preda os fitófagos, atuando no controle biológico, ou apenas coletar a melada produzida por eles, e nesse processo, desenvolver antagonismo com outras espécies. Dentre os himenópteros eussociais, a associação entre vespas sociais e hemípteros que excretam melada é a menos explorada na literatura. Somado a isso, uma abordagem etológica de coleta e exploração de vespas sociais em campo, pode ser uma possibilidade contribuir com o conhecimento sobre comportamentos de forrageamento e interações ecológicas. Tendo em vista a importância desses insetos em sistemas agrícolas, uma vez que, há predação de desfolhadores por vespas sociais e mosca branca por causar danos a várias espécies cultivadas, é plausível o estudo desses animais em pomares. Nesse contexto, o estudo tem como objetivo descrever os comportamentos de procura e coleta de *Polistes canadensis* (L. 1758) (Hymenoptera:Vespidae) em pomares, com foco na interação dessa vespa social em mosca branca. Secundariamente, descrever interações desses vespídeos com outros insetos e plantas durante o forrageamento e conduzir testes preliminares sobre resposta olfativa desses vespídeos ao complexo de COVs hemíptero-planta. Para isso, foram realizadas 30h de observações comportamentais nos pomares do Setor de Horticultura da Universidade Federal do Ceará (UFC), além de teste de alimentação e de olfatometria em laboratório. Ao final, foram descritos 9 atos comportamentais de *P. canadensis* em pomares, sendo o mais relevante, a utilização de honeydew produzido por mosca branca. Com isso, o presente estudo é o primeiro registro do uso de melada da família Aleyrodidae por vespas sociais. Tal achado tem significativa importância, pois pode fornecer a base para o desenvolvimento de pesquisas de caráter evolutivo, ecológico e estratégias em sistemas agrícolas. Esses fitófagos foram encontrados exclusivamente em goiabeiras e foi praticamente toda fonte de carboidrato coletada por *P. canadensis* durante o período observado. Não foi possível inferir se *P. canadensis* respondem a COVs da composição de odores formado pelo complexo hemíptero-planta.

Palavras-chave: relações multitróficas; etologia; Polistinae; frutíferas; voláteis.

ABSTRACT

Knowing, and describing strategies, of animals that forage on insects of the order Hemiptera that excrete sugary substances, called honeydew, can be the basis for unraveling new multitrophic interactions and consequences of these relationships. Hemipterans such as whiteflies (family Aleyrodidae), feed on various plant species. When attacked, the plants emit a series of Volatile Organic Compounds (VOCs), which draw the attention of herbivore predators. Also attracted by these olfactory stimuli, animals such as social wasps, can prey on phytophages, remain under biological control, or just collect the honeydew produced by them, and in this process, develop antagonism with other species. Added to this, an ethological approach to collecting and exploring social wasps in the field may be a possibility to contribute to knowledge about foraging behavior and ecological interactions. In view of the importance of these insects in agricultural systems, since there is predation of defoliators by social wasps and whiteflies for causing damage to several cultivated species, it is plausible to study these animals in orchards. In this context, the study aims to describe the search and collection behaviors of *Polistes canadensis* (L. 1758) (Hymenoptera: Vespidae) in orchards, focusing on the interaction of this social wasp with whiteflies. Secondly, to describe interactions of these vespids with other insects and plants during foraging and to conduct preliminary tests on the olfactory response of these vespids to the hemipteran-plant VOC complex. For this, 30 hours of behavioral observations were carried out in the orchards of the Horticulture Sector of the Federal University of Ceará (UFC), in addition to a feeding test and an olfactometer in the laboratory. In the end, 9 behavioral acts of *P. canadensis* in orchards were described, the most relevant being the use of honeydew produced by whiteflies. Thus, the present study is the first record of the use of honeydew from the Aleyrodidae family by social wasps. This finding is of significant importance, as it can provide the basis for the development of evolutionary and ecological research and strategies in agricultural systems. These phytophages were found exclusively on guava trees and practically all carbohydrate sources were collected by *P. canadensis* during the observed period. It was not possible to infer whether *P. canadensis* respond to VOCs from the odor composition formed by the hemipteran-plant complex.

Keywords: multitrophic relationships; ethology; Polistinae; fruitful; volatile.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa de ocorrência de espécies de Polistes no Brasil segundo o registro do Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). (a) Ocorrência do gênero Polistes. (b) Ocorrência de *Polistes canadenses* 18
- Figura 2 – Mapa da área do estudo. (a) Campus do Pici. (b) Pomar do Setor de Horticultura..... 19
- Figura 3 – Desenho esquemático do olfatômetro em “Y” utilizado no teste de resposta de *P. canadensis* a voláteis emitidos pelo complexo planta-hospedeiro..... 24
- Figura 4 – Folhas de goiabeira sendo visitadas por *P. canadensis*. (a) e (b) *P. canadensis* inspecionando agregados de mosca branca em goiabeiras. (c) *Camponotus* spp. interagindo com adultos e imaturos de mosca-branca. (d) Vários estágios de desenvolvimento da mosca branca: Adultos cobertos com substância pulverulenta branca, ninfas com filamentos cerosos e larvas (e) Fumagina desenvolvendo-se em melada produzida por mosca branca. (f) Outros fitofagos encontrados em menor quantidade próximo aos agregados de mosca branca..... 28
- Figura 5 – Observações em laboratório da vespa social *P. canadensis* forrageando em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca. (a) consumindo melada excretada (b) predando imaturos de mosca branca..... 30
- Figura 6 – Número de indivíduos da vespa social *P. canadensis* forrageando em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca. (a) coleta de honeydew em 15 minutos de interação (b) coleta de honeydew após 15 minutos de interação..... 31
- Figura 7 – Folhas de cajueiro visitadas por *P. canadensis*. (a) Marcas do aparelho bucal deixadas por *P. canadensis* (círculo). Díptero-das-galhas (*Stenodiplosis* spp./Diptera) (seta). (b) *P. canadensis* inspecionando fruto de cajueiros ainda

nos estágios iniciais de seu desenvolvimento. (c)infestação de tripes da faixa vermelha (*Selenothrips rubrocinctus*/ Thysanoptera)..... 35

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Número de observações dos comportamentos de forrageamento (exploração e coleta de recurso) de *P. canadensis* no pomar do Setor de Horticultura da UFC em 30 horas de análise. 25
- Gráfico 2 – Correlação entre o tempo de atividade (min) de forrageamento de *P. canadensis* em agregados de mosca branca versus o número de adultos presentes nas colônias 34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Plantas cultivadas no pomar do Setor de Horticultura da UFC.....	20
Tabela 2 – Etograma da vespa social <i>Polistes canadensis</i> durante 30 horas de observação de visitação ao pomar do Setor de Horticultura da UFC.....	21
Tabela 3 – Atividade de forrageamento de <i>P. canadensis</i> em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca (15 minutos de observação em cada indivíduo) em laboratório.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1	<i>Polistes canadensis</i>	17
2.2	Área de Estudo	19
2.3	Observações em Campo	20
2.4	Identificação dos Insetos.....	21
2.5	Observações no laboratório	22
2.5.1	<i>Captura e aclimação das vespas</i>	22
2.5.2	<i>Coleta dos agregados de mosca branca</i>	22
2.5.3	<i>Observação de alimentação</i>	23
2.5.4	<i>Experimento em Olfatômetro</i>	23
2.6	Análises Estatísticas.....	24
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1	Comportamentos de coleta	26
3.1.1	<i>Forrageamento em agregados de mosca branca</i>	25
3.1.2	<i>Outras interações com fontes de carboidratos</i>	34
3.1.3	<i>Coleta de carboidratos nos pomares: uma síntese do comportamento generalista e oportunista das vespas sociais</i>	37
3.1.3	<i>Interações com fontes de proteínas</i>	37
3.2	Comportamentos de exploração e respostas a COVs	38
3.3	Competição e outros comportamentos	41
4	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A vida não é isolada. Todos os organismos estabelecem relações, não só com a mesma espécie, mas também com indivíduos bem diferentes de si. Um dos fatores que ligam os seres vivos é a alimentação, criando teias complexas de interações, que são simplificadas em níveis tróficos, com a presença por exemplo de produtores e consumidores (herbívoros e predadores). O entendimento dessas relações multitróficas é importante para desvendar questões evolutivas, ecológicas e até mesmo econômicas. Questões descritivas, como tentar responder como um animal executa determinado comportamento, e dúvidas que requerem práticas mais experimentais, compõem a ecologia comportamental, área de estudo que, dentre vários objetivos, tenta compreender o impacto de um comportamento em espécies, populações e comunidades (DEL-CLARO, 2010).

Estudos sobre animais que realizam forrageamento em herbívoros que produzem exsudados a partir de alimentação de plantas, é um modelo interessante para observar as interações entre diferentes grupos taxonômicos. Isso porque, ao utilizar espécies vegetais como recurso alimentar, hemípteros, como mosca branca, cochonilhas, pulgões e cigarrinhas, acabam excretando o excesso em uma substância açucarada conhecida como "honeydew" (mel de orvalho) ou melada (CARRANO-MOREIRA, 2015). Esse carboidrato é usado por vários animais, como aves (GREENBERG; CABALLERO; BICHER, 1993), aranhas (PFANNSTIEL, 2015), formigas (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001), abelhas (RENDDI, 2021) e vespas sociais (LETOURNEAU; CHOE, 1987), além de formar substrato necessário para a proliferação de fungos (e.g. fumagina) (BYRNE; BELLOWS, 1991; CARRANO-MOREIRA, 2015). Ao serem atacadas, as plantas podem desenvolver vários tipos de defesas, uma delas a emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), herbívoros também emitem voláteis, que podem fazer a ponte de interação entre os herbívoros e predadores ou parasitóides (BEZERRA *et al.*, 2021). Alguns animais podem responder a esses estímulos olfativos, e podem não desenvolver apenas relação desarmônica com esses agregados de fitofagos, alimentando-se apenas do honeydew (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001; BEZERRA *et al.*, 2021). Ao disputarem por esse exsudado, os animais podem exibir comportamentos de competição, como vespas sociais da Nova Zelândia que disputam melado produzido por cochonilhas com espécies de pássaros nativos (BEGGS, 2001).

A partir de descrições comportamentais de animais forrageando em busca de melada também é possível levantar hipóteses sobre relações ecológicas estabelecidas entre os organismos a níveis multitróficos. Barrows (1979) observou vespas sociais coletando melada

e exibindo comportamentos de patrulhamento em agregados de cochonilhas, além de afugentar vários insetos que se aproximavam, com isso supôs que atos comportamentais poderiam beneficiar as cochonilhas, afastando predadores e parasitas. Anos mais tarde, Queiroz e Oliveira (2001) realizaram experimentos com formigas desempenhando comportamentos similares em mosca branca (família Aleyrodidae) e relataram que os himenópteros afastaram vespas parasitóides, aumentando a taxa de sobrevivência dos imaturos desses fitofágos.

É bastante conhecida a associação entre a ordem Hemiptera e Hymenoptera, com a melada como junção de interação (LETOURNEAU; CHOE, 1987). Algumas hemipteras, são consideradas pragas em áreas cultivadas, tendo destaque para a família Aleyrodidae, também conhecida como mosca branca (CARRANO-MOREIRA, 2015). Já os himenópteros possuem grande importância econômica e ecológica. No Brasil, na floresta tropical, a biomassa desses insetos equivale, aproximadamente, a quatro vezes mais a biomassa combinada de todos os vertebrados (WILSON, 1990). Uma das características comportamentais dos himenópteros despertam o interesse em observá-los é que muitas espécies possuem sistema de organização eussocial (FREEMAN; HERRON, 2009). Dessa forma, apresentam divisão em castas com indivíduos que não se reproduzem, sobreposição de gerações, bem como o desenvolvimento de atividades em cooperação, como manutenção de colônias e cuidado parental (WILSON, 1975). Sendo, a obtenção de recursos de extrema importância em todo o ciclo de vida da colônia, desde a fundação do ninho ao desenvolvimento dos imaturos e nutrição dos adultos, sendo necessários esforços diários (PREZOTO *et al.*, 2019). Tal demanda energética, provavelmente, motiva esses insetos a serem forrageadores oportunistas e generalistas. (DETONI; PREZOTO, 2021).

