Alternativas sustentáveis para o controle do *Aedes aegypti*

Protegendo a Saúde e o Meio Ambiente



Autores: Wesley Henrique Secundi
Ma. Kariny Aparecida Jardim Rubio
Ma. Jacqueline Midori Ono
Dra. Francieli Gesleine Capote Bonato
Me. Jorge Fernandes de Azevedo
Me. Henrique Susumu Tanaka
Vitor Yukio Takahashi
Heloiza de Oliveira Marchi
Prof. Dr. Odair Alberton
Profa. Dra. Lidiane Nunes Barbosa
Profa. Dra. Daniela Dib Gonçalves

UNIPAR
UNIVERSIDADE PARANAENSE

Umuarama - 2026

Diretoria Executiva
Artur Nappo Dalla

Comunicação Corporativa
Chirliana Rodrigues

Marketing e Inteligência de Mercado
Hilton Torres

Coordenação de Extensão Acadêmica
Profa. Dra. Ana Carolina Soares Fraga Zaze

Organizadores
Wesley Henrique Secundi
Ma. Kariny Aparecida Jardim Rubio
Ma. Jacqueline Midori Ono
Dra. Francieli Gesleine Capote Bonato
Me. Jorge Fernandes de Azevedo
Me. Henrique Susumu Tanaka
Vitor Yukio Takahashi
Heloiza de Oliveira Marchi
Prof. Dr. Odair Alberton
Profa. Dra. Lidiane Nunes Barbosa
Profa. Dra. Daniela Dib Gonçalves

Comissão Científica
Wesley Henrique Secundi
Prof. Dra. Daniela Dib Gonçalves
Prof. Dr. Odair Alberton

Ficha Catalográfica

A466 Alternativas sustentáveis para o controle do *Aedes aegypti*: protegendo a saúde e o meio ambiente / Wesley Henrique Secundi (organizador). – Umuarama : Universidade Paranaense - UNIPAR, 2026.
E-book.

ISBN 978-85-8498-510-4

1. *Aedes aegypti*. I. Secundi, Wesley Henrique. II. Universidade Paranaense – UNIPAR. III. Título.

(21 ed) CDD: 616.921

Bibliotecária Responsável Regiane Luiza Campaneli CRB 9/2194

Aedes aegypti

Introdução

O *Aedes aegypti* é um mosquito doméstico que vive dentro ou próximo das residências. É a principal espécie transmissora da dengue, zika e chikungunya, e está associado à febre amarela urbana.



Características gerais

- Possui marcações brancas nas pernas e no dorso.
- A fêmea tem hábito preferencialmente diurno e se alimenta de sangue para a maturação dos ovos.
- Seus ovos podem ser depositados em recipientes com água parada.
- No Brasil, atualmente, a febre amarela ocorre no ciclo silvestre.

Doenças relacionadas

- Dengue
- Zika
- Chikungunya
- Febre amarela

A prevenção começa com a eliminação de criadouros.

Aedes aegypti

Ciclo



Conhecer o ciclo de vida do *Aedes aegypti* é essencial para entender como o mosquito se desenvolve e como podemos interromper sua reprodução.



1 Ovo

Os ovos são depositados em locais com água parada.



2 Larva

Na água, o ovo eclode e surge a larva.



3 Pupa

A pupa é a fase de transformação antes do mosquito adulto.



4 Adulto

O mosquito adulto emerge e reinicia o ciclo reprodutivo.

O ciclo abrange: Ovo, Larva, Pupa e Adulto.

O ciclo completo ocorre entre 7 e 10 dias em condições ambientais adequadas (Fiocruz, 2019).

