

Protótipo de Robô Autônomo para auxílio no Combate ao *Aedes aegypti* em Ambiente Escolar: Otimização de Repelente Natural com Citronela

Mirella Silva Salomão
Felipe Manoel Lima Zatti
Kayke Guimarães Caetano

Maikon Douglas Schmidt
Gisele Mara Negrissoli
maikon.schmidt@escola.pr.gov.br

Colégio Estadual Vereador José Balan, Umuarama, Paraná

Resumo

O aumento dos casos de dengue no Brasil é alarmante. Neste cenário, o Colégio Estadual Vereador José Balan, situado em Umuarama-Pr, constitui-se em um ambiente de risco para o alastramento de uma possível infecção, haja vista que é uma instituição de tempo integral com grande permanência e circulação de pessoas. Diante disso, possíveis infecções são extremamente prejudiciais à dinâmica escolar e ao processo de ensino e aprendizagem. Com o intuito de combater o *Aedes aegypti* no ambiente escolar, este estudo propõe a construção de um protótipo de robô autônomo e um experimento para otimizar a concentração da citronela, um reconhecido repelente natural. O robô será programado para utilizar sensores ultrassônicos para desviar de obstáculos e será equipado com um mini umidificador para dispersar, na forma gasosa, a solução líquida. A eficiência do protótipo e da solução será posta à prova por meio de experimentos controlados em duas regiões da escola, com a aplicação de armadilhas (ovitrampas). Espera-se que a região de aplicação do protótipo, com a concentração otimizada, apresente redução significativa na presença de *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: Robô autônomo; Dengue; *Aedes aegypti*; Citronela; Otimização de Concentração.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma grave ameaça na saúde pública, estando mapeada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) com o potencial de se tornar uma epidemia. Nesse contexto, os casos de dengue na região da cidade de Umuarama – PR estão se alastrando rapidamente, afetando vários setores da sociedade, inclusive a educação. A dengue faz parte de um grupo de doenças denominadas arboviroses, que se caracterizam por serem causadas por vírus transmitidos por vetores artrópodes. No Brasil, o vetor da dengue é a fêmea do mosquito *Aedes aegypti* (BRASIL, 2024).

De acordo com o Boletim Epidemiológico, fornecido pelo Ministério da Saúde, foram registrados 668.461 casos prováveis de dengue no Brasil no ano de 2024, correspondendo a 339,0 casos/100 mil habitantes, resultando em centenas de óbitos. No mesmo período, conforme veiculado pelo portal G1 (2024), os casos de dengue no Paraná aumentaram quase 20 vezes nos dois primeiros meses de 2024, correspondendo a um aumento de 1.867,3% comparado ao mesmo período do ano de 2023.

Inserido nessa realidade, o Colégio Estadual Vereador José Balan disponibiliza o ensino em tempo integral, constituindo-se em um local de grande, permanência e circulação de pessoas. Além disso, possíveis infecções afetam negativamente a dinâmica escolar, visto que, se um aluno ou professor estiver acometido pela dengue, se ausenta, prejudicando o processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, especialmente em espaços com grande concentração de pessoas, como as escolas, de acordo com Maia (2008), existe um aumento na procura por produtos naturais, como por exemplo os repelentes à base de citronela, em decorrência de sua eficiência contra o *Aedes aegypti*, ao passo que não causam danos ao meio ambiente (apud Costa et al., 2005). Somado a isso, Daflon et al. (2021) expõem que a citronela ou composto de citronelol ainda é o repelente natural mais confiável e mais utilizado no mundo no combate a mosquitos transmissores de dengue, malária e febre amarela, podendo ser utilizado na superfície da pele ou através de bombeamento no ar livre.

O projeto de pesquisa, ao fazer essa abordagem, está alinhado com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3, que foca em Saúde e Bem-estar. Podendo vir a auxiliar na meta de "acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e outras doenças transmissíveis" até 2030, haja vista que a dengue é uma doença transmitida por vetor (o mosquito *Aedes aegypti*).

Para além dos aspectos biológicos e ambientais, é importante ressaltar o papel ativo da escola em buscar soluções de problemas que afetam a comunidade escolar. A importância da escola no auxílio aos problemas da comunidade escolar pode ser evidenciada pelo educador Paulo Freire (2004), que propõe uma educação problematizadora que busca a crítica da realidade e postura ativa de alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem, sendo esse processo influenciado pela realidade dos alunos.

