

Proposta de um método de combate ao mosquito da dengue consorciando controle biológico e inteligência artificial

Bianca de Cássia Cardoso Beraldo¹; 0000-0001-9465-1995

Flávia Coelho Rocha¹; 0009-0007-0086-1352

Marcus Vinicius Faria de Araujo¹; 0000-0003-1560-3405

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

202110332@unifoa.edu.br

Resumo: A dengue continua sendo um enorme desafio de saúde pública em todo o mundo. No ano passado a Organização Mundial da Saúde (OMS) registrou quase três milhões de casos suspeitos e confirmados de dengue, sendo que o Brasil liderava o ranking global com 2,3 milhões de ocorrências. Segundo Xavier et al. (2024), no primeiro trimestre desse ano, somente em nosso país, os casos confirmados de dengue aumentaram em comparação ao mesmo período de 2023. O Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, registrou 17.544 casos apenas em janeiro de 2024, o que equivale a doze vezes mais do que em janeiro de 2023. Diante deste cenário o objetivo do presente trabalho é propor consorciar o uso de Inteligência Artificial a métodos de controle biológico que possam ser implementados, visando reduzir significativamente a população do mosquito *Aedes aegypti* e a transmissão de dengue de forma integrada e sustentável. A relevância do estudo é a de possibilitar a elaboração de um plano mais eficaz que aqueles até agora utilizados no mundo, uma vez que o emprego de Inteligência Artificial conseguir analisar grandes volumes de dados epidemiológicos, meteorológicos e ambientais para identificar padrões e prever surtos de dengue. Além disso, os algoritmos de aprendizado de máquina, conforme Silva (2023), podem detectar correlações entre variáveis como temperatura, precipitação, e incidência de casos, permitindo uma resposta antecipada, o que é crucial para a prevenção, controle e redução do impacto dessa doença. Portanto, o consórcio das abordagens envolvendo controle biológico e Inteligência Artificial pode resultar em um programa de controle mais eficaz, sustentável e de longo prazo, reduzindo a incidência da dengue e protegendo a saúde pública.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*. Algoritmos de aprendizado de máquina. Saúde pública. Epidemias.

INTRODUÇÃO

O avanço do número de casos de dengue no mundo é preocupante e cada vez mais carece de tratativas inovadoras e que ofereçam maior eficácia. Os métodos tradicionais com foco primordial na conscientização da população não estão conseguindo conter tal doença (Da Silva et al., 2024).

Somente no Brasil, até julho de 2024, quase 900 mil casos confirmados de dengue foram registrados, representando em alguns Estados, um acréscimo em relação ao ano de 2023 de 300% (Da Silva et al., 2024).

A ocupação do solo desconsiderando os impactos ambientais dela decorrente é, segundo Rosa et al. (2021), uma das causas-raiz do aumento progressivo e consistente do número de casos de dengue no mundo. Os autores ressaltam a relação direta entre a falta de saneamento básico e casos de dengue como um fator revelador da ocupação desordenada do solo, e que consegue enfraquecer a capacidade da gestão pública em lidar com endemias e epidemias.

De Castro et al. (2022) sugerem que métodos de controle biológico têm potencial para obterem êxito no combate ao mosquito da dengue pois, em sua base conceitual, propõem o uso de técnicas de mitigação de impactos ambientais envolvendo o uso de organismos naturais para reduzir as populações do mosquito *Aedes aegypti*, minimizando o uso de produtos químicos e preservando o meio ambiente.

MÉTODOS

Xavier et al. (2024) citam alguns exemplos que demonstram que o controle biológico pode ser uma ferramenta eficaz e sustentável para combater o mosquito da dengue, especialmente quando combinado com outras medidas de controle de vetores. Os autores relatam que a Austrália foi pioneira no uso de mosquitos *Aedes aegypti* infectados com a bactéria *Wolbachia* para controlar a transmissão da dengue. Tal ação proporcionou uma redução significativa na capacidade do mosquito transmitir a doença. Já na Tailândia outra experiência bem-sucedida contou com o uso de peixes larvófagos, os quais foram introduzidos em reservatórios de água para se alimentarem das larvas de *Aedes aegypti*. No Brasil temos iniciativas com bons resultados, em

2015, com a aplicação da estratégia utilizada na Austrália e relatada anteriormente. A liberação de mosquitos geneticamente modificados, principalmente em Juiz de Fora (MG) e em Piracicaba (SP), também obteve resultados promissores. A técnica consiste em introduzir mosquitos machos geneticamente modificados para produzir descendentes inviáveis, levando a uma redução substancial na população de *Aedes aegypti*.

