

ENTOMOLOGIA Disputas por acasalamento entre vespas podem ser violentas

Lutas fatais dentro do figo

Quem observa uma frondosa figueira, não imagina que, na copa da árvore, milhares de insetos machos de pequenas vespas morrem vítimas de lutas fatais em disputas agressivas por acasalamento. Essas vespas desenvolvem-se e reproduzem-se exclusivamente no interior dos figos. Nesse microambiente fechado, os machos competem violentamente por acasalamentos. Essa forma exagerada de competição é responsável por diferentes adaptações morfológicas e comportamentais, como as mandíbulas bem desenvolvidas usadas como armas para matar os adversários. Por **Rodrigo A. Santinelo Pereira**, do Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto.

A associação entre várias espécies de diminutas vespas, em geral menores que 2 mm, denominadas vespas de figo, e as figueiras, representa um dos casos mais especializados de interação de planta e inseto conhecidos na natureza. Os ovos dessas vespas desenvolvem-se apenas dentro dos figos, e a polinização dessas plantas é feita apenas por esses insetos, em uma relação de mútua dependência.

As cerca de 750 espécies de figueiras (gênero *Ficus*) (figura 1) conhecidas no mundo apresentam

inflorescências únicas entre as plantas, por sua forma particular. O figo ou 'sicônio', considerado popularmente um fruto, é na verdade uma inflorescência globosa. Em seu interior encontram-se as flores masculinas e femininas, dispostas em uma cavidade fechada por escamas. Na extremidade do figo forma-se o ostíolo, estrutura que lembra um umbigo (figura 2) e contém uma passagem minúscula, único meio de comunicação entre as flores e o ambiente externo.

Embora existam flores dos dois sexos no mesmo figo, a polinização entre elas não ocorre, pois as masculinas ainda estão em fase de botão quando as femininas já estão prontas para serem polinizadas. As masculinas só produzem pólen cerca de quatro semanas depois, quando as femininas já se tornaram frutos. Esse desencontro nas fases de desenvolvimento das flores do mesmo figo faz com que a reprodução dependa exclusivamente do pólen trazido das flores masculinas de outra figueira. Essa tarefa é exercida pelas fêmeas de pequenas vespas polinizadoras, que carregam o pólen em seus corpos e são adaptadas para entrar no figo através do ostíolo.

Apenas uma ou poucas vespas, normalmente, conseguem entrar em cada figo. Ao se movimentarem ali dentro, elas depositam o pólen nas flores femininas, fecundando-as. As vespas, por sua vez, precisam de algumas dessas flores para depositar seus ovos, pois é neles que a prole se desenvolve. As larvas crescem dentro de uma flor feminina, transformada em 'galha', estrutura resultante de alterações provocadas no ovário da flor pela presença do ovo do inseto (ver 'Os tumores vegetais e seu impacto nas plantas', em CH

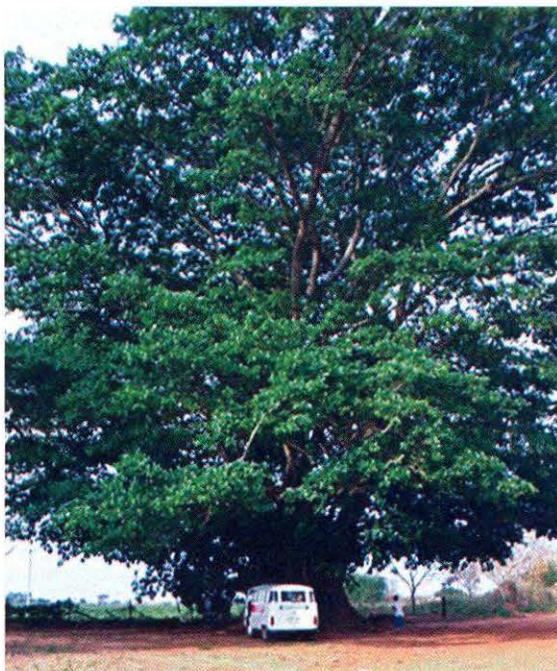


Figura 1. Figueira-brava (*F. glabra*), espécie de figueira silvestre nativa da América do Sul

