

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

SEQUÊNCIA DE COLONIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES
TRÓFICAS DE VESPAS ASSOCIADAS A *FICUS OBTUSIFOLIA*

Autor: Fernanda Silva Destefani
Orientador: Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache

RIO VERDE – GO
MARÇO - 2025

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E
CONSERVAÇÃO

SEQUÊNCIA DE COLONIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES
TRÓFICAS DE VESPAS ASSOCIADAS A *FICUS OBTUSIFOLIA*

Autor: Fernanda Silva Destefani
Orientador: Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde

RIO VERDE – GO
MARÇO - 2025

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

D476s Destefani, Fernanda Silva
Sequência de colonização e avaliação das relações tróficas de
vespas associadas a Ficus obtusifolia / Fernanda Silva Destefani.
Rio Verde 2025.
25f. il.
Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache.
Coorientadora: Profª. Dra. Valdneá Casagrande Dalvi.
Dissertação (Mestre) - Instituto Federal Goiano, curso de
0231084 - Mestrado em Biodiversidade e Conservação (Campus
Rio Verde).
I. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA SILVA DESTEFANI**
Data: 20/05/2025 09:59:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Local

/ /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDO HENRIQUE ANTONIOLLI FARACHE**
Data: 20/05/2025 11:14:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 14/2025 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

**SEQUÊNCIA DE COLONIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES TRÓFICAS DE VESPAS ASSOCIADAS A FICUS
OBTUSIFOLIA**

Autora: Fernanda Silva Destefani

Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache

TITULAÇÃO: Mestre em Biodiversidade e Conservação - Área de Concentração Conservação dos Recursos Naturais

APROVADA em 21 de março de 2025.

Prof. Dr. Vinicius Coelho Kuster
Avaliador Interno
UFJ / Jatai

Prof. Dr. Levi Oliveira Barros
Avaliador Externo
Universidade de São Paulo – USP Ribeirão
Preto

Prof. Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache
Presidente da Banca
IFGOIANO / Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Henrique Antonioli Farache, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 21/03/2025 13:00:21.
- **Leví Oliveira Barros, Leví Oliveira Barros - Professor Avaliador de Banca - Universidade de São Paulo (63025530000104)** , em 21/03/2025 13:35:05.
- **Vinicius Coelho Kuster, Vinicius Coelho Kuster - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Jatai (35840659000130)** , em 21/03/2025 15:40:58.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 686654

Código de Autenticação: 0cd29cd186



AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço às minhas amigas Stheffany e Kamila, que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada acadêmica. Kamila, por estar sempre disposta a oferecer um ombro amigo, e Stheffany, minha melhor amiga, por ser a pessoa que sempre me ajudou a ver o lado engraçado (e muitas vezes até surreal) da vida universitária. Stheffany, sua presença sempre foi o que me manteve motivada, especialmente nos momentos em que o trabalho parecia ter mais páginas do que Crepúsculo. Agradeço a vocês pelas inúmeras sessões de videochamada que me ajudaram a sempre ter uma boa risada.

Agradeço profundamente à minha família, em especial à minha avó, que sempre acreditou em mim, mesmo quando eu mesma duvidava se conseguiria terminar essa dissertação sem enlouquecer. Sua sabedoria e amor incondicional foram o combustível para minha perseverança.

Ao Laboratório de Ecotoxicologia e Sistemática Animal (EcotoxSA), onde ocorreu a execução da presente pesquisa. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, por conceder o amparo necessário, disponibilizando a estrutura dos laboratórios. Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos e pela oportunidade de realizar este projeto de pesquisa

E, por fim, não poderia deixar de agradecer ao meu orientador, Fernando Farache, que há cinco anos tem me orientado com paciência, competência e, por vezes, com um toque de humor que só quem vive o mundo acadêmico sabe como é fundamental. Fernando, sua orientação foi crucial para que eu não me perdesse no mar de citações e referências, sua paciência (quase zen) foi essencial em todos os momentos de "desespero acadêmico".

A todos vocês, meu mais sincero e eterno agradecimento.

BIOGRAFIA

Graduada em Bacharelado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (2019-2022) e atualmente mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBio) do mesmo instituto. Sua pesquisa de mestrado foca nas interações ecológicas entre vespas associadas a *Ficus obtusifolia*, com ênfase na sequência de colonização e nos impactos das vespas não-polinizadoras sobre o mutualismo entre as figueiras e suas vespas polinizadoras.

Ao longo de sua trajetória acadêmica, Fernanda tem se dedicado a estudos sobre entomologia, especialmente relacionados a insetos associados a plantas, com destaque para os sistemas mutualísticos entre *Ficus* e vespas. Durante sua graduação, participou de projetos que envolveram o impacto de vespas não-polinizadoras na dinâmica do mutualismo de *Ficus obtusifolia*.

Além de sua formação acadêmica, Fernanda também participou de cursos e eventos de atualização na área de Entomologia, como o XXI Curso de Verão em Entomologia da Universidade de São Paulo (USP) e cursos sobre o sistema figueira-vespa promovidos pela Academia Chinesa de Ciências. Ela também tem se destacado pela apresentação de seus trabalhos em congressos científicos, como o VII Simpósio Internacional de Entomologia e o XXVIII Congresso Brasileiro de Entomologia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Geral.....	10
2.2 Específicos.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Área de estudo.....	10
3.2 Monitoramento e sequência de colonização das vespas.....	11
3.3 Triagem das armadilhas.....	12
3.4 Medidas dos sicônios e contagem de fundadoras.....	13
3.6 Análise dos dados.....	13
4. RESULTADOS.....	14
4.1 Comunidade de vespas.....	14
4.2 Tamanho do sicônio e número de fundadoras.....	17
5. DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	21
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
Tabela S1.....	25

RESUMO

DESTEFANI, FERNANDA SILVA. **Sequência de colonização e avaliação das relações tróficas de vespas associadas a *Ficus obtusifolia***. Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de mestre do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

O gênero *Ficus* apresenta vasta diversidade de espécies, com mais de 800 descritas, que desempenham papel crucial na biodiversidade das florestas tropicais. Esse gênero possui uma interação mutualística e espécie-específica com vespas da família Agaonidae, fundamental para a polinização de *Ficus*. Vespas polinizadoras e não-polinizadoras, cada uma com sua biologia distinta, utilizam do sicônio das figueiras como sítio de oviposição, e podem causar diversos impactos diferentes nos componentes reprodutivos da planta. O objetivo do presente projeto é compreender a história natural, relações tróficas e a diversidade de vespas-do-figo associadas a *Ficus obtusifolia*, uma espécie de figueira amplamente distribuída no Sudoeste Goiano, mas ainda assim pouco estudada. O monitoramento das árvores foi realizado durante o período de 9 meses, através de observações em campo e instalação de armadilhas adesivas do tipo “Yellow Trap” para coletar e identificar as espécies de vespas presentes nos diversos estágios reprodutivos da planta. Além disso, os figos coletados foram utilizados para inferir relações entre suas características morfológicas e a sequência de colonização das vespas. Foi possível observar uma alta assincronia no desenvolvimento em *Ficus obtusifolia*. Devido a isso, algumas vespas foram encontradas em fases diferentes do que esperado. Observou-se também a preferência de vespas por figos com paredes mais espessas. O estudo contribui com a elucidação das relações complexas que *Ficus* exerce com suas vespas associadas, fornecendo informações relevantes sobre a ecologia desses organismos.

Palavras-chave: **Agaonidae; figueiras; parasitas de mutualismo, vespa-de-figo, polinização.**

ABSTRACT

DESTEFANI, FERNANDA SILVA. **Sequence of Colonization and Evaluation of Trophic Relationships of Wasps Associated with *Ficus obtusifolia***. Dissertation Presented as Part of the Requirements for the Master's Degree in the Graduate Program in Biodiversity and Conservation at the Federal Institute of Education, Science, and Technology Goiano – Rio Verde Campus.

