

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO CÂMPUS MORRINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM AMBIENTE E SOCIEDADE

SUÉLLEN DO VALE COSTA

**CAMUFLAGEM QUÍMICA DE *ATTACOBIUS LAVAPE* (ARANEAE: CORINNIDAE)
PARASITA SOCIAL DE *SOLENOPSIS SAEVISSIMA* (HYMENOPTERA:
MYRMICINAE)**

MORRINHOS
2019

SUÉLLEN DO VALE COSTA

**CAMUFLAGEM QUÍMICA DE *ATTACOBIUS LAVAPE* (ARANEAE: CORINNIDAE)
PARASITA SOCIAL DE *SOLENOPSIS SAEVISSIMA* (HYMENOPTERA:
MYRMICINAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Morrinhos, como requisito à obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Marcos Antônio Pesquero

MORRINHOS
2019

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

dC837c do Vale Costa, Suellen
CAMUFLAGEM QUÍMICA DE ATTACOBIVUS LAVAPE (ARANEAE:
CORINNIDAE) PARASITA SOCIAL DE SOLENOPSIS SAEVISSIMA
(HYMENOPTERA: MYRMICINAE) / Suellen do Vale Costa; orientador Marcos
Antônio Pesquero. -- Morrinhos, 2019.
22 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em
Ambiente e Sociedade) -- Câmpus Sudeste - Sede: Morrinhos, Universidade
Estadual de Goiás, 2019.

1. hidrocarbonetos cuticulares, mirmecofilia, aranha. I. Antônio Pesquero,
Marcos, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

SUÉLLEN DO VALE COSTA

**CAMUFLAGEM QUÍMICA DE *ATTACOBIOUS LAVAPE* (ARANEAE: CORINNIDAE)
PARASITA SOCIAL DE *SOLENOPTIS SAEVISSIMA* (HYMENOPTERA:
MYRMICINAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Morrinhos, como requisito à obtenção do título de mestre.

Morrinhos, ____ de _____ de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Pesquero

Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

Prof. Dr. Marcos Carneiro Novaes

*Aos amores da minha vida, Consuelo, Miguel, Bruno e Leo.
Obrigada, por nunca me abandonarem.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, que é a força que me sustenta. Nada seria possível sem o apoio da senhora.

Meu filho, Miguel que tem me presenteado com seu amor incondicional. Meu pequeno herói!

Ao amor da minha vida Bruno, que me acompanha por quatorze anos em uma jornada árdua mas com muito amor e dedicação.

Obrigada, Leo por segurar a minha mão quando me encontrava perdida.

Aos meus alunos, obrigada por confiarem em mim e fazer parte de mais uma conquista.

Aos meus amigos e familiares que torceram por mim.

A Leticia por me lembrar todos os dias o quanto a vida é valiosa.

A Mércia por todo seu carinho, pelo exemplo de força e amor ao próximo. Uma mulher espetacular!

Agradeço ao meu orientador Marcos Antônio Pesquero pela parceria, compreensão, dedicação e amizade. Obrigada por ficar sob o sol quente fazendo coleta comigo e por toda paciência.

Obrigada, ao Prof. Dr. Gilberto e a sua equipe Érica e Monica pela parceria na realização das análises no laboratório de química da Universidade Estadual de Goiás – Anápolis.

Aos Professores Márcio da Silva Araújo e Marcos Carneiro por participarem da banca e contribuírem para o aperfeiçoamento do trabalho.

Obrigada à secretaria do Mestrado. Túlio agradeço por todo suporte e dedicação durante o mestrado.

Obrigada ao coordenador do mestrado Hamilton Afonso de Oliveira pela dedicação e apoio.

Aos professores pelo ensino e dedicação.

Obrigada a todos os funcionários da UEG, o trabalho e a dedicação de todos faz o sucesso da nossa Universidade.

Obrigada a toda população pela força e a coragem para enfrentar a vida com muita luta. A oportunidade de estudar ainda é um privilégio, apesar de ser um direito.

Hoje a menina pobre, que passou fome e viu sua mãe lutar para criar os filhos se tornou Mestre. Não melhor por ter mais um diploma sob o braço, mas orgulhosa por ser a prova viva de que a pobreza, a depressão e o pânico podem ser vencidos. Obrigada!

COSTA, Suéllen do Vale. **Camuflagem química de *Attacobius lavape* (Araneae: Corinnidae) parasita social de *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Myrmicinae)** 2019. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ambiente e Sociedade pela Universidade Estadual de Goiás, 2019.

