

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DA
COMPOSIÇÃO QUÍMICA CUTICULAR DE VESPAS
EUSSOCIAIS**

EVA RAMONA PEREIRA SOARES

Dourados–MS

Março–2015

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

EVA RAMONA PEREIRA SOARES

**VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DA COMPOSIÇÃO
QUÍMICA CUTICULAR DE VESPAS EUSSOCIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Entomologia

Orientador: Dr. William Fernando Antonialli Junior

Coorientador: Dr. Cláudia Andrea Lima Cardoso

Dourados–MS

Março–2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S676v Soares, Eva Ramona Pereira.

Variação inter e intraespecífica da composição química cuticular de vespas eussociais. / Eva Ramona Pereira Soares. – Dourados, MS: UFGD, 2015.

64f.

Orientador: Prof. Dr. William Fernando Antonialli Junior.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Insetos sociais. 2. Hidrocarbonetos cuticulares. 3. Perfil químico. I. Título.

CDD – 595.798

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**"VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA
CUTICULAR DE VESPAS EUSSOCIAIS"**

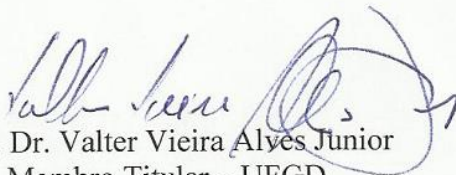
Por

EVA RAMONA PEREIRA SOARES

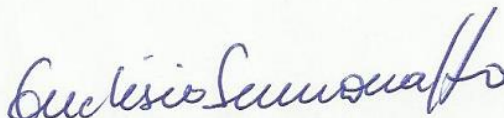
Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Profa. Dra. William Fernando Antonialli Junior
Orientador - UEMS



Prof. Dr. Valter Vieira Alves Junior
Membro Titular – UFGD



Prof. Dr. Euclesio Simionatto
Membro Titular – UEMS

Aprovada em: 04 de março de 2015.

BIOGRAFIA DO ACADÊMICO

Eva Ramona Pereira Soares, natural de Ponta Porã – Mato Grosso do Sul nascida aos 10 de Junho de 1985, filha de Severiana Carmona e Adolfo Pereira Soares.

Cursou todo o Ensino Fundamental na Escola Estadual Geni Marques Magalhães – Ponta Porã /MS e o Ensino Médio na Escola Estadual Dr. Fernando Corrêa da Costa.

Graduada em Ciências Biológicas – Licenciatura pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, Unidade de Dourados de 2008 a 2012, na qual foi aluna de Iniciação científica pelo período de três anos (2010/2012) desenvolvendo trabalho relacionado a diferenças morfofisiológicas em vespas sociais, pesquisa que gerou um artigo cujo título “Reproductive Status of Females in the Eusocial Wasp *Polistes ferreri* Saussure (Hymenoptera: Vespidae)” publicado na revista Neotropical Entomology.

Atualmente desenvolve projeto relacionado a composição química cuticular de vespas sociais utilizando a técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa CG-MS.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, por me amar incondicionalmente e me capacitar a conquistas que jamais imaginei alcançar, por me dar ânimo para jamais desistir dos meus sonhos e principalmente por colocar amigos tão valiosos em meu caminho.

Ao Prof. Dr. William Fernando Antonialli Junior pela confiança depositada em mim e oportunidade de fazer parte do seu grupo de pesquisa e desenvolver este trabalho, também por ser o responsável por grande parte da minha formação, já que pude contar com sua orientação desde a graduação, agradeço incondicionalmente a paciência no decorrer da pesquisa, pelas correções, “puxões de orelha” e principalmente pela amizade.

À Prof. Dr. Claudia Andrea Lima Cardoso pela coorientação, paciência e carinho ao me ensinar a interpretar os dados, por se esforçar incondicionalmente a ajudar sempre que precisei mesmo chegando de surpresa em sua sala, por dicas valiosas no decorrer deste trabalho, pelo companheirismo em nossa viagem a Ribeirão Preto e principalmente por ser uma grande amiga.

Ao amigo Prof. Dr. Fabio dos Santos Nascimento pela gentileza e cordialidade que sempre me recebeu em seu laboratório (Laboratório de Comportamento e Ecologia de Insetos Sociais da Universidade de São Paulo – USP - Ribeirão Preto), pela orientação, paciência e incentivo durante a realização das análises químicas referente a este trabalho.

Ao Sr. Sidnei Mateus, mestre e doutor em entomologia, técnico do Laboratório de Comportamento e Ecologia de Insetos Sociais da Universidade de São Paulo – USP - Ribeirão Preto, pela ajuda durante a realização das análises químicas e por sempre me socorrer quando o cromatógrafo insistia em me “deixar na mão”.

Ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Laboratório de Comportamento e Ecologia de Insetos Sociais da Universidade de São Paulo – USP - Ribeirão Preto pelo apoio técnico.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos meus pais, Severiana e Adolfo, e a todos os meus irmãos, pois cada um de forma diferente, sempre torceram por mim. Em especial a minha irmã Cida que nesse tempo, quando mais precisei me socorreu financeiramente.

Ao meu amado Marcelo, por todo amor e confiança depositado em mim, por ser sempre paciente, e sempre me confortar me dando ânimo para continuar mesmo nas horas mais difíceis.

À amiga MSc. Daniela Lima pela colaboração com as análises químicas, além de me receber em sua casa com todo carinho me fazendo se sentir em casa durante o tempo que estive em Ribeirão Preto.

À amiga Dr. Viviana de Oliveira Torres pela colaboração durante a realização desta dissertação, auxiliando com as análises estatísticas e correções da mesma.

À amiga e “irmãzinha” Kamylla, que me ajudou sempre que precisei, sobre tudo pela ajuda na preparação das amostras e também companheirismo a primeira viagem a Ribeirão Preto.

Aos demais “irmãos científicos” Denise, Ellen, Angélica, Michele, Erika, Ingrid, Rafaela, Elica, Nathan, Marlon, Luan, Junior e Thiago, não só pelos momentos bons e de descontração em nossos churrasquinhos e confraternizações, mas também pelos momentos de crises e desentendimentos que com certeza contribuíram para o nosso crescimento.

Às zeladoras Raimunda, Inês e Elizangela pela amizade, por rirem comigo quando estou feliz e “tirando sarro” de tudo e também por se preocuparem quando percebem que estou triste, e, principalmente por cuidar sempre com carinho e zelo de nosso ambiente de trabalho.

Por fim, e de forma alguma menos importante, aos amigos do Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD, incluindo o melhor secretário que nosso Programa de Pós-Graduação poderia ter, Marcelo, que esteve sempre pronto a nos ajudar sem medir esforços. Todos de forma diferente fizeram parte dessa rápida jornada, com alguns terei o privilégio de conviver o tempo de mais uma conquista, o Doutorado, outros pode ser que jamais verei novamente, porém, todos ficarão marcados em minha memória.

“Se não podemos compreender o mínimo de uma flor ou de um inseto, como poderemos compreender o máximo do universo!”

Marquês de Maricá

Dedicatória

**À senhora Severiana Carmona, exemplo de bondade e alegria, e que, mesmo sem
“muito entender”, sempre vibrou com minhas conquistas, melhor mãe não poderia
existir,
Dedico**

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
GENERAL ABSTRACT.....	1
INTRODUÇÃO GERAL	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
Hidrocarbonetos cuticulares em Vespas sociais.....	4
OBJETIVO GERAL	8
HIPÓTESE.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
VARIAÇÃO INTER E INTRAESPECÍFICA DOS COMPOSTOS QUÍMICOS CUTICULARES DE VESPAS EUSSOCIAIS POLISTINAE	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO	21
MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS.....	25
Variação interespecífica entre 5 espécies de vespas Polistinae	25
Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie <i>Mischocyttarus consimilis</i>	26
Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie <i>Mischocyttarus bertonii</i>	27
Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie <i>Mischocyttarus latior</i>	28
Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie <i>Polistes versicolor</i>	28
Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie <i>Polybia paulista</i>	29
DISCUSSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMO GERAL

A família Polistinae desperta o interesse de muitos pesquisadores, podendo auxiliar no entendimento da evolução do comportamento eussocial, uma vez que é constituída por espécies que apresentam diferentes níveis de organização social. Neste contexto para manter a organização destas sociedades os insetos desenvolveram um mecanismo de comunicação complexo, no qual se destacam a troca de sinais na forma de compostos químicos. Uma categoria particular destes compostos, os hidrocarbonetos cuticulares (HCs) vem sendo estudado com destaque devido sua importância durante as interações entre companheiros de ninhos. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares entre colônias de espécies de vespas sociais. Foram analisadas as composições químicas cuticulares de cinco espécies, de três diferentes gêneros. As análises foram feitas por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM). Os resultados evidenciam que há diferenças quantitativas e qualitativas entre os perfis de HCs das espécies avaliadas. Além disso, cada uma das colônias analisadas também diferem entre si de forma qualitativa e quantitativa, de acordo ou não com o tipo de ambiente em que as elas estavam nidificadas, conferindo a cada espécie e/ou colônia um perfil químico cuticular particular.

GENERAL ABSTRACT

The Polistinae family arouses the interest of many researchers, and may help in understanding the evolution of eusocial behavior, since it is made up of species with different levels of social organization. In this context for keeping the organization of these societies the insects have developed a complex communication mechanism, which sets out the exchange of signals in the form of chemical compounds. A particular category of these compounds, the cuticular hydrocarbons (CHs) has been studied especially because of its importance for the interactions between nest mates. Thus, this study aimed to assess the intraspecific variation of chemical compounds cuticular between colonies of social wasp species. The cuticular chemical composition of five species were analyzed from three different genres. The analyzes were done by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). The results show that there are relevant differences between the HCs profiles of species evaluated. In addition, each of your colonies also differ in qualitatively and quantitatively, agree or disagree with the

type of environment in which they were nesting, giving each species and colony one particular cuticular chemical profile.

Keywords: Polistinae, alkanes, chemical profile, surface pheromones.

INTRODUÇÃO GERAL

Os insetos sociais compreendem as formigas, os térmitas e os grupos mais derivados entre as abelhas e as vespas. A organização da sociedade destes organismos compõe-se de uma ou poucas fêmeas reprodutivas, operárias e um grande número de crias (Wilson 1971, 1975).

Neste contexto, as vespas da família Vespidae são extremamente importantes para o entendimento da origem e evolução do comportamento social em insetos (Markiewicz & O'Donnell 2001), uma vez que abrange desde espécies solitárias até altamente eussociais.

A família Vespidae é constituída atualmente por seis subfamílias: Euparagiinae, Masarinae, Eumeninae, Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae, entretanto, o comportamento social está presente apenas em Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae. (Carpenter & Marques 2001).

Polistinae é uma subfamília que possui distribuição cosmopolita, contudo, sua maior diversidade está concentrada na região Neotropical (Carpenter & Marques 2001). As características comportamentais dessa subfamília merecem destaque, sobretudo, os modos de fundação de suas colônias. Sua fundação pode ocorrer de modo independente, na qual as fêmeas constroem ninhos simples e sem envelope protetor, fundados por uma ou poucas fêmeas, representadas pelos gêneros *Polistes*, *Mischocyttarus*, *Belonogaster*, *Parapolybia* e algumas espécies de *Ropalidia* (Jeanne 1980, Gadagkar 1991, Jeanne 1991). Ou ainda, fundação por enxameagem, na qual várias rainhas são acompanhadas por centenas de operárias. Suas colônias são numerosas e os ninhos geralmente constituídos por envelope protetor, representados pelos 20 gêneros da tribo Epiponini, pelo gênero *Polybioides* e alguns *Ropalidia* (Jeanne 1980, 1991).

Outro aspecto importante da evolução do comportamento social em vespas é o mecanismo de determinação de castas (rainha e operária), uma vez que pode ocorrer tanto de forma pré-imaginal quanto pós-imaginal. Na determinação de castas pós-imaginal, a casta é, ao menos em parte determinada durante a fase de adulto e as operárias não perdem sua capacidade de reprodução (Gadagkar 1991). Por outro lado,

na determinação de castas pré-imaginal a nutrição larval e a taxa de desenvolvimento dos imaturos são afetadas (Hunt 1991, O'Donnell 1998) dando origem a duas castas distintas. Dessa forma, a subfamília Polistinae possui características evolutivas importantes para entender como estes parâmetros evoluíram nas vespas eussociais (Ross & Matthews 1991).

Quanto ao repertório comportamental, rainhas evitam realizar atividades de alto custo energético e risco, tais como forrageamento, as quais são desempenhadas com maior frequência pelas operárias (Strassmann *et al* 1984, O'Donnell 1998). Além disso, a manutenção da colônia e alimentação de adultos e imaturos são tarefas mais frequentes do repertório de operárias (Pratte & Jeanne 1984). Logo, o repertório comportamental da rainha é menor quando comparado ao das operárias (Pardi 1948, Jeanne 1972, Giannotti 1999, Zara & Balestieri 2000, Torres *et al* 2009, Torres *et al* 2012).

Para manter essa complexa organização, os insetos sociais desenvolveram um mecanismo de comunicação complexo, no qual se destaca a troca de sinais de várias origens, sobretudo, os químicos, sendo os receptores olfativos extremamente importantes nesse processo (Ferreira-Caliman *et al* 2007). Essa comunicação ocorre de forma cooperativa e é essencial para a manutenção da integridade das sociedades de insetos (Wilson 1971). Para isso, são utilizados mecanismos que envolvem compostos químicos denominados feromônios e receptores olfativos amplamente distribuídos pelos apêndices, especialmente nas antenas (Atkins 1980). Tais respostas comportamentais dos insetos estão intimamente relacionadas às variações quantitativas e qualitativas desses compostos, no meio em que vivem (Howard & Blomquist 2005).

Respostas comportamentais que precisam de dispersão rápida desses sinais químicos, como os de alarme, podem envolver feromônios constituídos por moléculas pequenas e que são altamente voláteis, entretanto, os insetos sociais desenvolveram vários outros mecanismos de comunicação nos quais estão envolvidos compostos não voláteis como muitos hidrocarbonetos (Howard & Blomquist 2005).

Os HCs são sintetizados por células da derme denominados de oenócitos e é sabido que sua composição pode ser influenciada tanto genética quanto ambientalmente, podendo sofrer alterações temporais, de nidificações, dieta, dentre outros (Vander Meer & Morel 1998, Richard & Hunt 2013). A cutícula dos insetos, portanto, é revestida por hidrocarbonetos que primariamente oferecem uma barreira de proteção contra a desidratação (Lockey 1988). No entanto durante o processo evolutivo, esses compostos

foram sendo cada vez mais empregados para a comunicação intraespecífica, principalmente, entre os insetos sociais (Le Conte & Hefetz 2008).

A conservação de um monopólio reprodutivo por parte da rainha é um marco atingido pelos insetos sociais e em espécies eussociais menos derivadas acreditava-se que a rainha mantinha seu status reprodutivo usando agressividade para com as demais fêmeas, contudo, nas últimas décadas diversos estudos vêm demonstrando a importância e o papel dos HCs na comunicação entre membros das colônias e na sinalização do status da rainha (Bonavita-Cougourdan *et al* 1991, Peeters *et al* 1999, Liebig *et al* 2000, Sledge *et al* 2001, Dapporto *et al* 2005).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Hidrocarbonetos cuticulares em Vespas sociais

Os insetos sociais apresentam um sistema de organização complexo e, para manter a coesão entre os membros de suas colônias desenvolveram mecanismos específicos de comunicação, sendo a comunicação química a mais importante (Lorenzi *et al* 1997, Singer & Espelie 1997, Ferreira-Caliman *et al* 2007). As colônias funcionam como sistemas fechados cujos membros mantêm os intrusos fora, sendo consideradas sistemas biológicos complexos e estruturados devido as numerosas interações entre seus membros (Greene 2010). Além disso, essas colônias tipicamente contêm entre dezenas e milhões de indivíduos sendo então coordenadas de modo a funcionarem como unidades ecológicas coesas (Bourke 1999, Billen 2006).

Neste contexto, a comunicação entre os membros de uma colônia pode ocorrer por meio de diversos canais sensoriais, como os visuais, os acústicos, os táteis, os magnéticos e, sobretudo, os químicos (Billen 2006). A comunicação química, é vantajosa em relação às demais por permitir que a transmissão dessas informações ocorra de forma rápida e eficiente em diversas condições (Zahavi 2008, Richard & Hunt 2013). Compostos químicos que carregam alguma informação foram denominados por Vilela & Della Lucia (2001) de semioquímicos, que podem estar envolvidos na comunicação intraespecífica (feromônios) ou em interações interespecíficas (aleloquímicos). Os feromônios apresentam uma grande diversidade na sua composição química, função e origem biossintética (D'ettorre & Moore 2008) enquanto que os aleloquímicos são subdivididos em cairomônios, que beneficiam o receptor do sinal

químico e alomônios os quais beneficiam quem está emitindo (Ali & Morgan 1990, Billen 2006, Richard & Hunt 2013).

Esses sinais químicos são tipicamente voláteis e podem ser constituídos por um único componente ativo ou um complexo de substâncias produzidas em uma ou mais glândulas exócrinas (Billen 2006, Billen & Morgan 1998). Estes compostos são utilizados no reconhecimento de coespecíficos, e sua composição pode ser determinada tanto por componentes genéticos (Ratnieks 1991, Page *et al* 1991) quanto por fatores ambientais (Ratnieks 1991, Gamboa 1996). Os ambientais seriam aqueles adquiridos pelos indivíduos a partir das condições ambientais em que está exposto, como alimento e material levado para o ninho, e os hereditários estariam relacionados a fatores genéticos e fatores exógenos (Gamboa *et al* 1986).

Um caso particular de compostos usados na comunicação química que não têm origem glandular são os lipídios cuticulares. Tais lipídios recobrem a cutícula de insetos e outros artrópodes terrestres formando uma camada hidrofóbica (Blomquist & Bagnères 2010). As classes de compostos mais comumente encontrados em insetos são os ésteres, álcoois, ácidos graxos e hidrocarbonetos, sendo os últimos, os mais abundantes na cutícula e os que têm recebido mais atenção devido à sua importância, especialmente para comunicação em insetos sociais (Lockey 1988). Estes compostos são produzidos nos oenócitos, células secretoras derivadas de células epidérmicas (Lockey 1988), os quais são transportados até a cutícula via hemolinfa por proteínas chamadas lipoforinas e depositados em diversas partes do corpo do inseto (Bagnères & Blomquist 2010, Blomquist *et al* 1998).

Os hidrocarbonetos cuticulares (HCs) são formados basicamente de hidrogênio e carbono e são parte constituinte da camada lipídica que recobre a cutícula dos insetos, cuja função primária é evitar dessecação dos indivíduos (Lockey 1988). Entretanto, apresentam um papel secundário como mediadores na comunicação química (Blomquist 2010). Assim, esses compostos atuam como feromônios de contato, conferindo uma assinatura química específica ao indivíduo e permitindo que por meio do perfil desses HCs, indivíduos co-específicos sejam identificados e que a estrutura hierárquica da colônia seja mantida (Provost *et al* 2008).

Os principais hidrocarbonetos que compõem a cutícula dos insetos são os alcanos lineares, os alcanos ramificados e os alcenos (Lockey 1998, Howard & Blomquist 2005) e são importantes para o estabelecimento da organização social e por

isso constituem grande parte das pesquisas sobre semioquímicos utilizados no processo de reconhecimento (Lorenzi *et al* 1997).

Os HCs apresentam peso molecular relativamente alto e por isso são compostos químicos não voláteis atuando como feromônios de contato, que recebem essa denominação porque são percebidos por um inseto somente quando este entra em contato direto com a cutícula de outro por meio de antenação (Lorenzi *et al* 1996). Como consequência do peso molecular relativamente alto, os HCs apresentam baixa volatilidade e, dessa forma, normalmente compõem misturas complexas que variam de forma quantitativa, qualitativa e estrutural (D'ettorre & Moore 2008).

Este grande número de compostos e sua complexidade estrutural possibilita aos insetos portarem informações complexas em sua própria cutícula (Lorenzi *et al* 1996). Essas variações estruturais e conformação geométrica dos hidrocarbonetos cuticulares podem ter evoluído de modo a fornecer um conteúdo informacional sem prejudicar a habilidade de reter água (Blomquist 2010). Assim, os arranjos de hidrocarbonetos cuticulares em insetos sociais, funcionam como “perfis químicos” dos indivíduos (Gamboa *et al* 1986, Gamboa 1996).

O perfil químico de cada indivíduo carrega informações sobre sua idade, sexo, linhagem, casta, fertilidade, estado fisiológico, grupo funcional, entre outras (Lorenzi *et al* 1996, Provost *et al* 2008) e o conjunto de perfis químicos dos membros de uma colônia forma uma assinatura química colonial ou “odor” característico da colônia. O odor colonial é provavelmente adquirido poucas horas após a emergência de um imago, pelo contato com o material do ninho e outros membros da colônia (Espelie *et al* 1990, Singer & Espelie 1992, 1997, Singer *et al* 1998) e é usado como modelo de comparação no processo de reconhecimento entre companheiros e não-companheiros de ninho (non-nestmates) (D'ettorre & Lenoir 2010, Sturgis & Gordon 2012).

