

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO DE *Synoeca septentrionalis*
(HYMENOPTERA, VESPIDAE): ASPECTOS
BIOECOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS**

ELIABER BARROS SANTOS

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
JULHO - 2017**

**CARACTERIZAÇÃO DE *Synoeca septentrionalis*
(HYMENOPTERA, VESPIDAE): ASPECTOS
BIOECOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS**

ELIABER BARROS SANTOS

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

Coorientadora: Dra. Maria Emilene Correia de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Stephen John Martin

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

JULHO - 2017

Ficha Catalográfica

S237c	<p>Santos, Eliaber Barros. Caracterização de <i>Synoeca septentrionalis</i> (hymenoptera, vespidae): aspectos bioecológicos e morfométricos / Eliaber Barros Santos._ Cruz das Almas, BA, 2017. 84f.; il.</p> <p>Orientador: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho. Coorientadora: Maria Emilene Correia de Oliveira.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Entomologia – Vespa – Inseto. 4.Vespa - Morfologia. 3.Ecologia – Diversidade biológica. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Martin, Stephen John. III.Título.</p> <p>CDD: 595.7</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**CARACTERIZAÇÃO DE *Synoeca septentrionalis*
(HYMENOPTERA, VESPIDAE): ASPECTOS
BIOECOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
Eliaber Barros Santos**

Realizada em 21 de julho de 2017

Prof. Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
Examinador Interno (Orientador)

Prof. Dr. Gilberto Marcos de Mendonça Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Examinador externo

Prof. Dr. Sergio Ricardo Andena
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico a meus pais Corinto Santos e Roseneide Barros e minhas irmãs Rute Léa Barros e Jeisa Souza.

Dedico ao grande e eterno Professor Emérito Oton Meira Marques.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da sabedoria.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Carlos Alfredo Lopes de Carvalho, pela confiança, oportunidade, conhecimento acadêmico e pessoal, apoio e amizade dedicadas a mim durante os anos que juntos trabalhamos. Além de ser um excelente pesquisador é também uma pessoa muito honesta, alguém a quem tenho muita admiração e amizade.

A minha Coorientadora Dra. Maria Emilene Correia de Oliveira. Uma excelente profissional que me ajudou muito, sempre mostrando coragem e força de vontade para ajudar sempre que precisei.

Ao Professor Dr. Stephen John Martin, meu segundo Coorientador, por toda a confiança e profissionalismo ao dialogar na tentativa de compartilhar seu conhecimento.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pelo conhecimento adquirido durante meu período de Mestrado.

Aos companheiros do Grupo de pesquisa INSECTA, aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram, tanto os egressos e os que ainda se encontram por lá, pessoas que de certa forma se tornam família, vivenciando os momentos bons e ruins.

Meu obrigado especial a minha grande amiga Carize, pessoa de coração bom! Menina que oferece sem esperar nada em troca, que durante esse período de mestrado cuidou de mim em todos sentidos, se tornando uma das pessoas mais especiais que tive o prazer de conviver.

As minhas eternas amigas e companheiras de casa e de vida, Clara e Alyne, meninas que convivi maior parte do Mestrado e que comigo compartilharam coisas boas, inclusive experiências de vida, que acredito que sempre fará diferença em minha vida.

Aos professores da banca que aceitaram o convite, contribuindo para melhoria do trabalho e garantindo a continuidade da evolução da ciência.

Agradeço aos amigos geograficamente distantes, Giuliana, Cherre, Cândida, que mesmo estando longes conseguiram transmitir amor e incentivo, dizendo o tempo todo, que daria certo.

Agradeço ao CNPq pelo apoio ao projeto PVE/CSF: Chemical Ecology and Emerging Pathogens of Honeybees and Ants In Brazil, n°. 400425/2014–9.

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

REFERENCIAL TEÓRICO.....11

ARTIGO 1

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Synoeca septentrionalis* (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)25

ARTIGO 2

DIFERENÇA INTERCOLONIAL NO PADRÃO DE COLORAÇÃO EM *Synoeca septentrionalis* (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)43

ARTIGO 3

AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA ENTRE CASTAS E SEXO DE *Synoeca septentrionalis* NA FASE PÓS-EMERGENTE (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)54

ARTIGO 4

ECOLOGIA QUÍMICA DE *Synoeca septentrionalis* (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)68

CONSIDERAÇÕES FINAIS84

CARACTERIZAÇÃO DE *Synoeca septentrionalis* (HYMENOPTERA, VESPIDAE): ASPECTOS BIOECOLÓGICOS E MORFOMÉTRICOS

Autor: Eliaber Barros Santos

Orientador: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

RESUMO: Vespidae é fundamental no entendimento da origem do comportamento social nos Hymenoptera por ser composta por seis subfamílias, sendo três caracterizada por apresentar hábito solitário e três de hábito social. A exemplo da Polistinae, que se destaca pelo grande número de gêneros distribuídos em quatro tribos, dentre elas, a Epiponini. Essa tribo, desperta grande interesse em estudos de evolução de castas, pois, além de apresentarem colônias poligínicas, pode se observar um grande espectro de variação com relação aos indivíduos de suas colônias, ocorrendo desde espécies com castas morfológicamente semelhantes até as distintas. Buscando reunir informações sobre aspectos biológicos e a ecologia química desses insetos, o presente estudo analisou colônias de *Synoeca septentrionalis* (Vespidae: Polistine: Epiponini), para obter informações bioecológicas bem como morfológicas entre castas e sexo. Dessa forma, foram estudadas nove colônias provenientes de dois municípios do estado da Bahia. As análises de hidrocarbonetos cuticulares foram realizadas na Universidade de Salford, Manchester, Inglaterra. As colônias estudadas apresentaram dois estágios de desenvolvimento, pré-emergentes e pós-emergentes, sendo compostas por três castas fisiológicas, rainhas, intermediárias e operárias. As castas (rainhas e operárias) não apresentaram diferenças morfológicas entre elas, apenas os machos foram morfológicamente diferentes. O perfil de hidrocarbonetos cuticulares desses insetos foi basicamente composto por *n*-alcanos e alcenos e apresentaram apenas variações quantitativas entre as castas e colônias. Dessa forma, *S. septentrionalis* apresentam castas fisiológicas com presença de intermediárias e o perfil de hidrocarboneto nessa espécie é similar ao das demais espécies do gênero estudadas.

Palavras-chave: Castas fisiológicas, ecologia química, vespas sociais.

CHARACTERIZATION OF *Synoeca septentrionalis* (HYMENOPTERA, VESPIDAE): BIOECOLOGICAL AND MORPHOMETRIC ASPECTS

Author: Eliaber Barros Santos

Advisor: Carlos Alfredo Lopes de Carvalho

ABSTRACT: The Vespidae are crucial in understanding the origin of social behavior in Hymenoptera, as the family consists of six subfamilies. Three subfamilies are characterized by presenting a solitary habit and three, a social habit, for example the Polistinae, which stand out for their large number of genera divided into four tribes, among which, the Epiponini. This tribe arouses great interest in studies on evolution of castes, because, besides polygynous colonies, it presents a wide spectrum of variation in terms of individuals of its colonies occurring from species morphologically similar to distinct castes. Seeking to gather information on biological and chemical ecology aspects of these insects, this study examined colonies of *Synoeca septentrionalis* (Vespidae: Polistine: Epiponini) for bioecological and morphological data between castes and sexes. For that purpose, nine colonies from two municipalities in the state of Bahia (Brazil) were studied. The analysis of cuticular hydrocarbons were carried out at the University of Salford, Manchester, England. The colonies studied presented two developmental stages, pre-emerging and post-emerging, and were composed of three physiological castes, queens, intermediate and workers. Castes (queens and workers) showed no morphological differences between each other and only the males were morphologically different. The profile of cuticular hydrocarbons of these insects was basically composed of *n*-alkanes and alkenes and presented only quantitative variations between castes and colonies. Thus, *S. septentrionalis* features physiological castes with the presence of intermediate caste and the hydrocarbon profile in this species is similar to that in the other species studied.

Key words: physiological castes, chemical ecology, social wasps.

REFERENCIAL TEÓRICO

Posição taxonômica das vespas

Vespidae (Hymenoptera) é composta por seis subfamílias, sendo que três possuem espécies de hábito solitário (Eumeninae, Masarinae e Euparagiinae) e as demais apresentam hábito eussocial (Stenogastrinae, Polistinae e Vespinae) (CARPENTER; RASNITSYN, 1990; CARPENTER, 1982; CARPENTER, 1993). A família possui aproximadamente 4.572 espécies, distribuídas em 243 Gêneros (CARPENTER; MARQUES, 2001), sendo que destes, 1.060 espécies são sociais e aproximadamente 319 ocorrem no Brasil (PREZOTO et al., 2007). Essa plasticidade na configuração social entre as subfamílias, caracteriza Vespidae como um importante grupo no estudo da evolução do comportamento social dos Hymenoptera.

Segundo Hine et al. (2007), as subfamílias sociais de Vespidae possuem duas origens diferentes e independentes da eussocialidade, separando Stenogastrinae de Polistinae e Vespinae, sendo (Stenogastrinae + (Polistinae + Vespinae)) (PICKETT; CARPENTER, 2010).

Polistinae possui o maior número de representante no Brasil, sendo a mais utilizada no controle biológico (PREZOTO; CORTES; MELO, 2008). Essa subfamília possui mais de 900 espécies descritas e divide-se em quatro tribos: Polistini, Mischocyttarini, Ropalidiini e Epiponini (NOLL; WENZEL; ZUCCHI, 2004). Seus representantes estão distribuídos por todo mundo com maior concentração nas regiões tropicais (CARPENTER, 1991).

Epiponini é a maior tribo de Polistinae, com distribuição geográfica, desde o norte da Argentina até o sudeste dos Estados Unidos, e compreendendo 19 gêneros *Apoica*, *Agelaia*, *Angiopolybia*, *Asteloeca*, *Brachygastra*, *Chartergellus*, *Charterginus*, *Chartergus*, *Clypearia*, *Epipona*, *Leipomeles*, *Metapolybia*, *Nectarinella*, *Parachartergus*, *Polybia*, *Protonectarina*, *Protopolybia*, *Pseudopolybia* e *Synoeca* (CARPENTER, 2004).

Nas espécies de Epiponini as colônias são fundadas por uma ou mais rainhas acompanhadas por operárias (MATEUS, 2005), cujo processo é conhecido por pleometrose (RICHARDS, 1971). O processo de fundação de colônia é iniciado pela seleção do local para instalação do novo ninho, que é feito

pelas operárias e indicado por meio de trilhas de feromônios (WEST-EBERHARD, 1982).

Em Epiponini, assim como as demais tribos, as espécies possuem arquitetura dos ninhos diversificada, no que diz respeito à forma, complexidade arquitetônica, tamanho dos favos e presença ou ausência de involucrio que protegem as crias (SOMAVILLA; OLIVEIRA; SILVEIRA, 2012). Essas características são inerentes a cada espécie servindo para elaboração de chaves de identificação em nível de gênero (ARAB et al., 2003; WENZEL, 1998).

O local de nidificação é diversificado, podendo variar de espécies vegetais (árvores e ou arbustos) a construções humanas, onde os ninhos podem estar aderidos a um substrato ou as células de cria estar diretamente ligados ao substrato de nidificação, como no caso das espécies do gênero *Synoeca* (ARAB et al., 2003; CARPENTER; MARQUES, 2001; WENZEL, 1998).

***Synoeca* de Saussure, 1852 (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)**

Synoeca de Saussure é composto pelas espécies: *S. chalybia*, *S. virginea*, *S. surinama*, *S. septentrionalis* e *S. cyanea*, distribuídas geograficamente desde o México à Argentina (CARPENTER; MARQUES, 2001). Essas espécies são conhecidas popularmente pelo comportamento defensivo, tendo como hábito de proteção da colônia o batimento das asas e ataque dos invasores por meio de ferroadas, que é considerada extremamente dolorosa (HOGUE, 1993).

As espécies de *Synoeca* apresentam ninhos semelhantes entre si e com formato astelocítricos, onde o favo de cria se liga diretamente ao substrato de nidificação (RICHARDS; RICHARDS, 1951; WENZEL, 1998). Devido ao involucrio de proteção do ninho ser visualmente semelhante a carapaça do mamífero tatu (*Dasypus* spp.), algumas espécies como a *S. cyanea* e *S. septentrionalis* são vulgarmente conhecidas com o nome de vespa tatu (MARQUES, 1989).

Uma vez que na fase de larva as vespas dessa tribo necessitam de proteína para cumprir seu ciclo de vida, os adultos predam larvas de Lepidoptera, tornando essas vespas importantes para o controle biológico de pragas agrícolas (VANOYE-ELIGIO et al., 2015a; PREZOTO; BRAGA, 2013).

Porém, em função de sua dolorosa ferroadas que alcança nível 4, numa escala que varia de 0 a 4 (STARR, 1985), essa espécie é muito temida por

produtores rurais, acarretando em eliminação das colônias existentes em propriedades rurais e até mesmo em área urbana.

A coloração do clipeo em *Synoeca* é essencial para identificação de três espécies: *S. cyanea*, *S. septentrionalis* (clipeo vermelho) e *S. surinama* (clipeo preto). No entanto, algumas variações podem ocorrer no padrão da coloração destas espécies, dificultado as vezes a identificação. Em *S. septentrionalis*, por exemplo, a coloração pode cobrir parcialmente ou totalmente o clipeo nas fêmeas e os machos podem apresentar clipeo avermelhado e área dorsal triangular escura, e ou clipeo avermelhado e área dorsal escurecida (MENEZES et al., 2011).

Em contrapartida, os pelos eretos no primeiro terço do metassoma e a presença de área triangular escura no clipeo facilitam a diferenciação entre as espécies (ANDENA et al., 2009). Além disso, *S. septentrionalis* apresenta poros cuticulares na parte frontal da cabeça e escopo das antenas que facilitam sua distinção dentre as outras espécies do gênero (MENEZES et al., 2015).

No que se refere à distribuição geográfica, *S. septentrionalis* pode ser encontrada nas Américas Central e do Sul. Tendo sido registrada na Costa Rica (STARR, 1989), Panamá (ANDENA et al., 2009), Colômbia (ANDENA et al., 2009), Guatemala (ANDENA et al., 2009), México (VANOYE-ELIGIO et al., 2015a; ANDENA et al., 2009) e Brasil (MENEZES et al., 2011).

Evolução social e castas

A socialidade é considerada novidade evolutiva mais significativa na classe Insecta, sendo os insetos sociais categorizados como mais derivados em relação aos demais (GRIMALDI; ENGEL, 2005). Dentre as organizações sociais, é possível encontrar desde a mais simples, sub-social, onde os indivíduos apresentam cuidado prolongado com crias ou associações gregárias entre indivíduos de uma mesma geração, às mais complexas, a exemplo da eussocial (GRIMALDI; ENGEL, 2005).

A eussocialidade é o mais elevado nível de organização social entre os insetos. A seleção de rainhas (NOWAK; TARNITA; WILSON, 2010), alimentação progressiva (EVANS, 1977) e haplodiplóidia (HUGHES et al., 2008) em Hymenoptera é a maior evidência de que este sistema genético é responsável por

essa evolução social, uma vez que a relação íntima entre as operárias é maior do que com possíveis descendentes, e o cuidado com seus irmãos é garantido pela aptidão inclusiva (HAMILTON, 1964).

Os três pré-requisitos essenciais nos insetos eussociais são: vida colonial, com garantia de sobreposição de gerações; cuidado com a prole por parte dos adultos; e divisão do trabalho reprodutivo; com a subdivisão dos indivíduos fêmeas em castas (WILSON; HOLLDOBLER, 2005).

Casta é um grupo de indivíduo morfológicamente diferente e especializada em alguma função dentro da colônia (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Villet (1992) sugeriu que a terminologia de casta só poderia ser aplicada às espécies que apresentassem diferenças morfológicas entre indivíduos. No entanto, essa definição não contempla todos os grupos de insetos sociais, a exemplo dos Epiponini, por exibir espécies em que as castas não apresentam diferenças morfológicas entre elas. Porém, esses indivíduos são capazes de desempenhar diferentes funções dentro da colônia (NOLL; WENZEL; ZUCCHI, 2004).

O 'DONNELL (1998), considerou que o termo deveria ser empregado a polifenismo reprodutivo, desconsiderando as diferenças morfológicas externas, e que a determinação de casta é unicamente pré-emergente. Entretanto, em espécies fundadoras de colônias da tribo Epiponini, todas as fêmeas são potências reprodutivas, com possível desenvolvimento ovariano ocorrendo após a emergência do adulto (FELIPPOTTI; NOLL; MATEUS, 2007; NOLL; WENZEL; ZUCCHI, 2004), o que novamente não englobariam as espécies dessa tribo nesta definição.

Além das características utilizadas para a definição de castas, fatores genéticos, anatômicos ou traços fisiológicos podem influenciar no surgimento e estabelecimento destas (WILSON, 1978). E essa capacidade de subdivisão em castas é considerada o ponto mais importante na evolução dos insetos sociais, uma vez que quanto maior for a diferenciação entre as castas, maior será divisão reprodutiva de trabalho e conseqüentemente haverá um maior grau de socialidade dentro da colônia (BOURKE, 1999).

Segundo Wheeler (1986) em Epiponini, as castas são divididas em reprodutiva (rainha), especializada na reprodução e casta operária (não-reprodutivas) especializada em tarefas coloniais (O 'DONNELL, 1998). Porém, ainda podem ser encontradas nessa tribo, fêmeas na condição intermediária, que

apesar de terem desenvolvimento ovariano, não são fecundadas (RICHARDS; RICHARDS, 1951), e são claramente operárias (NOLL; WENZEL; ZUCCHI, 2004), possuindo importância no controle da oligoginia cíclica (MATEUS, 2005).

Condições morfológicas de castas em Epiponini (Vespidae: Polistinae)

Em Vespidae, as subfamílias sociais não apresentam um padrão de diferenciação morfológica entre as castas, configurando um dimorfismo altamente variável. Polistinae diferente de Stenogastrinae (diferenças fisiológicas e comportamentais) e Vespinae (rainha muito maior que as operárias), não apresenta um padrão claro entre as espécies possuindo uma condição intermediária entre estas (CARPENTER, 1982).

As tribos pertencentes à Polistinae, por sua vez, possuem suas especificidades no que diz respeito a forma de comportamento morfológico das castas. Polistini assim como Mischocyttarini, fundam suas colônias de forma independente (CARPENTER; MARQUES, 2001) e as fêmeas geralmente distinguem-se entre si por fisiologia ou comportamento destas (EICKWORT, 1969).

Para Ropalidiini é possível encontrar duas condições morfológicas entre as castas das espécies, aquelas em que não apresentam diferença morfológica (GADAGKAR, 1987) e as que apresentam essas castas morfológicamente distintas (KEEPING, 2000; YAMANE; KOJIMA; YAMANE, 1983).

Em Epiponini são encontrados diversos estudos sobre castas morfológicas, por apresentar características importantes (Noll et al. 2004). Essas características estão ligadas a poliginia e a complexa diferenciação de casta entre as espécies, bem como a presença de intermediárias (RICHARDS; RICHARDS, 1951).

Considerando apenas medidas individuais, Noll et al. (2004) organizaram as espécies estudadas por meio da morfometria em três categorias, sendo elas: 1) espécies em que as castas não apresentam diferenças significativas; 2) espécies onde as rainhas são maiores que as operárias e 3) espécies que as rainhas são menores em algumas medidas e maiores em outras. Os mesmos autores classificam *Synoeca chalibea*, *S. surinama* na primeira categoria, e *S. cyanea* na segunda, no entanto *S. septentrionalis* não foi estudada pelos autores.

A partir das diferenças morfológicas e observação de fêmeas intermediárias dessas espécies, Noll et al. (2004) concluíram que havia a necessidade de reformular as categoria pré-definidas para castas, elaborada por Richards (1978), sendo elas: (1) sem casta (sem tamanho ou diferença de forma associada à reprodução, fêmeas de todas as condições ovarianas presentes); (2) apenas casta fisiológica (sem diferenças morfométricas, com presença de intermediária); (3) rainhas maior, com mesma forma; (4) rainhas em forma diferente com algumas medidas menores do que as operárias.

