

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA GOIANO

MIKELA FARIA MARTINS

**MORFOLOGIA E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS EM VESPAS-DE-FIGO
NÃO-POLINIZADORAS (*Idarnes* spp.; Pteromalidae; Hymenoptera).**

**RIO VERDE - GO
2026**

MIKELA FARIA MARTINS

**MORFOLOGIA E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS EM VESPAS-DE-FIGO
NÃO-POLINIZADORAS (*Idarnes* spp.; *Pteromalidae*; *Hymenopetra*).**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina TCC 2 do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia goiano – campus Rio Verde – IF Goiano, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof.(a) Dr.(a) Fernando Henrique Antonioli Farache.

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

M382 Martins, Mikaela Faria Martins
MORFOLOGIA E RELAÇÕES ALOMÉTRICAS EM
VESPAS-DE-FIGO NÃO-POLINIZADORAS (Idarnes spp.;
Pteromalidae; Hymenoptera). / Mikaela Faria Martins Martins.
Rio Verde 2026.

11f. il.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Henrique Antonioli Farache.
Tcc (Licenciado) - Instituto Federal Goiano, curso de 0222053 -
Licenciatura em Ciências Biológicas - Noturno - Rio Verde
(Campus Rio Verde).
1. Alometria. 2. cleptoparasita. 3. especialista. 4. Idarnes. 5.
galhador. I. Título.



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

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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- ☐ Tese
- ☐ Dissertação
- ☐ Monografia – Especialização
- ☐ Artigo - Especialização
- ☒ TCC - Graduação
- ☐ Artigo Científico
- ☐ Capítulo de Livro
- ☐ Livro
- ☐ Trabalho Apresentado em Evento
- ☐ Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: Mikaela Faria Martins

Matrícula: 2023102220530053

Título do Trabalho: Morfologia e relações alométricas em vespas-de-figo não-polinizadoras (*Idarnes* spp.; Pteromalidae; Hymenoptera)

Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 24/09/2026

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:

1. 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;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
3. 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.

Rio Verde, 25 de setembro de 2026

Mikaela Faria Martins

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Fernando Henrique Antonioli Farache

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Henrique Antonioli Farache, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 25/09/2026 11:06:00.
- **Mikaela Faria Martins**, 2023102220530053 - Discente, em 25/09/2026 17:14:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/09/2026. 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: 862703

Código de Autenticação: b5558a33db



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – IF Goiano - Campus Rio Verde

ANEXO V - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos três dias do mês de julho de dois mil e vinte e seis, às dezoito horas e trinta minutos, reuniu-se a Banca Examinadora composta por: Prof. Fernando Henrique Antonioli Farache (orientador), Prof. Fábio Martins Vilar de Carvalho (membro interno) e Prof. Jânio Cordeiro Moreira (membro interno), para examinar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC2) intitulado “MORFOLOGIA E RELAÇÕES ALOMETRICAS EM VESPAS-DE-FIGO NÃO-POLINIZADORAS (Idarnes spp.; Pteromalidae; Hymenoptera).” de Mikaela Faria Martins, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IF Goiano – Campus Rio Verde, sob Matrícula nº 2023102220530053. A palavra foi concedida à estudante para a apresentação oral do TC, em seguida houve arguição do candidato pelos membros da Banca Examinadora. Após tal etapa, a Banca Examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que, após apresentação da versão corrigida do TC, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Rio Verde, 03 de julho de 2026.

(Assinado eletronicamente)

Fernando Henrique Antonioli Farache

Orientador(a)

(Assinado eletronicamente)

Fábio Martins Vilar de Carvalho

Membro da Banca Examinadora

(Assinado eletronicamente)

Jânio Cordeiro Moreira

Membro da Banca Examinadora

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fernando Henrique Antonioli Farache**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 05/07/2026 19:40:27.
- **Fabio Martins Vilar de Carvalho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 05/07/2026 19:43:53.
- **Janio Cordeiro Moreira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO , em 06/07/2026 12:04:31.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 03/07/2026. 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: 837700

Código de Autenticação: 43cb908be9



**Dedico este trabalho à Deus,
Por ser o meu guia em todos os momentos, até mesmo nos dias mais sombrios**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, aos meus pais Lucia Helena de Faria Martins e Reginaldo Oliveira Martins, meu noivo Henrique Ferreira Borges pelo apoio e incentivo de começar a estudar novamente. Ao Laboratório Ecotox S.A, ao meu Orientador Fernando Henrique Antonioli Farache por ter tido toda a paciência de me orientar e ao IF Goiano – Campus Rio Verde, pelo auxílio financeiro do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica – PIBIC.