Diante disso, investigando possibilidades para mitigar os impactos negativos da dengue no ambiente escolar, propõe-se o desenvolvimento e a utilização em sala de aula de um robô autônomo atuando na prevenção à dengue. O protótipo será programado para atuar de forma autônoma, utilizando sensores ultrassônicos para desviar dos possíveis obstáculos enquanto dispersa uma solução gasosa de citronela que atuará como repelente natural dos mosquitos.

Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver e testar um protótipo de robô autônomo para auxiliar no combate ao *Aedes aegypti* em ambiente escolar, utilizando um repelente natural à base de citronela com concentração otimizada. Para isso, o estudo propõe a construção do protótipo de robô autônomo, a otimização da concentração da solução de citronela por meio de um experimento controlado e a avaliação da eficácia do protótipo em um teste de campo.

ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

O projeto será realizado em três etapas principais, buscando construir e validar a eficácia do protótipo no combate à dengue.

1 - Construção do Protótipo do Robô Autônomo

Inicialmente, o robô será construído a partir do “Kit chassi 2WD”, adaptando-se dois kits para formar um “Kit chassi 4WD” que oferece maior tração para ambientes irregulares. Um sensor ultrassônico será adicionado e acoplado a um servo motor para que o robô possa detectar e desviar de obstáculos de forma eficiente. O mecanismo de dispersão de citronela, composto por uma garrafa PET de 200mL e um mini umidificador, será acoplado ao robô. A programação do robô será feita usando um Arduino Uno, com códigos de ação que permitirão seu movimento autônomo.

2 - Experimento para Otimização da Concentração de Citronela

Para determinar a melhor concentração da solução, será realizado um experimento controlado com 5 ovitrampas, cada uma com uma concentração diferente de citronela.

- **Preparação das Soluções:** Serão preparadas soluções de citronela em diferentes concentrações (5%, 10%, 15% e 20%), além de um grupo de controle com água pura (0%).
- **Instalação das Ovitrapas:** A metodologia para a confecção e instalação das armadilhas seguirá o modelo de ovitrampas descrito na apostila educativa da Fiocruz (2022). As ovitrampas serão feitas a partir de recipientes escuros com um substrato para atração das fêmeas do mosquito (*Aedes aegypti*). Elas serão instaladas em um ambiente controlado e seguro dentro da escola, onde não haja a intervenção de alunos. Cada armadilha receberá uma das soluções preparadas.
- **Coleta de Dados:** A contagem de ovos depositados nas ovitrampas será realizada semanalmente, através de uma lupa digital, durante um período de quatro semanas. A análise dos dados permitirá determinar qual concentração resultou na menor quantidade de ovos e larvas, indicando a mais eficaz para ser utilizada no robô.

3. Teste de Campo e Avaliação da Eficácia Final

Após a determinação da concentração ideal, o protótipo será posto à prova em um teste de campo. Serão escolhidos dois Grupos de Estudo: Duas áreas equivalentes da escola serão escolhidas. Uma representará o grupo controle (sem intervenção do robô), enquanto a outra será o grupo experimental (com a aplicação do robô e a solução de citronela otimizada). Para o monitoramento serão utilizadas ovitrampas em ambas as regiões para monitorar a presença de mosquitos.

A pesquisa fará uso dos seguintes materiais e recursos:

01 Cabo USB;

01 Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04;

02 Motor Shield L293D Driver Ponte H para Arduino;

02 Kit Chassi 2WD Robô para Arduino;
01 Servo Motor
12 Jumpers Macho-Macho,
04 Jumpers Fêmea-Fêmea
08 Jumpers Macho-Fêmea;
02 Bateria de lítio 18650;
01 Notebook;
Software Arduino IDE;
01 Kit de chave de precisão;
01 Suporte para o sensor ultrassônico plástico;
01 Case (Suporte para as baterias de lítio 18650);
01 Mini Umidificador de Ar Ultrassônico 5V Névoa 40 ml/h;
01 Placa Arduino Uno R3;
1 Garrafa pet de 200 ml;
01 Pistola de cola quente;
04 Bastões de cola quente;
01 120ml Citronela;
01 Recipiente escuro;
Levedo de cerveja (substrato).