Segundo Van Zweden & D'ettorre (2010) a capacidade de reconhecer e discriminar indivíduos a partir de sua assinatura química é amplamente difundida entre os insetos sociais. Esta capacidade consiste na detecção de sinais químicos e na comparação desses sinais com um modelo desencadeando uma resposta comportamental. Assim, a atividade total de uma colônia em um dado momento é o reflexo das interações entre todos os seus membros, reguladas por trocas de informações baseadas principalmente em sinais químicos (Greene & Gordon 2003), com isso, informações como o tipo de tarefa que uma operária executa na colônia ou o grupo ao qual pertence, podem estar contidas no seu perfil químico.

Por outro lado, o ponto de fusão e as diferenças na conformação molecular apresentadas por esses HCs são indicadoras da sua capacidade de proteção contra a dessecação (Gibbs & Pomonis 1995). Assim, os alcanos lineares são normalmente apontados como a principal classe responsável por essa função devido a sua geometria plana e alto ponto de fusão, enquanto que os alcenos e alcanos ramificados são menos eficientes na capacidade de retenção de água e normalmente são destacados pela sua importância na comunicação química (Van Wilgenburg *et al* 2011). Estudos citam os alcanos ramificados como os compostos mais relevantes para discriminação de coespecíficos (Bonavita-Cougourdan *et al* 1991, Espelie *et al* 1994, Layton *et al* 1994, Dani *et al* 1996, Lorenzi *et al* 1997). Contudo, a função de cada um destes compostos ainda não está plenamente entendida (Tannure-Nascimento *et al* 2007).

Porém, tal abundância desses compostos podem impor dificuldades sobre o inseto porque internamente, HCs ramificados podem baixar a temperatura do ponto de ruptura da epicutícula, o que aumenta a vulnerabilidade do inseto à dessecação até mesmo em temperaturas ambientes inferiores (Hefetz 2007). Entretanto, o perfil de HCs ricos em uma grande variedade de alcanos ramificados, sugere então que eles possuam funções adicionais, cujo benefício compensa sua desvantagem em impermeabilização. Por exemplo, a sua mistura com os alcanos de cadeia linear aumenta a fluidez, o que auxilia no seu transporte através dos canais dos poros, bem como facilita a sua distribuição uniforme sobre a superfície cuticular (Buckner 1993).

Em vespas sociais, então, os estudos de comunicação química estão focados em alguns aspectos da atividade da colônia, como os feromônios envolvidos no comportamento de alarme e defesa, marcação de substrato e trilha para enxameio, reconhecimento intracolônia, feromônios sexuais e feromônios relacionados à dominância e status social (Landolt *et al* 1998, Bruschini *et al* 2010). Portanto, os HCs cuticulares são importantes compostos envolvidos na comunicação química atuando no reconhecimento intra e interespecíficos (HCs) (Monnin, 2006, Blomquist & Bagneres 2010).

Os estudos de Howard *et al* (1982), Bonavita-Cougourdan *et al* (1987) e Breed *et al* (1988) são os pioneiros em destacar a importância do papel dos HCs para reconhecimento em insetos sociais. Entretanto, atualmente, diversos estudos tem demonstrado a importância desses compostos no papel de reconhecimento intraespecífico (Layton *et al* 1994, Sledge *et al* 2001, Dapporto *et al* 2004, Dapporto *et*

al 2005, Monnin 2006, Tannure-Nascimento *et al* 2007, Antonialli-Junior *et al* 2008, Cotoneschi *et al* 2009, Izzo *et al* 2010, Neves *et al* 2012).

Por outro lado, o perfil de hidrocarbonetos cuticulares também vem sendo utilizado para propor relações interespecíficas, como por exemplo, os trabalhos de Jallon & Davida (1987) com espécies do gênero *Drosophila*, Bagnères *et al* (1991) em térmitas do gênero *Reticulitermes* Sutton & Carlson (1993) em larvas de tefritídeos, Elmes *et al* (2002) em borboletas do gênero *Myrmica*, Antonialli-Junior *et al* 2007 em formigas do gênero *Ectatomma* e Braga *et al* (2013) em moscas Sarcophagidae.

Assim, Bagnères & Wicker-Thomas (2010) enfatizam também, a importância dos HCs como ferramenta taxonômica em insetos sociais, e dentre os trabalhos que já foram realizados para este fim, podemos citar o de Kaib *et al* (1991) com térmitas, Martin *et al* (2008) com formigas e Baracchi *et al* (2010) com vespas Stenogastrinae. O uso destes compostos como ferramenta taxonômica também é destacada por Kather & Martin (2012), entretanto, esses autores ressaltam que é importante ser utilizada em conjunto com outros métodos convencionais como morfologia, ecologia e análise molecular. Esses autores também enfatizam a confiabilidade dos HCs para este fim, uma vez que são produtos metabólicos estáveis, hereditários e dependentes da espécie.

Outros estudos que já mostraram a importância desses compostos para distinção intraespecífica são os de Sledge *et al* (2001) e Tannure-Nascimento *et al* (2007), os quais avaliaram que os HCs também foram significativamente importantes para distinção intraespecífica em *Polistes dominula* e *Polistes satan*, respectivamente.

Em resumo, os compostos químicos cuticulares são de fato importantes para o sucesso evolutivo dos insetos sociais, servindo como sinalizadores das interações entre membros das colônias. Como sua composição pode variar tanto por fatores genéticos, como por ambientais podem ser usados como ferramenta taxômica complementar.

OBJETIVO GERAL

Descrever e comparar os perfis químico cuticulares de 5 espécies de vespas sociais da Subfamília Polistinae (Hymenoptera:Vespidae), avaliando as relações intra e interespecíficas.

HIPÓTESE

Nos insetos sociais os hidrocarbonetos cuticulares têm importante papel no reconhecimento de coespecíficos, portanto, o perfil de HCs pode ser utilizado como

sinal de reconhecimento inter e intraespecíficos e, deste modo, usá-los como ferramenta taxonômica complementar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ali MF, Morgan D (1990) Chemical communication in insect communities: a guide to insect pheromones with special emphasis on social insects. *Biol. Rev.*, v. 65, p. 227–247.

Antonialli-Junior WF, Andrade LHC, Suárez YR, Lima SM (2008) Intra- and interspecific variation of cuticular hydrocarbon composition in two *Ectatomma* species (Hymenoptera: Formicidae) based on Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy. *Genet. Mol. Res.*, 7(2): 559-566.

Antonialli-junior WF, Lima SM, Andrade LHC, Suárez YR (2007) Comparative study of the cuticular hydrocarbon in queens, workers and males of *Ectatomma vizzotoi* (Hymenoptera: Formicidae) by Fourier transform-infrared photoacoustic spectroscopy. *Genet. Mol. Res.*, 6: 492-499.

Atkins MD (1980) Introduction to insect behaviour. Macmillan Publi., New York.

Bagneres AG & Wicker-Thomas C (2010) Chemical taxonomy with hydrocarbons, p. 121-162. In Blomquist GJ & Bagneres AG (eds) Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology. Cambridge: Cambridge U. P.

Bagneres AG, Blomquist GJ (2010) Site of synthesis, mechanism of transport and selective deposition of hydrocarbons p.75-99. In Blomquist GJ, Bagneres AG (eds). Insect hydrocarbons: biology, biochemistry and chemical ecology. Cambridge: Cambridge U. P. 506p.

Bagneres, AG, Morgan ED (1991) The postpharyngeal glands and the cuticle contain the same characteristic hydrocarbons. *Experientia*, 47: 106–111.

- Baracchi D, Dapporto L, Tesseo S, Hashim R, Turillazzi S (2010) Medium molecular weight polar substance of the cuticle as tools in the study of the taxonomy, systematics and chemical ecology of tropical hover wasps (Hymenoptera: Stenogastrinae). *J. Zool. Syst. Evol.*, 48(2): 109–114. DOI: 10.1111/j.1439-0469.2009.00543.x
- Bego LR (1989) Behavioral interactions among queens of the polygynic stingless bee *Melipona bicolor bicolor* Lepeletier. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, **22**: 587 – 596.
- Billen J (2006) Signal variety and communication in social insects. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.*, – Vol. 17.
- Billen J, Morgan ED (1998) Pheromone communication in social insects: sources and secretions, p.3-33. In: Meer RKV, Breed MD, Espelie KE, Winston ML (eds) *Pheromone communication in social insects: ants, wasps, bees, and termites*. Westview Press, 388p.
- Blomquist GJ (2010) Structure and analysis of insect hydrocarbons, p.19-34. In Blomquist GJ, Bagnères AG (eds) *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Blomquist GJ et al (1998) The cuticle and cuticular hydrocarbons of insects: structure, function, and biochemistry, p. 35-54. In Vander Meer RK et al. (eds) *Pheromone communication in social insects: ants, wasps, bees, and termites*. Colorado: Westview Press.
- Blomquist GJ, Bagnères AG (2010) *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Bonavita-Cougourdan A, Clement JL, Lange C (1987) Nestmate recognition: the role of cuticular hydrocarbons in the ant *Camponotus vagus* Scop. *J. Entomol. Science*, **22**: 1–10.

- Bonavita-Cougourdan A, Theraulaz G, Bagneres AG, Roux M, Pratte M, Provost E, Clement JL (1991) Cuticular hydrocarbons, social organization and ovarian development in a polistine wasp: *Polistes dominulus* Christ. Comp. Biochem. Physiol., 100: 667–680. DOI: org/10.1016/0305-0491(91)90272-F.
- Bourke AFG (1999) Colony size, social complexity and reproductive conflict in social insects. J. Evolution. Biol., 12(2): 245–257. DOI: 10.1046/j.1420-9101.1999.00028.x.
- Braga MV, Pinto ZT, Carvalho-Queiroz MM, Matsumoto N, Blomquist GJ (2013) Cuticular hydrocarbons as a tool for the identification of insect species: Puparial cases from *Sarcophagidae*. Acta Trop., 128(3): 479–485. DOI: 10.1016/j.actatropica.2013.07.014.
- Breed MD, Stiller TM, Moor MJ (1988) The ontogeny of kin discrimination cues in the honey bee, *Apis mellifera*. Behav. Genet., 18: 439–448. DOI: 10.1007/BF01065513.
- Bruschini C, Cervo R, Turillazzi S (2010) Pheromones in social wasps. Vitam. Horm., v. 83, n. 10, p. 447–492.
- Buckner JS (1993) Cuticular polar lipids of insects, p.227-270. In Stan-Ley-Samuelson DW, Nelson DR (eds.): Insect lipids: chemistry, biochemistry and biology. – University of Nebraska Press, Lincoln and London.
- Carpenter JM (1991) Phylogenetic relationships and the origin of social behavior in the Vespidae, p.7-32. In Ross KG, Matthews RW (eds.), The social biology of wasps. Ithaca: Cornell U. P.
- Carpenter JM, Marques OM (2001) Contribuicao ao estudo dos vespideos do Brasil (Insecta, Hymenoptera, Vespoidae, Vespidae). Cruz das Almas: Universidade Federal da Bahia. Publicacoes Digitais, Vol. II.

- Cotoneschi C, Dani FR, Cervo R, Scala C, Strassmann JE, Queller DC, Turillazzi S (2009) *Polistes dominulus* (Hymenoptera, Vespidae) larvae show different cuticular patterns according to their sex: workers seem not use this chemical information. *Chem. Senses*, 34: 195–202. DOI: 10.1093/chemse/bjn079.
- D’ettorre P, Lenoir A (2010) Nestmate Recognition, p.194-209. In Lach L, Parr CL, Abbott KL (eds) *Ant Ecology*. Oxford: Oxford U. P.
- Dani FR, Turillazzi S, Morgan ED (1996) Dufour gland secretion of *Polistes* wasp: chemical composition and possible involvement in nestmate recognition (Hymenoptera: Vespidae). *J. Insect Physiol.*, 42: 541–548. DOI.org/10.1016/0022- 1910(95)00136-0.
- Dapporto L, Palagi E, Turillazzi S (2004) Cuticular hydrocarbons of *Polistes dominulus* as a biogeographic tool: a study of populations from the Tuscan archipelago and surrounding areas. *J. Chem Ecol.*, 30: 2139–2151. Doi: 10.1023/B:JOEC.0000048779.47821.38
- Dapporto L, Sledge FM, Turillazzi S (2005) Dynamics of cuticular chemical profiles of *Polistes dominulus* workers in orphaned nests (Hymenoptera, Vespidae). *J. Insect Physiol.*, 51(3): 969–973. Doi:10.1016/j.jinsphys.2005.04.011 DOI:10.1146/annurev.en.27.010182.001053
- D’ettorre P, Moore AJ (2008) Chemical communication and the coordination of social interactions in insects, p.81-96. In D’ettorre P, Hughes DP (Eds). *Sociobiology of communication: an interdisciplinary perspective*. New York: Oxford U. P.
- Elmes GW, Akino T, Clarke TRT (2002) Interspecific differences in cuticular hydrocarbon profiles of *Myrmica* ants are sufficiently consistent to explain host specificity by *Maculinea* (large blue) butterflies. *Oecologia*, 130: 525–535. DOI 10.1007/s00442-001-0857-5.

- Espelie K, Chapman RF, Sword GA (1994) Variation in the surface lipids of the grasshopper, *Schistocerca americana* (Drury). *Biochem. Syst. Ecol.*, 22: 563–575. DOI.org/10.1016/0305-1978(94)90068-X.
- Espelie KE, Wenzel JW, Chang G (1990) Surface lipids of social wasp *Polistes metricus* Say and its nest and nest pedicel and their relation to nestmate recognition. *J. Chem. Ecol.*, 16(7): 2229–2241
- Evans HE, West-Eberhard MJ (1970) *The wasps*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Ferreira-Caliman MJ, Cabral GCP, Mateus S, Turatti ICC, Nascimento FS, Zucchi R (2007) Composicao quimica da epicuticula de 77 operarias de *Melipona marginata* (Hymenoptera, Apinae, Meliponini). *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*: 1–2.
- Gadagkar R (1991) *Belonogaster*, *Mischocyttarus*, *Parapolybia*, and independent founding *Ropalidi*, p. 149-190. In Ross KG, Matthews RW (eds), *The social biology of wasps*. Ithaca: Cornell U. P.
- Gamboa GJ (1996) Kin recognition in social wasps, p.161-177. In: Turillazzi S, West-Eberhard MJ. *Natural History and Evolution of Paper-Wasps*. Oxford U. P.
- Gamboa GJ, Reeve HK, Ferguson ID, Wacker TL (1986a) Nestmate recognition in social wasps: origin and acquisition of recognition odours. *Anim. Behav.*, 34: 685–695. DOI:10.1016/S0003-3472(86)80053-7
- Giannotti E (1999) Organization of the eussocial wasp *Mischocyttarus cerberus styx* (Hymenoptera: Vespidae). *Sociobiology*, 33: 325–338.
- Gibbs A, Pomonis JG (1995) Physical properties of insect cuticular hydrocarbons: The effects of chain length, methyl-branching and unsaturation. *Comparative*

Biochemistry and Physiology Part B: Biochem. Mol. Biol., v. 112, n. 2, p. 243–249.

Greene MJ (2010) Cuticular hydrocarbon cues in the formation and maintenance of insect social groups, p. 244-253. In Blomquist GJ, Bagnères AG. (eds). Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology. New York: Cambridge U. P.

Greene MJ, Gordon DM (2003) Cuticular hydrocarbons inform task decisions. Nature, v. 423, p. 2190.

Hefetz A (2007) The evolution of hydrocarbon pheromone parsimony in ants (Hymenoptera: Formicidae) – interplay of colony odor uniformity and odor idiosyncrasy. A review. Myrmecol. News. 10, 59-68.

Howard RW, Blomquist GJ (1982) Chemical ecology and biochemistry of insect hydrocarbons. Annu. Rev. Entomol., 27: 149–172.

Howard RW, Blomquist GJ (2005) Ecological, behavioural, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. Annu. Rev. Entomol., **50**, 371—393.

Hunt JH (1991) Nourishment and the evolution of the Social Vespidae, p.426-450. In Ross KG, Matthews RW (eds.), The social biology of wasps. Ithaca, New York: Cornell U. P.

Izzo A, Wells M, Huang Z, Tibbetts E. (2010) Cuticular hydrocarbons correlate with fertility, not dominance, in a paper wasp, *Polistes dominulus*. Behav. Ecol. Sociobiol., 64: 857–874. DOI 10.1007/s00265-010-0902-7.

Jallon JM, David JR (1987) Variations in cuticular hydrocarbons among the eight species of the *Drosophila melanogaster* subgroup. Evolution, 41(2): 294–302.

Jeanne RL (1972) Social biology of the Neotropical wasp *Mischocyttarus drewseni*. Bull. Mus. Comp. Zool., 3: 63– 150.

- Jeanne RL (1980) Evolution of social behavior in Vespidae. *Annu. Rev. Entomol.*, 25: 371–395.
- Jeanne RL (1991) Polyethism, p389-425. In Ross KG, Matthews RW (eds), *The social biology of wasps*. Ithaca: Cornell U. P.
- Kaib M, Brandl R, Bagine RKN (1991) Cuticular hydrocarbons profiles: a valuable tool in termite taxonomy. *Naturwissenschaften*, 78: 176–179.
DOI:10.1007/BF01136208.
- Kather R, Martin SJ (2012) Cuticular hydrocarbon profiles as a taxonomic tool: advantages, limitations and technical aspects. *Physiol. Entomol.*, 37, 25–32.
DOI:10.1111/j.1365-3032.2011.00826.x
- Landolt PJ, Jeanne RL, Reed HC (1998) Chemical communication in social wasps, p.216-235. In Vander Meer RK et al. (Eds). *Pheromone communication in social insects: ants, wasps, bees, and termites*. Colorado: Westview Press.
- Layton JM, Camann MA, Espelie KE (1994) Cuticular lipids profiles of queens, workers and males of social wasp *Polistes metricus* say are colony-specific. *J. Chem. Ecol.*, 20(9): 2307–2321. DOI: 10.1007/BF02033205.
- Le Conte Y, Hefetz A (2008) Primer pheromones in social hymenoptera. *Annu. Rev. Entomol.*, **53**: 523 – 542.
- Leal WS (2005) Pheromone reception. *Top. Curr. Chem.*, 240: 1-36. DOI: 10.1007/b98314.
- Liebig J, Peeters C, Oldham NJ, Markstadter C, Holldobler B (2000) Are variations in cuticular hydrocarbons of queens and workers a reliable signal of fertility in the ant *Harpegnathos saltator*?. *P. Natl. Acad. Sci. USA.*, 97(8): 4124–4131
Doi:10.1073/pnas.97.8.4124.

- Lockey KH (1988) Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function. *Comp. Biochem. Phys. B.*, v. 89, p. 595-645.
- Lorenzi M, Bagnères AG, Clément JL (1996) The role of cuticular hydrocarbons in social insects: is it the same in paper-wasps? P.178-188. In Turillazzi S, West-Eberhard MJ (eds). *Natural history and evolution of paper-wasps*. New York: Oxford U. P.
- Lorenzi MC, Bagnères AG, Clément JL, Turillazzi S (1997) *Polistes biglumis bimaculatus* epicuticular hydrocarbons and nestmate recognition (Hymenoptera, Vespidae). *Insect. Soc.*, 44: 123–138. Doi 10.1007/s000400050035.
- Markiewicz DA, O'Donnell S (2001) Social dominance, task performance and nutrition: implications for reproduction in eusocial wasps. *J. Comp. Physiol. A Sens. Neural Behav. Physiol.*, 187: 327–333.
- Martin SJ, Helantera H, Drijfhout FP (2008) Evolution of species-specific cuticular hydrocarbon patterns in *Formica* ants. *Biol. J. Linn. Soc.*, 95: 131–140. DOI:10.1111/j.1095-8312.2008.01038.x.
- Monnin T (2006) Chemical recognition of reproductive status in social insects. *Ann. Zool. Fenn.*, 43: 515–530.
- Neves EF, Andrade LHC, Suárez YR, Lima SM, Antonialli-Junior WF (2012) Age-related changes in the surface pheromones of the wasp *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera: Vespidae). *Genet. Mol. Res.*, 11 (3): 1891-1898. DOI: 10.4238/2012.July.19.8
- O'Donnell S (1998) Dominance and polyethism in the eusocial wasp *Mischocyttarus mastigophorus* (Hymenoptera: Vespidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 43: 327–331. DOI:10.1007/s002650050498.

- Page REJr, Metcalf RA, Metcalf RL, Erickson EHJr, Lampman RL (1991) Extractable hydrocarbons and kin recognition in honeybee (*Apis mellifera* L.). J. Chem. Ecol., 17(4): 745–756. DOI 10.1007/BF00994197.
- Pardi L (1948) Dominance order in *Polistes* wasps. Physiol. Zool., 21: 1–13.
- Peeters C, Monnin T, Malosse C (1999) Cuticular hydrocarbons correlated with reproductive status in a queen less ant. P. Roy. Soc B., 266: 1323–1327. DOI:10.1098/rspb.1999.0782.
- Pratte M, Jeanne RL (1984) Antenal drumming behavior in *Polistes* wasps (Hymenoptera: Vespidae). Z. Angew., 66: 177–188.
- Provost E, Blight O, Tirard A, Renucci M (2008) Hydrocarbons and insects' social physiology, p.19-72. In Maes RP (eds), Insect Physiol. new res. Nova Science Publishers.
- Ratnieks FLW (1991) The evolution of genetic odor-cue diversity in social hymenoptera. Am. Nat., 137 (2): 202-226.
- Richard FJ, Hunt JH (2013) Intracolony chemical communication in social insects. Insectes Soc., 60: 275–291. DOI 10.1007/s00040-013-0306-6.
- Ross KG, Matthews RW (1991) The social biology of wasps. Ithaca, New York: Cornell U. P.
- Singer TL, Espelie KE (1992) Social wasps use nest paper hydrocarbons for nestmate recognition. Anim. Behav., 44(1): 63–68. DOI.org/10.1016/S0003-3472(05)80755-9.
- Singer TL, Espelie KE (1997) Exposure to nest paper hydrocarbons is importante for nest recognition by a social wasp, *Polistes metricus* Say (Hymenoptera, Vespidae). Insectes Soc., 44: 245–254. DOI 10.1007/s000400050045.