RESUMO

Vários compostos químicos são utilizados na comunicação das formigas e os hidrocarbonetos presentes na cutícula (HCC) compõem um grupo envolvido no reconhecimento das operárias irmãs. Esse processo também auxilia na defesa da colônia contra invasores, mas alguns animais, conhecidos como mirmecófilos, possuem a habilidade de quebrar essa barreira de várias formas, dentre elas mimetizando tais sinais químicos para benefício próprio. *Attacobius lavape*, uma espécie de aranha recentemente descrita, foi encontrada no município de Morrinhos Estado de Goiás, Brasil, se alimentando de ovos, larvas e pupas dentro de colônias da formiga lava-pés *Solenopsis saevissima* e hipotetizamos que *A. lavape* utiliza-se do mimetismo químico como estratégia para não ser reconhecida como inimiga. Dessa forma, identificamos por meio de cromatografia gasosa os HCC de aranhas e operárias jovens e adultas coletadas no município de Morrinhos. A análise Permanova detectou diferença entre a composição química das amostras (formiga jovem, formiga adulta e aranhas) ($F = 6,64$, $gl = 2$, $R^2 = 0,42$, $p < 0,001$), sendo que nas comparações *post hoc* par-a-par, apenas as formigas jovens não se diferenciaram das aranhas. Os resultados demonstram mimetismo químico como forma de integração de *A. lavape* à mirmecofilia com *S. saevissima* para predação de ovos, larvas e pupas.

Palavras-chave: hidrocarbonetos cuticulares, mirmecofilia, aranha.

COSTA, Suéllen do Vale. **Chemical camouflage of *Attacobius lavape* (Araneae: Corinnidae) social parasite of *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Myrmicinae)** 2019. Masters dissertation. Environment and Society Pos-Graduate Program - State University of Goiás, 2019.

ABSTRACT

Several chemical compounds are used in the communication of the ants and the hydrocarbons present in the cuticle (HCC) make up a group involved in the recognition of the nestmates. This process helps defend the colony against invaders as well, but some animals, known as myrmecophils, have the ability to break this barrier in many ways, including mimicking such chemical signals for their own benefit. *Attacobius lavape*, a species of spider recently described, was found in the municipality of Morrinhos, Goiás State, Brazil, feeding on eggs, larvae and pupae inside colonies of the fire ant *Solenopsis saevissima* and we hypothesized that *A. lavape* uses this strategy to avoid being recognized as an enemy. Thus, we identified by gas chromatography the HCC of spiders and young and adult workers collected in the municipality of Morrinhos. The Permanova analysis detected a difference between the chemical composition of the samples (young ant, adult ant and spiders) ($F = 6.64$, $gl = 2$, $R^2 = 0.42$, $p < 0.001$), and by *post hoc* to-peer, only the young ants did not differ from the spiders. The results demonstrate chemical mimicry as a form of integration of *A. lavape* to myrmecophily with *S. saevissima* to predate eggs, larvae and pupae.

Key words: cuticular hydrocarbons, mymembrane, spider.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	03
2 MATERIAIS E MÉTODOS	04
3 RESULTADOS	06
4 DISCUSSÃO	08
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	12

INTRODUÇÃO

As formigas são insetos eussociais conhecidos por apresentarem diferenciação de castas, divisão de trabalho e sobreposição de gerações (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). A casta operária estéril é responsável pelo suprimento de alimento e defesa da colônia contra predadores e competidores dentro do território de forrageio e assim garantir que a casta reprodutora cumpra com sua função de deixar descendentes para a próxima geração. Dessa forma, a eussocialidade pode ser considerada como uma eficiente relação custo-benefício dentro do conceito de sistemas de reprodução, pois os desvios de parte do investimento reprodutivo para a produção da casta operária são compensados pelo aumento da longevidade da casta reprodutora (KRAMER *et al.*, 2015).

A integridade das colônias dos insetos sociais é mantida basicamente por meio da utilização de categorias de feromônios (contato, trilha e alarme), os quais são sinais químicos específicos que permitem a comunicação entre os indivíduos da mesma colônia, a qual se estabelece através de órgãos sensoriais localizados nas antenas que captam por contato os sinais químicos específicos presentes na epicutícula e na própria antena dos insetos (WANG *et al.*, 2016). Os hidrocarbonetos cuticulares (HCC), principais feromônios de contato, são moléculas lipídicas secretadas por glândulas exócrinas subepiteliais, compostas de cadeias lineares de 20 a 48 átomos de carbono e hidrogênio (alcanos, alcanos metilados e alcenos) que servem como uma barreira contra a excessiva perda de água, ao ataque de patógenos e suas variações qualitativas e quantitativas na epicutícula são consideradas como uma “assinatura química” que permite o reconhecimento das espécies, castas e subdivisões da casta operária (PROVOST *et al.*, 2008; DRIJFHOUT; KATHER; MARTIN, 2009; VAN ZWEDEN; D’ETTORRE, 2010).

