

Cada tarefa, um cérebro

Cérebros diferentes estão associados a funções distintas que cupins machos e fêmeas desempenham na colônia

GUILHERME COSTA

Durante semanas, o biólogo Iago Bueno da Silva frequentou áreas de mata no *campus* da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto, com um caderno na mão e uma lanterna na cabeça. Sua busca era por cupins da espécie *Syntermes dirus*, insetos que só ocorrem na região neotropical e são considerados engenheiros do ecossistema por seu papel na reciclagem de matéria orgânica e na modificação do solo, embora ainda pouco compreendidos pela ciência. No Brasil, eles são encontrados em regiões de Cerrado e Mata Atlântica.

Acompanhado de um sapo que aparecia quase toda noite, a cada 15 minutos da Silva, então pesquisador em estágio de pós-doutorado da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) da USP, monitorava

27 entradas de três colônias diferentes, querendo entender se machos e fêmeas de cupins operários tinham atividades distintas. “Quando o inseto faz tarefas fora da colônia, lidando com uma diversidade de estímulos, isso pode refletir em um cérebro mais desenvolvido”, explica. Essa relação entre comportamento e estrutura cerebral já havia sido identificada em abelhas, formigas e vespas, mas os cupins seguiam à margem dessas investigações. A tarefa é mais difícil por existirem representantes dos dois sexos em cada casta, o que não acontece nos outros insetos sociais.

Os resultados das noites de campo, publicados em abril na revista científica *iScience*, mostram que a região do cérebro chamada complexo central, associada ao processamento de informações espaciais e que auxilia na orientação e navegação no ambiente externo, é proporcionalmente maior nos machos. A diferença acompa-

nha a função: são eles que deixam o ninho à noite para forragear (buscar fragmentos de folhas para a colônia), enfrentando predadores, variações de temperatura e um terreno desconhecido. Como são cegos, os cupins se orientam por vibrações e pelo olfato, detectando sinais químicos do ambiente com as antenas.

As fêmeas, por sua vez, apresentam esse centro neural menos desenvolvido e permanecem próximo à entrada, trabalhando na construção do ninho. “O cérebro é um órgão extremamente plástico, sujeito a variações que refletem o que o bicho está fazendo”, explica o biólogo Fábio Nascimento, da FFCLRP-USP e um dos autores do estudo. “Quando o inseto começa uma atividade, vários sub-compartimentos do cérebro ainda não estão desenvolvidos e são os estímulos que aumentam as conexões, resultando em um volume ampliado de determinada região cerebral.”



Para compreender a plasticidade cerebral dos cupins, os pesquisadores combinaram observações nas entradas do ninho, análise genética e, no cérebro, dissecaram e marcaram com anticorpos que se ligam às proteínas envolvidas nas sinapses (as conexões entre neurônios), tornando visíveis as regiões ativas. Em seguida, a equipe escaneou os órgãos por microscopia confocal, técnica que gera fatias sequenciais do tecido e permite reconstruir o órgão em três dimensões. Com isso, os pesquisadores conseguiram calcular o volume de regiões específicas, como os lobos antenais, associados à percepção olfativa, os corpos pedunculados, ligados à memória e ao aprendizado, e o complexo central, relacionado à navegação e à orientação – justamente a região que se mostrou mais desenvolvida nos machos.

Já na análise genética, era preciso capturar os insetos no exato momento em que estavam em atividade – machos cortando folhas, fêmeas construindo o ninho – e congelá-los imediatamente em nitrogênio líquido, preservando o estado do cérebro naquele instante. Cada indivíduo coletado no campo era colocado em um tubo e mergulhado no nitrogênio ali mesmo, na entrada do ninho, antes de ser armazenado em freezer a -80 graus Celsius (°C) até a dissecação. Só

então os cérebros eram retirados e submetidos à extração de RNA. “Se a gente leva o inseto para o laboratório e no outro dia começa a análise, a dinâmica cerebral já mudou, porque ele não está mais tendo aquele comportamento que nos interessa”, explica da Silva, primeiro autor da publicação, atualmente em estágio pós-doutoral na Universidade Paris-Saclay, na França.

Os pesquisadores mediram a expressão do gene *foraging*, presente em vários insetos e associado ao comportamento de busca por alimento. Contudo, encontraram um obstáculo: a espécie *Syntermes dirus* não tinha genoma sequenciado.