The genus *Ficus* exhibits a vast diversity of species, with more than 800 described, playing a crucial role in the biodiversity of tropical forests. This genus has a mutualistic and species-specific interaction with wasps of the Agaonidae family, which is fundamental for the pollination of *Ficus*. Pollinating and non-pollinating wasps, each with its distinct biology, use the syconium of fig trees as an oviposition site, and can cause various different impacts on the plant's reproductive components. The objective of the present project is to understand the natural history, trophic relationships, and diversity of fig wasps associated with *Ficus obtusifolia*, a fig species widely distributed in Southwest Goiás, but still little studied. Tree monitoring was carried out over a period of 9 months, through field observations and the installation of "Yellow Trap" traps to collect and identify wasp species present in various reproductive stages of the plant. Additionally, the collected figs were used to infer relationships between their morphological characteristics and the sequence of wasp colonization. A high asynchrony in development was observed in *Ficus obtusifolia*. Due to this, some wasps were found at stages different from what was expected. Wasps also showed a preference for figs with thicker walls. The study contributes to the elucidation of the complex relationships that *Ficus* has with its associated wasps, providing relevant information on the ecology of these organisms.

Keywords: Agaonidae; fig trees; parasites of mutualisms, fig wasp, pollination.

1. INTRODUÇÃO

Comunidades compostas por insetos indutores de galhas, seus parasitoides e inquilinos oferecem oportunidades excepcionais para a exploração de questões ecológicas, evolutivas e de conservação, devido à sua notável diversidade e complexidade (LÓPEZ-NÚÑEZ et al., 2019). Os insetos parasitoides, em particular, apresentam uma diversidade extremamente alta, mas ainda são pouco conhecidos devido à amostragem insuficiente e às lacunas taxonômicas existentes (FORBES et al., 2018).

Nesse contexto, um grupo de plantas que apresenta grande diversidade e interações complexas é o gênero *Ficus*. Esse gênero apresenta a maior diversidade de espécies na família Moraceae, contando com mais 800 espécies descritas (PELISSARI; ROMANIUC NETO, 2013), que se encontram presentes em regiões tropicais e subtropicais. As figueiras podem ser encontradas como árvores, epífitas, hemiepífitas, trepadeiras, arbustos, entre outros (CLEMENT et al. 2020). Tais plantas desempenham papel crucial na manutenção da biodiversidade em florestas tropicais por serem fontes de alimento durante todo o ano para animais de hábitos frugívoros (HARRISON, 2005).

Fazendo parte de um exemplo clássico de interação mutualística espécie-específica, *Ficus* é polinizado exclusivamente por vespas da família Agaonidae (COMPTON et al. 1994; DUNN et al. 2008). Nesta relação, as fêmeas, quando adultas, são atraídas aos figos em estágio receptivo por compostos voláteis liberados pelos mesmos (PROFFIT et al. 2009). Participando na polinização da planta, estas vespas também utilizam dos sicônios como sítios de oviposição. O figo é uma inflorescência fechada (sicônio) que se comunica com o exterior por meio de um pequeno orifício (ostíolo), o qual é selado por brácteas apicais. As vespas polinizadoras de figo entram no sicônio através do ostíolo, polinizam as flores pistiladas e depositam seus ovos. Essas vespas que entram primeiro no figo são chamadas de fundadoras, e um único figo pode ter mais de uma vespa fundadora em seu interior (EATON, 2008). Em resposta à oviposição, os tecidos florais sofrem a formação de galhas. As larvas resultantes utilizam os recursos das galhas para sua maturação (JANSEN-GONZÁLEZ et al. 2012). Após completarem seu desenvolvimento, as vespas polinizadoras emergem do figo em busca de outro hospedeiro em estágio receptivo (GALIL & EISIKOWITCH, 1968). As vespas de figo polinizadoras apresentam adaptações extremas associadas à sua entrada pelo ostíolo, como cabeças alongadas, antenas facilmente destacáveis, asas parcialmente perdidas durante a penetração no figo e apêndices mandibulares alongados e achatados, que utilizam para penetrar pelo ostíolo (COOK & RASPLUS, 2003). Algumas espécies de vespas polinizadoras possuem estruturas especializadas para o armazenamento de pólen, formando bolsões na região ventral do corpo (KJELLBERG et al. 2001).

O ciclo de desenvolvimento relacionado ao mutualismo entre vespas e *Ficus* pode ser dividido em cinco fases. Na fase A (fase pré-feminina), é quando o figo em crescimento inicia seu desenvolvimento. Na fase B (fase floral feminina) flores pistiladas estão maduras e os estigmas receptivos, e é quando as vespas polinizadoras adentram o figo, ovipõem e polinizam as flores femininas. Isso ocorre de tal forma visto que, no Brasil, todas as espécies de figueiras nativas são monóicas (CARAUTA e DIAZ, 2002). Já na fase C (fase interfloral) larvas de vespas polinizadoras e os embriões da planta se desenvolvem nos ovários das flores femininas, essa é comparativamente a fase mais longa. Na fase D (fase floral masculina) as vespas eclodem, machos e fêmeas reproduzem entre si e então as fêmeas saem do figo carregando o pólen. Por fim, na fase E (fase pós floral) esse figo atinge sua maturidade e é dispersado por animais frugívoros (GALIL & EISIKOWITCH, 1968).

Além das vespas responsáveis pela polinização da planta, os figos abrigam grande diversidade de vespas não-polinizadoras. Esse número pode variar em relação à espécie de figueira que está sendo analisada (KERDELHUÉ et al. 2000). Dentre a diversidade de vespas não-polinizadoras é possível observar histórias naturais distintas, onde podem ser galhadoras, cleptoparasitas e parasitoides (WEIBLEN, 2002). As vespas não polinizadoras de figo apresentam uma grande segregação temporal, relacionada à época em que realizam oviposição nos figos (CONCHOU et al. 2014; ELIAS et al. 2008). Isto ocorre devido ao uso de diferentes sinais voláteis produzidos pelos figos em distintos estágios de desenvolvimento (PROFITT et al. 2007). A sequência de desenvolvimento do figo leva a uma mudança progressiva nos recursos disponíveis (GALIL & EISIKOWITCH, 1968). Algumas vespas galhadoras ovipõem ainda na fase A, onde se inicia o desenvolvimento dos sicônios. Existem galhadores que ovipõem ao mesmo tempo que as vespas polinizadoras, na fase B, e demonstram uma competição por sítios de oviposição (ELIAS et al., 2012). Outras vespas polinizadoras, cleptoparasitas e parasitóides podem chegar ao figo durante a fase C (CONCHOU et al., 2014; ELIAS, 2008).

Ocorrendo tanto de forma arbórea como hemiepífita, com cerca de 4-12m de altura, *Ficus obtusifolia* é uma espécie com ampla distribuição, podendo ser encontrada em altitudes que partem de 540m a 1100m (PELISSARI; ROMANIUC NETO, 2013). Os figos produzidos pela planta são relativamente grandes, com cerca de 2,5cm de tamanho (BERG; VILLAVINCENCIO, 2004). No sudoeste goiano é uma espécie comum, porém não há muitos estudos em relação a sua fauna associada (SANTOS et al., 2022)

Apesar de diversos avanços na compreensão das comunidades de vespas-de-figo terem ocorrido nas últimas décadas, a segregação temporal e período de oviposição das vespas ainda foi pouco estudado e particularmente no grupo de *Ficus* mais comum no Neotrópico (*Ficus* seção *Americanae*), temos informações para um grupo restrito de comunidades (ELIAS et al. 2008,

CONCHOU et al. 2014). Com isso, o presente trabalho busca elucidar e inferir as relações tróficas que ocorrem em *Ficus obtusifolia*, bem como analisar a sequência de colonização das vespas-de-figo na planta hospedeira. Para avaliar tais relações, foi monitorada a visitação por parte de vespas na planta utilizando armadilhas e por meio de observação da oviposição, bem como foram analisadas características da planta e das vespas .