Aedes aegypti

Métodos de Controle



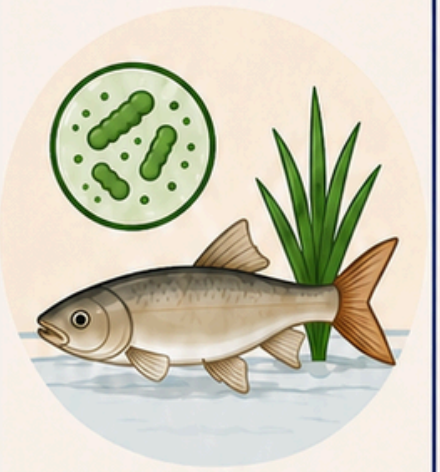
Os métodos de controle do *Aedes aegypti* abrangem ações mecânicas, biológicas e químicas. A combinação dessas estratégias contribui para reduzir a população do mosquito e prevenir doenças.

1 Mecânico



Baseia-se na eliminação de criadouros, como recipientes que acumulam água parada, além da limpeza e vedação de reservatórios.

2 Biológico



Utiliza organismos ou agentes biológicos para combater o mosquito, principalmente na fase aquática.

3 Químico



Envolve o uso de larvicidas e inseticidas, de forma complementar e quando indicado pelas ações de controle.

A participação da comunidade é fundamental!

Pequenas atitudes no dia a dia, como verificar quintais e orientar vizinhos, fazem grande diferença no sucesso do controle do *Aedes aegypti*.

A regularidade das ações é indispensável!

Como o ciclo do mosquito é curto, os criadouros podem se formar rapidamente. Por isso, as inspeções e medidas de controle devem ser contínuas.

Aedes aegypti

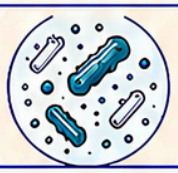
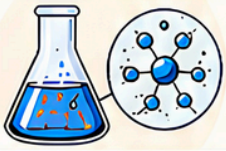


Alternativas Sustentáveis para o Controle

O controle de *Aedes aegypti* tem incorporado progressivamente alternativas aos inseticidas neurotóxicos convencionais, devido à crescente resistência a piretroides e organofosforados observada em diversas populações do vetor (Belinato & Valle, 2015).

Na perspectiva da Saúde Única, deve-se priorizar estratégias capazes de reduzir a infestação do mosquito com menor impacto sobre a saúde humana, animal e ambiental (Who, 2012; Who, 2017).

Como alternativas aos inseticidas sintéticos podem ser utilizados diferentes métodos:

1.  **Controle Biológico**
2.  **Reguladores de crescimento (IGRs)**
3.  **Óleos essenciais de plantas medicinais**
4.  **Nanoformulações**
5.  **Integração de estratégias**

Saúde, Ciência e Natureza juntas no controle sustentável do *Aedes aegypti*.

Informação é prevenção!
Elimine criadouros: não deixe água parada. Pequenas ações fazem uma grande diferença.



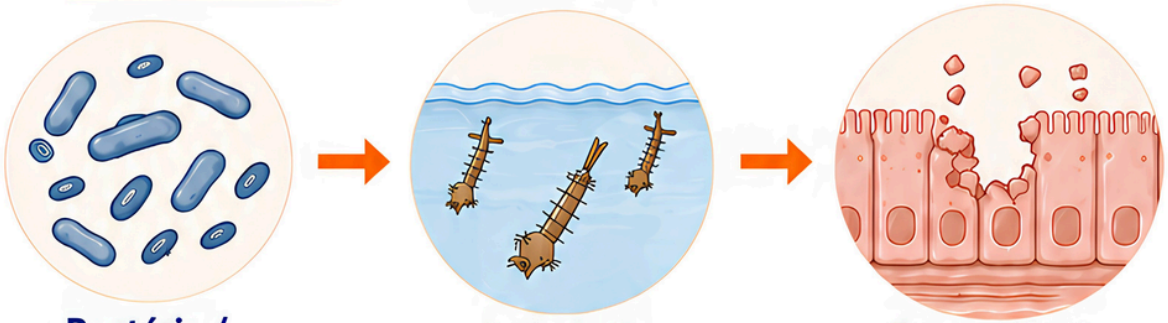
Aedes aegypti

Bioinseticidas



Uso de bioinseticidas obtidos a partir de microrganismos presentes no solo ou de vida livre. Como exemplos utilizados pelo Ministério da Saúde, destacam-se:

1 *Bacillus thuringiensis var. israelensis*



Bactéria / bioinseticida → **Larvas de mosquitos** → **Destruição do epitélio intestinal**

Durante sua esporulação, produz proteínas cristalinas (toxinas Cry e Cyt) que, quando ingeridas pelas larvas de mosquitos, causam destruição do epitélio intestinal, interrupção da alimentação e morte da larva.

