

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Zoologia

SISTEMÁTICA, DIVERSIDADE E BIOLOGIA
DE INSETOS DA ORDEM HYMENOPTERA

Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo

Curitiba
2014

INTRODUÇÃO

Com valores estimados entre 110 mil a 130 mil espécies descritas (Gaston 1993; Gaston et al. 1996), os Hymenoptera constituem uma das quatro grandes ordens de insetos juntamente com Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (Rafael et al. 2012). Estima-se que, com novos estudos taxonômicos principalmente da fauna das regiões tropicais, que ainda permanece pouco estudada, e das famílias contendo parasitóides muito pequenos, será encontrado um total entre 300 mil a 3 milhões de espécies viventes de Hymenoptera (Gaston et al. 1996). No Brasil são conhecidas cerca de 10 mil espécies e estima-se cerca de 60 mil quando a fauna estiver bem conhecida (Melo et al. 2012). Toda essa diversidade acumulou-se a partir do início da era Mesozóica, mais especificamente no Triássico superior, há 230 milhões de anos atrás, idade aproximada dos registros fósseis mais antigos conhecidos de himenópteros (Kukalová-Peck 1991; Rasnitsyn 2002).

Embora os grupos mais basais sejam herbívoros, com uma biologia muito semelhante àquela apresentada por muitos lepidópteros, em que as formas jovens alimentam-se de tecido vegetal, principalmente folhas, a maioria das espécies de Hymenoptera é composta por vespas parasíticas (p.ex. Gauld & Hanson 1995; Quicke 1997). As fêmeas destas espécies põem seus ovos em outros artrópodos, na maioria dos casos formas jovens de outros insetos. As larvas resultantes consomem seus hospedeiros, quase sempre os levando à morte durante seu desenvolvimento. Por este motivo, estas vespas foram denominadas de parasitóides, uma vez que se comportam mais como predadores do que parasitas propriamente ditos. A reversão a uma dieta herbívora ocorreu dentro de algumas famílias de parasitóides (p.ex. DalMolin et al. 2004).

Dentro de Hymenoptera, está incluído também um grande grupo, os Aculeata, em que a genitália externa feminina não é mais usada como ovipositor e sim como um ferrão que injeta venenos nos hospedeiros e inimigos (Gauld & Bolton 1988). Os himenópteros mais conhecidos, como as formigas, abelhas e marimbondos, pertencem aos aculeados. Na região Neotropical, os Aculeata constituem elementos conspícuos da fauna, principalmente pela diversidade e abundância das formas sociais (Fernández 2002, 2006; Melo et al. 2012). Uma melhor compreensão desta diversidade e o seu uso como indicadores ambientais ou em programas dirigidos (polinização, controle biológico, etc.) requerem revisões taxonômicas que permitam a correta identificação dos organismos envolvidos (p. ex. DalMolin et al. 2004; Hermes & Melo 2008; Ramos & Melo 2010; Aguiar & Melo 2011; Gonçalves & Melo 2012).

Apesar de uma grande parte dos insetos de importância econômica ser considerada nociva ao homem, os Hymenoptera concentram o maior número de espécies benéficas. Muitas vespas parasitóides, por exemplo, têm sido utilizadas com sucesso em programas de controle biológico de insetos-praga, proporcionando uma economia significativa de recursos em relação ao uso de inseticidas químicos (p.ex. La Salle 1993; Parra et al. 2002). A polinização de várias plantas cultivadas, em particular fruteiras, depende exclusivamente das abelhas (Gauld & Bolton 1988; Roubik 1995; Kevan & Imperatriz-Fonseca 2006), o mais diversificado e importante grupo de insetos polinizadores, principalmente nas regiões tropicais (p.ex. Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1988; Bawa 1990; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006a,b). O uso sustentável de polinizadores nos sistemas agrícolas requer um entendimento detalhado de sua biologia, principalmente exigências quanto à reprodução e suas relações com parasitas, o que torna fundamental a condução de estudos básicos de espécies com maior potencial de uso (p. ex. Freitas & Pereira 2004; Melo et al. 2005; Rocha-Filho et al. 2009).

As formas mais complexas de organizações sociais conhecidas entre os insetos estão presentes em Hymenoptera (p.ex. Wilson 1971). Estas sociedades são compostas por um grande número de fêmeas completa ou parcialmente estéreis (operárias), especializadas no cuidado da prole e manutenção do ninho, e uma única ou poucas fêmeas férteis (rainhas), especializadas na produção de ovos. Além do interesse em tentar-se compreender a evolução destas sociedades tão complexas, há também grande interesse nos Hymenoptera sociais por seu impacto ecológico em muitos ecossistemas, seja como predadores (formigas e marimbondos), polinizadores (abelhas sociais) ou mesmo como pragas (p.ex. formigas saúva).