Ecologia química em insetos sociais com ênfase em Vespidae

Na tentativa de compreender, de forma detalhada, o comportamento que está diretamente relacionado à comunicação entre os seres vivos, a exemplo, os insetos sociais, a ecologia química surge e é fundamental nesse processo, sendo conceituada, como a ciência que busca compreender a interação entre os indivíduos por meio de sinais químicos (WUNDER; VIVANCO, 2011).

A forma predominante na comunicação dos insetos é pelo processo de reconhecimento de sinais químicos, e as substâncias químicas utilizadas para esta comunicação são denominadas semioquímicos (NATERS; CARLSON, 2006; HOWARD, 1993). Dentre os semioquímicos, os feromônios (THOMAZINI, 2009) e hidrocarbonetos cuticulares (HC) são considerados fundamentais para a comunicação entre os insetos (KATHER; MARTIN, 2015).

Na epicutícula dos insetos, existem diversos HC, sendo estes, compostos por misturas complexas, cujas combinações podem variar qualitativamente e quantitativamente (LORENZI et al., 1997). Devido a essa grande complexidade, os HC podem ser classificados em três grandes grupos: n-alcanos, metil-ramificados e hidrocarbonetos insaturados (BLOMQUIST; BAGNERES, 2010).

Na Ordem Hymenoptera, por exemplo, baseado em estudos com 241 espécies, foram estimados aproximadamente 2000 HC, distribuídos em 11 classes (KATHER; MARTIN, 2015). Em vespas sociais são encontrados mais de 60 compostos, principalmente hidrocarbonetos de cadeia linear e ramificada, geralmente variando de 23 a 40 átomos de carbono que estão relacionados ao reconhecimento entre os indivíduos de uma mesma colônia (BAGNERES; LORENZI, 2010).

Apesar da gama de informações a respeito dos tipos de hidrocarbonetos constituintes da epicutícula dos insetos sociais, pesquisas têm se concentrado em compreender qual a relação dos HCs no comportamento social (DANI et al., 2005; GAMBOA et al., 1996; MURAKAMI et al., 2015) e decifrar a influência destes na relação das castas em insetos sociais, principalmente em vespas sociais, uma vez que todas as informações com relação a dominância e/ou fertilidade pode estar contida nos HCs (LIEBIG, 2010).

Em *Polistes dominulus*, não foi observada uma relação entre os perfis de HCs e a dominância de uma casta específica, sendo o comportamento agressivo responsável por essa ação, no entanto, esta espécie apresenta uma relação entre o desenvolvimento ovariano e o perfil HCs; indicando a existência de uma ligação destes com a fertilidade em fêmeas, que implicaria em castas fisiológicas (IZZO et al., 2010). Essa relação também pode ser observada para *P. versicolor* (TORRES et al., 2014) e *P. ferreri* (SOARES et al., 2014).

A ferramenta que torna os estudos com HCs possível é a cromatografia, que é definida como o método físico-químico que possibilita a separação de compostos químicos em misturas, realizada através das distribuições desses componentes em duas fases: estacionária e móvel (COLLINS; BRAGA; BONATO, 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDENA, S. R. et al. A phylogenetic analysis of *Synoeca* de Saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). **Entomologica Americana**, v. 115, n. 1, p. 81–89, 2009.

ANDENA, S. R. **Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais** **Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais Neotropicais (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini)**. Tese. Ribeirão Preto. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2007.

ARAB, A. et al. Key to the nests of Brazilian Epiponini wasps (Vespidae: Polistinae). **Sociobiology**, v. 42, n. 2, p. 1–8, 2003.

BAGNÈRES, A.; LORENZI G. C. Chemical deception/ mimicry using cuticular hydrocarbons, In: BLOMQUIST, G. J.; BAGNÈRES, A. G. (Eds). *Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology*. Cambridge University Press. 2010. pp. 282-324.

BOURKE, A. F. G. Colony size, social complexity and reproductive conflict in social insects. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 12, p. 245–257, 1999.

BUCZKOWSKI, G.; BENNETT, G. Colony budding and its effects on food allocation in the highly polygynous ant, *Monomorium pharaonis*. **Ethology**, v. 115, n. 11, p. 1091–1099, 2009.

CARPENTER, J. Synonymy of the Genus *Marimbonda* Richards, 1978, with *Leipomeles* Möbius, 1856 (Hymenoptera: Vespidae; Polistinae), and a New Key to the genera of paper wasps of the New World. **American Museum Novitates**, v. 3465, n. 1, p. 1–16, 2004.

CARPENTER, J. M. The phylogenetic relationships and natural classification of the Vespoidea (Hymenoptera). **Systematic Entomology (1982)**, v. 7, p. 11–38, 1982.

CARPENTER, J. M. et al. Well, what about intraspecific variation? Taxonomic and phylogenetic characters in the genus *Synoeca* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae). **Zootaxa**, v. 3682, n. 3, p. 421–431, 2013.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O. M. Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil. **Série publicação Digital**, v. 2, p. 147, 2001.

CASTELLÓN, E. G. Orientação, Arquitetura e construção dos Ninhos de *Synoeca surinama* (L) (Hymenoptera; Vespidae). **Acta Amazônica**, v. 10, n. 4, p. 883–896, 1980a.

CASTELLÓN, E. G. Reprodução e dinâmica de população em *Synoeca surinama* (Hymenoptera: Vespidae). **Acta Amazonia**, v. 10, n. 3, p. 670–690, 1980b.

DANI, F. R. et al. Nestmate Recognition Cues in the Honey Bee: Differential Importance of Cuticular Alkanes and Alkenes. **Chemical senses**, v. 30, p. 477–498, 2005.

EICKWORT, K. Separation of the castes of *Polistes exclamans* and notes on its biology (Hymenoptera: Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 16, n. 1, p. 67–72, 1969.

ELISEI, T. et al. Foraging activity and nesting of swarm-founding wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). **Sociobiology**, v. 46, n. 2, p. 317–327, 2005.

EVANS, H. E. Extrinsic versus Intrinsic Factors in the Evolution of Insect Sociality. **BioScience**, v. 27, n. 9, p. 613–617, 1977.

FELIPPOTTI, G. T.; NOLL, F. B.; MATEUS, S. Morphological studies on castes of *Protopolybia chartergoides* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) observed in colonies during male production stage. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 494–500, 2007.

GADAGKAR, R. Social structure and the determinants of queen status in the primitively eusocial wasp *Ropalidia cyathiformis*. In: EDER, J, REMBOLD, H (Eds) **Chemistry and Biology of Social Insects**, pp. 377-378. Munich: J. Peperny resumos

GAMBOA, G. J. et al. Kin recognition pheromones in social wasps : combining chemical and behavioural evidence. **Animal Behaviour**, v. 51, p. 625–629, 1996.

GIANNOTTI, E. Biology of the wasp *Polistes (epicnemius) cinerascens Saussure* (Hymenoptera: Vespidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 61–67, 1997.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. New York: Cambridge University Press, 2005.

HAMILTON, W. D. The genetical evolution of social behaviour. I. **Journal of Theoretical Biology**, v. 7, n. 1, p. 1–16, 1964.

HÖLLDOBLER, B.; CARLIN, N. F. Colony founding, queen dominance and oligogyny in the Australian meat ant *Iridomyrmex purpureus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 18, n. 1, p. 45–58, 1985.

HOPKINS, T. L.; KRAMER, K. J. Insect Cuticle Sclerotization. **Annual Review of Entomology**, v. 37, n. 37, p. 273–302, 1992.

HUGHES, W. O. H. et al. Ancestral monogamy shows kin selection is key to the evolution of eusociality. **Science**, v. 320, p. 1213–1216, 2008.

IZZO, A. et al. Cuticular hydrocarbons correlate with fertility, not dominance, in a paper wasp, *Polistes dominulus*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 64, n. 5, p. 857–864, 2010.

JEANNE, R. L. The adaptiveness of social wasp nest architecture. **The Quarterly Review of Biology**, v. 50, n. 3, p. 267–287, 1975.

KEEPING, M. G. M. Morpho-physiological variability and differentiation of reproductive roles among foundresses of the primitively eusocial wasp, *Belonogaster petiolata* (Degeer) (Hymenoptera, Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 47, n. 2, p. 147–154, 2000.

KELSTRUP, H. C. et al. The role of juvenile hormone in dominance behavior, reproduction and cuticular pheromone signaling in the caste-flexible epiponine wasp, *Synoeca surinama*. **Frontiers in Zoology**, v. 11, n. 1, p. 78, 2014a.

KELSTRUP, H. C. et al. Reproductive status, endocrine physiology and chemical signaling in the Neotropical, swarm-founding eusocial wasp, *Polybia micans* Ducke (Vespidae: Epiponini). **The Journal of Experimental Biology**, n. April, p. 1–34, 2014b.

LIEBIG, J. Hydrocarbon profiles indicate fertility and dominance status in ant, bee, and wasp colonies. In: BLOMQUIST, G. J.; BAGNÈRES, A. G. (Eds). *Insect Hydrocarbons: Biology, Biochemistry and Chemical Ecology*. Cambridge University Press. 2010, p. 254-281

MATEUS, S. **Análise dos comportamentos envolvidos na organização social e no processo de enxameio de *Parachartergus fraternus* (Hymenoptera, Polistinae, Epiponini)**. Tese de Doutorado. Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, 2005.

MATEUS, S.; NOLL, F.; ZUCCHI, R. Morphological Caste Differences in the Neotropical Swarm-Founding Polistine Wasps: *Parachartergus smithii* (Hymenoptera: Vespidae) **Journal of New York Entomological Society**, v. 104, n. 1–2, p. 62–69, 1997.

MENEZES, R. S. T. et al. First records of *Synoeca septentrionalis* Richards, 1978 (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in the Brazilian Atlantic rain forest. **ZooKeys**, v. 151, p. 75–78, 2011.

MENEZES, R. S. T. et al. Molecular phylogeny and historical biogeography of the Neotropical swarm-founding social wasp genus *Synoeca* (Hymenoptera: Vespidae). **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–15, 2015.

MORTARI, M. R. et al. Pharmacological characterization of *Synoeca cyanea* venom: An aggressive social wasp widely distributed in the Neotropical region. **Toxicon**, v. 59, n. 1, p. 163–170, 2012.

MURAKAMI, A. S. N. et al. The Cuticular Hydrocarbons Profiles in the Colonial Recognition of the Neotropical Eusocial Wasp, *Mischocyttarus cassununga* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, v. 62, n. 1, p. 109–115, 2015.

NODA, S. C. M.; SHIMA, S. N.; NOLL, F. B. Morphological and physiological caste differences in *Synoeca cyanea* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) according to the ontogenetic development of the colonies. **Sociobiology**, v. 41, n. 3, p. 547–570, 2003.

NOLL, F. B.; WENZEL, J. W.; ZUCCHI, R. Evolution of caste in neotropical swarm-founding wasps (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). **American Museum Novitates**, v. 3467, n. 1, p. 1–24, 2004.

NOLL, F. B.; ZUCCHI, R. Increasing caste differences related to life cycle progression in some neotropical swarm-founding polygynic polistine wasps

(Hymenoptera Vespidae Epiponini). **Ethology Ecology & Evolution**, v. 12, n. 1, p. 43–65, 2000.

NOWAK, M. A.; TARNITA, C. E.; WILSON, E. O. THE EVOLUTION OF EUSOCIALITY. **Nature**, v. 466, n. 7310, p. 1057–1062, 2010.

O'NEILL, K. M.; HOWARD E. EVANS. Alternative male mating tactics in *Bembecinus quinquespinosus* (Hymenoptera: Sphecidae): correlations with size and color variation. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 14, n. 1, p. 39–46, 1983.

O'DONNELL, S. Reproductive caste determination in eusocial wasps (Hymenoptera:Vespidae). **Annual Review Entomologic** v. 43, n. 7, p. 323–346, 1998.

PICKETT, K. M.; CARPENTER, J. M. Simultaneous Analysis and the Origin of Eusociality in the Vespidae (Insecta : Hymenoptera). **Arthropod Systematics & Phylogeny**, v. 68, n. 1, p. 3–33, 2010.

PREZOTO, F. et al. Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: PINTO, A. DE S.; ROSS, M. M.; SALMERON, E. (Eds.). **Manejo de Pragas Urbanas**. 1. ed. Piracicaba: CP2, 2007. p. 125–130.

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

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4A, p. 665–79, 2002.

RAMONI-PERAZZI, P.; BIANCHI-PÉREZ, G.; BIANCHI-BALLESTEROS, G. First report of an association among *Aetalion reticulatum* (Linné) (Hemiptera: Aetalionidae) and *Synoeca septentrionalis* Richards (Hymenoptera: Vespidae). **Entomotropica**, v. 21, n. 2, p. 129–132, 2006.

RICHARDS, O W. The biology of social wasps. **Biology Reviews**, v. 46, p. 483–528, 1971.

RICHARDS, M. J.; RICHARDS, O. W. Observations on the social wasps of South America (Hymenoptera, Vespidae). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v. 102, p. 1–170, 1951.

SANTOS, C. A. DOS. **Biologia comportamental de *Synoeca surinama*: enxameio e interações sociais (Vespidae; Polistinae: Epiponini)**. Dissertação de mestrado. São José do Rio Preto. Universidade Estadual Paulista, 2009.

SILVA-PEREIRA, V. S.; SANTOS, G. M. M. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 165–174, 2006.

SOARES, E. et al. Reproductive status of females in the eusocial wasp *Polistes ferreri* Saussure (Hymenoptera: Vespidae). **Neotropical Entomology**, n. 43, p.500–508. 2014.

SOMAVILLA, A.; OLIVEIRA, M. L. DE; SILVEIRA, O. T. Guia de identificação dos ninhos de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 56, n. 4, p. 405–414, 2012.

SOUZA, M. M. DE et al. Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a riparian forest of Rio das Mortes in Southeastern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 189–196, 2014.

STARR, C. K. A simple pain scale for field comparison of hymenopteran stings. **Journal of Entomological Science**, v. 20, n. 2, p. 225–232, 1985.

TORRES, V. O. et al. Reproductive status of the social wasp *Polistes versicolor* (Hymenoptera, Vespidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 2, p. 218–224, 2014.

VANOYE-ELIGIO, M. et al. Predatory wasps (Hymenoptera) of the Yucatan Peninsula. **Southwestern Entomologist Perspectives**, v. 1, n. 3, p. 635–646, 2015.

VARGAS, D.; FURTADO, A.; WIZNIEWSKY, J. Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 1, p. 173–179, 2013.

WENZEL, J. W. A Generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). **American Museum Novitates**, v. 3224, p. 1–39, 1998.

WHEELER, D. E. Developmental and physiological determinants of caste in social Hymenoptera: Evolutionary implications. **The American Naturalist**, v. 128, n. 1, p. 13–34, 1986.

WILSON, E. O.; HOLLOBLER, B. Eusociality: Origin and consequences. **PANS**, v. 102, n. 38, p. 13367–13371, 2005.

WITTKOPP, P. J.; BELDADE, P. Development and evolution of insect pigmentation: Genetic mechanisms and the potential consequences of pleiotropy. **Seminars in Cell and Developmental Biology**, v. 20, n. 1, p. 65–71, 2009.

WUNDER, E. W.; VIVANCO, J. M. Chemical Ecology: Definition and Famous Examples. In: J.M. VIVANCO T. WEIR (Ed.). **Chemical Biology of the Tropics: An Interdisciplinary Approach**. 8. ed. Berlin: Springer-Verlag, 2011. p. 115.

YAMANE, S.; KOJIMA, J.; YAMANE, S. Queen/worker size dimorphism in an oriental Polistine wasp, *Ropalidia montana* Carl (Hymenoptera: Vespidae). **Insectes Sociaux**, v. 30, n. 4, p. 416–422, 1983.

ARTIGO 1**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Synoeca septentrionalis*
RICHARDS, 1978 (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)¹**

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Journal of Hymenoptera Research*, em versão na língua inglesa.

Aspectos biológicos de *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978
(Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)

Resumo: As vespas sociais são importantes para o controle de populações de artrópodes herbívoros em diferentes ecossistemas. O que tem motivado estudos sobre: população, ciclo de vida, hábito alimentares, comportamento social e de nidificação. Dentre os gêneros de vespas sociais, podemos destacar *Synoeca*, que é composto por apenas cinco espécies, que são importantes como agente de controle biológico natural e estão largamente distribuídas geograficamente pela América Central e do Sul, no entanto, essas espécies são altamente defensivas, o que faz com que as pessoas destruam os ninhos dessas espécies. *Synoeca septentrionalis* é uma das espécies pertencente ao gênero, que apresenta poucos estudos, inclusive relacionados a biologia. O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre aspectos biológicos de *S. septentrionalis*. Foram estudadas nove colônias, provenientes de dois municípios do estado da Bahia. Destas, oito colônias foram coletadas e no momento da coleta, foram registradas informações com relação ao hábito de nidificação da espécie, coordenadas geográficas, altura e tamanho do ninho, bem como a espécie vegetal nas quais as vespas estavam nidificadas. Em laboratório foi realizada a análise interna da colônia para avaliação da população presente e bem como as células de cria. As colônias de *Synoeca septentrionalis* foram classificadas em pré-emergentes e pós-emergentes, não apresentando um padrão entre elas com relação a quantidade de imaturos e adultos. Os tamanhos entre os ninhos variam, estando diretamente relacionada com o estágio de desenvolvimento da colônia. Os ninhos estavam instalados em espécies vegetais agrícola, indicando que essa espécie pode ser de usos em sistemas agrosilvopastoril. A partir do presente trabalho é possível concluir que a quantidade de material científico relacionado a *Synoeca septentrionalis* ainda é escasso e que os resultados aqui presentes irão corroborar para ampliação do conhecimento tanto para o gênero quanto para a espécie.

Palavras-chave: controle biológico; vespas sociais; vespas fundadoras; vespas predadoras.

**Biological aspects from *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978
(Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)**

Abstract: Social wasps are important for population control of herbivorous arthropods in different ecosystems, which has motivated studies on population, life cycle, food habits, social behavior and nesting. *Synoeca* stands out among the genera of social wasps, consisting of only five species that are important as natural biological control agents and are widely distributed geographically from Central to South America. However, these species are highly defensive, which leads people to destroy their nests. *Synoeca septentrionalis* is a species belonging to the genus and very few studies have been conducted to investigate its biological characteristics, among other features. Thus, this study aimed to obtain information on biological aspects of *S. septentrionalis*. For that purpose, nine colonies were studied from two municipalities in the state of Bahia (Brazil). Of these, eight colonies were collected and, at the time of collection, it was recorded information about nesting habits of the species, geographical coordinates, height and size of the nest, as well as the plant species where the wasps were nested. In the laboratory, internal analyses were performed to assess the colony population as well as the rearing cells. The colonies of *Synoeca septentrionalis* were classified into pre-emerging and post-emerging and did not show a pattern regarding the number of immatures and adults. Sizes of the nests varied and are directly related to the developmental stage of the colony. The nests were installed in agricultural plant species, which can be used in crop-livestock-forest systems. The results show that the amount of scientific material related to *Synoeca septentrionalis* is still scarce; nevertheless, they help a better understanding of the genus and the species.

Key words: biological control, social wasps, founder wasps, predatory wasps.

INTRODUÇÃO

As vespas sociais (Vespidae) são insetos de interesse no controle de populações de artrópodes fitófagos em diferentes ecossistemas (Vargas et al. 2013), o que tem motivado diferentes estudos sobre população (Silva-Pereira e Santos 2006), ciclo de vida (Giannotti 1997), hábito alimentares (Vanoye-Eligio et al. 2015) e de nidificação (Arab et al., 2003; Souza et al., 2014).