Isso porque, diferente das espécies solitárias, que geralmente são especializadas em um tipo de alimentação e que a temporada de alimentação dura apenas algumas semanas, as espécies sociais necessitam de esforços diários para manter colônias que podem durar meses, dessa forma buscam fontes diversas de recursos, sendo consideradas, por tanto, generalistas. Essa demanda por viver em sociedade faz também que esses insetos sejam oportunistas, buscando recursos que são temporariamente mais abundantes (JARAU; HRNCIR, 2009). Algumas espécies de vespas sociais, por exemplo, já foram relatadas como forrageadoras de melada de hemipteras como afídeos, cigarrinhas, cochonilhas e atenolideos (BARROWS, 1979; HODGES; HODGES, 2001; LETOURNEAU; CHOE, 1987; MACCARROLL; REEVES, 2004; MENDES; FERREIRA, 2017), bem como, coletando melada produzida por fungos (HARDY, 1988).

Além da melada como substância açucarada extra, as vespas sociais também usam alguns frutos (BARBOSA *et al.*, 2014; BRUGGER *et al.*, 2011). No entanto, o carboidrato é coletado principalmente do néctar de flores de extensa variedade de famílias (AGUIAR; SANTOS, 2007; HERMES; KOHLER, 2006; SOMAVILA; KÖHLER, 2012). Comumente, as flores são rasas com corolas pouco profundas (HEITHAUS, 1979). Recursos açucarados são importantes, chegando a constituir 53% dos itens levados ao ninho pelas operárias (ELISEI *et al.*, 2010) e são consumidas tanto pelos adultos quanto pelos imaturos (DETONI; PREZOTO, 2021). Também são coletados proteínas, destinados a alimentação dos imaturos e obtidas, em maior quantidade, a partir da caça de insetos da ordem Lepidoptera (PREZOTO *et al.*, 2005; PREZOTO *et al.*, 2006; ELISEI *et al.*, 2010; DETONI; PREZOTO, 2021). Outros recursos procurados incluem água, para resfriar a colônia, e fibra vegetal, destinada à construção do ninho (ELISEI *et al.*, 2010).

Nessas interações, algumas espécies de vespas sociais podem auxiliar na reprodução e propagação das plantas, facilitando a fecundação de algumas flores e dispersando sementes (REACH *et al.*, 2014; CHEN *et al.*, 2017). Estudos de coleta de recursos por meio de observação comportamental em campo, podem complementar o conhecimento sobre os itens coletados por vespas sociais, sendo uma possibilidade de descoberta de novas interações ecológicas, que podem não serem incluídas com uso de abordagens quantitativas, comuns no estudo desses insetos. Isso porque, boa parte dos estudos encontrados sobre itens coletados por vespas ocorrem com observações no ninho, com a análise do material preso no aparelho bucal das adultas que acabaram de chegar do forrageio. Dessa forma, não é possível saber a origem dos recursos açucarados. Os carboidratos são classificados em "néctar" (ELISEI *et al.*, 2010), em alguns casos, não são diferenciados de água, sendo categorizados como "material líquido" (CANEVAZZI; NOLL, 2011; CAPEZ; HERNANDEZ; CARBALLO, 2013). Para as proteínas, a dificuldade de identificação taxonômica de parte das presas capturadas (até 9,4%) (PREZOTTO; LIMA; MACHADO, 2005), uma vez que, as vespas cortam e maceram o alimento antes de levá-lo para colônia (GOMES *et al.*, 2007). Mesmo em campo, os trabalhos encontrados sobre visitação floral trazem a descrição sobre quais espécies florais são visitadas, não sendo descritos os atos comportamentais (HERMES; KOHLER, 2006; SOMAVILA; AGUIAR; SANTOS, 2007; K HLER, 2012).

Entender as interações ecológicas entre vespas sociais e hemípteros excretores de substância açucarada, como a mosca branca, e secundariamente os comportamentos de forrageamento dos vespídeos, em sistemas agrícolas é significativo, uma vez que, auxilia a

expandir o papel desses insetos eussociais em áreas cultivadas onde podem ser importantes predadoras de lagartas de lepidópteros (ELISEI *et al.*, 2010; SOUTHON *et al.*, 2019). Além disso, colônias desses vespídeos translocados para áreas cultivadas apresentam elevada taxa de aceitação e manutenção pelas vespas (PREZOTO; MACHADO, 1999; ELISEI *et al.*, 2012), ocasionalmente esses insetos causam danos em frutos de pomares (HICKEL; SCHUCK, 1995) e algumas espécies atuam como polinizadoras (REACH *et al.*, 2014). Ainda, as mosca branca, são polípagas, ou seja, se alimentam de uma extensa variedade de plantas, muitas de interesse econômico (HAJI; LIMA; ALENCAR, 1997). Como outros hemípteros, causam danos a espécies vegetais devido à excreção de melado, uma vez que favorecem a proliferação de fungos, popularmente conhecidos como fumagina, que pode afetar a fotossíntese realizada pela planta (BYRNE; BELLOW, 1991; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001). Devido à herbívora, as espécies vegetais podem ficar suscetíveis a problemas no seu desenvolvimento (BÔAS, 2005) e receberem cargas de patógenos (BROWN; CZOSNEK, 2002).

Relatos de interações entre vespas sociais e agregados de hemípteros são escassos (e.g. MacCarroll & Reeves, 2004). Detalhes comportamentais dessas interações e possíveis mecanismos de busca por parte das vespas permanecem desconhecidos. Desse modo, o trabalho teve como objetivo principal descrever os comportamentos de procura e coleta de *Polistes canadensis* em árvores frutíferas de um sistema agrícola, com foco no forrageamento dessas vespas em agregados de mosca branca. Para atingir esses objetivos principais, realizou-se a descrição de repertórios de comportamentos apresentados por fêmeas de *P. canadensis* durante interações interespecíficas e intraespecíficas durante a busca por recursos. Adicionalmente, foram feitos 1) Testes preliminares de resposta olfativa de *P. canadensis* a voláteis de folhas com agregados de mosca branca; 2) Identificação de frutíferas mais exploradas por *P. canadensis*; 3) Relação do tempo de atividade de forrageamento em mosca branca com a quantidade de indivíduos no ninho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

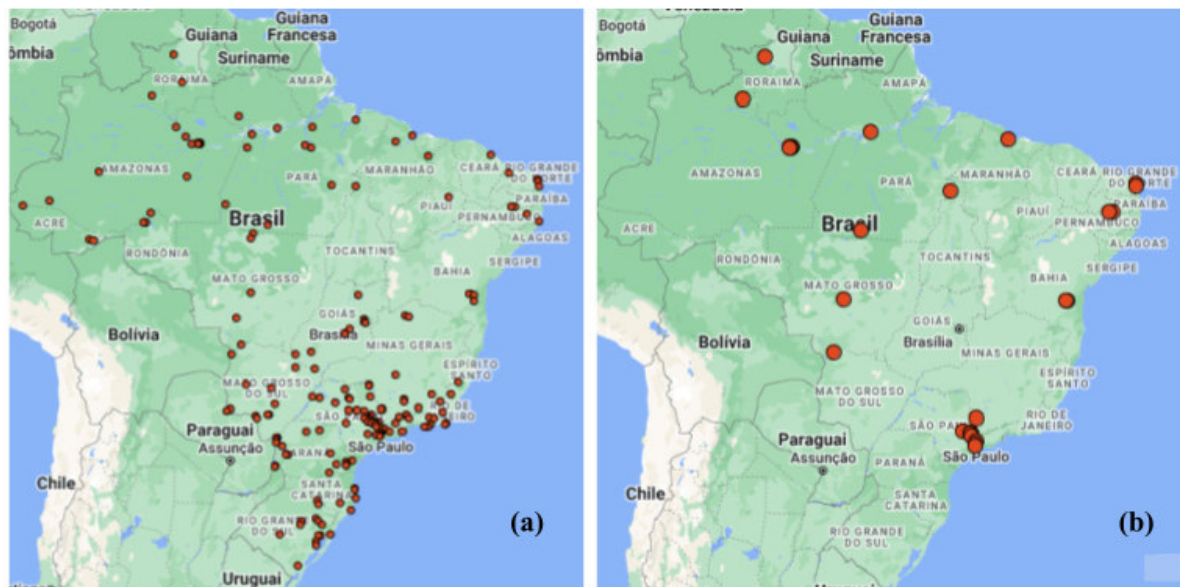
2.1 *Polistes canadensis*

A espécie eussocial *Polistes canadensis* (L. 1758) pertence à família Vespidae, subfamília Polistinae e tribo Polistine (SIBBR, 2022). Os membros da família Vespidae

também são chamados de marimbondos, geralmente possuem cor de advertência em tons de amarelo (CARRANO-MOREIRA, 2015). Algumas das características comportamentais da subfamília Polistinae relacionadas ao forrageamento é a fundação independente da colônia, onde uma ou mais fêmeas constroem o ninho com fibras vegetais, por isso conhecidas como “vespas do papel”, além da estocagem de presas maceradas em células nos ninhos, cuidados dos imaturos até a emergência da fase adulta e trofalaxia entre adultos, ou seja, troca de líquidos por meio do aparelho bucal (CARPENTER; MARQUES, 2001; HUNT, 2007; PREZOTO *et al.*, 2021).

Polistes é um gênero cosmopolita (HUNT, 2007), no Brasil, segundo o Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) (2022), possui ocorrência em todas as regiões do país (Figura 1). Já para a espécie *Polistes canadensis*, não há informações na literatura sobre a ocorrência no sul, além disso, interessante notar que apesar de ser comum ninhos dessa espécie no Campus do Pici (Fortaleza, Ce) e na Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste, Ce) (relato pessoal), não há registro dessas vespas sociais no Ceará nesse sistema.

Figura 1 – Mapa de ocorrência de espécies de *Polistes* no Brasil segundo o registro do Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). (a) Ocorrência do gênero *Polistes*. (b) Ocorrência de *Polistes canadensis*.



Fonte: Adaptado SiBBr.

P. canadensis, aparentemente, não apresentam horários pico de atividade de forrageamento (MONTEFUSCO *et al.*, 2017). Tem alcance de voo, ou seja, distancia máxima

que uma vespa consegue alcançar para forragear sem perder o caminho de volta para o ninho, de 250 metros, cobrindo assim, um raio de 125m ao redor da colônia (CARPENTER; MARQUES, 2001; DETONI; PREZOTO, 2021).

2.2 Área de Estudo

As observações comportamentais foram realizadas entre maio e setembro de 2022, nos pomares do Setor de Horticultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza (Lat. 3° 44' 24.4" S, Log. 38° 34' 33.6" W) (figura 2.a). Os pomares, possuem uma área de aproximadamente 2100 m², com vários ninhos de *P. canadensis* nas proximidades (figura 2.b), tanto em construções humanas como em plantas da família Arecaceae, no entanto, durante o período do estudo, apenas 15 ninhos ativos foram encontrados.

Figura 2– Mapa da área do estudo. (a) Campus do Pici. (b) Pomar do Setor de Horticultura.



Legenda: — Campus do Pici ◊ Setor de Horticultura - - - Pomar 🏠 Ninhos de *P. canadensis*

Fonte: Adaptado Google Earth.

A área de estudo continha 108 plantas cultivadas, divididas em 6 espécies, com algumas apresentando flores e frutos conforme indicado na Tabela 1. Em cada horário de observação na área de estudo, foram levantados dados ambientais através do banco de dados

do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo coletado informações referentes a temperatura (°C) e umidade (%).

Tabela 1– Plantas cultivadas no pomar do Setor de Horticultura da UFC.

Nome Popular	Família Botânica	Nome Científico	Floração	Frutificação	Nº de Plantas
Mangueira	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	-	-	30
Aceroleira	Malpighiaceae	<i>Malpighia puniceifolia</i> L.	✓	✓	18
Goiabeira	Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	✓	✓	18
Videira	Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	-	-	16
Ateira	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	-	✓	15
Cajueiro	Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	✓	✓	11
				Total	108

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3 Observações em Campo

As observações comportamentais de *P. canadensis* ocorreram no período da manhã e tarde, em sessões às 8h, 10h, 14h e 16h. O intervalo foi selecionado, pois o forrageamento em outras espécies do gênero *Polistes* inicia e se estende próximo a esse horário (PREZOTO; GIANNOTTI; MACHADO, 1994; ELISEI *et al.*, 2013). Cada sessão de análise tinha duração mínima de 30 minutos, totalizando 30 horas ao final do estudo.

