EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO PRODUTO COMERCIAL Curbix® 200 SC (ETIPROLE) E DA SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA EM COLÔNIAS DE *Apis mellifera* (HYMENOPTERA: APIDAE)

Luana da Silva Ferigato (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Andressa Santoro (coorientadora), Larissa Eduarda de Oliveira Garcia, Nathalia Rodrigues da Silva de Carvalho, Adriana Aparecida Sinópolis Gigliolli, Daiani Rodrigues Moreira, Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki (orientadora). E-mail: mccrtakasusuki@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Biotecnologia e Genética Animal. Maringá, PR.
Ciências Biológicas, Zoologia/Morfologia de Grupos Recentes/Toxicologia

Palavras-chave: Ecotoxicologia; Morfologia; Intestino Médio.

RESUMO

Apis mellifera (Hymenoptera: Apidae) desempenha um papel importante na polinização agrícola; porém, durante o forrageamento, pode estar exposta a pesticidas presentes nas culturas, que podem provocar efeitos subletais e comprometer sua fisiologia. A disponibilidade de recursos nutricionais também influencia a saúde das colônias e a resposta das abelhas a estressores ambientais. Diante disso, este estudo avaliou os efeitos do inseticida CURBIX® 200 SC, cujo princípio ativo é o etiprole, no intestino médio de *A. mellifera*, considerando a influência da suplementação proteica. O experimento foi conduzido durante 63 dias, utilizando 20 colônias distribuídas em quatro tratamentos: controle com xarope; controle com xarope e suplementação proteica; exposição ao CURBIX® 200 SC; e exposição ao inseticida associada à suplementação proteica. Operárias forrageiras foram coletadas antes da exposição e após 63 dias, e seus intestinos médios foram avaliados por microscopia óptica e eletrônica de varredura. Os indivíduos controle apresentaram organização normal do epitélio, da musculatura, da membrana peritrófica e das células digestivas. Em contrapartida, as abelhas expostas ao etiprole apresentaram afrouxamento da musculatura, desorganização epitelial, aumento dos espaços intercelulares, condensação nuclear, desprendimento e perda de células digestivas, ausência de ninhos de células regenerativas e desaparecimento da membrana peritrófica. A suplementação proteica esteve associada à maior vacuolização e secreção das células digestivas, porém não atenuou as alterações provocadas pelo inseticida. Os resultados evidenciam que a exposição ao etiprole provoca alterações morfológicas no intestino médio de *A. mellifera*, indicando efeitos subletais sobre a integridade desse tecido.

INTRODUÇÃO

Dentre a diversidade de espécies de abelhas, destaca-se a *A. mellifera*, espécie de grande importância agrícola devido a sua eficiência na polinização. Durante o

forrageamento, essas abelhas podem estar expostas a diferentes tipos de pesticidas presentes nas culturas, podendo contaminar o ninho e seus produtos, como o mel e pólen. Essa exposição pode provocar efeitos letais e subletais, afetando seu desenvolvimento, comportamento e funcionamento fisiológico. A disponibilidade de recursos nutricionais também influencia a saúde das colônias, pois nutrientes, especialmente proteínas, são essenciais para o desenvolvimento e a manutenção das funções fisiológicas das abelhas. Assim, condições nutricionais inadequadas podem aumentar a suscetibilidade das abelhas a diferentes estressores ambientais, enquanto a suplementação proteica pode influenciar sua resposta à exposição a pesticidas. Entre os pesticidas agrícolas, destacam-se os fenilpirazóis, como o CURBIX® 200 SC (Bayer S.A.), cujo princípio ativo é o etiprole, utilizado principalmente no controle de percevejos. Apesar de sua ampla utilização, ainda são limitados os estudos que avaliam seus efeitos em organismos não-alvo, especialmente em abelhas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi investigar as alterações morfológicas no intestino médio de operárias de *A. mellifera* decorrentes da exposição ao Curbix® 200 SC (etiprole), bem como o papel da suplementação proteica na resposta das colônias ao inseticida.