Vespidae é um importante grupo para estudos de biologia de insetos sociais, abrangendo diversas subfamílias, tribos, gêneros e espécies (Prezoto et al. 2007). Dentre os formatos de ninho registrados no Brasil, Vespidae apresenta arquitetura diversificada, tais como: ninho estelocítaros (de Saussure), divididos em estelocítaros gimnódomos e estelocítaro captódomo; ninho fragmocítaros (de Saussure) e ninho astelocítaros, como os encontrados nas espécies do gênero *Synoeca* (Somavilla et al. 2012).

O gênero *Synoeca* é composto por apenas cinco espécies (Carpenter e Marques 2001), que possuem importância econômica, agindo como agentes de controle biológico natural de pragas de importância agrícola, sendo que três espécies ocorrem na Bahia (Menezes et al. 2011).

Estudos sobre a filogenia (Andena et al. 2009; Carpenter et al. 2013; Menezes et al. 2015), assim como, sobre diferentes aspectos das espécies têm sido realizados por diversos autores, como em *S. surinama* (Castellón 1980; Castellón 1980; Noll et al. 2004; Santos 2009; Kelstrup et al. 2014), *S. cyanea* (Noda et al. 2003; Elisei et al. 2005; Silva-Pereira e Santos 2006; Mortari et al. 2012; Prezoto e Braga 2013) e *S. septentrionalis* (Ramoni-Perazzi et al. 2006; Menezes et al. 2011).

Synoeca septentrionalis Richards, 1978 foi registrada pela primeira vez no Brasil nos estados da Bahia e Espírito Santo em floresta tropical (Menezes et al. 2011), sendo anteriormente registrada na América Central e no noroeste da América do Sul (Andena et al. 2009; Richards 1978; Cely and Sarmiento 2011). No entanto, informações básicas sobre a biologia de *S. septentrionalis* ainda são escassas, o que mostra a necessidade de mais estudos sobre essa espécie. O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre aspectos biológicos de *S. septentrionalis*, de forma a contribuir no possível uso dessa espécie para o manejo integrado de pragas agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Nove ninhos de *S. septentrionalis* foram localizados e estudados em dois diferentes municípios do estado da Bahia (Fig. 1). A identificação da espécie foi realizada de acordo com Menezes et al. (2015) e Andena et al. (2009), onde observou-se alguns caracteres morfológicos como pontuações na cabeça e presença de cerdas eretas no escapo (Fig. 2).

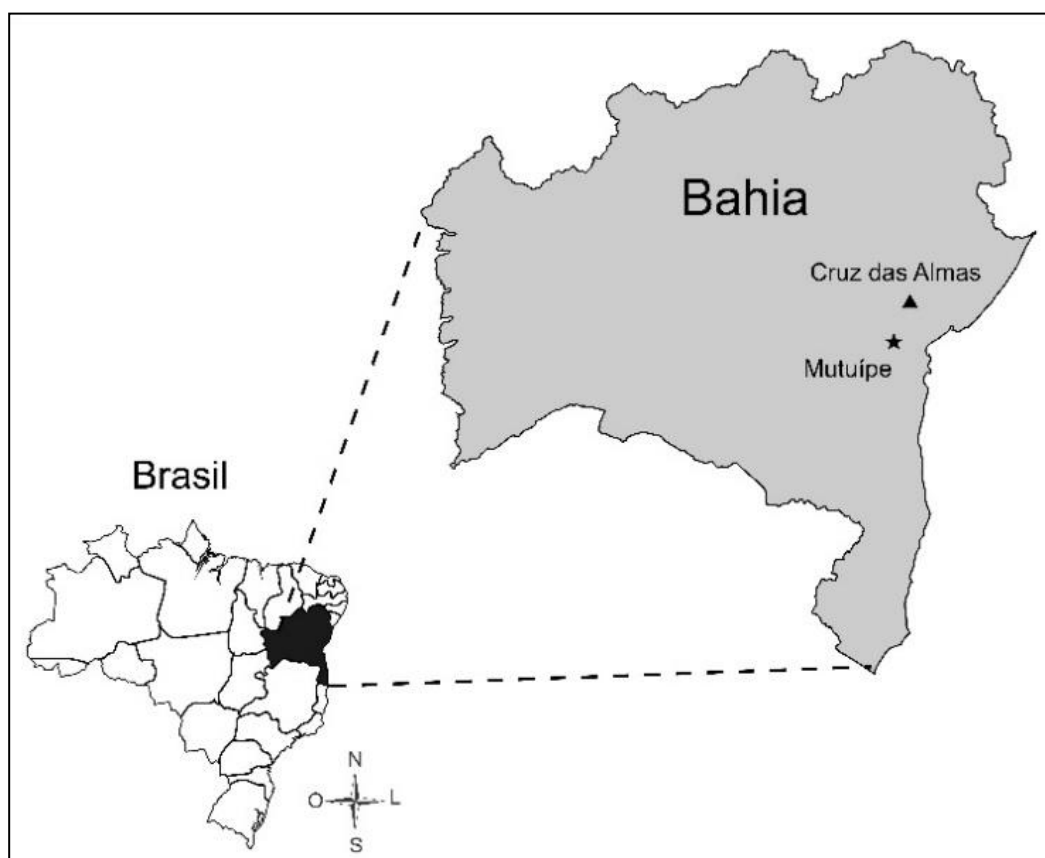


Figura 1. Cidades onde foram coletas de colônias de *Synoeca septentrionalis*.

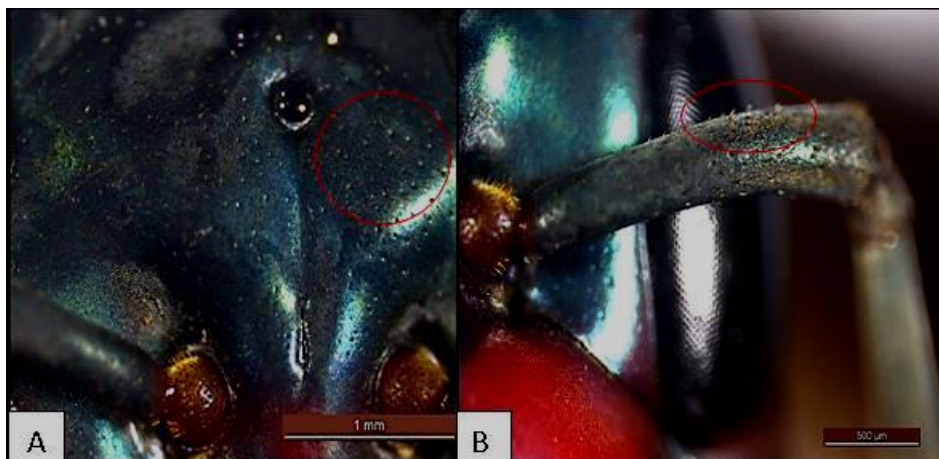


Figura 2. Estruturas morfológicas externas observadas na cabeça de *S. septentrionalis*: A) Visão frontal da cabeça com pontuações à mostra; B) Visão frontal do escapo com cerdas eretas aparentes. (Fonte: Acervo INSECTA).

A triagem dos ninhos e demais procedimentos laboratoriais referentes a morfologia das vespas e estrutura dos ninhos foram realizados em Laboratório do grupo de pesquisa INSECTA - UFRB.

Coleta dos ninhos

As coletas dos ninhos foram realizadas à noite, entre 18:00 e 19:00 horas, período em que a maioria ou todos dos indivíduos estariam no interior do ninho, evitando perdas eventuais dos insetos.

A entrada do ninho foi fechada com um chumaço de algodão embebido com clorofórmio para evitar a saída das vespas. Em seguida, 20 mL de clorofórmio foi injetado no interior do ninho utilizando seringa de vidro. Após 30 segundos, o ninho foi completamente destacado do substrato de nidificação com auxílio de espátula e a estrutura física do enxame foi acondicionada em recipiente fechado e encaminhada para o laboratório (Fig. 3).



Figura 3. Procedimento de coleta de colônia de *Synoeca septentrionalis*: A) colocação de clorofórmio na seringa; B) injeção de clorofórmio e obstrução da entrada da colônia; C) pente de cria aderido ao substrato com involucro removido; D) remoção do pente de cria do substrato e; E) células de cria. (Fonte: Acervo INSECTA).

Georeferenciamento e nidificação das vespas

Para georeferenciar as colônias coletadas, foram tomadas coordenadas geográficas dos locais de coletas e em seguida foi avaliado no raio de 500 metros se havia a ocorrência de outros ninhos. Foram identificados os tipos de substratos nos quais as colônias estavam nidificadas, mensurando ainda: alturas entre o solo e a base dos ninhos, diâmetros dos substratos em que estavam instalados os ninhos, comprimento e largura de cada ninho.

Fundação de colônia

Durante o período de coleta em campo, foi possível realizar o acompanhamento parcial de uma colônia em fundação. A partir de registro

fotográfico diário, foi possível estipular a quantidade de fundadoras presentes e ainda descrever o processo de formação arquitetônica da nova colônia.

Triagem dos ninhos

Para execução do processo de triagem dos ninhos, as vespas foram imediatamente separadas da estrutura física do ninho e individualizadas em tubos identificados contendo álcool etílico 90%. Foi realizado o mapeamento das células de crias de cada ninho com intuito de avaliar a distribuição dos imaturos (ovo, larva e pupa) na célula de cria, bem como, a contagem destes indivíduos.

A partir das informações da quantidade e distribuição de imaturos, utilizou-se o programa Inkscape (0.92.1) para representação da distribuição destes no pente de cria. O número de indivíduos presentes nas colônias e a relação de castas e sexo presentes, foi possível estabelecer o estágio de desenvolvimento para cada colônia em pré-emergente e pós-emergente.

Mapeamento populacional de *Synoecca septentrionalis*

A fim de realizar o mapeamento populacional, as fêmeas de cada colônia foram submetidas a dissecação utilizando microscópio estereoscópico para identificar as castas presentes. O procedimento consistiu na abertura do metassoma de cada indivíduo, sendo observado o nível desenvolvimento dos ovários e a partir disso as fêmeas foram classificadas. Para determinar as fêmeas fecundadas, a espermateca foi removida e colocada sobre uma lâmina com uma gota de solução de fucsina ácida (1:1). A presença de espermatozoides foi checada ao microscópio.

Análise estatística

A partir dos dados obtidos para as oito colônias capturadas, foi feita análise da correlação entre os parâmetros: ovo, larva, pupa, células de cria vazias, total de células do favo, rainhas, intermediária, macho e operária e total de indivíduos. As análises foram feitas utilizando o programa estatístico PAST.

RESULTADOS

Os resultados possibilitaram a classificação das colônias em duas fases desenvolvimento: pré-emergente (Pr) e pós-emergente (Po) (Tabela 1).

As colônias pós-emergentes foram maiores, e os ninhos possuíam múltiplas câmaras, que continham aproximadamente 89-865 adultos com número de rainhas variando entre três a 58 (Tabela 1).

Tabela 1. Detalhes das colônias de *Synoeca septentrionalis* coletadas em Mutuípe-BA (MU) e Cruz das Almas-BA (UN).

Data	Col	Latitude	Longitude	Ct	Ovo	Lar	Pup	Cv	Adul	R	I	M	O
08/09/2016	UN6 Pr	-12.660262	-39.084561						~140				
11/04/2016	UN3 Pr	-12.656931	-39.087120	138	113	0	0	25	130	3	85	0	41
12/09/2016	MU3 Pr	-13.349587	-39.536151	117	22	73	0	22	80	23	19	0	38
11/09/2016	MU2 Pr	-13.347218	-39.541863	182	18	102	28	34	52	10	0	3	39
11/04/2016	UN4 Po	-12.656842	-39.086830	254	67	102	85	10	141	25	16	0	100
19/01/2015	UN1 Po	-12.651472	-39.052528	518	143	144	192	39	168	33	12	20	103
07/01/2015	MU1 Po	-13.345535	-39.542585	532	132	217	138	45	89	6	0	8	75
26/07/2016	UN5 Po	-12.657079	-39.087294	1020	242	156	231	391	359	45	11	162	177
09/07/2015	UN2 Po	-12.660262	-39.084561	1416	300	304	409	403	865	58	76	2	729

Col=colônia; Ct=total de células de cria; Lar=larva; Pup=pupa; Cv= célula de cria vazia; Adul=adultos; R=rainha; I=intermediária; M=macho; O=operária.

A partir da análise do desenvolvimento ovariano, as fêmeas foram classificadas em três categorias: A) fêmeas com ovário desenvolvido e fecundada (reprodutiva ou rainha), B) fêmeas com desenvolvimento ovariano e não-fecundada (intermediária) e C) fêmeas com ovários não desenvolvidos e filamentosos (Operárias) (Fig. 4).

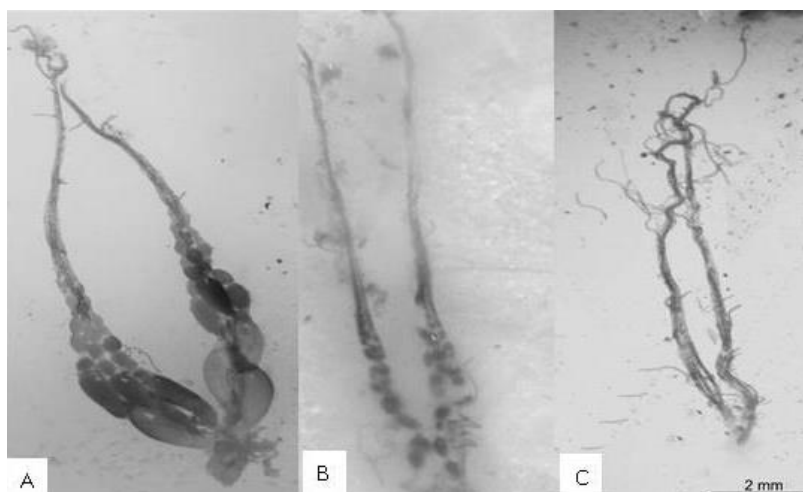


Figura 4. Estágio de desenvolvimento ovariano encontrado em *Synoeca septentrionalis*: A) rainha; B) intermediária; e C) operária. (Fonte: Acervo INSECTA).

Todas as colônias estudadas estavam nidificadas em substratos vegetais, tais quais: *Theobroma cacao*, *Erythrina mulungu* (Mutuípe-Ba), *Cocos nucifera*, *Eucalyptus spp.*, *Anacardium occidentale* e *Mangifera indica* (Cruz das Almas-Ba). A altura média dos ninhos entre o chão e a base das colônias foi 2,49 m. O diâmetro média das plantas onde as vespas nidificaram foi 21,81 cm, e os ninhos apresentaram tamanhos médios 43,81cm de comprimento e 17,6 cm de largura (Tabela 2). Além das colônias estudadas e coletadas, não foram encontradas outras colônias no raio de 500 m.

Tabela 2. Altura de instalação de colônias, dimensões da colônia e perímetro do substrato de nidificação em *Synoeca septentrionalis*. Mutuípe-BA (MU) e Cruz das Almas-BA (UN).

Colônia	AC (m)	CC (cm)	LC (cm)	DS (cm)
MU1	1,7	44,15	17	18,15
MU2	2,4	30	13	7,96
MU3	2,1	33	16	9,87
UN1	0,9	41	19	19,43
UN2	5,4	52	30	51,91
UN3	1,5	33	14	25,48
UN4	2,3	22,5	12	15,60
UN5	3,2	70	20	26,11
Média	2,49	43,81	17,63	21,81
Desvio Padrão	1,38	14,94	5,73	13,78

AC= altura da colônia; CC= comprimento da colônia; LC= largura da colônia e DS= diâmetro do substrato

A observação da colônia em desenvolvimento (UN-6), possuía aproximadamente cerca de 140 adultos, que foram vistos na superfície de uma árvore em 2 de outubro de 2016. O estabelecimento da primeira célula de cria foi estabelecido após três dias, juntamente com a construção parcial do invólucro (Fig. 5a). Após sete dias do início da observação o envelope do ninho estava quase concluído (Fig. 5b). No entanto, o ninho foi destruído antes que este pudesse ser coletado. Pelo que foi observado e baseado em enxames já estabelecidos, as fundadoras constroem a base do disco de cria e então em torno deste constroem o envelope paralelamente (Fig. 5c). O envelope se estende contornando o pente deixando um grande espaço na parte inferior para a expansão do pente (Fig. 5d).

A expansão da colônia ocorre através da construção de um novo disco de cria acima do já existente, com a ampliação do envelope já construído. Assim, a colônia cresce para cima, embora na colônia UN-2 a largura do substrato de nidificação permitiu a expansão lateral a partir da colônia original (Fig. 4e).

A disposição do padrão de oviposição em colônias mais jovens foi mais uniforme, quando comparados com os de colônias maiores (Fig. 6).

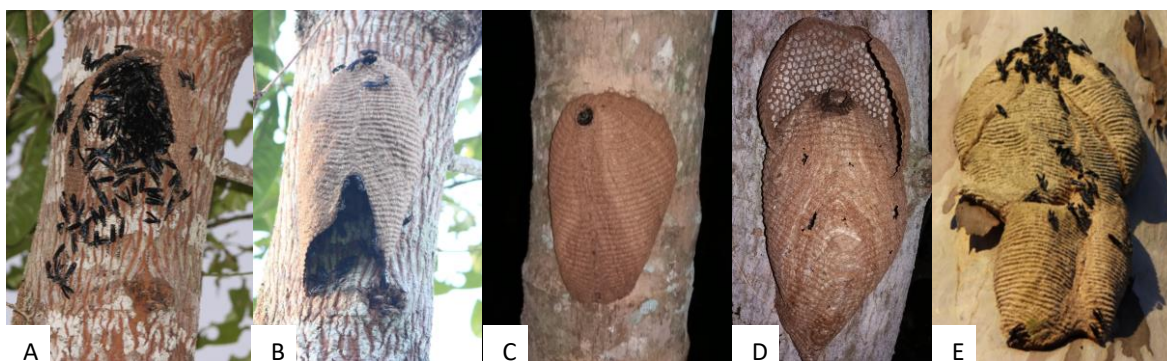


Figura 5. Progresso do desenvolvimento da colônia de *Synoeca septentrionalis*: a) estabelecimento inicial do ninho; b) fechamento do envelope; c) uma colônia pré-emergente simples lobulada para; d) expansão do ninho; e) ninho com expansão lateral e diversas câmaras de nidificação. (Fonte: Acervo INSECTA).

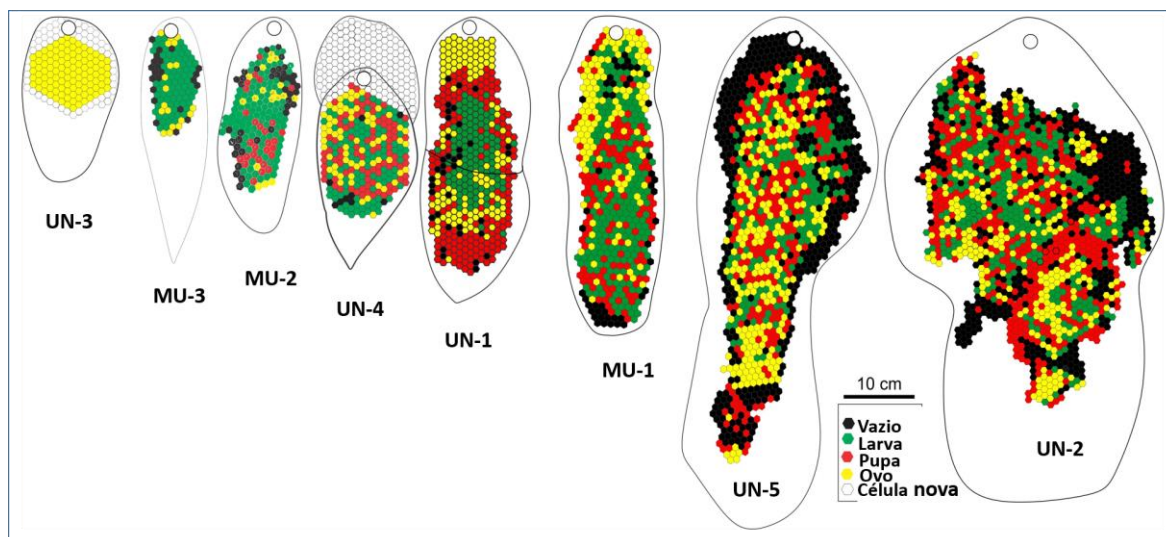


Figura 6. Mapas das células e contornos dos envelopes das oito colônias estudadas dispostos em ordem de tamanho e provável idade da colônia. Os códigos das colônias correspondem aos da Tabela 1.