As observações eram feitas percorrendo o espaçamento entre as linhas de cultivo, onde se fazia uma vistoria de cada frutífera, e, caso uma vespa ou grupo de vespas fossem encontradas, os comportamento eram observados *ad libitum*, ou seja, tudo que o vespídeo fazia era anotado, por até 5 minutos ou até que os indivíduos voassem para longe do campo de visão. Durante o período do estudo, indivíduos de *P. canadensis* realizaram 9 atos comportamentais nos pomares, divididos em exploração, coleta de recursos, competição, limpeza e repouso, que foram organizados em um etograma (DEL-CLARO, 2010) (tabela 2).

Tabela 2 – Etograma da vespa social *Polistes canadensis* durante 30 horas de observação de visitação ao pomar do Setor de Horticultura da UFC.

Ato Comportamental	Descritor
Forrageamento	
Coleta de Recursos	
Forrageando em Agregados de mosca branca	Vespa desloca-se na superfície adaxial da folha, tocando com as antenas e aparelho bucal regiões com agregados de moscas brancas.
Coletando Seiva	Vespa causa dano na nervura central da folha com o aparelho bucal.
Manipulando Presa	Vespa voa com lentidão enquanto carrega presa entre as mandíbulas. Com pousos em plantas, onde manipula o alimento.
Exploração	
Escaneando Frutífera	Vespa voa próximo a planta, inspecionando-a. Em alguns casos, realiza pousos curtos de até 5 segundos nas folhas ou no caule.
Inspecionando Fruto	Vespa pousa no fruto, tocando-o com as antenas enquanto anda em sua superfície.
Inspecionando Tisanópteros	Vespa pousa em superfície foliar com agregados de tisanópteros, tocando-os com as antenas.
Outros Comportamentos	
Competição	Vespa entra disputa com outros insetos (Ex: formigas <i>Camponotus</i> spp. e vespas sociais) enquanto realiza forrageamento em agregados de mosca branca.
Limpeza	Vespa realiza pelo menos um dos seguintes comportamentos: Esfrega 1° par de pernas na cabeça, antenas e aparelho bucal; Esfrega 2° par de pernas na superfície ventral do tórax ou no abdômen; Esfrega 3° par de pernas no abdômen ou nas asas.
Repouso	Vespa permanece parada em folha por tempo variável, sem realizar nenhuma atividade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Não foram realizadas capturas das vespas para marcação com tinta de identificação, a fim de não interferir nos atos comportamentais, mas a quantidade de visitas foi registrada, não número de indivíduos realizando visitas.

2.4 Identificação dos Insetos

Indivíduos de *P. canadensis* e outros insetos (ex: formigas, vespas e tisanópteros) com ao qual os vespídeos tiveram interação conforme descrito no etograma (Tabela 2), foram coletados e levadas ao laboratório de Evolução e Ecologia Comportamental (Evolab) da UFC para a identificação até o menor nível taxonômico possível com o auxílio lupa e chaves de identificação (CARRANO-MOREIRA, 2015; TRIPLEHORN; JONNISON, 2011). Para a caracterização das mosca branca, as folhas contendo os agregados foram analisadas no microscópio do laboratório de Morfologia e Anatomia Vegetal da UFC, utilizando-se de guias de identificação (BÔAS, 2005; CARRANO-MOREIRA, 2015; ARULAPPAN *et al.*, 2022). Depois disso, os agregados de mosca branca eram facilmente detectados nas folhas durante as observações em campo devido a massa esbranquiçada, formada pelos imaturos, que ficava na superfície abaxial da lâmina foliar, ocasionalmente, era possível ver os adultos, pequenos

insetos de corpo amarelado e asas brancas mantidas na horizontal sobre o corpo durante o repouso (ARULAPPAN *et al.*, 2022).

2.5 Observações no Laboratório

Durante as observações em campo não foi possível afirmar se *P. canadensis* consumiam apenas do honeydew ou também coletavam os imaturos, de forma que foi necessário a captura de vespas e coleta de folhas com agregados de mosca branca para observação em laboratório. Além disso, os vespídeos foram testados a fim de conhecer sua resposta olfativa a voláteis emitidos por folhas de goiabeira e mosca branca.

2.5.1 Captura e aclimação das vespas

Para os experimentos no laboratório, foram coletadas no Campus do Pici da UFC 24 fêmeas adultas de *P. canadensis*, sendo no máximo 3 indivíduos por ninho. A captura ocorreu no período da noite, horário com menor atividade das colônias (ELISEI *et al.*, 2013), em ninhos pré selecionado anteriormente, sendo também registrado o número de adultos na colônia. Os indivíduos foram coletados com pinça e colocados em saco plástico. Após isso, as vespas foram levadas para o laboratório de Evolução e Ecologia Comportamental (Evolab) da UFC, depois resfriados no congelador por cerca de 5 minutos a fim de facilitar a manipulação desses insetos, em seguida marcados com canetas da marca Posca com padrão de cores para identificação.

Cada vespas foi mantida em um recipiente plástico (7 cm x 12 cm), que tinha furos para permitir a passagem de ar. Além disso, o recipiente era envolvido com papel celofane vermelho, pois outros himenópteros não enxergam essa coloração (DYER; GARCIA, 2014), a fim de minimizar o estresse na manutenção desses animais. Foi disponibilizado água *ad libitum*. Os Polistinae, com poucas exceções, possuem o hábito diurno (PREZOTO *et al.*, 2021), dessa forma, os testes foram feitos somente no dia seguinte à coleta, no período da manhã. Portanto, cada vespa permaneceu em torno de 10h em aclimação. O período de testes durou cerca de 8h, ou seja, as vespas permaneceram no total 18h em laboratório. Após isso, os insetos foram soltos próximo ao seu ninho de origem.

2.5.2 Coleta dos agregados de mosca branca

Agregados de mosca branca foram coletadas das folhas de goiabeiras do pomar do Setor de Horticultura da UFC, no período da manhã, isso porque nesse período a umidade relativa é maior quando a melada é menos viscosa (PFANNNESTIEL, 2015). As folhas foram resfriadas no congelador durante 5 min, para evitar que os adultos se movimentem quando as folhas são manipuladas (BÔAS, 2005).

2.5.3 Observação de alimentação

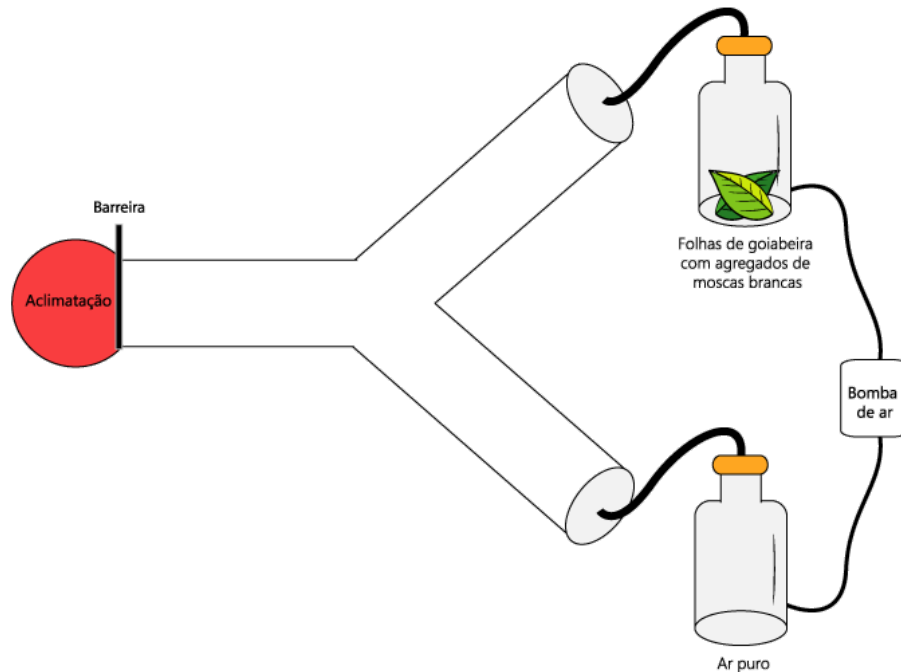
Em um espaço isolado, uma câmera foi posicionada na frente do pote plástico (7 cm x 12 cm) em que cada vespa era mantida isoladamente. Em seguida, foi colocada dentro do recipiente um pedaço de folha de goiabeira com tamanho de 5,5 cm x 2,5 cm com imaturos, e em alguns casos com adultos (n=2), de mosca branca. O papel celofane foi retirado em volta do pote, para facilitar a gravação. Após 2 minutos de aclimatação, a interação foi filmada por 15 minutos.

2.5.4 Experimento em Olfatômetro

O teste de respostas de fêmeas de *P. canadensis* a voláteis emitidos pelo complexo planta-hospedeiro foi realizado com um olfatômetro em “Y”. O olfatômetro consiste em uma câmara (9x9cm) feita de plástico, que ao final possui dois caminhos, idênticos em extensão (12x3cm). O ápice de cada bifurcação era conectado a um recipiente, um com folhas de goiabeiras com mosca branca e outro de controle, com ar puro. Esses recipientes eram isolados visualmente, de forma que a vespas se orientasse apenas pelo ar com voláteis (ou não) que passava por um plástico com furos, que estava em contato com as duas estruturas (FISHER *et al.*, 2021; WANJIKU *et al.*, 2014). Cada indivíduo era colocado na zona inicial coberta com papel celofane vermelho, por 2 minutos para a aclimatação. Depois disso, a passagem era liberada, e então foi observado a movimentação da vespa em linha reta, até o ponto onde o caminho ficava dicotômico, e ela teria que decidir para qual direção seguir. No presente estudo, o teste com cada indivíduo teve duração de 10 minutos, encerrado quando a vespa se direcionava para um dos caminhos contendo um dos tratamentos, ar puro versus voláteis de folhas de goiabeira com agregados de mosca branca. Foi considerado como sem resposta quando a vespa permaneceu na zona inicial, sem se deslocar em nenhuma direção. Depois de cada teste, o olfatômetro era limpo com álcool 90% a fim de reduzir qualquer odor

deixado pela vespa. A cada três indivíduos testados, a posição do braço que recebia ar puro e voláteis eram alternadas a fim de minimizar possível viés posicional (Figura 3).

Figura 3 – Desenho esquemático do olfatômetro em “Y” utilizado no teste de resposta de *P. canadensis* a voláteis emitidos pelo complexo planta-hospedeiro.



Fonte: Elaborado pela autora

2.6 Análises Estatísticas

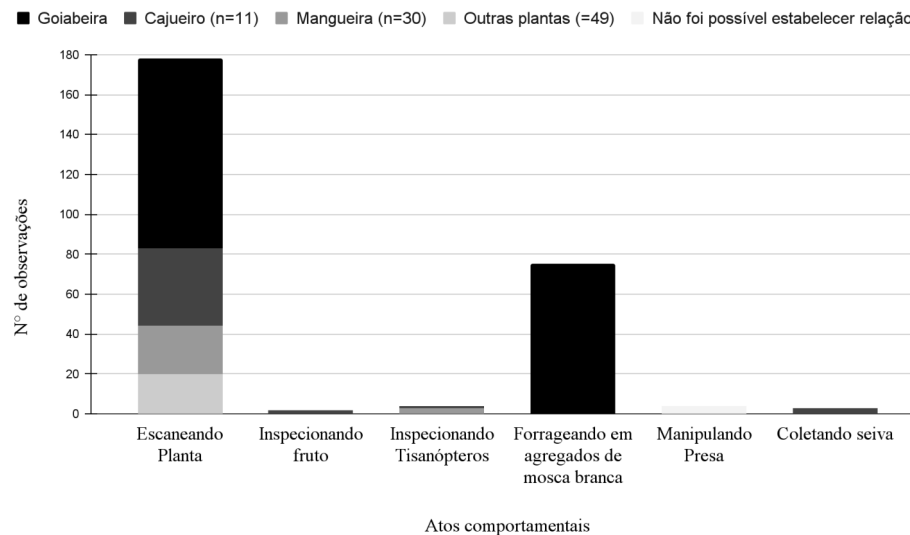
As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa Planilhas Google, para a criação dos gráficos e cálculo de coeficiente linear (r) para a correlação entre variáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os comportamentos de exploração de *P. canadensis* nos pomares, em ordem de recorrência, foram escaneando a planta (N=178), inspecionando tisanópteros (N=4) e inspecionando fruto (N=2). Já para a coleta de recursos, o forrageamento em agregados de moscas brancas (N=75) foi o mais registrado, seguido de manipulando presa (N=4) e coletando seiva (N=3) (gráfico 1). Durante o forrageamento, ocasionalmente as vespas

realizavam outros comportamentos como competição, autolimpeza e repouso, totalizando 9 atos comportamentais, conforme descrito na tabela 2.