"O importante é não parar de questionar. A curiosidade tem a sua própria razão de existir." (Albert Einstein)

RESUMO

FARIA MARTINS, MIKAELA. **Morfologia e relações alométricas em vespas-de-figo-não-polinizadoras** (*Idarnes* spp.; *Pteromalidae*; *Hymenoptera*) 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal Goiano campus Rio Verde, Goiás. Rio Verde Goiás, 2026.

Este estudo investigou os padrões alométricos em vespas-de-figo não polinizadoras do gênero *Idarnes*, com o objetivo de comparar relações morfológicas entre espécies com diferentes estratégias ecológicas e níveis de especialização ao hospedeiro. A pesquisa fundamenta-se na hipótese de que características morfológicas, especialmente o comprimento do ovipositor, refletem adaptações associadas à exploração de recursos e à especificidade da interação entre as vespas e seus hospedeiros. Foram analisados espécimes provenientes de coleções biológicas do IF Goiano e da Universidade de São Paulo, coletados em estudos anteriores. As mensurações foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio, ocular micrométrica e software de análise de imagens, considerando o comprimento corporal e o comprimento do ovipositor. Para cada espécie foram avaliados aproximadamente 100 indivíduos, incluindo espécies generalistas e especialistas, no total 389 indivíduos. As análises revelaram uma relação positiva entre o tamanho corporal e o comprimento do ovipositor para a maioria das espécies estudadas, com padrões próximos à isometria. Entretanto, algumas espécies oligófagas e mais especializadas apresentaram desvios desse padrão, evidenciando relações alométricas distintas. Os resultados indicam que o comprimento do ovipositor está associado ao grau de especialização ao hospedeiro e que diferentes estratégias ecológicas, como indução de galhas e cleptoparasitismo, influenciam a morfologia dessas vespas. Conclui-se que os padrões alométricos constituem uma ferramenta importante para compreender adaptações morfológicas e ecológicas em vespas-de-figo-não-polinizadoras, contribuindo para o entendimento das relações evolutivas e da história natural dessas espécies.

Palavras-chave: Alometria, cleptoparasita; especialista; *Idarnes*; galhador.

ABSTRACT

FARIA MARTINS, MIKAELA. Morphology and Allometric Relationships in Non-Pollinating Fig Wasps (*Idarnes* spp.; Pteromalidae; Hymenoptera), 2026. Undergraduate Thesis – Licentiate Degree in Biological Sciences. Instituto Federal Goiano, Rio Verde Campus, Goiás. Rio Verde, Goiás, 2026.

This study investigated allometric patterns in non-pollinating fig wasps of the genus *Idarnes*, aiming to compare morphological relationships among species with different ecological strategies and levels of host specialization. The research is based on the hypothesis that morphological traits (specifically ovipositor length) reflect adaptations associated with resource exploitation and the specificity of the interaction between the wasps and their hosts. Specimens from biological collections at IF Goiano and the University of São Paulo, gathered in previous studies, were analyzed. Measurements were taken using a stereomicroscope, an ocular micrometer, and image analysis software, focusing on body length and ovipositor length. Approximately 100 individuals were evaluated for each species including both generalist and specialist species totaling 389 individuals. Analyses revealed a positive relationship between body size and ovipositor length for the majority of the species studied, with patterns approximating isometry. However, some oligophagous and more specialized species deviated from this pattern, demonstrating distinct allometric relationships. The results indicate that ovipositor length is associated with the degree of host specialization and that different ecological strategies, such as gall induction and kleptoparasitism, influence the morphology of these wasps. It is concluded that allometric patterns constitute an important tool for understanding morphological and ecological adaptations in non-pollinating fig wasps, contributing to the understanding of the evolutionary relationships and natural history of these species.

Lista de tabelas

TABELA 1: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS -MÉDIAS (DESVIO PADRÃO) PARA COMPRIMENTO DO CORPO E DO OVIPOSITOR NAS VESPAS-DE-FIGO ESTUDADAS EM CADA HOSPEDEIRO.....	6
--	---

Lista De Figuras

FIGURA 1- GRÁFICOS DE DISPERSÃO RELACIONANDO O COMPRIMENTO DO OVIPOSITOR E DO CORPO EM ESCALA LOGARÍTMICA.	6
FIGURA 2- ALGUMAS ESPÉCIES APRESENTARAM PADRÕES DISTINTOS.	6
FIGURA 3- COEFICIENTES DE INCLINAÇÃO PARA RELAÇÃO OVIPOSITOR CORPO.	7

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
3. MATERIAL E METODOS	4
4. RESULTADOS.....	5
5. DISCUSSÃO.....	9
6. CONCLUSÃO	10
7. REFERÊNCIAS	10

1. INTRODUÇÃO

A especialização é um fenômeno comum nos sistemas vivos, no qual as espécies utilizam apenas uma parcela dos habitats ou hospedeiros disponíveis (Forister et al., 2012). Nesse contexto, as interações entre plantas, insetos herbívoros e seus inimigos, estabelecidas ao longo do tempo geológico, constituem modelos importantes para o estudo da especialização aos hospedeiros (Devictor et al., 2010; Labandeira, 2021; Labandeira e Li, 2021). O estudo dessas interações também contribui para a compreensão da importância dos insetos nas comunidades naturais e de sua participação nos serviços ecossistêmicos (Schowalter et al., 2018).