2 *Spinosinas (spinosad)*



Actinobactéria do solo → **Formulação de *spinosad***

As spinosinas (A e D) são compostos naturais produzidos pela bactéria actinomiceta do solo *Saccharopolyspora spinosa*. Seu mecanismo de ação envolve principalmente a modulação dos receptores nicotínicos da acetilcolina, provocando hiperexcitação nervosa, paralisia e morte do inseto.

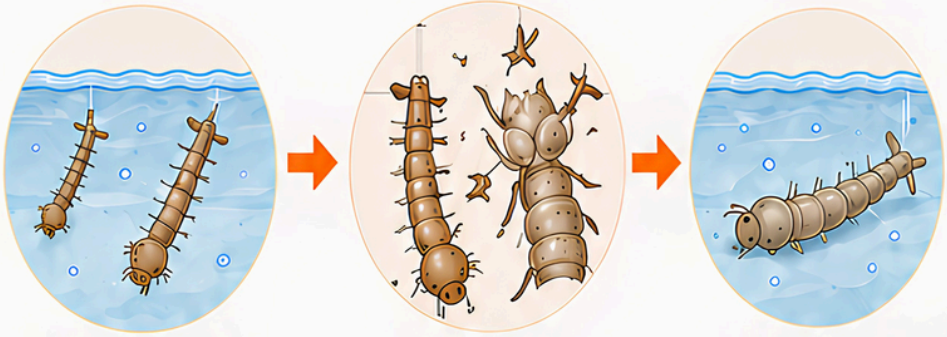
Bioinseticidas são alternativas biológicas importantes para o controle larvário do vetor.

Essas estratégias contribuem para um controle mais seguro e com menor impacto ambiental.

Aedes aegypti

Reguladores de Crescimento





Larva saudável | Muda (ecdise) comprometida | Morte da larva antes da fase adulta

Seu mecanismo de ação consiste em impedir a formação adequada do exoesqueleto durante a muda (ecdise), fazendo com que as larvas morram antes de atingir a fase adulta.



O produto atual usado pelo Ministério da Saúde é o Diflubenzuron, pertence a classe química das Benzoilureias.

Não possui ação neurotóxica direta, diferentemente de:

- piretroides;
- organofosforados;
- carbamatos.



Embora seja sintético, é considerado uma alternativa mais seletiva e ambientalmente favorável em comparação aos inseticidas neurotóxicos convencionais.

Na saúde pública, é utilizado principalmente contra:

- larvas de mosquitos;
- simulídeos;
- outros insetos de importância sanitária.

Reguladores de crescimento são alternativas importantes para o controle larvário do vetor.

Essas estratégias contribuem para um controle mais seletivo e com menor impacto ambiental.

Aedes aegypti

Óleos Essenciais de Plantas Medicinais





Cymbopogon winterianus



Mentha spp.





Ocimum basilicum

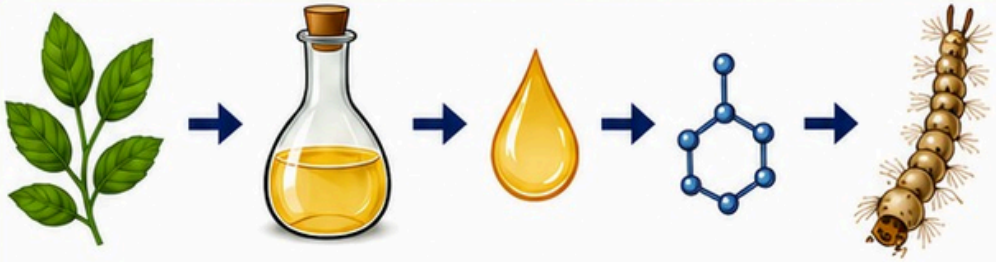


Citrus spp.