Gráfico 1 – Número de observações dos comportamentos de forrageamento (exploração e coleta de recurso) de *P. canadensis* no pomar do Setor de Horticultura da UFC em 30 horas de análise.



Fonte: Elaborado pela autora.

O número de atos comportamentais levantados foi maior do que no levantamento etológico feito por Dalló e colaboradores (2017) sobre espécies de vespas sociais visitando uma cultura de bucha vegetal *Luffa aegyptiaca* Mill. (Cucurbitaceae), que descreveram 6 atos. Nessa análise com Cucurbitaceae, outro ponto interessante de comparação, é que os dois mais frequentes comportamentos foram visitação floral e visitação a glândula extrafloral, o que difere do presente estudo que, apesar de algumas frutíferas apresentarem flores (Tabela 1) não foi observado nenhuma inspeção dessas estruturas reprodutivas. A espécie *P. canadensis* apresentou interação com mosca branca e insetos da ordem Thysanoptera. Não foram encontrados na literatura a relação detalhada de vespas sociais com mosca branca, e a interação com insetos pertencentes à ordem Thysanoptera é pouco explorada, de forma que o presente estudo pode dar suporte para futuros trabalhos sobre as interações de vespas sociais com esses animais, e também como isso interfere nas plantas, sendo portanto, importante numa perspectiva das relações multitróficas. Isso porque as descrições comportamentais d o a base para estudos de ecologia comportamental, área do conhecimento que tem como um dos objetivos, compreender o impacto de comportamentos em espécie, populações e comunidades (DEL-CLARO, 2010).

Durante os dias de observações em campo a temperatura variou entre 22,5°C a 32,8°C e a umidade entre 41% a 100%. Não houve correlação entre número de observações de comportamento de *P. canadensis* e a temperatura ($r=0,271$), nem com a umidade do ar ($r=0,047$). Esse resultado pode ter sido obtido devido à ausência de marcação das vespas, dessa forma, a unidade de medida utilizada no presente estudo (nº de observações) pode não ser precisa para avaliar atividade de forrageamento, pois não leva em conta quantos indivíduos visitam os pomares, mas quantos comportamentos foram executados. Para *Polistes simillimus*, a atividade de forrageamento foi observada a partir do registro de adultas que chegaram no ninho, sobre condições de temperatura que variaram entre 22°C a 35°C e umidade relativa de 40% a 88%, sobre esses parâmetros foi relacionado que temperaturas altas e baixa umidade relativa estimulam a atividade de forrageamento para as vespas sociais (PREZOTO; GIANNOTTI; MACHADO, 1994).

Durante as observações de campo houve constante aplicação de inseticidas e corte das mangueiras. Isso, além da ausência de flores e frutos em algumas plantas, pode ter interferido nos comportamentos de *P. canadensis* nos pomares.

3.1 Comportamentos de Coleta

3.1.1 Forrageamento em agregados de mosca branca

Durante o período de estudo nos pomares, foram observados *P. canadensis* forrageando em agregados de moscas brancas (N=75) (figura 4a.b). Os sintomas dos danos deixados pelos indivíduos pertencentes a família Aleyrodidae eram visíveis durante a observação em campo devido os estágios imaturos ficarem na superfície abaxial da folha, formando uma massa branca, ocasionado pela produção de cera pelas pupas (figura 4c,d). Em alguns casos, possuíam coloração enegrecida devido a proliferação de fungos (figura 4.e) beneficiada pela excreção de substâncias açucaradas produzidas pelas mosca branca (BÔAS, 2005). Ocasionalmente, era possível ver os adultos, insetos pequenos (2 a 3 mm) de corpo amarelado e asas brancas mantidas na horizontal sobre o corpo durante o repouso. Ao observar no microscópio era possível ver as asas cobertas por pulverulência branca (figura 4.d) (ARULAPPAN *et al.*, 2022; CARRANO-MONTEIRO, 2015) e a presença de outros fitofagos, em menor quantidade (figura 3.f).

O forrageamento de *P. canadensis* em mosca branca, bem como a presença de agregados desses insetos, foram encontrados exclusivamente nas goiabeiras. Várias espécies de mosca branca já foram relatadas em goiabeira, como *Aleurodicus dispersus* (HOSSAIN;

KHAN; JAHAN, 2017), *Aleurothrixus floccosus* (ARULAPPAN *et al.*, 2022), *Aleurodicus rugioperculatus* (SARANYA *et al.*, 2022) e *Metaleurodicus cardini* (SARWAR, 2006).

As vespas executavam comportamentos típicos de forrageamento, com foco na procura e coleta do exsudato (HARDY, 1988). As vespas sociais pousavam na superfície adaxial da folha de goiabeira e andava logo em seguida para a superfície abaxial onde estavam e hemípteros e fungos, ou pousava logo nos agregados de mosca branca. A partir disso, começaram a andar e tocar com as antenas e aparelho bucal a lâmina foliar, com as asas abertas (figura 4.b), em uma comportamento de alarme (CAVALLERI *et al.*, 2013).

Estudos tem mostrado que a *Vespula germanica* e *V. vulgaris* se alimentam de melada de cochonilhas, insetos da mesma ordem da mosca branca mas de família diferente, não só rastejando sobre a superfície, mais também voando bem próximo dos hemípteros, diferente do que foi observado para *P. canadensis*, que não se alimentavam pairando no ar (HARRIS; MOLLER; WINTERBOURN, 1994). Foi possível registrar até 5 indivíduos realizando o mesmo comportamento em uma mesma planta. Além disso, foi verificado também que um única vespa visitava várias folhas da mesma goiabeira para realizar essa inspeção. Uma mesma folha era visitada por mais de um vespídeo. Vários indivíduos da formiga-carpinteira *Camponotus* spp. (figura 4.c) foram observados forrageando em ramos de goiabeira com agregados de mosca branca. A presença dessas formigas, assim como de outras espécies, interagindo com fitofagos da família Aleyrodidae já é conhecida (QUEIROZ, OLIVEIRA, 2001). Vespas sociais do gênero *Polybia* foram também encontradas, porém com baixa frequência.

Figura 4 – Folhas de goiabeira sendo visitadas por *P. canadensis*. (a) e (b) *P. canadensis* inspecionando agregados de mosca branca em goiabeiras. (c) *Camponotus* spp. interagindo com adultos e imaturos de mosca branca. (d) Vários estágios de desenvolvimento de mosca branca: Adultos cobertos com substância pulverulenta branca, ninfas com filamentos cerosos e larvas (e) Fumagina desenvolvendo-se em melada produzida por mosca branca. (f) Outros fitofagos encontrados em menor quantidade próximo aos agregados de mosca branca.



Fonte: Amanda Carneiro e Cintia Martins.

Mosca branca, assim como demais hemípteros da subordem Sternorrhyncha se alimentam exclusivamente de plantas e o excesso de seiva é excretado em substâncias açucaradas (CARRANO-MOREIRA, 2015). A qualidade do açúcar varia entre os insetos produtores, diferentes estágios de seu desenvolvimento e pela espécie de planta hospedeira (COSTA *et al.*, 1999; FISCHER; SHINGLETON, 2001). Em mosca branca, na espécie *Bemisia argentifolii*, essa substância é composta de trealulose (mais abundante em todos os instares), glicose, frutose, sacarose e melizitose (COSTA *et al.*, 1999). A melada é secretada por todos os estágios pós-embrionários de mosca branca (ARUAPPAN *et al.*, 2022). Vários animais que consomem melada de hemípteros, como aves (GREENBERG; CABALLERO; BICHER, 1993), aranhas (PFANNSTIEL, 2015), formigas (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001), abelhas (RENDDI, 2021) e vespas sociais (LETOURNEAU; CHOE, 1987), de modo que, o forrageamento de *P. canadensis* em folhas de goiabeira contendo agregados de mosca branca pode ser motivado para a buscar esse recursos açucarados, indispensável para a nutrição dos adultos e imaturos (DETONI; PREZOTO, 2021).

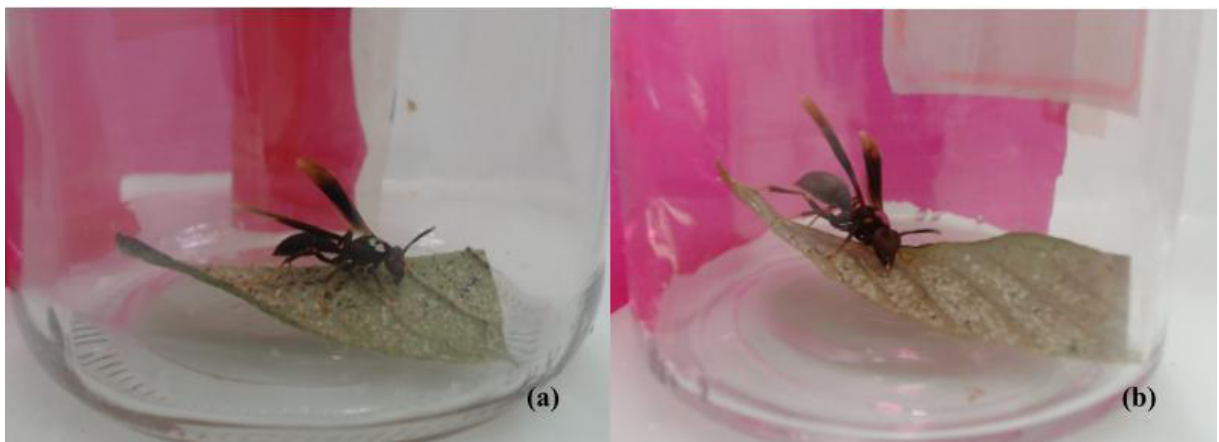
A relação entre formigas e abelhas eussociais com hemípteros é bastante explorada, diferente das vespas sociais, em que há poucos relatos na literatura, mesmo assim, há registro de vespídeos consumindo substâncias açucaradas produzidas por afídeos (BARROWS, 1979; DEJEAN; TURILLAZZI, 1992), cigarrinhas (LETOURNEAU; CHOE, 1987; MACCARROLL; REEVES, 2004) e cochonilhas (BARROWS, 1979; HARRIS; MOLLER; WINTERBOURN, 1994; HODGES; HODGES, 2001). Porém, a relação entre vespas sociais e mosca branca é pouco conhecida. Durante um estudo sobre utilização de frutos de caju por vespas sociais, foi tomado nota de 6 observações de vespas sociais predando mosca branca *Aleurodicus cocois* em folhas de cajueiro, sendo 1 dessas observações de predação realizada por *P. canadensis* (SANTOS; PRESLEY, 2010). Dejean e Turillazzi (1992), encontraram vespas sociais forrageando em afídeos *Aphis spiraecola*, classificando esses fitófagos na família Aleyrodidae, ou seja mesmo táxon da mosca branca. No entanto, trata-se de uma classificação desatualizada, pois atualmente estes insetos pertencem à família Aphididae, grupo dos afídeos ou pulgões (SIBBR, 2022). Dessa forma, o presente estudo é o primeiro registro detalhado sobre o forrageamento de vespas sociais em agregados de hemípteros da família Aleyrodidae. Além de expandir o conhecimento sobre interação dos himenópteros eussociais, com a mosca branca.

O forrageamento de *P. canadensis* em agregados de mosca branca teve início em 03/05/2022 e o último registro foi em 15/07/2022. Após isso, esses ramos não foram mais

visitados por *P. canadensis*, nem por outros insetos. Provavelmente porque a quantidade de exsudado diminuiu devido a dispersão da mosca branca que buscam outras folhas após emergirem ou quando as folhas das plantas não oferecem mais condições adequadas de para seu desenvolvimento (HAJI; FERREIRA; MOREIRA, 2004). Além disso, o constante forrageamento nessas folhas pode ter provocado a diminuição de concentração desse recurso levando *P. canadensis*, como outros insetos, a não procurarem mais nesses ramos (ARAÚJO; LOPES, 2011). De qualquer forma, o período das buscas de *P. canadensis* em exsudatos de mosca branca, um pouco mais de 2 meses, foi maior do que para *P. fuscator* em cochonilhas, com aproximadamente 10 dias (BARROWS, 1979).