FOTO DE ANGÉLIA M. DOS SANTOS

nº 108). As vespas da prole acasalam entre si ao completar seu desenvolvimento, o que coincide com a produção de pólen pelas flores masculinas – assim, esse pólen é coletado pelas fêmeas, que o guardam em um tipo de ‘bolso’ que têm em seus corpos antes de sair pelo ostíolo e o levam a outro figo.

Como no máximo poucas vespas entram no figo, grande parte dos acasalamentos ocorre entre irmãos, fato que os biólogos chamam de ‘endogamia’. Na seqüência, as vespas fêmeas abandonam o figo, recomençando o ciclo em figos jovens de outra árvore. A associação entre figueiras e vespas é, talvez, o exemplo mais extremo de interdependência de planta e inseto, em que ambos saem ganhando. Associações desse tipo são chamadas, na biologia, de ‘mutualismo’ (ver ‘Figos e vespas sobrevivem juntos’, em CH nº 116).

Uma prova dessa interdependência está nas espécies de figueiras trazidas de outros países como, por exemplo, o figo comestível (*F. carica*) e a hera (*F. pumila*), trepadeira usada em geral para recobrir muros. Ambas as espécies não são capazes de se reproduzir por meio de sementes, no Brasil, por não existirem aqui suas vespas polinizadoras. A figueira asiática, usada na arborização de praças, só era propagada no país, por muito tempo, pelos ramos, mas passou a se reproduzir espontaneamente por sementes nos anos 80, quando sua vespa polinizadora foi introduzida no Brasil (ver ‘Figueira asiática, a invasora de cidades’, em CH nº 128).

Vespas polinizadoras e não-polinizadoras

Cada espécie de figueira está associada não apenas a uma vespa polinizadora, mas também a várias outras espécies desses insetos que não atuam na polinização. Essas outras vespas desenvolvem suas proles usando algumas das flores femininas do figo ou parasitando larvas das polinizadoras. As não-polinizadoras depositam seus ovos pelo lado externo do figo, inserindo longos ovipositores através da



Figura 3. Vespa não-polinizadora (*Idarnes* sp.) ovipondo em um figo: a vespa perfura a parede do figo com seu ovipositor, mais fino que um fio de cabelo, e o introduz em uma flor (seta) para depositar um ovo

parede deste (figura 3). Isso impede qualquer papel como polinizadora, já que tais vespas não entram em contato com as flores femininas.

O interior do figo, onde a prole das diferentes espécies de vespas se desenvolve, forma um microambiente fechado, com características peculiares, que levou a várias adaptações morfológicas e comportamentais desses insetos. Algumas espécies de vespas de figo não-polinizadoras apresentam fêmeas e machos com asas que, assim que completam seu desenvolvimento, saem do figo e acasalam fora dele, em geral sobre as folhas da própria figueira. Em outras espécies, como as polinizadoras e outras não-polinizadoras, apenas as fêmeas têm asas e acasalam antes de abandonar os figos. Nessas espécies, os machos são ápteros (não têm asas) e a forma geral do corpo é muito diferente da exibida pelas fêmeas.

Tais machos, muitas vezes, assemelham-se a uma formiga, não se parecendo com as vespas que costumamos ver. Além da ausência de asas, apresentam outras adaptações para se movimentar e acasalar de forma mais eficiente no interior do figo, como olhos reduzidos, mandíbulas bem desenvolvidas e fortes espinhos nas pernas (figura 4). Os machos que não têm asas restringem suas atividades ao interior do figo e, nessas condições, competem localmente por acasalamentos.

