

## ANEXO V – FORMULÁRIO INDICADORES DE IMPACTOS

Autor(a): Luciano de Souza

Orientador(a): Profa. Dra. Maria das Graças Cardoso

Programa de Pós-Graduação em: Agroquímica

Título: “Insecticidal potential of terpenes and phenylpropanoids: natural solutions and nanotechnology for agricultural pests control”.

### Tipos de Impactos:

( ) sociais (x) tecnológicos ( ) econômicos ( ) culturais ( ) outros: \_\_\_\_\_

### Áreas Temáticas da Extensão:

( ) 1. Comunicação

( ) 2. Cultura

( ) 3. Direitos humanos e justiça

( ) 4. Educação

( ) 5. Meio ambiente

( ) 6. Saúde

( ) 7. Tecnologia e produção

( ) 8. Trabalho

### Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU impactados

( ) 1. Erradicação da pobreza

(x) 2. Fome zero e agricultura sustentável

( ) 3. Saúde e Bem-estar

( ) 4. Educação de qualidade

( ) 5. Igualdade de Gênero

( ) 6. Água potável e Saneamento

( ) 7. Energia Acessível e Limpas

( ) 8. Trabalho decente e crescimento econômico

( ) 9. Indústria, Inovação e Infraestrutura

( ) 10. Redução das desigualdades

( ) 11. Cidades e comunidades sustentáveis

(x) 12. Consumo e produção responsáveis

( ) 13. Ação contra a mudança global do clima

( ) 14. Vida na água

(x) 15. Vida terrestre

( ) 16. Paz, justiça e instituições eficazes

( ) 17. Parcerias e meios de implementação

### Impactos sociais, tecnológicos, econômicos e culturais

O presente estudo investigou o potencial inseticida de terpenos e fenilpropanoides contra pragas agrícolas, avaliando sua eficácia tanto em formas isoladas quanto incorporadas a nanopartículas de poli( $\epsilon$ -caprolactona) (PCL). Foram analisados os efeitos de compostos como carvacrol, L-(-)-carvona, (E)-anetol, (E)-cinamaldeído e *p*-anisaldeído sobre *Drosophila suzukii* e *Sitophilus zeamais*, bem como sua seletividade para organismos não-alvo, incluindo *Doru luteipes*, *Palmistichus elaeisis* e *Tetrastichus howardi*. Os resultados demonstraram alta toxicidade dos compostos isolados e nanoparticulados para as pragas-alvo. O uso de nanopartículas prolongou a atividade inseticida e potencializou os efeitos de estresse oxidativo nos insetos, elevando a atividade de enzimas como catalase, glutathione-S-transferase e glutathione peroxidase. Adicionalmente, as exposições subletais resultaram em alterações histopatológicas e no caso de *S. zeamais*, observou-se que *p*-anisaldeído promoveu forte inibição da enzima  $\alpha$ -amilase e aumento da atividade de lipases, enquanto as misturas binárias com (E)-anetol demonstraram interação sinérgica. Importante ressaltar que os compostos

testados não afetaram negativamente a sobrevivência e o desenvolvimento dos organismos não-alvo, indicando sua segurança para o uso em programas de manejo integrado de pragas. Os impactos do estudo são amplamente positivos, abrangendo aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos. O desenvolvimento de potenciais inseticidas naturais contribui para a redução da dependência de agrotóxicos sintéticos, mitigando riscos à saúde humana e aos ecossistemas. Do ponto de vista econômico, a utilização de produtos naturais como alternativa sustentável pode beneficiar agricultores ao reduzir perdas na produção e minimizar impactos negativos do uso indiscriminado de pesticidas convencionais. Além disso, os resultados se alinham diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 15 (Vida Terrestre), reforçando o compromisso do estudo com a Agenda 2030 e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis.

### **Social, technological, economic and cultural impacts**

This study investigated the insecticidal potential of terpenes and phenylpropanoids against agricultural pests, evaluating their effectiveness both in isolated forms and incorporated into poly( $\epsilon$ -caprolactone) (PCL) nanoparticles. The effects of compounds such as carvacrol, L-(-)-carvone, (*E*)-anethol, (*E*)-cinnamaldehyde, and *p*-anisaldehyde on *Drosophila suzukii* and *Sitophilus zeamais* were analyzed, as well as their selectivity for non-target organisms, including *Doru luteipes*, *Palmistichus elaeisis*, and *Tetrastichus howardi*. The results showed high toxicity of both isolated and nanoparticulate compounds to target pests. The use of nanoparticles extended insecticidal activity and enhanced oxidative stress effects in insects, increasing the activity of enzymes such as catalase, glutathione-S-transferase, and glutathione peroxidase. Additionally, sublethal exposures resulted in histopathological changes, and in the case of *S. zeamais*, it was observed that *p*-anisaldehyde strongly inhibited  $\alpha$ -amylase enzyme activity and increased lipase activity, while binary mixtures with (*E*)-anethol exhibited synergistic interaction. Importantly, the tested compounds did not negatively affect the survival and development of non-target organisms, indicating their safety for use in integrated pest management programs. The study's impacts are broadly positive, covering environmental, technological, and economic aspects. The development of potential natural insecticides contributes to reducing dependence on synthetic pesticides, mitigating risks to human health and ecosystems. From an economic perspective, the use of natural products as a sustainable alternative can benefit farmers by reducing production losses and minimizing negative impacts from the indiscriminate use of conventional pesticides. Furthermore, the results align directly with the UN's Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 2 (Zero Hunger and Sustainable Agriculture), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 15 (Life on Land), reinforcing the study's commitment to the 2030 Agenda and the promotion of sustainable agricultural practices.

---

Assinatura do(a) autor(a)

---

Assinatura do(a) orientador(a)