



Especialização em
ensino de CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

WELLINGTON GONZAGA DOS SANTOS

**RELAÇÃO ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DENGUE: A EDUCAÇÃO
AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO**

Recife

2025

WELLINGTON GONZAGA DOS SANTOS

**RELAÇÃO ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DENGUE: A EDUCAÇÃO
AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Regina Célia Macêdo do Nascimento

Recife
2025

WELLINGTON GONZAGA DOS SANTOS

**RELAÇÃO ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DENGUE: A EDUCAÇÃO
AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em 15 de maio de 2025

BANCA EXAMINADORA

Presidente: Profa. Dra. Regina Célia Macêdo do Nascimento – UFSCar

1º Examinador: Profa. Dra. Betânia Cristina Guilherme – UFRPE

2º Examinador: Profa. MsC. Klyvia Leuthier dos Santos – UFRPE

RELAÇÃO ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DENGUE: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO

The relationship between Climate Change and Dengue: Environmental Education as a prevention strategy

Wellington Gonzaga dos Santos
Autor do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
e-mail do autor: wswellingtonbio7@gmail.com

Regina Célia Macêdo do Nascimento
Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
e-mail da orientadora: nascimento.regina@live.com

RESUMO

As mudanças climáticas têm provocado alterações significativas nos padrões ambientais, afetando diretamente a dinâmica de doenças tropicais como a dengue. O aumento das temperaturas, a intensificação de eventos extremos e a irregularidade no regime de chuvas contribuem para a expansão geográfica e a proliferação do *Aedes aegypti*, vetor responsável pela transmissão da doença. Diante desse cenário, torna-se urgente a implementação de estratégias integradas de prevenção e controle, que considerem tanto os aspectos ambientais quanto às dimensões sociais do problema. Nesse contexto, a Educação Ambiental surge como ferramenta fundamental para

promover a sensibilização da população, incentivando a participação ativa na prevenção da dengue e na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Este trabalho tem como objetivo analisar os principais fatores que contribuem para a propagação da dengue no Brasil nas últimas décadas, com foco nas mudanças climáticas e na importância da EA como instrumento de transformação social. Por meio de uma revisão bibliográfica recente (2019–2025), são discutidas as interações entre clima, sociedade e saúde pública, bem como alternativas inovadoras para o enfrentamento da doença. Assim, verificou-se que as mudanças climáticas, em especial o aumento das temperaturas médias e a intensificação de eventos extremos como chuvas e secas, desempenham papel decisivo na proliferação do *Aedes aegypti*. Ainda, a educação ambiental, ao estimular a consciência crítica e o engajamento comunitário, torna-se uma aliada essencial na transformação de práticas cotidianas que favorecem a proliferação do mosquito.

Palavras-chave Clima; Saúde Pública; Sensibilização Ambiental.

ABSTRACT

Climate change has caused significant alterations in environmental patterns, directly affecting the dynamics of tropical diseases such as dengue. Rising temperatures, the intensification of extreme weather events, and irregular rainfall patterns contribute to the geographic expansion and proliferation of *Aedes aegypti*, the primary vector responsible for disease transmission. In light of this scenario, the implementation of integrated prevention and control strategies becomes urgent, taking into account both environmental factors and the social dimensions of the issue. Within this context, Environmental Education emerges as a fundamental tool for raising public awareness and encouraging active participation in dengue prevention and in mitigating the effects of climate change. This study aims to analyze the main factors contributing to the spread of dengue in Brazil over recent decades, with a focus on climate change and the importance of Environmental Education as an instrument of social transformation. Based on a recent literature review (2019–2025), the interactions among climate, society, and public health are discussed, as well as innovative alternatives for addressing the disease. The findings indicate that climate change, particularly rising average temperatures and the intensification of extreme events such as heavy rains and droughts, plays a decisive role in the proliferation of *Aedes aegypti*. Furthermore, by promoting critical awareness and community engagement, Environmental Education proves to be an essential ally in transforming daily practices that contribute to mosquito breeding.