A equipe buscou referências de outros cupins em bancos de dados, alinhou essas sequências e usou as regiões conservadas para desenhar *primers*, que são fragmentos de DNA que funcionam como ponto de partida para a amplificação conforme onde se acoplam.

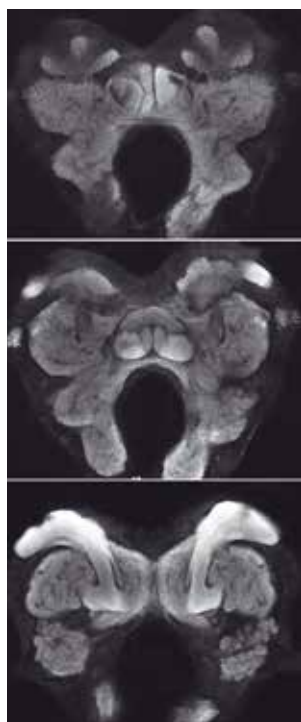
Para garantir que a estratégia funcionaria, os pesquisadores fizeram a clonagem e o sequenciamento do fragmento do gene em questão para confirmar se a região correta havia sido amplificada. Funcionou e permitiu quantificar, pela

primeira vez, a expressão desse gene em cupins sob condições naturais. O resultado mostrou que o gene tem expressão maior no cérebro dos machos do que no das fêmeas e dos soldados, a casta responsável exclusivamente pela defesa da colônia.

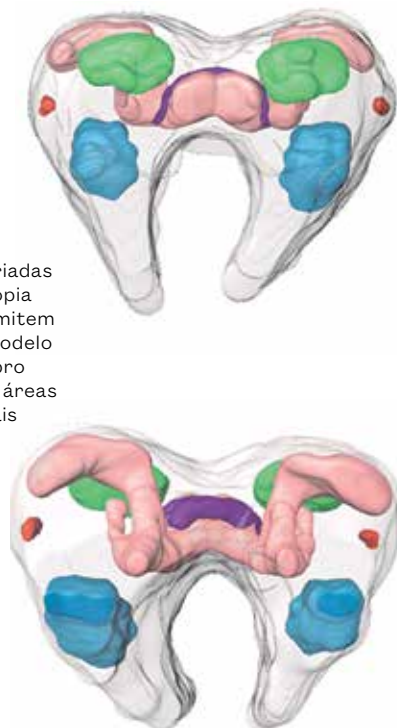
“A gente sabe muito mais sobre plasticidade cerebral em abelhas, formigas e vespas do que em cupins e não é à toa. A importância da abelha todo mundo conhece, mas não a dos cupins”, destaca a bióloga sistemata Eliana Cancellato, do Museu de Zoologia da USP. “A divisão de trabalho dentro das castas de cupins ainda é pouco compreendida. O operário faz tudo, mas por que existem diferentes tipos de operário? Esse trabalho responde a isso ligando comportamento, genética e arquitetura cerebral.” Em uma colônia de cupins, operários se ocupam do forrageio, da construção, da limpeza e da alimentação da prole, enquanto soldados são especializados exclusivamente na defesa.

Cancellato não participou do estudo, mas vê nos resultados um avanço para a compreensão desses insetos que considera centrais nos ecossistemas tropicais. Diferente dos cupins que aparecem em casa e são tratados como pragas, a espécie estudada constrói ninhos com uma grande parte subterrânea, abre galerias e estoca folhas secas de gramíneas em câmaras internas, processo que modifica a composição física e química do solo, aumenta a infiltração de água e contribui para o ciclo de nutrientes.

Essa atividade, porém, é sensível ao calor. Durante o trabalho de campo, houve noites em que os insetos não saíram, coincidindo com as temperaturas mais altas. Em um cenário de extremos climáticos, esse comportamento levanta questões ainda sem resposta: como esses insetos respondem a variações térmicas persistentes e quais seriam as consequências para os ecossistemas beneficiados com sua atividade? Para Cancellato, os cupins estão entre os grupos suscetíveis a essas mudanças e a perda de vegetação, combinada com o aumento de temperatura, pode ser suficiente para alterar profundamente as populações dessas espécies. ●



Imagens seriadas de microscopia (à esq.) permitem construir modelo 3D do cérebro e comparar áreas entre animais diferentes



O projeto e o artigo científico consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.