As comunidades de vespas-de-figo constituem importantes sistemas para o estudo das relações de especialização entre insetos e plantas (Farache et al., 2018; Kerdelhué et al., 2000; Mcleish & Van Noort, 2012; Santos et al., 2022), bem como da estrutura das comunidades de insetos (Segar et al., 2013). Dentro dessas comunidades, as vespas-de-figo podem desempenhar diferentes funções em sua interação com as figueiras, sendo encontradas espécies polinizadoras e não polinizadoras. As vespas polinizadoras adentram o figo por uma abertura cercada por brácteas, denominada ostíolo, carregando o pólen. No interior do figo, utilizam algumas flores como sítio de oviposição e realizam a polinização de outras flores (Kjellberg et al., 2005). No entanto, essa interação também é explorada por vespas não polinizadoras, que utilizam os figos como sítio de oviposição sem realizar a polinização da planta (Cook & Rasplus, 2003; Farache et al., 2018; Kerdelhué et al., 2000; Compton et al., 1996; West et al., 1996; Yu, 2001; Weiblen, 2002; Kjellberg et al., 2005; Harrison et al., 2008).

Diferentemente das polinizadoras, as vespas não polinizadoras geralmente realizam a oviposição através da parede do figo. Esse grupo apresenta diferentes histórias naturais e hábitos alimentares, incluindo espécies indutoras de galhas, cleptoparasitas e parasitoides (Barros, 2019; Elias et al., 2008).

Os oviposidores apresentam um particular interesse ecológico e evolutivo em linhagens de galhadores e parasitoides, sendo que diversas características da história natural estão associadas a este órgão (Elias et al., 2018; Ghara et al., 2011). Em vespas da subfamília Sycophaginae (Pteromalidae *sensu* Burks et al., 2022), observamos uma convergência entre a estrutura do ovipositor relacionada com a história de vida (Elias et al., 2018). Particularmente no gênero *Idarnes*, pode ser observadas diferenças nas proporções do ovipositor e tamanho do

corpo em linhagens que apresentam diferentes histórias naturais (Bouček, 1993; Cruaud et al., 2011).

Até o momento, pouco é conhecido como a especialização ao hospedeiro, combinada com outras características história natural, atuam na estrutura dos ovipositores de vespas de figo. Embora, notavelmente no gênero *Idarnes*, existam espécies especialistas e relativamente generalistas. As vespas não polinizadoras apresentam estratégias de vida distintas, sendo classificadas principalmente como galhadoras ou cleptoparasitas. As espécies galhadoras (ou indutoras de galhas) possuem a capacidade de estimular quimicamente o tecido do figo para formar uma galha, que serve como abrigo nutritivo para o desenvolvimento larval. Em contrapartida, os cleptoparasitas (ou inquilinos) são incapazes de induzir suas próprias galhas, depositando seus ovos em estruturas já iniciadas por outras vespas e competindo pelo recurso vegetal, o que frequentemente causa a morte da larva original (Elias et al., 2008; Santos et al., 2022). Embora a maioria dessas linhagens seja composta por especialistas, o comportamento generalista (oligofagia) evoluiu múltiplas vezes, especialmente entre os cleptoparasitas; nessas espécies, ovipositores proporcionalmente mais longos atuam como uma adaptação morfológica que permite explorar uma maior variedade de hospedeiros com figos de tamanhos variados (Pereira et al., 2010; Farache et al., 2025).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No Novo Mundo, o gênero *Idarnes*; Pteromalidae: Sycophaginae (classificação atualizada em 2025) é o grupo mais diversos de vespas não polinizadoras. O gênero é dividido em três clados monofiléticos com estratégias biológicas contrastantes (Elias *et al.*, 2007):

- Grupo *incertus*: Compreende as galhadoras precoces, que ovipositam em figos muito jovens (Fase A), antes da polinização. Caracterizam-se por um grande tamanho corporal e os ovipositores relativos mais curtos do gênero.
- Grupo *flavicollis*: Atuam como galhadoras da fase receptiva, colonizando os figos simultaneamente às polinizadoras (Fase B). Possuem ovipositores extremamente longos e machos ápteros.
- Grupo *carne*: Classificadas como cleptoparasitas, essas vespas colonizam o figo após a polinização (Fase C). Apresentam o menor tamanho corporal do gênero, mas mantêm ovipositores hiperalométricos (Pereira *et al.*, 2010)

Além das espécies polinizadoras, diferentes linhagens de vespas pertencentes à superfamília Chalcidoidea utilizam os figos como sítio de oviposição sem realizar a polinização das flores (Santos et al., 2022). Entre as vespas não polinizadoras associadas aos figos encontra-se o gênero *Idarnes*, pertencente à família Pteromalidae e à subfamília Sycophaginae. As espécies não polinizadoras podem apresentar diferentes estratégias de desenvolvimento, atuando como indutoras de galhas, cleptoparasitas ou parasitoides.