Muitas espécies de artrópodes conhecidas como mirmecófilos desenvolveram uma estratégia de mimetismo químico dos HCC da colônia hospedeira, quer seja por camuflagem e/ou biossíntese, para integração à vida dentro ou nas proximidades das colônias e assim obterem alimento e/ou abrigo das formigas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; LENOIR *et al.*, 2001). Essa estratégia já foi documentada para 41 espécies de aranhas pertencentes a 12 das 112 famílias descritas (CUSHING, 1997, 2012), representando apenas uma pequena parcela (~0,1%) das espécies descritas que convergiram para a mirmecofilia (WSC, 2019). *Attacobius lavape* (BONALDO; PESQUERO; BRESCOVIT, 2018), uma espécie de aranha da família Corinnidae recentemente descrita (BONALDO; PESQUERO; BRESCOVIT, 2018), foi encontrada no município de Morrinhos Estado de Goiás, Brasil se alimentando de ovos, larvas e pupas dentro de colônias da formiga “lava-pés” *Solenopsis saevissima* (SMITH) e

questionamos se essa aranha utiliza-se dessa estratégia para não serem reconhecidas como inimigas. Entretanto, devido à variação de fatores, tais como estágios de desenvolvimento (ovo, larva, pupa e adulto) e castas dentro das colônias de formigas, associada aos diferentes tipos de glândulas exócrinas descritas para o grupo, ainda não está claro quais são as fontes de hidrocarbonetos que as aranhas mirmecófilas utilizam para obter a camuflagem dentro das colônias.

As formigas “lava-pés” do gênero *Solenopsis*, também conhecidas como “formigas-de-fogo” devido a sua agressividade, podem ocasionar sérios danos à saúde humana devido à toxicidade de seu veneno composto por alcaloides e proteínas alergênicas (FOX, 2012). *Solenopsis saevissima* é uma das espécies nativas da América do sul com maior distribuição (LUNZ *et al.*, 2009) e, de forma semelhante aos problemas estruturais, ambientais e de saúde pública ocasionados por *Solenopsis invicta* após introduções acidentais na região sudeste dos EUA, além de México, Índias Ocidentais, Nova Zelândia e Austrália (WETTERER, 2013), *S. saevissima* tem grande potencial para se tornar uma praga pantropical (DEJEAN *et al.*, 2015). Dessa forma, estudos envolvendo ecologia de inimigos naturais são importantes para programas de controle biológico dessas formigas (FOX, 2010).

O conhecimento sobre os mecanismos e adaptações envolvidas na mirmecofilia de *Attacobius* é escasso na literatura científica, especialmente quando a espécie de formiga hospedeira pertence ao gênero *Solenopsis* (CUSHING, 2012). Dessa forma, nosso objetivo é verificar a ocorrência de uma maior convergência química dos HCC de *A. lavape* com e *S. saevissima*. Tendo como premissas a convergência química entre aranhas mirmecófilas e operárias jovens (ELGAR; ALLAN, 2004; 2006) e a predação de *A. lavape* sobre ovos, larvas e pupas de *S. saevissima* (CARVALHO; MENDONÇA; PESQUERO, 2017) nós prevemos encontrar maior semelhança química de HCC entre as aranhas e as formas jovens da formiga hospedeira comparado com as operárias adultas.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas das formigas e aranhas foram realizadas em dois locais no município de Morrinhos, um em horta próxima à zona urbana (17°44'52.46"S, 49°7'8.71"O) e o outro na zona rural (17°50'33.51"S, 49°9'23.81"O) durante o período de novembro de 2017 a março de 2018. Os locais de coleta estavam próximos a pequenos cursos de água, com relevo plano e solo úmido com predomínio de vegetação baixa (gramíneas e herbáceas), propícios à ocorrência da formiga *S. saevissima* (LOFGREN *et al.*, 1975).

As amostras de aranhas consistiram em indivíduos jovens ou adultos, machos ou fêmeas ($n = 8$ amostras, $2 \pm 1,4$ aranhas por amostra) coletados com aspirador manual dentro das colônias de *S. saevissima* encontradas no campo. Nas colônias com aranhas, retiramos com aspirador manual uma amostra de formigas adultas (operárias pequenas, médias e grandes, $n = 9$ amostras, $10 \pm 3,3$ operárias por amostra) e jovens (larvas e pupas, $n = 4$ amostras, $8,3 \pm 5,2$) quando havia. As amostras de formigas e aranhas foram colocadas em tubos de ensaio etiquetados segundo a colônia e o local de coleta e acondicionadas em caixa refrigerada ($\sim 25^{\circ}\text{C}$) até serem transportadas para o laboratório. Todas as amostras foram mantidas em freezer (-20°C) até o momento da extração dos compostos cuticulares.