MATERIAIS E MÉTODOS

- ***Delineamento e tratamentos experimentais***

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá (23°25′S 51°57′W, 550 m de altitude), Paraná, Brasil, entre março e junho de 2026, durante 63 dias, utilizadas 20 colônias padronizadas de *A. mellifera*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco colônias por tratamento: (I) Grupo controle com xarope; (II) Grupo controle com xarope e suplementação proteica; (III) Grupo de tratamento exposto à formulação comercial CURBIX® 200 SC; (IV) Grupo de tratamento exposto à formulação comercial CURBIX® 200 SC e suplementação proteica. O inseticida CURBIX® 200 SC (Bayer S.A.) foi diluído em água destilada na concentração correspondente a 41% da dose recomendada para a cultura do milho, com a adição de 10 µL do produto comercial, e foi fornecido em alimentadores Boardman contendo 300 mL de xarope (água e açúcar, 1:1), a cada três dias. A suplementação foi realizada com 30 g de pasta proteica Bee Pollen-Ate™ (Alltech) por colônia, com a mesma frequência. Foram realizadas coletas antes da exposição (tempo zero) e após 63 dias, com operárias forrageiras coletadas na entrada das colmeias durante o retorno do forrageamento.

- ***Microscopia óptica e eletrônica de varredura (MEV)***

Após 63 dias de experimento, abelhas forrageiras (n = 80 por tratamento) foram coletadas, imobilizadas a frio e dissecadas para extração do intestino médio. Para microscopia óptica, os tecidos foram fixados em solução de Bouin, desidratados em uma série crescente de etanol, clarificados com xilol, incluídos em parafina e seccionados a 6 µm. As secções foram coradas com hematoxilina e eosina e analisadas em microscópio óptico acoplado a uma câmera digital. Para microscopia eletrônica de varredura (MEV), as amostras foram desidratadas em uma série crescente de etanol e submetidas à secagem por ponto crítico (BAL-TEC CPD-030). As amostras secas foram montadas em suportes, revestidas com pó de ouro por

pulverização catódica (BAL-TEC SCD-050) e examinadas em um microscópio eletrônico de varredura (FEI Quanta 250).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em *A. mellifera*, o intestino médio apresenta uma cavidade revestida por duas camadas musculares: uma camada circular interna e uma camada longitudinal externa (Fig. 1B; 2C-D). O epitélio é separado do conteúdo luminal pela membrana peritrófica (Figuras 1A, 2A-B) e é constituído por dois tipos celulares principais. As células digestivas são as mais numerosas, apresentam formato cilíndrico, citoplasma acidófilo, núcleo esférico, rico em cromatina descondensada, situado na região mediana, e borda em escova bem desenvolvida na superfície apical (Figuras 1A, 2A-B). A presença de protrusões apicais indica a secreção apócrina (Figuras 1A, 2A-B). Já as células regenerativas caracterizam-se por possuírem um núcleo grande, que ocupa uma parte considerável do citoplasma. Essas células ocorrem agrupadas, formando ninhos de regeneração (Figura 1A). Já o intestino médio das abelhas expostas ao pesticida etiprole apresentou diversas alterações. Foram observados o afrouxamento das camadas musculares longitudinais (Figura 2G-H), desorganização epitelial, aumento de espaços intercelulares, ninho de células regenerativas ausente, núcleo condensado, desaparecimento da membrana peritrófica e desprendimento e perda de células digestivas para o lúmen (Figura 2E-F).

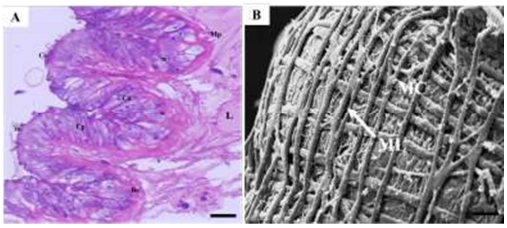


Figura 1 – Microscopia óptica (A) e eletrônica de varredura (B) do intestino médio de *A. mellifera* da primeira coleta. Musculatura (m); epitélio do intestino médio (Ep); células digestivas (Cd); núcleo (n); ninho de células regenerativas (cr); membrana peritrófica (Mp); lúmen do intestino médio (L); borda escova (Be); secreção (*). Escala: A e B (100 µm).