A alometria define-se como o estudo de como os processos biológicos e as proporções corporais escalonam com o tamanho do corpo e entre si. O conceito, fundamentado nos estudos de Julian Huxley sobre a garra do caranguejo-violinista, descreve o crescimento diferencial de órgãos em relação ao organismo total (Shingleton, 2010).

"Órgãos que apresentam alometria negativa incluem a cabeça humana, que cresce mais lentamente do que o resto do corpo após o nascimento e, portanto, é proporcionalmente menor em adultos do que em crianças" (Shingleton, 2010, p. 2).

No estudo de Hymenoptera, a alometria estática (medida entre indivíduos da mesma espécie e estágio de desenvolvimento) é frequentemente quantificada utilizando a distância entre o tamanho do corpo em relação ao tamanho do ovipositor como medida padrão de referência de determinado órgão. A relação alométrica é expressa pelo coeficiente alométrico (β): quando $\beta=1$, há isometria; quando $\beta<1$, ocorre alometria negativa (hipoalometria); e quando $\beta>1$, observa-se alometria positiva (hiperalometria), resultando em estruturas proporcionalmente maiores em indivíduos maiores (Shingleton, 2010).

As proporções corporais em *Idarnes* são moldadas por pressões seletivas relacionadas ao acesso ao recurso vegetal. O comprimento da bainha do ovipositor deve ser adaptado à espessura da parede do sicônio no momento da oviposição (Elias et al., 2007). Espécies galhadoras precoces (*incertus*) apresentam hipoalometria do ovipositor, pois exploram figos com paredes ainda finas (Farache et al., 2025). Em contrapartida, as linhagens cleptoparasitas (*carne*) e galhadoras de fase receptiva (*flavicollis*) enfrentam sicônios mais desenvolvidos e espessos, exigindo oviposidores hiperalométricos que podem medir três vezes o comprimento do corpo (Elias et al., 2007).

De acordo com Farache et al., 2025, a monofagia (uso de um único hospedeiro) é considerada o estado ancestral em *Idarnes*, com a oligofagia (uso de múltiplos hospedeiros) evoluindo independentemente em várias linhagens. Estudos filogenéticos indicam que a

morfologia desempenha um papel crucial na quebra da especificidade: em linhagens cleptoparasitas, o comprimento relativo do ovipositor está positivamente correlacionado com o número de espécies hospedeiras visitadas (Farache *et al.*, 2025).

O ajuste, caracterizado pela flexibilidade fenotípica e pelo conservadorismo filogenético nas características de uso de recursos, oferece uma estrutura para a compreensão troca de hospedeiro sem a necessidade da evolução de novos usos de host capacidades (Agosta *et al.*, 2010 *apud* Farache *et al.*, 2025).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COLETA DE DADOS E METODOLOGIA

Foram analisados espécimes das coleções biológicas do laboratório de Ecotox S.A do IF Goiano, e também materiais da coleção do Laboratório de Interações Ficus-Vespas-de-figo da USP de Ribeirão Preto, que foram cedidos pelo Prof. Rodrigo Augusto Santinelo Pereira.

Os espécimes conservados em álcool foram medidos utilizando estereomicroscópio e ocular micrométrica, papel milimetrado, régua de calibração e o software de medições “ImageJ” (Abràmoff *et al.*, 2004). Analisamos as seguintes medidas dos insetos:

- I. Comprimento do ovipositor: estimado pelo comprimento da bainha do ovipositor, correspondente à parte do ovipositor que protraí do gáster (metassoma).
- II. Comprimento do corpo: excluindo o ovipositor, foi calculado pelo comprimento da cabeça somado ao comprimento do mesossoma e comprimento do metassoma (gáster).

Foram analisadas oito espécies do gênero *Idarnes*, associadas a cinco espécies de *Ficus*. Para cada espécie de *Idarnes*, foram realizadas medições com cerca de 50 a 100 indivíduos, considerando a quantidade de exemplares disponíveis nas amostras. O número de indivíduos analisados variou entre as espécies em função da disponibilidade do material coletado.