Os Hymenoptera apresentam uma grande diversidade morfológica e incluem os menores insetos conhecidos, como *Dicopomorpha echmepterygis* (Mymaridae) cujos diminutos machos são ápteros e medem apenas 139 μm (Mockford 1997). A grande maioria das formas adultas em Hymenoptera apresenta uma acentuada esclerotização do integumento, com os escleritos fortemente justapostos ou mesmo fundidos. Apenas em grupos basais, como os Tenthredinoidea, os imagos possuem o integumento relativamente fino e com amplas regiões membranosas entre os escleritos. Entre os insetos, apenas Coleoptera apresenta uma predominância de formas com um rígido exoesqueleto. Em termos de relações filogenéticas, os Hymenoptera têm uma posição relativamente isolada dentro de Holometabola. O grupo é claramente monofilético, sendo que um total de 18 sinapomorfias foi listado por Vilhelmsen (1997) e Sharkey (2007). Biologicamente, os

Hymenoptera destacam-se pelo sistema haplo-diplóide de determinação do sexo, com fêmeas diplóides e machos haplóides produzidos por partenogênese arrenótoca.

Uma revisão sobre o estado atual do conhecimento dos Hymenoptera na região Neotropical foi apresentada por Fernández & Sharkey (2006) e Hanson & Gauld (2006) e para o Brasil, por Melo et al. (2012). Tratamento geral para os grupos maiores (famílias e subfamílias) da fauna mundial, incluindo chaves de identificação e informações gerais, pode ser encontrado em Goulet & Huber (1993). As compilações apresentadas por Fernández (2006a) revelam 23.324 espécies de himenópteros descritas para a região Neotropical. O Brasil contém aproximadamente a metade dessa diversidade, com cerca de 10 mil descritas (Melo et al. 2012).

O presente projeto tem como objetivo principal avançar o conhecimento da sistemática, diversidade e biologia dos Hymenoptera, em particular da superfamília Apoidea (Melo 1999; Melo & Gonçalves 2005; Moure et al. 2007), que possui mais de 5000 espécies descritas na região Neotropical (Melo 2007). Sistemática é aqui entendida no seu sentido mais amplo, incluindo revisões taxonômicas, bem como abordagens da biologia comparada, como reconstrução da filogenia e da história evolutiva por meio de métodos cladísticos.

OBJETIVOS

1. Fazer levantamentos faunísticos de grupos de interesse por meio de coletas sistematizadas, tanto por métodos diretos (p.ex. coletas em flores) quanto com uso de armadilhas (p.ex. Malaise, iscas de fragrâncias), de modo a investigar a diversidade de Hymenoptera nas principais formações vegetais do Paraná.
2. Utilizar grupos de Hymenoptera como indicadores ambientais de modo a documentar alterações na composição de faunas locais e para o desenvolvimento de estratégias de conservação.
3. Estudar aspectos biológicos e ecológicos, como associações com outras espécies, fenologia, comportamento, para os grupos de interesse, principalmente aqueles com carência de informações sobre sua história natural e grupos de importância econômica, como vespas parasitóides e abelhas.
4. Investigar as relações filogenéticas dentro de grupos de interesse por meio de análises cladísticas, empregando caracteres morfológicos, comportamentais e moleculares.

5. Propor reconstruções da história evolutiva de aspectos específicos da biologia e morfologia dos grupos de interesse, bem como de sua biogeografia histórica e evolução.
6. Produzir revisões taxonômicas, incluindo descrições de novos táxons, chaves de identificação e catálogos, bem como proposição de novas classificações com base em hipóteses filogenéticas.
7. Fazer estudos morfológicos detalhados, comparados ou não, de estruturas e órgãos de interesse, tanto para organismos adultos quanto formas imaturas.

METODOLOGIA

Para atender aos objetivos principais do presente projeto, serão feitas coletas sistematizadas de abelhas e vespas em unidades de conservação do Estado do Paraná, com ênfase no Parque Estadual de Vila Velha, Parque Estadual do Guartelá, Parque Estadual da Graciosa, Parque Estadual Pico do Marumbi (Mananciais da Serra) e Parque Estadual das Lauráceas. As coletas serão feitas com rede entomológica e armadilhas de interceptação de vôo. Os insetos coletados serão preparados e depositados na coleção entomológica "Pe. Jesus Santiago Moure" (DZUP), do Departamento de Zoologia, da Universidade Federal do Paraná. A identificação do material será feita por comparação com material depositado no DZUP e consulta à literatura especializada.

Os estudos da biologia e ecologia serão feitos por meio de observações diretas ou experimentos em condições de campo ou quando for o caso, utilizando-se populações estabelecidas em criações em laboratório.