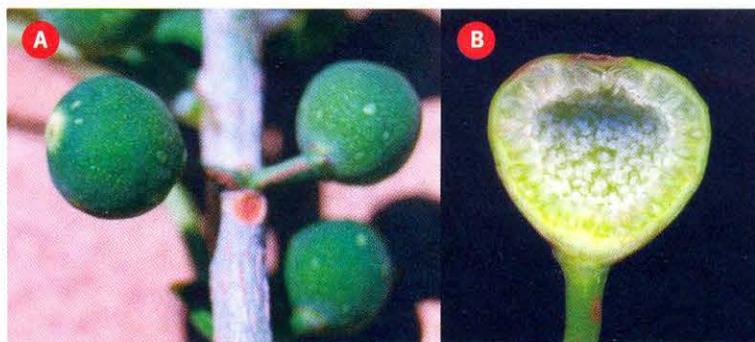


Figura 2. Inflorescências (figos) de uma figueira silvestre (*F. citrifolia*), mostrando o ostíolo em forma de umbigo (A), por onde a pequena vespa entra para polinizar e depositar seus ovos, e as flores femininas voltadas para o seu interior (B)

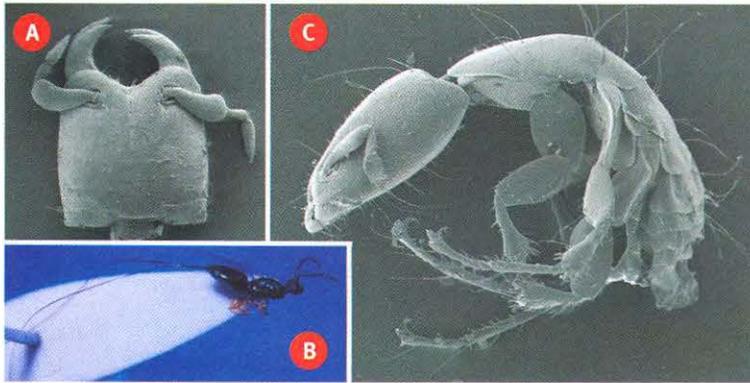


Figura 4. O macho da vespa de figo *Idarnes* sp. (imagem em microscópio eletrônico de varredura do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada à Agricultura, Universidade de São Paulo em Piracicaba) assemelha-se a uma formiga, tendo a cabeça bem robusta e mandíbulas grandes, usadas como armas contra outros machos (A e C). A fêmea (B) tem asas e um longo ovipositor, maior que seu corpo, que permite depositar seus ovos pelo lado externo do figo

FOTOS DE RODRIGO A. S. PEREIRA

A determinação do sexo nas vespas é haplo-diplóide, ou seja, as fêmeas são diplóides (têm nas células duas cópias dos cromossomos, os ‘pacotes’ que contêm o material genético) e os machos são haplóides (têm apenas uma cópia). Tal fato, aliado à endogamia comum nas vespas de figo, faz com que a vespa mãe seja mais parecida geneticamente com as fêmeas do que com os machos da prole. A endogamia e a ocorrência dos acasalamentos em um local fechado favorecem a seleção de adaptações que reduzem a competição dentro da prole. Um exemplo é a maior proporção de fêmeas na prole: é uma maneira mais eficiente de as mães perpetuarem seus genes (pois é maior a semelhança genética entre mães e filhas). Já o menor número de machos na prole favorece a redução da competição entre irmãos porque, graças à alta endogamia, tais machos também são cópias quase idênticas do mesmo conjunto de genes. Assim, os genes de um macho também são perpetuados por seus irmãos. Nessa situação, as vespas mães evitam gastos desnecessários de energia produzindo um número de filhos machos mínimo – apenas o suficiente para acasalar com todas as fêmeas no interior do figo.

A disputa por acasalamento entre irmãos, portanto, não faz muito sentido nas vespas de figo. Apesar disso, os poucos machos nascidos, em algumas espécies de vespas de figo, competem por acasalamentos, às vezes com disputas bem agressivas. Essa

agressividade é relatada em machos de vespas não-polinizadoras do gênero *Idarnes*, que ocorrem no Brasil e demais regiões das Américas, e em outras espécies de vespas de figo da Austrália e do Velho Mundo.