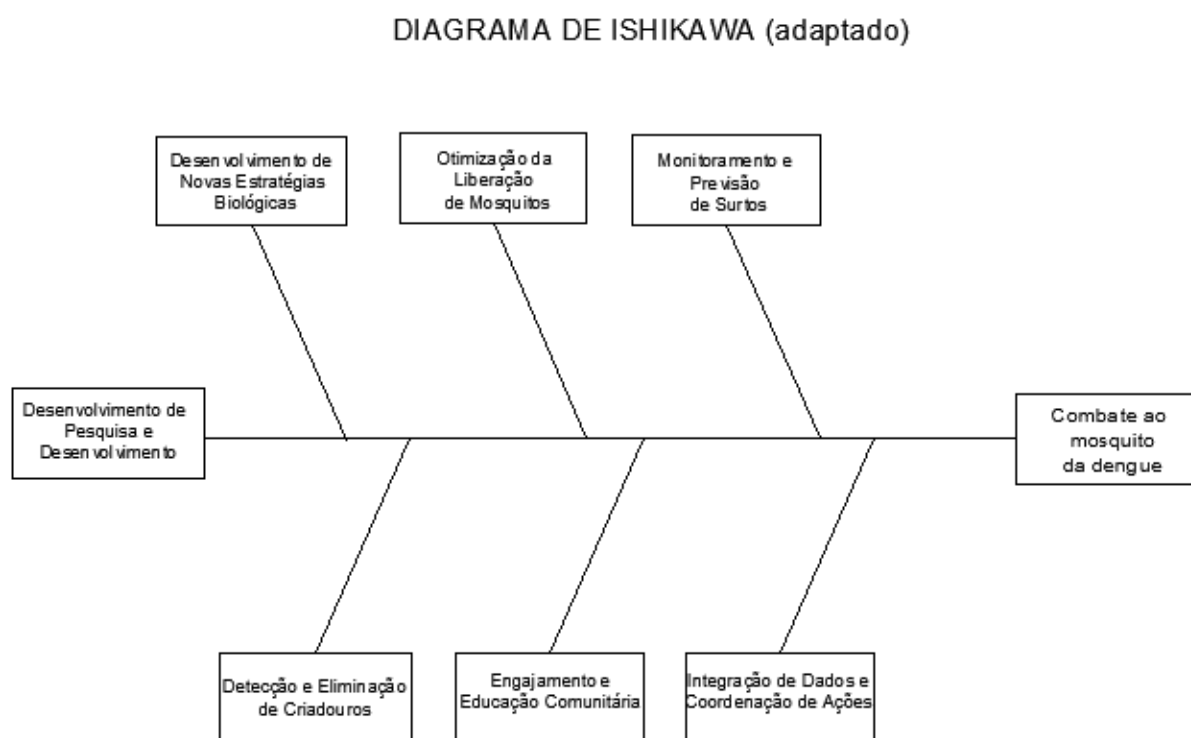
No entanto, segundo Dias et al. (2024), a despeito dessas estratégias continuarem a se expandir, dentro e fora do nosso país, os resultados apontam para a necessidade de uma atualização, de uma modernização nos métodos de combate à dengue.

O preenchimento dessa lacuna, conforme sugerem Vieira, De Castro e De Oliveira (2023), pode ser realizado associando métodos de controle biológico ao uso de Inteligência Artificial (IA). Os autores afirmam que a IA pode desempenhar um papel crucial na potencialização do controle biológico do mosquito da dengue, oferecendo novas ferramentas e abordagens para melhorar a eficácia, a precisão e a sustentabilidade das estratégias de combate.