Para a extração dos compostos, cada amostra (indivíduos inteiros) foi imersa no solvente apolar hexano (Macron - 95% n-Hexane) por 2 minutos e logo após retirados e preservados em álcool 70%. Após a extração, os extratos foram deixados na capela para a evaporação dos compostos voláteis e concentração dos compostos cuticulares. Depois de evaporados, os extratos foram suspensos em $5\mu\text{l}$ de hexano e injetados manualmente ($2\mu\text{l}$ do composto) no cromatógrafo de gás acoplado a um espectômetro de massa (Shimadzu - modelo GCMS QP2010, com coluna Rtx: 5MS de 30 m) (MARTIN; DRIJFHOUT, 2009). O método da corrida iniciou-se a uma temperatura de 50°C , subindo para 300°C a uma taxa de $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$, sendo mantida a temperatura máxima por 10 min. O injetor permaneceu a uma temperatura de 280°C e a injeção foi realizada no modo *Splitless*, recomendado para amostras de baixa concentração devido ao pequeno tamanho dos espécimes. O início da leitura dos compostos começou a partir dos 4 minutos para evaporação do hexano e outros compostos voláteis. Os espectros de massa produzidos por ionização de impacto eletrônico foram então analisados segundo o tempo de retenção (RT) para determinar os compostos cuticulares das formigas e aranhas. Os valores (porcentagem de área) dos compostos cuticulares obtidos por meio da cromatografia gasosa foram tabelados.

Uma análise de *cluster* UPGMA foi utilizada para descrever possíveis agrupamentos e distanciamentos entre os grupos (formigas jovens e adultas e aranhas) e suas origens (colônias) (AYRES *et al.*, 2007). Para avaliar a variação na composição química nos diferentes grupos, nós calculamos a dissimilaridade das matrizes de espécies usando o índice de Bray Curtis. Nós testamos se composição química varia entre os grupos, utilizando uma permutação análise de variância multivariada (PERMANOVA) com 1000 randomizações e um teste *post hoc* foi realizado para analisar as diferenças par-a-par (R CORE TEAM, 2016) utilizando o pacote Vegan.

RESULTADOS

Foram identificados 27 compostos, dos quais 20 estavam presentes nas aranhas, sendo três exclusivos delas (15-; 13-Metil-hentriacontano, dotriacontano e 13-; 15-Metil-tritriacontano); 16 estavam presentes nas formigas jovens, não tendo nenhum exclusivo delas; 23 estavam presentes nas formigas adultas, sendo cinco exclusivos delas (heptacosano, 3-Metil-octacosano, nonacoseno, nonacosano e Hentriaconteno) (Tabela 1). Quatorze compostos estavam presentes simultaneamente nas aranhas, nas formigas jovens e adultas; 15 estavam presentes nas aranhas e formigas jovens, sendo um exclusivo de ambas (15-; 13-Metil-nonacosano); e 16 estavam presentes nas aranhas e formigas adultas, sendo dois exclusivos de ambas (3-Metil-heptacosano e hentriacontano) (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade média e desvio padrão (% área do perfil) dos hidrocarbonetos encontrados na cutícula de *Attacobius lavape* e *Solenopsis saevissima* (jovens e adultos) coletadas em Morrinhos