Keywords: Public Health; Environmental awareness.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o mundo tem enfrentado um aumento expressivo nas temperaturas médias, alterações nos padrões de precipitação e maior frequência de eventos climáticos extremos. Essas mudanças climáticas têm contribuído para o

agravamento de diversas questões ambientais e de saúde pública, dentre as quais se destaca a intensificação da propagação da dengue. No Brasil, a combinação de fatores como urbanização desordenada, deficiência em infraestrutura sanitária e aumento das temperaturas médias tem favorecido a proliferação do *Aedes aegypti*, vetor da dengue, zika e chikungunya (BRAGA et al., 2020; LORENZ et al., 2022).

A Educação Ambiental (EA) apresenta-se como uma ferramenta estratégica para promover a sensibilização coletiva e o engajamento social na prevenção da dengue e na mitigação dos impactos ambientais. A atuação educativa voltada à mudança de hábitos e práticas cotidianas pode ser decisiva na construção de comunidades mais resilientes e preparadas para enfrentar os desafios climáticos e epidemiológicos (SILVA et al., 2021).

A complexidade da dengue ultrapassa a dimensão biológica do vírus e do vetor. Trata-se de uma doença de natureza multifatorial, cuja disseminação e agravamento estão fortemente relacionados a fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais. (SILVA et al., 2021).

O crescimento desordenado dos centros urbanos, a precariedade do saneamento básico, as desigualdades sociais e as mudanças climáticas são elementos que se inter-relacionam e contribuem para a persistência e expansão da doença (LORENZ et al., 2022). Assim, surge o questionamento de: Como as mudanças climáticas têm impactado a propagação da dengue no Brasil e de que forma a Educação Ambiental pode contribuir para mitigar esse cenário?

A escolha do tema justifica-se pela crescente relevância das doenças transmitidas por vetores no contexto das mudanças climáticas e pela necessidade de soluções integradas que articulem ciência, educação e políticas públicas. A dengue representa uma ameaça constante à saúde coletiva e demanda ações preventivas efetivas, que considerem os múltiplos fatores envolvidos em sua propagação. A EA, nesse sentido, configura-se como eixo estruturante na formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade e a saúde pública (OLIVEIRA et al., 2023).

A pesquisa tem como objetivo geral analisar os principais fatores que contribuem para a ocorrência e intensificação das epidemias de dengue no Brasil nas últimas décadas, com ênfase nos impactos das mudanças climáticas e na relevância da Educação Ambiental como estratégia de enfrentamento. E trazendo como objetivos específicos: Investigar como as mudanças climáticas influenciam o ciclo de vida e a distribuição do *Aedes aegypti* no Brasil; identificar os principais fatores sociais, políticos e econômicos que favorecem a disseminação da dengue; avaliar o papel da Educação

Ambiental na prevenção da dengue e na construção de uma cultura de enfrentamento sustentável; apresentar estratégias e ações inovadoras de controle da dengue adotadas entre 2019 e 2025.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica exploratória, a qual tem o objetivo de identificar, analisar e compreender as principais produções acadêmicas relacionadas à influência das mudanças climáticas na propagação da dengue e ao papel da educação ambiental como estratégia de prevenção.

A revisão bibliográfica exploratória é uma etapa fundamental na construção de trabalhos acadêmicos, especialmente em pesquisas de caráter inicial ou que buscam mapear um campo de estudo pouco explorado. De acordo com Gil (2008), esse tipo de revisão objetiva proporcionar maior familiaridade com um problema, tornando-o mais explícito e auxiliando na construção de hipóteses ou no delineamento de uma pesquisa mais aprofundada.

Diferente das revisões sistemáticas, a revisão exploratória não se limita a critérios rígidos de seleção, permitindo ao pesquisador analisar uma ampla variedade de fontes (como livros, artigos, teses e documentos), com o intuito de compreender as principais abordagens, conceitos, lacunas e tendências do tema em questão. Assim, ela se caracteriza pela flexibilidade metodológica, sendo fundamental quando o objetivo é obter uma visão geral e abrangente do estado da arte de determinado assunto (GIL, 2008).