RESULTADOS ESPERADOS/PARCIAIS

Os resultados parciais concorrem para uma conclusão bem-sucedida. O protótipo do robô autônomo está completo, o chassi 4WD foi concluído conforme planejado, o mecanismo de dispersão de citronela foi acoplado com êxito e mostra-se capaz de vaporizar e dispersar a solução de citronela. A parte eletrônica, controlada pelo Arduino Uno, foi capaz de promover ao protótipo a capacidade de desviar de obstáculos de forma autônoma. Dessa forma, garante-se viabilidade técnica do projeto e pode-se avançar para a fase experimental do projeto (Fig. 1).

Para as próximas etapas espera-se uma das concentrações de citronela testadas (5%, 10%, 15% ou 20%) se mostre mais eficaz na redução significativa na presença de ovos nas Ovitampas quando comparada com o grupo controle (água pura). Além disso, após o teste de campo, almeja-se que a região da escola onde o robô munido da solução com concentração ótima de citronela operar (

grupo experimental) apresente redução notável na quantidade de ovos nas ovitrampas em relação ao grupo controle (sem intervenção do robô).

Figura 1: Protótipo do robô autônomo com chassi 4wd e mecanismo de dispersão de citronela



Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÕES

A construção de um robô autônomo para auxílio no combate a dengue em ambiente escolar, associado à uma concentração otimizada de citronela, constitui-se em uma abordagem promissora para a prevenção de doenças como a dengue em ambientes escolares. O projeto demonstrou-se viável tecnicamente, solidificando as bases para uma abordagem experimental. A fase subsequente de testes, centrada na otimização da concentração da citronela e na avaliação de campo, permitirá validar as hipóteses de que o robô é capaz de atuar de forma eficiente na inibição do vetor.

Diante disso, espera-se que os resultados deste estudo não apenas comprovem a eficácia da solução proposta, mas também forneçam um modelo inovador e sustentável para a segurança e saúde da comunidade escolar. Acreditamos que a integração da tecnologia com o uso de repelentes naturais pode se tornar uma ferramenta valiosa e replicável para o controle do *Aedes aegypti* em outros ambientes públicos, contribuindo para a redução da incidência de doenças transmitidas por mosquitos e para a promoção de um ambiente de aprendizado mais seguro.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Brasil tem 391 mortes por dengue. Casos da doença já passam de 1,5 milhão. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2024-03/brasil-tem-391-mortes-por-dengue#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20levantamento,44%2C5%25%20de%20homens>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Boletim Epidemiológico: monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 01 a 07 de 2024*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses/informe-semanal/informe-semanal-no-02-coe>. Acesso em: 1 maio 2024.

DAFLON, Taciana da Mata et al. O uso da citronela no controle da dengue: revisão. *Saúde e Meio Ambiente*, Santa Catarina, v. 10, p. 170-182, 2021.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Disponível em: [file:///tmp/guest-gwrpjj/Downloads/76-145-PB%20\(2\).pdf](file:///tmp/guest-gwrpjj/Downloads/76-145-PB%20(2).pdf). Acesso em: 23 abr. 2024.

FIOCRUZ. *Apostila educativa: ovitrampas – monitoramento do mosquito Aedes aegypti*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202212/14131024-apostila-ovitrampas-fiocruz.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

G1 PARANÁ. Casos de dengue aumentam quase 20 vezes no Paraná nos primeiros dois meses de 2024. *G1 Paraná*, 1 mar. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2024/03/01/casos-de-dengue-aumentam-quase-20-vezes-no-parana-nos-primeiros-dois-meses-de-2024-veja-balanco.ghtml>. Acesso em: 9 abr. 2024.

MAIA, Cintiaara Souza et al. Citronela, aliada natural para repelir pernilongos. *Norte Científico: Periódico de Divulgação Científica do IFRR*, Boa Vista, v. 3, n. 1, p. 5, 1 dez. 2008.

FIOCRUZ. *Apostila educativa: ovitrampas – monitoramento do mosquito Aedes aegypti*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2022. Disponível em: <https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/202212/14131024-apostila-ovitrampas-fiocruz.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.