A partir da análise de correlação, os caracteres avaliados (total de células, ovo, larva, pupa, células vazias, total de adulto, rainha e operaria) apresentaram-se correlacionados positivamente entre si (Tabela 3). Apenas machos e intermediárias não foram incluídos na tabela por não apresentarem nenhuma correlação significativa para $p < 0,05$ e $p < 0,01$.

Tabela 3. Significância da correlação e correlação entre caracteres avaliados em colônias de *Synoeca septentrionalis*.

	TC	Ovo	Larva	Pupa	CV	AT	Rainha	Operaria
TC		0,0005**	0,0091**	0,0001**	0,0008**	0,0048**	0,0096**	0,0124*
Ovo	0,94		0,0589	0,0020**	0,0054**	0,0085**	0,0361*	0,0264*
Larva	0,84	0,69		0,0037**	0,0855	0,0441*	0,0899	0,0263*
Pupa	0,96	0,91	0,88		0,0125*	0,0026**	0,0073**	0,0040**
CV	0,93	0,87	0,64	0,82		0,0112*	0,0112*	0,0362*
AT	0,87	0,84	0,72	0,90	0,83		0,0092	0,0000
Rainha	0,84	0,74	0,64	0,85	0,83	0,84		0,0202
Operaria	0,82	0,77	0,77	0,88	0,74	0,98	0,79	

TC= Total de células; CV= células vazias; AT= total de adultos; **Significativa a $p \leq 0,01$; *Significativa a $p \leq 0,05$

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo sobre as colônias de *S. septentrionalis*, onde os resultados indicam que estas são semelhantes às espécies *S. surinama* e *S. cyanea* com relação ao número de indivíduos constituintes da colônia (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação das características básicas das colônias de três espécies de *Synoeca* coletadas no Brasil.

	<i>S. septentrionalis</i> ^a	<i>S. surinama</i> ^{b, c, d, e}	<i>S. cyanea</i> ^f
Nº de adultos (pré-emergente)	52-139	40-350 ^b 200 ^g	58-830
Nº de adultos (pós-emergente)	89-865	≈1000 ^b 1474 ^e 12-861 ^d 65-300 ^g	1170-1279
Nº de rainhas (pré-emergente)	3-23	12 ^g	1-16
Nº de Rainhas (pós-emergente)	6-58	103 ^e 0-59 (=média 16) ^d 1-32 ^g	42-84
Nº de células	117-1416	307-2151 ^c	1200

^a presente estudo; ^b Santos, 2009; ^c Castellon, 1980a; ^d Castellon, 1980b; ^e Noll et al., 2004; ^f Noda et al., 2003; ^g Kelstrup et al., 2004a

Durante o estágio pré-emergente e em colônias menores, podem-se observar padrões claros de distribuições de imaturos, entretanto, estes são perdidos em colônias mais velhas. Isso pode ocorrer devido à reutilização das células de cria e ou pelo canibalismo de proles imaturas no momento de preparação para a enxameação da colônia (Santos 2009).

Novos ninhos podem ser fundados em qualquer época do ano, não sendo observada nas áreas estudadas a preferência de uma estação distinta para o período de nidificação. Como o número de adultos nos enxames pré-emergentes (52-140) foram menores que nas colônias pós-emergentes. O que juntamente com a arquitetura dos ninhos, pode-se supor que o crescimento colonial nessa espécie se dá por brotamento (multiplicação de colônias por fragmentação de ninhos principais) (Hölldobler e Carlin 1985; Buczkowski e Bennett 2009). Os resultados sugerem que em *S. septentrionalis* (tabela 1), colônias pós-emergentes podem mudar de localização, sem ser caracterizado como processo de

enxameação, possivelmente influenciado por destruição do ninho ou perturbação da colônia.

Todos os ninhos de *S. septentrionalis* são construídos em alturas entre 0,9-6 m e em substrato vegetal predominantemente agrícola. Em *S. surinama*, existem registros, nos quais, as alturas das colônias variaram entre 0,5-20 m, e as áreas em que os ninhos estavam instalados eram bosques primários e secundários, bem como árvores próximas as construções civis (Castellón 1980). Como as áreas de estudos eram voltadas a cultivos agrícolas, é provável que a ocorrência de nidificação em espécies vegetais de interesse econômico esteja diretamente relacionada com a disponibilidade e densidade dessas plantas.

A produção e machos representa o último estágio de desenvolvimento da colônia, onde em Polistine ocorre apenas a partir de avos haploides de rainhas, pois é possível identificar as operárias com ovários filamentosos (Castellón 1980). Em *Polybia paulista*, foi possível identificar que o número de machos apresenta uma relação com as colônias com múltiplas rainhas (Udô et al. 2013). Entre as colônias estudadas, UN5 apresentou um número muito grande de machos (Tabela 1), e que o período da coleta foi chuvoso. Apesar de ser possível relacionar ao grande número de rainhas presentes na colônia, essa não foi a colônia com o maior número de rainhas, o que mais uma vez indica que o número de machos esteja muito mais associado a idade da colônia que a quantidade de rainhas.

A ausência de outras colônias de *S. septentrionalis* nas proximidades das que foram coletadas pode ser consequência da eliminação destas com a utilização de fogo ou inseticidas por pessoas que temem essas vespas e não possuem conhecimento de sua utilidade para o meio ambiente (constatação pessoal em conversas com agricultores). Além da ação do homem, vespas sociais ainda sofrem ataques por meio de outros vertebrados (Sonnentag e Jeanne 2009) ou são comprometidas por ação de fatores ambientais (Santos 2009).

CONCLUSÕES

A partir do presente trabalho é possível concluir que a quantidade de material científico relacionado a *Synoeca septentrionalis* ainda é reduzido e que

os resultados aqui presentes irão colaborar para ampliação do conhecimento tanto para o gênero quanto para a espécie. Ainda, é possível observar que, não há padrão de distribuição de imaturos nas células de crias ao longo do processo de desenvolvimento das colônias, exceto no estágio inicial de fundação, onde pode se observar até 100% de ovos. O hábito de nidificar em árvores pode favorecer o uso desta espécie no controle biológico natural de pragas em sistema Agrossilvipastoril.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andena SR (2007) Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais
Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais neotropicais
(Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). Tese. Ribeirão Preto. Universidade de
São Paulo.
- ANDENA SR, CARPENTER JM, NOLL BF (2009a) A Phylogenetic Analysis of
Synoeca De Saussure, 1852, A Neotropical Genus of Social Wasps
(Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) *Entomologica Americana* 115: 81–89.
- Arab A, Pietrobon TAO, Britto FB, Rocha T, Santos L, Barbieri EF, Fowler HG
(2003) Key to the nests of Brazilian Epiponini wasps (Vespidae: Polistinae).
Sociobiology 42: 1–8.
- Buczkowski G, Bennett G (2009) Colony budding and its effects on food allocation
in the highly polygynous ant, *Monomorium pharaonis*. *Ethology* 115: 1091–
1099.
- Carpenter JM, Andena SR, Noll FB, Wenzel JW (2013) Well, what about
intraspecific variation? Taxonomic and phylogenetic characters in the genus
Synoeca De Saussure (Hymenoptera, Vespidae). *Zootaxa* 3682: 421–431.

- Castellón EG (1980a) Orientação, Arquitetura e construção dos Ninhos de *Synoeca surinama* (L) (Hymenoptera, vespidae). Acta Amazonica 10: 883–896.
- Castellón EG (1980b) Reprodução e dinâmica de população em *Synoeca surinama* (Hymenoptera: Vespidae). Acta Amazonica 10: 670–690.
- Elisei T, Ribeiro C, Guimarães DL, Prezoto F (2005) Foraging activity and nesting of swarm-founding wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini). Sociobiology 46: 317–327.
- Giannotti E (1997) Biology of the wasp *Polistes (Epicnemius) cinerascens* Saussure (Hymenoptera: Vespidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 26: 61–67.
- Hölldobler B, Carlin NF (1985) Colony founding, queen dominance and oligogyny in the Australian meat ant *Iridomyrmex purpureus*. Behavioral Ecology and Sociobiology 18: 45–58.
- Kelstrup HC, Hartfelder K, Nascimento FS, Riddiford LM (2014) The role of juvenile hormone in dominance behavior, reproduction and cuticular pheromone signaling in the caste-flexible epiponine wasp, *Synoeca surinama*. Frontiers in Zoology 11: 78.
- Menezes RST, Andena SR, Carvalho AF, Costa MA (2011) First records of *synoeca septentrionalis* Richards, 1978 (hymenoptera, vespidae, epiponini) in the brazilian atlantic rain forest. ZooKeys 151: 75–78.
- Menezes RST, Brady SG, Carvalho AF, Del Lama MA, Costa MA (2015) Molecular phylogeny and historical biogeography of the Neotropical swarm-founding social wasp genus *Synoeca* (Hymenoptera: Vespidae). PLoS ONE 10: 1–15.
- Mortari MR, do Couto LL, dos Anjos LC, Mourão CBF, Camargos TS, Vargas JAG, Oliveira FN, Gati CDC, Schwartz CA, Schwartz EF (2012) Pharmacological characterization of *Synoeca cyanea* venom: An aggressive

social wasp widely distributed in the Neotropical region. *Toxicon* 59: 163–170.

Noda SCM, Shima SN, Noll FB (2003) Morphological and physiological caste differences in *Synoeca cyanea* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) according to the ontogenetic development of the colonies. *Sociobiology* 41: 547–570.

Noll FB, Wenzel JW, Zucchi R (2004) Evolution of caste in neotropical swarm-founding wasps (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). *American Museum Novitates* 3467: 1–24.

Prezoto F, Braga N (2013) Predation of *Zaprinus indianus* (Diptera: Drosophilidae) by the social wasp *Synoeca cyanea* (Hymenoptera: Vespidae). *Florida Entomologist* 96: 670–672.

Prezoto F, Ribeiro Júnior C, Cortes SA de O, Elisei T (2007) Manejo de vespas e marimbondos em ambiente urbano. In: Pinto AS, Ross MM, Salmeron E (Eds), *Manejo de Pragas Urbanas*. Piracicaba, 125–130.

Ramoni-Perazzi P, Bianchi-Pérez G, Bianchi-Ballesteros G (2006) First report of an association among *Aetalion reticulatum* (Linné) (Hemiptera: Aetalionidae) and *Synoeca septentrionalis* Richards (Hymenoptera: Vespidae). *Entomotropica* 21: 129–132.

Santos CA (2009). *Biologia comportamental de Synoeca surinama: enxameio e interações sociais* (Vespidae; Polistinae: Epiponini). Dissertação de Mestrado. São José do Rio Preto. Universidade Estadual Paulista.

Silva-Pereira VS, Santos GMM (2006) Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brazil. *Neotropical Entomology* 35: 165–174.

Somavilla A, Oliveira ML De, Silveira OT (2012) Guia de identificação dos ninhos de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 56: 405–414.

- Souza MM, Pires EP, Elpino-campos A, Louzada JNC (2014) Nesting of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) in a Riparian forest of Rio das Mortes in Southeastern Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 36: 189–196.
- Udô K, Sugawara S, Shinohara K, Mateus S, Zucchi R, Hozumi S, Tsuchida K. 2013. Estimates of Genetic Relatedness Among Males in a Polygynous Wasp. *Neotrop Entomo* 42: 137–140.
- Vanoye-Eligio M, Ramírez VM, Ayala R, Navarro J, Delfin-González H (2015) Predatory wasps (Hymenoptera) of the Yucatan Peninsula. *Southwestern Entomologist Perspectives* 1: 635–646.
- Vargas D, Furtado A, Wizniewsky J (2013) Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas. *Geografia Ensino & pesquisa* 17: 173–179.

ARTIGO 2

DIFERENÇA INTERCOLONIAL NO PADRÃO DE COLORAÇÃO EM *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978 (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)²

²Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Royal Society Open Science*, em versão na língua inglesa.

**Diferença intracolonial no padrão de coloração em *Synoeca septentrionalis*
RICHARDS, 1978 (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)**

Resumo: A coloração em insetos é extremamente importante, sendo considerada uma característica altamente variável. Essa pigmentação em algumas espécies de insetos, pode ser importante para a comunicação entre esses seres, seja ela interespecífica ou intraespecífica, podendo ainda ser parte de processos fisiológicos como a termorregulação, fotoproteção e resistência à dessecação. Em especial, coloração é um componente importante para identificação das espécies do gênero *Synoeca*. A pigmentações de clipeo, asa e outras partes do corpo, são fundamentais na diferenciação específica. *Synoeca septentrionalis* apresenta variações específicas como clipeo avermelhado com área dorsal escura triangular, machos com clipeo avermelhado e área dorsal escurecida. Em virtude da importância que padrões de coloração na identificação de castas e diferenciação de espécies, este trabalho registrou pela primeira vez, diferenciação intracolonial de coloração encontrada em *S. septentrionalis*. Cinco colônias de *S. septentrionalis* foram localizados e capturados em Cruz das Almas, BA, onde destas, três apresentavam uma pigmentação vermelha no segundo tergo metassomal em fêmeas; esta região foi fotodocumentada com a utilização de câmera digital Leica® DFC295 acoplada em microscópio estereoscópico Leica® S8AP0. A intensidade da pigmentação vermelha foi quantificada através de escala RGB (*Red, Green and Blue*). Houve diferença significativa na intensidade de coloração entre as castas. O padrão de coloração foi diferente com relação ao estágio de desenvolvimento das colônias. Esse achado pode ser indicativo de mudanças fenotípicas devido à fatores ambientais, no entanto, são necessários maiores estudos para comprovar essa teoria e avaliar quais seriam as vantagens adaptativas que essa variação de coloração pode trazer para essa população de insetos.

Palavras-chave: Dimorfismo, pigmentação em vespas, vespa social.

Intracolony difference in color pattern in *Synoeca septentrionalis*

RICHARDS, 1978 (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)

Abstract: Color in insects is extremely important and is considered a highly variable feature. This pigmentation in some insect species can be important for their communication, whether interspecific or intraspecific, and may be part of physiological processes such as thermoregulation, photoprotection and resistance to desiccation. In particular, color is an important component for identification of species of the genus *Synoeca*. The pigmentation of clypeus, wing and other body parts are key in specific differentiation. *Synoeca septentrionalis* presents specific color variations, such as reddish clypeus with dark dorsal triangular area, males with reddish clypeus and darkened dorsal area. In view of the importance that color patterns in castes identification and species differentiation, this work recorded for the first time, intracolony color differentiation in *S. septentrionalis*. Five colonies of *S. septentrionalis* were located and captured in Cruz das Almas, Bahia State. Three colonies presented red pigmentation on the second metassomal tergum in females. This region was photographed with a digital camera Leica DFC295[®] coupled to a stereoscopic microscope Leica[®] S8AP0. The intensity of red pigmentation was quantified through the RGB scale (red, green and blue). There was no significant difference in color intensity between the castes. The color pattern was different according to the developmental stage of the colonies. This finding can be indicative of phenotypic changes due to environmental factors; however, further studies are needed to prove this theory and assess adaptive advantages that this variation in color can bring to this population of insects.

Key words: dimorphism, pigmentation in wasps, social wasps.

INTRODUÇÃO

Synoeca de Saussure (1852) (Hymenoptera: Vespidae, Epiponini) é um gênero relativamente pequeno, composto por cinco espécies, sendo elas: *S. chalibea*; *S. virginea*; *S. surinama*; *S. septentrionalis* e *S. cyanea*, distribuídas geograficamente desde o México até a Argentina. As espécies do gênero *Synoeca* apresentam aparência semelhante em relação ao formato das colônias, o que dificulta ainda mais a identificação [1]. No entanto, em função da semelhança entre as espécies, todas elas são conhecidas vulgarmente como marimbondo-tatu ou vespa-tatu.

Apesar de ser uma vespa extremamente defensiva com dolorosa ferroadas, onde o veneno alcança o nível de toxicidade máximo da escala que varia de 0 a 4 [2], *Synoeca septentrionalis* é considerada uma espécie importante devido seu comportamento predativo [3], podendo ser utilizada em controle biológico natural de pragas. Outra característica importante são variações intercolonial de pigmentação entre macho e fêmea [4].

Pigmentação em insetos é extremamente importante, sendo considerada uma característica altamente variável, e a pigmentação presentes em insetos é muitas das vezes responsável por comunicação, seja ela interespecífica ou intraespecífica e ainda em processos fisiológicos como a termorregulação, fotoproteção e resistência à dessecação [5].

Em especial, coloração é um componente importante para identificação das espécies de *Synoeca*, onde pigmentações de clipeo, asa e outras partes do corpo, são fundamentais na diferenciação entre elas [6,7]. *Synoeca septentrionalis* apresenta variações específicas como clipeo avermelhado com área dorsal escura triangular, machos com clipeo avermelhado e área dorsal escurecida [4].

Em virtude da importância que padrões de coloração podem auxiliar na identificação de castas e diferenciação de espécies, este trabalho teve como objetivo avaliar a existência de diferença de coloração intercolonial em *Synoeca septentrionalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Ninhos de *S. septentrionalis* foram localizados (cinco ninhos) e capturados no campus Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), BA.

Em laboratório os ninhos coletados foram triados e as vespas foram individualizadas e separadas de acordo com a presença ou não de coloração no tergo metassomal. A identificação específica foi realizada de acordo com os caracteres apresentados por [7], na área frontal da cabeça e antenas bem como numerosos pelos eretos na base do primeiro tergo metassomal.

O aparelho genital dos adultos foi avaliado sob microscópio estereoscópico para identificação e quantificação das castas. As fêmeas foram classificadas de acordo com o desenvolvimento ovariano em suas respectivas castas. Para determinar a inseminação, a espermateca foi removida e colocada sobre uma lâmina com uma gota de solução de fucsina ácida (1:1). A presença de células de espermatozoides foi detectada ao microscópio.

A captura de imagens da região do metassoma das vespas (Figura 1), foi realizada com câmera digital Leica® DFC295 acoplada em microscópio estereoscópico Leica® S8AP0, com aumento de 1,25x10. Para evitar o efeito da luminosidade e brilho, utilizou-se o sistema de iluminação para estereoscópio da Leica® CLS 150x, onde estabeleceu-se a mesma intensidade para todas as imagens. Foram fotografadas 30 operárias, todas as rainhas e intermediárias presentes em cada colônia.

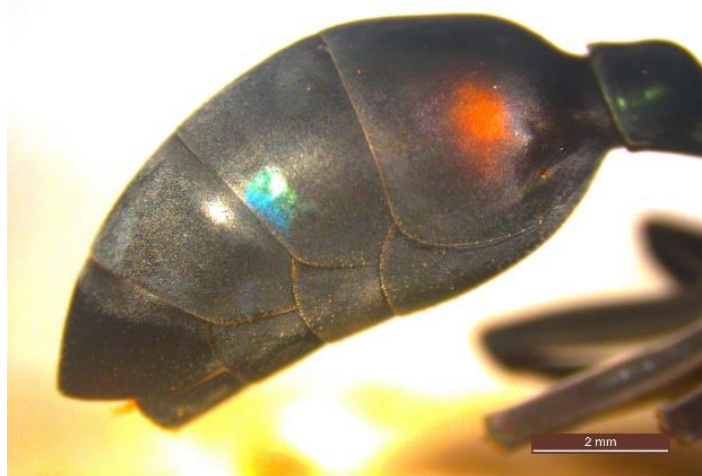


Figura 1. Visão lateral do metassoma da vespa *Synoeca septentrionalis*, com predominância do I tergo metassomal. (Fonte: Acervo INSECTA).