- Singer TL, Espelie KE, Gamboa GJ (1998) Nest and nestmate discrimination in independent-founding wasp, p.104-125. In Vander Meer RK et al. (eds.). Pheromone communication in social insects, Westview, Boulder.
- Sledge MF, Boscaro F, Turillazzi S (2001) Cuticular hydrocarbons and reproductive status in the social wasp *Polistes dominulus*. Behav. Ecol. Sociobiol., 49: 401–409. DOI:10.1007/s002650000311.
- Strassmann JE, Meyer DC, Marlock RL (1984) Behavioral castes in the social wasp, *Polistes exclamans* (Hymenoptera: Vespidae). Sociobiology, 8: 211–224.
- Sturgis SJ, Gordon DM (2012) Nestmate recognition in ants (Hymenoptera: Formicidae): a review. Myrmecological News, v. 16, p. 101–110.
- Sutton BD, Carlson DA (1993) Interspecific variation in tephritid fruit fly larvae surface hydrocarbons. Arch. Insect Biochem. Physiol., 23(2):53–65. DOI:10.1002/arch.940230202.
- Tannure-Nascimento IC, Nascimento FS, Turatti IC, Lopes NP, Trigo JR, Zucchi R (2007) Colony membership is reflected by variations in cuticular hydrocarbon profile in a Neotropical paper wasp, *Polistes satan* (Hymenoptera, Vespidae). Genet. Mol. Res., v.6, p. 390-396.
- Torres VO, Antonialli-Junior WF, Giannotti E (2009) Divisao de trabalho em colonias da vespa social neotropical *Polistes canadensis canadenses* Linnaeus (Hymenoptera, Vespidae). Rev. Bras. Entomol., 53(4): 593–599.
- Torres VO, Montagna TS, Raizer J, Antonialli-Junior WF (2012) Division of labor in colonies of the eusocial wasp, *Mischocyttarus consimilis*. J. Insect Sci., 12:21. DOI: 10.1673/031.012.2101.

- Van Wilgenburg E, Felden A, Choe DH, Sulc R , Luo J ,Shea KJ , Elgar MA , Tsutsui ND (2011). Learning and discrimination of cuticular hydrocarbons in a social insect. *Biol. Lett.*, v. 8, n. 1, p. 17–20.
- Van zweden JS, D'ettorre P (2010) Nestmate recognition in social insects and the role of hydrocarbons, p. 222-243. In Blomquist GJ, Bagnères AG (eds). *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Vander Meer RK, Morel L (1998) Nestmate recognition in ants, p.79-103. In: Vander Meer RK, Breed M, Winston M, Espelie KE (eds). *Pheromone communication in social insects*. Westview Press Boulder. 368p.
- Vilela EF, Della Lucia TMC (2001) Introdução aos semioquímicos e terminologia, p. 9-12. In: _____. *Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. Ribeirão Preto: Holos Editora.
- Wilson EO (1971) *The insect societies*. Belknap Press, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 548p.
- Wilson EO (1975) *Sociobiology the new synthesis*. Cambridge, MA: Ed. Belknap press. 697p.
- Zahavi A (2008) The handicap principle and signalling in collaborative systems, p. 1-9. In D'ettorre P, Hughes DP (Eds). *Sociobiology of communication: Na interdisciplinary perspective*. New York: Oxford U. P.
- Zara FJ, Balestieri JBP (2000) Behavioural catalogue of *Polistes versicolor* Oliver (Vespidae: Polistinae) post-emergence colonies. *Naturalia*, 25: 301– 319.

Variação inter e intraespecífica dos compostos químicos cuticulares de vespas eussociais Polistinae

Eva R. P. Soares^{1,2}; Rafael da S. Souza³; Nathan R. Batista²; Cláudia A. L. Cardoso³; Viviana de O. Torres²; Fabio S. Nascimento⁴; William F. Antonialli-Junior^{1,2}

1 Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. 2 Laboratório de Ecologia Comportamental, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. 3 Centro de pesquisa em biodiversidade, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. 4 Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 14040-901 Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

*Endereço para correspondência: evapereirasouares@gmail.com.

RESUMO

As vespas sociais são notáveis devido a várias características comportamentais, sobretudo, seu variável nível de organização social. Para manter a organização desse sistema, os insetos sociais desenvolveram mecanismos de comunicação química específicos, nos quais utilizam diversos tipos de compostos químicos que mediam diferentes interações comportamentais, dentre esses, os hidrocarbonetos cuticulares (HCs), que devido sua importância comprovada como sinais de reconhecimento entre coespecíficos, também vem sendo investigados como ferramenta taxômica para avaliar diferenças intra e interespecíficas. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo avaliar a variação inter e intraespecífica dos compostos químicos cuticulares entre colônias de espécies de vespas sociais. Para avaliar os compostos químicos cuticulares foi utilizada a técnica cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM). Todas as colônias pertencentes a mesma espécie apresentaram uma variedade de hidrocarbonetos cuticulares (HCs), entre C₁₇ a C₃₇. Em relação aos compostos identificados em ordem de maior abundância, estão os alcanos ramificados, alcanos lineares e alcenos, respectivamente. Os resultados evidenciam que há diferenças quantitativas e qualitativas entre os perfis de HCs das espécies avaliadas. Além disso, as colônias também diferiram entre si de forma quali e quantitativa, conferindo a cada espécie e/ou colônia um perfil químico cuticular particular, que pode ter relação em alguns casos com o tipo de ambiente em que as colônias estavam nidificadas.

Palavras-chave: alcanos, perfil químico, feromônios de superfície.

ABSTRACT

The social wasps are notable due to various behavioral characteristics, especially its variable level of social organization. To maintain the organization of this system the social insects developed specific mechanisms of chemical communication in which use various types of chemical compounds that mediate different behavioral interactions among these, the cuticular hydrocarbons (CHs), which because of its importance proven as recognition signals between conspecifics, is also being investigated as taxonomic tool to assess intra- and interspecific differences. Thus, this study aimed to evaluate the inter and intraspecific variation of chemical compounds cuticular between colonies of social wasp species. To evaluate the cuticular chemical compounds was used the technique of gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). All colonies of the same species showed a variety of cuticular hydrocarbons (CHs) between the C_{17} – C_{37} . In relation to the compounds identified in order of greatest abundance, are branched alkanes, linear alkanes and alkenes, respectively. The results show that there are relevant differences between the HCs profiles the species evaluated. In addition, each of your colonies also differ in qualitatively and quantitatively, giving each species and colony or one particular cuticular chemical profile, which may be related in some cases to the type of environment in which the colonies were nesting.

Keywords: alkanes, chemical profile, surface pheromones.

INTRODUÇÃO

Os insetos eussociais apresentam um sistema de organização que os define, no qual há a divisão de trabalho reprodutivo, cuidado cooperativo com a prole e sobreposição de gerações adultas (Wilson 1971). Esta organização é mantida pela troca de sinais durante suas interações, sobretudo os sinais químicos, que são recebidos e processados pelo cérebro e resultam em respostas mecânicas (Chapman 1998). Dentre estes insetos estão as vespas sociais pertencentes à subfamília Polistinae, que são conhecidas popularmente como “marimbondos ou cabas” e, juntamente com algumas espécies de abelhas, todas as espécies de formigas e cupins, apresentam elevados níveis de organização e socialidade (Wilson 1971).

Portanto, uma das condições que favoreceram a evolução e coesão dessa complexa sociedade é a capacidade de reconhecimento entre companheiros e não

companheiros de ninhos (Singer *et al* 1998). A comunicação química é de fato, a mais amplamente difundida entre os insetos sociais, a qual é baseada em informações transmitidas por compostos químicos denominadas de semioquímicos ou ainda chamados de feromônios, quando usados durante a comunicação entre indivíduos da mesma espécie (Billen 2006).

Estes feromônios normalmente são divididos em dois tipos: substâncias leves e voláteis que são secretadas por glândulas e cadeias de hidrocarbonetos encontradas na cutícula (Howard 1993). Tais hidrocarbonetos cuticulares (HCs) estão agrupados numa classe de compostos pouco voláteis conhecidos como “feromônios de superfície” que são absorvidos pela superfície do corpo e são percebidos por outros insetos, a distâncias pequenas ou detectados por contato direto (Abdalla *et al* 2003).

Os HCs são compostos formados basicamente de hidrogênio e carbono e têm recebido maior atenção nas últimas décadas (Blomquist & Bagnères 2010). Estes compostos fazem parte da camada lipídica que recobre a cutícula dos insetos e são essenciais para a sua sobrevivência, pois têm como função primária evitar dessecação dos indivíduos (Lockey 1988), além de criar uma barreira contra microrganismos (Provost *et al* 2008). Estes HCs são sintetizados juntamente com outros lipídios que compõem a cutícula, os quais são produzidos nos oenócitos, células secretoras derivadas de células epidérmicas (Lockey 1988) e transportados até a cutícula via hemolinfa por proteínas chamadas lipoforinas e depositados em diversas partes o corpo do inseto (Bagnères & Blomquist 2010).

Dentre as centenas de HCs já identificados nos insetos existem três grupos que se destacam: os *n*-alcanos, os compostos com ramificações metil e os hidrocarbonetos insaturados (Blomquist 2010). Estes compostos atuam ainda, como sinais durante a comunicação entre os insetos, sobretudo, os sociais, possibilitando o reconhecimento de companheiros de ninho, do seu sexo, e casta (Howard 1993, Singer *et al* 1998; Vander Meer & Morel 1998).

Esse sistema de reconhecimento elaborado permite a identificação de co-específicos, mas também a distinção entre aqueles que possuem relação de parentesco, uma vez que estes compostos presentes na cutícula dos insetos podem variar de acordo com fatores genéticos ou mesmo exógenos (Ratnieks 1991, Page *et al* 1991, Arnold *et al* 1996, Dahbi *et al* 1996, Gamboa *et al* 1996, Blomquist & Bagnères 2010, Kather & Martin 2012). Dentre os componentes exógenos, aquele que contribui de forma relevante é a dieta (Le Moli *et al* 1992, Liang & Silverman 2000, Buczkowski *et al*

2005, Sovari *et al* 2008). Ainda em relação a dieta, estes compostos também podem variar de acordo com o ambiente em que suas colônias estão nidificadas.

Portanto, outra função importante destes compostos, já explorada em espécies de vespas sociais é poder atuar como ferramenta biogeográfica, como já comprovada na espécie *Polistes dominula*, na qual estes sinais variam significativamente entre diferentes populações desta espécie (Dapporto *et al* 2004), podendo portanto, serem usados como ferramenta taxonômica.

Contudo, ainda existem relativamente poucos trabalhos explorando este tema, de fato, entre os trabalhos que avaliaram o uso dos HCs como ferramenta taxonômica, em insetos sociais temos: Kaib *et al* (1991) com térmitas, Martin *et al* (2008) com formigas e Baracchi *et al* (2010) com vespas Stenogastrinae.

Atualmente, o perfil químico de HCs vem sendo cada vez mais explorado como um marcador bioquímico, servindo com uma ferramenta complementar útil para avaliar variações entre populações de insetos (Dapporto *et al* 2004, Calderón-Fernández *et al* 2005).

No entanto, apesar da importância reconhecida destes compostos como sinalizadores e ou marcadores bioquímicos, ainda são poucos os trabalhos que já exploraram seu uso como ferramenta para avaliar as variações inter e intraespecíficas, sobretudo em vespas sociais. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as relações intra e interespecíficas entre espécies de vespas Polistinae empregando seus perfis químicos cuticulares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta

As coletas foram realizadas em diferentes áreas dos municípios de Ivinhema, Mundo Novo e Dourados no Estado de Mato Grosso do Sul e, Guaíra e Palotina no Estado do Paraná. Foram coletadas colônias das seguintes espécies de vespas Polistinae: *Mischocyttarus bertonii*, *Mischocyttarus latior*, *Polistes versicolor*, *Polybia paulista* e *Mischocyttarus consimilis*, cujo número de colônias por local está discriminado na Tabela 1.

Após coleta, todos os indivíduos adultos foram sacrificados por congelamento e conservados até o momento da extração dos compostos, uma vez que o uso de qualquer tipo de fixador ou conservante químico poderia reagir com os compostos da cutícula.

Para padronização das condições das colônias, todas foram coletadas em fase de pós-emergência.

Extração dos compostos cuticulares para análise química

Os compostos cuticulares foram extraídos por contato de cada indivíduo durante 2 minutos em 2mL de hexano (Vetec, grau HPLC). Em seguida cada extrato obtido foi seco em capela de exaustão e armazenado até o dia da análise, sendo então solubilizados em 200 µL de hexano. Foram feitas extrações de 3 a 10 fêmeas adultas por colônia, número que variou de acordo com o número de indivíduos na colônia e número de colônias coletadas e também da espécie, uma vez que algumas espécies foram mais abundantes que outras.

As espécies utilizadas foram identificadas pelo Prof. Dr. Orlando Tobias Silveira (Museu Paraense Emílio Goeldi), especialista na área de taxonomia, sistemática e biogeografia de Vespidae.

As análises foram realizadas em um sistema de cromatografo a gás acoplado à espectrometria de massa CG-MS (SHIMADZU, modelo GCMS-QP 2010) equipado com uma coluna DB5-MS (30.0 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,25 µm de espessura de filme). Rampa de aquecimento com temperatura inicial de 150°C alcançando 280°C à 3°C min⁻¹ e permanecendo na temperatura final por 25 minutos. O hélio (99,999 %) foi empregado como gás de arraste em um fluxo de 1 mL min⁻¹ e as injeções foram de 1 µL no modo splitless. As temperaturas do injetor, detector e da linha de transferência foram 250°C, 250°C e 290°C, respectivamente. Os parâmetros de varredura do espectrômetro de massas incluíram voltagem de ionização de impacto de elétron de 70 e V, na faixa de massa de 40 a 600 m/z e com intervalo de varredura de 0.3s.

Para identificação dos compostos analisados foram empregados os índices de retenção calculados (Van den Dool & Kratz, 1963) empregando uma série de alcanos lineares, a biblioteca do equipamento (NIST21 e WILEY229), análise dos espectros de massas. No caso dos alcanos lineares (C₈-C₄₀) também foram empregados os padrões destes compostos.

A área do pico de cada composto foi determinada por integração manual de cada cromatograma de íons totais (TIC). Em seguida todas as áreas foram transformadas em áreas percentuais relativas.

Análise estatísticas

Foram realizadas análises discriminantes para avaliar as diferenças inter e intraespecíficas empregando o Software SYSTAT 12, utilizando os valores percentuais calculados a partir das áreas dos picos representadas nos cromatogramas de cada vespa. Para reduzir o número de variáveis, todos os compostos presentes em menos do que 75% das amostras pertencentes ao mesmo grupo (espécies e/ou colônia) foram excluídos de acordo com a metodologia já proposta por Dapporto *et al* (2004). Portanto, o número de compostos comuns e o número de compostos utilizados para análises estatísticas irão diferir.

RESULTADOS

Variação interespecífica entre 5 espécies de vespas Polistinae

Os compostos químicos identificados no perfil químico das 5 espécies variaram de C₁₇ a C₃₇ e, dentre estes compostos os mais frequentes foram os alcanos ramificados, alcanos lineares e alcenos, respectivamente. De acordo com as Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6, é possível detectar diferenças qualitativas e quantitativas entre a composição química cuticular de cada espécie. Além disso, na maioria das espécies o número de compostos identificados foi maior que 50% e, em termos de abundância, estes compostos representaram mais de 80% das amostras.

Em termos comparativos, a espécie *M. consimilis* apresenta o maior número de compostos identificados (60) e destes, o nonadecano, 4,8-dimetil hexacosano e 7 metil tritriacontano das espécies analisadas foram detectados somente nesta espécie sendo compostos exclusivos de algumas colônias analisadas. Já *M. latior* apresentou o menor número de compostos identificados, 43, sendo o tritriacontano detectado apenas em *M. latior* sendo exclusivo em uma das colônias analisadas. Para *M. bertonii* 61 compostos foram identificados, dentre estes o 8-metil tetracosano, x-metil tritriacontano, 2-metil docosano, 7-metil pentacosano, 11-metil dotriacontano, 10-metil dotriacontano, pentatriacontano, 7-metil nonacosano, 14-metil triacontano e x-metil pentatriacontano foram encontrados somente nesta espécie sendo identificados com exclusividade em duas das colônias analisadas desta espécie, sendo portanto, a espécie com maior número de compostos encontrados somente em colônias de *M. bertonii*. Na cutícula de *P. versicolor* foram identificados 53 compostos e destes o composto octadecano foi

detectado apenas nesta espécie. De *P. paulista* foram identificados 54 compostos e nenhum deles foi exclusivo desta espécie.

Portanto, apenas analisando as diferenças qualitativas entre as espécies é possível identificar uma nítida separação entre elas, uma vez que há variação na quantidade de compostos identificados, abundância e exclusividade de compostos em algumas colônias analisadas na maioria das espécies estudadas.

Dentre os compostos identificados 10 ocorreram em todas as espécies: 3-metil octadecano (1), pentacosano (2), heptacosano (3), 3-metil heptacosano (4), octacosano (5), x-metil octacosano (6), 3-metil octacosano (7), nonacosano (8), 13-metil nonacosano (9) e 3-metil triacontano (10) (Fig. 1). Contudo, ao analisar a abundância de cada composto nos cromatogramas (Fig. 1) é possível identificar diferenças quantitativas entre eles. Os compostos 1, 2, 5 e 6 apresentam baixa abundância em todas as espécies analisadas, já o composto 4 teve menor abundância apenas em *P. versicolor*.

O composto 7 ocorre em maior abundância, na espécie *M. latior*. Os compostos 9 e 10 apresentaram baixa abundância nas três espécies de *Mischocyttarus*, variando nas demais. Por fim o composto 8 apresentou baixa abundância apenas em *M. bertonii*.

Além disso, ao analisar as diferenças quantitativas entre os compostos comuns à 75% das amostras, apenas 10 foram utilizados para a análise discriminante. Neste sentido, a análise discriminante comprovou que há diferenças significativas entre estes 10 compostos químicos cuticulares entre as espécies (Wilks' Lambda= 0,006; F= 44,412; p<0,001 Fig. 1), dentre os quais 9 foram importantes para a separação dos grupos. A primeira raiz canônica explicou 61,2 % dos resultados e a segunda 27,4 %, portanto, juntas explicam 88,6 % dos resultados.

Ao analisar o diagrama de dispersão é possível identificar que o agrupamento das amostras das espécies não seguiu um padrão de proximidade filogenética entre elas, uma vez que as três espécies de *Mischocyttarus* ficaram relativamente separadas, sendo que apenas *M. latior* e *M. bertonii* ficaram mais próximas, enquanto *M. consimilis* se aproximou mais de *P. versicolor*.

Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie

Mischocyttarus consimilis

As colônias de *M. consimilis* apresentaram um total de 163 compostos, destes 60 foram identificados (Tab. 2), ou seja, 47,8 % dos compostos, contudo, em termos de abundância os compostos identificados representam 76,72 % $\pm$ 4,44 % do total. Em

ordem de maior frequência dos compostos identificados estão os metil alcanos, os alcanos lineares, os dimetil alcanos, seguido por alcenos, respectivamente.

Dentre os compostos identificados 44 foram comuns a todas as colônias analisadas, os quais estão identificados na Tab. 2, portanto, é nítida a diferença qualitativa entre as colônias, uma vez que alguns compostos foram exclusivos para algumas delas.

Além disso, há diferenças quantitativas significativas entre os perfis químicos das colônias (Wilks'Lambda= 0,001; F= 2,426; $p < 0,001$ Fig. 5). Dos 87 compostos presentes em mais de 75% das amostras, 53 foram importantes para a separação dos grupos. Na análise a primeira raiz canônica explicou 80 % dos resultados e a segunda 8 %, portanto, juntas explicam 88 % dos resultados (Fig. 5).

Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie *Mischocyttarus bertonii*

Nas amostras de *M. bertonii* foi possível detectar 93 compostos, dos quais 61 foram identificados (Tab. 3), portanto, 64,5 % do total. Foram identificados 36 metil alcanos, 15 alcanos lineares, 5 dimetil alcanos e 4 alcenos, respectivamente, além disso, em termos de abundância os compostos identificados representaram em média $90,26 \pm 4,71$ % do total.