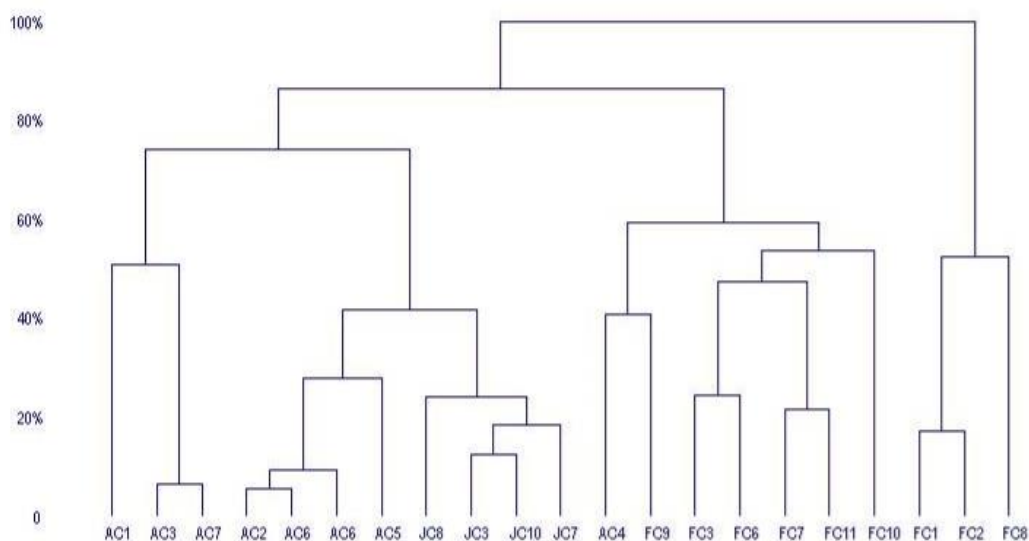
Compostos Cuticulares	Forma Molecular	Formigas Jovens Média ± DP (n = 4)	Formigas Adultas Média ± DP (n = 9)	Aranhas Média ± DP (n = 8)
Heneicosano	n-C21	9,72 ± 6,51	6,96 ± 9,54	19,63 ± 16,82
Docosano	n-C22	1,24 ± 0,95	4,66 ± 11,97	1,50 ± 1,57
Tricosano	n-C23	1,16 ± 1,65	0,40 ± 1,21	2,09 ± 2,05
8-; 5-Metil-pentacosano	8-; 5-MeC23	2,02 ± 0,60	0,66 ± 1,07	6,53 ± 3,64
Tetracosano	n-C24	0,59 ± 0,69	13,02 ± 8,31	-
Pentacoseno	Z-C25	23,94 ± 6,41	6,80 ± 5,59	9,80 ± 5,34
13-Metil-pentacosano	13-MeC25	4,03 ± 1,13	0,89 ± 1,37	11,15 ± 5,75
Hexacoseno	Z-C26	0,64 ± 1,28	21,85 ± 17,25	5,43 ± 10,71
Hexacosano	n-C26	2,12 ± 2,50	13,40 ± 21,22	3,73 ± 10,55
Heptacoseno	Z-C27	37,74 ± 2,30	3,59 ± 5,16	17,43 ± 11,24
Heptacosano	n-C27	-	0,17 ± 0,51	-
13-; 11-Metil-heptacosano	13-; 11-MeC27	2,46 ± 0,67	0,24 ± 0,51	6,94 ± 4,07
3,15-; 11,17-Dimetil-heptacosano	3,15-; 11,17DiMeC27	2,40 ± 1,80	0,07 ± 0,22	3,16 ± 4,57
3-Metil-heptacosano	3-MeC27	-	0,09 ± 0,27	0,49 ± 0,91
Octacoseno	Z-C28	1,35 ± 1,40	5,85 ± 9,17	0,44 ± 0,94
Octacosano	n-C28	9,16 ± 3,56	17,76 ± 13,84	5,91 ± 4,63
3-Metil-octacosano	3-MeC28	-	1,54 ± 3,23	-
Nonacoseno	Z-C29	-	0,06 ± 0,17	-
Nonacosano	n-C29	-	0,10 ± 0,29	-
15-; 13-Metil-nonacosano	15-; 13-MeC29	0,10 ± 0,21	-	2,61 ± 2,67
15-; 13-Dimetil-nonacosano	15-; 13-DiMeC29	-	0,03 ± 0,10	-
Triacontano	n-C30	0,57 ± 1,14	1,80 ± 2,39	1,79 ± 2,34
Hentriaconteno	Z-C31	-	0,28	-
Hentriacontano	n-C31	-	0,05 ± 0,16	0,65 ± 1,22
15-; 13-Metil-hentriacontano	15-; 13-MeC31	-	-	0,30 ± 0,84
Dotriacontano	n-C32	-	-	0,33 ± 0,66

13-; 15-Metil-tritriacontano	13-; 15-MeC33	-	-	0,07 ± 0,20
------------------------------	---------------	---	---	-------------

Os compostos mais representativos nas formigas jovens foram heptacoseno, pentacoseno, heneicosano e octacosano, sendo responsável por 80% do perfil; hexacoseno, octacosano, hexacosano e tetracosano somaram 66% do perfil nas formigas adultas e heneicosano, heptacoseno, 13-Metil-pentacosano e pentacoseno somaram 58% do perfil nas aranhas (Tabela 1). De acordo com nossas análises os metilados 8-;5 MeC23 e 13-;11-MeC27 foram identificados nas aranhas, formigas jovens e adultas, sendo que os compostos 8-;5 Metil pentacosano (8-;5 MeC23) apareceram com média e desvio padrão de $0,66 \pm 1,07$ nas formigas adultas, $2,02 \pm 0,60$ nas formigas jovens, $6,53 \pm 3,64$ para as aranhas e no composto 13-;11Metil heptacosano (13-;11-MeC27) $0,24 \pm 0,51$ nas formigas adultas, $2,46 \pm 0,67$ para as formigas jovens e $6,94 \pm 4,07$ nas aranhas.

Segundo a análise de *cluster*, podemos observar a formação de três grupos bem definidos de aranhas, formigas jovens e formigas adultas, mas com exceção da aranha da colônia quatro (AC4), as aranhas estão mais próximas do grupo das formigas jovens comparado com o grupo das formigas adultas (Fig. 1)

Figura 1. Análise de *cluster* UPGMA para formigas jovens (larvas e pupas) e adultas de *Solenopsis saevissima* e aranhas *Attacobius lavape*, coletadas em Morrinhos (GO), utilizando o perfil de hidrocarbonetos cuticulares. A: aranha; J: formiga jovem; F: formiga adulta e Cn: colônia amostrada.



A Permanova detectou diferença entre a composição química das amostras (formiga jovem, formiga adulta e aranhas) ($F = 6,64$, $gl = 2$, $R^2 = 0,42$, $p < 0,001$), sendo que nas comparações *post hoc* par-a-par, apenas as formigas jovens não se diferenciaram das aranhas (Tabela 2).