A intensidade da cor vermelha presente na região central do metassoma foi obtida a partir da média de cinco medições feitas por vespa utilizando-se a escala de cores RGB (Red, Green e Blue) do programa Inkscape.

Os valores de intensidade de vermelho por casta em cada colônia, foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. As análises foram feitas no programa estatístico R.

RESULTADOS

A partir da análise do desenvolvimento ovariano, foi possível estabelecer três categorias de fêmeas: A) fêmeas com ovário desenvolvido e fecundadas (reprodutiva ou rainha), B) fêmeas com desenvolvimento ovariano e não fecundadas (intermediária) e C) fêmeas sem desenvolvimento ovariano, estando os mesmos filamentosos (Operárias) (Figura 6 no artigo 1).

Das cinco colônias coletadas, três apresentaram indivíduos com coloração vermelha no segundo terço metassomal em todas as castas e as outras duas não apresentaram esse tipo de variação de coloração (Fig. 2). Além disso, nenhum dos machos encontrados nas colônias estudadas apresentaram a coloração vermelha na região do metassoma.

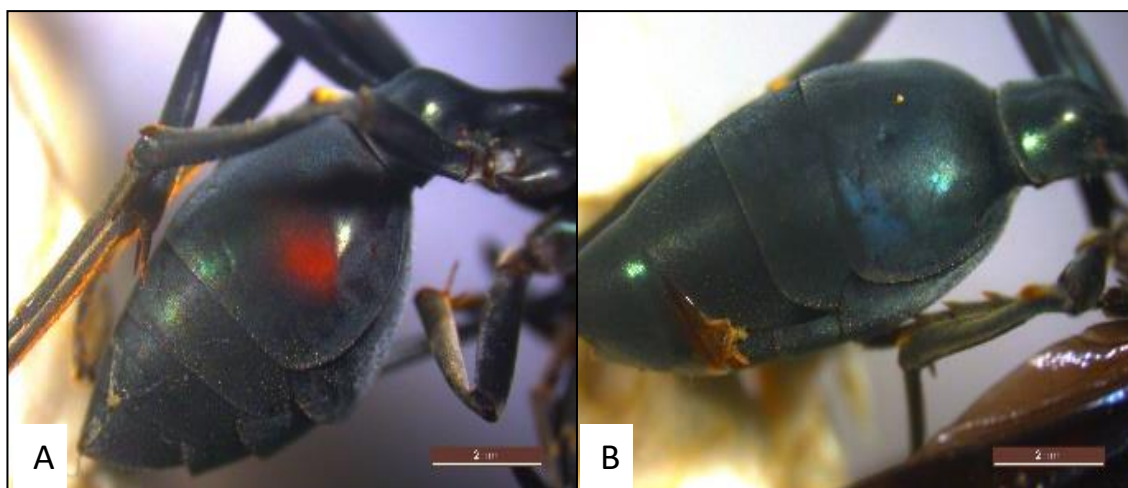


Figura 2. Visão lateral do abdome de *Synoeca septentrionalis*: A) vespa com coloração vermelha no segundo terço metassomal; B) vespa sem coloração vermelha no segundo terço metassomal. (Fonte: Acervo INSECTA).

As colônias que apresentaram a presença da coloração foram classificadas

de acordo com o estágio de desenvolvimento em fase pré-emergentes e fase pós-emergente (Tabela. 1).

Tabela 1. Distribuição populacional de *Synoecca septentrionalis* nas colônias estudadas em Cruz das Almas (UN).

Colônia	Adultos	Rainhas	Intermediária	Macho	Operária
UN4*	141	25	16	0	100
UN3*	130	3	85	0	41
UN5**	359	45	11	162	177

*Fase pós-emergencial e ** Fase pré-emergencial;

Variações significativas na intensidade da cor vermelha foram encontradas ($p \leq 0,05$) em função das castas, apesar dessa variação não seguir o mesmo padrão entre as colônias (Tabela. 2).

Todos as castas apresentaram diferenças significativa na intensidade da coloração vermelha na colônia dois; entre operárias e intermediárias e rainhas nas colônias um e dois. E na colônia três, as vespas intermediárias mostraram intensidade de coloração que foram similares quando comparadas com as operárias e rainhas (Tabela. 2).

Tab. 2. Intensidade média da coloração vermelha entre castas (operária, intermediária e rainha) de *S. septentrionalis* provenientes de Cruz das Almas (UN)

	Operária	Intermediária	Rainha
UN4	134,9 \pm 46,4 ^a	102,2 \pm 47,6 ^a	78,3 \pm 27,6 ^b
UN3	169,6 \pm 51,6 ^a	95,9 \pm 44,3 ^b	52,5 \pm 21,0 ^c
UN5	72,3 \pm 44,0 ^a	185,8 \pm 64,4 ^b	146,4 \pm 59,9 ^b

Letras iguais nas linhas, não possui diferença significativa entre os tratamentos a nível de 5% ($p \leq 0,05$), no teste de Tukey.

DISCUSSÃO

Este estudo registra a primeira ocorrência de coloração vermelha no segundo terço metassomal de *Synoecca septentrionalis*. Variação em padrões de coloração interespecífica em Hymenoptera podem ser influenciadas por distâncias geográficas, estações climáticas ou alimentação [8,9].

Observamos que a coloração avermelhada no metassoma de *S. septentrionalis*, provavelmente tem origem embrionária, uma vez que foi possível encontrar a área de formação da pigmentação em pupas das colônias estudadas (Fig. 3), indicando que as células epidérmicas sintetizam precursores de pigmento [10]. Essa área descolorida não é observada nas pupas de colônias que não possuem pigmentação vermelha no metassoma (Fig. 3).



Figura 3. Pupa de *Synoeca septentrionalis* com descoloração do exoesqueleto em formação na área do segundo tergo metassomal. (Fonte: Acervo INSECTA).

A colônia com presença de machos (mais antiga que as outras duas), comportou-se de forma diferente com relação tonalidade de vermelho entre as castas, onde as operárias apresentaram coloração menos intensa quando comparada as demais castas (Tabela. 2). Essa variação pode estar ligada a idade, sofrendo influência de feromônios ocasionado pela presença dos machos. A mesma colônia apresentou quantidade de fêmeas e machos similares, e nenhum macho apresentou a coloração vermelha no segundo tergo metassomal, é provável que seja uma influência de polifenismo genético. Em *Polistes fuscatus*, estudos forneceram evidências de que a diversidade de padrão de cor das fêmeas é o resultado da seleção para que os indivíduos divulguem sua identidade [11].

Além disso, diferenças geográficas [12], fatores climáticos [13] e alimentação [14], podem influenciar nas mudanças de coloração em insetos [15]. No entanto, todas as colônias estudadas (com e sem pigmentação no abdômen) estavam dentro de um raio máximo de 4 km de distância (Fig. 4). O que poderia

sugerir que dos fatores citados anteriormente apenas a alimentação poderia realmente ter contribuído para essa modificação em *S. septentrionalis*.

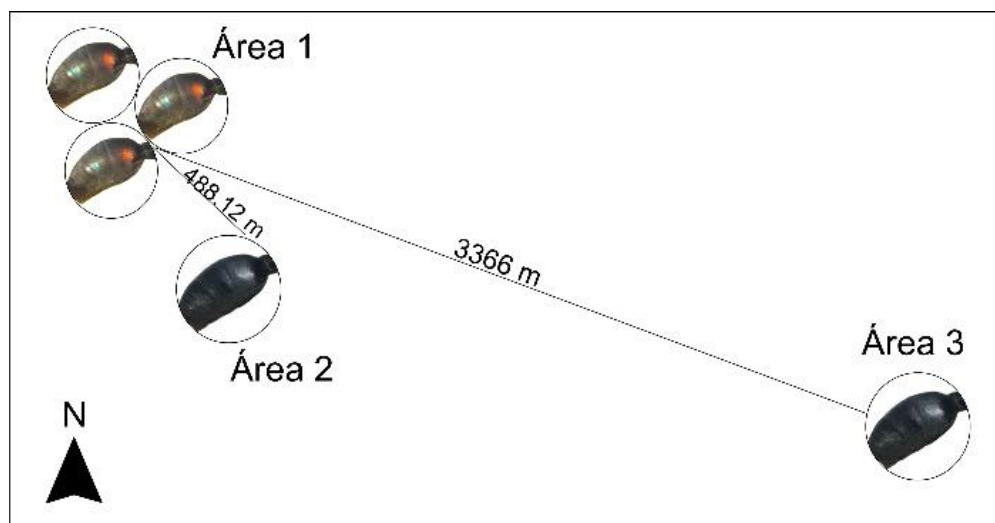


Figura 4. Áreas de coletas das colônias estudadas e respectivas distancias entre as colônias com e sem coloração das fêmeas de *Synoeca septentrionalis* em Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

O diferente nível de desenvolvimento e distância de nidificação entre as colônias com pigmentação avermelhada no segundo terço metassomal podem indicar uma correlação parental entre estas, onde, a colônia com machos seria a fundadora que originou as demais. Esse comportamento de dispersão é comum em Vespidea, onde as colônias filhas permanecem próximas das colônias mães, de acordo com a disponibilidade de substratos para nidificação [1].

Em função da grande variedade de padrões de coloração existentes nos insetos, entende-se que as pressões ecológicas são diversas, sem um único fator que explique esse fenômeno dentro e entre populações específicas [16]. Novos estudos serão necessários, para avaliar se essa variação na pigmentação do abdômen de *S. septentrionalis* é uma característica local, uma vez que nunca foi relatada anteriormente nas diferentes áreas de ocorrência.

CONCLUSÃO

Foi possível concluir que existe diferenciação de coloração entre as colônias e as castas analisadas. Este é o primeiro registro de coloração intraespecífica em

Synoeca septentrionalis; e que o padrão de coloração de colônias pré-emergentes foi distinto do observado na colônia pós-emergente com elevada proporção de machos; os mecanismos que define essa situação não são conhecidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carpenter JM, Marques OM. 2001 Contribuição Ao Estudo Dos Vespídeos Do Brasil. *Série publicação Digit.* **2**, 147.
2. Starr CK. 1985 A simple pain scale for field comparison of hymenopteran stings. *J. Entomol. Sci.* **20**, 225–232.
3. Vanoye-Eligio M, Meléndez-Ramírez V, Ayala R, Navarro-Alberto J, Delfín-González H. 2015 Avispas depredadoras de áreas naturales protegidas del estado de Yucatán, México. *Rev. Mex. Biodivers.* **86**, 989–997. (doi:10.1016/j.rmb.2015.04.037)
4. Menezes RST, Andena SR, Carvalho AF, Costa MA. 2011 First records of *Synoeca septentrionalis* richards, 1978 (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in the brazilian atlantic rain forest. *Zookeys* **151**, 75–78. (doi:10.3897/zookeys.151.1882)
5. True JR. 2003 Insect melanism: The molecules matter. *Trends Ecol. Evol.* **18**, 640–647. (doi:10.1016/j.tree.2003.09.006)
6. Andena SR, Carpenter JM, Noll BF. 2009 A phylogenetic analysis of *Synoeca* De Saussure, 1852 , a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) Departamento de Zoologia e Bota. *Entomol. Am.* **115**, 81–89.
7. Menezes RST, Brady SG, Carvalho AF, Del Lama MA, Costa MA. 2015 Molecular phylogeny and historical biogeography of the Neotropical swarm-founding social wasp genus *Synoeca* (Hymenoptera: Vespidae). *PLoS One* **10**, 1–15. (doi:10.1371/journal.pone.0119151)

8. O'Neill KM, Howard E. Evans. 1983 Alternative male mating tactics in *Bembecinus quinquespinosus* (Hymenoptera: Sphecidae): correlations with size and color variation. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **14**, 39–46.
9. Querino RB, Zucchi R a. 2002 Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. *Brazilian J. Biol.* **62**, 665–79. (doi:10.1590/S1519-69842002000400015)
10. Hopkins TL, Kramer KJ. 1992 Insect cuticle sclerotization. *Annu. Rev. Entomol.* **37**, 273–302. (doi:10.1146/annurev.en.37.010192.001421)
11. Sheehan MJ, Choo J, Tibbetts EA. 2017 Heritable variation in colour patterns mediating individual recognition. *R. Soc. Open Sci.* **4**, 1–9.
12. Akamine M, Maekawa K, Kon M. 2008 Geographic color variation of *Phelotrupes auratus* (Coleoptera, Geotrupidae) in the Kinki region, central Japan: A quantitative spectrophotometric analysis. *Entomol. Sci.* **11**, 401–407. (doi:10.1111/j.1479-8298.2008.00286.x)
13. Zeuss D, Brandl R, Brändle M, Rahbek C, Brunzel S. 2014 Global warming favours light-coloured insects in Europe. *Nat. Commun.* **5**, 1–9. (doi:10.1038/ncomms4874)
14. Chaves RA. 2007 Avaliação do efeito dos principais itens da dieta natural de *Astronotus ocellatus* (Cuvier, 1829) da reserva mamirauá (AM, BRASIL) sobre a sua coloração reprodutiva em ambiente artificial.
15. Dale J. 2006 Intraspecific variation in coloration. In *Bird coloration: Função and Evolution* (eds GE Hill, Kevin J McGraw), pp. 36–86. Cambridge: Harvard University Press.
16. Wittkopp PJ, Beldade P. 2009 Development and evolution of insect pigmentation: Genetic mechanisms and the potential consequences of pleiotropy. *Semin. Cell Dev. Biol.* **20**, 65–71. (doi:10.1016/j.semcdb.2008.10.002)

ARTIGO 3**AVALIAÇÃO MORFOLÓGICA ENTRE CASTAS E SEXO DE
Synoeca septentrionalis RICHARDS, 1978 (HYMENOPTERA:
VESPIDAE: EPIPONINI) NA FASE PÓS-EMERGENTE ³**

³Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Journal Hymenoptera Research*, em versão na língua inglesa,

**Avaliação morfológica entre castas e sexo de *Synoeca septentrionalis*
RICHARDS, 1978 (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) na fase pós-
emergente**

Resumo: Vespidae apresenta uma grande importância para estudo de evolução social em insetos, uma vez que é composta por subfamílias que apresentam desde comportamento solitário à eussocial. Bem como sociedades, que vão desde castas morfológicamente semelhantes às castas altamente distintas. Epiponini apresenta quatro categorias de castas, dentre elas as castas fisiológicas, representada por diversos gêneros, como de *Synoeca*. Apesar do pequeno número de espécies com constituem o gênero *Synoeca*, este é um grupo pouco estudado. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a organização social em *Synoeca septentrionalis*, apresentando informações morfométricas entre machos e fêmeas. Três colônias no estágio pós-emergentes foram estudadas, nas quais todas eram compostas por rainha, intermediária, operárias e machos. Foram analisados nove marcos anatômicos das rainhas, operaria e machos, distribuídos na cabeça, mesossoma, metassoma e asa. As fêmeas estudadas não apresentaram significativas diferenças morfológicas. Porém, os machos foram morfológicamente diferentes quando comparados com as fêmeas. Essas informações nos levam concluir que assim como as demais espécies do gênero, *S. septentrionalis* apresenta apenas castas fisiológicas e os machos são menores que estas em algumas partes do corpo.

Palavras-chave: Castas morfológicas, organização social, evolução social.

Morphological assessment between castes and genders of *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978 (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) on post-emerging stage

Abstract: Vespidae play a very important role on the study of social evolution in insects, since they consist of subfamilies that feature a lonely behavior to eusociality, as well as societies, ranging from morphologically similar to highly distinct castes. Epiponini feature four categories of castes, among which is the physiological caste, represented by diverse genera, such as *Synoeca*. Despite the small number of species that constitute the genus *Synoeca*, this group is understudied. Therefore, the objective of this study was to evaluate the social organization in *Synoeca septentrionalis*, showing morphometric information between males and females. Three colonies in the post-emerging stage were studied, which were all composed by the queen, intermediate, workers and males. We analyzed nine anatomical marks of queens, workers and males, distributed on the head, mesosome, metasoma and wing. The females studied showed no significant difference. However, the males were morphologically different when compared to females. This information allows to conclude that, similarly to other species of the genus, *S. septentrionalis* presents only physiological castes, while the males are smaller than those in some parts of the body.

Key words: morphological castes, social organization, social evolution.

INTRODUÇÃO

Vespidae é uma importante família voltada à estudo de evolução social em insetos, uma vez que é composta por subfamílias que apresentam desde comportamento solitário à eussocial, a exemplo de Polistinae (Carpenter e Marques, 2001).

As espécies de Polistinae chamam atenção para a necessidade de estudos relacionados à evolução de castas, uma vez que as suas colônias podem ser constituídas por várias rainhas e pode ser encontrado diferenciação de casta através de morfologia, fisiologia ou ainda comportamental (Noll et al. 2004). Não existindo nesta subfamília um padrão entre os indivíduos da mesma colônia com relação a diferenças morfológicas, entre reprodutivos e não-reprodutivos, podendo estes serem morfológicamente idênticos, distintos ou muito semelhante (Noll e Zucchi, 2000).

Estudos com relação a essa diferença morfológica e/ou fisiológicas entre castas têm-se aplicado a tribo neotropical Epiponini (Noda et al.2003). Em função da grande variabilidade dos modelos organizacionais de castas para cada gênero de Epiponini, estudos morfométricos tem permitido categoriza-las em grupos de acordo a configuração morfológica e presença de fêmeas intermediárias. (Noll et al. 2004).

Dentre os gêneros pertencentes a Epiponini, *Synoeca* é um dos menores com apenas cinco espécies (*S. chalibea*, *S. virginea*, *S. surinama*, *S. septentrionalis* e *S. cyanea*) (Andena et al. 2009). E acredita-se que esta evoluiu a partir da Amazônia (Menezes et al. 2015), dispersando-se pela América Central e do Sul, até o norte da Argentina (Richards 1978; Cely e Sarmiento 2011). Apesar do pequeno número de espécies que constituem o gênero *Synoeca*, este ainda é pouco estudado. Com relação a estudo relacionado a organização social do gênero apenas três trabalhos foram realizados, *S. cyanea* (Noda et al. 2003), *S. surinama* (Noll et al. 2004), e *S. chalibea* (Richards 1978) com as informações obtidas a partir dos trabalhos já realizados, o gênero é então categorizado por apresentar apenas castas fisiológicas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar se o padrão de castas presentes em *S. septentrionalis* é similar ao das demais espécies previamente

estudadas e apresentar informações relacionadas as diferenças morfométricas entre machos e fêmeas.

MATERIAL E MÉTODOS

No total foram estudados três ninhos de *Synoecca septentrionalis*, sendo uma pertencente ao município de Mutuípe-BA e duas ao município de Cruz das Almas-BA (Figura 1 do artigo 1). A identificação da espécie foi realizada de acordo com Menezes et al. (2015) e Andena, (2007), onde observou-se alguns caracteres morfológicos como pontuações na cabeça e presença de cerdas eretas no escapo (Figura 2 do artigo 1).

A triagem dos ninhos e demais procedimentos laboratoriais sobre morfologia das vespas e estrutura dos ninhos foram realizados em laboratório do grupo de pesquisa INSECTA - UFRB.

Coleta dos ninhos

As coletas foram realizadas à noite, entre 18:00 e 19:00 horas, período esperado que a maioria dos indivíduos estariam no interior do ninho, evitando perdas eventuais de amostras.

Para todas as colônias utilizou-se a mesmo método de coleta. A entrada do ninho foi fechada com um chumaço de algodão embebido com clorofórmio para evitar a saída das vespas. Em seguida, 20 mL de clorofórmio foi injetado no interior do ninho utilizando seringa de vidro. Após 30 segundos, o ninho foi completamente destacado do substrato de nidificação com auxílio de espátula e a estrutura física do enxame, foi acondicionada em recipiente fechado e encaminhados para o laboratório (Figura 3 do artigo 1).