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Compreender a diversidade, história natural, sequência de colonização e relações tróficas de vespas associadas a *Ficus obtusifolia*.

2.2. Específicos

- Descrever a fauna de vespas associadas a *Ficus obtusifolia*.
- Observar o período de colonização das vespas nas árvores de *Ficus obtusifolia*.
- Analisar a relação entre características morfológicas do sicônio e a ocupação dos mesmos por vespas polinizadoras fundadoras.
- Utilizar características morfológicas das vespas e dos sicônios para verificar como espécies de diferentes histórias naturais interagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no sudoeste goiano, no município de Rio Verde (−17.81°S −50.92°W). Foram monitoradas árvores de *Ficus obtusifolia* localizadas em perímetros urbanos, rurais ou próximo a fragmentos florestais (Tabela 1). Como tais árvores não possuem um desenvolvimento síncrono, o trabalho de monitoramento se estendeu durante 9 meses, visando observar todo o ciclo de desenvolvimento das figueiras pré-selecionadas. No sudoeste goiano *F. obtusifolia* é uma espécie comum, porém não há muitos estudos em relação a sua fauna associada (SANTOS, 2020). Dados sobre a diversidade de vespas associadas a figueiras e espécimes em coleção do Laboratório de Ecotoxicologia e Sistemática Animal (EcotoxSA) foram utilizados para descrever a o total de espécies associadas a *Ficus obtusifolia*, incluindo espécies não observadas em campo no presente estudo. Alguns dados, denominados como 'dados prévios' (DP), fazem parte dos materiais utilizados no Trabalho de Conclusão de Curso da discente, intitulado “Interações entre vespas polinizadoras e não-polinizadoras a *Ficus obtusifolia*”, e podem ser encontrados no repositório do Instituto Federal Goiano.

Tabela 1: Árvores monitoradas durante a execução do estudo.

Código da árvore	Localização	Lat (dec) Lon (dec) Elev. (m)	Período de observação	Fases do desenvolvimento observadas
FDF00007	Brasil, Goiás, Rio Verde, Rodovia Sul Goiana	-17,83114° -50,87353° 755 m	21/09/2023 à 20/11/2023	Fase A/B/C/D
FDF00019	Brasil, Goiás, Rio Verde, UniRV	-17,78835° -50,96433° 783 m	25/08/2023 à 14/09/2023	Fase C
FDF00022	Brasil, Goiás, Rio Verde, Rodovia Sul Goiana	-17,84729° -50,84152° 674 m	01/09/2023 à 05/10/2023 e 31/10/2024 à 07/12/2024	Fase B/C/D
FDF00023	Brasil, Goiás, Rio Verde, Rodovia Sul Goiana	-17,84698° -50,84177° 673 m	30/09/2023 à 14/10/2023	Fase B/C
FDF00055	Brasil, Goiás, Rio Verde, BR-060	-17,82232° -51,05769° 799 m	01/09/2023 à 08/09/2023	Fase B

3.2 Monitoramento e sequência de colonização das vespas

O ciclo de desenvolvimento mutualístico entre vespas e figueiras envolve cinco fases: desenvolvimento inicial do figo (A), polinização e oviposição pelas vespas (B), crescimento das larvas e embriões (C), eclosão e reprodução das vespas (D) e dispersão do figo (E) (GALIL & EISIKOWITCH, 1968). O monitoramento das figueiras foi realizado através de observações em campo concomitantemente a utilização de armadilhas adesivas do tipo “Yellow Trap” que foram anexadas nos galhos da planta, de forma que ficassem com suas faces colantes livres e próximas dos sicônios. As armadilhas adesivas eram alocadas próximo aos ramos contendo figos, e trocadas periodicamente (~7 dias) visando a identificação das vespas aderidas a mesma. Em cada visita, eram implantadas de 3 a 5 armadilhas adesivas em cada árvore. Essa estratégia de captura de vespas do figo utilizando-se “Yellow Traps” é sem precedentes na literatura.

Foram realizadas visitas periódicas às 3 árvores durante o desenvolvimento dos sicônios (fases A–D), visando acompanhar o ciclo de desenvolvimento dos figos e a sequência de vespas que se associam ao mesmo. Tais árvores foram monitoradas uma vez por semana durante 3 meses. No monitoramento, foi levado em consideração o estágio de desenvolvimento em que a figueira

observada se encontrava (Figura 1). Cada episódio reprodutivo de uma planta foi chamado de “safra”.

Durante o período de acompanhamento das árvores, foi observado o comportamento de oviposição das vespas, observando de forma ampla como as diferentes biológicas agem durante esse momento e também de forma minuciosa os movimentos que as vespas fazem ao adentrar a planta ou inserirem seus ovipositores, já que fatores como o grau de esclerotização do ovipositor podem influenciar em sua rigidez (ROUQUETTE; DAVIS, 2003). Um aspirador entomológico foi utilizado para coletar os insetos que eram observados durante o monitoramento. O acompanhamento das árvores foi fotodocumentado utilizando uma câmera fotográfica.

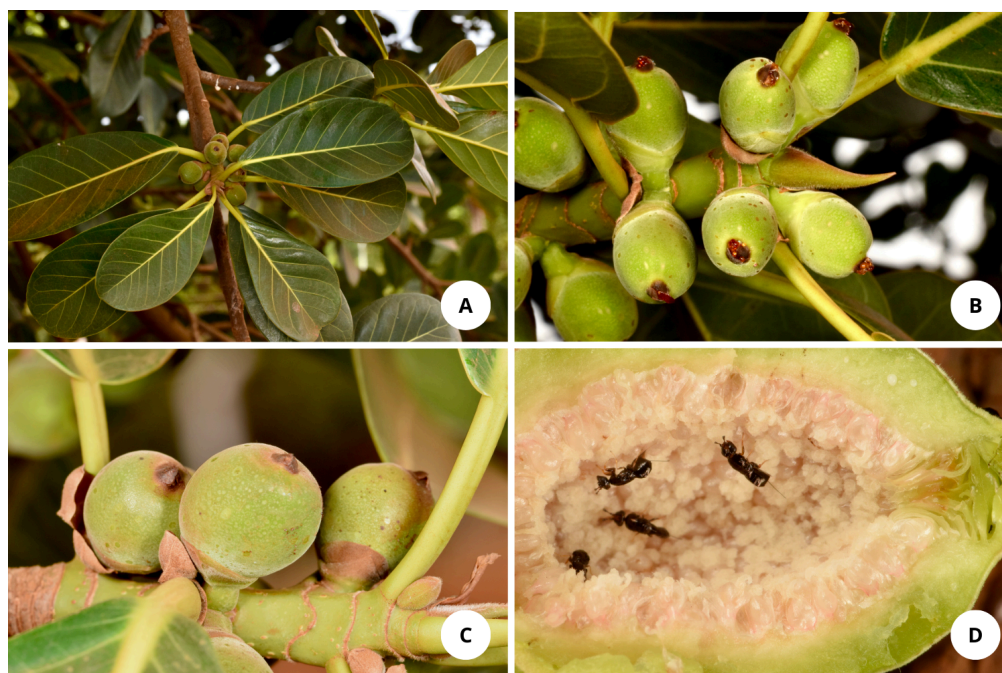


Figura 1: Morfologia de *Ficus obtusifolia*. A) ramo mostrando as folhas e figos; B) detalhe dos figos; C) figo inteiro; D) figo seccionado com vespas fundadoras no seu interior.