Dos compostos identificados, 21 foram comuns a todas as colônias: 3-metil octadecano, 3- metil tricosano, x-metil tetracosano, pentacosano, 5- metil pentacosano, 3-metil pentacosano, hexacosano, 1-heptacoseno, heptacosano, 13-metil heptacosano, 5-metil heptacosano, 3-metil heptacosano, octacosano, x-metil-octacosano, nonacosene, nonacosano, 13,17- dimetil nonacosano, triacontano, 3-metil triacontano, hentriacontano, 13-metil hentriacontano, tritriacontano, 13, 17-dimetil tritriacontano (Tab. 3). No entanto, apesar do número de compostos comuns às colônias é possível identificar uma diferença qualitativa entre elas.

Além disso, há diferenças quantitativas significativas entre os perfis químicos das colônias (Wilks'Lambda= 0,001; F= 6,647; $p < 0,001$ Fig. 1), e dentre os 19 compostos presentes em 75% das amostras 13 foram importantes para a separação dos grupos. A primeira raiz canônica explicou 83 % dos resultados e a segunda 9 %, portanto, juntas explicam 92 % dos resultados (Fig. 1).

Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie

Mischocyttarus latior

Foram detectados 81 compostos químicos cuticulares entre as colônias de *M. latior*, dos quais 43 (53 %) foram identificados (Tab. 4). Foram identificados, 25 metil alcanos, 15 alcanos lineares, 2 dimetil alcanos e apenas 1 alceno, respectivamente, os quais em termos de abundância representam $88,56 \% \pm 3,07 \%$ do total de compostos identificados.

Dentre os compostos identificados, 26 foram comuns a todas as colônias: 3-metil octadecano, nonadecano, 2-metil nonadecano, eicosano- 2-metil heneicosano, docosano, 2-metil docosano, 7-pentacoseno, 5-metil pentacosano, hexacosano, 3-metil hexacosano, heptacosano, 5-metil heptacosano, 3-metil heptacosano, octacosano, x-metil octacosano, 3-metil octacosano, nonacosano, 13-metil nonacosano, 2-metil nonacosano, triacontano, 14-metil triacontano, 3-metil triacontano, hentriacontano, dotriacontano, x-metil tetratriacontano (Tab. 4). Contudo, ao analisar a Tab. 4 é possível identificar as diferenças qualitativas entre uma colônia e outra.

Além disso, ao analisar diferenças quantitativas apenas entre os compostos presentes em 75% dos indivíduos a análise discriminante aponta que há diferenças quantitativas significativas entre eles (Wilks' Lambda= 0,002; F= 7,356; $p < 0,001$ Fig. 1). Dos 22 compostos utilizados na análise, 9 foram importantes para a separação dos grupos. A primeira raiz canônica explicou 63,3 % dos resultados e a segunda 34,4 %, portanto, juntas explicam 97,7 % dos resultados (Fig. 2).

Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie

Polistes versicolor

Foram encontrados 157 compostos cuticulares nas colônias de *P. versicolor*, dos quais 53 (37, 7%) foram identificados (Tab. 5), contudo, em termos de abundância estes compostos identificados representam $76,55 \% \pm 8,16 \%$ do total. Foram identificados 27 metil alcanos, 19 alcanos lineares, 6 dimetil alcanos e apenas 1 alceno, respectivamente. Do total de compostos 42 foram comuns a todas as colônias Tab. 5. Portanto, é possível identificar diferenças qualitativas entre as colônias.

Por outro lado, a análise discriminante também aponta diferenças quantitativas significativas entre os compostos químicos das colônias desta espécie (Wilks' Lambda= 0,001; F= 6,765; $p < 0,001$ Fig. 4). E, dentre 38 compostos utilizados para análise estatística 22 foram importantes para a separação dos grupos. Neste sentido, as duas

raízes canônicas explicaram 84,5 % dos resultados, sendo que a primeira explicou 68,3 % e a segunda 16,2 % (Fig. 3).

Variação intraespecífica dos compostos químicos cuticulares da espécie

Polybia paulista

Nas colônias desta espécie foi possível detectar 137 compostos, dos quais 54 (39,4 %) foram identificados (Tab. 6), e destes 32 foram metil alcanos, 15 alcanos lineares, 5 dimetil alcanos e 2 alcenos. No entanto, em termos de abundância os compostos identificados representam $85,57 \pm 3,33$ % do total.

Dentre os compostos apenas o composto 14- metil triacontano não foi encontrado em uma das colônias (Tab. 6). Portanto, as colônias de *P. paulista* diferem, de forma geral, quantitativamente uma das outras. De fato, a análise discriminante apontou diferenças quantitativas significativas entre os perfis químicos das colônias (Wilks' Lambda= 0,001; F= 617,804; $p < 0,001$ Fig. 4).

Dentre os 26 compostos utilizados para a análise discriminante, 20 foram importantes para a distinção dos grupos, sendo que a primeira raiz canônica explicou 84,2 % dos resultados e a segunda 15,2 % (Fig. 4), no qual houve a separação nítida das três colônias analisadas, as quais foram coletadas em três cidades diferentes.

DISCUSSÃO

De forma geral, dos compostos identificados em todas as espécies os mais abundantes, na ordem, foram os alcanos ramificados, alcanos lineares, e alcenos, respectivamente (Fig. 8). Tannure-Nascimento *et al* (2007) também encontraram resultados similares analisando compostos químicos cuticulares de *Polistes satan*.

Tanto para as análises de distinção inter ou intraespecífica os alcanos ramificados foram os mais importantes para separação dos grupos, junto com alguns lineares. De fato, outros estudos já haviam citados os alcanos ramificados como os compostos mais relevantes para discriminação de coespecíficos, como em colônias de *Polistes dominula* (Bonavita-Cougourdan *et al* 1991, Dani *et al* 1996) e outras *Polistes* (Espelie *et al* 1994, Layton *et al* 1994, Lorenzi *et al* 1997). Contudo, nestes estudos alguns alcanos lineares também foram referidos como relevantes, portanto, os resultados aqui apresentados corroboram estes estudos anteriores.

Danni *et al* (2001) sugeriram que a abundância dos compostos que compõem a assinatura química é importante para a percepção do sinal químico recebido pelo inseto. Neste sentido, os resultados obtidos apontam que os compostos identificados foram os

mais abundantes (mais de 80%), portanto, possivelmente os mais importantes para a composição da assinatura química.

Por outro lado, a maior abundância de alcanos ramificados pode ser explicado pelo fato de que tantos os resultados apresentados aqui, quanto os de Tannure-Nascimento *et al* (2007), referem-se a análise de indivíduos adultos.

De fato, Cotoneschi *et al* (2007) avaliando os diferentes estágios de desenvolvimento de *Polistes dominula* encontraram maior abundância de alcanos lineares em imaturos e maior abundância de alcanos ramificados em adultos, destacando a importância e abundância dos alcanos ramificados em adultos. Espelie & Hermann (1990), também constataram que o perfil químico fica mais complexo do ovo até a forma adulta, sendo que há uma diminuição da abundância dos alcanos lineares e um aumento na abundância dos alcanos ramificados. Os compostos mais pesados, aqueles de cadeia mais longa vão se tornando mais frequentes, inserindo então, uma clara variação nos perfis químicos ao longo dos estágios de desenvolvimento, até a forma adulta (Brown *et al* 1991)

Gamboa *et al* (1996) discutem que tal abundância de alcanos ramificados pode impor dificuldades para o inseto adulto porque, internamente HCs ramificados podem baixar a temperatura do ponto de ruptura da epicutícula, o que aumenta a vulnerabilidade do inseto à dessecação até mesmo em temperaturas ambientes inferiores (Hefetz 2007). Entretanto, o perfil de HCs ricos em uma grande variedade de alcanos ramificados, sugere que estes compostos têm funções adicionais, cujo benefício compensa desvantagem em impermeabilização. Por exemplo, a sua mistura com os alcanos de cadeia linear aumenta a fluidez, o que auxilia no seu transporte através dos canais dos poros, bem como facilita a sua distribuição uniforme sobre a superfície cuticular (Buckner 1993).

Os resultados evidenciam que há diferenças quantitativas e qualitativas entre os perfis de HCs entre as espécies avaliadas. Além disso, cada uma das colônias também diferem entre si de forma quali e quantitativa, conferindo a cada espécie e/ou colônia um perfil químico cuticular particular.

O perfil químico particular de cada colônia (Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6), comprova que os HCs atuam como feromônios de contato para identificação de co-específicos, corroborando com resultados já obtidos por Monnin (2006), Provost *et al* (2008), atuando, portanto, como uma assinatura química não só a nível de indivíduo, mas também da colônia. Tais compostos além de atuarem no reconhecimento do papel de

cada indivíduo dentro da colônia podem ser utilizados para compor a assinatura de cada colônia (Layton *et al* 1994, Sledge *et al* 2001, Dapporto *et al* 2004, Dapporto *et al* 2005, Monnin 2006, Antonialli-Junior *et al* 2007, Tannure-Nascimento *et al* 2008, Cotoneschi *et al* 2009, Izzo *et al* 2010, Neves *et al* 2012).

Uma vez que cada espécie possui em perfil químico característico, eles podem então, serem usados de forma complementar como ferramenta taxonômica. De fato, a importância desses HCs como ferramenta taxonômica em insetos sociais é enfatizada por Bagnères & Wicker-Thomas (2010) e entre os trabalhos que já foram realizados para este fim, podemos citar o de Kaib *et al* (1991) com térmitas, Martin *et al* (2008) com formigas e Baracchi *et al* (2010) com vespas Stenogastrinae.

Além disso, o uso destes compostos como ferramenta taxonômica também é destacado por Kather & Martin (2012), entretanto, esses autores ressaltam que é importante ser utilizada em conjunto com outros métodos convencionais como morfologia, ecologia e análise molecular. Esses autores também enfatizam a confiabilidade dos HCs para este fim, uma vez que são produtos metabólicos estáveis, hereditários e dependentes da espécie.

Em todas as espécies estudadas é possível perceber que apesar do perfil de HCs ser semelhante quanto a diversidade de compostos entre as colônias, ele podem se diferir significativamente em termos quantitativos (Tab. 2, 3, 4, 5 e 6), conferindo a cada colônia uma identidade química cuticular específica. Outros estudos que já mostraram a importância desses compostos para distinção intraespecífica são os de Sledge *et al* (2001) e Tannure-Nascimento *et al* (2007), os quais avaliaram que os HCs também foram significativamente importantes para distinção intraespecífica em *Polistes dominula* e *Polistes satan*, respectivamente.

Este perfil químico característico de cada colônia está relacionado ao fato de que insetos sociais normalmente são eficientes na discriminação de companheiros de ninhos (Wilson 1971, Howard *et al* 1982, Bonavita-Cougourdan *et al* 1987, Arnold *et al* 2000.) e esta discriminação está baseada principalmente em sinais químicos, e os principais compostos envolvidos neste processo são os HCs (Espelie & Hermann 1990, Howard & Blomquist 2005).

Outros trabalhos ainda tem destacado a importância do perfil de HCs para a distinção de populações (Dapporto *et al* 2004). Neste contexto, há estudos que discutem que a semelhança do perfil de HCs está relacionada à proximidade entre colônias, as quais, devem ter um maior nível de parentesco em relação as mais distantes, destacando

a importância dos fatores genético para compor o perfil de HCs das colônias (Dapporto *et al* 2004). Além disso, estes autores sugerem que esta similaridade também pode ser explicada pelo compartilhamento dos mesmos microhabitat entre colônias próximas.

Portanto, a partir dos resultados é possível concluir que, de fato, a composição química cuticular de cada espécie é complexa, em termos de compostos, sendo que entre elas há diferenças qualitativas e quantitativas, demonstrando que, de fato, seus perfis químicos podem ser usados como parâmetro para distinguir estas espécies. Além disto, as diferenças entre colônias de uma mesma espécie, são, de forma geral, quantitativas se agrupando em alguns casos por conta de estarem nidificadas no mesmo tipo de ambiente, ou por ocorrerem próximas umas das outras, destacando, desta maneira a importância dos fatores genéticos e ambientais para compor a assinatura química da colônia. Assim, por estas análises também pode-se inferir que estes compostos podem ser usados como ferramenta biogeográfica para avaliar diferenças entre populações de vespas sociais.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Orlando T. Silveira (Museu Paraense Emílio Goeldi) pela identificação das espécies. À CAPES pela bolsa concedida, ao CNPq e FUNDECT pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla FC, Jones GR, Morgan ED, Cruz-Landim C (2003) Comparative study of the cuticular hydrocarbon composition of *Melipona bicolor* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Meliponini) workers and queens. Genet. Mol. Res., 2: 191–199.
- Antonialli-junior WF, Lima SM, Andrade LHC, Suárez YR (2007) Comparative study of the cuticular hydrocarbon in queens, workers and males of *Ectatomma vizzotoi* (Hymenoptera: Formicidae) by Fourier transform-infrared photoacoustic spectroscopy. Genet. Mol. Res., 6: 492-499.
- Arnold G, Quenet B, Cornuet JM, Masson C, Deschepper B, Estoup A, Gasquil P (1996) Kin recognition in honeybees. Nature, 379: 498. DOI:10.1038/379498a0

- Bagnères AG & Blomquist GJ (2010) Site of synthesis, mechanism of transport and selective deposition of hydrocarbons p.75-99. In Blomquist GJ, Bagnères AG (Eds.). *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry and chemical ecology*. Cambridge: Cambridge U. P. 506p.
- Bagnères AG, Wicker-Thomas C (2010) Site of synthesis, mechanism of transport and selective deposition of hydrocarbons, p.75-99. In Blomquist GJ, Bagnères AG (Eds.), *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Baracchi D, Dapporto L, Tesseo S, Hashim R, Turillazzi S (2010) Medium molecular weight polar substance of the cuticle as tools in the study of the taxonomy, systematics and chemical ecology of tropical hover wasps (Hymenoptera: Stenogastrinae). *J. Zool. Syst. Evol.*, 48(2): 109–114. DOI: 10.1111/j.1439-0469.2009.00543.x.
- Billen J (2006). Signal variety and communication in social insects. *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.*, - VOLUME 17.
- Blomquist GJ (2010) Structure and analysis of insect hydrocarbons, p.19-34. In Blomquist GJ, Bagnères AG (Eds.), *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Blomquist GJ, Bagnères AG (2010) *Insect hydrocarbons: biology, biochemistry, and chemical ecology*. New York: Cambridge U. P.
- Bonavita-Cougourdan A, Clement JL, Lange C (1987) Nestmate recognition: the role of cuticular hydrocarbons in the ant *Camponotus vagus* Scop. *J. Entomol. Science.*, 22: 1–10.
- Bonavita-Cougourdan A, Theraulaz G, Bagnères AG, Roux M, Pratte M, Provost E, Clement JL (1991) Cuticular hydrocarbons, social organization and ovarian

- development in a polistine wasp: *Polistes dominulus* Christ. Comp. Biochem. Physiol., 100: 667–680. DOI: org/10.1016/0305-0491(91)90272-F.
- Brown WV, Spradbery JP, Lacey MJ (1991) Changes in the cuticular hydrocarbon composition during development of the social wasp, *Vespula germanica* (F.) (Hymenoptera: Vespidae). Comp. Biochem. Physiol., Vol 99B pp. 553-562.
- Buckner JS (1993) Cuticular polar lipids of insects, p.227-270. In Stan-Ley-Samuelson DW, Nelson DR (Eds.): Insect lipids: chemistry, biochemistry and biology – University of Nebraska Press, Lincoln and London.
- Buczkowski G, Silverman J (2005) Context-dependent nestmate discrimination and the effect of action thresholds on exogenous cue recognition in the Argentine ant. Anim. Behav., 69: 741–749. DOI:10.1016/j.anbehav.2004.06.027.
- Calderón Fernández G, Juárez MP, Monroy MC, Menes M, Bustamante D M, Mijailovsky S (2005) Intraspecific variability in *Triatoma dimidiata* (Hemiptera: Reduviidae) 54 populations from Guatemala based on chemical and morphometric analyses. J. Med. Entomol., 42: 29-35.
- Chapman R F (1998) The insects: structure and function. Cambridge: Cambridge U. P. 770 p.
- Cotoneschi C, Dani FR, Cervo R, Scala C, Strassmann JE, Queller DC, Turillazzi S (2009) *Polistes dominulus* (Hymenoptera, Vespidae) larvae show different cuticular patterns according to their sex: workers seem not use this chemical information. Chem. Senses, 34: 195–202. DOI: 10.1093/chemse/bjn079.
- Cotoneschi C, Dani FR, Cervo R, Sledge MF, Turillazzi S (2007) *Polistes dominulus* (Hymenoptera: Vespidae) larvae possess their own chemical signatures. J. Insect Physiol., 53, 954–963. Doi: 10.1016/j.jinsphys.2006.12.016.

- Dahbi A, Lenoir A, Tinaud A, Taghizadeh T, Francke W, Hefetz A (1996) Chemistry of the postpharyngeal gland secretion and its implication for the phylogeny of the *Iberian Cataglyphis* species (Hymenoptera: Formicidae). *Chemoecology* 7: 163-171.
- Dani FR, Jones GR, Destri S, Spencer SH, Turillazzi S (2001) Deciphering the recognition signature within the cuticular chemical profile of paper wasps. *Anim. Behav.*, 62: 165-171.
- Dani FR, Turillazzi S, Morgan ED (1996) Dufour gland secretion of *Polistes* wasp: chemical composition and possible involvement in nestmate recognition (Hymenoptera: Vespidae). *J. Insect Physiol.*, 42: 541–548. DOI.org/10.1016/0022-1910(95)00136-0.
- Dapporto L, Palagi E, Turillazzi S (2004) Cuticular hydrocarbons of *Polistes dominulus* as a biogeographic tool: a study of populations from the Tuscan archipelago and surrounding areas. *J. Chem. Ecol.*, 30: 2139–2151.
- Dapporto L, Sledge FM, Turillazzi S (2005) Dynamics of cuticular chemical profiles of *Polistes dominulus* workers in orphaned nests (Hymenoptera, Vespidae). *J. Insect Physiol.*, 51: 969–973. DOI.org/10.1016/j.jinsphys.2005.04.011.
- Espelie K, Chapman RF, Sword GA (1994) Variation in the surface lipids of the grasshopper, *Schistocerca americana* (Drury). *Biochem. Syst. Ecol.*, 22: 563–575. DOI.org/10.1016/0305-1978(94)90068-X.
- Espelie KE, Hermann HR (1990) Surface lipids of the social wasp *Polistes annularis* (L.) and its nest and nest pedicel. *J. Chem. Ecol.*, 16(6): 1841–1852.
- Espelie KE, Hermann HR (1990) Surface lipids of the social wasp *Polistes annularis* (L.) and its nest and nest pedicel. *J. Chem. Ecol.*, 16(6): 1841–1852.

- Gamboa G J (1996) Kin recognition in social wasps, p.161-177. In: Turillazzi S, West-Eberhard MJ. *Natural History and Evolution of Paper-Wasps*. Oxford U P.
- Hefetz A (2007) The evolution of hydrocarbon pheromone parsimony in ants (Hymenoptera: Formicidae) – interplay of colony odor uniformity and odor idiosyncrasy. A review. *Myrmecol. News*. 10, 59-68.
- Howard RW (1993) Cuticular hydrocarbon and chemical communication, p.179-226. In Stanley-Samuelson DW, Nelson DR (Eds.), *Insect lipids: chemistry, biochemistry and biology*. Lincoln: University of Nebraska Press.
- Howard RW, Blomquist GJ (1982) Chemical ecology and biochemistry of insect hydrocarbons. *Annu. Rev. Entomol.*, 27: 149-172.
DOI:10.1146/annurev.en.27.010182.001053
- Howard RW, Blomquist GJ (2005) Ecological, behavioral, and biochemical aspects of insect hydrocarbons. *Annu. Rev. Entomol.*, 50: 371-393.
- Izzo A, Wells M, Huang Z, Tibbetts E (2010) Cuticular hydrocarbons correlate with fertility, not dominance, in a paper wasp, *Polistes dominulus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 64: 857–874. DOI 10.1007/s00265-010-0902-7
- Kaib M, Brandl R, Bagine RKN (1991) Cuticular hydrocarbons profiles: a valuable tool in termite taxonomy. *Naturwissenschaften*, 78: 176–179.
DOI:10.1007/BF01136208.
- Kather R, Martin SJ (2012) Cuticular hydrocarbon profiles as a taxonomic tool: advantages, limitations and technical aspects. *Physiol. Entomol.*, 37: 25–32.
DOI: 10.1111/j.1365-3032.2011.00826.x.
- Layton JM, Camann MA, Espelie KE (1994) Cuticular lipids profiles of queens, workers and males of social wasp *Polistes metricus* say are colony-specific. *J. Chem. Ecol.*, 20(9): 2307–2321. DOI: 10.1007/BF02033205

- Le Moli F, Mori A, Grasso DA (1992) Nestmate and conspecific nonnestmate recognition in *Formica cunicularia* Latr.: the effect of diet difference p.161-165. In Billen J (Ed.), *Biology and evolution of social insects*. Leuven, Belgium: Leuven U. P.
- Liang D, Silverman J (2000) ‘You are what you eat’: diet modifies cuticular hydrocarbons and nestmate recognition in the Argentine ant, *Linepithema humile*. *Naturwissenschaften*. 87: 412–416.
- Lockey KH (1988) Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function. *Comp. Biochem. Physiol. B.*, v. 89, p. 595-645.
- Lorenzi MC, Bagneres AG, Clement JL, Turillazzi S (1997) *Polistes biglumis bimaculatus* epicuticular hydrocarbons and nestmate recognition (Hymenoptera, Vespidae). *Insect. Soc.*, 44: 123–138. Doi 10.1007/s000400050035.
- Martin SJ, Helantera H, Drijfhout FP (2008) Evolution of species-specific cuticular hydrocarbon patterns in *Formica* ants. *Biol. J. Linn. Soc.*, 95: 131–140. DOI:10.1111/j.1095-8312.2008.01038.x.
- Monnin T (2006) Chemical recognition of reproductive status in social insects. *Ann. Zool. Fenn.*, 43: 515–530.
- Neves EF, Andrade LHC, Suárez YR, Lima SM, Antonialli-Junior WF (2012) Age-related changes in the surface pheromones of the wasp *Mischocyttarus consimilis* (Hymenoptera: Vespidae). *Genet. Mol. Res.*, 11 (3): 1891-1898. DOI: 10.4238/2012.July.19.8
- Page REJr, Metcalf RA, Metcalf RL, Erickson EHJr, Lampman RL (1991) Extractable hydrocarbons and kin recognition in honeybee (*Apis mellifera* L.). *J. Chem. Ecol.*, 17(4): 745–756. DOI 10.1007/BF00994197.