Triagem dos ninhos

Em laboratório, as vespas foram imediatamente separadas da estrutura física do ninho e individualizadas em tubos identificados, contendo álcool etílico 90%. Foi realizado o mapeamento das células de crias de cada ninho com intuito de avaliar a distribuição dos imaturos (ovo, larva e pupa) no disco de cria. O número de indivíduos presentes nas colônias e a relação de castas e

sexo presentes, possibilitou estabelecer o estágio de desenvolvimento para cada colônia.

Mapeamento populacional e desenvolvimento ovariano

As fêmeas de cada colônia foram submetidas a dissecação com auxílio de microscópio estereoscópico para identificar as castas presentes. O procedimento consistiu na abertura do abdome de cada indivíduo, sendo observado o nível desenvolvimento dos ovários, onde as fêmeas foram classificadas de acordo com a presença ou não do desenvolvimento ovariano. Para determinar a inseminação, a espermateca foi removida e colocada sobre uma lâmina com uma gota de solução de fucsina ácida (1:1). A presença de células de espermatozóide foi detectada por meio de microscópio.

Análise morfométrica

Os adultos foram fotografados com câmera digital Leica® DFC295 acoplada a um estereomicroscópio binocular Leica® S8AP0, com aumento de 1,25x10. Após serem fotografados, os indivíduos foram dissecados para a avaliação dos ovários e espermateca.

Em seguida, foram utilizadas as imagens obtidas para a mensuração dos marcos anatômicos utilizando o programa Leica Application Suite® (LAS, versão 4.3), para avaliar possíveis diferenças entre castas e sexo. Foram realizadas nove medidas em diferentes regiões do corpo do inseto: cabeça (três), mesossoma (três), metassoma (três) e asa (um) (Figura 1) de acordo com Noll et al., (2004).

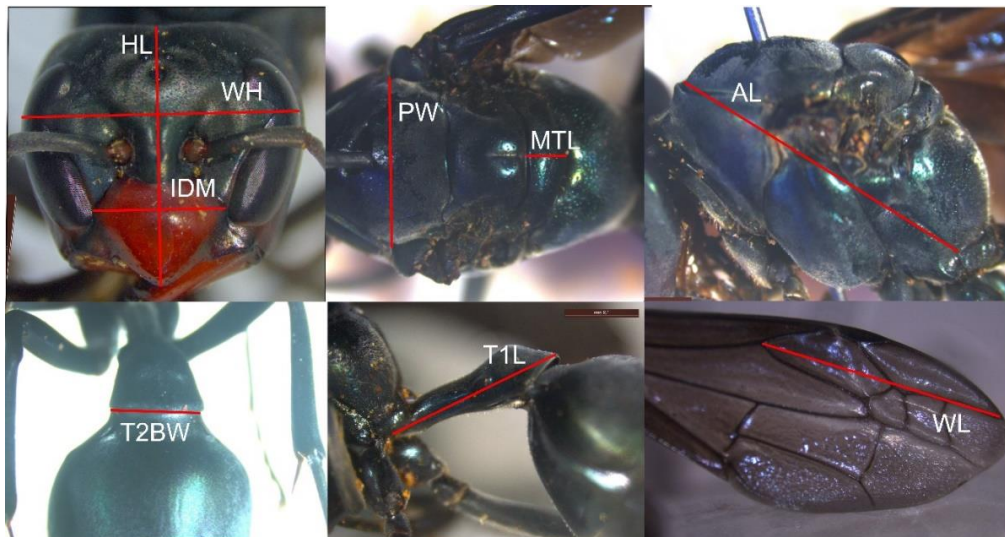


Figura 1. As nove medidas morfométricas obtidas em *Synoeca septentrionalis*. HL = comprimento da cabeça, WH = largura da cabeça, IDM = distância média interorbital, PW = largura pronotal, MTL= comprimento mesoescutelar, AL= Comprimento do alitrongo, T2BW = largura basal do tergito II, T1L = comprimento do tergito I e WL= Comprimento da célula cubital da asa anterior. (Fonte: Acervo INSECTA).

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa PAST (Hammer and Ryan 2001). ANOVA foi utilizada para comparação das médias, e identificar se existe diferenças morfológicas entre castas e sexo em *S. septentrionalis*. Posteriormente foi avaliado se houveram diferenças significativas no tamanho entre as fêmeas com relação as localidades nas quais procederam-se as coletas. Foi feita Análise de Variável Canônica (CVA), objetivando identificar se a partir dos dados morfométricos seria possível separar grupos morfológicos entre as castas (rainha e operária) e machos. Foi analisado quais caracteres morfológicos influenciaram para a discriminação dos grupos. As duas colônias oriundas do município de Cruz das Almas - BA (UN1+UN2) foram analisadas juntas e separadas da colônia coletada em Mutuípe - BA (MU1).

RESULTADOS

As colônias apresentaram variação no tamanho populacional, tanto de imaturos quanto adultos. As colônias foram classificadas em pós-emergente (Po) (Tabela 1). Apesar de todas as colônias estarem no mesmo estágio de desenvolvimento, a colônia (MU1) apresentou menor número de rainha.

Tabela1. Parâmetros biológicos das colônias de *Synoecca septentrionalis* coletadas em Mutuípe-BA (MU) e Cruz das Almas-BA (UN).

Col	Latitude	Longitude	Ct	Ovo	Lar	Pup	Cv	Adul	R	I	M	O
UN1 Po	-12,651472	-39,052528	518	143	144	192	39	168	33	12	20	103
MU1 Po	-13,345535	-39,542585	532	132	217	138	45	89	6	0	8	75
UN2 Po	-12,660262	-39,084561	1416	300	304	409	403	865	58	76	2	729

Col=colônia; Ct=total de células de cria; Lar=larva; Pup=pupa; Cv= célula de cria vazia; Adul=adultos; R=rainha; I=intermediária; M=macho; O=operária.

A partir da análise do desenvolvimento ovariano e análise da espermateca, foi possível estabelecer três categorias para as fêmeas: A) fêmeas com ovário desenvolvido e fecundada (reprodutiva/rainha), B) fêmeas com pouco desenvolvimento ovariano e não fecundada (intermediária) e C) fêmeas sem desenvolvimento ovariano, filamentosas (operárias) (Figura 4 no artigo 1).

As duas colônias de *Synoecca septentrionalis* coletadas no município de Cruz das Almas, BA (UN1 e UN2) não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre rainhas ($n=45$) e operárias ($n=49$) em mais de 70% dos caracteres avaliados. As diferenças encontradas foram para os caracteres IDM (distância média interorbital) e PW (largura pronotal), onde as rainhas apresentam-se menores que as operárias (Tabela 2).

Os machos apresentam maioria das medidas morfométricas (55%) menores que as operárias e rainhas, no entanto não diferiram estatisticamente das rainhas quando comparado a largura do pronoto (PW), mostrando-se ambos menores que em operárias (Tabela 2).

Na colônia de *S. septentrionalis* procedente do município de Mutuípe (MU1), nenhum dos caracteres avaliados apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as fêmeas (operárias e rainhas) (Tabela 3). Os machos foram menores em mais de 50% das medidas obtidas. (Tabela 3).

Tabela 2. Média e desvio-padrão (SD) (mm) dos marcos anatômicos de rainhas, operárias e machos e ANOVA de *Synoeca septentrionalis*, coletadas em Cruz das Almas, Bahia.

Marcos anatômicos	Média \pm SD	Média \pm SD	Média \pm SD
	Rainha (n=45)	Operaria (n=49)	Macho (n=20)
HL	4,79 \pm 0,16 ^a	4,82 \pm 0,13 ^a	4,28 \pm 0,18 ^b
HW	5,05 \pm 0,11 ^a	5,08 \pm 0,17 ^a	4,64 \pm 0,13 ^b
IDM	2,45 \pm 0,07 ^b	2,50 \pm 0,06 ^a	1,86 \pm 0,06 ^c
PW	4,16 \pm 0,10 ^b	4,27 \pm 0,12 ^a	4,16 \pm 0,19 ^b
MTL	1,65 \pm 0,06 ^a	1,62 \pm 0,11 ^a	1,57 \pm 0,15 ^a
AL	6,95 \pm 0,22 ^a	6,92 \pm 0,27 ^a	6,89 \pm 0,31 ^a
T2BW	2,32 \pm 0,09 ^a	2,41 \pm 0,39 ^a	2,33 \pm 0,16 ^a
T1L	4,91 \pm 0,22 ^a	4,97 \pm 0,22 ^a	4,49 \pm 0,21 ^a
WL	8,53 \pm 0,37 ^a	8,45 \pm 0,61 ^a	7,09 \pm 0,83 ^b

Letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. HL = comprimento da cabeça, HW= largura da cabeça, IDM = distância média interorbital, PW = largura pronotal, MTL= comprimento mesoescutelar, AL= Comprimento do alitrongo, T2BW = largura basal do tergito II, T1L = comprimento do tergito I e WL= Comprimento da célula cubital da asa anterior.

Tabela 3. Média e desvio-padrão (SD) (mm) dos marcos anatômicos de rainhas, operárias e machos e ANOVA de *Synoeca septentrionalis*, coletadas em Mutuípe, Bahia.

Marcos anatômicos	Média \pm SD	Média \pm SD	Media \pm SD
	Rainha (n=7)	Operaria (n=75)	Macho (n=8)
HL	4,34 \pm 0,08 ^a	4,45 \pm 0,11 ^a	3,99 \pm 0,10 ^b
HW	4,98 \pm 0,08 ^a	4,95 \pm 0,11 ^a	4,57 \pm 0,13 ^b
IDM	2,38 \pm 0,04 ^a	2,39 \pm 0,07 ^a	1,79 \pm 0,07 ^b
PW	4,10 \pm 0,18 ^a	4,09 \pm 0,16 ^a	4,05 \pm 0,18 ^a
MTL	1,61 \pm 0,05 ^a	1,59 \pm 0,07 ^a	1,60 \pm 0,07 ^a
AL	7,18 \pm 0,27 ^a	7,03 \pm 0,39 ^a	6,71 \pm 0,23 ^b
T2BW	2,18 \pm 0,08 ^a	2,23 \pm 0,10 ^a	2,17 \pm 0,12 ^a
T1L	4,76 \pm 0,08 ^a	4,81 \pm 0,25 ^a	4,55 \pm 0,34 ^a
WL	8,70 \pm 0,17 ^a	8,63 \pm 0,39 ^a	8,36 \pm 0,28 ^b

Letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos. HL = comprimento da cabeça, HW= largura da cabeça, IDM = distância média interorbital, PW =

largura pronotal, MTL= comprimento mesoescutelar, AL= Comprimento do alitrongo, T2BW = largura basal do tergito II, T1L = comprimento do tergito I e WL= Comprimento da célula cubital da asa dianteira.

A partir da análise das variáveis canônicas (CVA), foi possível identificar que CAN₁ foram IDM, HL e HW foram mais discriminantes para nas colônias de Cruz das Almas (UN1+UN2) e enquanto que, para a colônia de Mutuípe (MU1) as variáveis que mais influenciaram foram IDM, HL e T1L (Figura 2).

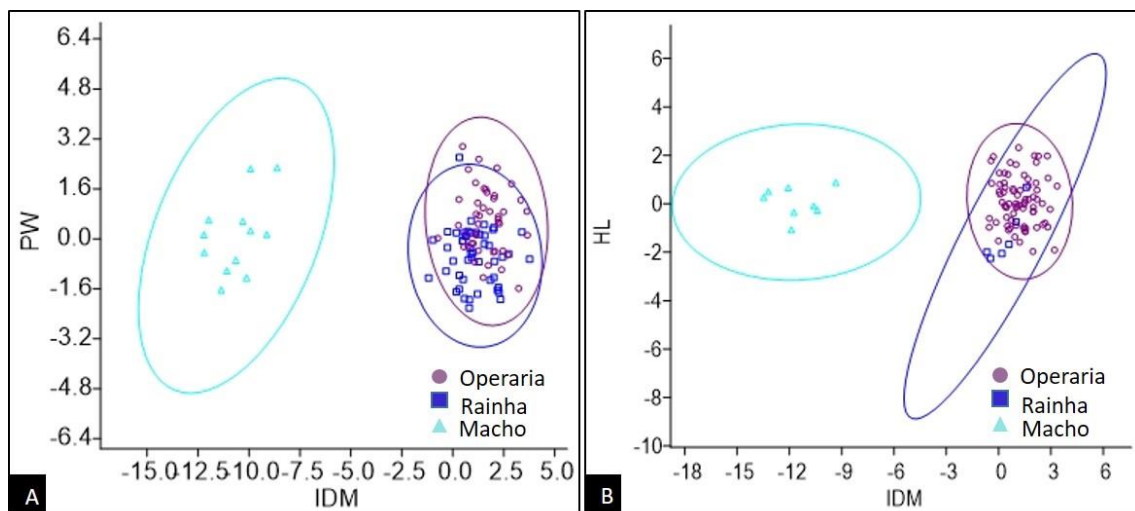


Figura 2. Discriminação de castas e sexo em colônia de *S. septentrionalis* baseadas nas duas primeiras raízes canônicas. Cada elipse abrange 95% das variações. A) Colônias UN1+UN2, B) Colônia MU1.

As rainhas das colônias (UN1+UN2) comparadas com MU1, diferem apenas em três caracteres, sendo: HL, IDM, T2BW. Entretanto as operárias diferiram entre si em todos os caracteres avaliados, onde MU1 apresenta medida maior apenas para AL e WL e mostrando-se menor nos demais parâmetros (Tabela 4).

Tabela 4. Médias e desvios-padrão (mm) de rainhas e operárias e análise One-way ANOVA comparando os nove caracteres de *Synoecca septentrionalis*, coletadas em Mutuípe e Cruz das Almas, Bahia.

Marcos anatômicos	Média ±SD UN1+UN2	Média ±SD MU1	One-way ANOVA	
			F	P- nível
Rainha	(n=45)	(n=6)		
HL	4,79 ± 0,16	4,34 ± 0,08	48,70	<0,001
HW	5,05 ± 0,11	4,98 ± 0,08	1,98	0,17
IDM	2,45 ± 0,07	2,38 ± 0,04	5,15	0,03
PW	4,16 ± 0,10	4,10 ± 0,18	1,35	0,25
MTL	1,65 ± 0,06	1,61 ± 0,05	2,61	0,11
AL	6,95 ± 0,22	7,18 ± 0,27	2,76	0,10
T2BW	2,32 ± 0,09	2,18 ± 0,08	14,39	<0,001
T1L	4,91 ± 0,22	4,76 ± 0,08	2,80	0,10
WL	8,53 ± 0,37	8,70 ± 0,17	1,19	0,28
Operaria	(n=49)	(n=75)		
HL	4,82 ± 0,13	4,45 ± 0,11	75,31	<0,001
HW	5,08 ± 0,17	4,95 ± 0,11	42,59	<0,001
IDM	2,50 ± 0,06	2,39 ± 0,07	62,29	<0,001
PW	4,27 ± 0,12	4,09 ± 0,16	43,54	<0,001
MTL	1,62 ± 0,11	1,59 ± 0,07	5,97	0,01
AL	6,92 ± 0,27	7,03 ± 0,39	4,11	0,04
T2BW	2,41 ± 0,39	2,23 ± 0,10	23,93	<0,001
T1L	4,97 ± 0,22	4,81 ± 0,25	13,67	<0,001
WL	8,45 ± 0,61	8,63 ± 0,39	4,13	0,04

HL= comprimento da cabeça, HW= largura da cabeça, IDM= distância média interorbital, PW= largura pronotal, MTL= comprimento mesoescutelar, AL= Comprimento do alitrongo, T2BW= largura basal do tergito II, T1L= comprimento do tergito I e WL= Comprimento da célula cubital da asa dianteira.

DISCUSSÃO

Rainhas e operárias de *S. septentrionalis* não apresentaram diferenças morfológicas nesse estudo, apesar dos caracteres morfométricos IDM e PW em colônias de Cruz das Almas apresentarem diferenças significativas. Resultados semelhante foram observados para *S. chalibe* (Richards 1978) e

S. surinama (Noll et al. 2004; Richards 1978), enquanto que *S. cyanea* apresenta rainhas morfologicamente maiores que operárias (Noll et al. 2004).

Após a reformulação das síndromes de Richards (1978) por Noll (2004), que leva em consideração a existência de fêmeas intermediárias em colônias de Epiponini, é possível dizer que *S. septentrionalis* possua apenas casta fisiológica (sem diferenças morfométricas, com presença de intermediária), uma vez que nossos resultados mostram que as colônias estudadas apresentavam inúmeras intermediárias. Ainda, a presença de três categorias de fêmeas nas colônias estudadas, rainhas, intermediária e operária, e a falta de diferenciação morfológica, nos leva a crer que o estabelecimento das castas em *S. septentrionalis* é pós-imaginal, similar ao observado para *Protopolybia chartergoides* (Felippotti et al. 2007).

Por comparação de medidas com resultados em literatura, *S. septentrionalis* apresenta um tamanho semelhante ao de *S. cyanea* (corrigindo o erro x10 nas medições observados na pesquisa de Noda et al. (2003)), e ambas as espécies são cerca de 20% maiores do que *S. surinama* (Noll et al. 2004).

Os resultados mostram que operárias coletadas em Mutuípe, apresentam corpo menor ($p \leq 0,001$), com partes relacionada a voo maior (asa e mesossoma) ($p \leq 0,05$) (Tabela 4), uma vez que, o tamanho das asas e aumento da força está diretamente ligada ao mesossoma (Hilton et al. 2000, Hodkinson 2005, Dillon et al. 2006). Como as altitudes entre as áreas de coletas foram diferentes, sendo Cruz das Almas localizada a 220 metro de altitude e Mutuípe a 435 metros, essa diferença de altitude pode ter influenciado nos resultados. Em *Agelaia pallipes* (Vespidae: Polistinae), assim como nos presentes resultados, as estruturas de voo foram maiores em indivíduos que estavam em locais com altitudes mais elevadas (Rodríguez-Loeches; Barro, 2008).

CONCLUSÃO

O padrão das castas em *Synoeca septentrionalis* na fase pós-emergente é similar ao das demais espécies estudadas do gênero. É provável que a diferenciação morfológica entre as castas ocorra na fase pós-imaginal. Os machos pertencentes a essa espécie possuem cabeça e asa menor que as

fêmeas, seguindo o padrão de Vespidae. Além disso, essa espécie apresentou diferenças de acordo com os municípios de nidificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andena SR (2007) Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais neotropicais (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). Tese de doutorado. Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo.
- Andena SR, Carpenter JM, Noll BF (2009) A phylogenetic analysis of *Synoeca* de saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini). *Entomologica Americana* 115: 81–89.
- Carpenter JM, Marques OM (2001) Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil. *Série publicação Digital* 2: 147.
- Dillon ME, Frazier MR, Dudley R (2006) Into thin air: Physiology and evolution of alpine insects. *Integrative and Comparative Biology* 46: 49–61.
- Felippotti GT, Noll FB, Mateus S (2007) Morphological studies on castes of *Protopolybia chartergoides* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) observed in colonies during male production stage. *Revista Brasileira de Entomologia* 51: 494–500.
- Hilton GM, Lilliendahl K, Solmundsson J, Houston DC, Furness RW (2000) Geographical variation in the size of body organs in seabirds. *Functional Ecology* 14: 369–379.
- Hodkinson ID (2005) Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews* 80: 489–513.
- Menezes RST, Brady SG, Carvalho AF, Del Lama MA, Costa MA (2015) Molecular phylogeny and historical biogeography of the Neotropical swarm-founding social wasp genus *Synoeca* (Hymenoptera: Vespidae). *PLoS ONE* 10: 1–15.