Syzygium aromaticum

Óleos essenciais de espécies como *Cymbopogon winterianus*, *Citrus* spp., *Mentha* spp., *Ocimum basilicum* e *Syzygium aromaticum* apresentam atividade larvicida e repelente.



Seus efeitos estão associados à presença de compostos bioativos, como citronelal, limoneno, eugenol e outros compostos capazes de interferir em processos fisiológicos dos insetos.

Possíveis mecanismos de ação dos óleos essenciais



1. Compostos dos óleos essenciais entram em contato com a larva.
2. Podem interagir com estruturas e tecidos do inseto (cutícula, sistema nervoso, digestivo).
3. Podem provocar alterações na transmissão nervosa e em processos metabólicos.
4. Podem resultar em repelência, redução da sobrevivência ou morte larval.

Óleos Essenciais de Plantas Medicinais apresentam atividade larvicida e repelente.

Seus compostos bioativos podem interferir em processos fisiológicos dos insetos.

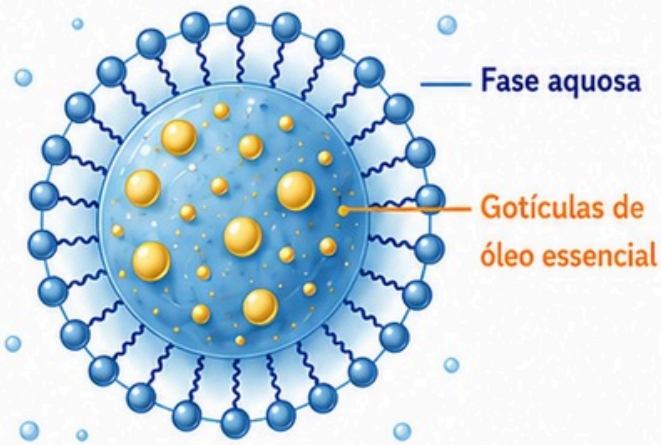
Aedes aegypti

Nanoformulações



1 O que são nanoformulações?





Nanoemulsão

A incorporação de óleos essenciais em nanoemulsões representa uma estratégia promissora para aumentar sua estabilidade, dispersão em água e persistência ambiental.

2 Principais benefícios das nanoformulações



Compostos naturais protegidos e transportados → Maior estabilidade → Dispersão em água → Persistência ambiental

Essas formulações podem aumentar a eficácia biológica dos compostos naturais e ampliar sua aplicação no controle vetorial.

3 Aplicação no controle vetorial



Nanoformulação à base de nanoemulsão → Contato com a larva do *Aedes aegypti* → Maior eficácia biológica / Ampliação da aplicação

No controle vetorial, essas formulações podem favorecer o contato com o alvo e melhorar o desempenho dos compostos naturais.

Nanoformulações podem aumentar a estabilidade e a eficácia biológica dos compostos naturais.

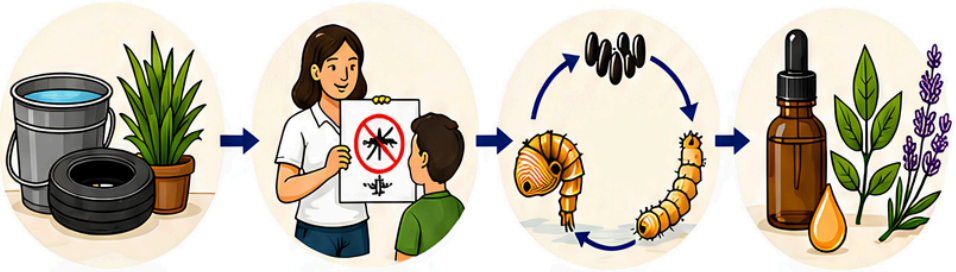
Essa estratégia pode ampliar a aplicação dos óleos essenciais no controle vetorial.