- Provost E, Blight O, Tirard A, Renucci M (2008) Hydrocarbons and insects' social physiology, p.19-72. In: Maes RP (eds), *Insect Physiol. New. Res.*, Nova Science Publishers.
- Ratnieks FLW (1991) The evolution of genetic odor-cue diversity in social hymenoptera. *Am. Nat.*, 137(2): 202–226.
- Singer TL, Espelie EK, Gamboa GJ (1998) Nest and nestmate discrimination in independent-founding wasps, p.104-125. In: Vander Meer RK, Breed MD, Winston ML, Espelie EK (eds). *Pheromone communication in social insects*. Boulder, Westview Press.
- Sledge MF, Boscaro F, Turillazzi S (2001) Cuticular hydrocarbons and reproductive status in the social wasp *Polistes dominulus*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 49: 401–409. DOI:10.1007/s002650000311.
- Sovari J, Theodora P, Turillazzi S, Hakkarainen H, Sundsteom L (2008) Food resources, chemical signaling, and nestmate recognition in the ant *Formica aquilonia*. *Behav. Ecol.*, 19: 441–447. DOI: 10.1093/beheco/arm160.
- Tannure-Nascimento IC, Nascimento FS, Turatti IC, Lopes NP, Trigo JR, Zucchi R (2007) Colony membership is reflected by variations in cuticular hydrocarbon profile in a Neotropical paper wasp, *Polistes satan* (Hymenoptera, Vespidae). *Genet. Mol Res.*, v. 6, p. 390-396.
- Tannure-Nascimento IC, Nascimento FS, Zucchi R (2008) The look of royalty: visual and odour signals of reproductive status in a paper wasp. *Proc. R. Soc. B.*, 275: 2555–2561.
- Van den Dool H, Kratz PD (1963) Ageneralization index system includind linear temperature programmed gas-liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 11, 463-471.

- Vander Meer RK, Morel L (1998) Nestmate recognition in ants, p.79-103. In: Vander Meer RK, Breed M, Winston M, Espelie KE (eds). Pheromone communication in social insects. Westview Press Boulder. 368p.
- Wilson EO (1971) The insect societies. Belknap Press, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 548p.

Tabela 1. Número total de colônias coletadas e, por local de coleta para cada espécie de vespas sociais Polistinae.

Espécie	Nº de colônias coletadas	Local de coleta (número de colônias coletadas por município).
<i>Mischocyttarus bertonii</i>	5	Mundo Novo (5)
<i>Mischocyttarus latior</i>	4	Dourados (2); Ivinhema (2)
<i>Polistes versicolor</i>	5	Mundo Novo (3); Dourados (1); Guaíra (1)
<i>Polybia paulista</i>	3	Mundo Novo (1); Ivinhema (1); (Dourados)
<i>Mischocyttarus consimilis</i>	11	Mundo Novo (9); Dourados (1); Palotina (1)

Tabela 2. Valores médios de área relativa percentual e seus desvios padrões de hidrocarbonetos cuticulares identificados nas colônias de *Michocytarus consimilis*.

Tempo de retenção (min)	Composto	Ind. Calc	Ind. lit	Col. 1 Média ± DP (%)	Col. 2 Média ± DP (%)	Col. 3 Média ± DP (%)	Col. 4 Média ± DP (%)	Col. 5 Média ± DP (%)	Col. 6 Média ± DP (%)	Col. 7 Média ± DP (%)	Col. 8 Média ± DP (%)	Col. 9 Média ± DP (%)	Col. 10 Média ± DP (%)	Col. 11 Média ± DP (%)
9,774	5-metil heptadecano	1752	1749	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08 ± 0,12	0,01 ± 0,01
10,985	Octadecano	1795	1800	-	0,13 ± 0,12	0,03 ± 0,05	0,06 ± 0,06	0,20 ± 0,22	0,20 ± 0,03	0,46 ± 0,64	0,22 ± 0,10	0,07 ± 0,11	0,04 ± 0,05	0,03 ± 0,01
13,442	3-metil octadecano*	1872	1875	0,05 ± 0,03	0,06 ± 0,01	0,11 ± 0,04	0,16 ± 0,12	0,12 ± 0,04	0,16 ± 0,03	0,15 ± 0,03	0,16 ± 0,04	0,23 ± 0,12	0,35 ± 0,27	0,09 ± 0,02
16,626	2-metil nonadecano*	1964	1962	0,55 ± 0,32	3,25 ± 2,80	2,54 ± 1,74	1,73 ± 2,67	2,65 ± 2,56	3,64 ± 2,84	0,89 ± 0,90	2,05 ± 0,68	1,92 ± 1,86	0,17 ± 0,02	0,19 ± 0,28
17,959	Eicosano*	2001	2000	0,05 ± 0,07	0,78 ± 0,45	0,55 ± 0,15	0,83 ± 0,5	1,34 ± 0,74	0,96 ± 0,11	1,27 ± 1,39	1,28 ± 0,22	1,27 ± 0,62	0,08 ± 0,04	0,28 ± 0,24
21,733	Heneicosano	2099	2100	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,06	0,08 ± 0,04	0,06 ± 0,07	0,01 ± 0,03	0,36 ± 0,51	-
23,266	9-metil heneicosano*	2140	-	1,36 ± 1,58	0,26 ± 0,45	3,56 ± 3,19	1,12 ± 0,98	2,64 ± 3,27	0,94 ± 1,63	5,36 ± 4,79	7,99 ± 2,92	4,61 ± 5,84	0,12 ± 0,17	0,89 ± 1,54

24,428	2-metil heneicosano*	2170	-	1,76 ± 0,68	4,85 ± 1,70	3,9 ± 3,43	8,41 ± 5,24	9,78 ± 4,62	10,91 ± 4,01	4,99 ± 4,46	11,12 ± 3,26	6,76 ± 4,55	1,67 ± 0,05	2,24 ± 2,51
25,604	Docosano*	2201	2200	0,03 ± 0,02	0,22 ± 0,04	0,31 ± 0,05	0,23 ± 0,20	0,46 ± 0,13	0,33 ± 0,03	0,33 ± 0,47	0,6 ± 0,15	0,99 ± 0,43	0,11 ± 0,02	0,29 ± 0,14
28,393	1-tricosene	2278	2289	-	-	0,01 ± 0,02	-	-	0,03 ± 0,05	0,14 ± 0,20	0,02 ± 0,04	-	-	-
29,491	Tricosano*	2301	2300	0,03 ± 0,02	0,10± 0,11	0,09 ± 0,01	0,40 ± 0,46	0,23 ± 0,06	0,50 ± 0,57	0,20 ± 0,13	0,26 ± 0,08	0,30 ± 0,37	1,59 ± 2,16	0,05 ± 0,01
30,548	x-metil tricosano*	2329	-	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0,08 ± 0,06	0,03 ± 0,03	0,09 ± 0,08	0,15 ± 0,11	0,05 ± 0,07	0,06 ± 0,05	0,04 ± 0,06	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,03
32,258	3- metil tricosano	2373	2371	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,14 ± 0,03	0,05 ± 0,04	0,04 ± 0,05	0,06 ± 0,06	-	0,02 ± 0,02	-
33,313	Tetracosano*	2401	2400	0,04 ± 0,03	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,03	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,05± 0,06	0,09 ± 0,10	0,02 ± 0,03

33,543	x,y- dimetil tricosano	2406	-	-	-	0,02 ± 0,02	-	-	-	-	-	-	0,04 ± 0,06	-
34,445	10- metil tetracosano	2431	2434	-	0,01 ± 0,01	-	0,01 ± 0,01	0,15 ± 0,17	0,01 ± 0,01	-	0,06 ± 0,03	-	0,11 ± 0,13	-
36,179	7-pentacoseno	2477	2476	-	0,14 ± 0,24	0,03 ± 0,03	0,08 ± 0,08	0,32 ± 0,27	0,3 ± 0,31	0,49 ± 0,10	0,43 ± 0,11	0,16 ± 0,28	0,13 ± 0,14	0,01 ± 0,02
37,058	pentacosano*	2501	2500	0,06 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,13 ± 0,03	0,51 ± 0,17	0,26 ± 0,06	0,29 ± 0,09	0,19 ± 0,14	0,18 ± 0,09	0,29 ± 0,30	1,43 ± 1,79	0,12 ± 0,03
38,308	x- metil pentacosano	2535	-	-	-	-	0,06 ± 0,08	-	0,02 ± 0,04	-	-	0,02 ± 0,05	0,12 ± 0,17	-
38,811	5- metil pentacosano*	2549	2549	0,11 ± 0,06	0,09 ± 0,02	0,27 ± 0,09	0,43 ± 0,36	0,33 ± 0,4	0,11 ± 0,11	0,09 ± 0,04	0,12 ± 0,04	0,34 ± 0,17	0,42 ± 0,35	0,16 ± 0,01
39,725	3- metil pentacosano*	2573	2572	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,12 ± 0,05	0,23 ± 0,18	0,08 ± 0	0,57 ± 0,83	0,12 ± 0,04	0,03 ± 0,03	0,23 ± 0,25	0,04 ± 0,02
40,711	hexacosano*	2600	2600	0,05 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,1 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,04	0,10 ± 0,06	0,03 ± 0,01
43,082	2-metil hexacosano	2656	2656	0,03 ± 0,03	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,04	0,02 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,03	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	-	0,01 ± 0,01
43,303	3- metil hexacosano*	2672	2672	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,03	0,13 ± 0,08	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,05	0,07 ± 0,02	0,05 ± 0,06	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01

43,980	4,8- dimetil hexacosano	2689	2690	0,06 ± 0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44,263	heptacosano*	2698	2700	0,84 ± 0,37	0,83 ± 0,20	1,67 ± 0,64	2,20 ± 0,89	1,64 ± 0,52	1,96 ± 0,71	1,42 ± 1,05	1,53 ± 0,33	1,91 ± 0,51	2,96 ± 0,66	0,74 ± 0,08
44,809	x, y- dimetil heptacosano	2714	-	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	-	0,02 ± 0,02	0,23 ± 0,22	0,02 ± 0,02	0,57 ± 0,97	0,06 ± 0,06	-	0,27 ± 0,33	0,01 ± 0,02
45,370	x- metil heptacosano*	2731	-	0,01 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,10 ± 0,11	0,07 ± 0,01	0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,03	0,07 ± 0,04	0,02 ± 0,05	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01
45,699	7- metil heptacosano	2741	2739	-	-	-	-	-	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	-	-	-	-
46,001	5- metil heptacosano*	2750	2750	0,07 ± 0,03	0,1 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,21 ± 0,10	0,10 ± 0,04	0,14 ± 0,04	0,15 ± 0,11	0,19 ± 0,07	0,11 ± 0,05	0,05 ± 0,07	0,10 ± 0,01
46,807	3-metil heptacosano*	2774	2771	2,59 ± 1,47	3,89 ± 0,35	5,10 ± 0,38	6,81 ± 1,94	3,01 ± 0,77	6,01 ± 0,14	5,64 ± 2,55	4,76 ± 0,87	5,56 ± 0,97	6,09 ± 1,39	3,35 ± 0,26
47,702	octacosano*	2801	2800	0,14 ± 0,06	0,19 ± 0,07	0,34 ± 0,18	0,25 ± 0,12	0,21 ± 0,03	0,25 ± 0,06	0,17 ± 0,06	0,24 ± 0,08	0,43 ± 0,08	0,56 ± 0,14	0,15 ± 0,02
47,998	3, 11- dimetil heptacosano	2810	2810	0,05 ± 0,05	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,11 ± 0,09	0,07 ± 0,03	-	-	0,05 ± 0,01
48,603	x-metil octacosano*	2828	-	0,39 ± 0,20	0,36 ± 0,14	1,10 ± 0,99	0,38 ± 0,38	0,15 ± 0,08	0,50 ± 0,14	0,27 ± 0,22	0,27 ± 0,15	0,49 ± 0,25	1,94 ± 2,41	0,22 ± 0,05
49,644	2-metil octacosano*	2859	2858	0,36 ± 0,19	0,59 ± 0,04	0,52 ± 0,34	0,65 ± 0,22	0,64 ± 0,29	0,66 ± 0,17	0,51 ± 0,16	0,56 ± 0,08	0,66 ± 0,14	0,92 ± 0,07	0,46 ± 0,03
50,147	3-metil octacosano*	2874	2875	0,14 ± 0,07	0,24 ± 0,03	0,29 ± 0,07	0,22 ± 0,08	0,18 ± 0,02	0,21 ± 0,05	0,14 ± 0,05	0,19 ± 0,03	0,26 ± 0,06	0,38 ± 0,05	0,20 ± 0,02
50,663	4,8- dimetil octacosano*	2890	2890	0,07 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,04 ± 0,04	0,14 ± 0,05	0,05 ± 0,02	0,11 ± 0,09	0,12 ± 0,10	0,11 ± 0,05	0,14 ± 0,12	0,19 ± 0,26	0,11 ± 0,01
51,099	nonacosano*	2903	2900	3,27 ± 1,58	3,7 ± 1,23	5,74 ± 3,73	3,15 ± 1,50	5,14 ± 1,58	2,91 ± 0,39	1,83 ± 0,69	3,01 ± 0,96	4,76 ± 1,46	9,10 ± 0,44	3,19 ± 0,29
52,085	13-metil nonacosano*	2934	2931	0,91 ± 0,19	0,98 ± 0,16	2,29 ± 1,16	1,47 ± 0,39	0,69 ± 0,23	1,07 ± 0,41	0,86 ± 0,74	2,18 ± 0,67	1,37 ± 0,29	0,41 ± 0,58	1,58 ± 0,18

52,376	7-metil nonacosano*	2939	2939	0,08 ± 0,03	0,11 ± 0,01	0,45 ± 0,53	0,22 ± 0,08	0,13 ± 0,07	0,33 ± 0,09	0,14 ± 0,09	0,21 ± 0,06	0,21 ± 0,21	1,08 ± 1,37	0,19 ± 0,04
52,685	5-metil nonacosano*	2952	2950	0,11 ± 0,02	0,20 ± 0,06	0,17 ± 0,11	0,11 ± 0,07	0,17 ± 0,04	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,05	0,15 ± 0,04	0,14 ± 0,07	0,24 ± 0,02	0,21 ± 0,03
52,922	x, y- dimetil nonacosano*	2956	-	0,44 ± 0,06	0,30 ± 0,04	0,24 ± 0,22	0,44 ± 0,16	0,23 ± 0,06	0,28 ± 0,20	0,19 ± 0,13	0,33 ± 0,23	0,13 ± 0,27	0,30 ± 0,01	0,32 ± 0,04
52,937	11,19-dimetil nonacosano	2960	2962	-	-	-	-	-	0,10 ± 0,17	0,15 ± 0,27	0,10 ± 0,17	0,48 ± 0,31	-	-
53,258	7,17-dimetil nonacosano	2970	2973	1,05 ± 1,76	0,01 ± 0,01	0,46 ± 0,80	-	-	-	0,85 ± 1,47	-	0,66 ± 1,98	-	-
53,471	5,9- dimetil nonacosano*	2977	2976	4,02 ± 4,57	7,76 ± 1,10	9,45 ± 5,37	5,90 ± 2,23	6,08 ± 1,01	5,06 ± 1,23	2,97 ± 2,62	5,87 ± 1,65	7,78 ± 3,46	12,82 ± 6,15	6,87 ± 0,42
54,383	Triacontano*	3000	3000	2,13 ± 1,01	3,24 ± 0,40	2,26 ± 1,55	3,84 ± 1,34	3,16 ± 1,07	1,97 ± 0,39	2,48 ± 1,65	3,29 ± 0,78	2,71 ± 0,43	2,01 ± 1,39	4,15 ± 0,33
55,278	14-metil triacontano*	3034	3034	1,14 ± 0,58	1,28 ± 0,35	1,41 ± 0,39	2,05 ± 0,64	1,33 ± 0,21	1,31 ± 0,24	1,29 ± 1,28	1,90 ± 0,33	1,54 ± 0,32	1,16 ± 0,65	2,71 ± 0,3
56,096	2- metil triacontano*	3060	3062	0,66 ± 0,52	1,01 ± 0,06	0,62 ± 0,31	0,83 ± 0,26	0,63 ± 0,25	0,97 ± 0,38	0,87 ± 0,19	1,03 ± 0,21	1,25 ± 0,58	0,64 ± 0,73	1,45 ± 0,16
56,596	3-metil triacontano*	3076	3075	0,13 ± 0,09	0,21 ± 0,01	0,17 ± 0,09	0,17 ± 0,09	0,28 ± 0,06	0,07 ± 0,08	0,09 ± 0,04	0,19 ± 0,03	0,18 ± 0,10	0,17 ± 0,24	0,29 ± 0,03
57,444	Hentriacontano*	3103	3100	1,51 ± 0,85	2,08 ± 0,69	2,37 ± 2,21	2,84 ± 4,57	3,42 ± 1,47	2,76 ± 4,08	1,19 ± 1,6	0,63 ± 1,09	0,68 ± 1,37	3,63 ± 5,13	5,48 ± 1,13
58,410	x-metil hentriacontano*	3135	-	3,60 ± 1,38	4,74 ± 0,84	8,96 ± 5,34	4,54 ± 1,29	3,08 ± 0,49	3,73 ± 0,65	3,16 ± 1,6	5,75 ± 0,86	5,45 ± 1,57	6,39 ± 4,07	6,80 ± 0,63
59,095	13,17- dimetil hentriacontano	3157	3155	5,91 ± 4,07	8,18 ± 2,51	6,33 ± 4,2	8,36 ± 1,57	4,39 ± 1,3	8,55 ± 1,45	7,38 ± 2,4	9,97 ± 1,77	10,63 ± 2,93	4,17 ± 5,19	-
59,720	3-metil hentriacontano*	3178	3180	1,76 ± 1,29	2,57 ± 0,17	1,02 ± 1,22	0,19 ± 0,14	1,86 ± 0,84	0,35 ± 0,22	0,74 ± 0,47	1,07 ± 0,88	0,97 ± 1,15	3,31 ± 2,81	1,96 ± 1,25

60,609	Dotriacontano*	3207	3200	2,32 ± 1,36	3,72 ± 0,36	2,17 ± 1,51	3,54 ± 0,93	3,70 ± 1,31	2,12 ± 0,66	2,49 ± 0,95	2,52 ± 0,21 2,25 ±0,59	2,93 ± 0,57	2,07 ± 1,18	4,90 ± 0,39
61,377	11-metil dotriacontano	3233	3228	-	1,23 ± 2,14	1,4 ± 1,72	2,98 ± 1,01	1,2 ± 2,08	2,4 ± 0,79	2,76 ± 0,87		2,91 ± 0,41	2,24 ± 1,41	4,90 ± 0,52
61,981	12,16-dimetil dotriacontano	3254	3257	1,82 ± 2,17	0,46 ± 0,06	0,10 ± 0,18	0,09 ± 0,16	-	0,85 ± 0,58	0,43 ± 0,50	-	0,52 ± 0,31	0,54 ± 0,77	0,35 ± 0,31
62,339	2-metil dotriacontano*	3260	3262	0,66 ± 0,31	1,01 ± 0,07	0,52 ± 0,32	0,67 ± 0,35	0,99 ± 1,18	0,40 ± 0,69	1,16 ± 1,59	1,17 ± 0,57	0,79 ± 0,45	0,78 ± 0,92	1,30 ± 0,06
63,406	tritriacontano	3300	3300	1,51 ± 0,84	0,28 ± 0,06	0,31 ± 0,25	0,25 ± 0,07	0,72 ± 0,27	-	0,11 ± 0,11	-	0,16 ± 0,16	0,32 ± 0,11	0,31 ± 0,08
64,299	13- metil tritriacontano*	3333	3332	0,99 ± 0,92	1,99 ± 0,21	3,62 ± 2,63	0,93 ± 0,81	1,43 ± 0,47	0,78 ± 0,81	0,88 ± 0,29	1,42 ± 1,17	1,59 ± 0,74	0,69 ± 0,97	3,15 ± 0,21

*Compostos comuns a todas as colônias. Col. = colônia, Ind. Calc = índice calculado, Ind. Lit = índice da literatura, DP = desvio padrão

Tabela 3. Valores médios de área relativa percentual e seus desvios padrões de hidrocarbonetos cuticulares identificados nas colônias de *Michocytarus bertonii*.