- Noda SCM, Shima SN, Noll FB (2003) Morphological and physiological caste differences in *Synoeca cyanea* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) according to the ontogenetic development of the colonies. *Sociobiology* 41: 547–570.
- Noll FB, Wenzel JW, Zucchi R (2004) Evolution of Caste in Neotropical Swarm-Founding Wasps (Hymenoptera: Vespidae; Epiponini). *American Museum Novitates* 3467: 1–24.
- Noll FB, Zucchi R (2000) Increasing caste differences related to life cycle progression in some neotropical swarm-founding polygynic *polistine* wasps (Hymenoptera Vespidae Epiponini). *Ethology Ecology & Evolution* 12: 43–65.
- Richards OW (1978) *The social wasps of the Americas excluding the Vespinae*. London British Museum (Natural History), London, 296 pp.
- Rodríguez-Loeches L, Barro A (2008) Life cycle and immature stages of the arctiid moth, *Phoenicoprocta capistrata*. *Journal of Insect Science (Online)* 8: 1–13.

ARTIGO 4**ECOLOGIA QUÍMICA DE *Synoeca septentrionalis* RICHARDS,
1978 (HYMENOPTERA: VESPIDAE: EPIPONINI)⁴**

⁴Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Journal of Chemical Ecology*, em versão na língua inglesa.

Ecologia química de *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978
(Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)

Resumo: As vespas fundadoras de colônias são de interesse ecológico pelo fato de suas colônias serem poligínicas. Além disso, essas vespas não apresentam aparente dimorfismo entre rainhas e operárias, sendo ambas as castas morfologicamente similares ou idênticas. No entanto, para esse sistema funcionar é necessário um detalhado conhecimento do sistema químico de reconhecimento dos indivíduos da colônia. As vespas do gênero *Synoeca* (Vespidae: Epiponini), são insetos considerados grandes, que são conhecidos pelo processo de fundação de colônias, e devido a essas características, as espécies desse gênero podem ser um bom modelo para estudos em ecologia química. Este estudo buscou investigar a ecologia química de *S. septentrionalis*, avaliando se existem diferenças químicas entre fêmeas (operárias e rainhas) e machos nesse grupo de vespas. Além disso, comparar os hidrocarbonetos cuticulares (HC) de *S. septentrionalis* com os obtidos ao avaliar um pequeno grupo de operárias de *S. chalibea*, vespas parasitárias (encontradas em uma das colônias de *S. septentrionalis*) e com resultados já publicados para *S. surinama*. Foram estudadas três colônias de *S. septentrionalis* no estágio pós-emergentes, nas quais utilizou-se as asas posterior e anterior direita para extração dos hidrocarbonetos cuticulares através do método cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). O perfil de todos os adultos foi constituído por uma série de n-alcanos (C21 à C33) e alcenos (C25:1 à C33:1) sendo que o padrão observado mostrou que o perfil de HC está associado à idade. Não foi observada diferenças qualitativas embora as diferenças quantitativas estivessem presentes. A vespa parasitária apresentou perfil de HCs similar ao do hospedeiro (*S. septentrionalis*), porém com maior proporção de alcenos que o hospedeiro. Já *S. surinama* e *S. chalibea* apresentaram perfil HC similar ao encontrado para *S. septentrionalis*. As vespas *S. septentrionalis* apresentam diferença entre seu perfil de HC, e esta diferença pode ser importante para a identificação de indivíduos dentro e entre as colônias.

Palavras-chave: Vespas sociais, hidrocarboneto cuticular, castas fisiológicas.

Chemical ecology of *Synoeca septentrionalis* RICHARDS, 1978
(Hymenoptera: Vespidae: Epiponini)

Abstract: Founder wasps of colonies are of ecological interest because their colonies are polygynous. In addition, these wasps do not display apparent dimorphism between queens and workers and both castes are morphologically similar or identical. However, for this system to work, it is necessary a detailed knowledge of the chemical system for the recognition of individuals of the colony. Wasps of the genus *Synoeca* (Vespidae: Epiponini) are insects considered large and known by the process of swarm-founding. Thus, the species of this genus can be a good model for studies in chemical ecology. This study aimed to investigate the chemical ecology of *S. septentrionalis*, evaluating whether there are chemical differences between females (workers and queens) and males in this group of wasps. In addition, we compared cuticular hydrocarbons (CH) of *S. septentrionalis* with those obtained when assessing a small group of workers of *S. chalibea*, parasitic wasps (found in one of the *S. septentrionalis* colonies) and with results already published for *S. surinama*. Three colonies of *S. septentrionalis* were studied in post-emerging stage in which the hinder and right front wings were used for CH extraction by high-performance liquid chromatography (HPLC). The profile of all adults consisted of a series of *n*-alkanes (C21 to C33) and alkenes (C25:1 to C33:1) and the observed pattern showed that the CH profile is associated with insect age. No qualitative differences were observed, although quantitative differences were present. The parasitic wasp presented CH profiles similar to that of the host (*S. septentrionalis*), however, with higher proportion of alkenes than the host did. *S. surinama* and *S. chalibea* displayed a CH profile similar to that found for *S. septentrionalis*. Wasps *S. septentrionalis* present a difference between its CH profile, which can be important for the identification of individuals within and between colonies.

Key words: social wasps, cuticular hydrocarbon, physiological castes.

INTRODUÇÃO

Em Polistinae apenas 25% das espécies são fundadoras de colônias, sendo que apresenta diferenças taxonômica, exibindo também, grande diversidade em estruturas de ninhos e tamanho de colônias (Richards 1978; Carpenter 1991). Essas características tornam as vespas fundadoras de colônias uma das mais bem-sucedidos e diversos grupos dentre os insetos sociais, porém, apesar disso, este grupo ainda pode ser considerado pouco estudado.

As vespas fundadoras de colônias são de interesse ecológico pelo fato de suas colônias possuírem grande quantidade de rainhas, apesar de apenas uma rainha fundar a colônia. Além disso, essas vespas não apresentam aparente dimorfismo entre rainhas e operárias, sendo ambas as castas morfologicamente similares ou idênticas.

No entanto, manter uma estrutura colonial onde todas os indivíduos de uma colônia são geneticamente similares é difícil quando existem 10 a 100 rainhas ovipositando ao mesmo tempo. E uma possível solução para o problema é a “oligogenia cíclica”, onde o número de rainhas de uma colônia que estão ovipositando pode variar no tempo, com o número de rainhas diminuindo antes do período de acasalamento das novas rainhas (West-Eberhard 1982). No entanto, para esse sistema funcionar é necessário um detalhado conhecimento do sistema químico de reconhecimento dos indivíduos da colônia, para poder determinar quais indivíduos são rainhas e a quais são as filhas de uma específica rainha dentro de uma colônia.

As vespas do gênero *Synoeca* (Vespidae), são insetos considerados grandes, que são conhecidos pelo processo de enxameação, para a fundação de novas colônias (Noda et al. 2003), e devido a essas características, as espécies desse gênero podem ser um bom modelo para estudos em ecologia química.

Synoeca é composto por cinco espécies (*S. chalibe*; *S. virginea*; *S. surinama*; *S. septentrionalis* e *S. cyanea*) (ANDENA et al. 2009), e acredita-se que o gênero iniciou sua dispersão a partir da Amazônia (Menezes et al. 2015), distribuindo-se para as Américas Central e do Sul. Onde a maioria das espécies possuem coloração entre preto e azul escuro metálico (Richards

1978). Com ninhos sésseis com apenas um disco de cria, construído diretamente sobre a face do substrato de nidificação (Wenzel 1980). Sendo o ninho coberto por uma camada protetora (envelope), com a superfície estriada e uma única entrada, normalmente no topo do ninho (Wenzel 1980).

As espécies de *Synoeca* são temidas por causa do seu comportamento defensivo, que envolve a produção de som, pelo batimento na superfície do ninho (Overall 1982), seguido por um rápido e persistente ataque. Sendo a ferroadada desse inseto extremamente dolorosa, alcançado o nível quatro na “escala de dor de Schimdt” (Starr 1985).

O único estudo sobre ecologia química nesse grupo de vespas (Kelstrup et al. 2014), indicam que estes possuem um perfil de hidrocarbonetos cuticulares (HC) muito simples consistindo apenas de n-alcanos e alcenos, e esse é um perfil de HC padrão encontrado em menos de 20% das vespas sociais (Kather and Martin 2015). Perfil de HC como estes, constituem bons modelos para serem utilizados em estudos de ecologia química, e em estudos com *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae), possibilitou o entendimento do processo de reconhecimento entre indivíduos da mesma colônia (Martin et al. 2008).

Portanto, este estudo buscou investigar a ecologia química de *Synoeca septentrionalis* oriundas do estado da Bahia. Espécie que foi registrada há seis anos no Brasil (Menezes et al. 2011). Sendo a maior pergunta deste estudo, se existem diferenças químicas entre fêmeas (operárias e rainhas) e machos nesse grupo de vespas. Além disso, o perfil de HC deste estudo foi comparado com os obtidos ao avaliar um pequeno grupo de operárias de *S. chalybea*, vespas parasitárias (encontradas em uma das colônias de *S. septentrionalis*) e com resultados já publicados para *S. suriname*.

MATERIAL E MÉTODOS

Três colônias de *Synoeca septentrionalis*, oriundas de dois diferentes municípios baianos (Fig. 1 do capítulo 1), foram estudadas. A identificação específica foi realizada de acordo com Menezes et al. (2015) e Andena (2007) onde observou-se caracteres morfológicos, como pontuações na cabeça e presença de cerdas eretas no escapo (Fig. 2 do capítulo 1).

A triagem dos ninhos e demais procedimentos laboratoriais foram realizados em laboratório do grupo de pesquisa INSECTA da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Coleta dos ninhos

As coletas dos ninhos foram realizadas à noite, entre 18:00 e 19:00 horas, período esperado que a maioria dos indivíduos estariam no interior do ninho, evitando perdas eventuais dos insetos.

A entrada do ninho foi fechada com um chumaço de algodão embebido com clorofórmio para evitar a saída das vespas. Em seguida, 20 mL de clorofórmio foi injetado no interior do ninho utilizando seringa de vidro. Após 30 segundos, o ninho foi completamente destacado do substrato de nidificação com auxílio de espátula e a estrutura física do enxame foi acondicionada em recipiente fechado e encaminhada para o laboratório (Fig. 3 do capítulo 1).

Georeferenciamento e nidificação das vespas

As coordenadas geográficas dos locais de coletas foram registradas e após a marcação do ponto geográfico foi avaliado no raio de 500 metros a ocorrência de outros ninhos.

Triagem dos ninhos

Em laboratório, as vespas foram imediatamente separadas da estrutura física do ninho e individualizadas em tubos identificados contendo álcool etílico 90%. Foi realizado o mapeamento das células de crias de cada ninho com intuito de avaliar a distribuição dos imaturos (ovo, larva e pupa) no favo de cria, bem como, contagem destes.

O número de imaturos e adultos presentes nas colônias bem como a relação de castas e sexo presentes, possibilitou estabelecer o estágio de desenvolvimento para cada colônia.

Mapeamento populacional de *Synoecca septentrionalis*

As fêmeas de cada colônia foram submetidas a dissecação utilizando microscópio estereoscópico para identificar as castas presentes. O procedimento consistiu na abertura do abdome de cada indivíduo, sendo observado o nível desenvolvimento dos ovários e a partir disso as fêmeas foram classificadas. Para determinar a inseminação, a espermateca das fêmeas foi removida e colocada sobre uma lâmina com uma gota de solução de fucsina ácida (1:1). A presença de espermatozoides foi detectada ao microscópio.

Análises químicas

O perfil dos hidrocarbonetos cuticulares (HC) foi analisado em rainhas, machos e um subconjunto de operarias de cada colônia.

Para cada vespa, um par de asas foi removido usando micro-tesoura cirúrgica antes da dissecação, individualizado em frasco de vidro no qual foi adicionado 100 μL de hexano para cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), de modo que a asa ficasse imersa no líquido. Após dez minutos, as asas foram removidas e todo o líquido foi evaporado à temperatura ambiente em capela de fluxo laminar, antes de ser armazenada a -20°C .

Antes de iniciar a análise, as amostras foram ressuspensas em 30 μL de hexano de grau HPLC e analisadas em cromatógrafo HP6890-GC (equipado com coluna HP-5MS, comprimento: 30m, ID: 0,25mm, espessura da película: 0,25 μm) ligado a espectrômetro de massa HP5973- MSD (quadrupolar com ionização por impacto de elétrons de 70 eV).

As amostras foram injetadas em modo direto. A programação do forno foi de: 70°C a 200°C a 40°C por minuto, seguido de 200°C a 320°C a 25°C por minuto, e mantido durante 5 min a 350°C . Como carreador foi utilizado o gás hélio, com fluxo constante de $1,0\text{ mL min}^{-1}$. Este método permitiu a detecção de HCs de cadeias com até 42 carbonos de comprimento.

Os compostos foram identificados utilizando banco de dados de massa cromatográfica padrão, perfil dos íons e índices de retenção de Kovats. Os picos foram integrados manualmente utilizando o programa Agilent MSD

ChemStation, antes da conversão dos valores em percentagens, onde foram utilizando todos os compostos, ou apenas os n-alcanos ou alcenos. Os dados foram então visualizados utilizando histogramas para procurar padrões de picos.

RESULTADOS

As colônias submetidas ao estudo químico, foram classificadas como pós-emergente (Po) (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros biológicos das colônias de *Synoecca septentrionalis* coletadas em Mutuípe-BA (MU) e Cruz das Almas-BA (UN).

Coleta	Col	Latitude	Longitude	Ct	Ovo	Lar	Pup	Cv	Adul	R	I	M	O
19/01/2015	UN1 Po	-12.651472	-39.052528	518	143	144	192	39	168	33	12	20	103
07/01/2015	MU1 Po	-13.345535	-39.542585	532	132	217	138	45	89	6	0	8	75
09/07/2015	UN2 Po	-12.660262	-39.084561	1416	300	304	409	403	865	58	76	2	729

Col=colônia; Ct=total de células de cria; Lar=larva; Pup=pupa; Cv= célula de cria vazia; Adul=adultos; R=rainha; I=intermediária; M=macho; O=operária.

Foi observado a presença de 130 íons cromatográficos, com alta qualidade em adultos de *S. septentrionalis* (rainhas, operária e machos). Onde o perfil de todos os adultos foi constituído por uma série de n-alcanos (C21 à C33) e alcenos (C25:1 à C33:1) (Tabela 2).

Foram observadas diferenças entre as colônias e castas. O padrão observado em *S. septentrionalis* mostrou que o perfil está associado à idade, já que os perfis das operárias recém-emergidas (emergidas após a coleta do ninho) foram distintos (Fig. 1), onde mais 80% dos HCs encontrados eram de cadeia curta (C21, C23 e C25: 1), enquanto que todas as rainhas, a grande maioria das operárias e machos, apresentaram menos de 20% destes compostos em seu perfil. Além disso, não foi observada diferenças qualitativas entre as castas ou colônias, embora as diferenças quantitativas estivessem presentes (Fig. 2).

Tabela 2. Médias, desvio padrão e percentual total de compostos químicos encontrados nos grupos de rainhas (R), operárias (O) e machos (M) de cada colônia de *Synoecca septentrionalis*.

	UN-1 R =22	UN-1 O=22	UN-1 M=19	Mu-1 R=6	Mu-1 O=12	Mu-1 M=6	UN-2 R=19	UN-2 O=10
c23	0.6±2.4	1.0±0.3	4.4±1.0	4.0±1.4	9.9±8.0	8.1±7.8	0.5±0.6	0.9±0.5
c25:1 (3 isômeros)	8.1±3.5	3.8±2.9	7.9±1.6	16.8±6.1	15.6±7.4	13.4±8.1	4.9±1.7	3.5±2.1
c25	25.9±1.9	11.0±4.0	18.2±6.6	29.3±6.6	20.1±6.0	18.7±3.6	23.6±2.7	13.2±3.6
c27:1 (3 isômeros)	2.1±1.7	9.8±0.7	7.5±11.3	6.3±2.4	10.6±2.8	12.9±2.7	2.8±1.7	9.5±4.2
c27	9.0±3.5	13.6±1.0	11.2±4.3	10.4±1.4	6.9±4.0	8.4±4.1	7.8±1.1	13.5±3.2
c29:1 (2 isômeros)	2.3±0.7	6.3±0.7	7.8±1.5	6.1±3.1	9.2±2.3	10.9±2.0	3.9±3.2	10.7±2.5
c29	16.9±2.1	13.7±3.0	11.6±3.3	10.0±2.1	7.0±3.8	7.2±3.7	15.3±1.9	10.3±2.8
c31:1 (1 isômero)	8.1±1.8	15.5±2.6	14.9±3.9	9.3±3.1	13.5±5.0	13.3±3.4	13.5±3.2	20.8±5.3
c31	26.6±1.8	21.2±5.6	14.1±4.8	7.2±1.9	5.6±3.6	5.3±3.3	26.7±5.5	14.5±4.9
c33:1 (1 isômero)	0.1±0.6	1.7±0.2	1.1±0.6	0.4±0.5	1.0±0.6	1.1±0.4	0.5±0.5	1.8±0.8
c33	0.3±0.6	2.3±0.3	1.3±0.7	0.3±0.3	0.6±0.4	0.5±0.3	0.6±0.4	1.5±0.8
% Alcanos	79.3	62.8	60.8	61.1	50.1	48.3	74.5	53.8
% Alcenos	20.7	37.2	39.2	38.9	49.9	51.7	25.5	46.2

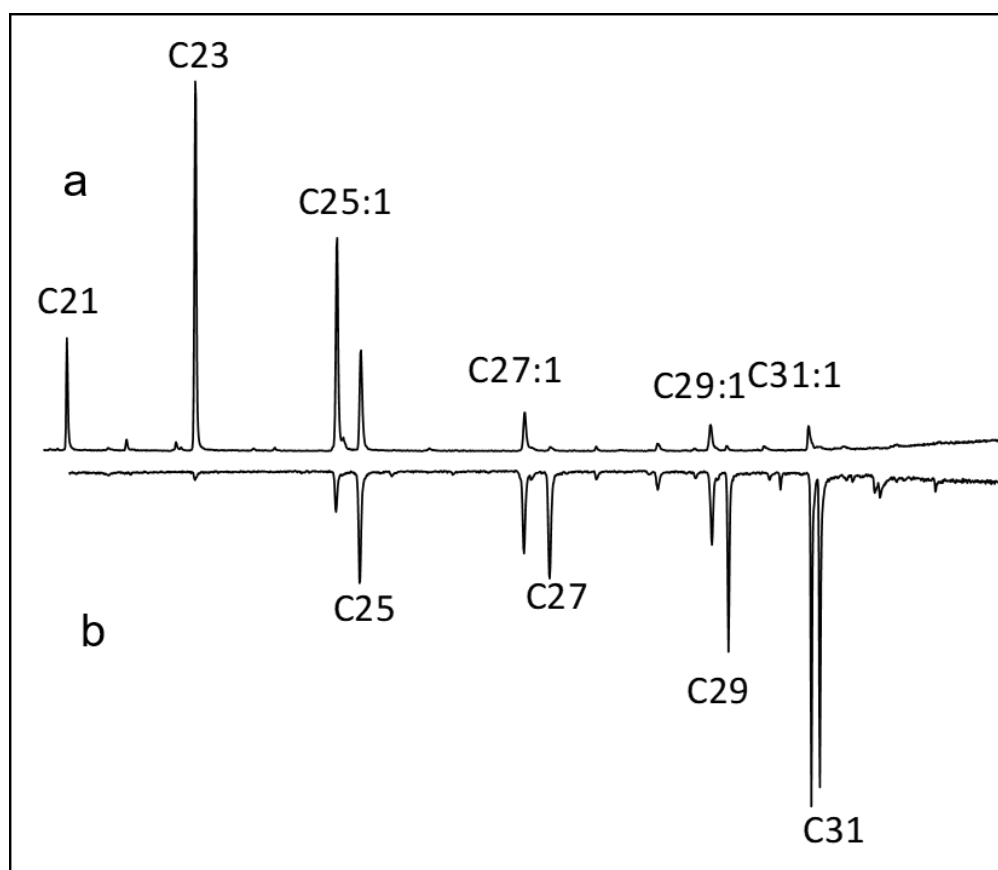


Fig. 1. Cromatograma iônico total em: a) operárias recém-emergidas; e b) perfil de operária invertido de *S. septentrionalis* indicando a mudança da cadeia curta para a cadeia mais longa como a idade de vespas.