O britânico William D. Hamilton (1936-2000), um dos maiores biólogos evolutivos da história, estudou, em 1975, várias espécies de vespas de figo em figueiras do *campus* da Universidade de São Paulo (USP) em Ribeirão Preto (SP). Ele comparou as lutas ocorridas no interior dos figos às de “uma dúzia de maníacos homicidas armados com facas e aglomerados no interior de uma sala totalmente escura”. Essa comparação pode parecer um pouco exagerada, mas é adequada para descrever o comportamento agressivo de algumas espécies de vespas de figo. Com suas mandíbulas fortes e bem desenvolvidas, os machos de *Idarnes* são capazes de ferir fatalmente os adversários durante uma luta, dilacerando seu abdômen, arrancando partes de suas pernas ou antenas e até decepando-os ou cortando seu corpo ao meio (figura 5).

Estratégias para evitar confrontos

As espécies antes estudadas por Hamilton foram observadas de maneira mais detalhada pelo autor, em tese de doutorado (98/05067-4) financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e orientada pelo entomólogo Angelo Pires do Prado, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Durante a pesquisa, verificou-se que os machos de *Idarnes* conseguem, às vezes, escapar de confrontos fatais adotando estratégias de avaliação de sua capacidade de luta em relação ao adversário e desistindo do confronto quando se julga mais fraco. Esse comportamento pode ser comparado ao de duas crianças resolvendo uma questão por uma disputa de ‘braço-de-ferro’, na qual elas medem suas forças e definem quem é o vencedor sem necessitar de atitudes mais violentas.

Quando dois machos rivais de *Idarnes* se encontram no interior do figo, ficam de início parados frente a frente, com as mandíbulas bem abertas, em uma atitude de ameaça, e em geral o de menor tamanho desiste da luta e se afasta. Como o interior do figo é totalmente escuro, os machos usam suas an-

Figura 5. Dois machos de vespas de figo (*Idarnes* sp.) lutando. O indivíduo da direita está recebendo uma mordida, possivelmente fatal, de seu adversário (seta)



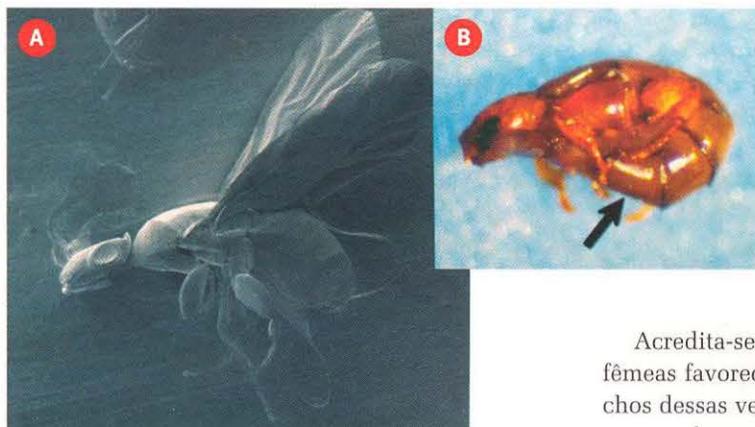


Figura 6. As fêmeas (A) de vespas polinizadoras de figueiras (*Pegoscapus* sp.) têm asas e são adaptadas para transportar pólen e polinizar as flores de figo, e os machos (B) são ápteros e têm um abdômen 'telescópico' (seta), que facilita o acasalamento

tenas para avaliar o tamanho do adversário – as antenas desses insetos têm receptores que permitem perceber o tamanho da mandíbula do adversário sem a necessidade de tocá-lo ou enxergá-lo.