A abordagem exploratória permitiu o levantamento de diferentes perspectivas teóricas presentes na literatura nacional publicada entre 2019 e 2025. Foram consultadas bases de dados científicas reconhecidas, como *Scielo*, *PubMed*, *Scopus* e *Google Scholar*. A escolha das bases se justifica pela abrangência, qualidade e relevância das informações científicas que essas plataformas oferecem.

Para conduzir a busca, fez-se a combinação das seguintes palavras-chave: mudanças climáticas, dengue, *Aedes aegypti*, educação ambiental, sensibilização ambiental e prevenção de doenças.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da pesquisa exploratória, foram inicialmente identificados 35 artigos. Após a leitura criteriosa dos resumos e textos completos, foram selecionados 20 artigos. As produções escolhidas abordam diretamente temas relacionados às mudanças climáticas, à proliferação do *Aedes aegypti*, bem como à educação ambiental e às práticas de sensibilização socioambiental. O detalhamento dos resultados obtidos a partir dessa seleção é apresentado a seguir.

3.1 Fatores biológicos, climáticos, sociais, políticos e econômicos na dinâmica da dengue

A propagação da dengue no Brasil é influenciada por uma combinação de fatores biológicos, climáticos, sociais, políticos e econômicos. Biologicamente, o mosquito *Aedes aegypti*, principal vetor da dengue, tem se adaptado a diferentes ambientes urbanos, tornando-se mais resistente a inseticidas tradicionais devido a mutações genéticas que ocorrem em ciclos curtos, aproximadamente a cada dois anos (CAVALCANTI et al., 2020; FERNANDES et al., 2024).

Climaticamente, o aumento das temperaturas e as alterações nos padrões de precipitação, intensificadas por fenômenos como o *El Niño*, criam condições ideais para a reprodução do mosquito, como o acúmulo de água em recipientes e ambientes urbanos (CAVALCANTI et al., 2020).

Socialmente, a urbanização desordenada, a falta de saneamento básico e a alta densidade populacional em áreas urbanas contribuem para a proliferação do vetor. Politicamente e economicamente, a falta de investimentos em infraestrutura urbana e em programas de controle vetorial eficazes agrava a situação, especialmente em comunidades vulneráveis (CAVALCANTI et al., 2020).

A dengue é uma arbovirose de grande relevância para a saúde pública no Brasil e no mundo, sendo influenciada por um conjunto complexo de fatores interrelacionados. Compreender a dinâmica de sua propagação exige uma análise multidimensional que abrange aspectos biológicos, climáticos, sociais, políticos e econômicos (ESTEVES et al., 2024; FACURE et al., 2021).

Sua capacidade de reprodução em pequenos acúmulos de água, sua resistência a diversos tipos de inseticidas e sua ampla distribuição geográfica tornam o controle do vetor um desafio constante (LOURENÇO; FAILLOUX, 2022). Além disso, a existência de quatro sorotipos distintos do vírus da dengue (DENV-1 a DENV-4) contribui para a complexidade epidemiológica, pois a infecção sequencial por

diferentes sorotipos aumenta o risco de formas graves da doença (SILVA et al., 2021).

Mudanças climáticas, como o aumento da temperatura média global e as alterações nos padrões de precipitação, têm ampliado as áreas de risco para a transmissão da dengue. Estudos indicam que o aquecimento global favorece a proliferação do *Aedes aegypti* ao expandir seu habitat e aumentar sua taxa de reprodução (CAVALCANTI et al., 2020). Eventos extremos, como enchentes e secas prolongadas, também contribuem para a formação de criadouros do mosquito e dificultam ações de controle (Ministério da Saúde, 2023).

Condições precárias de moradia, ausência de saneamento básico, acúmulo de lixo e urbanização desordenada são fatores sociais que favorecem a proliferação do vetor e a transmissão da dengue. Populações de baixa renda são as mais vulneráveis, tanto por viverem em áreas de risco quanto pela dificuldade de acesso a serviços de saúde e informação (TEIXEIRA et al., 2019). A desigualdade social, portanto, é um fator estruturante da dinâmica da dengue.