Tempo de retenção (min)	Composto	Ind. Calc	Ind. lit	Col. 1 Média ± DP %	Col. 2 Média ± DP %	Col. 3 Média ± DP %	Col. 4 Média ± DP %	Col. 5 Média ± DP %
9,930	5-metil heptadecano	1757	1749	-	0,03 ± 0,06	0,72 ± 0,38	-	0,10 ± 0,16
10,945	Octadecano	1794	1800	-	0,06 ± 0,11	-	0,03 ± 0,04	0,02 ± 0,03
13,394	3-metil octadecano*	1871	1875	0,07 ± 0,14	0,26 ± 0,14	2,04 ± 2,43	0,27 ± 0,25	0,19 ± 0,09
16,520	2-metil nonadecano	1961	1962	0,02 ± 0,04	-	-	0,25 ± 0,31	2,25 ± 2,39
18,705	eicosano*	2001	2000	0,60 ± 0,27	0,55 ± 0,39	0,31 ± 0,09	0,50 ± 0,17	0,37 ± 0,19
21,692	heneicosano	2098	2100	-	0,32 ± 0,18	-	0,05 ± 0,13	0,11 ± 0,17
23,073	9-metil heneicosano	2135	2138	-	0,39 ± 0,61	0,04 ± 0,05	2,64 ± 2,97	11,08 ± 8,89
24,392	2-metil heneicosano*	2169	2170	9,51 ± 3,76	9,44 ± 6,19	0,04 ± 0,06	9,01 ± 7,55	1,55 ± 3,47
25,42	Docosano	2196	2200	-	0,27 ± 0,19	0,01 ± 0,02	0,40 ± 0,31	0,22 ± 0,20
28,377	2-metil docosano	2272	2270	-	0,15 ± 0,16	0,02 ± 0,03	-	-
28,822	tricoseno	2284	2277	-	0,11 ± 0,12	-	0,10 ± 0,11	0,1 ± 0,15
29,444	tricosano	2300	2300	-	3,26 ± 2,01	0,09 ± 0,08	0,48 ± 0,84	0,67 ± 1,25
30,512	x-metil tricosano	2329	-	-	0,02 ± 0,04	-	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,04
32,241	3-metil tricosano	2373	2373	0,04 ± 0,09	0,30 ± 0,23	-	0,01 ± 0,04	0,11 ± 0,07
33,275	tetracosano	2400	2400	-	0,20 ± 0,15	1,24 ± 0,22	0,03 ± 0,06	0,02 ± 0,04
34,362	x-metil tetracosano	2429	-	0,08 ± 0,15	0,30 ± 0,23	-	0,20 ± 0,17	0,17 ± 0,22
34,395	8-metil tetracosano	2430	2430	0,08 ± 0,15	-	0,25 ± 0,09	-	-
36,054	7-pentacoseno	2474	2476	0,06 ± 0,10	0,24 ± 0,07	0,54 ± 0,04	-	0,15 ± 0,14
37,014	pentacosano	2499	2500	2,10 ± 1,58	4,56 ± 1,97	0,31 ± 0,06	1,21 ± 0,81	2,23 ± 1,17
38,314	7-metil pentacosano	2535	2537	-	0,02 ± 0,03	39,51 ± 7,88	-	-
38,751	5- metil pentacosano*	2547	2549	0,39 ± 0,57	0,85 ± 0,73	10,34 ± 6,01	0,38 ± 0,18	0,55 ± 0,28
39,682	3-metil pentacosano*	2572	2572	0,67 ± 0,15	0,92 ± 0,39	2,08 ± 4,50	0,85 ± 0,83	0,36 ± 0,22
40,66	hexacosano*	2599	2600	0,38 ± 0,07	0,41 ± 0,10	0,02 ± 0,04	4,42 ± 11,34	0,29 ± 0,10
43,316	1-heptacoseno*	2672	2673	33,42 ± 9,21	17,71 ± 4,20	0,15 ± 0,03	28,96 ± 16,48	20,13 ± 12,32
44,219	heptacosano*	2697	2700	7,81 ± 4,92	11,38 ± 5,00	9,48 ± 1,95	9,97 ± 6,32	9,24 ± 3,83
45,354	13-metil heptacosano*	2730	2731	0,16 ± 0,19	0,14 ± 0,14	0,39 ± 0,11	0,20 ± 0,33	0,07 ± 0,06
45,640	7- metil heptacosano	2739	2739	-	-	0,22 ± 0,24	-	0,08 ± 0,03

45,949	5- metil heptacosano*	2748	2750	0,08 ± 0,16	0,03 ± 0,05	2,64 ± 5,82	1,32 ± 3,7	0,12 ± 0,03
46,735	3-metil heptacosano*	2772	2771	9,43 ± 2,41	4,55 ± 2,89	4,61 ± 5,9	8,12 ± 4,89	7,45 ± 1,98
47,647	octacosano*	2799	2800	0,47 ± 0,11	0,52 ± 0,17	0,23 ± 0,32	1,28 ± 1,94	0,40 ± 0,22
48,533	x-metil octacosano*	2826	-	0,67 ± 0,28	1,08 ± 1,07	3,41 ± 0,75	2,08 ± 3,50	0,49 ± 0,17
49,495	2-metil octacosano	2855	2858	-	-	0,11 ± 0,15	0,08 ± 0,21	0,2 ± 0,28
50,173	3-metil octacosano	2875	2875	12,42 ± 2,61	7,60 ± 1,86	-	-	7,79 ± 1,70
50,444	Nonacosano	2883	2888	0,54 ± 0,37	0,28 ± 0,31	-	2,12 ± 3,06	0,41 ± 0,12
50,991	Nonacosano*	2900	2900	3,67 ± 1,35	5,18 ± 1,15	2,74 ± 0,30	3,32 ± 2,40	3,82 ± 1,78
52,010	13-metil nonacosano	2931	2931	-	0,04 ± 0,08	0,02 ± 0,05	0,58 ± 1,30	0,41 ± 0,46
52,079	x-metil triacontano	2933	-	0,47 ± 0,94	-	-	-	-
52,319	7-metil nonacosano	2941	2939	-	-	-	-	0,02 ± 0,03
53,368	13,17-dimetil nonacosano*	2973	2973	2,89 ± 0,97	1,78 ± 0,91	0,10 ± 0,22	2,33 ± 1,65	1,72 ± 1,27
54,215	Triacontano*	3000	3000	0,06 ± 0,12	0,31 ± 0,11	1,97 ± 1,43	0,71 ± 1,08	0,52 ± 0,86
55,171	14-metil triacontano	3030	3034	-	-	0,54 ± -0,50	-	0,07 ± 0,10
55,209	x-metil triacontano	3032	-	0,07 ± 0,15	0,19 ± 0,19	-	-	-
56,63	3-metil triacontano*	3075	3075	0,89 ± -0,41	1,26 ± 0,41	0,09 ± 0,21	0,65 ± 0,89	0,56 ± 0,36
57,301	hentriacontano*	3098	3100	2,39 ± 1,14	2,39 ± 1,14	1,96 ± 1,42	4,48 ± 3,31	4,33 ± 2,30
58,244	13-metil hentriacontano*	3129	3132	2,49 ± 3,65	2,48 ± 3,65	0,53 ± 0,50	1,30 ± 1,93	3,08 ± 3,52
59,394	13,17-dimetil hentriacontano	3167	3155	-	-	-	1,61 ± 2,72	0,06 ± 0,13
59,595	3-metil hentriacontano	3172	3174	-	0,98 ± 0,41	0,62 ± 0,22	-	0,49 ± 0,39
61,244	dotriacontano	3206	3200	0,86 ± 0,53	-	-	-	0,22 ± 0,41
61,272	11-metil dotriacontano	3227	3228	-	0,08 ± 0,13	-	-	-
62,11	12,16-dimetil dotriacontano	3253	3257	-	0,75 ± 0,81	0,05 ± 0,10	0,08 ± 0,15	0,13 ± 0,27
63,342	tritriacontano*	3291	3300	0,14 ± 0,23	0,25 ± 0,26	0,40 ± 0,3	0,3 ± 0,42	0,82 ± 1,09
64,163	13-metil tritriacontano	3320	3332	1,60 ± 1,82	-	-	0,86 ± 0,56	0,68 ± 1,02
64,182	13-metil tritriacontano	3321	3322	-	0,19 ± 0,33	0,28 ± 0,56	-	-
64,190	10-metil dotriacontano	3321	3325	-	3,71 ± 1,46	-	-	-
64,921	13, 17- dimetil tritriacontano*	3349	3355	0,17 ± 0,27	0,28 ± 0,18	0,08 ± 0,18	0,16 ± 0,19	0,50 ± 0,36
65,535	11,21-dimetil tritriacontano	3372	-	0,06 ± 0,08	0,03 ± 0,06	-	-	-
65,913	5,17-dimetil tritriacontano	3387	3384	0,32 ± 0,64	0,95 ± 0,83	-	0,05 ± 0,11	0,13 ± 0,01

67,444	13-,15-metil tetratriacontano	3435	3423	0,22 ± 0,22	0,19 ± 0,25	-	0,24 ± 0,29	-
69,672	pentatriacontano	3501	3500	-	0,03 ± 0,06	-	-	-
70,646	x-metil pentatriacontano	3525	-	-	-	-	-	0,12 ± 0,2
71,966	x, y dimetil pentatriacontano	3558	-	-	0,14 ± 0,24	-	-	0,04 ± 0,09

***Compostos comuns a todas as colônias. Col. = colônia, Ind. Calc = índice calculado, Ind. Lit = índice da literatura, DP = desvio padrão**

Tabela 4. Valores médios de área relativa percentual e seus desvios padrões de hidrocarbonetos cuticulares identificados nas colônias de *Mischocyttarus latior*.

Tempo de retenção (min)	Composto	Ind. Calc	Ind. lit	Col. 1 Média ± DP %	Col. 2 Média ± DP %	Col. 3 Média ± DP %	Col. 4 Média ± DP %
13,383	3-metil octadecano*	1870	1876	0,11 ± 0,03	0,08 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,12 ± 0,06
14,316	nonadecano*	1899	1900	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,08 ± 0,02
16,525	2-metil nonadecano*	1961	1962	0,02 ± 0,02	0,26 ± 0,43	0,03 ± 0,03	0,01 ± 0,01
17,903	eicosano*	2000	2000	0,10 ± 0,13	0,11 ± 0,12	0,05 ± 0,06	0,02 ± 0,04
21,686	heneicosano	2098	2100	-	0,01 ± 0,02	0,10 ± 0,10	0,06 ± 0,04
23,271	9-metil heneicosano	2140	2139	0,10 ± 0,13	1,48 ± 2,49	-	-
24,33	2-metil heneicosano*	2168	2169	2,26 ± 2,34	1,51 ± 1,65	1,19 ± 1,64	0,40 ± 0,53
25,415	docosano*	2198	2200	0,07 ± 0,09	0,07 ± 0,10	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,02
28,226	2-metil docosano*	2269	2272	0,09 ± 0,04	0,10 ± 0,02	0,21 ± 0,22	0,08 ± 0,05
29,428	tricosano	2299	2300	-	0,02 ± 0,05	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,03
33,249	tetracosano	2399	2400	-	-	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01
34,344	x-metil tetracosano	2428	-	0,04 ± 0,03	0,03 ± 0,03	-	-
35,981	7-pentacoseno*	2472	2471	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,44 ± 0,25
36,977	pentacosano	2499	2500	0,32 ± 0,17	0,18 ± 0,14	0,44 ± 0,35	-
38,743	5-metil pentacosano*	2547	2551	0,22 ± 0,07	0,09 ± 0,06	1,08 ± 1,94	0,15 ± 0,08
39,69	3-metil pentacosano	2573	2572	-	0,05 ± 0,12	0,04 ± 0,06	0,01 ± 0,02
40,642	hexacosano*	2599	2600	0,22 ± 0,07	0,14 ± 0,04	0,2 ± 0,12	0,16 ± 0,02
43,272	3- metil hexacosano*	2671	2673	0,49 ± 0,15	0,37 ± 0,15	0,5 ± 0,22	0,55 ± 0,22
44,22	heptacosano*	2697	2700	13,03 ± 2,03	9,63 ± 2,09	11,95 ± 3,33	11,31 ± 1,45
45,297	13-metil heptacosano	2729	2732	0,15 ± 0,14	0,01 ± 0,02	-	-
45,31	7- metil heptacosano	2729	2739	-	0,03 ± 0,03	0,23 ± 0,22	0,25 ± 0,16
45,944	5- metil heptacosano*	2748	2751	0,08 ± 0,03	0,03 ± 0,04	0,06 ± 0,05	0,08 ± 0,03
46,747	3-metil heptacosano*	2772	2771	8,60 ± 0,86	7,74 ± 0,97	7,74 ± 1,33	6,96 ± 0,80
47,642	octacosano*	2799	2800	1,06 ± 0,46	0,66 ± 0,25	0,78 ± 0,38	0,67 ± 0,21
48,539	x-metil octacosano*	2826	-	0,93 ± 0,29	0,38 ± 0,19	0,41 ± 0,16	0,33 ± 0,11
49,62	2-metil octacosano	2858	2858	32,7 ± 17,04	0,16 ± 0,35	0,05 ± 0,08	-
50,295	3-metil octacosano*	2879	2875	6,67 ± 16,33	44,53 ± 3,99	41,34 ± 4,47	45,45 ± 4,56
51,024	nonacosano*	2901	2900	7,98 ± 4,67	9,06 ± 5,14	6,12 ± 3,77	6,72 ± 1,59
51,977	13-metil nonacosano*	2931	2931	2,42 ± 2,12	0,97 ± 0,69	3,87 ± 4,19	4,41 ± 3,01

52,289	7-metil nonacosano	2940	2939	0,03 ± 0,06	-	0,09 ± 0,08	0,09 ± 0,09
52,511	5-metil nonacosano	2947	2951	0,06 ± 0,06	0,10 ± 0,05	0,04 ± 0,06	-
53,377	2-metil nonacosano	2974	2965	8,97 ± 1,62	8,09 ± 1,71	7,96 ± 2,06	7,29 ± 1,17
54,234	triacontano*	3000	3000	0,07 ± 0,11	0,01 ± 0,04	0,04 ± 0,05	0,01 ± 0,02
55,148	14-metil triacontano*	3029	3034	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,04	0,03 ± 0,05
56,627	3-metil triacontano*	3077	3075	1,88 ± 0,73	1,54 ± 0,54	2,43 ± 1,72	2,63 ± 1,22
57,259	hentriacontano*	3097	3100	1,63 ± 0,34	1,3 ± 1,24	0,70 ± 0,27	0,98 ± 0,51
58,143	13-metil hentriacontano	3128	3132	0,07 ± 0,10	0,27 ± 0,55	-	0,26 ± 0,23
59,590	dodriacontano*	3173	3200	0,65 ± 0,37	0,51 ± 0,17	0,47 ± 0,31	0,40 ± 0,16
62,096	12,16-dimetil dotriacontano	3252	3257	0,01 ± 0,01	0,23 ± 0,56	-	-
62,716	2-metil dotriacontano	3272	3266	-	0,02 ± 0,03	0,01 ± 0,02	-
64,407	tritriacontano	3329	3300	-	-	-	0,13 ± 0,28
65,250	11,21-dimetil tritriacontano	3363	3362	0,01 ± 0,03	0,01 ± 0,03	-	-
67,406	x-metil tetratriacontano*	3434	-	0,09 ± 0,05	0,03 ± 0,04	0,07 ± 0,08	0,11 ± 0,07

*Compostos comuns a todas as colônias. Col. = colônia, Ind. Calc = índice calculado, Ind. Lit = índice da literatura, DP = desvio padrão

Tabela 5. Valores médios de área relativa percentual e seus desvios padrões de hidrocarbonetos cuticulares identificados nas colônias de *Polistes versicolor*.

Tempo de retenção (min)	Composto	Ind. Calc	Ind. lit	Col. 1 Média ± DP %	Col. 2 Média ± DP %	Col. 3 Média ± DP %	Col. 4 Média ± DP %	Col. 5 Média ± DP %
11,102	Octadecano	1799	1800	-	0,03 ± 0,06	-	-	-
13,396	3-metil octadecano*	1871	1876	0,07 ± 0,05	0,47 ± 0,65	0,12 ± 0,09	0,03 ± 0,03	0,06 ± 0,05
14,320	Nonadecano	1899	1900	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,04	-	-	0,01 ± 0,01
17,750	eicosano*	1999	2000	0,03 ± 0,07	0,04 ± 0,06	0,01 ± 0,01	0,19 ± 0,1	0,13 ± 0,29
21,698	heneicosano*	2099	2100	0,07 ± 0,09	0,15 ± 0,20	0,08 ± 0,09	0,04 ± 0,08	0,33 ± 0,64
25,425	Docosano	2196	2200	-	0,05 ± 0,07	0,02 ± 0,04	0,12 ± 0,12	0,16 ± 0,22
28,348	Tricoseno	2272	2275	0,26 ± 0,26	-	0,37 ± 0,44	0,05 ± 0,05	0,38 ± 0,49
29,430	tricosano*	2299	2300	0,72 ± 0,82	1,11 ± 1,22	1,10 ± 1,37	0,17 ± 0,19	0,63 ± 0,96
33,254	tetracosano*	2399	2400	0,02 ± 0,02	0,14 ± 0,15	0,02 ± 0,06	0,05 ± 0,08	0,05 ± 0,07
33,497	x,y- dimetil tricosano	2406	-	0,01 ± 0,01	-	0,01 ± 0,01	-	-
36,999	pentacosano*	2499	2500	0,26 ± 0,25	0,4 ± 0,31	0,33 ± 0,32	0,16 ± 0,07	0,25 ± 0,20
38,242	x- metil pentacosano*	2533	-	0,03 ± 0,03	0,05 ± 0,06	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,04	0,01 ± 0,03
38,752	5- metil pentacosano*	2546	2549	0,16 ± 0,08	0,75 ± 0,97	1,00 ± 0,71	0,41 ± 0,57	0,34 ± 0,30
39,648	3- metil pentacosano*	2571	2572	0,01 ± 0,07	0,12 ± 0,19	0,10 ± 0,10	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,05
40,645	hexacosano*	2599	2600	0,04 ± 0,04	0,09 ± 0,13	0,05 ± 0,06	0,02 ± 0,03	0,10 ± 0,15
43,256	3- metil hexacosano	2670	2672	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,03	0,02 ± 0,03	-	0,03 ± 0,04
44,202	Heptacosano*	2696	2700	0,67 ± 0,51	1,59 ± 0,68	1,03 ± 0,68	0,76 ± 0,92	0,38 ± 0,38
45,306	13-metil heptacosano*	2729	2731	0,11 ± 0,10	0,6 ± 0,73	0,24 ± 0,21	0,22 ± 0,32	0,06 ± 0,06
45,628	7- metil heptacosano*	2739	2739	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,02	0,05 ± 0,04	0,02 ± 0,01
45,954	5- metil heptacosano	2748	2750	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,02	-	0,01 ± 0,02
46,749	3-metil heptacosano*	2772	2771	1,44 ± 0,34	1,14 ± 0,31	1,13 ± 0,33	0,99 ± 0,14	1,29 ± 0,43

