

## POTENCIAL DO ÓLEO DA *Moringa oleifera* Lam. NO DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COM APLICAÇÕES ANTIMICROBIANA E LARVICIDA PARA O CONTROLE DE *Aedes aegypti*

Rayane Andrade Santana Freitas<sup>1</sup> (PROBIC/Unit); Wagner Carlos Alcantara Carvalho<sup>1</sup>; Gabriela Pereira Barros<sup>1</sup>; Adriana de Jesus Santos<sup>1,2</sup>; Cleide Mara Faria Soares,<sup>1,2</sup> (Orientador)  
(rayandrade1222@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidade Tiradentes/Fisioterapia/Aracaju/SE.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia e Pesquisa/Aracaju/SE.

2.00.00.00-6 - Ciências Biológicas; 2.12.00.00-9 – Microbiologia

### RESUMO

**Introdução:** O crescente número de arboviroses transmitidas por *Aedes aegypti*, como Dengue, Zika, Chikungunya e febre amarela, destaca a necessidade de estratégias eficazes e sustentáveis ao controle vetorial. Embora métodos convencionais sejam eficientes, apresentam riscos ambientais e toxicológicos. Diante disso, o óleo das sementes de *Moringa oleifera* Lam tem ganhado destaque devido suas propriedades físico-químicas e biológicas, capazes de promover a mortalidade larval do *Aedes aegypti*. Esse óleo contém compostos bioativos e ácidos graxos com potencial larvicida e antimicrobiano, o que o torna promissor para aplicações biotecnológicas. Contudo, para potencializar sua eficácia e estabilidade, a incorporação desse óleo em sistemas nanoestruturados, como microemulsões e cristais líquidos, surge como alternativa promissora, conectando soluções naturais à tecnologias inovadoras. **Objetivo:** Desenvolver formulações nanoestruturadas à base de óleo de *Moringa oleifera* Lam. e avaliar suas propriedades antimicrobianas e larvicidas frente ao *Aedes aegypti*. **Metodologia:** O óleo foi obtido por prensagem a frio de sementes maduras, clarificado e armazenado. O Diagramas de fases ternário com Procetyl® (tensoativo), óleo e água permitiram identificar regiões de microemulsão; transição de fases; cristais líquidos. Três formulações selecionadas foram analisadas por Microscopia de Luz Polarizada, Reologia e SAXS. A atividade antimicrobiana foi realizada por teste de difusão em disco contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. A atividade larvicida foi avaliada usando larvas de *Aedes aegypti* nas fases L3/L4, determinando a CL<sub>50</sub>. A toxicidade foi testada em *Artemia sp.* como organismo não-alvo. **Resultados:** As microemulsões foram formadas com 10–30% de óleo, 30–70% de água e >30% de tensoativo, enquanto cristais líquidos ocorreram com 20–40% de óleo, 40–60% de água e >40% de tensoativo, demonstrando que as proporções influenciam a estabilidade e organização estrutural das formulações. As análises confirmaram a isotropia das microemulsões e a anisotropia dos cristais líquidos, que possuem maior organização nos sistemas. A reologia indicou comportamento Newtoniano nas microemulsões e propriedades viscoelásticas nos cristais líquidos, refletindo maior resistência e liberação gradual do ativo. Na avaliação antimicrobiana, a transição de fases apresentou atividade contra *Pseudomonas aeruginosa*, com halo de inibição médio de 8 mm, sugerindo maior liberação dos compostos bioativos nesse sistema. Quanto à atividade larvicida, todas as formulações tiveram uma eficácia melhor em comparação ao óleo puro (CL<sub>50</sub> = 58,1 ppm), sendo 22,5 ppm para a microemulsão, 27,8 ppm para fase de transição e 29,8 ppm para cristal líquido, indicando que nanoestruturação favorece a biodisponibilidade do ativo. Testes com *Artemia sp.* mostraram baixa toxicidade das formulações até 1000 ppm, reforçando a segurança das formulações a outras espécies. **Conclusões:** As formulações nanoestruturadas com óleo de *Moringa oleifera* Lam. apresentaram maior atividade larvicida e estabilidade estrutural em comparação ao óleo puro, com baixa toxicidade para organismos não-alvo. As microemulsões se destacaram pela menor viscosidade e maior biodisponibilidade, enquanto os cristais líquidos forneceram liberação gradual do ativo. Já os sistemas de transição de fases foram mais efetivos aos testes antimicrobianos. Estes resultados indicam que sistemas nanoestruturados contendo o óleo de *Moringa* são uma estratégia promissora, sustentável e segura para controle de *Aedes aegypti* e de outros microrganismos associados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Aedes Aegypti*; *Moringa oleifera* Lam.; Nanotecnologia.