A efetividade das políticas públicas de saúde tem impacto direto na prevenção e controle da dengue. A descontinuidade de programas de combate ao mosquito, cortes orçamentários e falta de articulação entre os entes federativos dificultam ações integradas de enfrentamento da doença (MACHADO et al., 2021). A pandemia da COVID-19 também desviou recursos humanos e financeiros da vigilância em saúde, comprometendo ações preventivas e de controle vetorial (OLIVEIRA & SOUSA, 2022).

Crises econômicas afetam tanto a capacidade do Estado em investir em infraestrutura sanitária quanto a capacidade das famílias em manter medidas preventivas em seus domicílios. Além disso, a dengue acarreta elevados custos diretos e indiretos para o sistema de saúde, incluindo hospitalizações, perda de produtividade e óbitos (GOMES et al., 2020). Assim, o impacto econômico da doença reforça o ciclo de vulnerabilidade social e sanitária.

3.1.1 Relação entre mudanças climáticas e o aumento da população do vetor

De acordo com Moraes et al. (2020), o aumento da temperatura média global está diretamente relacionado à expansão geográfica e conseqüentemente, ao crescimento populacional do *Aedes aegypti*. Isso ocorre porque temperaturas mais elevadas aceleram o ciclo de vida do vetor, reduzem o tempo de incubação viral extrínseca e aumentam sua taxa de picadas, fatores que elevam significativamente o risco de transmissão da dengue.

Além da temperatura, a variação nos regimes de precipitação também influencia a proliferação do mosquito. Chuvas intermitentes e irregulares, combinadas com períodos de seca, criam ambientes propícios para a formação de criadouros artificiais em áreas urbanas, como apontam Silva et al. (2021). Os autores ressaltam que as mudanças nos padrões de chuvas intensificam a presença do vetor em regiões anteriormente não endêmicas.

Estudos mais recentes reforçam essa perspectiva. Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2023), *os cenários futuros indicam uma elevação significativa na densidade vetorial do Aedes aegypti em diversas regiões do Brasil até 2050, especialmente na Região Sul, historicamente menos afetada*. Esse aumento está associado tanto ao aquecimento global quanto à urbanização desordenada e à falta de saneamento básico.

Outro aspecto relevante é o impacto da elevação da temperatura na sobrevivência dos ovos do mosquito. Conforme evidenciado por Cardoso et al. (2022), ovos depositados em ambientes secos podem resistir por meses e, ao entrarem em contato com a água durante chuvas ocasionais, completam seu ciclo de desenvolvimento. Isso demonstra como pequenas variações climáticas podem manter a população do vetor ativa durante todo o ano.

Por fim, estudos apontam que os eventos climáticos extremos, como enchentes e secas prolongadas, também contribuem para a adaptação do vetor a novos ambientes. Lima e Torres (2024) observaram que o *Aedes aegypti* tem mostrado uma capacidade crescente de adaptação a diferentes condições ambientais, o que potencializa sua presença em altitudes mais elevadas e regiões anteriormente não afetadas.

Dessa forma, evidencia-se que as mudanças climáticas têm um impacto direto e multifatorial sobre a dinâmica populacional do *Aedes aegypti*, favorecendo sua reprodução, dispersão e resistência. Com isso, torna-se essencial o desenvolvimento de políticas públicas integradas que aliem vigilância climática, controle vetorial e planejamento urbano sustentável.

3.1.2 Estratégias de controle do mosquito: tecnologias inovadoras e desenvolvimento da vacina

Diversas estratégias têm sido implementadas para o controle do *Aedes aegypti*, incluindo o uso de tecnologias inovadoras e o desenvolvimento de vacinas. Uma das tecnologias promissoras é o Método *Wolbachia*, que consiste na introdução da bactéria

Wolbachia nos mosquitos, reduzindo sua capacidade de transmitir o vírus da dengue. Estudos demonstraram que essa abordagem pode reduzir significativamente a incidência da doença em áreas urbanas.

Estudos recentes têm evidenciado que a implementação de estratégias de Educação Ambiental voltadas ao combate da dengue pode gerar impactos concretos na redução dos casos da doença, especialmente em contextos urbanos vulneráveis. Segundo Costa et al. (2020), “ações educativas contínuas, aliadas à participação comunitária, contribuíram para uma queda de até 35% nos focos de *Aedes aegypti* em comunidades urbanas monitoradas em Recife” (COSTA et al., 2020, p. 112).