Aedes aegypti



Alternativas Sustentáveis Para o Controle

1 Manejo sustentável integrado



Eliminação de criadouros | Educação em saúde | Reguladores de crescimento | Produtos de origem vegetal

O manejo sustentável do *Aedes aegypti* baseia-se na integração de diferentes métodos, incluindo eliminação de criadouros, educação em saúde, uso racional de reguladores de crescimento e a potencial aplicação localizada de produtos de origem vegetal.

2 Como essa integração contribui



Retarda a evolução da resistência

Reduz impactos ambientais

Fortalece os princípios da Saúde Única

3 Abordagem integrada no controle vetorial



Essa abordagem contribui para retardar a evolução da resistência, reduzir impactos ambientais e fortalecer os princípios da Saúde Única.

A integração de métodos fortalece o manejo sustentável do *Aedes aegypti*.

Essa abordagem favorece um controle mais seguro, racional e ambientalmente responsável.

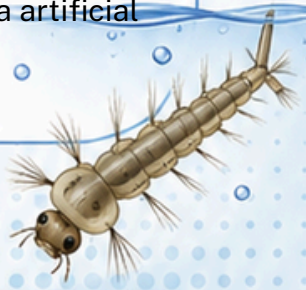


Bibliografia

- BELINATO, T. A.; VALLE, D. **The impact of selection with diflubenzuron, a chitin synthesis inhibitor, on the fitness of two Brazilian *Aedes aegypti* field populations.** PLOS ONE, v. 10, n. 6, e0130719, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e controle do vetor**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2026.
- Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ. **Como é o ciclo de vida do '*Aedes aegypti*'?**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2019.
- KOIJAM, A. S. *et al*. ***Cymbopogon* essential oils as biopesticides: Potential and challenges**. Bioresource Technology Reports, v. 32, e102371, 2025.
- LIMA, A. M.; CORRÊA, A. P. V.; UEHARA, S. C. S. A. **Influência dos indicadores socioeconômicos na distribuição dos casos suspeitos de dengue no município de São Carlos-SP**. Phisys – Revista de Saúde Coletiva, v. 34, p. 1-18, 2024.
- OLIVEIRA, Flávia do Socorro Oliveira de; SOUZA, Sâmilla Seomara Lima de. **Ocorrência do *Aedes aegypti* e *Aedes Albopictus* (Diptera, Culicidae) nos anos de 2013 a 2022 no Município de Capanema – PARÁ** . 2023. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2023.
- SADANANDANE, C.; BOOPATHI DOSS, P. S.; JAMBULINGAM, P. **Efficacy of three formulations of diflubenzuron, an insect growth regulator, against *Culex quinquefasciatus* Say, the vector of *Bancroftian filariasis* in India.** Indian Journal of Medical Research, v. 136, n. 5, p. 783-791, 2012.
- SILVA, L. F. N. *et al*. **Targeting the vector of arboviruses *Aedes aegypti* with nanoemulsions based on essential oils: a review with focus on larvicidal and repellent properties**. Beilstein Journal of Nanotechnology, v. 16, p. 1894-1913, 2025.
- SUTTHANONT, N. et al. **Chemical composition and larvicidal activity of edible plant-derived essential oils against the pyrethroid-susceptible and -resistant strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae)**. Journal of Vector Ecology, v. 35, n. 1, p. 106-115, 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Handbook for integrated vector management**. Geneva: World Health Organization, 2012. 78 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global vector control response 2017–2030**. Geneva: World Health Organization, 2017. 53 p.
- As imagens foram geradas por meio da ferramenta de inteligência artificial ChatGPT, desenvolvida pela OpenAI, e revisadas pelos autores.









Agradecimentos

UNIPAR
UNIVERSIDADE PARANAENSE

CAPES

COAPES
CONTRATO ORGANIZATIVO DE AÇÃO PÚBLICA ENSINO-SAÚDE






UNIPAR
UNIVERSIDADE PARANAENSE
www.unipar.br