3.3 Triagem das armadilhas

As armadilhas coletadas eram envoltas em papel filme e alocadas no refrigerador para sua preservação até o momento da identificação das vespas. As identificações das vespas-do-figo foram realizadas a nível de morfoespécie, utilizando as chaves de identificação disponíveis, visto que a existência de muitas espécies ainda não foi descrita na literatura (BOUČEK, 1993; RASPLUS; SOLDATI, 2005). As vespas capturadas em ambos os lados colantes da armadilha foram identificadas em nível de morfoespécie utilizando chaves de identificação (BOUČEK, 1993) e coleção de referência do Laboratório de Ecotoxicologia e Sistemática Animal (EcotoxSA) do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Os dados obtidos foram planilhados, incluindo a

quantidade de indivíduos de cada espécie encontrada para cada armadilha, para cada árvore em cada data de coleta. Para a análise da comunidade, cada lado colante de cada armadilha foi considerado uma unidade amostral, e foi calculada a média de vespas por unidade amostral.

3.4 Medidas dos sicônios e contagem de fundadoras

Em todos os monitoramentos foram coletados 10 figos representantes da fase a qual a árvore se encontrava e esses foram levados ao laboratório. Para cada figo coletado, utilizando-se de um paquímetro digital, foi obtida a medida da distância entre o pedúnculo e o ostíolo, duas medidas perpendiculares ao plano ostiolar e a espessura da parede na área média do figo e próximo ao ostíolo. Após isso, observava-se a presença ou ausência de fundadoras nos figos, se a fundadora estava viva ou não e posteriormente a quantidade de fundadoras existentes nesse figo e sua espécie (*Pegoscapus* sp. 3 ou *Pegoscapus* sp. 4). Esses dados foram utilizados para observar a evolução temporal do tamanho dos sicônios ao longo do desenvolvimento.

Também foram coletados 30 figos no início da fase C, em uma única árvore, para observar se o número de fundadoras que ocupam o sicônio está correlacionado com características morfológicas (tamanho, espessura da parede...) do sicônio. Os sicônios foram coletados nos primeiros dias da fase C, diagnosticada pela presença de vespas mortas dentro do sicônio, e ausência geral de vespas polinizadoras visitando os figos no momento da observação. Foi contado o total de fundadoras, e também foram medidos com o auxílio de paquímetro digital o diâmetro do figo na região mediana e a espessura da parede do figo na região mediana.

3.6 Análise dos dados

O período de colonização das vespas foi analisado de forma descritiva, onde foram comparadas as frequências em que cada espécie de vespa foi coletada nas armadilhas adesivas ou observadas ovipondo nos sicônios (ELIAS et al. 2008). Para ilustrar isso, foram feitos gráficos utilizando o pacote ggplot2 (WICKHAM; 2016) do ambiente estatístico R (R CORE TEAM; 2023). Foram feitos gráficos de barra ilustrando a porcentagem de espécies de vespas ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do figo e também ao longo do tempo. Com isso, é possível observar a frequência de cada vespa nas determinadas fases e comparar com os dados já existentes na literatura.

Para verificar a especificidade das espécies de vespas em relação à fase de ocorrência no figo, a análise de espécies indicadoras foi realizada utilizando o índice IndVal, implementado na função *multipatt* do pacote *indicspecies* (DE CÁCERES & LEGENDRE, 2009), na matriz de comunidades com as médias de vespas por data amostragem de uma determinada safra. Para tais análises, foram levadas em consideração as espécies que caíram em armadilhas nas fases A, B ou C.

Foram elaborados gráficos de dispersão analisando a relação entre a média do diâmetro do figo ao longo do tempo, para que seja possível compreender o crescimento que ocorre no sicônio. E também foi observada a relação entre o diâmetro do figo e a quantidade de fundadoras presentes nele, testando a existência de uma potencial relação entre esses dois fatores.

A relação entre o número de fundadoras com diâmetro do figo e a espessura da parede foi analisada no ambiente estatístico R utilizando modelos lineares generalizados (regressão Poisson), onde o número de fundadoras foi considerado como variável resposta, e o diâmetro e espessura da parede do figo como preditores. Foi construído um modelo para cada preditor. A sobredispersão e o ajuste do modelo foram verificados utilizando as funções *check_overdispersion* e *check_model* do pacote *performance* (LÜDECKE, 2021).

4. RESULTADOS

4.1 Comunidade de vespas

As fases das árvores estudadas apresentaram variação na duração média. A fase A durou pelo menos 17 dias. A fase B foi substancialmente mais curta, sendo que mais ou menos 7 dias após o início da fase B, a maioria dos figos já tinham atingido a fase C. Já a fase C foi a mais longa, com duração de cerca de 20 dias. Em relação às vespas, durante as coletas foram encontrados representantes dos gêneros *Pegoscapus*, *Idarnes*, *Aepocerus* e *Physothorax*. Entre a diversidade de vespas encontradas, algumas colonizam o figo em diferentes fases do desenvolvimento e desempenham funções distintas. *Pegoscapus* é responsável por polinizar (PO) *Ficus obstusifolia*, levando pólen até as flores que se encontram no interior do figo. Levando em consideração sua história natural, *Anidarnes dissidens* e *Idarnes maximus* são galhadoras da fase inicial (GI), ovipondo no início do desenvolvimento do figo. *Idarnes flavicollis* é uma galhadora da fase receptiva (GR), chegando no sicônio concomitantemente à sua polinizadora. Algumas morfoespécies pertencentes aos gêneros *Idarnes*, *Aepocerus* e *Physothorax* são cleptoparasitas (CP), aproveitando-se de recursos previamente estabelecidos ou provenientes de outras espécies de vespas (Tabela 2, Figura 2).

Tabela 2: Espécies de vespas encontradas colonizando árvores de *Ficus obtusifolia* em Rio Verde - GO. A história natural é dividida em polinizadoras (PO), galhadoras da fase inicial (GI), galhadoras da fase receptiva (GR) e cleptoparasitas/parasitóides (CP). O método de captura se divide em armadilhas (ARM), observações em campo (OBS).

Espécie	História natural	Método de captura	Oviposição (Fase)
<i>Pegoscapus</i> sp. 3	PO	ARM; OBS	Fase B
<i>Anidarnes dissidens</i>	GI	OBS	Fase A
<i>Idarnes maximus</i>	GI	ARM	Fase A
<i>Idarnes flavicollis</i>	GR	ARM; OBS	Fase B
<i>Aepocerus emarginatus</i>	CP	ARM; OBS	Fase C
<i>Idarnes</i> sp. 09	CP	ARM; OBS	Fase C
<i>Idarnes</i> sp. 15	CP	ARM	Fase C
<i>Physothorax</i> sp. 4	CP	ARM; OBS	Fase C

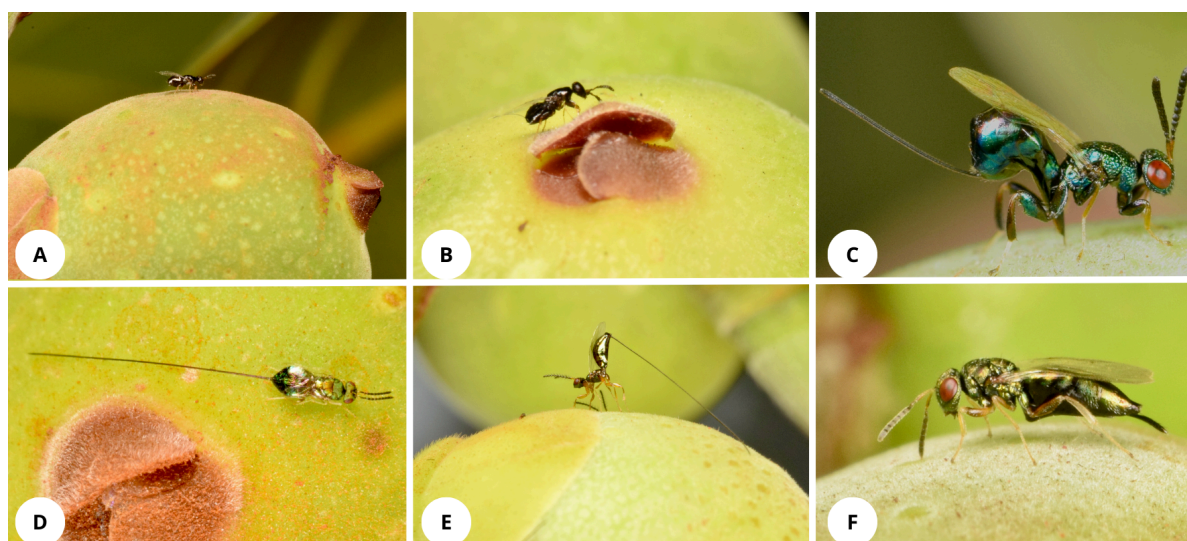


Figura 2: Algumas vespas observadas ovipondo em *Ficus obtusifolia*. A e B) *Pegoscapus* sp. 3; C) *Physothorax* sp. 4; D) *Idarnes* sp. 09; E) *Idarnes flavicollis*; F) *Aepocerus emarginatus*.

