



A nanoformulação do óleo essencial de patchouli (*Pogostemon cablin*) é seguro quando ingerido por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)?

Is the nanoformulation of patchouli (*Pogostemon cablin*) essential oil safe when ingested by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)?

Victória da Silva Santos¹, Fernanda Raulino Domanski², Thiago Cacção Villa³ DeJane Santos Alves⁴, Michele Potrich⁵

RESUMO

As abelhas desempenham um papel vital na polinização das áreas agrícolas e florestais de regiões de clima tropical e subtropical, contribuindo significativamente para a produção de sementes e frutos. No entanto, esses insetos são sensíveis aos produtos usados nas culturas. Assim, estratégias com uso de inseticidas botânicos, como óleo essencial de Patchouli *Pogostemon cablin*, se tornam viáveis. Entretanto, é primordial analisar sua segurança a abelhas, em especial, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). Além da segurança deste óleo, também é importante analisar seus derivados, como as nanoformulações. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se a nanoformulação do óleo essencial de Patchouli é segura quando ingerido por *A. mellifera*. Para isto, as operárias foram alimentadas com dieta contendo diferentes concentrações da nanoformulação deste óleo essencial e avaliou-se a) sobrevivência; b) voo e; c) retomada do voo das operárias forrageiras. As operárias de *A. mellifera* não apresentaram redução na sobrevivência e tampouco foi afetado o voo ou a retomada do voo.

PALAVRAS-CHAVE: Abelhas campeiras; Inseticida botânico; Sobrevivência.

ABSTRACT

Bees play a vital role in pollinating the agricultural and forest areas of tropical and subtropical climate regions, contributing significantly to the production of seeds and fruits. However, these insects are sensitive to the products used in crops. Thus, strategies with the use of botanical insecticides, such as patchouli *Pcabin* essential oil, become viable. However, it is essential to analyze its safety to bees, especially *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). In addition to the safety of this oil, it is also important to analyze its derivatives, such as nanoformulations. thus, the present study aimed to evaluate whether the nanoformulation of patchouli essential oil is safe when ingested by *A. mellifera*. For this, the workers were fed a diet containing different concentrations of the nanoformulation of this essential oil and it was evaluated a) survival; b) flight and; c) resumption of flight of the forage workers. The workers of *A. mellifera* showed no reduction in survival and neither was the flight or the resumption of flight affected.

KEYWORDS: Field bees; Botanical insecticide; Survival.

¹ Victoria da Silva Santos (Fundação Araucária) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: victoriasilvasantos@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2501377817614170

² Fernanda Raulino Domanski (Fundação Araucária). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: fernanda_raulino@live.com Lattes: 4961304778676123

³ Thiago Cacção Villa Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: thiagovilla@utfpr.edu.br. ID Lattes: 4896344230639188

⁴ DeJane dos Santos Alves. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. mail:dejanealves@utfpr.edu.br ID Lattes: 2618374563932861

⁵ Michele Potrich Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail:michelepotrich@utfpr.edu.br ID Lattes: 6017285848848713



1 INTRODUÇÃO

O setor florestal contribui para a economia global com mais de U\$ 600 bilhões anuais no PIB e emprego para mais de 50 milhões de pessoas, no mundo. Além disso, desempenha um papel vital contra a pobreza rural, garantindo a segurança alimentar e oferecendo serviços ambientais essenciais, incluindo a conservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas. Suas contribuições abrangem aspectos econômicos, sociais e ambientais (FAO, 2018).

Alguns fatores podem prejudicar a produção desse setor, como os insetos pragas. Eles causam danos substanciais, incluindo morte de árvores, degradação de madeira, vulnerabilidade a ataques secundários e propagação de doenças. O controle e a pesquisa são essenciais para mitigar esses impactos nas florestas (LEMES, 2021).

O uso intensivo de agrotóxicos para o controle desses insetos tem causado a eliminação e a morte de abelhas (ABATI et al., 2021). As abelhas desempenham um papel vital na polinização, contribuindo significativamente para a produção de sementes e frutos. Para mitigar esse prejuízo causado pelo uso de agrotóxicos, o uso de inseticidas botânicos é uma alternativa. Suas principais características incluem baixa toxicidade, eficácia no combate às pragas e custo acessível (AYRA, 2020).