Em campo, apesar das filmagens, não foi possível afirmar se as vespas se alimentavam desses insetos ou se coletavam apenas a melada secretada por eles, sendo necessário capturar algumas vespídeos para observá-los com maior proximidade em laboratório (Figura 5).

Figura 5 – Observações em laboratório da vespa social *P. canadensis* forrageando em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca. (a) consumindo melada excretada (b) predando imaturos de mosca branca.

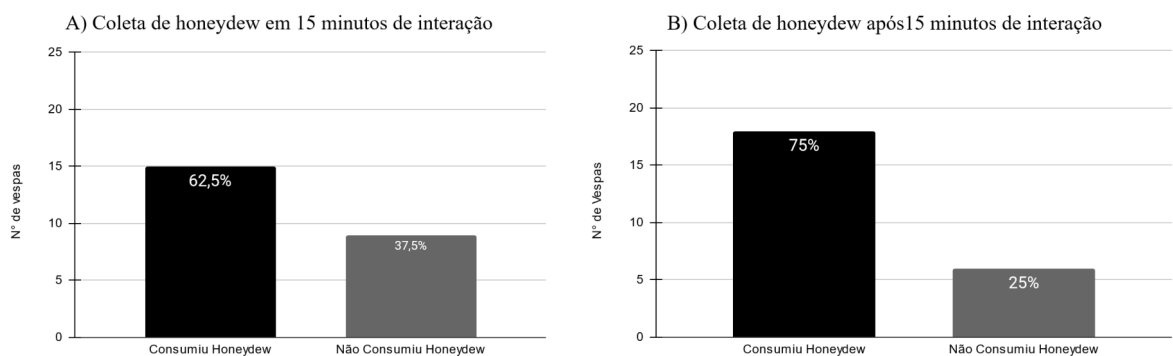


Fonte: Elaborado pela autora.

Dos indivíduos coletados, 62,5% utilizaram os agregados de mosca branca como recurso alimentar dentro dos 15 minutos de análise (figura 6.a), sendo possível perceber que durante toda a atividade de interações com mosca branca, as vespas pareciam ingerir apenas a melada, lambendo as folhas, com pouquíssimos imaturos de mosca branca observados nas peças do aparelho bucal. A maioria das vespas demoravam apenas poucos segundos para começar a se alimentar do honeydew, e como as folhas foram deixadas nos recipientes das vespas, após os 15 minutos de observação algumas vespas (n=3) que não tinham se

alimentado, passaram a coletar o melado (figura 6b). Mesmo com água *ad libitum* durante a oferta das folhas com hemípteros, as vespas passaram mais tempo coletando o exudado dos fitófagos, bem como em locais que tinham fumagina (tabela 3). No momento de soltura, algumas das vespas continuavam nas folhas, uma delas quando chegou à colônia, imediatamente começou a realizar trofalaxia com uma das larvas do ninho, alimentando-a com a melada coletada.

Figura 6 – Número de indivíduos da vespa social *P. canadensis* forrageando em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca. (a) coleta de honeydew em 15 minutos de interação (b) coleta de honeydew após 15 minutos de interação.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 – Atividade de forrageamento de *P. canadensis* em folhas de goiabeira com agregados de mosca branca (15 minutos de observação em cada indivíduo) em laboratório.

Vespa (Identificação)	Início do Forrageamento	Coleta de "honeydew"	Coleta de imaturos (nº)	Tempo Total de Forrageamento	Coletou "honeydew" após 15 minutos
Vesp 01	1s	✓	3	10 min 35s	não
Vesp 02	1s	✓	0	12 min 39s	não
Vesp 03	Não forrageou	-	-	-	-
Vesp 04	13 min 55s	✓	0	1 min 5s	sim
Vesp 05	8 min 46s	✓	1	6 min 10s	sim
Vesp 06	1s	✓	3	14 min 24s	sim
Vesp 07	1s	✓	0	10 min	não
Vesp 08	Não forrageou	-	-	-	-
Vesp 09	14 min	✓	0	1 min	sim
Vesp 10	Não forrageou	-	-	-	-
Vesp 11	28s	✓	2	5 min 37s	sim
Vesp 12	Não forrageou	-	-	-	-
Vesp 13	Não forrageou	-	-	-	-
Vesp 14	15s	✓	0	5 min 32s	não
Vesp 15	3 min 32 s	✓	0	2 min 12s	sim
Vesp 16	7 min 51 s	✓	0	7 min 09s	sim
Vesp 17	Não forrageou	-	-	-	sim
Vesp 18	11 min 35s	✓	0	3 min 25s	sim
Vesp 19	5 min	✓	0	5 min 1s	não
Vesp 20	Não forrageou	-	-	-	sim
Vesp 21	17 s	✓	1	12 min	sim
Vesp 22	14 min 37 s	✓	0	23 s	sim
Vesp 23	Não forrageou	-	-	-	não
Vesp 24	Não forrageou	-	-	-	sim

Fonte: Elaborado pela autora.

É relevante a discussão sobre o tipo de coleta de *P. canadensis* em agregados de mosca branca, já que os tipos de forrageamento de himenópteros eussociais em os hemípteros excretores de carboidratos gera diversas relações ecológicas, que podem ser positivas ou não para esses fitogagos. Tais interações são interessantes de serem observadas a nível tritrófico, por meio da interferência das plantas, mas também a quarto nível trófico, com a interação de microrganismos.

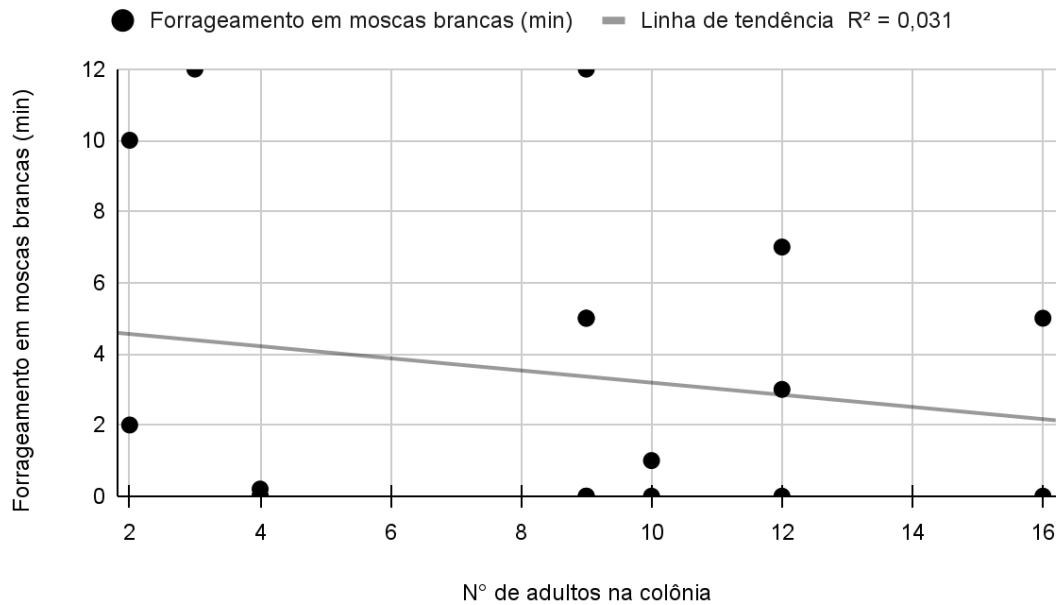
Ao utilizarem o exsudado, as formigas beneficiam não só a mosca branca, como também a planta. Isso porque a excreção de melado por esses insetos fitogagos fornece substrato necessário para fumagina, fungo (como por exemplo, o *Capnodium* spp.) de coloração enegrecida que causar problema no desenvolvimento dos imaturos de mosca branca e pode afetar a fotossíntese realizada pela planta (BYRNE; BELLOW, 1999; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001). Curiosamente, as vespas nutriam-se também em regiões do limbo foliar

que possuíam fumagina. A alimentação de fungos por vespas da subfamília Polistinae já é conhecida, várias espécies foram observadas coletando melada fúngica de *Claviceps* spp. (HARDY, 1988), um ascomiceto que se desenvolve em gramíneas, conhecido por causar intoxicação em bovinos (DALLMANN *et al.*, 2021).

Vespas sociais já foram relatadas, não só coletando melada de cochonilhas, mas também acabavam ingerindo os insetos (HODGES; HODGES, 2000). Além disso, presas da ordem hemiptera, em menor proporção do que lepidópteros e dípteros, também foram observadas sendo levadas para o ninho (PREZOTO; LIMA; MACHADO, 2005 LOPEZ; HERNANDES; CARBALO, 2013). Com a predação da mosca branca, as plantas se beneficiam não só devido a redução da herbivoria, que causa alterações no seu desenvolvimento (BÔAS, 2005), mas também de forma indireta, uma vez que esses fitofagos transmitem viroses (BROWN; CZOSNEK, 2002). Vários insetos, como vespas parasitóides, joaninhas, ácaros, crisopídeos, percevejos predadores e aranhas, são utilizados como biocontrole de mosca branca, que causam vários prejuízos em áreas de cultivo (KRISHNAMOORTHY, 2002, SANI, 2022). Vespas sociais são importantes predadoras de desfolhadores em sistemas agrícolas (ELISEI *et al.*, 2010; SOUTHON *et al.*, 2019) e seus ninhos apresentam elevada taxa de aceitação ao serem transferidos para áreas de cultivo (PREZOTO; MACHADO, 1999; ELISEI *et al.*, 2012), poderiam ter alguma significância na redução de mosca branca.

Não foi encontrado correlação significativa ($r=0,176$) entre o número de adultos da colônia ao qual o indivíduo pertencia e a atividade de forrageamento do vespídeo em agregados de mosca branca, durante 15 minutos de observação em laboratório, conforme o gráfico 2. Era esperado que quanto mais indivíduos na colônia, maior fosse a atividade de forrageamento nessas substâncias açucaradas, uma vez que, vespas sociais vivem em sociedades organizadas e compartilham carboidratos entre si por meio de trofalaxia (DETONI; PREZOTO, 2021). Os resultados obtidos diferente do esperado podem estar relacionados a alta demanda de energia para realizar atividades em colônias com poucos adultos, sendo necessário maior coleta, diferente de ninhos grandes que possuem maior número de forrageadores.

Gráfico 2 – Correlação entre o tempo de atividade (min) de forrageamento, em laboratório durante 15 minutos, de *P. canadensis* em agregados de mosca branca versus o número de adultos presentes nas colônias.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.1.2 Outras interações com fontes de carboidratos

P. canadensis foram vistas coletando seiva de folhas de cajueiro (N=3). Foi classificado como coleta porque após a visita da vespa as folhas foram examinadas e foi possível ver marcas deixadas pelo aparelho bucal na base da nervura central, na superfície adaxial (figura 7.a). Em goiabeiras, foi visto que vespas do gênero *Polistes* e *Polybia* raspam folhas jovens e pétalas de flores, provocando também certa injúria (BOTI *et al.*, 2016).

Figura 7 – Folhas de cajueiro forrageadas por *P. canadensis*. (a) Marcas do aparelho bucal deixadas por *P. canadensis* (círculo). Díptero-das-galhas (*Stenodiplosis* spp./Diptera) (seta). (b) *P. canadensis* inspecionando fruto de cajueiros ainda nos estágios iniciais de seu desenvolvimento. (c) infestação de tripses da faixa vermelha (*Selenothrips rubrocinctus*/Thysanoptera).



Fonte: Elaborado pela autora.

Com exceção das videiras e mangueiras, todas as plantas analisadas possuíam frutificação (tabela 1), porém nenhuma das frutas foram utilizadas como recurso alimentar por *P. canadensis*. Várias espécies de vespas sociais já foram observadas forrageando em pseudofrutos de cajueiro (SANTOS; PRESLEY, 2010) e frutos de goiabeira (BRUGGER *et al.*, 2011), todos maduros. Durante o período investigado, *P. canadensis* (N=2) chegou a explorar castanhas de caju, mas não se alimentaram, provavelmente porque os pseudofrutos, assim como as goiabas, ainda estavam bem no início da maturação (figura 7.b). Outro fator que pode ter feito com que as vespas não visitassem os frutos é que, com exceção de uvas, os vespídeos parecem que nunca iniciam a quebra da casca das frutificações, sempre explorando a polpa a partir de perfurações pré-existentes causadas por outros animais. Essa habilidade de romper o epicarpo parece ser desempenhada apenas pelas vespas sociais *Synoecca cyanea* e *Polybia scutellaris* (BARBOSA *et al.*, 2014; BRUGGER *et al.*, 2007; BRUGGER *et al.*, 2011).