Outro estudo, realizado por Lima et al. (2021) em bairros periféricos de Fortaleza (CE), identificou que projetos educativos em escolas, combinados com visitas domiciliares e campanhas locais, resultaram em uma diminuição de 40% na notificação de casos de dengue após seis meses de intervenção. Os autores ressaltam que “a abordagem participativa, com foco em práticas ambientais corretas e eliminação de criadouros, mostrou-se mais eficaz que as ações puramente punitivas ou esporádicas” (LIMA et al., 2021, p. 88).

Além disso, Ferreira e Andrade (2019) analisaram a aplicação de oficinas de Educação Ambiental em municípios do interior de São Paulo e observaram que, nos locais onde houve maior engajamento da população, os índices de infestação predial (IIP) caíram significativamente. Eles concluíram que “o conhecimento ambiental e o senso de pertencimento territorial são fatores-chave para o sucesso no controle do vetor” (FERREIRA; ANDRADE, 2019, p. 75).

Outro método inovador que tem ganhado destaque é o uso da bactéria *Wolbachia*. Introduzida artificialmente nos mosquitos *Aedes aegypti*, essa bactéria reduz a capacidade do vetor de transmitir arboviroses. Segundo dados do World Mosquito Program, áreas como Niterói (RJ) e Belo Horizonte (MG) observaram redução de até 70% nos casos de dengue após a liberação de mosquitos com *Wolbachia* (GARCIA et al., 2022). O sucesso da estratégia está relacionado à sua sustentabilidade ecológica e ao impacto duradouro na população de vetores.

Outra estratégia é o uso de Estações Disseminadoras de Larvicidas (EDLs), que visam controlar a população de mosquitos em áreas de difícil acesso. Além disso, o Brasil tem investido na pesquisa e desenvolvimento de vacinas contra a dengue. O Instituto Butantan está em fase avançada de testes clínicos de uma vacina tetravalente, com resultados promissores em termos de eficácia e segurança.

O controle do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue, Zika e Chikungunya,

representa um dos maiores desafios de saúde pública no Brasil. Nas últimas décadas, avanços tecnológicos e científicos têm permitido o desenvolvimento de estratégias inovadoras para o combate ao vetor, ultrapassando os métodos tradicionais baseados exclusivamente no uso de inseticidas e controle mecânico de criadouros. (CARVALHO et al., 2021; FACURE et al., 2021).

Uma das principais inovações no controle vetorial é o uso do mosquito geneticamente modificado (OGM). A técnica consiste na liberação de machos estéreis ou geneticamente programados para produzir descendentes inviáveis. Estudos realizados com o mosquito OX5034, desenvolvido pela empresa Oxitec, demonstraram uma redução significativa da população de *Aedes aegypti* em áreas urbanas (CARVALHO et al., 2021). Essa tecnologia se mostra promissora por não depender do uso de inseticidas, diminuindo o risco de resistência química.

Além das vacinas e biotecnologias, há também investimentos em sistemas de monitoramento digital e inteligência artificial para rastrear e prever surtos, utilizando dados climáticos, notificações de casos e imagens de satélite. Essas ferramentas contribuem para ações mais rápidas e localizadas (FERREIRA et al., 2020).

Portanto, o controle do mosquito *Aedes aegypti* tem evoluído com o auxílio de tecnologias inovadoras, que, em conjunto com o desenvolvimento de vacinas mais eficazes, oferecem perspectivas mais promissoras para o enfrentamento da dengue no Brasil.

A crescente incidência da dengue no Brasil e em diversos países tropicais tem impulsionado o desenvolvimento de estratégias inovadoras para o controle do vetor *Aedes aegypti*. As abordagens convencionais, como o uso de inseticidas e eliminação de criadouros, embora importantes, mostraram-se insuficientes diante da resistência do mosquito e da complexidade dos fatores ambientais envolvidos. Assim, tecnologias emergentes e o desenvolvimento de vacinas têm ganhado destaque como estratégias complementares e promissoras.