O óleo essencial de *Pogostemon cablin* tem sido indicado como eficiente para o controle de cupins, pulgões entre outras espécies (BERTE, 2023). Por esse motivo, se faz necessário um estudo dos potenciais efeitos para as abelhas, especialmente sobre *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) presente nos mais diversos ambientes e considerada um organismo não-alvo.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar o efeito da nanoformulação do óleo essencial de *P. cablin* quando ingerido por operárias forrageiras de *A. mellifera* africanizada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos laboratórios de Controle Biológico (LABCON) e na Unidade de Ensino e Pesquisa Apicultura (UNEPE-Apicultura) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos* (UTFPR-DV).

2.1 COLETA DAS ABELHAS E REALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

A coleta das operárias de *A. mellifera* foi feita no apiário da UTFPR (UNEPE-Apicultura), sendo coletadas de cinco colônias distintas e colocadas em tubos de PVC com telas. Após a coleta foi adicionado pasta Cândi como fonte de alimento, também foi inserido algodão embebido com água (Figura 1A, 1B e 1C). Os tubos de PVC foram colocados em câmara climatizada do tipo B.O.D, ($30 \pm 2^\circ\text{C}$, U.R. de $70 \pm 10\%$) no mesmo dia. Depois de 24 horas os alimentos foram retirados permanecendo assim por quatro horas.

Após quatro horas sem alimento, as abelhas foram colocadas em gaiolas. O experimento foi composto por seis tratamentos com cinco repetições cada, e em cada repetição, 12 abelhas. Os tratamentos foram: Controle 1 (Branco 1); Controle 2 (Branco 2); Controle 3 água destilada esterilizadas; T1 - 0,25% da nanoformulação do óleo essencial de *P. cablins* (NOEPC); T2 - 0,5% NOEPC, T3 - 0,75% NOEPC, T4 - 1,0% NOEPC; T5 - 1,25% NOEPC; Controle positivo - Imidacloprid (CL50 18,27 $\mu\text{g mL}^{-1}$).



Figura 1A– Pasta Candi e algodão embebido em água destilada sobre os tubos de PVC com operárias de *A. mellifera*. 1B – Tubos de PVC contendo as abelhas dentro da B.O.D. 1C – Gaiolas com as abelhas e com o alimento incorporado com a nanoformulação do óleo essencial de patchouli.



Fonte: Autoria Própria

2.2 TESTE DE SOBREVIVÊNCIA

As soluções foram misturadas ao alimento (solução açucarada), inserido em recipientes plásticos com capacidade (2 ml). Os recipientes foram analisados por diferença gravimétrica, ou seja, pesados antes e após 2 horas do consumo do alimento pelas abelhas. As avaliações de sobrevivência/mortalidade foram efetuadas dentro de duas, quatro, seis, 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 120 horas, após as duas primeiras horas as soluções foram trocadas por alimentação sem tratamento com proporção de 1:1 de água e açúcar. Para a descrição dos dados tabulados no teste de sobrevivência foi utilizado o programa RStudio.