Além das frutificações de cajueiro e goiabeira, outros frutos já registrados como fonte de recurso açucarado para vespas sociais são cactos (SANTOS *et al.*, 2007), manga (BARBOSA *et al.*, 2014), jaboticaba (SOUZA; VENÂNCIO; PREZOTO, 2010), jambo (BRUGGER *et al.*, 2007) e uva (HICKEL; SCHUCK, 1995). As vespas não visitam os frutos apenas pelos carboidratos, mas também em busca de proteínas, sendo também interessante lançar um olhar para essa interação multitrófica. Isso porque a vespa *S. cyanea* forrageou em frutos de seriguela (*Spondias purpurea* L./Anacardiaceae) para predação de larvas de mosca do figo

africana (*Zaprionus indianus* (Gupta)/Drosophilidae) (PREZOTO; BRAGA, 2013). O mesmo foi proposto por Souza e colaboradores (2013), que relacionaram a visitação de várias vespas sociais a frutos de pitanga (*Eugenia uniflora* Linnaeus/Myrtaceae) para buscar imaturos de moscas-das-frutas. Futuros estudos com foco no forrageamento desse recurso, no período de amadurecimento das frutas, bem como com a caracterização dos danos e levantamento presença de outros insetos são necessários para entender a relações ecológicas de *P. canadensis* com frutificações.

Era esperado que houvesse baixa procura de frutos, isso porque as vespas preferem o néctar a qualquer outro tipo de exsudado adocicado (HICKEL; SCHUCK, 1995). Porém, embora houvesse floração nas goiabeiras, aceroleira e cajueiro (tabela 1), durante o período estudado, *P. canadensis* não desempenhou nenhuma visitação floral. Tais resultados também diferem do que foi observado para várias espécies de vespas sociais em áreas de cultivo, em que os dois comportamentos mais desempenhados eram visitação floral e de glândula extrafloral (DALLÓ *et al.*, 2017).

As flores visitadas por vespas, na grande maioria, são rasas com corolas pouco profundas, com néctar que fica acessível a insetos que possuem peças bucais curtas (HEITHAUS, 1979), características das famílias botânicas Myrtaceae, Malpighiaceae e Annonaceae, amostradas no presente estudo (SOUZA; LORENZI, 2017). Outros levantamentos já mostram vespas sociais visitando flores de espécies de anacardiaceae, inclusive com maior número de espécies visitadas, sendo uma delas com 41,5% das buscas por néctar realizadas por vespídeos (SOMAVILLA; KÖHLER, 2012). Já para malpighiaceae e myrtaceae, são raros os registros de visitação floral (HERMES; KOHLER, 2006; AGUIAR; SANTOS, 2007). A ausência de visitação de vespas sociais em uma espécie de myrtaceae também foi apontada por Souza e colaboradores (2013), que levantaram a suposição de que a baixa produção de néctar durante o período seco poderia ter sido insuficiente para atrair esses insetos.

Outros aspectos que influenciam os vespídeos escolherem uma planta para buscar néctar estão relacionados a questões locais como riqueza, densidade de plantas (MELO, 2007) e fenologia floral (SOMAVILLA; KÖHLER, 2012). Além disso, o alto número de flores e inflorescências e o maior tempo em que as plantas possuem essas estruturas reprodutivas estão correlacionados com a alta procura das vespas (SOMAVILLA; KÖHLER, 2012). De forma que, a baixa abundância de flores nos pomares pode ter feito com que as vespas procurassem por carboidratos em melada produzida por mosca branca (BARROWS, 1979).

3.1.3 Coleta de carboidratos nos pomares: uma síntese do comportamento generalista e oportunista das vespas sociais

Para o gênero *Polistes*, recursos açucarados são importantes para a manutenção da colônia, pois são fonte de energia tanto para os adultos, como para os imaturos (DETONI; PREZOTO, 2021). É o item mais coletado em todas as fases do seu desenvolvimento do ninho em *Polistes ferreri* (ANDRADE; PREZOTO, 2001), chegando a constituir 53% dos itens levados ao ninho pelas operárias da espécie *Polistes versicolor* (ELISEI *et al.*, 2010). Para *P. canadensis*, depois da coleta de água, o néctar foi o segundo recurso mais levado ao ninho (MONTEFUSCO *et al.*, 2017).

Dessa forma, as informações levantadas sobre a 1) ausência de comportamentos de coleta em flores e frutos, talvez relacionadas a características que já foram discutidas anteriormente, como baixa abundância de flores, frutos no início do desenvolvimento; 2) forrageamento de *P. canadensis* em agregações de mosca branca 3) presença de formigas *camponotus* spp. nas agregações da família Aleyrodidae visitadas por *P. canadensis*; 4) observação da alimentação em laboratório; são indícios de que os vespídeos, durante o período analisado, utilizam temporariamente o recurso açucarado excretado por mosca branca. Além disso, fornece evidências adicionais de que vespas sociais são forrageadoras oportunistas e generalistas.

3.1.4 Interações com fontes de proteínas

O terceiro comportamento de coleta mais observado foi a manipulação de presa, com 4 registros. Montefusco e colaboradores (2017), em um pouco mais de 1 mês de observação em 15 ninhos, relataram *P. canadensis* transportando 208 presas à colônia. O baixo número de capturas de presas por vespídeos no presente estudo era esperado, devido a imprevisibilidade de observação desses eventos em campo (GOMES *et al.*, 2007), o que provavelmente motiva a maioria dos estudos sobre esse assunto terem como ponto focal a observação de colônias, com o levantamento dos itens trazidos pelas adultas ao ninho.

Todos os animais presos entre as mandíbulas das vespas eram lagartas da ordem Lepidoptera, correspondendo a 3 morfotipos diferentes. Imaturos de lepidópteros já foram observados como recurso alimentar extremamente importante para o gênero *Polistes* em áreas de cultivo. Esses insetos constituíram todas as presas capturadas identificadas por *P. canadensis* em Amazonas (MONTEFUSCO *et al.*, 2017), para *Polistes versicolor* houve

variação de 95,4% a 100% dos insetos capturados (ELISEI *et al.*, 2010; PREZOTO *et al.*, 2006) e 90% para *Polistes simillimus* (PREZOTO; MACHADO, 1999). Outras vespas sociais também utilizam lagartas de lepidópteros para a alimentação da prole (PREZOTO; LIMA; MACHADO, 2005; LOPEZ; HERNANDES; CARBALLO, 2013). A aplicação desses vespídeos como uma alternativa do uso de agrotóxicos para o controle de lepidópteros considerados pragas em sistemas agrícolas também foi demonstrado por evidências experimentais, em que *Polistes satan* (SOUTHON *et al.*, 2019).

De posse desses animais, as vespas tinham um voo lento, sendo interrompido com pousos em plantas adjacentes, onde manipulava o alimento com o aparelho bucal. Diferente dos outros comportamentos, em que a vespa tolerava certa aproximação humana, quando estavam com as presas, elas alçaram voo do seu local de pouso com um mínimo de movimento do observador. Apesar das vespas terem sido observadas em plantas como a arteira, abacaxi e goiabeira, não é possível determinar se as lagartas eram herbívoros dessas plantas. Só foi possível visualizar o momento da captura da presa na planta daninha *Spermacoce verticillata* L. (Rubiaceae), herbácea conhecida popularmente como vassourinha-de-botão (FERNANDES *et al.*, 2017; FONTES; TONATO, 2016). A vespa social *Polybia (Trichothorax) ignobilis* também já foi observada realizando comportamentos similares a *P. canadensis* quanto a forma de caça de presas, em que após a captura o inseto era transportado para uma planta próxima onde era dividido em partes menores, macerado e transportado para o ninho (GOMES *et al.*, 2007).

3.2 Comportamentos de exploração e respostas a COVs

O item comportamental “escaneando frutíferas” foi mais observado em goiabeiras (N=95), cajueiros (N=39) e mangueiras (N=24) (gráfico 1), sendo as três plantas representado 88,76% dos comportamentos exploratórios de *P. canadensis* nos pomares. Diversos fatores podem ter contribuído para esse resultado, um deles pode estar relacionado aos Compostos Orgânicos Voláteis. Isso porque os COVs emitidos por plantas podem atuar como guias no comportamento exploratório de inimigos naturais dos herbívoros que atacam espécies vegetais, tendo uma importância na dinâmica das interações entre os diferentes níveis tróficos (BEZERRA *et al.*, 2021). Vespas sociais utilizam-se mecanismos visuais e olfativos para buscar por alimentos (JERNIGAN; ZABA; SHEEHAN, 2021), de forma que, os voláteis de goiabeiras, cajueiros e mangueiras, podem ter algum impacto no forrageamento de *P. canadensis* no pomares do setor de horticultura.

Somado a isso, outras observações em campo motivaram o surgimento de uma nova pergunta. Isso porque, depois que as vespas param de forragear em agregados de mosca branca, dois novos agregados desse inseto foram detectados em outras goiabeiras. Em 22/08/2022, formigas (*Camponotus* spp.) foram observadas nesses agregados, indicado a presença de honeydew nesses locais, mas *P. canadensis*, até o final das observações em campo em 13/09/2022, não visitou essas novas agregações. Essa ausência de busca não foi motivada pela migração das colônias de vespas, visto que, havia ainda ninhos habitados nos mesmos locais do início do estudo (figura 2.b). Ademais, indivíduos de *P. canadensis* continuaram sendo vistos nos pomares.

Desse modo, durante o estudo, surgiu o questionamento se os voláteis emitidos por plantas e herbívoros, que também exalam esse tipo de informação olfativa (BEZERRA *et al.*, 2021), atuariam como um elo de ligação para a interação entre vespas sociais e o honeydew. Tendo em vista o complexo de odores, além de outros estímulos percebidos pelas vespas, como os visuais, o presente trabalho buscou um questionamento mais simplificado, se *P. canadensis* escolhem os voláteis de mosca branca somados a goiabeiras versus o ar limpo. No entanto, os números de indivíduos que se dirigiram à câmara com ar puro, voláteis ou que não realizaram escolha, foi exatamente igual (n=8), de forma que não é possível tirar conclusões sobre respostas olfativas de *P. canadensis* ao explorar melada. Uma vez que, nos testes iniciais, foi considerado escolha da vespa por um dos tratamentos quando o indivíduo testado passasse poucos centímetro em direção a um dos braços do olfatômetro, diferente do realizado por Saraiva (2014) que considerou escolha se o inseto atravessasse todo o caminho do braço. Além disso, o espaço de passagem era muito estreito (3 cm), isso poderia ter desencorajado as vespas de responder a qualquer estímulo olfativo, uma vez que, a aproximação das vespas sociais ocorre, em geral, por voo (PREZOTO *et al.*, 2021).

Depois das goiabeiras, o ato comportamental escaneando frutífera foi mais realizado em plantas de caju e manga (gráfico 1), mesmo com a aplicação de inseticidas e corte das mangueiras. Com exceção de 3 coletas de seiva, as vespas sociais não coletaram nenhum recurso dessas duas frutíferas, mesmo assim, os vespídeos inspecionavam bem próximo as folhas, com pousos e exploração dos frutos em raras vezes (N=2) (figura 7.b). As plantas de caju do Setor de Horticultura da UFC tinham um grande número de galhas em suas folhas, causado por *Stenodiplosis* spp. (Diptera) popularmente conhecido como díptero-das-galhas (figura 7.a) (MESQUITA *et al.*, 2002). Além disso, cajueiros e mangueiras foram infestadas por tripes da faixa vermelha (*Selenothrips rubrocinctus*/ Thysanoptera) (figura 7.c) e durante isso *P. canadensis* eram vistas voando próximo as folhas, chegando até

pousar e realizar o ato comportamental inspecionando Tisanópteros (N=4). No entanto, não foi possível observar se as vespas se alimentavam desses insetos, principalmente por conta da aplicação de inseticidas, que eliminou os tisanópteros.