**Agradecimentos:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Tiradentes e do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP).

## ABSTRACT

**Introduction:** The increase in arboviruses transmitted by *Aedes aegypti*, such as dengue, Zika, chikungunya, and yellow fever, highlights the need for effective vector control strategies. Traditional methods, although effective, pose environmental and human health risks due to the toxic substances in their composition. In this context, the oil extracted from *Moringa oleifera* Lam. seeds has gained attention for its physicochemical and biological properties, which can promote the larval mortality of *Aedes aegypti*. This oil contains bioactive compounds and fatty acids with larvicidal and antimicrobial potential, making it promising for biotechnological applications. However, to enhance its efficacy, the use of nanostructured formulations such as microemulsions and liquid crystals emerges as a promising strategy, linking natural solutions with innovative technologies. **Objective:** To develop nanostructured formulations containing *Moringa oleifera* Lam. seed oil and evaluate their antimicrobial and larvicidal properties against *Aedes aegypti*. **Methodology:** The oil was obtained by cold pressing mature seeds, clarified, and stored. Ternary phase diagrams with oil, Procetyl® surfactant, and water allowed identification of emulsion, microemulsion, phase transition, and liquid crystal regions. The three selected formulations were analyzed using Polarized Light Microscopy (PLM), Rheology, and Small-Angle X-ray Scattering (SAXS). Antimicrobial activity was assessed by disc diffusion assays against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa*. Larvicidal activity was evaluated using Rockefeller strain *Aedes aegypti* larvae at L3/L4 stages, determining the LC<sub>50</sub>. Toxicity was tested in *Artemia sp.* as a non-target organism, and mortality data were analyzed using Probit analysis. **Results:** The microemulsions were formed with 10–30% oil, 30–70% water, and >30% surfactant, while liquid crystals occurred with 20–40% oil, 40–60% water, and >40% surfactant, demonstrating that the component ratios influence the stability and structural organization of the formulations. The analyses confirmed the isotropy of the microemulsions and the anisotropy of the liquid crystals, which exhibit greater structural organization. Rheological analysis indicated Newtonian behavior in the microemulsions and viscoelastic properties in the liquid crystals, reflecting higher resistance and gradual release of the active compound. In the antimicrobial evaluation, the phase transition system showed activity against *Pseudomonas aeruginosa*, with an average inhibition halo of 8 mm, suggesting a greater release of bioactive compounds in this system. Regarding larvicidal activity, all formulations showed higher efficacy compared to the pure oil (LC<sub>50</sub> = 58.1 ppm): 22.5 ppm for the microemulsion, 27.8 ppm for the phase transition, and 29.8 ppm for the liquid crystal, indicating that nanostructuring enhances the bioavailability of the active compound. Tests with *Artemia sp.* showed low toxicity of the formulations up to 1000 ppm, reinforcing their safety for non-target species. **Conclusions:** Nanostructured formulations containing *Moringa oleifera* Lam. seed oil exhibited higher larvicidal activity and structural stability compared to pure oil, with low toxicity to non-target organisms. Microemulsions stood out due to their lower viscosity and greater bioavailability, while liquid crystals provided gradual release of the active compound. Phase transition systems showed the best antimicrobial performance. These results indicate that nanostructured systems based on *Moringa* oil represent a promising, sustainable, and safe strategy for controlling *Aedes aegypti* and other associated microorganisms.

**KEYWORDS:** *Aedes aegypti*; *Moringa oleifera* Lam.; Nanotechnology.

**ACKNOWLEDGEMENTS:** This work was supported by Universidade Tiradentes and the Institute of Technology and Research (ITP).

## REFERÊNCIAS/REFERENCES:

- CHOUDHARY, R. et al. *Moringa oleifera*: Biosynthesis strategies for enhanced metabolites and role in green nanoparticle synthesis. **South African Journal of Botany**, v. 170, p. 271–287, jul. 2024.
- DE JESUS SANTOS, A. et al. Larvicidal formulation containing N-tosylindole: A viable alternative to chemical control of *Aedes aegypti*. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 213, p. 112380, maio 2022.
- DONGQI, W. et al. Influencing factors and microscopic formation mechanism of phase transitions of microemulsion system. **Journal of Petroleum Exploration and Production Technology**, v. 12, n. 10, p. 2735–2746, 14 out. 2022.
- LAPORTA, G. Z. et al. Global Distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a Climate Change Scenario of Regional Rivalry. **Insects**, v. 14, n. 1, p. 49, 3 jan. 2023.