2.2 TESTE DE VOO E QUEDA

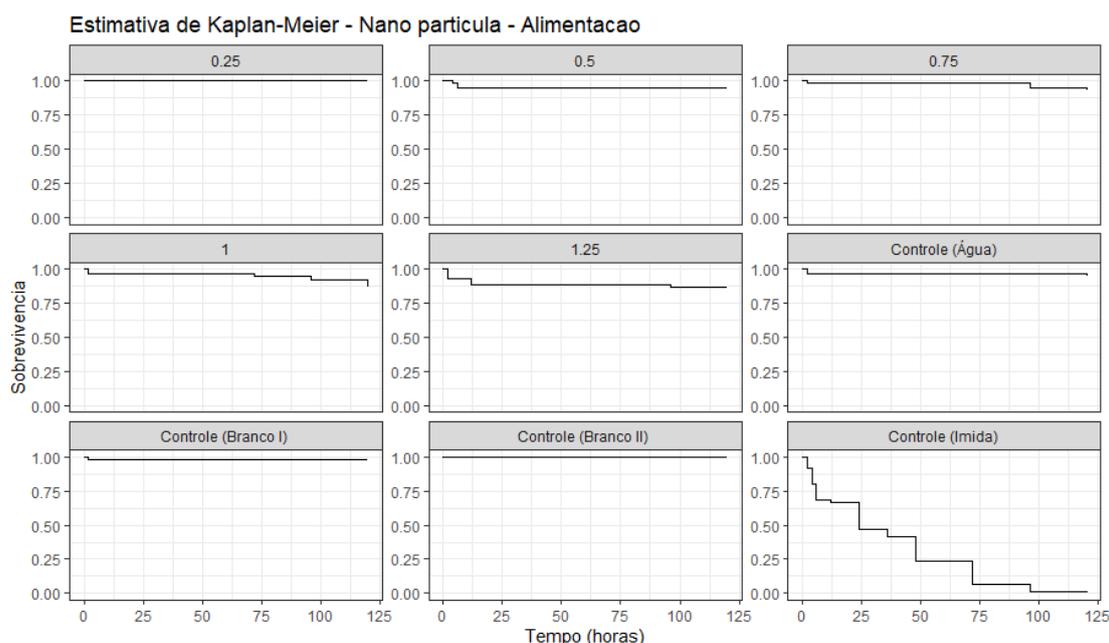
Dez abelhas de duas repetições do Controle 3, T1 - 0,25 e T5 - 1,25 que sobreviveram aos testes foram utilizadas para o teste de Voo e Queda. Este consiste em analisar o deslocamento vertical da abelha em uma torre de voo, por 1 minuto. No teste de queda também chamado de queda livre, uma abelha de cada vez foi solta pela parte superior da torre, sendo averiguando se apresentou estímulo sobre retomar o voo após ser tocada por uma pinça. Os dados para queda e voo foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e comparação de médias pelo Teste de Dunn a 5% de probabilidade através do software estatístico Bioestat 5.0® (AYRES et al., 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das abelhas oriundas dos tratamentos com a NOEPC não sofreu efeito negativo, quando comparada aos Controles Brancos I e II e ao Controle com água

destilada, durante o período 120 horas analisadas. Conforme visto em outros trabalhos, como o de Paloschi *et al.* (2023), foi comprovado que a sobrevivência das operárias *A. mellifera* é afetada pelo uso de Imidacloprid, tanto em ambientes laboratoriais quanto em campo.

Figura 4 –Sobrevivência de operárias de *A. mellifera* após ingestão do alimento contendo nanoformulação do óleo essencial de *Pogostemon cablin*



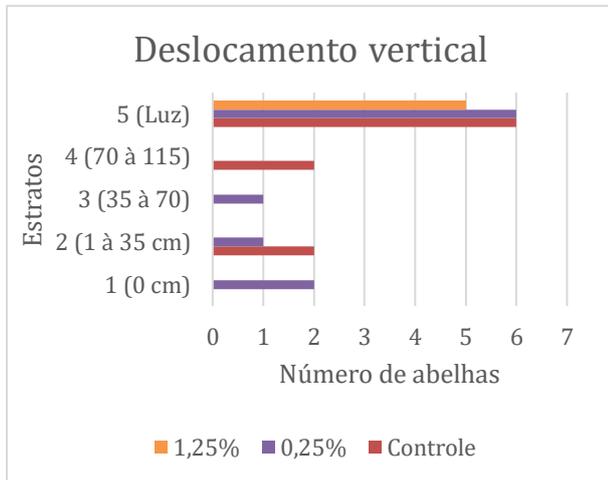
Fonte: Autoria Própria.

A ingestão da dieta contendo a nanoformulação do óleo essencial de *P. cablin* não afetou o voo (Gráfico 1) e nem afetou a retomada do voo (Gráfico 2) de operárias de *A. mellifera*. Estudos feitos por Berté (2023) com óleo essencial de *Eugenia uniflora* sobre *A. mellifera* apontaram que o deslocamento vertical e a retomada do voo (queda livre) foram afetados quando estas abelhas ficaram expostas a determinadas concentrações deste óleo essencial.

Além do teste de sobrevivência, voo e queda vistos no presente trabalho com o uso de nanoformulações do óleo essencial de *P. cablin* sobre as abelhas operárias, é de suma importância em trabalhos futuros a realização de testes a campo ou pulverização, caminhamento, análise bioquímica. Também se torna válido realizar as análises com outras concentrações desta nanoformulação, avaliação de diferentes idades de abelhas com mesmas concentrações, para que possam ser obtidos dados ainda mais precisos.