Ao analisar o padrão de sequência de colonização, observamos que os figos de *F. obtusifolia* apresentaram um padrão assíncrono de receptividade, sendo que nas safras analisadas foi comum observar figos em diferentes fases de desenvolvimento ao mesmo tempo. Isso se refletiu no padrão de colonização das vespas observado nas armadilhas (Figura 3, Tabela S1).

Observamos na fase A presença de *Idarnes maximus* e *Aepocerus emarginatus*. Quando a maioria dos figos se encontrava na fase B, foi possível observar principalmente *Idarnes flavicollis* e

Pegoscapus sp. 3, entretanto algumas espécies como *A. emarginatus* e *Idarnes* sp. 9 e sp. 15 também foram observados (Figura 3A).

A fase C foi marcada pela maior abundância de cleptoparasitas e parasitoides, entretanto ainda foi possível observar os galhadores, no entanto a abundância de galhadores pareceu declinar no início da fase C, sendo substituídos pelos cleptoparasitas e parasitoides (Figura 3B). Na Safra 2, foi possível observar até uma sobreposição com outro episódio reprodutivo da planta, que pode ser identificado como um segundo pico de abundância de *I. flavicollis* e *Pegoscapus* sp. 3 em 21 de setembro (Figura 3B).

Quando a maioria dos sicônios de uma determinada árvore estavam na fase D, bem como no final da fase C, no geral não se observou uma abundância de vespas tão grande quanto nas fases anteriores, enfatizando as comparações com a abundância de galhadores na fase B (Figura 3B).

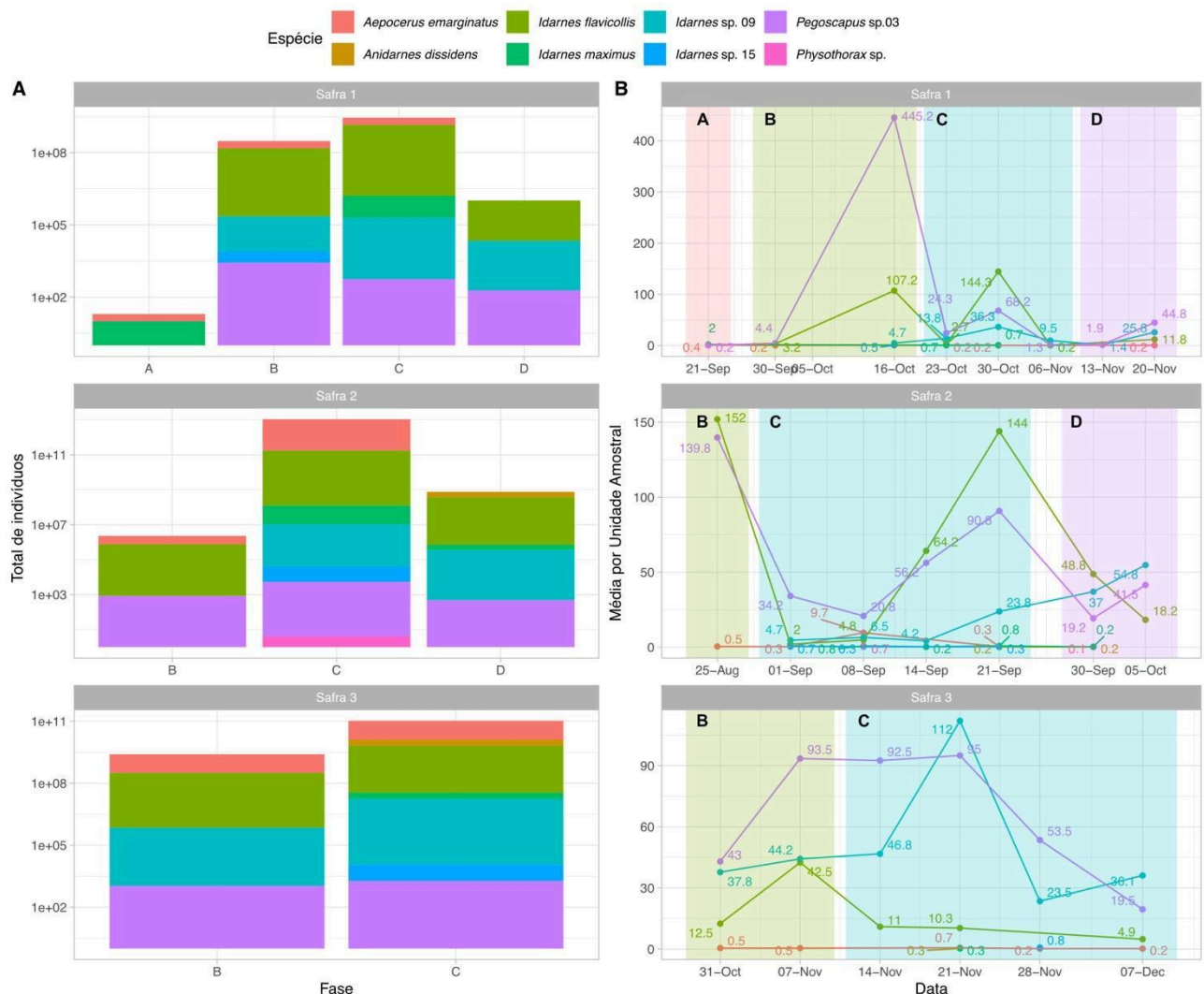


Figura 3: Número de indivíduos coletados em armadilhas adesivas por fase (A) e data de coleta (B), para cada um dos três episódios reprodutivos observados (Safra 1 a 3). Em A o eixo y é apresentado em escala logarítmica. Em B, as letras A–D indicam a fase e os valores indicam a

média de vespas por unidade amostral contados. As safras 1 e 2 são referentes ao ano de 2023 e a safra 4 a 2024.

A análise de espécies indicadoras revelou que, de modo geral, as espécies de vespas não apresentaram associação significativa com as fases de desenvolvimento do figo. No entanto, *Idarnes maximus* foi identificada como espécie indicadora da fase A (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da análise de espécies indicadoras obtidos pela função *multipatt*, s.A, s.B, s.C indica a combinação de grupos de fases para os quais a espécie foi identificada como indicadora (1 = grupo incluído, 0 = grupo excluído); o índice é identificador numérico da combinação de grupos selecionada para cada espécie; IndVal quantifica a força da associação da espécie ao grupo ou combinação de grupos; *p* indica o valor de significância obtido por permutação (valores *p* menores que 0.05 sugerem associações estatisticamente significativas).