Os tisanópteros são insetos muito pequenos (0,7 a 3 mm), que formam agregações e alimentam-se raspando o tecido das plantas (CARRANO-MOREIRA, 2015). A tripes da faixa vermelha, ou tripes da cinta vermelha, ficam na superfície abaxial da folha, onde se alimentam, principalmente próximo à nervura central (HAJI; DE ALENCAR, 1996). As fêmeas medem cerca de 1,2 mm, os machos são um pouco menores, com coloração preta. As ninfas e as pupas são amareladas a alaranjadas com os primeiros três e últimos segmentos do abdômen vermelho brilhante. Os ovos são depositados na folhas e cobertos com uma substância, que ao secar, assume forma e de um disco preto (figura 7.c) (DENMARK; WOLFENBARGER, 2002)

A presença desses fitófagos em folhas de mangueira e cajueiro é conhecida (PENG; CHRISTIAN, 2004; STHITAPRAGYAN; MUKHERJEE, 2021), sendo consideradas pragas nesses meios de cultivo (HAJI; DE ALENCAR, 1996; MESQUITA *et al.*, 2006). No entanto, a relação de vespas sociais com tisanópteros é pouco explorada. Em um estudo recente com análise de DNA de conteúdo fecal de ninhos de vespas do papel (subfamília Polistinae) na Nova Zelândia foram vistos que Thysanopteros eram um dos principais presas de *Polistes chineses* e *Polistes humilis* (LEFORT *et al.*, 2020). A relação de predação também foi apontada de maneira oposta, larvas e adultos de tripes da espécie *Mirothrips arbitergen* foram encontradas em colônias, se alimentam ativamente de ovos de vespas de papel (CAVALLERI *et al.*, 2013).

Essa herbívora, seja provocada pelas galhas ou por thysanopteros, pode ter atraído as vespas pela produção de voláteis das plantas. Apesar dos resultados preliminares do presente estudo no teste do olfatômetro, os tipos de voláteis emitidos dependem de uma série de variáveis, sendo algumas delas relacionadas a fatores ambientais e espécies de plantas e herbívoros envolvidos na interação (BEZERRA *et al.*, 2021). Dessa forma, tendo em vista que cajueiros são atacados por espécies de mosca branca (HAJI; DE ALENCAR, 1996), diferente das mangueiras (MESQUITA *et al.*, 2006), sendo uma delas *Aleurodicus cocois* que causa grandes prejuízos em áreas cultivadas (MESQUITA; MOTA; OLIVEIRA, 2020), que outros himenópteros, como as formigas respondem a COVs emanados de folhas de caju podendo agir em resposta a herbívoros (WANJIKU *et al.*, 2014) e o elevado número de inspeção foliar de *P. canadensis* durante o presente estudo, investigações posteriores sobre o forrageamento de vespas sociais em insetos da família Aleyrodidae em cajueiros podem ser

um excelente sistema de estudo para ampliar o conhecimento sobre a relação entre as vespas sociais e os hemípteros e como isso interfere nas plantas.

3.3 Competição e outros comportamentos

Todos os comportamentos de competição vistos ocorreram quando as vespas estavam forrageando em goiabeiras. Na maioria dos encontros entre *P. canadensis* e outros insetos (N=6), três intraespecíficos e os outros com *Camponotus* spp. e *Polybia* spp., houveram comportamentos de competição. Assim, a antagonismo era iniciada por *P. canadensis* que perseguia e entrava em contato físico de forma agressiva, que acabava com um dos vespídeos deixando a folha. Apesar de ser maioria dos comportamentos, se comparado a reações de fuga (N=3) e reação neutra (N=2), com duas exceções, esses confrontos só iniciavam quando os insetos estavam na mesma folha, de modo que, *P. canadensis* não respondia a outros insetos próximos, nem mesmo a relativa proximidade de humanos, apesar de sempre ficarem com as asas em posição de alerta (figura 4.a.b). Outras vespas ao forragear a procura de melada respondia de forma mais ativa se comparada a *P. canadensis*, com perseguições, mordidas, movimentos pungentes e agarrões (BARROWS, 1979; LETOURNEAU; CHOE, 1987; HODGES; HODGES, 2001). Outras vespas sociais, como *Parachartergus fraternus*, também interagiram com formigas *Camponotus* spp. na busca por substâncias açucaradas produzidas por hemípteros (LETOURNEAU; CHOE, 1987).

Vespas sociais já foram observadas exibindo comportamentos de competição em agregados de cochonilhas, afugentando vários insetos que se aproximavam (BARROWS, 1979; HODGES; HODGES, 2001). Barrows (1979), levantou a hipótese de que isso poderia aumentar a aptidão dos hemípteros, que teriam uma maior defesa contra predadores e parasitas. De fato, ao cuidarem de agregados de Aleyrodidae, as formigas afastaram vespas parasitoides do gênero *Encarsia*, evitando que os imaturos de mosca branca fossem usados como receptáculo de ovos (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2001).

Durante o forrageamento em agregado de mosca branca, inspecionando frutíferas ou realizando outros comportamentos, era frequente as vespas fazerem uma pausa para realizar limpeza (N=25), esfregando com as penas suas antenas ou abdômen, como visto por Harris, Moller e Winterbourn (1994), com *Vespula germanica* e *V. vulgaris*. Às vezes, também descansavam mais tempo e com mais intensidade, entrando em completo repouso (N=7),

parecendo não mexer nem sequer um artigo da antena, mas logo em seguida voltaram a ativa, no constante desafio que é manter uma sociedade.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo é o primeiro relato detalhado sobre forrageamento de vespas sociais em mosca branca. A espécie *P. canadensis* teve foco na coleta de honeydew, passando um pouco mais de 2 meses coletando esse exsudado, atuando ocasionalmente na predação de imaturos de membros da família Aleyrodidae. Apesar da presença de flores e frutos, *P. canadensis* não utilizou essas estruturas vegetais como recurso alimentar, tendo obtido carboidrato dos pomares quase que exclusivamente a partir de coleta de melada, de forma que isso pode evidenciar o comportamento oportunista e generalista de insetos eussociais. Durante o forrageamento em agregado de mosca branca, *P. canadensis* desempenhou antagonismo com outros insetos, como vespas e formigas. Porém, *P. canadensis* responderam de forma menos agressiva que outras vespas sociais forrageando em honeydew de hemípteros. Outras interações entre *P. canadensis* com demais espécies foi observada, com predação de lagartas lepidópteros e exploração de tisanópteros.

Não foram encontradas relações entre o número de indivíduos formadores da colônia e o tempo forrageando na melada. Além disso, não foi encontrado efeito de COVs da composição de odores formado por mosca branca e folhas de goiabeiras na resposta de *P. canadensis*, no entanto, mais estudos são necessários para esclarecer a emissão desses voláteis nessa interação trófica, bem como, com outras frutíferas que foram procuradas por *P. canadensis* no presente estudo.

Em síntese, o presente estudo traz notas que podem ser relevantes para estudos evolutivos, ecológicos e estratégias em sistemas agrícolas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Cândida ML; SANTOS, Gilberto M. de M. Compartilhamento de recursos florais por vespas sociais (Hymenoptera: Vespidae) e abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 836-842, 2007.
- ANDRADE, Flávio Rodrigo; PREZOTO, Fabio. Horários de atividade forrageadora e material coletado por *Polistes ferreri* Saussure, 1853 (Hymenoptera, Vespidae), nas diferentes fases de seu ciclo biológico. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 3, n. 1, 2001.
- ARAÚJO, A.; LOPES, F. A. L. O quê, quando, onde e com quem: decisões econômicas no comportamento alimentar. In: YAMAMOTO, Maria Emilia; VOLPATO, Gilson Luiz. Comportamento animal, 2ed ed. Natal: **EDUFRN**, 2011.
- ARULAPPAN, Josephraj Kumar et al. Morphological and molecular identification of the woolly whitefly, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 42, n. 3, p. 2493-2500, 2022.
- BARBOSA, Bruno Corrêa; PASCHOALINI, Mariana Frias; PREZOTO, Fábio. Temporal activity patterns and foraging behavior by social wasps (Hymenoptera, Polistinae) on fruits of *Mangifera indica* L.(Anacardiaceae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 239-242, 2014.
- BARROWS, Edward M. POLISTES WASPS (HYMENOPTERA: VESPIDAE) SHOW INTERFERENCE COMPETITION WITH OTHER INSECTS FOR KERMES SCALE INSECT. **Proc. Entomol. Soc. Wash**, v. 81, n. 4, p. 570-515, 1979.
- BEGGS, J. The ecological consequences of social wasps (*Vespula* spp.) invading an ecosystem that has an abundant carbohydrate resource. **Biological Conservation**, v. 99, n. 1, p. 17-28, 2001.
- BEZERRA, Ranna Heidy Santos et al. Indirect plant defenses: volatile organic compounds and extrafloral nectar. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 15, n. 4, p. 467-489, 2021.

BYRNE, David N.; BELLOWS JR, Thomas S. Whitefly biology. **Annual review of entomology**, v. 36, n. 1, p. 431-457, 1991

BÔAS, G. L. Manejo integrado de mosca-branca. **Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 2005.

BOTI, Jacimar Berti et al. Insetos provocadores de danos em folhas, flores e frutos da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) nos pomares conduzidos em sistema de cultivo convencional e orgânico, no município de Santa Teresa-ES. **Natureza On Line**, v. 14, p. 40-44, 2016.

BROWN, Judith K.; CZOSNEK, Henryk. **Whitefly transmission of plant viruses**. 2002.

BRUGGER, Bruno Pandelo et al. Social wasps (*Synoeca cyanea*) damaging *Psidium* sp.(Myrtaceae) fruits in Minas Gerais state, Brazil. **Sociobiology**, v. 57, n. 3, p. 533-535, 2011.

BRÜGGER, Bruno Pandelo et al. Feeding by the social wasp *Polybia scutellaris* (Hymenoptera: Vespidae) on *Syzygium jambos* (Myrtaceae) fruits in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 1, p. 172-173, 2017.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespidae)[CD-ROM]. **Série publicações digitais**, v. 2, 2001.

CAVALLERI, Adriano et al. Egg predation within the nests of social wasps: a new genus and species of Phlaeothripidae, and evolutionary consequences of Thysanoptera invasive behaviour. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 109, n. 2, p. 332-341, 2013.

CERRANO-MOREIRA, Alberto Fábio. **Insetos: manual de coleta e identificação**. 2. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 370 p.

CHEN, Gao et al. Seed dispersal by hornets: An unusual insect-plant mutualism. **Journal of integrative plant biology**, v. 59, n. 11, p. 792-796, 2017.

COSTA, H. S. et al. Patterns of honeydew droplet production by nymphal stages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and relative composition of honeydew sugars. **Journal of Entomological Science**, v. 34, n. 3, p. 305-313, 1999.

DALLÓ, João Batista et al. Vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae) em cultura de bucha vegetal *Luffa aegyptiaca* Mill. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 4, 2017.

DALLMANN, Ellen Paola et al. Micotoxinas e seu alarmante alcance à bovinocultura: Revisão. **PUBVET**, v. 15, p. 169, 2021.

DEJEAN, A.; TURILLAZZI, S. Territoriality during trophobiosis between wasps and homopterans. **Tropical Zoology**, v. 5, n. 2, p. 237-247, 1992.

DEL-CLARO, Kleber et al. Ecologia Comportamental: uma ferramenta para a compreensão das relações animais-plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 1, p. 16-26, 2009.

DEL-CLARO, Kleber. **Introdução à ecologia comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

DENMARK, Harold A.; WOLFENBARGER, D. O. Redbanded thrips, *selenothrips rubrocinctus* (giard)(insects: Thysanoptera: Thripidae). **EDIS**, v. 1999, n. 5, 1999.

DETONI, Mateus; PREZOTO, Fábio. The foraging behaviour of Neotropical social wasps. In: **Neotropical social wasps**. Springer, Cham, 2021. p. 47-69.

DYER, Adrian G.; GARCIA, Jair E. Color difference and memory recall in free-flying honeybees: forget the hard problem. **Insects**, v. 5, n. 3, p. 629-638, 2014.

ELISEI, Thiago et al. Uso da vespa social *Polistes versicolor* no controle de desfolhadores de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 958-964, 2010.

ELISEI, Thiago et al. Management of social wasp colonies in eucalyptus plantations (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 59, n. 4, p. 1167-1174, 2012.

ELISEI, T.; NUNES, J.; RIBEIRO JUNIOR, C.; FERNANDES JUNIOR, A.; PREZOTO, F. What is the Ideal Weather for Social Wasp *Polistes versicolor* (Olivier) go to Forage?. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 3, p. 214-216, 23 Dec. 2013.