De Lourdes (2023) sugere que ao se analisar o potencial de uso de IA associada ao controle biológico de mosquitos transmissores de doenças como a dengue, algumas premissas devem adotadas, tais como: análise de dados epidemiológicos, liberação de mosquitos infectados/geneticamente modificados, identificação de predadores naturais, detecção e eliminação de condições propícias à proliferação dos vetores, engajamento/educação comunitária e emprego de pesquisa e desenvolvimento para predição de efeitos e reprogramação eventual de ações.

A figura 1 mostra, utilizando por base o Diagrama de Ishikawa, um condensado da análise feita a partir da aplicação de métodos de controle biológico e IA relacionando as premissas anunciadas anteriormente com vistas ao combate ao mosquito da dengue.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa (adaptado).



Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a linha de desenvolvimento de solução citada por De Lourdes (2023) e pela análise de algoritmo de aprendizado aplicada por Mesquita (2023), a premissa de se realizar monitoramento e previsão de surtos depende de uma análise de dados, onde a IA pode ser usada para analisar grandes volumes de dados epidemiológicos, meteorológicos e ambientais para identificar padrões e prever surtos de dengue. Algoritmos de aprendizado de máquina podem detectar correlações entre variáveis como temperatura, precipitação, e incidência de casos, permitindo uma resposta antecipada. Ainda contida nessa premissa, outra ação proposta é o mapeamento de risco em tempo real, no qual a IA gera mapas de risco em tempo real, identificando as áreas mais vulneráveis para focar nas estratégias de controle biológico.

Na sequência do diagrama de Ishikawa tem-se a otimização da liberação de mosquitos, a qual tem como base a modelagem de populações e a análise de dados

de armadilhas. No primeiro caso, a IA simula a dinâmica populacional dos mosquitos e prevê o impacto da liberação destes, quando infectados com *Wolbachia* ou quando geneticamente modificados. O intuito é otimizar o número, o local e a frequência das liberações para maximizar a eficácia. No caso da análise de dados de armadilhas, ao analisar dados de armadilhas de mosquitos, a IA ajusta, em tempo real, as estratégias de controle biológico, concentrando os esforços nas áreas onde a população de *Aedes aegypti* ainda está alta.

Para a premissa que aborda a necessidade de desenvolvimento de novas estratégias biológicas, tem-se como prioridade a investigação e descoberta de predadores naturais, a qual é realizada com auxílio de IA. A análise de grandes bases de dados biológicos para identificar novos predadores ou parasitas naturais que podem ser eficazes no controle do *Aedes aegypti* é algo trivial para a IA. Algoritmos podem ajudar a modelar interações ecológicas para prever quais espécies teriam o maior impacto sem causar desequilíbrios ambientais. Dentro da mesma premissa, é importante considerar o melhoramento de mosquitos geneticamente modificados; tarefa otimizada pela IA proporcionando celeridade no desenvolvimento de novas linhagens de mosquitos geneticamente modificados e otimizando os genes a serem alterados para aumentar a eficácia do controle populacional.

A quarta premissa envolve a detecção e eliminação de criadouros só que utilizando sistemas de visão computacional e drones equipados com câmeras, os quais podem ser usados para detectar criadouros de mosquitos em áreas urbanas e rurais. A IA pode identificar e classificar potenciais criadouros a partir de imagens aéreas, permitindo ações de controle mais direcionadas. Além disso, faz-se necessária a automação de aplicação de biolarvicidas por meio de IA. A aplicação automatizada seria feita de modo seguro e seletivo em criadouros detectados, garantindo uma aplicação precisa e eficiente.

A quinta premissa está relacionada ao fundamental estado de engajamento e educação comunitária onde assistentes virtuais e *chatbots* criados por IA atuam no suporte educacional à população sobre a importância do controle biológico, orientam sobre como eliminar criadouros e respondem a perguntas em tempo real, aumentando o engajamento e a conscientização. Importante ressaltar que a personalização de

campanhas de educação também é potencializada para o alcance dos objetivos, empregando algoritmos de IA com vistas à análise de dados demográficos e comportamentais para personalizar campanhas educativas, garantindo que as mensagens sobre controle de mosquitos sejam mais eficazes em diferentes comunidades.