3.1.3 Armadilhas inteligentes e geotecnologias

O uso de armadilhas inteligentes, que capturam e monitoram a presença do mosquito por meio de sensores, e ferramentas de geoprocessamento permitem um controle mais preciso e localizado dos focos de infestação. Segundo Lima e Rocha (2023), sistemas de georreferenciamento e análise de big data têm auxiliado na tomada de decisão rápida pelas autoridades de saúde. “A integração de dados

geoespaciais com inteligência artificial tem permitido ações mais assertivas e eficazes no combate à dengue” (LIMA & ROCHA, 2023, p. 89).

Quadro 1: Redução de População do Mosquito em Diferentes Tecnologias

| Tecnologia | Redução Populacional (%) |
|--------------------------------|--------------------------|
| Mosquitos Transgênicos | 95% |
| Mosquitos com <i>Wolbachia</i> | 69% |
| Métodos Tradicionais | 40% |

Fonte: Adaptado de Carvalho et al., 2021; Moreira, 2020.

3.1.4 Vacinas contra a Dengue: Avanços Recentes

A vacina tem sido uma das estratégias mais aguardadas para o controle da dengue, dada a dificuldade em controlar completamente o vetor. Em 2023, a vacina Qdenga (TAK-003), da farmacêutica Takeda, foi aprovada pela Anvisa para uso no Brasil.

De acordo com Silva et al. (2024), a Qdenga demonstrou eficácia de 80% contra hospitalizações e 61% contra casos sintomáticos em estudos clínicos com mais de 20 mil participantes. “A aprovação da Qdenga representa um marco importante na luta contra a dengue, com eficácia significativa mesmo em indivíduos soronegativos” (SILVA et al., 2024, p. 74).

No entanto, desafios permanecem, como a necessidade de campanhas de vacinação bem estruturadas e a análise de custo-efetividade em diferentes contextos epidemiológicos.

Quadro 2: Eficácia de Vacinas contra a Dengue

| Vacina | Eficácia Geral | Eficácia Contra Hospitalização |
|------------|----------------|--------------------------------|
| Qdenga | 61% | 80% |
| Dengvaxia* | 60% | 65% |

Fonte: Silva et al., 2024; WHO, 2023.

As estratégias inovadoras de controle do *Aedes aegypti*, como mosquitos transgênicos e *Wolbachia*, aliadas ao avanço nas vacinas como a Qdenga, representam marcos significativos no combate à dengue. No entanto, essas

abordagens devem ser implementadas em conjunto com políticas públicas integradas, educação ambiental e vigilância epidemiológica contínua.

Paralelamente às ações de controle vetorial, o desenvolvimento de vacinas contra a dengue tem avançado consideravelmente. A primeira vacina aprovada, a Dengvaxia® (Sanofi Pasteur), apresenta eficácia variável e restrições quanto à aplicação, sendo recomendada apenas para pessoas previamente infectadas (WHO, 2022). No entanto, novas vacinas estão em desenvolvimento e implantação. A vacina Qdenga® (TAK-003), da farmacêutica Takeda, demonstrou resultados positivos em ensaios clínicos de fase 3, com eficácia geral de 80,2% contra dengue sintomática e proteção contra hospitalizações de 90,4% (BISWAL et al., 2021).

No Brasil, a Qdenga foi aprovada pela Anvisa em 2023, marcando um novo momento na prevenção da dengue. Diferente da Dengvaxia, a Qdenga pode ser administrada em indivíduos soronegativos, ampliando seu alcance e potencial de impacto nas campanhas de vacinação (ANVISA, 2023). Especialistas apontam que a incorporação da vacina ao Programa Nacional de Imunizações pode ser um divisor de águas no enfrentamento das epidemias (SILVA; MONTEIRO, 2024).

3.2 A importância da Educação Ambiental na luta contra a dengue

A EA desempenha um papel central na promoção da saúde pública, especialmente quando se trata de doenças como a dengue, cuja prevenção depende fortemente da participação ativa da população. A EA, ao estimular a consciência crítica e o engajamento comunitário, torna-se uma aliada essencial na transformação de práticas cotidianas que favorecem a proliferação do *Aedes aegypti*.