Tabela 2. Permanova dos hidrocarbonetos cuticulares de *Attacobius lavape* e *Solenopsis saevissima* coletados em Morrinhos (GO).

Pares	F	R²	p	p ajustado
Aranha vs. Adulto	5,17	0,26	0,001	0,003
Aranha vs. Jovem	3,29	0,25	0,019	0,057
Adulto vs. Jovem	5,75	0,34	0,003	0,009

DISCUSSÃO

A quantidade de hidrocarbonetos identificados aqui (23) é igual às amostras de *S. saevissima* coletadas nas cidades do Rio de Janeiro e Brasília, mas apenas seis (26%) dos compostos convergiram com nossas análises (docosano, tricosano, tetracosano, hexacosano, heptacosano, octacosano) (FOX, 2012). Hu *et al.* (2017) em seu trabalho com análise de hidrocarbonetos cuticulares de formigas *Solenopsis geminata* identificaram 28 compostos cuticulares, sendo que 14 dos compostos também foram identificados nas nossas análises com *S. saevissima* (heneicosano, docosano, tricosano, tetracosano, hexacosano, hexacosano, heptacosano, heptacosano, octacosano, nonacosano, nonacosano, triacontano, hentriacontano e hentriacontano). Estes resultados mostram variação intraespecífica por um lado, mas afinidade congênere por outro, sugerindo cautela na utilização de *A. lavape* em programas de controle biológico em regiões que existem espécies nativas do grupo das formigas “lava-pés”.

Os hidrocarbonetos cuticulares podem estar envolvidos na comunicação não específica e ou heteroespecífica tendo os alcenos um papel importante no processo, sendo identificados em muitas espécies de formigas: *Forica japônica*, *Fornica selysi*, *Myrmica sabuleti*, *Pachycondyla goeldii*, *Solenopsis richteri* e *Solenopsis saevissima* (HU *et al.* 2017). Segundo

as análises aqui realizadas os alcenos identificados foram: pentacoseno (Z C25), hexacoseno (Z C26), heptacoseno (Z C27), octacoseno (Z C28), nonacoseno (Z C29). Hu *et al.*, (2017), supõe que estes alcenos estão ligados ao desempenho do reconhecimento de companheiros de ninho.

As análises de hidrocarbonetos cuticulares demonstraram a similaridade química das aranhas com as formas jovens (larvas e pupas) da formiga hospedeira. Os hidrocarbonetos cuticulares são fundamentais para a comunicação química intraespecífica entre os insetos sociais (BLOMQUIST; BAGNERES, 2010) sua variação qualitativa e quantitativa servem como marcadores de identificação fornecendo uma espécie de assinatura química (PROVOST *et al.*, 2008; BLOMQUIST; BAGNERES, 2010).

A aranha *Attacobius lavape* possui alta taxa de infestação e baixa taxa de transmissão, utilizam dos recursos do ninho hospedeiro e a presença de machos e fêmeas nos ninhos indicam condições para se reproduzirem (MENDONÇA *et al.*, 2017). O pequeno tamanho da aranha *Attacobius* sp. contribui para sua dispersão e integração ao ninho hospedeiro (CUSHING, 2012). Durante o experimento de Mendonça *et al.*, (2017), as aranhas *A. lavape* predaram ovos e pupas. Fato também observado nas aranhas *Attacobius attarum* ao se alimentarem de ovos e pupas da formiga *Atta sexdens* (ERTHAL & TONHASCA, 2001).

Os perfis cuticulares transmutam de acordo com a casta, revelando diferentes perfis químicos (FOX, 2012). As combinações dos mecanismos de integração permitem que os indivíduos mirmecófilos se integrem às colônias hospedeiras, essa semelhança química impede a detecção dos hospedeiros (VON BEEREN; HASHIM; WITTE, 2012). Durante o primeiro contato entre as aranhas *A. lavape* com as formigas *S. saevissima* ocorre a perseguição, as aranhas tocam nas formigas e posteriormente esfregam seu próprio corpo para aquisição dos hidrocarbonetos cuticulares obtendo a camuflagem química (MENDONÇA *et al.*, 2017). A necessidade da aranha entrar em contato com as formigas após o primeiro contato sugere a necessidade de repor os hidrocarbonetos cuticulares (DETTNER; LIEPERT, 1994). A aranha *Attacobius attarum* e a *Atta sexdens*, possuem comportamento semelhantes a *Attacobius lavape* (Erthal & Tonhasca (2001). Segundo as observações de Mendonça *et al.*, (2017) a aranha *A. lavape* predou em média 5 larvas ou 3 pupas sendo 28 larvas e ou pupas por dia, e sua taxa de infestação foi de 48% das colônias coletadas, demonstrando alto impacto sobre o ninho hospedeiro de *S. saevissima*.