3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas análises comparando o comprimento do ovipositor com outras medidas gerais do corpo. As variáveis são logaritmizadas, após calculado o coeficiente Alométrico: $\log(y) = a \log(x) + \log(b)$

A relação alométrica entre o comprimento do ovipositor e o tamanho corporal foi avaliada por meio de uma equação linear, na qual a variável resposta correspondeu ao comprimento do ovipositor e a variável preditora ao tamanho do corpo. O intercepto representa o valor esperado da variável resposta quando a variável preditora é igual a zero, enquanto a inclinação da reta corresponde ao coeficiente alométrico, utilizado para avaliar a relação de crescimento entre o ovipositor e o tamanho corporal (Shingleton, 2010). A partir dos coeficientes alométricos obtidos, foi avaliado o padrão de crescimento do ovipositor em relação ao corpo. Posteriormente, as espécies foram comparadas de acordo com o grau de especialização ao hospedeiro, considerando espécies monófagas e oligófagas. As análises alométricas foram realizadas no ambiente estatístico R (R Core Team, 2023), utilizando o pacote SMATR.

4. RESULTADOS

Foram analisados 389 indivíduos de 8 espécies do gênero *Idarnes*, associados a 5 espécies de *Ficus*. A distribuição amostral por espécie e hospedeiro está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: estatísticas descritivas -médias (desvio padrão) para comprimento do corpo e do ovipositor nas vespas-de-figo estudadas em cada hospedeiro.

Espécie	hospedeiro	n	Comprimento do corpo (mm)	Comprimento do ovipositor (mm)
<i>Idarnes flavicollis</i>	<i>Ficus crocata</i>	29	2.3 (0.32)	6.57 (0.71)
	<i>Ficus eximia</i>	10	2.12 (0.25)	6.48 (0.47)
	<i>Ficus luschnathiana</i>	20	2.15 (0.33)	6.63 (0.84)
	<i>Ficus obtusifolia</i>	20	2.38 (0.28)	6.82 (0.58)
<i>Idarnes maximus</i>	<i>Ficus obtusifolia</i>	28	2.77 (0.38)	1.65 (0.18)
<i>Idarnes</i> sp. 1	<i>Ficus citrifolia</i>	60	1.68 (0.24)	3.25 (0.42)
<i>Idarnes</i> sp. 2	<i>Ficus citrifolia</i>	29	1.71 (0.21)	2.74 (0.35)
<i>Idarnes</i> sp. 22	<i>Ficus eximia</i>	24	1.73 (0.2)	3.04 (0.29)
<i>Idarnes</i> sp. 26	<i>Ficus citrifolia</i>	9	1.92 (0.36)	4.81 (0.69)
	<i>Ficus crocata</i>	32	1.98 (0.22)	5.23 (0.75)
<i>Idarnes</i> sp. 3	<i>Ficus citrifolia</i>	67	2.03 (0.22)	3.97 (0.47)
<i>Idarnes</i> sp. 9	<i>Ficus citrifolia</i>	8	1.66 (0.16)	4.78 (0.74)
	<i>Ficus crocata</i>	24	1.82 (0.3)	5.44 (1.36)
	<i>Ficus obtusifolia</i>	29	1.91 (0.25)	6.05 (0.77)

A análise exploratória indicou uma relação positiva entre o comprimento do ovipositor e o tamanho corporal após transformação logarítmica. Essa associação foi corroborada pelas análises de Standardized Major Axis (SMA), sendo significativa para todas as espécies, com R^2 variando de 0,32 a 0,41 ($P < 0,05$; Figura 1).

A hipótese de que as proporções corporais em *Idarnes* são moldadas por pressões seletivas relacionado ao acesso ao recurso vegetal foi sustentada pelos resultados. Estando de acordo que os padrões alométricos diferem entre grupos ecológicos. Apenas *Idarnes* sp. 9, espécie cleptoparasita oligófaga, apresentou alometria positiva ($\beta > 1$), com elevado coeficiente de determinação, indicando forte associação entre tamanho corporal e crescimento desproporcional do ovipositor. Em contraste, *I. flavicollis*, galhadora oligófaga, exibiu alometria negativa ($\beta < 1$). As demais espécies não diferiram significativamente da isometria ($\beta = 1$), sugerindo ausência de pressão seletiva para desvio proporcional (Figura 2). Desta forma,

Espécies generalistas (utilizando múltiplos hospedeiros) apresentaram maior variação alométrica, enquanto espécies especialistas tenderam à isometria (Figura 2). Desta forma, espécies generalistas (utilizando múltiplos hospedeiros) apresentaram maior variação alométrica, enquanto espécies especialistas tenderam à isometria. Quanto à estratégia de oviposição: espécies gahadoras de fase inicial do figo exibiram ovipositoros proporcionalmente curtos, enquanto cleptoparasitas e espécies de fases mais profundas apresentaram ovipositoros proporcionalmente longos (Figura 2).