Espécie	s.A	s.B	s.C	índice	IndVal	<i>p</i>
<i>Aepocerus emarginatus</i>	1	1	1	7	0,42	-
<i>Idarnes maximus</i>	1	0	0	1	0,55	0,02*
<i>Pegoscapus</i> sp.03	1	1	1	7	0,49	-
<i>Idarnes flavicollis</i>	0	1	1	6	0,47	0,75
<i>Idarnes</i> sp. 09	0	1	1	6	0,45	0,77
<i>Idarnes</i> sp. 15	0	1	1	6	0,27	1
<i>Physothorax</i>	0	0	1	3	0,14	1
<i>Anidarnes dissidens</i>	0	0	1	3	0,20	0,82

4.2 Tamanho do sicônio e número de fundadoras

Ao analisar a média do diâmetro do sicônio ao longo do tempo (Figura 4), observa-se um crescimento contínuo do tamanho do sicônio até a fase receptiva. Durante a fase C, o tamanho do sicônio parece permanecer constante, com um leve aumento na fase D.

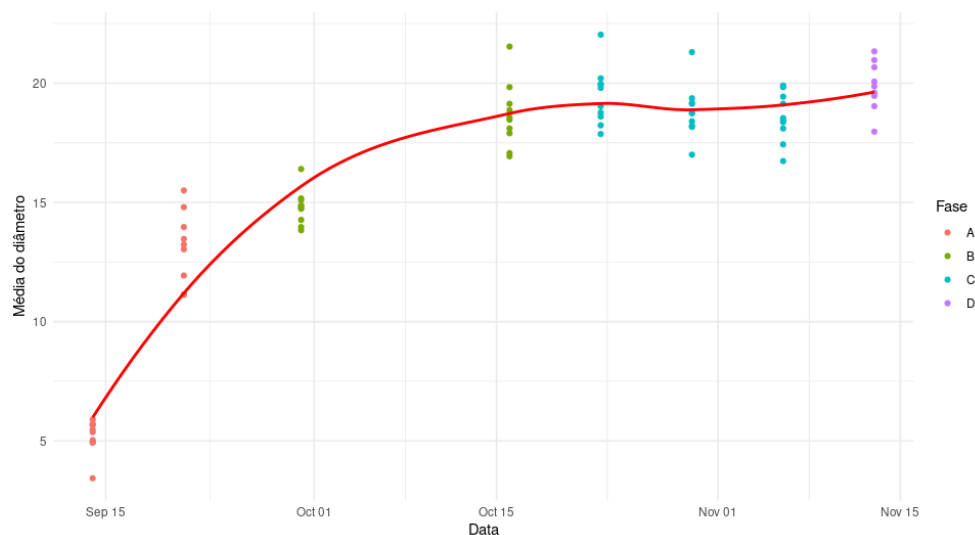


Figura 4: Diâmetro do figo (em mm) em relação ao tempo para uma safra de uma única árvore (FDF0007). Cada ponto representa uma medição e a linha de tendência representa o ajuste da regressão local (loess).

Ao analisar a relação entre o diâmetro e espessura da parede do sicônio e o número de fundadoras presentes durante a fase C (Figura 5), foi possível observar uma correlação positiva entre esses dois fatores (Tabela 4).

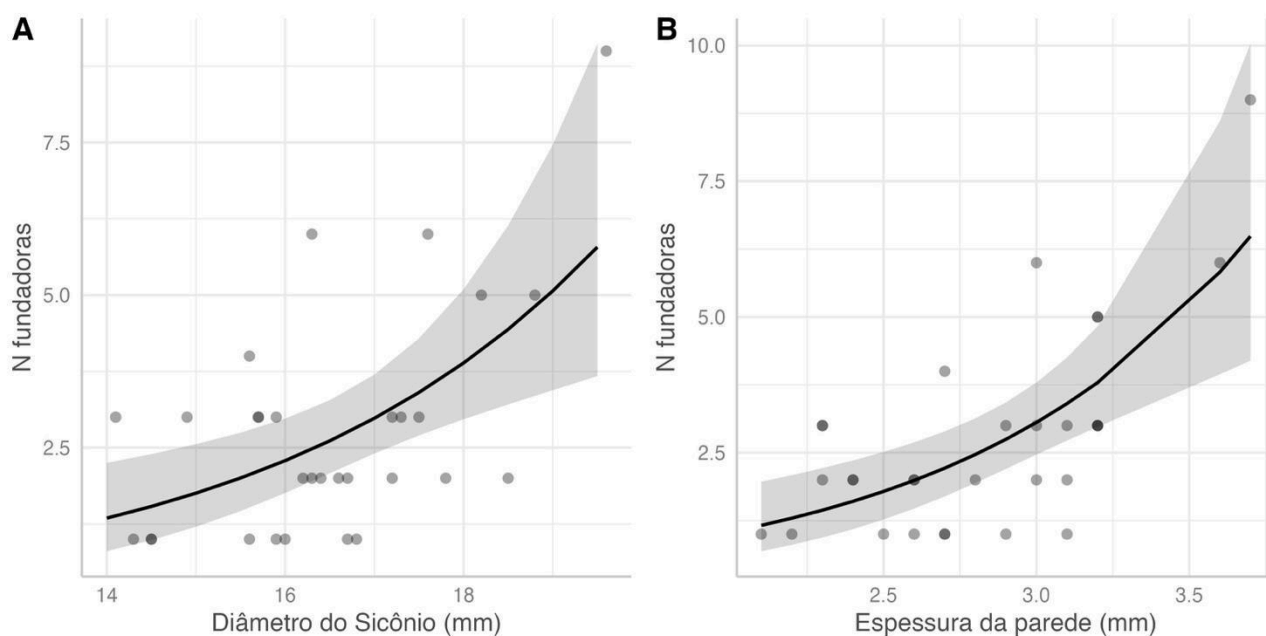


Figura 5: Gráficos de dispersão relacionando as variáveis preditoras ao total de fundadoras. A linha de tendência representa o ajuste do modelo linear generalizado (regressão Poisson) e a área em cinza indica o intervalo de confiança de 95% da estimativa A) Média do diâmetro do figo em relação às fundadoras na Fase C; B) Espessura da parede do figo em relação às fundadoras na Fase C.

Tabela 4: Coeficientes para o modelo linear generalizado (regressão Poisson) relacionando a quantidade de fundadoras com o diâmetro do figo (a) e com a espessura da parede do figo (b). IC = Intervalo de confiança (95%).

	a) preditor – diâmetro médio			b) preditor – espessura da parede		
	<i>Razão da taxa de incidência</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>	<i>Razão da taxa de incidência</i>	<i>IC</i>	<i>p</i>
(Intercepto)	0.03	0.00 – 0.47	0.013	0.12	0.02 – 0.60	0.011
Preditor	1.30	1.11 – 1.53	0.001	2.93	1.72 – 5.02	<0.001
R ² Nagelkerke	0.459			0.618		

5. DISCUSSÃO

Ficus obtusifolia é uma espécie monóica, possuindo tanto flores masculinas quanto femininas, e produz ao menos uma colheita anual (BALLESTRINI et al, 2011). De acordo com Damstra et al. (1996), o período de floração das figueiras costuma ser simultâneo dentro de cada árvore individual, descoordenado entre árvores distintas e imprevisível no ciclo anual e variável entre os anos, o que permite que as populações de vespas, majoritariamente especialistas e com ciclos de vida curtos, completem seu ciclo de desenvolvimento no hospedeiro com a presença de figos em diferentes fases do desenvolvimento durante o ano todo. Durante a execução do estudo, essa planta demonstrou um alto índice de assincronia tanto em relação a outras árvores da mesma espécie quanto entre os ramos da própria árvore. Esse grande nível de assincronia pode ter sido responsável pelo aparecimento de vespas tais como *Pegoscapus* e *Idarnes flavicollis* em fases posteriores do desenvolvimento do figo. Galhadores da fase receptiva ovipõem no sicônio simultaneamente às polinizadoras e induzem suas galhas (COOK, 1997; ELIAS et al., 2012). Com isso, supõe-se que esses indivíduos estavam ovipondo em ramos próximos que estavam na fase do desenvolvimento nas quais essas vespas são atraídas.