De acordo com Mendonça *et al.*, (2017) as análises cuticulares de aranhas *A. lavape* com indivíduos adultos de *S. saevissima* demonstraram que os metilados 8-;5 MeC23, 13-;11-MeC27 e 3-MeC28 ocorreram apenas nas aranhas levantando a hipótese de que esses

compostos estariam associados com a forma jovem das formigas (ovos, larvas e pupas). As análises cuticulares realizadas neste trabalho com as formigas jovens e adultas identificaram os metilados 8-;5 MeC23 e 13-;11-MeC27, dos quais encontram-se em maior concentração nas formigas jovens e nas aranhas confirmando a tendência das aranhas diferenciarem as formigas jovens das adultas. Assim como as análises de Fox (2012) com *S. saevissima* o metilado 3-Me-C27 foi encontrado na formigas adultas.

A aranha *Salticidae Cosmophasis bitaeniata* possui comportamento análogo a *A. lavape*, vivendo nos ninhos da formiga *Oecophylla smaragdina*, que segundo as análises cuticulares o perfil químico da aranhas apresenta maior semelhança com formigas jovens (ELGAR; ALLAN, 2004; 2006). De acordo com von Beeren; Has Him; Witte, (2012), em seu trabalho, a aranha *Gamasomorpha maschwitzi* parasita social da formiga *Leptogenys distinguenda*, adquiriu os hidrocarbonetos em vez de biossintetizá-los, demonstrando semelhança química reduzida após seu isolamento.

Os resultados das análises dos hidrocarbonetos cuticulares demonstram que o perfil cuticular da aranha *A. lavape* é semelhante à formiga *S. saevissima* o que poderia estar associado à aranha habitar a colônia e utilizar de seus recursos sem ser identificada como invasora.

A análise de *cluster* decompôs em três grupos as amostras (aranha, formiga jovem e formiga adulta), constatando que o grupo das aranhas é análogo ao grupo das formigas jovens. A amostra AC4 (aranha da colônia 4). Apresenta distanciamento do grupo das aranhas e maior semelhança com o grupo das formigas adultas. Este fato pode estar associado com as peculiaridades da colônia como a ausência de indivíduos jovens no ninho.

A maior similaridade das aranhas com as formigas jovens pode estar relacionada com facilidade de captura e com os benefícios como a alimentação, cuidados e proteção que as formigas jovens recebem das operárias (FOX, 2012). Sendo assim, ao ser identificada como uma formiga jovem a aranha se beneficiaria dos mesmos cuidados, demonstrando a importância das combinações dos mecanismos de integração, estratégias químicas e comportamentais dos indivíduos mirmecófilos (VON BEEREN; HAS HIM; WITTE, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados qualitativos e quantitativos demonstram a tendência das aranhas em diferenciar os modelos formigas jovens e adultas como estratégia de camuflagem dentro da colônia, utilizando o mimetismo químico dos jovens como forma de integração à vida dentro

da colônia hospedeira. É provável que essa estratégia decorra do contato das aranhas com os ovos, larvas e pupas durante a predação (CARVALHO, MENDONÇA; PESQUERO, 2017).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES M.; AYRES, M. Jr; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. 5 ed. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007.
- BLOMQUIST, G.J., BAGNERES, A.G. **Insect Hydrocarbons**: Biology, biochemistry, and chemical ecology. Cambridge University Press, New York, 2010.
- BONALDO, A.B.; PESQUERO, M.A.; BRESCOVIT, A.D. On a new species of the spider genus *Attacobius* Mello-Leitão (Araneae: Corinnidae) from Brazilian Cerrado. **Zootaxa**, 4508(3): 446-450, 2018.
- CARVALHO, R.S.D.; MENDONÇA, C.A.F.; PESQUERO, M.A. Mirmecofagia de *Attacobius* sp. (Araneae: Corinnidae) sobre *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Myrmicinae). In XXXV ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA. **Anais do XXXV Encontro Anual de Etologia**, v.2: 158, 2017. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/9ae980_777de9c7fb8a460f8cb4e25bddf21a63.pdf. Acesso em: 13 de Maio 2018.
- CUSHING, P. E. Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. **Florida Entomologist**, 80(2): 165-193, 1997.
- CUSHING, P.E. Spider-ant associations: An updated review of myrmecomorphy, myrmecophily, and myrmecophagy in spiders. **Psyche**, 2012. doi:10.1155/2012/151989.
- DEJEAN, A.; CORBARA, B.; CÉRÉGHINO, R.; LEPONCE, M.; ROUX, O.; ROSSI, V.; DELABIE, J.H.C.; COMPIN, A. Traits allowing some ant species to nest syntopically with the fire ant *Solenopsis saevissima* in its native range. **Insect Science**, 22: 289–294, 2015.
- DRIJFHOUT, F.P.; KATHER, R.; MARTIN, S.J. The role of cuticular hydrocarbons in insects. In: ZHANG, W.; LIU, H. (eds.) **Behavioral and Chemical Ecology**. NY: Nova Science Publishers, cap. 3, 2009.
- ELGAR, M.A.; ALLAN, R.A. Predatory spider mimics acquire colony-specific cuticular hydrocarbons from their ant model prey. **Naturwissenschaften**, 91: 143-147, 2004.
- ELGAR, M.A.; ALLAN, R.A. Chemical mimicry of the ant *Oecophylla smaragdina* by the myrmecophilous spider *Cosmophasis bitaeniata*: Is it colony-specific? **Journal of Ethology**, 24: 239-246, 2006.
- ERTHAL, Jr., M.; TONHASCA, Jr., A. *Attacobius attarum* Spiders (Corinnidae): myrmecophilous predators of immature forms of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Formicidae). **Biotropica**, 33(2), p. 374-376, 2001.