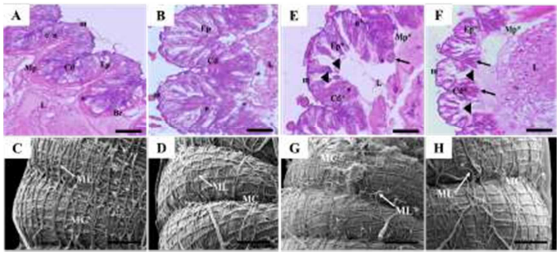


Figura 2 – Microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura do intestino médio de *A. mellifera* retirado de operárias após 63 dias de experimento.(A e C) operária tratada apenas com xarope; (B e D) operária tratada com xarope e suplementação. (E e G) Operária tratada com inseticida. (F e H) Operária tratada com inseticida e suplementação. Musculatura (m); Musculatura longitudinal (ML); musculatura circular (MC); epitélio do intestino médio (Ep); células digestivas (Cd); citoplasma (c); núcleo (n); ninho células regenerativas (cr); membrana peritrófica (Mp); lúmen do intestino médio (L); borda escova (Be); secreção (*); membrana peritrófica ausente (Mp*) epitélio alterado (ep*); aumento de espaços intercelulares (◂); ninho células regenerativas ausentes (ni*);

Desprendimento e perda de células digestivas para o lúmen (←) Escala: A, B, E, F (100 µm); C, D, G, H (150 µm).

Em relação à suplementação, houve intensa vacuolização e aumento da secreção, provavelmente ocasionados pela necessidade de digerir a maior quantidade de nutrientes fornecida pela ração proteica (Fig.2B). Porém, no tratamento com pesticida e suplementação, não foram observadas diferenças quando comparado ao tratamento apenas com pesticida, sugerindo que o pesticida afetou a absorção dos nutrientes. Resultados semelhantes foram observados por Moreira et al. (2025) em *A. mellifera* expostas ao imidacloprido, que apresentaram alterações no epitélio, na musculatura e nas células digestivas do intestino médio, bem como danos na parte externa do intestino, como o afrouxamento da musculatura circular e longitudinal. Da mesma forma, Santoro et al. (2026) observaram, em abelhas nativas expostas à azadiractina, resultados semelhantes. A ocorrência de alterações semelhantes após a exposição a diferentes pesticidas, tanto em abelhas *A. mellifera* quanto em abelhas sem ferrão, demonstra, mais uma vez, a sensibilidade do intestino médio das abelhas a esses compostos.

CONCLUSÕES

A exposição ao inseticida CURBIX® 200 SC (Bayer S.A.) provocou alterações morfológicas no intestino médio de operárias de *A. mellifera*. A suplementação proteica não foi suficiente para atenuar os danos observados, indicando um efeito subletal do inseticida sobre a integridade intestinal das abelhas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa PIBIC-UEM/CNPq pelo incentivo e pela bolsa concedida para a realização da pesquisa. Ao Laboratório de Biotecnologia e Genética Animal (LABGENA), ao NAPI Abelhas, ao Prof. Dr. Vagner de Alencar Arnaut de Toledo, por disponibilizar o uso do apiário da Fazenda Experimental Iguatemi-UEM, à minha orientadora, Dra. Maria Claudia Colla Ruvolo-Takasusuki e a coorientadora MSc. Andressa Santoro pela oportunidade de realizar esse estudo.

REFERÊNCIAS

CRUZ-LANDIM, C. Abelhas: morfologia e função de sistemas. 1 ed. São Paulo: UNESP, 2009.

MOREIRA, D. R. et al. Exposure of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies to imidacloprid impairs larval development, promotes oxidative stress in pupae, and induces changes in the midgut of adult bees. Biological Research, v. 58, art. 5, 2025. DOI: 10.1186/s40659-024-00571-5. Acesso em: 26 de ago 2026.

SANTORO, A. et al. Toxicity and Morphological Alterations Caused By Azadirachtin in the Stingless Bee *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier, 1836 (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini. Neotrop Entomol. 2026 Jul 30;55(1):72. doi: 10.1007/s13744-026-01421-7. Acesso em: 28 de ago 2026.