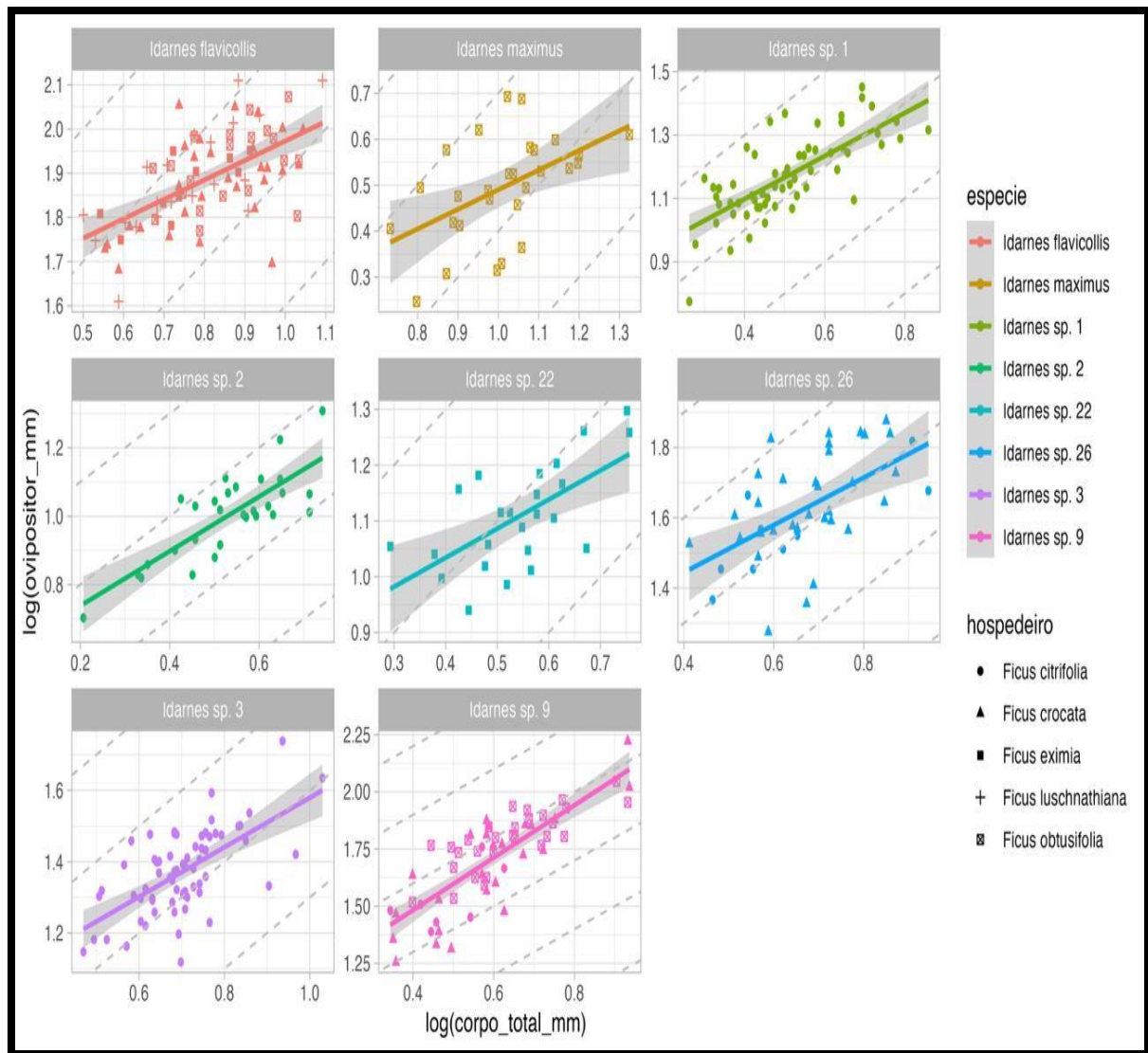


Figura 1- Relação entre o comprimento corporal e o comprimento do ovipositor, em escala logarítmica natural (ln), para as espécies estudadas. As linhas pontilhadas indicam a inclinação esperada sob isometria ($b=1$).