Já *Aepocerus emarginatus* sendo coletada em fases iniciais ao desenvolvimento do figo pode se dar devido ao seu caráter cleptoparasita, o qual pode se aproveitar dos recursos gerados por vespas que ovipõem no início do desenvolvimento. Alguns ramos apresentavam figos menores que atingiram a fase receptiva depois que a maioria dos figos já se encontravam na fase interfloral. *Aepocerus emarginatus* foi coletada, em quantidades menos expressivas, durante a fase A do desenvolvimento do figo na mesma árvore (Figura 3). Levando em consideração que *A.*

emarginatus é provavelmente parasitoide ou cleptoparasita (FARACHE et al. 2018; BARROS, 2019), é possível que esta espécie seja capaz de parasitar *Idarnes maximus* ou talvez outros galhadores iniciais.

Dentre as fases de desenvolvimento do figo, observamos uma sobreposição na ocorrência de espécies polinizadoras, galhadoras da fase receptiva e cleptoparasitas/parasitoides, predominantemente nas fases receptiva (B) e interfloral (C). A fase B, em geral, possui curta duração (CONCHOU et al., 2014), e a assincronia observada em *Ficus obtusifolia* pode estar relacionada a essa sobreposição. Em contraste, a fase A é consideravelmente mais longa (ELIAS et al., 2008), e poucas espécies possuem a capacidade de colonizar os figos nesse estágio, o que explica o fato de *Idarnes maximus* ter apresentado um valor indicador significativo para essa fase.

O gênero *Anidarnes* é geralmente considerado composto por galhadores de grande porte (CRUAUD et al., 2011), assim como as espécies do grupo *Idarnes incertus*. Observações em *Anidarnes bicolor* sugerem que essas vespas colonizam os figos simultaneamente aos polinizadores (BRONSTEIN, 1999). Dessa forma, a presença de indivíduos desse gênero na fase C foi inesperada, podendo ser explicada pela possibilidade de terem colonizado os figos ainda na fase A, em um período que não foi registrado durante as observações na árvore analisada. Além disso, considerando que *Anidarnes dissidens* é o grupo irmão dos demais *Anidarnes* (FARACHE et al., 2013), é possível que apresente diferenças na sua história natural em relação às demais espécies do gênero.

Em geral, o tamanho das vespas é relacionado com sua capacidade de adentrar aos figos. Vespas fundadoras possuem certa dificuldade em penetrar figos mais velhos (HAO-YUAN et al, 2010). Além disso, fundadoras maiores são mais propensas a ficarem presas no ostíolo quando comparadas a fundadoras menores (LIU et al, 2011), e desta forma, vespas maiores tendem a selecionar figos que acabaram de se tornar receptivos (LIU et al, 2013). Tendo em vista que as vespas são atraídas por voláteis dos figos (PROFITT et al. 2009), e que a quantidade de voláteis irá depender da quantidade de figos na fase receptiva, a quantidade de fundadoras que entra em um determinado sicônio pode estar relacionada com o momento que o figo entrou na fase receptiva em relação aos demais figos.

A relação entre o tamanho do figo e a quantidade de vespas fundadoras ainda não é bem estudada. Figos maiores apresentam um maior número de flores, sendo desta forma um recurso interessante para as polinizadoras por apresentarem um número maior de sítios para o desenvolvimento da prole. As observações da relação entre o tamanho do figo e o número de fundadoras corroboram essa hipótese. Outro padrão interessante é a relação entre a espessura da parede do figo e a quantidade de fundadoras. Em vespas não-polinizadoras, o tamanho do ovipositor e a espessura da parede do figo são fatores relacionados, sendo que a parede do figo oferece

proteção contra as vespas parasitoides e outros inimigos naturais dos polinizadores (TZENG et al, 2014). De fato, uma das principais causas de morte das vespas polinizadoras é o ataque por vespas cleptoparasitas e parasitoides (BRONSTEIN, 1999). Levando isso em consideração, é possível supor que vespas polinizadoras fundadoras utilizam figos com paredes mais grossas como método de defesa contra vespas não-polinizadoras que podem competir por seus recursos ou serem seus parasitas. É possível que a espessura da parede do figo e tamanho do mesmo se relacionem com o desenvolvimento das sementes, entretanto isso não parece ser o caso, tendo em vista a evolução observada no tamanho dos sicônios (Figura 4). Desta forma, é interessante utilizar materiais coletados bem no início da fase C para realizar essas análises.

6. CONCLUSÃO

Neste trabalho, descrevemos a sequência de colonização das vespas-de-figo em *Ficus obtusifolia*. Apesar de existir certa consistência entre as fases de desenvolvimento e o período de colonização das espécies, a assincronia na receptividade dentro de uma mesma safra parece influenciar a dinâmica de colonização por diferentes espécies de vespas ao longo do desenvolvimento dos figos. Esse fenômeno possibilita a coleta simultânea de espécies com diferentes biologias por meio de armadilhas adesivas, destacando a necessidade de cautela ao inferir a história natural das vespas com base exclusivamente nesses dados.

A relação positiva entre o diâmetro, a espessura da parede do sicônio e o número de polinizadores que colonizam o figo indica que características morfológicas das figueiras podem desempenhar papéis determinantes na seleção e defesa contra parasitas do mutualismo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLESTRINI, C. et al. Environmental drivers of leaf phenology in trees of the tropical species *Ficus obtusifolia*. **Brazilian Journal Of Plant Physiology**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 113-122, 2011.
- BERG, C. C. Classification and distribution of *Ficus*. **Experientia**, v. 45, n. 7, p. 605–611, 1989.
- BERG, C. C.; VILLAVICENCIO, X. **Taxonomic studies on *Ficus* (Moraceae) in the West Indies, Extra Amazonian Brazil, and Bolivia**. Bergen: Inst. for Biology, 2004.
- BOUČEK, Z. The genera of chalcidoid wasps from *Ficus* fruit in the New-World. **Journal of Natural History**, v. 27, n. 1, p. 173–217, 1993.
- BRONSTEIN, J. L. Natural History of *Anidarnes bicolor* (Hymenoptera: Agaonidae), a Galler of the Florida Strangling Fig (*Ficus aurea*). **The Florida Entomologist**, v. 82, n. 3, p. 454, set. 1999.

- CARAUTA, J. P. P.; DIAZ, B. E. ***Figueiras no Brasil***. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (EDUERJ), 2002.
- COMPTON, S.G. RASPLUS J.Y. WARE A. B. African fig wasp parasitoid communities. **Parasitoid community ecology**. Oxford, UK: Oxford University Press. pp. 343–368, 1994.
- CONCHOU, L. et al. The non-pollinating fig wasps associated with *Ficus guianensis*: Community structure and impact of the large species on the fig/pollinator mutualism. **Acta Oecologica**, v. 57, n. C, p. 28–37, maio 2014.
- COOK, J. M.; RASPLUS, J.-Y. Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 18, n. 5, p. 241–248, maio 2003.
- CRUAUD, A. et al. Phylogeny and evolution of life-history strategies in the Sycophaginae non-pollinating fig wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea). **BMC Evolutionary Biology**, v. 11, n. 1, p. 178, 2011.
- DAMSTRA, K.; RICHARDSON, S.; REELER, B. Synchronized fruiting between trees of *Ficus thonningii* in seasonally dry habitats. **Journal Of Biogeography**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 495-500, jul. 1996.
- DATWYLER, S.; WEIBLEN, G. On the origin of the fig: phylogenetic relationships of moraceae from ndhf sequences. **American Journal Of Botany**, [S.L.], v. 91, n. 5, p. 767-777, maio 2004.
- DE CÁCERES, M. AND LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, 90(12): 3566-3574, 2009.
- DUNN, D. W. et al. A Role for Parasites in Stabilising the Fig-Pollinator Mutualism. **Plos Biology**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 59, 11 mar. 2008.
- EATON, C. D. Coevolutionary research. In: JØRGENSEN, Sven Erik; FATH, Brian D. (eds.). **Encyclopedia of Ecology**. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2008. p. 659–663.
- ELIAS, L. G. et al. Diversification in the use of resources by *Idarnes* species: Bypassing functional constraints in the fig-fig wasp interaction. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 106, n. 1, p. 114–122, maio 2012.
- ELIAS, L. G.; MENEZES JR, A. O.; PEREIRA, R. A. S. Colonization sequence of non-pollinating fig wasps associated with *Ficus citrifolia* in Brazil. **Symbiosis**, v. 45, n. 1–3, p. 107–111, 2008.
- FARACHE, F. H. A. et al. Taxonomic revision and molecular phylogeny of the fig wasp genus *Anidarnes* Bouček, 1993 (Hymenoptera: Sycophaginae). **Systematic Entomology**, v. 38, n. 1, p. 14–34, 2013.
- FARACHE, F. H. A. et al. Insights into the structure of plant-insect communities: Specialism and generalism in a regional set of non-pollinating fig wasp communities. **Acta Oecologica**, v. 90, p. 49–59, jul. 2018.
- FORBES, A. A. et al. Quantifying the unquantifiable: why Hymenoptera, not Coleoptera, is the most speciose animal order. **BMC Ecology**, v. 18, n. 1, p. 11, dez. 2018.