O levantamento e seleção de caracteres morfológicos a serem utilizados nas análises filogenéticas serão feitos a partir de exame minucioso, sob microscópio estereoscópico, de formas adultas e imaturas conservadas a seco e/ou em líquidos fixadores. Caracteres comportamentais serão selecionados a partir de observações diretas ou indiretamente pelo exame de objetos construídos pelos organismos de interesse, como casulos, galhas e ninhos. Serão incluídos também caracteres retirados de estudos prévios mediante consulta à literatura primária.

Para obtenção de caracteres moleculares, serão empregados tanto genes mitocondriais quanto nucleares. As extrações de DNA e amplificações das regiões de interesse serão conduzidas no Laboratório de Biologia Molecular "Danúncia Urban" do Departamento de Zoologia da UFPR e os sequenciamentos por meio de serviços terceirizados.

Estudos morfológicos visando descrever e caracterizar estruturas ou órgãos específicos serão feitos seguindo metodologia convencional para microscopia ótica. Será feito uso também da microscopia eletrônica de varredura, principalmente para ilustrar os caracteres sendo usados nas descrições de novos táxons ou daqueles sendo usados pela primeira vez nos estudos filogenéticos. Fotografias coloridas de alta resolução serão obtidas com câmera Leica DFC 500 acoplada a estereomicroscópio MZ 16 e processadas pelo software Zerene Stacker.

Nas análises filogenéticas, serão empregados métodos que incorporam o princípio da parcimônia, tanto para obtenção das hipóteses filogenéticas quanto para a reconstrução dos caracteres ancestrais. Estes métodos serão implementados com auxílio de programas de computador que fazem análises numéricas dos dados.

O formato das revisões taxonômicas seguirá modelos usuais para o grupo de estudo, incluindo diagnoses, descrições, ilustrações, listagens de material examinado, chaves de identificação e comentários específicos relevantes aos táxons sendo tratados.

A divulgação dos resultados obtidos será feita na forma de publicações científicas, como artigos em revistas especializadas, capítulos de livros, revistas de divulgação, sítios eletrônicos, etc. Quando se fizer necessário, serão utilizadas ilustrações obtidas por métodos convencionais, como fotografia (tanto em microscópio estereoscópico, quanto em microscópio eletrônico de varredura), desenhos a tinta ou a lápis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.J.C. & Melo, G.A.R. 2011. Revision and phylogeny of the bee genus *Paratetrapedia* Moure, with description of a new genus from the Andean Cordillera (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). **Zoological Journal of Linnean Society** 162: 351–442.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics** 21: 399–422.
- DalMolin, A., Melo, G.A.R. & Perioto, N.W. 2004. Novas espécies de *Prodecatoma* (Hymenoptera, Eurytomidae) associadas a galhas em frutos de duas espécies de *Psidium* L. (Myrtaceae), com comentários sobre *Prodecatoma spermophaga* Costa-Lima. **Revista Brasileira de Entomologia** 48: 519–528.
- Fernández, F. 2002. Filogenia y sistemática de los himenópteros con aguijón en la región Neotropical (Hymenoptera: Vespomorpha), p. 101-138. In: **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y**

- Entomología Sistemática PRIBES 2002**, Monografías Tercer Milenio, vol. 2. Zaragoza, Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática, Sociedad Entomológica Aragonesa & CYTED.
- Fernández, F. 2006. Sistemática de los himenópteros de la Región Neotropical: estado del conocimiento y perspectivas, p. 7-35. In: F. Fernández & M.J. Sharkey (eds.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, xxx+894 p.
- Fernández, F. & Sharkey, M.J. (eds.). 2006. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá, Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia, xxx+894 p.
- Freitas, B. M. & Pereira, J.O.P. (eds.). 2004. **Solitary Bees: Conservation, Rearing and Management for Pollination**. Fortaleza, Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará.
- Gaston, K.J. 1993. Spatial patterns in the description and richness of the Hymenoptera, p. 277-293. In: J. LaSalle & I.D. Gauld (eds.). **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, CAB International, 348 p.
- Gaston, K.J., I.D. Gauld & P. Hanson 1996. The size and composition of the hymenopteran fauna of Costa Rica. **Journal of Biogeography** 23: 105-113.
- Gauld, I. D. & B. Bolton. 1988. **The Hymenoptera**. Oxford, Oxford University Press.
- Gauld, I. D. & P. E. Hanson. 1995. The order Hymenoptera, pp. 4–6. In: I.D. Gauld & P.E. Hanson (eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford, Oxford University Press.
- Gonçalves, R.B. & Melo, G. A. R. 2012. Phylogeny and revision of the bee genus *Rhinocorynura* Schrottky (Hymenoptera, Apidae, Augochlorini), with comments on its female cephalic polymorphism. **Revista Brasileira de Entomologia** 56: 29–46.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006a. **Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. 1. Origin, structure, dynamics and plant use**. Ulm, Reta Verlag, 277 p.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006b. **Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. 2. Pollination and seed dispersion**. Ulm, Reta Verlag, 383 p.
- Goulet, H. & J.T. Huber (eds.) 1993. **Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families**. Ottawa, Agriculture Canada Publications, vii+668 p.