- FOX, E.G.P.; PIANARO, A.; SOLIS, D.R.; DELABIE, H.C.J.; VAIRO, B.C.; MACHADO, E.A.; BUENO, O.C. Intraspecific and intracolony variation in the profile of venom alkaloids and cuticular hydrocarbons of the fire ant *Solenopsis saevissima* Smith (Hymenoptera: Formicidae). **Psyche** Vol. 2012, Article ID 398061, 10 pages doi:10.1155/2012/398061
- FOX, E. G. P. **Biologia, morfologia, e bioquímica de veneno da formiga lava-pés *Solenopsis saevissima* Smith (Insecta: Hymenoptera: Formicidae)**. 2010. 87 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990.
- HU, L.; VANDER MEER, R.K.; PORTER, S.D.; CHEN, L. Cuticular hydrocarbon profiles differentiate tropical fire ant populations (*Solenopsis geminata*, Hymenoptera: Formicidae). **Chemistry Biodiversity**, 14: 1-8, 2017. e1700192.
- KRAMER, B.H.; SCHREMPF, A.; SCHEUERLEIN, A.; HEINZE, J. Ant colonies do not trade-off reproduction against maintenance. **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, doi:10.1371/journal.pone.0137969.
- LENOIR, A.; D'ETTORRE, P.; ERRARD, C.; HEFETZ, A. Chemical Ecology and social parasitism in ants. **Annual Review of Entomology**, v. 46 p. 573-599, 2001.
- LOFGREN, C.S.; BANKS, W.A.; GLANCEY, B.M. Biology and control of imported fire ants. **Annual Review of Entomology**, 20: 1-30, 1975.
- LUNZ, A.M.; HARADA, A.Y.; AGUIAR, T.S.; CARDOSO, A.S. Danos de *Solenopsis saevissima* F. Smith. (Hymenoptera: Formicidae) em paricá, *Schizolobium amazonicum*. **Neotropical Entomology**, 38: 285-288. 2009
- MARTIN, S.J.; DRIJFHOUT, F.P. Nestmate and task cues are influenced and encoded differently within ant cuticular hydrocarbon profiles. **Journal of Chemical Ecology**, 35: 368-374, 2009.
- MENDONÇA, C.A.F.; PESQUERO, M.A.; CARVALHO, R.S.D.; NASCIMENTO, F.S.; CAMPOS, M.C.G.; ASSIS, D.S.; PRATO, A. Mirmecofilia de *Attacobius* sp. (Araneae: Corinnidae) sobre *Solenopsis saevissima* (Hymenoptera: Myrmicinae). In XXXV ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA. **Anais...**, v.2: 132, 2017. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/9ae980_777de9c7fb8a460f8cb4e25bddf21a63.pdf. Acesso em: 13 de Maio 2018.
- PROVOST, E.; BLIGHT, O.; TIRARD, A.; RENUCCI, M. Hydrocarbons and insects' social physiology. In: MAES, R.P. (ed.), **Insect Physiology**: New York: Nova Science Publishers, pp. 19–72, 2008.

- R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved December 4, 2016, Disponível em: <http://www.r-project.org/>. Acesso em: 04 Dezembro 2016.
- VON BEEREN; HASHIM; WITTE, The Social Integration of a Myrmecophilous Spider Does Not Depend Exclusively on Chemical Mimicry **Journal of Chemical Ecology** 38:262–271, 2012.
- VAN ZWEDEN, J.S.; D’ETTORRE, P. Nestmate recognition in social insects and the role of hydrocarbons. In: BLOMQUIST, G.J.; BAGNÈRES, A.G. (eds.) **Insect hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology**. New York: Cambridge University Press, p. 222-243, 2010.
- WANG, Q.; GOODGER, J.Q.D.; WOODROW, I.E.; ELGAR, M.A. Location-specific cuticular hydrocarbon signals in a social insect. **Proceedings of Royal Society B**, 283: 1-5, 2016.
- WETTERER, J.K. Exotic spread of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) beyond North America. **Sociobiology**, 60(1): 50-55, 2013. WSC.
- World spider catalog. version 18.5. Natural History Museum Bern. Disponível em: <http://wsc.nmbe.ch>, Acessado em: 25 janeiro 2019).