47,644	Octacosano*	2799	2800	0,26 ± 0,10	0,44 ± 0,17	0,26 ± 0,17	0,20 ± 0,11	0,24 ± 0,14
48,540	x- metil octacosano*	2826	-	0,73 ± 0,58	1,52 ± 1,99	0,87 ± 0,69	0,76 ± 0,42	1,23 ± 1,12
48,681	14-metil octacosano	2830	2829	0,01 ± 0,02	0,03 ± 0,06	0,03 ± 0,05	0,01 ± 0,03	-
49,601	2-metil octacosano*	2858	2858	0,12 ± 0,18	0,18 ± 0,41	0,05 ± 0,03	0,07 ± 0,05	0,08 ± 0,04
50,157	3-metil octacosano*	2874	2875	0,67 ± 0,37	0,46 ± 0,28	0,59 ± 0,41	0,74 ± 0,32	0,68 ± 0,31
51,010	Nonacosano*	2900	2900	6,21 ± 2,49	10,44 ± 2,67	5,62 ± 2,15	5,33 ± 3,02	4,59 ± 1,53
51,974	13-metil nonacosano*	2930	2931	2,79 ± 2,98	5,32 ± 3,71	3,89 ± 2,74	2,63 ± 3,4	1,45 ± 0,75
52,327	7-metil nonacosano*	2941	2939	0,45 ± 0,30	0,40 ± 0,27	0,47 ± 0,36	0,36 ± 0,19	0,36 ± 0,28
52,642	5-metil nonacosano*	2951	2950	0,31 ± 0,06	0,21 ± 0,14	0,23 ± 0,06	0,40 ± 0,09	0,29 ± 0,10
53,105	11,19-dimetil nonacosano*	2965	2963	0,24 ± 0,27	0,27 ± 0,17	0,37 ± 0,35	2,57 ± 5,49	0,24 ± 0,24
53,402	7,17-dimetil nonacosano*	2974	2973	12,29 ± 2,84	7,92 ± 3,45	9,26 ± 4,04	12,04 ± 6,09	11,59 ± 4,82
54,236	Triacontano*	3000	3000	0,52 ± 0,17	0,81 ± 0,39	0,51 ± 0,18	0,62 ± 0,17	0,41 ± 0,14
55,145	14-metil triacontano*	3029	3034	0,42 ± 0,20	0,85 ± 0,27	0,48 ± 0,2	0,57 ± 0,27	0,27 ± 0,08
56,666	3-metil triacontano*	3078	3075	2,73 ± 2,01	2,03 ± 1,36	3,96 ± 3,11	3,92 ± 2,12	2,4 ± 1,74
57,351	Hentriacontano*	3100	3100	3,46 ± 2,55	7,38 ± 3,24	5,76 ± 2,49	0,81 ± 2,14	0,51 ± 1,62
58,279	13-metil hentriacontano*	3130	3132	15,25 ± 4,72	24,08 ± 4,41	16,25 ± 4,46	19,31 ± 3,46	10,12 ± 4,84
58,891	5-metil hentriacontano*	3150	3150	0,43 ± 0,15	0,37 ± 0,32	0,60 ± 0,60	0,6 ± 0,23	0,35 ± 0,19
60,428	Dotriacontano*	3201	3200	0,75 ± 0,64	1,05 ± 1,05	0,66 ± 0,55	1,04 ± 0,38	0,39 ± 0,32
61,228	11-metil dotriacontano*	3228	3228	1,78 ± 0,69	0,86 ± 0,23	0,98 ± 0,6	1,11 ± 0,16	1,41 ± 0,85
62,048	12,16-dimetil dotriacontano*	3256	3257	0,21 ± 0,29	0,29 ± 0,47	0,16 ± 0,15	0,39 ± 0,14	0,16 ± 0,14
62,341	2-metil dotriacontano*	3266	3262	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,1 ± 0,19	0,07 ± 0,04	0,01 ± 0,02
63,356	Tritriacontano*	3301	3300	0,37 ± 0,26	0,98 ± 1,22	0,51 ± 0,41	2,71 ± 3,82	0,12 ± 0,26
64,166	x-metil tritriacontano*	3328	-	26,12 ± 9,5	10,74 ± 2,5	14,21 ± 8,06	13,22 ± 1,14	21,33 ± 11,49
64,654	7-metil tritriacontano*	3345	3340	0,01 ± 0,03	0,12 ± 0,25	0,84 ± 2,61	0,21 ± 0,50	0,02 ± 0,04
64,868	13, 17-dimetil tritriacontano*	3352	3355	0,16 ± 0,13	0,24 ± 0,33	0,23 ± 0,26	0,68 ± 0,59	0,10 ± 0,05
65,590	3- metil tritriacontano*	3377	3376	0,80 ± 1,73	0,29 ± 0,48	0,25 ± 0,25	0,46 ± 0,28	0,15 ± 0,11
66,293	Tetratriacontano	3401	3400	-	0,25 ± 0,78	-	-	0,33 ± 1,04

67,113	x-metil tetratriacontano*	3425	-	0,31 ± 0,14	0,10 ± 0,07	0,19 ± 0,10	0,25 ± 0,10	0,22 ± 0,12
69,672	Pentatriacontano	3501	3500	-	-	-	-	0 ± 0,01
70,665	x-metil pentatriacontano*	3531	-	2,33 ± 0,35	0,07 ± 0,23	0,36 ± 0,69	1,76 ± 1,57	1,36 ± 1,05
72,285	x,y-dimetil pentatriacontano*	3565	-	0,04 ± 0,06	0,03 ± 0,10	0,08 ± 0,09	0,02 ± 0,05	0,02 ± 0,05
78,843	Heptatriacontano	3703	3700	-	0,03 ± 0,11	-	-	0,01 ± 0,03

***Compostos comuns a todas as colônias. Col, = colonia, Ind, Calc = índice calculado, Ind, Lit = índice da literatura, DP = desvio padrão**

Tabela 6. Valores médios de área relativa percentual e seus desvios padrões de hidrocarbonetos cuticulares identificados nas colônias de *Polybia paulista*.

Tempo de retenção (min)	Composto	Ind. Calc	Ind. lit	Col. 1 Média ± DP %	Col. 2 Média ± DP %	Col. 3 Média ± DP %
13,334	3-metil octadecano	1869	1976	0,23 ± 0,07	0,16 ± 0,12	0,14 ± 0,10
16,583	2-metil nonadecano	1963	1962	0,17 ± 0,13	0,36 ± 0,41	2,77 ± 3,86
17,695	eicosano	1999	2000	0,17 ± 0,06	0,08 ± 0,05	0,41 ± 0,40
21,689	heneicosano	2098	2100	0,10 ± 0,08	0,79 ± 1,36	0,27 ± 0,67
23,173	9-metil heneicosano	2137	2139	0,67 ± 0,60	2,50 ± 2,54	0,56 ± 1,75
24,296	2-metil heneicosano	2167	2169	5,40 ± 1,91	2,56 ± 2,28	7,08 ± 4,24
25,367	docosano	2199	2200	0,23 ± 0,07	0,06 ± 0,07	0,27 ± 0,16
28,274	2-metil docosano	2270	2272	0,07 ± 0,08	0,08 ± 0,08	0,06 ± 0,08
28,758	tricoseno	2282	2277	0,10 ± 0,10	0,29 ± 0,72	0,06 ± 0,15
29,372	tricosano	2298	2300	0,35 ± 0,13	2,99 ± 3,81	0,71 ± 1,56
30,464	x-metil tricosano	2326	-	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,04
31,339	7-metil tricosano	2349	2342	0,03 ± 0,04	0,07 ± 0,06	0,01 ± 0,01
33,206	tetracosano	2398	2400	0,12 ± 0,07	0,14 ± 0,07	0,02 ± 0,05
34,315	x-metil tetracosano	2427	-	0,16 ± 0,09	0,35 ± 0,89	0,12 ± 0,18
35,925	7-pentacoseno	2470	2470	0,06 ± 0,04	0,08 ± 0,03	0,01 ± 0,02
36,951	pentacosano	2498	2500	0,72 ± 0,21	6,55 ± 10,91	0,43 ± 0,30
38,199	x- metil pentacosano	2532	-	0,12 ± 0,10	0,68 ± 0,40	0,15 ± 0,10
38,489	6- metil pentacosano	2540	2541	0,06 ± 0,04	0,21 ± 0,20	0,03 ± 0,04
38,694	5- metil pentacosano	2545	2549	1,51 ± 0,48	1,08 ± 0,74	0,76 ± 0,61
39,613	3- metil pentacosano	2570	2572	0,38 ± 0,11	1,15 ± 1,05	0,40 ± 0,19
40,606	hexacosano	2598	2600	0,33 ± 0,22	0,66 ± 0,25	0,17 ± 0,06
43,215	3- metil hexacosano	2669	2672	0,33 ± 0,10	0,44 ± 0,25	0,29 ± 0,14
44,169	heptacosano	2695	2700	5,80 ± 1,09	11,05 ± 2,81	4,34 ± 1,19
45,422	13-metil heptacosano	2732	2731	1,54 ± 0,74	0,36 ± 0,77	4,05 ± 3,18
45,587	7- metil heptacosano	2737	2739	0,39 ± 0,19	0,53 ± 0,39	0,63 ± 0,39
45,899	5- metil heptacosano	2747	2750	0,65 ± 0,30	0,98 ± 0,59	1,51 ± 0,75
46,680	3-metil heptacosano	2770	2771	3,74 ± 0,82	5,55 ± 2,88	5,33 ± 1,48
47,595	octacosano	2797	2800	1,32 ± 0,41	0,93 ± 0,46	0,56 ± 0,24
48,490	x-metil octacosano	2824	-	2,62 ± 0,86	2,12 ± 1,11	1,69 ± 0,87

48,665	14-metil octacosano	2830	2829	1,03 ± 0,40	1,34 ± 0,71	1,58 ± 0,91
49,529	2-metil octacosano	2856	2858	0,38 ± 0,12	0,81 ± 1,35	0,50 ± 0,42
50,114	3-metil octacosano	2873	2875	0,88 ± 0,20	0,69 ± 0,30	0,88 ± 0,26
50,955	nonacosano	2898	2900	10,99 ± 3,34	5,13 ± 2,37	6,06 ± 2,18
51,996	13-metil nonacosano	2931	2931	17,73 ± 2,14	12,46 ± 7,51	19,8 ± 4,65
52,270	7-metil nonacosano	2939	2939	0,73 ± 0,13	0,19 ± 0,14	0,64 ± 0,18
52,569	5-metil nonacosano	2949	2950	0,90 ± 0,10	0,37 ± 0,18	0,83 ± 0,17
53,319	7,17-dimetil nonacosano	2972	2973	5,21 ± 0,71	1,72 ± 0,79	2,90 ± 0,87
54,267	triacontano	3001	3000	3,41 ± 0,39	2,03 ± 1,09	4,73 ± 1,64
55,095	14-metil triacontano	3028	3034	-	0,86 ± 0,45	1,51 ± 0,46
56,576	3-metil triacontano	3075	3075	0,08 ± 0,10	0,06 ± 0,06	0,08 ± 0,09
57,280	hentriacontano	3097	3100	1,86 ± 0,62	5,55 ± 1,71	1,50 ± 1,98
58,202	13-metil hentriacontano	3128	3132	12,3 ± 1,19	4,82 ± 2,15	9,13 ± 2,01
58,831	5-metil hentriacontano	3148	3150	0,15 ± 0,07	0,03 ± 0,07	0,07 ± 0,11
59,531	3-metil hentriacontano	3171	3170	0,34 ± 0,16	0,09 ± 0,12	0,12 ± 0,13
60,413	dotriacontano	3200	3200	1,25 ± 0,49	0,55 ± 0,30	1,08 ± 0,28
61,159	11-metil dotriacontano	3226	3228	0,30 ± 0,20	0,18 ± 0,13	0,16 ± 0,10
62,031	12,16-dimetil dotriacontano	3255	3255	0,15 ± 0,12	0,51 ± 1,27	0,25 ± 0,36
63,275	tritriacontano	3298	3300	0,20 ± 0,24	0,47 ± 1,10	0,16 ± 0,24
64,072	x-metil tritriacontano	3325	-	1,08 ± 1,01	0,32 ± 0,13	0,52 ± 0,32
65,218	11,21-dimetil tritriacontano	3364	3362	0,36 ± 0,48	0,17 ± 0,10	0,04 ± 0,08
65,814	5,17-dimetil tritriacontano	3385	3384	0,10 ± 0,10	0,42 ± 1,08	0,19 ± 0,34
66,198	tetratriacontano	3399	3400	0,06 ± 0,08	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,02
67,338	x-metil tetratriacontano	3432	-	0,22 ± 0,14	0,28 ± 0,2	0,14 ± 0,18
72,234	x,y-dimetil pentatriacontano	3564	-	0,05 ± 0,14	0,26 ± 0,25	0,03 ± 0,10

Col. = colônia, Ind. Calc = índice calculado, Ind. Lit = índice da literatura, DP = desvio padrão

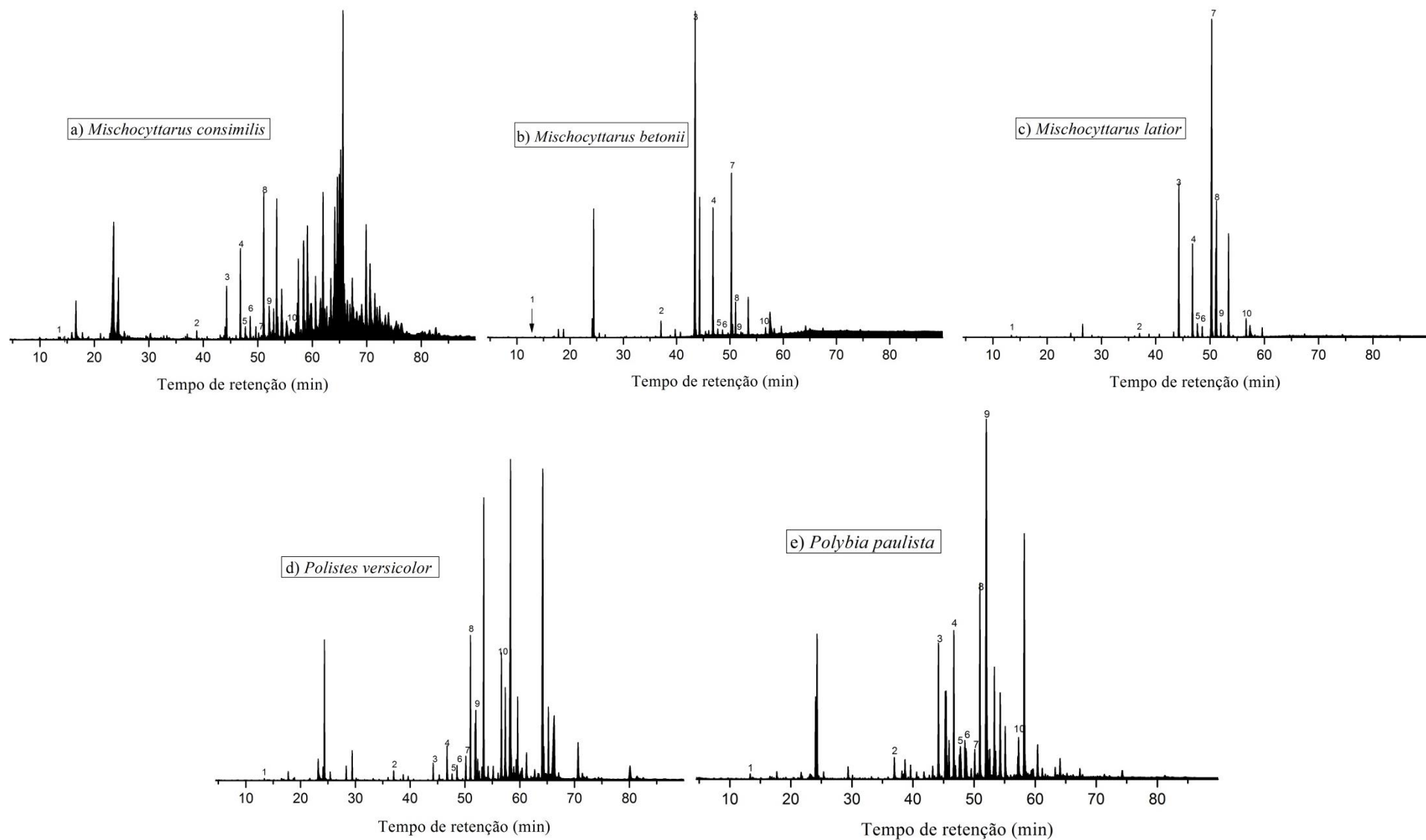


Figura 01. Cromatogramas de 5 espécies de vespas sociais Polistinae, com indicação dos 10 compostos comuns a todas elas. * 1= 3-metil octadecano; 2= pentacosano; 3= heptacosano; 4= 3-metil heptacosano; 5= octacosano; 6= x-metil loctacosano; 7= 3-metil octacosano; 8= nonacosano; 9= 13-metil nonacosano; 10= 3-metil triacontano.

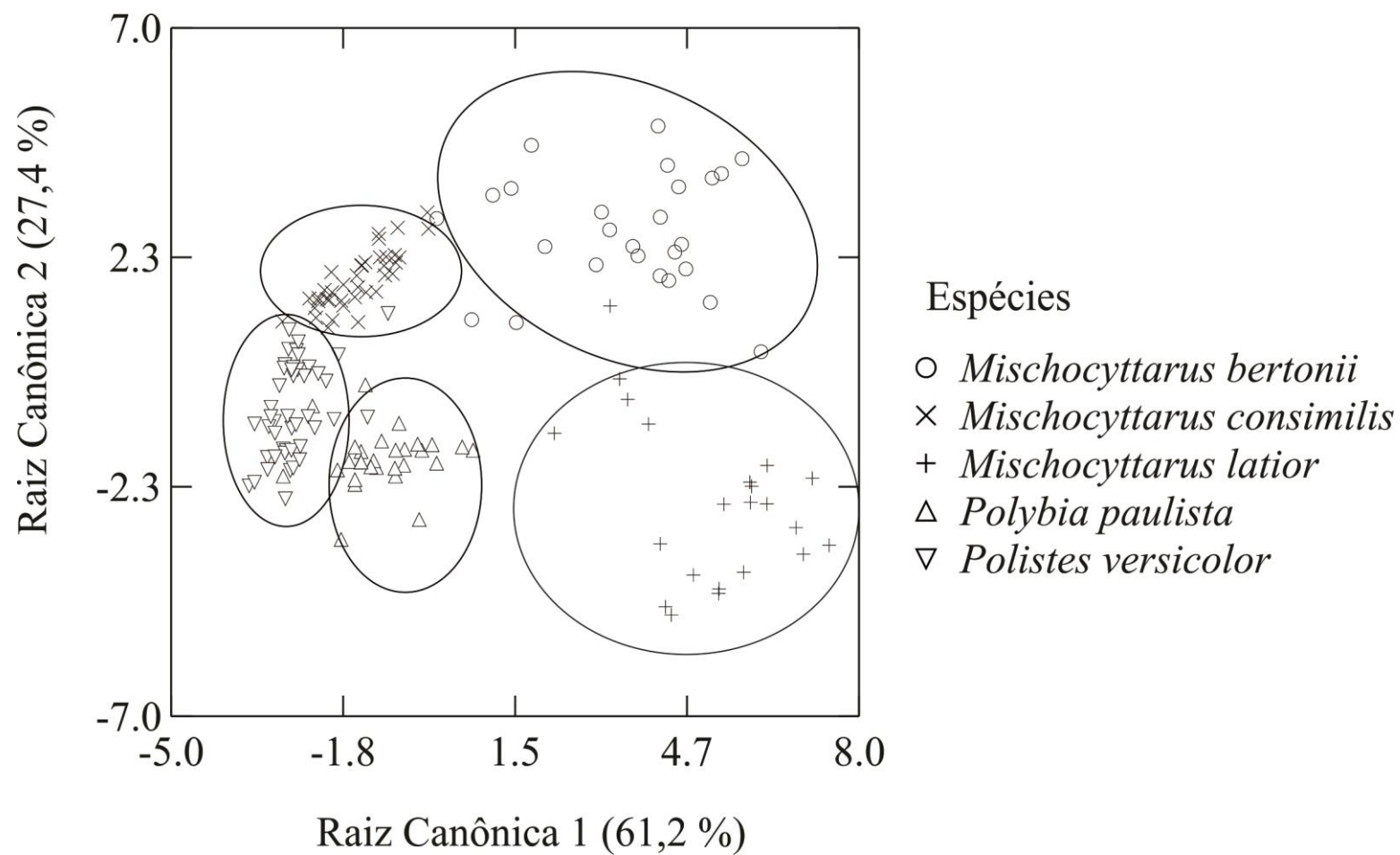


Figura 2. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação de 5 espécies de vespas *Polistinae* com base nos compostos cuticulares de fêmeas.

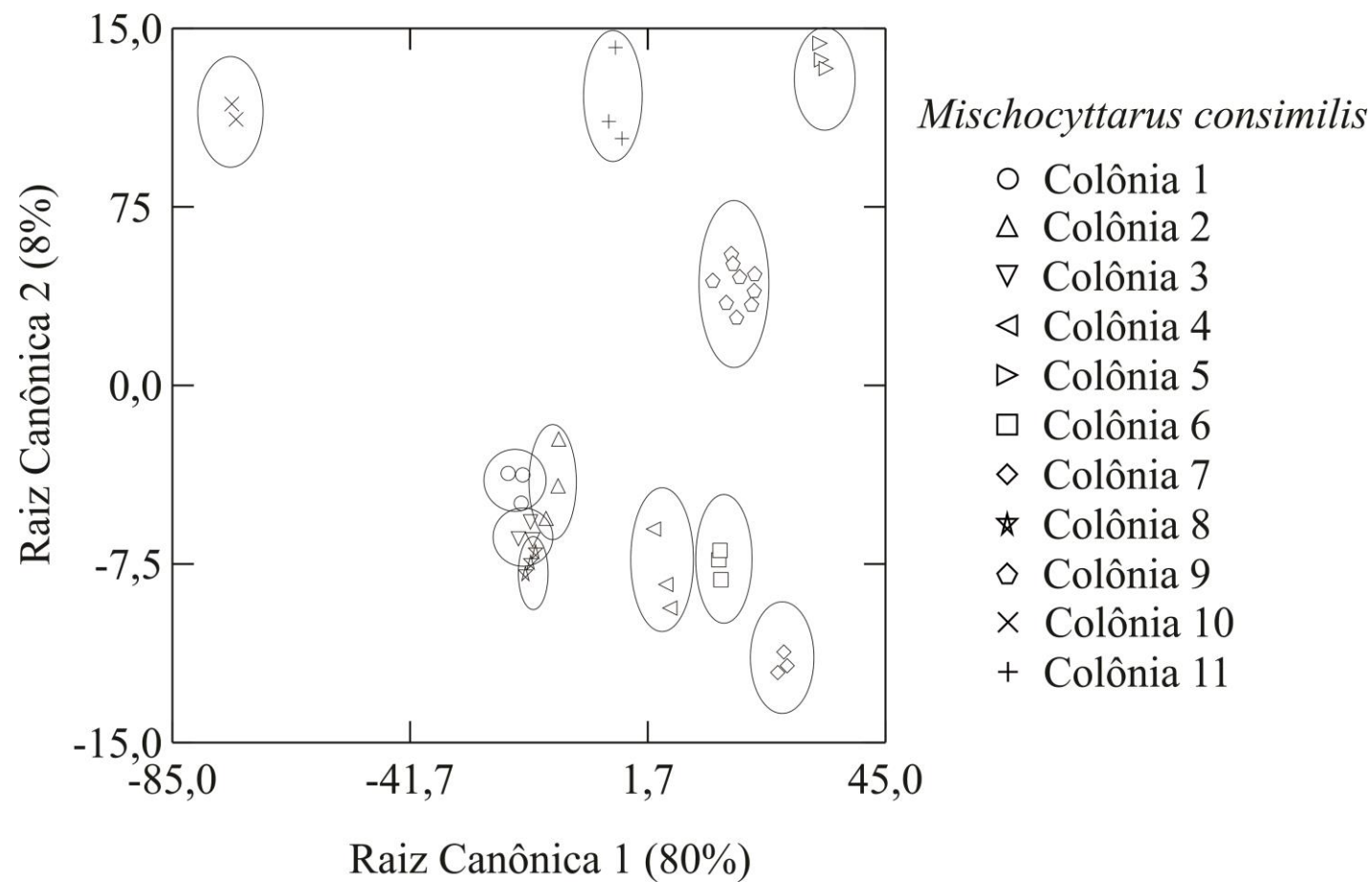


Figura 3. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação das 5 colônias de *Mischocyttarus consimilis* com base nos compostos cuticulares de fêmeas.