A sexta premissa é a integração de dados e a coordenação de ações, a qual se obtém a partir da criação pela IA, de plataformas Integradas de gestão que integrem dados de diferentes fontes (epidemiológicos, ambientais, de vigilância entomológica) e coordenem as ações de controle biológico em tempo real. Como uma espécie de bônus, os sistemas de IA podem aprender com os dados coletados ao longo do tempo, melhorando continuamente as estratégias de controle com base em novos *insights* e padrões emergentes.

Finalmente, temos a premissa definida por pesquisa e desenvolvimento, a qual se baseia na simulação de cenários e na aceleração de descobertas. A capacidade da IA simular diferentes cenários de controle biológico, é muito vasta, o que ajuda pesquisadores e autoridades a entenderem os potenciais impactos antes de implementar novas estratégias no campo. Além disso, a aceleração de descobertas científicas na área de concentração de combate ao mosquito da dengue, ocorre de forma natural e assertiva com o uso de IA, dada a sua capacidade de poder processar grandes quantidades de dados de pesquisa para acelerar a descoberta de novas metodologias e/ou melhorar as existentes, como o desenvolvimento de novas formulações de biolarvicidas ou a identificação de novos agentes biológicos.

CONCLUSÕES

A integração de inteligência artificial nas estratégias de controle biológico do mosquito da dengue oferece uma abordagem inovadora e com grande potencial de sucesso para combater a ameaça à saúde pública traduzida na forma da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Com IA, é possível realizar um controle mais preciso, eficiente e adaptável, que pode ser continuamente aprimorado com base em dados em tempo real e insights derivados de análises avançadas. Isso não só aumenta a eficácia do controle biológico, mas também contribui para uma abordagem mais

sustentável e menos dependente de produtos químicos no combate ao mosquito da dengue.

REFERÊNCIAS

DE CASTRO, Anna Lya Godoi et al. **Eficácia das formas de prevenção e combate à dengue no Brasil**. Revista Educação em Saúde, v. 10, p. 22-30, 2022. Acesso em: 16 set. 2024.

DE LOURDES ARAÚJO, Isabela et al. **Comparação da performance de algoritmos de aprendizado de máquina para análise preditiva de febre amarela no estado de Minas Gerais**. 2023. Acesso em: 14 set. 2024.

DIAS, Grazielle Maria Coutinho et al. **Epidemia de Dengue: uma análise sobre as projeções para o ano de 2024**. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, v. 17, n. 8, p. e9210-e9210, 2024. Acesso em: 14 set. 2024.

MESQUITA, Tayane Cristiele Rodrigues. **Análise da relação saúde, saneamento e ambiente nas epidemias do Zika vírus e microcefalia no Brasil**. 2023. Acesso em: 12 set. 2024.

ROSA, Bruna Betim et al. **Evolução do saneamento básico e a sua relação com a saúde pública**. J Health Sci Inst.,[s. l], p. 33-41, 2021. Acesso em: 12 set. 2024.

SILVA, Julia Mombach da. **Viés nos Algoritmos de aprendizado de máquina para a saúde: uma revisão sistemática**. 2023. Acesso em: 14 set. 2024.

VIEIRA, George Felipe Fernandes; DE CASTRO, Angélica Félix; DE OLIVEIRA, Amanda Gondim. **Analysis of dengue data, in the municipality of Mossoró, Northeast Brazil, between the years 2015 and 2020, using Python language**. In: 2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). IEEE, 2023. p. 1-7. Acesso em: 12 set. 2024.

XAVIER, Fernando et al. **Abordagem Big Data-Saúde Planetária para avaliação do Programa de Combate à Dengue**. Revista de Saúde Pública, v. 58, p. 17, 2024. Acesso em: 16 set. 2024.