- Hanson, P.E. & I.D. Gauld (eds.). 2006. **Hymenoptera de la Región Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute** 77: x + 1–994.
- Hermes, M.G. & Melo, G.A.R. 2008. Revision and cladistic analysis of the eumenine wasp genus *Pseudodynerus* de Saussure (Hymenoptera, Vespidae, Eumeninae). **Systematic Entomology** 33: 361–394.
- Kevan, P.G. & Imperatriz-Fonseca, V.L. (eds.). 2006. **Pollinating Bees: The conservation Link between Agricultura and Nature**, 2nd Edition. Brasília, Ministry of Environment.
- Kukalová-Peck, J. 1991. Fossil history and the evolution of hexapod structures, p. 141–179. In: **Insects of Australia**, 2nd. ed. Melbourne, Melbourne University Press..
- La Salle, J. 1993. Parasitic Hymenoptera, biological control and biodiversity, p. 197–215. In: **Hymenoptera and Biodiversity**. Wallingford, C.A.B. International,...
- Melo, G.A.R. 1999. Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on the crabronid wasps. **Scientific Papers University of Kansas Natural History Museum** 14:1–55.
- Melo, G.A.R. 2007. Introductory remarks, p. v–xi. In: J.S. Moure, D. Urban & G.A.R. Melo (orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, xiv+1058 p.
- Melo, G.A.R., Aguiar, A.P. & Garcete-Barrett, B.R. 2012. Hymenoptera, p. 553–612. In: Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S. & Constantino, R. (Eds.). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto, Holos, 810 p.
- Melo, G.A.R. & Gonçalves, R.B. 2005. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). **Revista Brasileira de Zoologia** 22: 153–159.
- Melo, G. A. R., I. G. Varassin, A. O. S. Vieira, A. O. Menezes Jr., P. Löwenberg-Neto, D. F. Bressan, P. M. Elbl, P. A. Moreira, P. C. Oliveira, M. M. F. Zanon, H. G. Androcioli, B. M. S. Ximenes, D. S. M. Alves, N. S. Cervigne, J. Prado, & A. K. Ide. 2005. **Polinizadores de maracujás no Paraná**. Subprojeto 02.02.89. Relatório Técnico. PROBIO Edital 02/2003 – Uso sustentável e restauração da diversidade de polinizadores autóctones na agricultura e nos ecossistemas associados. MMA/CNPq/GEF/BIRD. Curitiba, PR. 123 p.
- Mockford, E.L. 1997. A new species of *Dicopomorpha* (Hymenoptera: Mymaridae) with diminutive, apterous males. **Annals of the Entomological Society of America** 90: 115–120.

- Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (orgs.). 2007. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Entomologia, xiv+1058 p.
- Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Corrêa-Ferreira, B. S. & Bento J. M. S. (eds.). 2002. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo, Manole.
- Quicke, D.L.J. 1997. **Parasitic Wasps**. Londres, Chapman & Hall.
- Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S. & Constantino, R. (Eds.). 2012. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto, Holos, 810 p.
- Ramos, K.S. & Melo, G.A.R. 2010. Taxonomic revision and phylogenetic relationships of the bee genus *Parapsaenythia* Friese (Hymenoptera, Apidae, Protandrenini), with biogeographic inferences for the South American Chacoan Subregion. **Systematic Entomology** 35: 449–474.
- Rasnitsyn, A.P. 2002. 2.2.1.3.5. Superorder Vespidea Laicharting, 1781. Order Hymenoptera Linné, 1758 (=Vespida Laicharting, 1781), p. 242–254. In: A. P. Rasnitsyn, & D L.J. Quicke (eds.). **History of Insects**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, xii+517 p.
- Rocha-Filho, L.C., Morato, E.F. & Melo, G.A.R. 2009. New host records of *Aglaomelissa duckei* and a compilation of host associations of Ericrocidini bees (Hymenoptera: Apidae). **Zoologia** 26: 299–304.
- Roubik, D.W. (ed.). 1995. **Pollination of Cultivated Plants in the Tropics**. Roma, FAO Agricultural Services Bulletin 118.
- Sharkey, M.J. 2007. Phylogeny and classification of Hymenoptera. **Zootaxa** 1668: 521–548.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & G. Gottsberger. 1988. A polinização de plantas do cerrado. **Revista Brasileira de Biologia** 48: 651–663.
- Vilhelmsen, L. 1997. The phylogeny of lower Hymenoptera (Insecta), with a summary of the early evolutionary history of the order. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research** 35: 49–70.
- Wilson, E.O. 1971. **The Insect Societies**. Cambridge, Belknap Press.