Outra estratégia usada pelos machos de *Idarnes* para se esquivar de ataques letais é acasalar com a fêmea antes que esta deixe sua galha. Tais machos abrem um pequeno orifício na galha da fêmea e entram para acasalar, permanecendo com as mandíbulas posicionadas para fora. Nesse momento, qualquer aproximação de um macho rival é recebida com mordidas. Em um comportamento semelhante, os machos se escondem em uma galha vazia (na qual ele ou outro macho se desenvolveu) dentro do figo para se defender, permanecendo com as mandíbulas voltadas para a abertura, em posição de ataque.

Curiosamente, nem todas as espécies de vespas de figo com machos ápteros exibem comportamento agressivo. Em espécies polinizadoras que ocorrem no Brasil (gênero *Pegoscapus*), e em várias outras polinizadoras de diferentes regiões do mundo, a competição por acasalamentos entre os machos ápteros ocorre de maneira menos agressiva. Nessas espécies, os machos não apresentam mandíbulas grandes ou outras alterações relacionadas à agressividade. O número de fêmeas na prole é abundante (podem nascer centenas de vespas em apenas um figo) e muito maior que o de machos (estes representam entre 5% e 10% da prole).

Acredita-se que essa grande disponibilidade de fêmeas favoreceu a seleção de adaptações, nos machos dessas vespas, relacionadas à maior eficiência no acasalamento. São exemplos o abdômen telescópico (que facilita o acesso à fêmea) (figura 6), a grande produção de espermatozoides e a capacidade de acasalar com várias fêmeas, características incompatíveis com o comportamento agressivo e com a morfologia adaptada para a luta.

Como relatado acima, as características intrínsecas das espécies de vespas e as condições internas do figo podem favorecer adaptações morfológicas e estratégias comportamentais bem distintas. Algo mais espantoso, porém, é a existência de espécies de vespas de figo em que os machos têm várias formas (figura 7). Nessas espécies, ocorrem machos alados semelhantes às fêmeas, que acasalam fora do figo, e machos ápteros, totalmente diferentes das fêmeas, muitas vezes adaptados à luta e ao acasalamento dentro do figo. Tais diferenças levaram alguns pesquisadores, no século 19, a descrever os machos ápteros como pertencentes a outra espécie, engano só resolvido muito mais tarde, através de estudos mais detalhados.

Essa diversidade de comportamentos revela que em apenas uma figueira ocorre uma fauna de vespas diversificada e complexa, exibindo uma série de interações ecológicas. Ao mesmo tempo, permite a comparação dessas interações nas quase 750 espécies de figueiras conhecidas, constituindo assim um dos maiores laboratórios naturais para estudos sobre várias questões ecológicas. Portanto, a conservação das espécies de figueiras em seus ambientes naturais é muito importante para o futuro da natureza e da ciência. ■

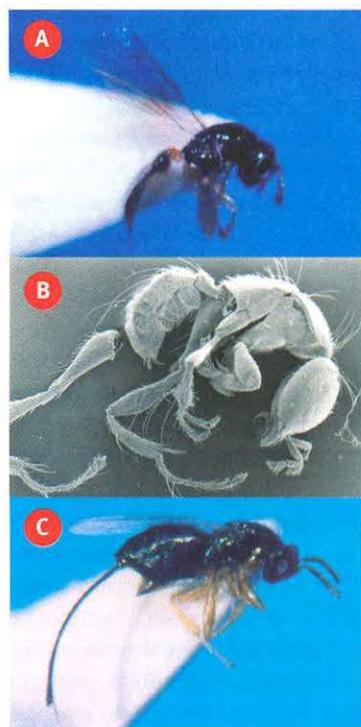


Figura 7. Espécie de vespa de figo (*Heterandrium* sp.) com dois tipos de machos, um com asas (A) e outro sem asas (B). As fêmeas (C) e os machos com asas deixam o figo para acasalar, enquanto os machos sem asas acasalam dentro do figo e mostram adaptações para luta