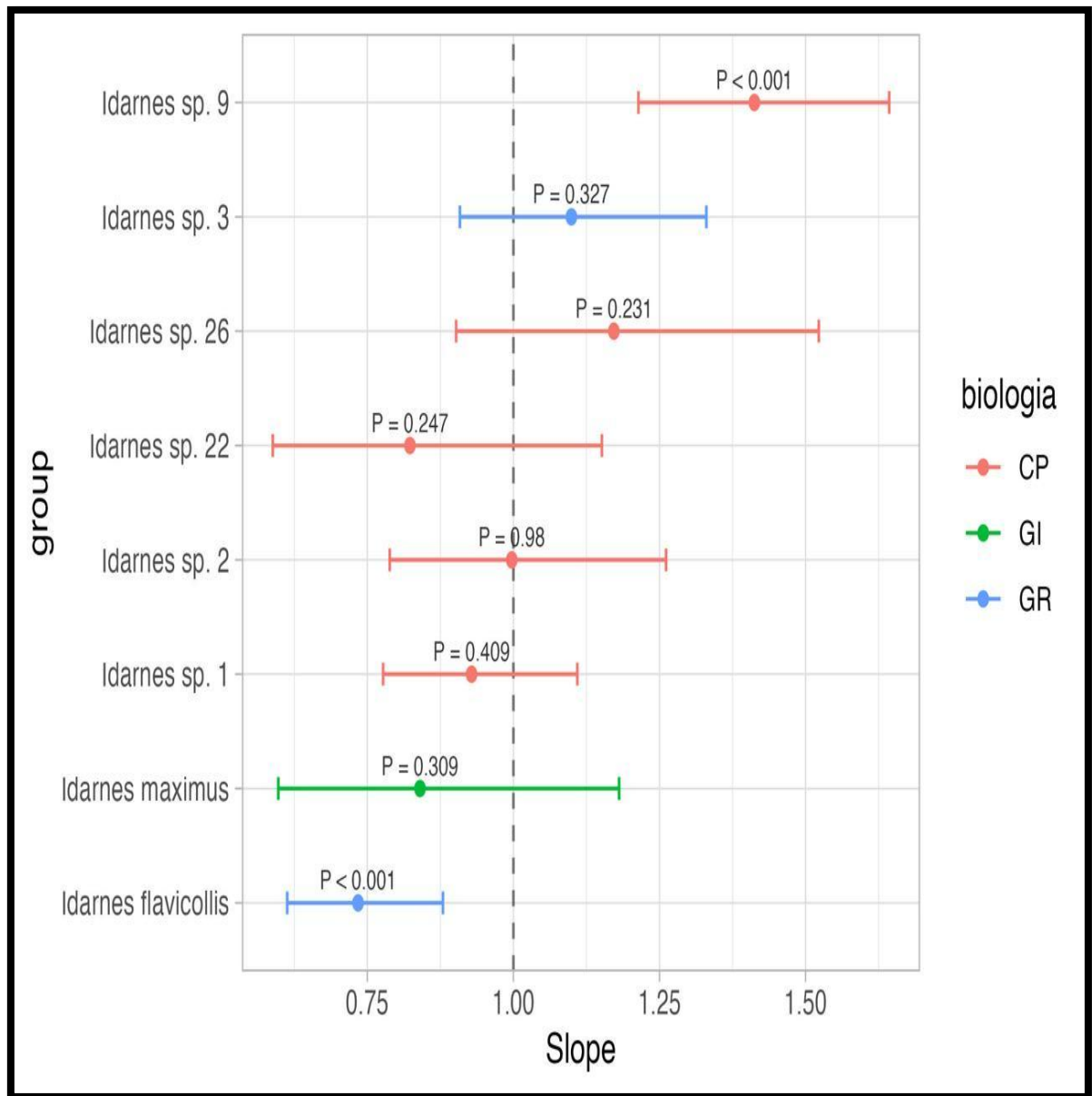


Figura 2- Coeficientes de inclinação (b) estimados para a relação In (comprimento do ovipositor) ~ In (comprimento corporal) nas espécies estudadas. As barras de erro representam os intervalos de confiança de 95% das estimativas. Biologia: CP = cleptoparasita; GI+ galhador da fase inicial; GR= galhador da fase receptiva.

5. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam que a relação entre comprimento corporal e comprimento do ovipositor não é uniforme entre espécies de *Idarnes*, sugerindo que diferentes pressões seletivas podem atuar sobre esse caráter. Embora a maioria das espécies tenha apresentado isometria, duas espécies exibiram desvios significativos: alometria negativa em *I. flavicollis* e alometria positiva em *Idarnes* sp. 9. Além disso, observou-se que espécies com padrões alométricos tenderam a apresentar maior amplitude de hospedeiros, enquanto espécies isométricas mostraram associação mais restrita com espécies de *Ficus*.

A maioria das espécies apresentou uma relação isométrica entre o tamanho do ovipositor e do corpo. Esse resultado sugere que, para a maioria das espécies, o aumento no tamanho corporal não implica mudanças substanciais no investimento relativo no ovipositor, e assim indicando constância na forma (Shingleton, 2010). Em vespas de figo, a evolução do ovipositor está associada à ocupação de diferentes nichos de oviposição e ao particionamento de recursos, de modo que mudanças na história de vida podem resultar em modificações morfológicas que permitem explorar diferentes substratos (Elias et al., 2018). Nesse contexto, o predomínio de relações isométricas em *Idarnes* sugere manutenção proporcional entre tamanho corporal e comprimento do ovipositor, possivelmente refletindo conservação de uma configuração funcional adequada ao uso do recurso.