EVANS, Gregori A. **The whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies**. 2007. Disponível em : keys.lucidcentral.org/keys/v3/whitefly/PDF_PwP%20ETC/world-whitefly-catalog-Evans.pdf. Acessado 20 de Outubro de 2022.

FERNANDES, Carlos Eduardo L.; RIBEIRO, Rayane de T. M.; CORDEIRO, Luciana S.; MESQUITA, Emanuel P. de; FELIX, Gabriel O.; FALCÃO, Leticia F.; LOIOLA, Maria Iracema B.. Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ce, Brasil Plantas do Campus do Pici Professor Prisco Bezerra. **Field Museum**, Fortaleza, v. 925. 2017.

FISCHER, Melanie K.; SHINGLETON, Alexander W. Host plant and ants influence the honeydew sugar composition of aphids. **Functional Ecology**, v. 15, n. 4, p. 544-550, 2001.

FISCHER, Andreas et al. Herbivore-induced plant volatiles do not affect settling decisions by synanthropic spiders. **Chemoecology**, v. 31, n. 3, p. 201-208, 2021.

FONTES, J. R. A.; TONATO, F. Acúmulo de nutrientes por vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata*), planta daninha de pastagens na Amazônia. **Circular Técnica**. 2016.

FREEMAN, Scott; HERRON, Jon C. **Análise evolutiva**. 4. ed. São Paulo: Artmed, 2009.

GOMES, Leonardo et al. Foraging by *Polybia (Trichothorax) ignobilis* (Hymenoptera, Vespidae) on flies at animal carcasses. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 389-393, 2007.

GREENBERG, Russell; CABALLERO, Claudia Macias; BICHIER, Peter. Defense of homopteran honeydew by birds in the Mexican highlands and other warm temperate forests. **Oikos**, p. 519-524, 1993.

HAJI, Francisca Nemauro Pedrosa; De ALENCAR, José Adalberto. **Principais pragas da cultura da manga e seu controle**. 1996. Disponível em:

www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/161593/principais-pragas-da-cultura-da-manga-e-seu-controle. Acesso em: 20 de Outubro de 2022.

HAJI, F. N. P.; FERREIRA, R. C. F.; MOREIRA, A. N. **Descrição morfológica, aspectos biológicos, danos e importância econômica**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2004.

HAJI, F. N. P.; LIMA, M. F.; DE ALENCAR, J. A. Histórico sobre mosca branca no Brasil. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: TALLER LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MOSCAS BLANCAS Y GEMINIVIRUS, 6., 1997, Santo Domingo, República Dominicana. Memoria... Santo Domingo: MIP: Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas, 1997., 1997.

HARDY, Tad N. Gathering of fungal honeydew by *Polistes spp.* (Hymenoptera: Vespidae) and potential transmission of the causal ergot fungus. **The Florida Entomologist**, v. 71, n. 3, p. 374-376, 1988.

HARRIS, R. J.; MOLLER, H.; WINTERBOURN, M. J. Competition for honeydew between two social wasps in South Island beech forests, New Zealand. **Insectes sociaux**, v. 41, n. 4, p. 379-394, 1994.

HERMES, Marcel G.; KÖHLER, Andreas. The flower-visiting social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) in two areas of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, p. 268-274, 2006.

HICKEL, E. R.; SCHUCK, E. Vespas e abelhas atacando a uva no Alto Vale do Rio do Peixe. **Agropecuária catarinense**, v. 8, n. 1, p. 38-40, 1995.

HODGES, Amanda C.; HODGES, Greg. Notes on members of the Vespidae foraging on honeydew secretions from the European fruit lecanium, *Parthenolecanium corni* (Bouche). **Journal of Entomological Science**, v. 36, n. 3, p. 312-314, 2001.

HOSSAIN, I.; KHAN, M. M. H.; JAHAN, S. M. H. Reproductive performance of spiralling whitefly on guava and impact of weather parameters on its immature stages. **SAARC Journal of Agriculture**, v. 15, n. 2, p. 207-214, 2017.

HUNT, James H.. **The evolution of social wasp: with a foreword by raghavendra gadagkar**. Oxford: Oxford University Press, 2007.

JARAU, Stefan; HRNCIR, Michael. **Food exploitation by social insects: ecological, behavioral, and theoretical approaches**. CRC Press, 2009.

JERNIGAN, Christopher M.; ZABA, Natalie C.; SHEEHAN, Michael J. Age and social experience induced plasticity across brain regions of the paper wasp *Polistes fuscatus*. **Biology Letters**, v. 17, n. 4, p. 20210073, 2021.

LEFORT, M. C. et al. A molecular approach to study Hymenoptera diets using wasp nests. **NeoBiota 63**: 57–79. 2020.

LETOURNEAU, Deborah K.; CHOE, Jae C. Homopteran attendance by wasps and ants: the stochastic nature of interactions. **Psyche**, v. 94, n. 1-2, p. 81-91, 1987.

LÓPEZ, Yeison; HERNÁNDEZ, John; CARABALLO, Pedro. Actividad de forrajeo de la avispa social *Polybia emaciata* (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 39, n. 2, p. 250-255, 2013.

MACCARROLL, M. A.; REEVES, W. K. Attendance of *Aetalion reticulatum* (Hemiptera: Aetalionidae) by *Polistes erythrocephalus* (Hymenoptera: Vespidae) in Peru. **Entomological news**, v. 115, p. 52-53, 2004.

MELO, André Carneiro. **Diversidade de vespas sociais (Hymenoptera:Vespidae) e utilização de recursos florais em uma área da Caatinga na Bahia**. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007. Cap. 2.

MESQUITA, Antonio Lindemberg Martins; MOTA, Maria do Socorro de Souza.; OLIVEIRA, Vitor Hugo de Oliveira. **Mosca-branca-do-cajueiro: bioecologia e manejo**. 2020. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1119900. Acesso em: 20 de Outubro de 2022.

MESQUITA, Antonio Lindemberg Martins; BRAGA SOBRINHO, R.; DE OLIVEIRA, Vitor Hugo. **Monitoramento de pragas na cultura do cajueiro**. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/427039/monitoramento-de-pragas-na-cultura-do-cajueiro>. Acesso em: 20 de Outubro de 2022.

MONTEFUSCO, M. et al. *Polistes canadensis* (Linnaeus, 1758)(Vespidae: Polistinae) in the Western Amazon: a potential biological control agent. **Sociobiology**, v.4, n. 4, p. 442-450, 2017.

PENG, Renkang K.; CHRISTIAN, Keith. The weaver ant, *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae), an effective biological control agent of the red-banded thrips, *Selenothrips rubrocinctus* (Thysanoptera: Thripidae) in mango crops in the Northern Territory of Australia. **International journal of pest management**, v. 50, n. 2, p. 107-114, 2004.

PFANNENSTIEL, R. S. Extended survival of spiders (Aranaeae) feeding on whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) honeydew. **Journal of Entomological Science**, v. 50, n. 2, p. 110-118, 2015.

PREZOTO, Fábio; GIANNOTTI, Edilberto; MACHADO, Vera Lúcia Letizio. Atividade forrageadora e material coletado pela vespa social *Polistes simillimus* Zikán, 1951.(Hymenoptera, Vespidae). **Insecta**, v. 3, n. 1, p. 11-19, 1994.

PREZOTO, Fábio; MACHADO, Vera LL. Ação de *Polistes (Aphanilopterus) simillimus* Zikán (Hymenoptera, Vespidae) no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith)(Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 841-850, 1999.

PREZOTO, Fábio; MACHADO, Vera Lúcia Letizio. Transferência de colônias de vespas (*Polistes simillimus* Zikán, 1951)(Hymenoptera, Vespidae) para abrigos artificiais e sua manutenção em uma cultura de *Zea mays*". **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 43, 1999.

PREZOTO, Fábio et al. Pest control potential of social wasps in small farms and urban gardens. **Insects**, v. 10, n. 7, p. 192, 2019.

PREZOTO, Fábio; LIMA, Maria AP; MACHADO, Vera LL. Survey of preys captured and used by *Polybia platycephala* (Richards)(Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 849-851, 2005.

PREZOTO, Fábio et al. Prey captured and used in *Polistes versicolor* (Olivier)(Hymenoptera: Vespidae) nourishment. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 707-709, 2006.

PREZOTO, Fábio; BRAGA, Nayara. Predation of *Zaprinus indianus* (Diptera: Drosophilidae) by the social wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae). **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p. 670-672, 2013.

PREZOTO, Fabio et al. **Neotropical social wasps**. Springer, Cham. DOI, v. 10, p. 978-3, 2021.

QUEIROZ, Jarbas M.; OLIVEIRA, Paulo S. Tending ants protect honeydew-producing whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology**, v. 30, n. 2, p. 295-297, 2001.

REACH, André Rorigo; AGOSTINI, Kayana; OLIVEIRA, Paulo Eugênio; MACHADO, Isabel Cristina (ed.). **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014.

REDDY, P. Venkata Rami. Leafhopper (*Idioscopus* spp.) excreted honeydew distracts honey bees (*Apis* spp.) from visiting mango (*Mangifera indica* L.) flowers: an indirect loss inflicted by the sucking pests hitherto unaccounted. **Journal of Apicultural Research**, p. 1-5, 2021.

RICIOLI, Leonardo Samuel; MENDES, Gabriela C.; FERREIRA, Rhainer Guillermo. Kick out the ants: a novel and striking behavior in ant-wasp interactions. **Sociobiology**, v. 64, n. 1, p. 119-121, 2017.

SANTOS, Gilberto MM et al. Utilização de frutos de cactos (Cactaceae) como recurso alimentar por vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em uma área de caatinga (Ipirá, Bahia, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 1052-1056, 2007.

SANTOS, Gilberto M. de M. et al. Niche overlap and temporal activity patterns of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a Brazilian cashew orchard. **Sociobiology**, v. 56, n. 1, p. 121-131, 2010.

SARAIVA, Nayara Braga. **Vespa social *Polybia fastidiosuscula*: Resposta olfativa para voláteis e identificação dos compostos de milho induzido**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

SARANYA, M. et al. Characterization and functional significance of bacteria associated with rugose spiralling whitefly, *Aleurodicus rugioperculatus* Martin (Hemiptera: Aleyrodidae) reared on guava plants. **Applied Entomology and Zoology**, v. 57, n. 4, p. 323-331, 2022.

SARWAR, MUHAMMAD. Occurrence of insect pests on guava (*Psidium guajava*) tree. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 38, n. 3, p. 197, 2006.

(SIBBR), Sistema de Informação Sobre a Biodiversidade Brasileira. **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil e Lista da Flora do Brasil 2020**. 2022. Disponível em: https://www.sibbr.gov.br/?lang=pt_BR. Acesso em: 06 nov. 2022.

SOMAVILLA, Alexandre; KÖHLER, Andreas. Preferência Floral de Vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomobrasilis**, v. 5, n. 1, p. 21-28, 2012.

SOUTHON, Robin J. et al. Social wasps are effective biocontrol agents of key lepidopteran crop pests. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 286, n. 1914, p. 20191676, 2019.

SOUZA, André R. et al. Social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) damaging fruits of *Myrciaria sp.*(Myrtaceae). **Sociobiology**, v. 55, n. 1A and 1B, p. 297-300, 2010.

SOUZA, Gabriely Köerich et al. Social Wasps on *Eugenia uniflora* Linnaeus (Myrtaceae) Plants in the Urban Area of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, v. 60, n. 2, p. 204-209, 2013.

SOUZA, Venícios C; LORENZI, Harri. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação de fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado na APG III**. 3. ed. Rio de Janeiro: Plantarum, 2017.

STHITAPRAGYAN, Soumya; MUKHERJEE, S. K. Different Arthropod Pests of Cashew with Special Reference to Red Banded Thrips (*Selenothrips rubrocinctus* giard)-A Review. **International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Topics**, v. 2, n. 6, p. 107-112, 2021.

TRIPLEHORN, Charles A.; JONNISON, Norman F. **Estudo dos Insetos**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

WANJIKU, Caroline *et al.* Plant volatiles influence the African weaver ant-cashew tree mutualism. **Journal of chemical ecology**, v. 40, n. 11, p. 1167-1175, 2014.

WILSON, Edward O. et al. **The insect societies**. Cambridge, Massachusetts, USA, Harvard University Press Distributed by Oxford University Press, 1971.

WILSON, Edward O. **Success and dominance in ecosystems: the case of the social insects**. Oldendorf/Luhe: Ecology Institute, 1990.