- GALIL, J.; EISIKOWITCH, D. Flowering cycles and fruit types of *Ficus sycomorus* in Israel. **New Phytologist**, v. 67, n. 3, p. 745–758, 1968.
- HAO-YUAN, H. et al. Permeability of receptive fig fruits and its effects on the re-emergence behaviour of pollinators. **Ecological Entomology**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 115-125, 5 mar. 2010.
- HARRISON, R. D. Figs and the Diversity of Tropical Rainforests. **Bioscience**, [S.L.], v. 55, n. 12, p. 1053, 2005.
- JANSEN-GONZÁLEZ, S.; TEIXEIRA, S. DE P.; PEREIRA, R. A. S. Mutualism from the inside: coordinated development of plant and insect in an active pollinating fig wasp. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 6, n. 4, p. 601–609, dez. 2012.
- KERDELHUÉ, C; ROSSI, J; RASPLUS, J. Comparative community ecology studies on old world figs and fig wasps. **Ecology**, [S.L.], v. 81, n. 10, p. 2832-2849, out. 2000.
- KJELLBERG, F. et al. Pollination mode in fig wasps: the predictive power of correlated traits. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 268, n. 1472, p. 1113–1121, 7 jun. 2001.
- LIU, C.; YANG, D.; PENG, Y. Body size in a pollinating fig wasp and implications for stability in a fig-pollinator mutualism. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, [S.L.], v. 138, n. 3, p. 249-255, 3 fev. 2011.
- LIU, C. et al. Larger Fig Wasps Are More Careful About Which Figs to Enter – With Good Reason. **Plos One**, [S.L.], v. 8, n. 9, p. 1-13, 23 set. 2013.
- LÓPEZ-NÚÑEZ, F. A. et al. Life inside a gall: diversity, phenology and structure of Portuguese gall communities, their hosts, parasitoids and inquiline. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 13, n. 3, p. 477–488, jun. 2019.
- LÜDECKE, D. et al. performance: An R Package for Assessment, Comparison and Testing of Statistical Models. **Journal of Open Source Software**, v. 6, n. 60, p. 3139, 21 abr. 2021.
- PELISSARI, G; ROMANUIC NETO, S. *Ficus* (Moraceae) from Serra da Mantiqueira, Brazil. **Rodriguésia**, v. 64, n. 1, p. 91-111, mar. 2013.
- PROFFIT, M. et al. Chemical mediation and niche partitioning in non-pollinating fig-wasp communities. **Journal of Animal Ecology**, v. 76, n. 2, p. 296–303, mar. 2007.
- PROFFIT, M. et al. Can chemical signals, responsible for mutualistic partner encounter, promote the specific exploitation of nursery pollination mutualisms? – The case of figs and fig wasps. **Entomologia Experimentalis Et Applicata**, v. 131, n. 1, p. 46-57, mar. 2009.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, , 2023. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>
- RASPLUS, J.-Y.; SOLDATI, L. Familia Agaonidae. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (Eds.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, p. 683–698. 2005.

- ROUQUETTE, J.; DAVIS, A J. *Drosophila* species (Diptera: Drosophilidae) oviposition patterns on fungi: The effect of allospecifics, substrate toughness, ovipositor structure and degree of specialisation. **European Journal of Entomology**, v. 100, n. 3, p. 351–355, set. 2003.
- SANTOS, N. et al. Community structure and specialization in fig wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea) in a region of Cerrado. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, n. 1, p. e20210101, 2022.
- TZENG, H. et al. The effect of fig wall thickness in *Ficus erecta* var. *beeheyana* on parasitism. **Acta Oecologica**, [S.L.], v. 57, p. 38-43, maio 2014.
- WEIBLEN, G.D. How to be a fig wasp. **Annu Rev Entomol**, p.299–330, 2002.
- WICKHAM, H. **ggplot2: elegant graphics for data analysis**. Second Edition ed. New York: Springer-Verlag, 2016.

Tabela S1: Média da abundância de vespas por unidade amostral em armadilhas “yellow trap”, para as fases de desenvolvimento do figo e datas de coleta, nas três safras analisadas.

Safra	Fase A	Fase B		Fase C				Fase D	
Safra 1									
Espécie	21/09/23	30/09/23	16/10/23	23/10/23	30/10/23	06/11/23		13/11/23	20/11/23
<i>Aepocerus emarginatus</i>	0,4	0,3	0,0	0,2	0,2	0,0		0,0	0,3
<i>Idarnes maximus</i>	2,0	0,0	0,0	0,7	0,7	0,0		0,0	0,0
<i>Pegoscapus</i> sp.03	0,2	4,4	445,2	24,3	68,2	1,3		1,9	44,8
<i>Idarnes flavicollis</i>	0,0	3,3	107,2	2,7	144,3	0,2		0,0	11,8
<i>Idarnes</i> sp. 09	0,0	0,0	4,7	13,8	36,3	9,5		1,4	25,8
<i>Idarnes</i> sp. 15	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0
Safra 2									
Espécie		25/08/23		01/09/23	08/09/23	14/09/23	21/09/23	30/09/23	05/10/23
<i>Aepocerus emarginatus</i>		0,5		0,3	9,7	0,0	0,3	0,1	0,0
<i>Idarnes flavicollis</i>		152,0		2,0	4,8	64,3	144,0	48,8	18,3
<i>Pegoscapus</i> sp.03		139,8		34,2	20,8	56,3	90,8	19,3	41,5
<i>Idarnes</i> sp. 09		0,0		4,7	6,5	4,3	23,8	37,0	54,8
<i>Idarnes</i> sp. 15		0,0		0,7	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Idarnes maximus</i>		0,0		0,0	0,8	0,3	0,8	0,3	0,0
<i>Physothorax</i>		0,0		0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Anidarnes dissidens</i>		0,0		0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0
Safra 3									
Espécie		31/10/24	07/11/24	14/11/24	21/11/24	28/11/24	07/12/24		
<i>Aepocerus emarginatus</i>		0,5	0,5	0,0	0,7	0,3	0,3		
<i>Idarnes flavicollis</i>		12,5	42,5	11,0	10,3	0,0	4,9		
<i>Idarnes</i> sp. 09		37,8	44,3	46,8	112,0	23,5	36,1		
<i>Pegoscapus</i> sp.03		43,0	93,5	92,5	95,0	53,5	19,5		
<i>Anidarnes dissidens</i>		0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0		
<i>Idarnes maximus</i>		0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0		
<i>Idarnes</i> sp. 15		0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0		