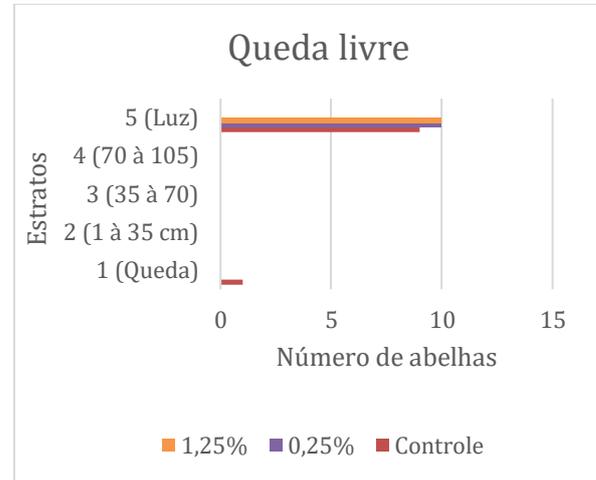


Gráfico 1 – Gráfico do deslocamento vertical das operárias *A. mellifera* na torre de voo e queda (p 0,07)



Fonte: Autoria Própria.

Gráfico 2– Gráfico de queda livre das operárias *A. mellifera* na torre de voo e queda (p 0,37).



Fonte: Autoria Própria.

4 CONCLUSÃO

Apis mellifera não teve redução na sobrevivência quando ingeriu diferentes concentrações da nanoformulação do óleo essencial de patchouli *P. cablin*. Esta nanoformulação também não afetou o voo e a retomada do voo desta abelha.

5 AGRADECIMENTOS

Fundação Araucária pela bolsa de Iniciação Científica à primeira autora, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos-PR, aos Laboratórios de Controle Biológico, Laboratório de Multiusuários, Central de Análises LAB CA-DV. Ao CNPq pelo fomento ao projeto de pesquisa (PROCESSO: 313244/2020-0 e PROCESSO: 408121/2021-1), Andressa Faleira Andrade, Elizabete Artus Berte, Raiza Abati, Fabiana Martis Costa e Everton Ricardi Lozano da Silva.

6 Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

7 REFERÊNCIAS

ABATI, Raiza *et al.* **Agrotóxicos e abelhas: cienciometria e análise de efeito residual de imidaclopride e beta-ciflutrina em canola *Brassica napus* L.** Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos,



2021. Disponível

em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25808/1/abelhasagrototoxicoscanola.pdf>.

Acesso em: 20 set. 2023.

AYRA, Marta Iria da Costa *et al.* **Defensivos naturais: manejo alternativo para "pragas" e doenças. manejo alternativo para "pragas" e doenças.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35814>. Acesso em: 13 set. 2023.

AYRES, Manuel *et al.* Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. **Instituto Mamirauá, Belém**, v. 2017. Disponível em: <https://acesse.dev/jbk0Q>. Acesso em: 24 set. 2023.

BERTE, Elizabete Artus. **Abelhas campeiras de Apis mellifera africanizada (hymenoptera: apidae) são suscetíveis aos óleos essenciais de pitanga eugenia uniflora) e de patchouli (pogostemon cablin)?** 2023. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31358>. Acesso em: 15 set. 2023.

FAO, 2018. Food and agriculture organization of the united nations (fao). **Global Forest Resources Assessment 2015 How are the world's forests changing?** Rome: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>. Acesso em 10 set. 2023.

LEMES, Pedro Guilherme *et al.* **Novo Manual de Pragas Florestais Brasileiras.** 2021. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/novo-manual-de-pragas-florestais-brasileiras/Novo_Manual_de_Pragas_Florestais_Brasileiras.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

MARTINS, Sheila Maria Caetano; BOSCARDIN, Jardel. "Levantamento do manejo de pragas aplicado em viveiros florestais no Brasil". **Entomology Beginners**, vol. 3, outubro de 2022, p. e047. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.12741/2675-9276.v3.e047>. Acesso em: 20 set. 2023.

PALOSCHI, Cristiane Lurdes *et al.* **Presença de Imidacloprid e Fipronil no mel e o efeito em operárias de Apis mellifera L. (Hymenoptera: Apidae) africanizada.** Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5719/5/Cristiane_Paloschi2021.pdf. 2021. Acesso em: 20 set. 2023.

ROCHA, Vander de Freitas; RIBEIRO Luiz Fernando Caldeira. "Avaliação da eficiência do controle biológico associado ao químico no manejo das cigarrinhas-das-pastagens". **Revista Agrogeoambiental**, vol. 8, no 2, 2016. agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br, Disponível em: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v8n22016790>. Acesso em: 20 set. 2023.