As espécies que apresentaram relações alométricas (positivas ou negativas) mostraram-se relativamente mais generalistas, ocorrendo em até quatro espécies de *Ficus*, enquanto aquelas com relações isométricas tenderam a ser mais especialistas, geralmente restritas a um ou poucos hospedeiros. Esse contraste foi particularmente evidente entre a galhadora *Idarnes flavicollis*, com alometria negativa, e a cleptoparasita *Idarnes* sp. 9, com alometria positiva. Esse padrão é consistente com Farache et al. (2025), que demonstraram que a especialização em *Idarnes* é influenciada pela história de vida e pela morfologia relativa do ovipositor, sendo a oligofagia mais frequente em linhagens cleptoparasitas com ovipositores relativamente mais longos. Assim, a predominância de isometria entre espécies especialistas pode refletir maior conservação das proporções corporais, enquanto relações alométricas podem estar associadas a maior flexibilidade na exploração de hospedeiros.

Embora os resultados evidenciem uma associação entre estratégia ecológica e padrão alométrico, outras variáveis potencialmente importantes não foram avaliadas, como a espessura

do sicônio, a profundidade efetiva das flores, o tamanho do ostíolo e diferenças interespecíficas entre as espécies de *Ficus*. Dessa forma, estudos futuros incorporando características morfológicas do hospedeiro poderão ampliar a compreensão dos mecanismos que moldam a evolução do ovipositor em *Idarnes*.

6. CONCLUSÃO

Em conjunto, os resultados demonstram que a evolução da morfologia do ovipositor em *Idarnes* não ocorre de maneira aleatória, mas acompanha diferenças na forma como cada espécie explora seu hospedeiro. A predominância de isometria na maioria das espécies sugere conservação do plano corporal, enquanto a ocorrência de alometrias positivas e negativas em grupos ecologicamente distintos indica que pressões seletivas específicas podem modificar essa relação quando determinadas estratégias de oviposição exigem adaptações morfológicas. Assim, este estudo amplia o conhecimento sobre a evolução funcional das vespas-de-figo ao evidenciar que padrões alométricos constituem um importante indicador da interação entre morfologia, ecologia e especialização ao hospedeiro, contribuindo para compreender os processos evolutivos que estruturam a diversificação do gênero *Idarnes*.

7. REFERÊNCIAS

ABRÀMOFF, D. M. D.; MAGALHÃES, P. J.; RAM, S. J. **Image Processing with Image J. Biophotonics international**, v. 11, n. 7, p. 36–42, 2004.

BOUČEK, Z. (1993). **The genera of chalcidoid wasps from Ficus fruit in the NewWorld. Journal of Natural History**, 27(1), 173–217. Disponível em:<<https://doi.org/10.1080/00222939300770071>>. Acesso em 22 de Set 2025.

CRUAUD, Astrid et al. **Phylogeny and evolution of life-history strategies in the Sycophaginae non-pollinating fig wasps (Hymenoptera, Chalcidoidea). BMC Evolutionary Biology**, v. 11, p. 1-16, 2011.

ELIAS, Larissa G. et al. **Efeito de vespas não-polinizadoras sobre o mutualismo Ficus- vespas de figos**. Iheringia. Série Zoologia, v. 97, p. 253-256, 2007.

ELIAS, L. G.; SILVA, P. C. A.; PEREIRA, R. A. S. **Different feeding habits in wasps parasites of Ficus mutualism: wasps fig, genus *Idarnes***. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. Anais [...]. Caxambu, MG, 2007.

FARACHE, Fernando H.A et al. **A tale of long tails: Evolution of host specialization in non-pollinating fig wasps**. Ecological Entomology, v. 50, n. 2, p. 385-398, 2025.

FERNÁNDEZ, Fernando; SHARKEY, Michael J. **Introducción a los Hymenoptera de la región neotropical**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2006. 300 p. Ebook. Disponível em: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79874>. Acesso em: 26 dez. 2024.

PEREIRA, Rodrigo Augusto Santinelo; DO PRADO, **Recognition of competitive asymmetries reduces the severity of fighting in male *Idarnes* fig wasps**. Animal Behaviour, v. 70, n. 2, p. 249-256, 2005.

PEREIRA, Rodrigo Augusto Santinelo. **Lutas fatais dentro do figo**. Ciência hoje, v. 36, n. 215, p. 66-69, 2005.

PEREIRA, Rodrigo Augusto Santinelo. **Vespas de figo**. A fauna de insetos da Mata Santa Tereza: estação ecológica de Ribeirão Preto-SP, 2010.

SANTOS, Nayara 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.

SHINGLETON, A. Allometry: The Study of Biological Scaling. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 10, p. 1-7, 2010.

WARTON, David I. et al. smatr 3 - an R package for estimation and inference about allometric lines. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, n. 2, p. 257–259, abr. 2012.