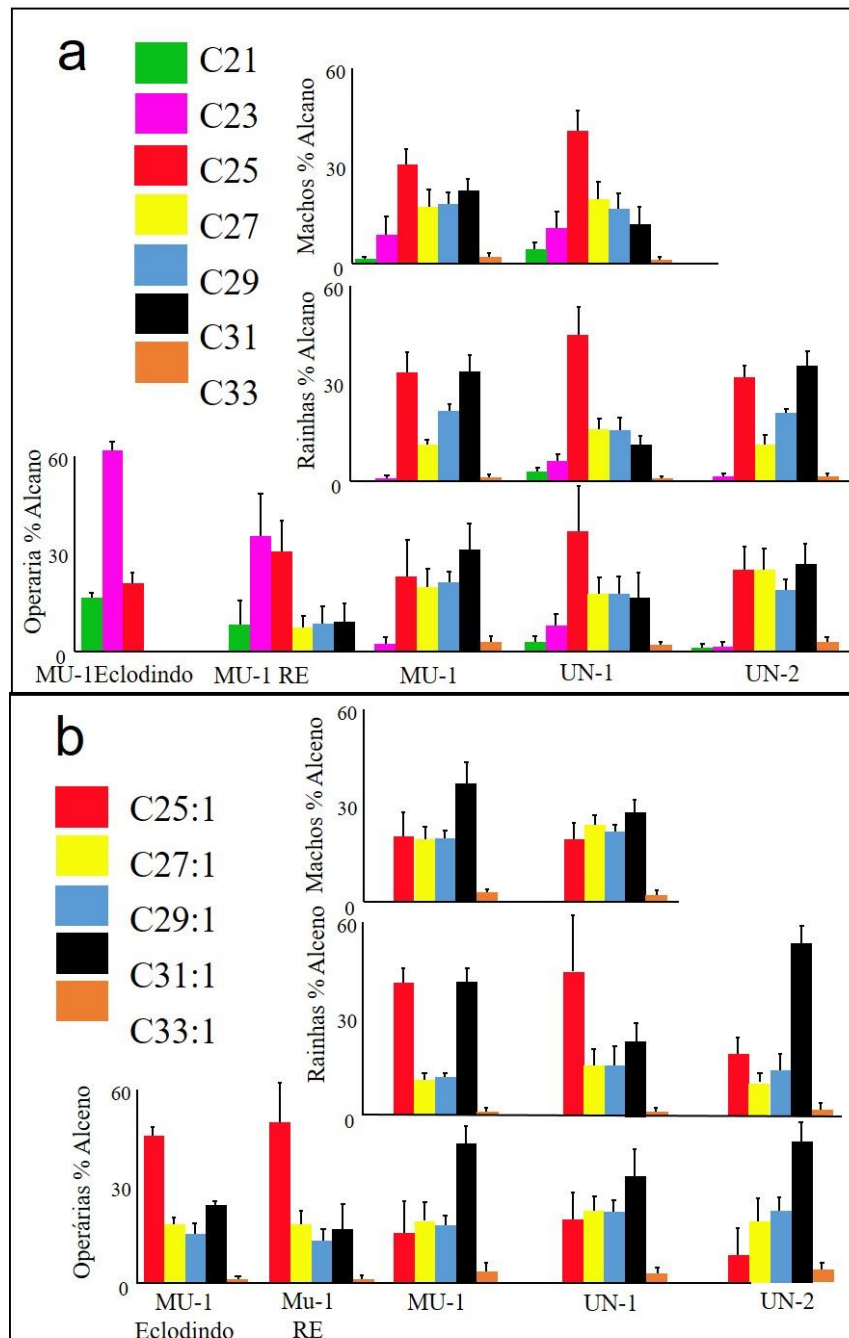


Fig. 2. Comparação entre os perfis de HCs de n-alcano (a) e alceno (b) das operárias, rainhas e machos em cada uma das três colônias de estudo. O perfil de pupa (eclodindo) e operárias recém-emergidas (RE) também foram identificados. As barras de erro representam o desvio padrão.

As modificações no perfil de alceno dos insetos recém-emergidos ou adultos estudados, não foram expressivos. Além disso, as proporções de íons totais para C27:1, C29:1 e C31:1 foram todas altamente correlacionados ($r^2 > 0,8$), enquanto que a produção de C25:1 não está correlacionada com qualquer

outro alceno, indicando a produção de C25:1 e outros alcenos podem ser independentes.

O levantamento preliminar de HCs em operárias de *S. surinama*, três operárias de *S. chalibea* e duas vespas parasitárias (encontradas na colônia UM-1 e não identificada) (Tabela 3, Fig. 3), corroboraram com os resultados encontrados nesse estudo, comprovando que as três espécies de *Synoeca* possuem perfil de alceno diferentes, seja pelo número de isômeros ou pelo tamanho da cadeia de carbono (Tabela 3). A vespa parasitária apresentou perfil de HCs similar ao do hospedeiro (*S. septentrionalis*), porém com maior proporção de alcenos que o hospedeiro (Tabela 3, fig. 3).

Tabela 3. Perfil de hidrocarboneto cuticular em três espécies de *Synoeca* mais o perfil de uma vespa parasitária de cria de *S. septentrionalis*.

	<i>Synoeca chalibea</i> n=3	<i>Synoeca surinama</i> ¹ n=4	<i>Synoeca septentrionalis</i> n=130	Parasita de cria n=2
C21			1.2±2.4	
C23:1	-	6.97±3.35		
C23	2.1±0.5	12.92±2.78	5.0±8.5	3.3±0.9
C23- Me3	2.4±0.6			2.3±0.9
C25:2	1.8±0.5			
C25:1	12.6±2.7	25.13±6.14	9.2±7.0	3.4±1.0
C25:1	0.8±0.1			
C25	20.1±6.1	34.49±6.25	19.7±7.1	11.4±0.6
C25- Me3				4.2±0.8
C27:2	8.2±5.8			
C27:1	8.9±3.6	2.38±1.09	6.3±3.8	23.9±1.0
C27:1	0.6±0.1			
C27	5.2±0.1	2.83±1.37	9.5±4.0	3.2±1.0
C29:2	1.9±0.7			
C29:1	2.8±0.9	1.71±0.87	6.0±3.3	16.8±3.4
C29	3.4±1.3	2.54±0.98	12.0±5.1	3.5±1.0
C30:1	0.8±0.2			
C30	0.6±0.4			
C31:2	1.4±0.4			
C31:1	15.9±3.7	5.82±1.44	12.6±5.1	1.5±0.2
C31	6.7±2.1	4.11±1.09	17.2±9.6	0.4±0.1
C33:1	3.1±0.8	0.66±0.49	0.8±0.8	
C33	0.9±0.3	0.45±0.33	0.9±0.9	

¹Kelstrup et al. (2014).

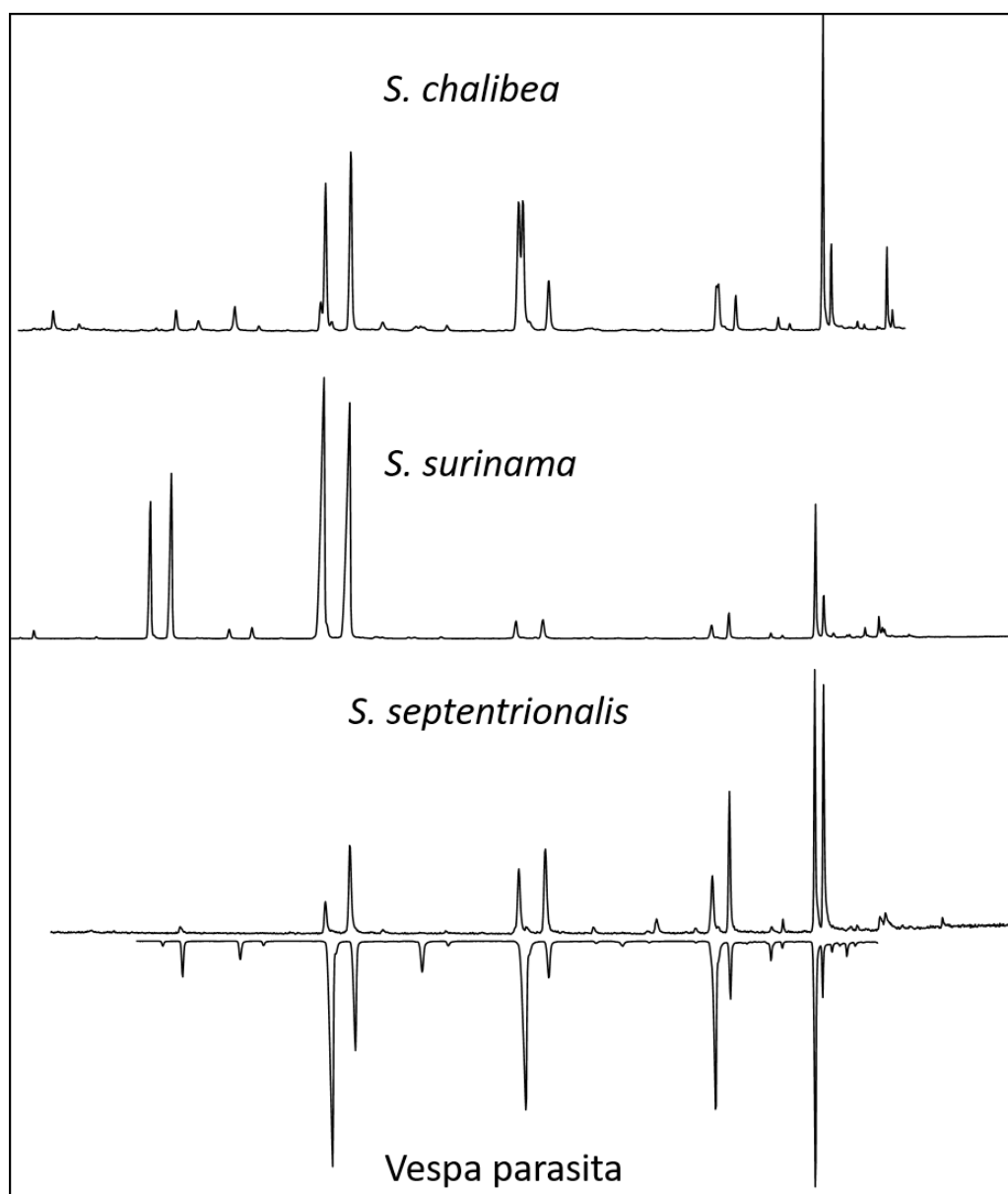


Fig. 3. Cromatograma de íons totais para três diferentes espécies de *Synoeca* e de vespa parasitária de cria de *S. septentrionalis* (invertido).

DISCUSSÃO

A ecologia química do grupo *Synoeca*, é pouco conhecida, possuindo apenas um estudo prévio de Kelstrup et al. (2014) em *S. surinama*. No entanto, os resultados obtidos neste estudo evidenciam que *S. surinama* e *S. septentrionalis* possuem perfis de HCs semelhantes. Este perfil é baseado numa série de alcanos e alcenos C21-C33 e dienos, embora as posições de

ligação dupla foram apenas observadas em *S. surinama* como o Z9 (Kelstrup et al. 2014).

A presença de olefinas em vespas sociais é incomum, uma vez que estas possuem alcanos metil-ramificados predominantemente diversificado (Kather and Martin 2015), tais como os encontrados para a vespa fundadora de colônia *Mischocyttarus cassununga*, cujo HCs é dominado por mono e di-metil-alcanos (Murakami et al. 2015).

Foram observadas diferenças entre as colônias e castas. Apesar da dominância de um único isômero de alceno em todos perfis, os dados indicaram diferenças presentes, tanto para a colônia quanto para castas, de modo que os dados de cada colônia e casta foi tratado separadamente. Além disso, foram observados dois tipos distintos de padrões de HCs em todas as colônias. O padrão observado em *S. septentrionalis* mostrou que o perfil está associado à idade, já que os perfis das operárias recém-emergidas (emergidas após a coleta do ninho) foram distintos (Fig. 4), onde mais 80% dos HCs encontrados eram de cadeia curta (C21, C23 e C25: 1), enquanto que todas as rainhas, a grande maioria das operárias e machos, apresentaram menos de 20% destes compostos em seu perfil.

Não houve diferenças qualitativas entre as castas ou colônias, embora as diferenças quantitativas estivessem presentes e não havia um padrão claro que fosse exclusivo para colônia e/ou casta (Fig. 5).

Dentro de cada colônia, a proporção relativa (%) de alcanos nas rainhas foi sempre maior do que nas operárias e de machos (Tabela 1), mas esse resultado não foi observado entre as colônias, uma vez que em rainhas MU-1 os valores de alcanos foram semelhantes ao das operárias em UN-1. A análise separada das proporções de n-alcanos e alcenos, não revelou nenhum padrão claro para *S. septentrionalis*.

Os perfis intracoloniais do alceno nas operárias e machos foram mais similares uns aos outros e diferentes das rainhas. Cada grupo de rainhas apresentou um perfil de alceno único dentro e entre as colônias. Considerando que os perfis de alceno não são tão distintos, como foi observado em algumas colônias, onde todas as castas e sexos apresentaram um perfil de alceno semelhante (por exemplo, UN-1), ou perfis semelhantes entre as colônias (rainhas em UN-1 e UN-2).

Uma descoberta interessante foi a mudança abrupta no perfil de alcanos das operárias recém-imersas comparadas aos adultos, onde os alcanos de cadeias mais curtas (C21 e C23) são substituídos quase inteiramente por cadeias longas de alcanos.

As mudanças subsequentes observadas em *S. septentrionalis* entre os HCs das operárias recém-emergidas e operárias mais velhas, também têm sido relatadas em outras espécies de vespas sociais, incluindo *S. surinama*, *Polistes dominulus*, *P. fuscatus* (Panek et al. 2001) e *Polybia micans*, bem como na abelha *Apis mellifera* (Martin et al. 2017), indicando que esta característica é um fenômeno comum entre os insetos sociais.

CONCLUSÃO

As vespas *S. septentrionalis* apresentam diferença entre seu perfil de HCs, e esta diferença pode ser importante para a identificação de indivíduos dentro e entre as colônias. Onde perfil de alcanos diferenciado das rainhas dessas vespas, possibilita a distinção química desta para os demais integrantes da colônia. No entanto, apesar das diferenças observadas no perfil de HCs entre as colônias e componentes destas, são necessários maiores estudos para um maior entendimento sobre a interação química entre esses insetos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Andena SR (2007) Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais
Análise filogenética de alguns gêneros de vespas sociais neotropicais
(Hymenoptera, Vespidae, Epiponini). Tese de doutorado. Ribeirão Preto.
Universidade de São Paulo.
- Andena SR, Carpenter JM, Noll BF (2009) A phylogenetic analysis of *Synoeca*
de saussure, 1852, a neotropical genus of social wasps (Hymenoptera:
Vespidae: Epiponini). *Entomol Am* 115:81–89.

- Carpenter JM (1991) Phylogenetic Relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. In: Ross KG, Matthews RW (eds) The social biology of wasps, 1st edn. Cornell University Press, Ithaca, pp 7–32
- Kather R, Martin SJ (2015) Evolution of Cuticular Hydrocarbons in the Hymenoptera: a Meta-Analysis. *J Chem Ecol* 41:871–883. doi: 10.1007/s10886-015-0631-5
- Kelstrup HC, Hartfelder K, Nascimento FS, Riddiford LM (2014) The role of juvenile hormone in dominance behavior, reproduction and cuticular pheromone signaling in the caste-flexible epiponine wasp, *Synoeca surinama*. *Front Zool* 11:78. doi: 10.1186/s12983-014-0078-5
- Martin SJ, Vitikainen E, Helanterä H, Drijfhout FP (2008) Chemical basis of nest-mate discrimination in the ant *Formica exsecta*. *Proc Biol Sci* 275:1271–1278. doi: 10.1098/rspb.2007.1708
- Menezes RST, Andena SR, Carvalho AF, Costa MA (2011) First records of *synoeca septentrionalis* Richards, 1978 (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) in the Brazilian Atlantic rain forest. *Zookeys* 151:75–78. doi: 10.3897/zookeys.151.1882
- Menezes RST, Brady SG, Carvalho AF, et al (2015) Molecular phylogeny and historical biogeography of the Neotropical swarm-founding social wasp genus *Synoeca* (Hymenoptera: Vespidae). *PLoS One* 10:1–15. doi: 10.1371/journal.pone.0119151
- Murakami ASN, Nunes TM, Desuó IC, et al (2015) The cuticular hydrocarbons profiles in the colonial recognition of the Neotropical eusocial wasp, *Mischocyttarus cassununga* (Hymenoptera, Vespidae). *Sociobiology* 62:109–115. doi: 10.13102/sociobiology.v62i1.109-115
- Noda SCM, Shima SN, Noll FB (2003) Morphological and physiological caste differences in *Synoeca cyanea* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) according to the ontogenetic development of the colonies. *Sociobiology* 41:547–570.

- Overall WL (1982) Acoustical behavior and variable nest architecture in *Synoeca virginea* (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of the Georgia Entomological Society* 17(1): 1–4.
- Panek LM, Gamboa GJ, Espelie KE (2001) The effect of a wasp's age on its cuticular hydrocarbon profile and its tolerance by nestmate and non-nestmate conspecifics (*Polistes fuscatus*, Hymenoptera: Vespidae). *Ethology* 107: 55–63.
- Richards OW (1978) *The social wasps of the Americas excluding the Vespinae*. London British Museum (Natural History), London
- Starr CK (1985) A simple pain scale for field comparison of Hymenopteran stings. *J Entomol Sci* 20:225–232.
- Wenzel JW. 1980. A Generic key to the nests of hornets, yellowjackets, and paper wasps worldwide (Vespidae: Vespinae, Polistinae). *American Museum Novitates* 3224: 1–40.
- West-Eberhard M. (1982) The Nature and Evolution of Swarming in Tropical Social Wasps (Vespidea, Polistiae, Polybiini). In: Jaisson P (ed) *Social Insects in the Tropics*, 2nd edn. Univ. Paris-Nord, Paris, pp 97–128

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo, foi possível registrar informações relevantes sobre a vespa *Synoeca septentrionalis*. Os dados de biologia expostos aqui servirão para estudos posteriores, uma vez que das cinco espécies do gênero, *Synoeca septentrionalis* é uma espécie que foi registrada no Brasil há apenas seis anos. Portanto, informações básicas sobre caracterização dessa espécie ainda são escassas na literatura.

Foi observado que essa espécie prefere substrato arbóreo para nidificação e todos os registros dessa espécie neste estudo, foram nas proximidades de ambientes agrícolas.

Uma diferença peculiar, encontrada nesta espécie, foi a presença de um novo padrão de coloração no segundo terço metassomal em algumas colônias. Fato nunca antes reportado e que necessita ser mais profundamente estudado para avaliar as vantagens ecológicas que essa variação pode propiciar para os indivíduos da colônia, uma vez que a coloração foi apenas observada em fêmeas de *S. septentrionalis*.

A divisão de castas nesta espécie, foi comprovada como fisiológica, por meio da ausência de diferenças morfológicas e similaridades dos hidrocarbonetos cuticulares. Os resultados de hidrocarbonetos cuticulares mostram que existe perfil similar entre as espécies, sendo predominantemente composto por alcanos e alcenos.

Foi possível observar que a destruição dessa espécie pela comunidade é uma prática comum. Essa destruição, se dá devido ao temor que essas vespas infligem, devido ao seu comportamento defensivo. No entanto, as vespas *Synoeca* são importantes para o controle biológico e a proximidade de colônias à ambientes agrícolas pode favorecer aos produtores, por estas serem capazes de reduzirem pragas agrícolas, por meio da predação de larvas de Lepidoptera, para alimentação de suas crias. Portanto, trabalhos voltados para a educação ambiental e voltados para o uso dessas vespas em sistemas agrossilvipastoril, podem auxiliar na manutenção e dispersão dessa espécie no país.