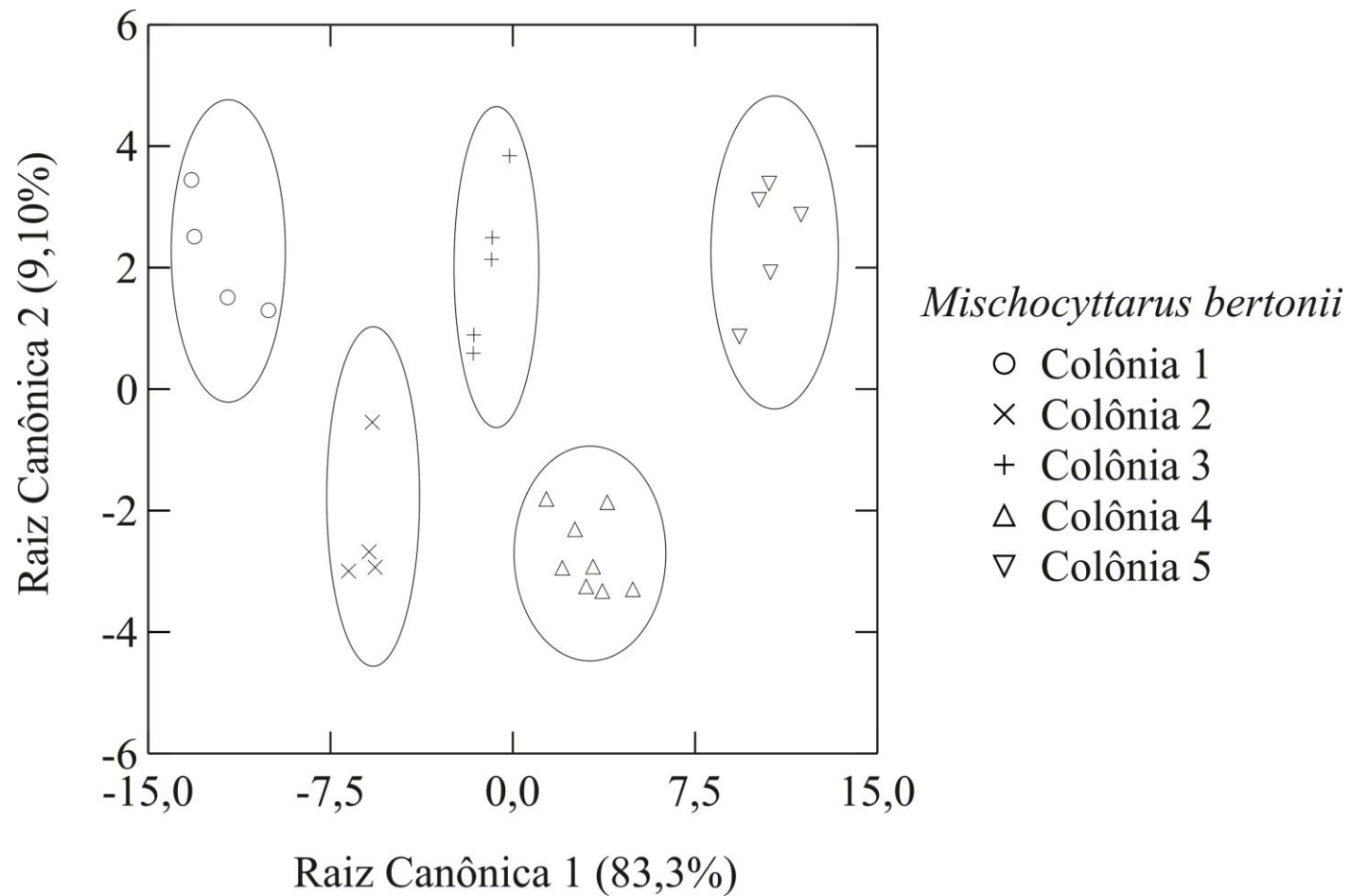


Figura 4. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação das 5 colônias de *Mischocyttarus bertonii* com base nos compostos cuticulares de fêmeas

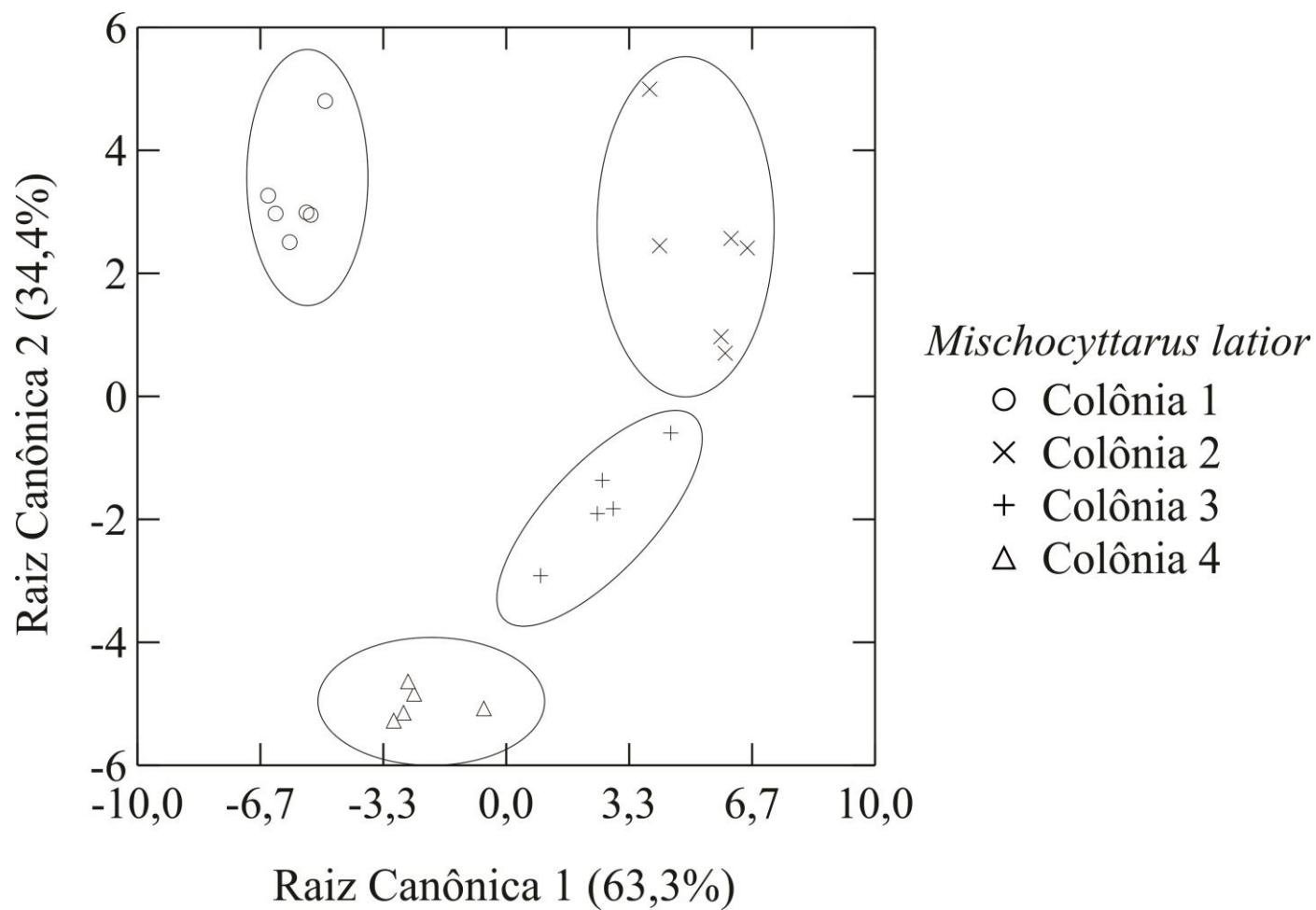


Figura 5. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação das 4 colônias de *Mischocyttarus latior* com base nos compostos cuticulares de fêmeas.

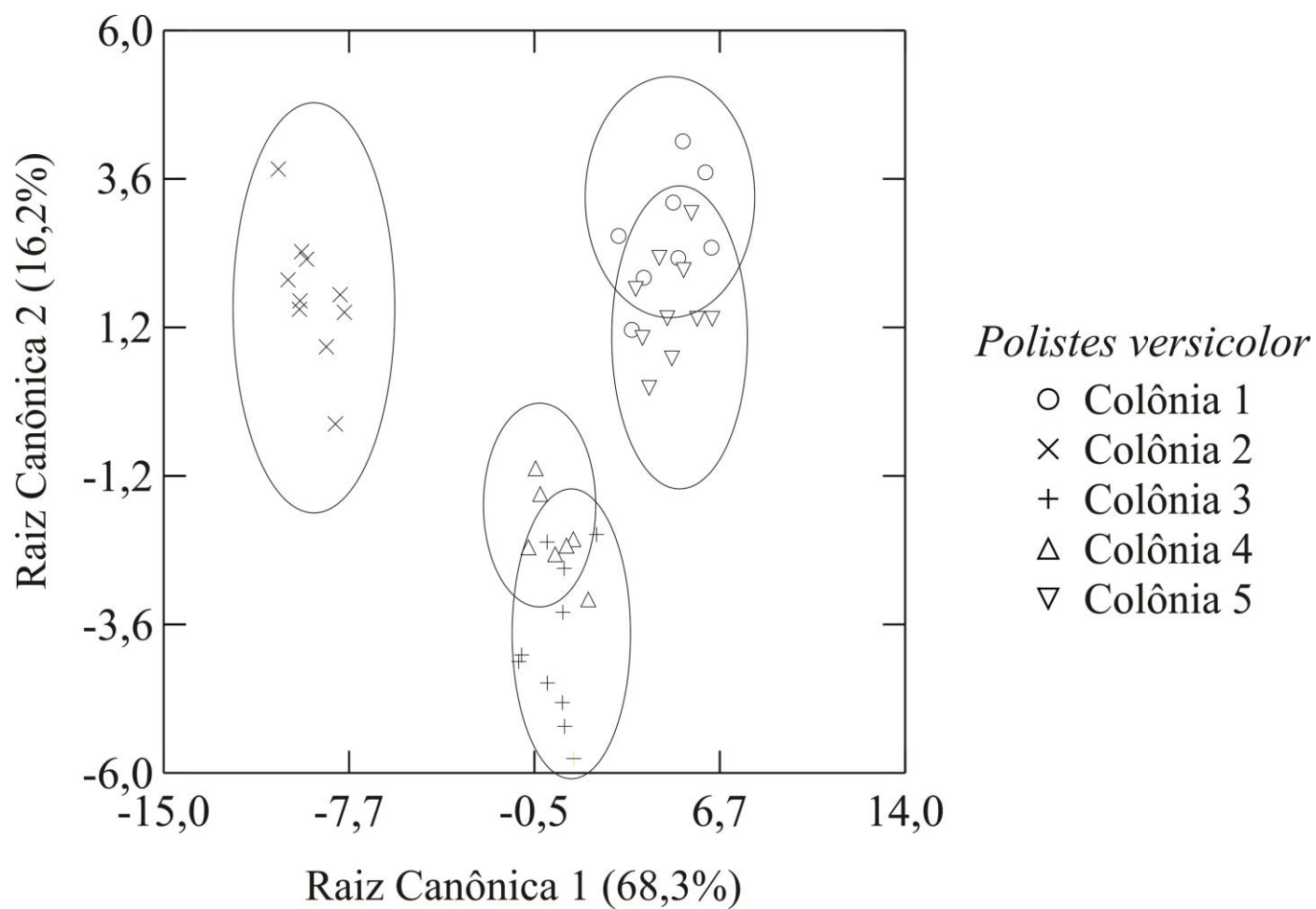


Figura 6. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação das 5 colônias de *Polistes versicolor* com base nos compostos cuticulares de fêmeas

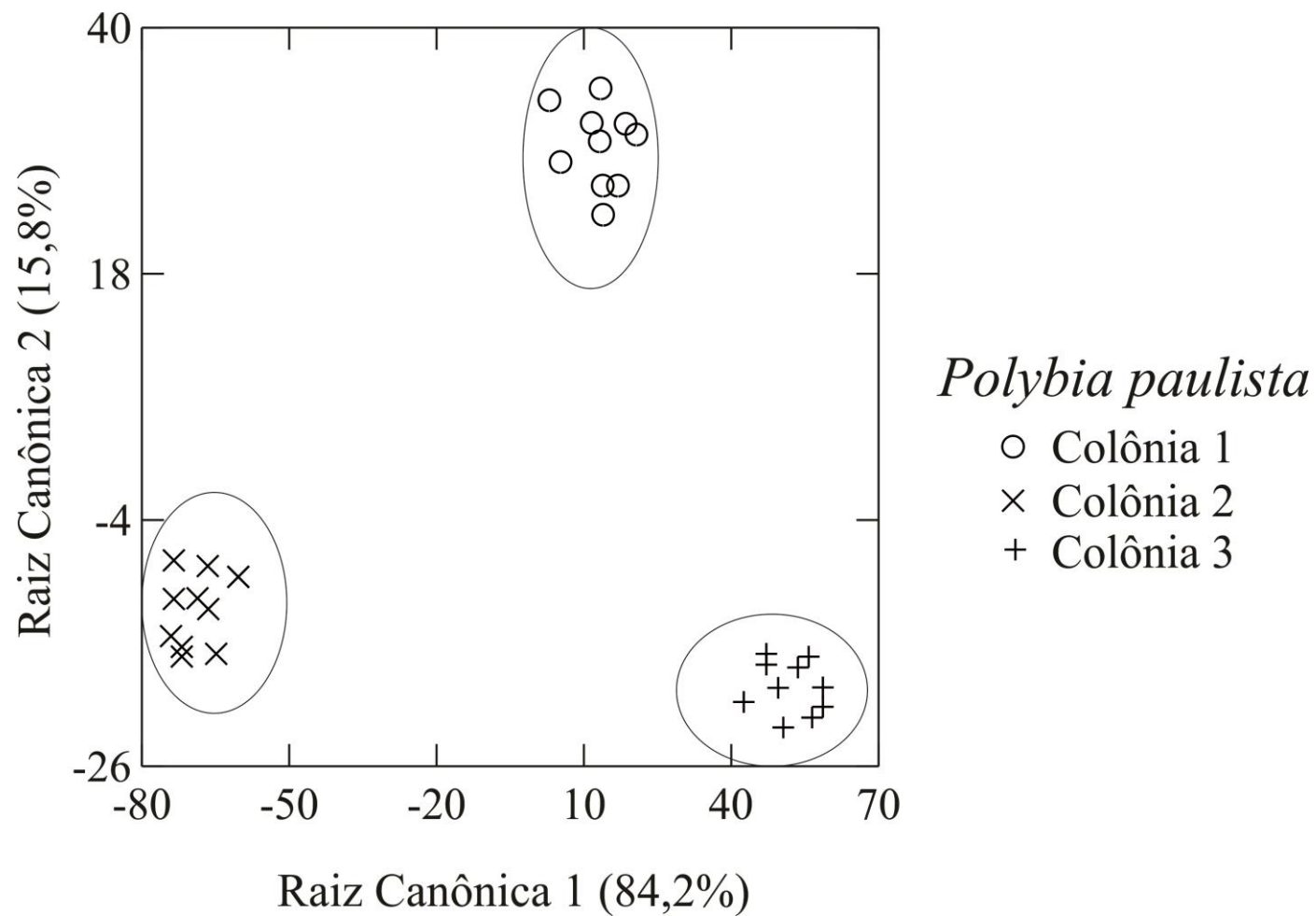


Figura 7. Diagrama de dispersão dos resultados da análise discriminante mostrando as duas raízes canônicas para a diferenciação das 3 colônias de *Polybia paulista* com base nos compostos cuticulares de fêmeas.

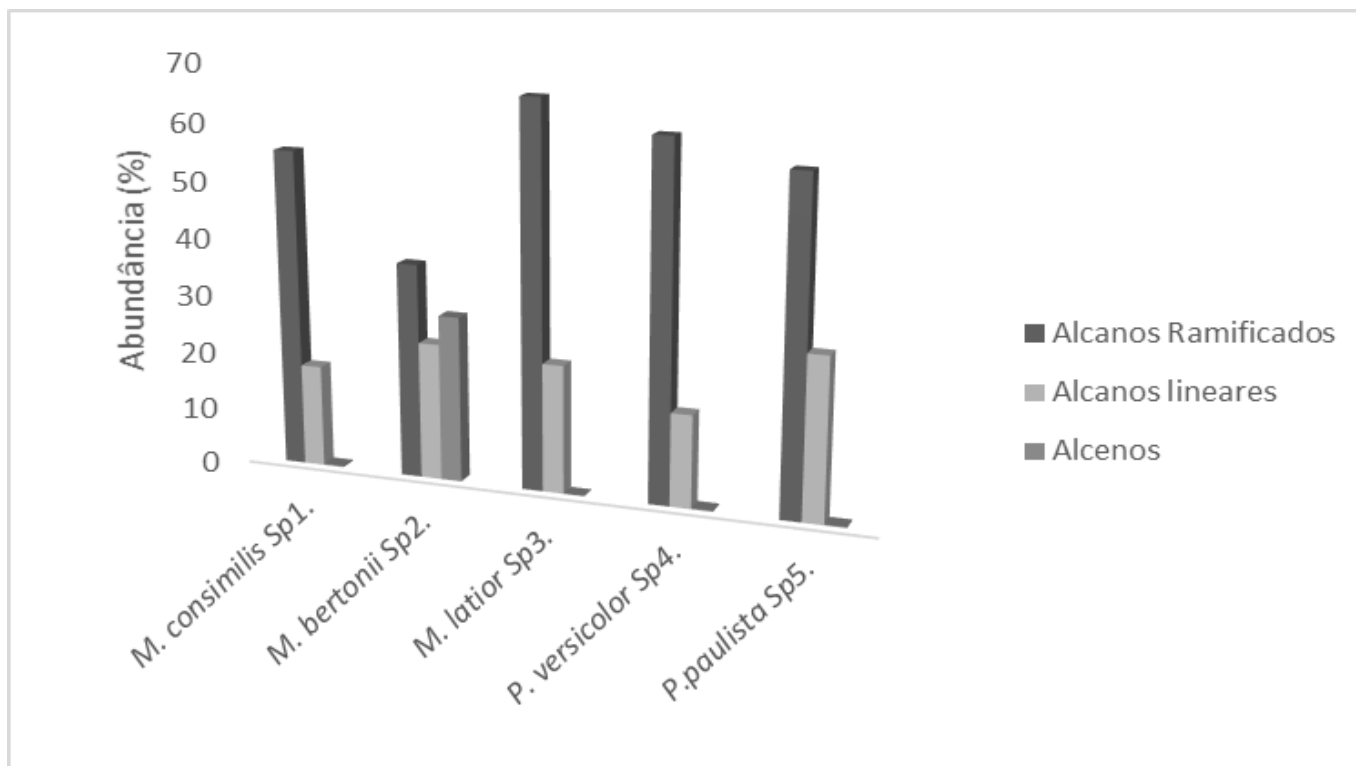


Figura 8. Gráfico da abundância dos compostos identificados em todas as espécies de Polistinae. Sp1. *Mischocyttarus consimilis*; Sp2. *Mischocyttarus bertonii*; Sp3. *Mischocyttarus latior*; Sp4. *Polistes versicolor*; Sp5. *Polybia paulista*