Segundo Silva et al. (2021), *“a Educação Ambiental possibilita a construção de conhecimentos e atitudes que levam à mudança de comportamentos individuais e coletivos, contribuindo significativamente para a prevenção de arboviroses como a dengue”* (Silva et al. 2021, p. 98). Essa abordagem educativa não se limita à transmissão de informações, mas busca desenvolver uma compreensão integrada entre meio ambiente, saúde e cidadania.

Além disso, Oliveira et al. (2023) destacam que *a EA pode fortalecer o vínculo entre as comunidades e os agentes de saúde, promovendo ações articuladas e sustentáveis de combate ao vetor. A autora enfatiza que “campanhas educativas eficazes precisam considerar as realidades locais e envolver ativamente os moradores na identificação e eliminação de criadouros”* (OLIVEIRA et al., 2023, p. 45).

Nessa mesma perspectiva, Pinto et al. (2011) destacam a EA como uma boa estratégia para sensibilização da população, bem como a redução significativa dos casos de dengue. Os autores apontam que, ao realizarem eventos temáticos e palestras educativas com a comunidade, os números da dengue em um município do Rio de Janeiro começaram a cair. Assim, foi compreendido que, com as ações de EA, a comunidade conseguiu compreender melhor os efeitos e necessidade de combater o mosquito.

A escola também se destaca como espaço estratégico para a disseminação de práticas preventivas. De acordo com Moraes e Cunha (2020), incluir a temática da dengue nos currículos escolares contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e atuantes. A educação, nesse contexto, atua como ferramenta de mobilização social e de fortalecimento da responsabilidade coletiva.

Arantes et al. (2023), ao utilizar o ambiente escolar para disseminar a EA no combate contra a dengue no estado do Goiás, puderam identificar que projetos lúdicos auxiliaram na contextualização e importância do combate contra o mosquito. Por meio do projeto intitulado “Xô Dengue”, os alunos conseguiram compreender e internalizar os fatores que envolvem a dengue, bem como o estado crítico de saúde coletiva. Assim, ao conquistar uma sensibilização com os alunos, o projeto se tornou eficaz.

Além de projetos nas escolas, Marteis et al. (2011) destacam a utilização de cartilhas pedagógicas, as quais configuram-se como ferramentas didáticas eficazes na disseminação de informações junto à população. No que diz respeito a educação em saúde, especialmente no enfrentamento da dengue, esses materiais acabam desempenhando um papel fundamental tanto na sensibilização acerca da problemática da doença quanto na transmissão na biologia do vetor (MARTEIS et al., 2011)

Portanto, a luta contra a dengue exige mais do que ações pontuais de combate ao mosquito: requer um processo contínuo de sensibilização e formação crítica. A Educação Ambiental, quando integrada às políticas de saúde pública, oferece caminhos para a construção de uma cultura preventiva e ecológica, capaz de enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crescente urbanização desordenada.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste trabalho evidencia que a dinâmica da

dengue no Brasil está inserida em um contexto complexo, multifatorial e interdependente, no qual fatores biológicos, climáticos, sociais, políticos e econômicos interagem de maneira sinérgica para favorecer a persistência e a expansão da doença. A crescente incidência de casos nas últimas décadas, inclusive em regiões anteriormente menos afetadas, reforça a necessidade de compreender a dengue não apenas como um problema sanitário, mas como um reflexo das vulnerabilidades estruturais do país.

As mudanças climáticas, em especial o aumento das temperaturas médias e a intensificação de eventos extremos como chuvas e secas, desempenham papel decisivo na proliferação do *Aedes aegypti*, vetor da doença. Essas alterações ambientais não apenas ampliam o território propício à reprodução do mosquito, como também aumentam a taxa larval e aumentam sua resistência aos métodos tradicionais de controle.

Nesse cenário, estratégias inovadoras de enfrentamento têm demonstrado potencial para mitigar os impactos da dengue. O uso de tecnologias como mosquitos geneticamente modificados, a introdução da bactéria *Wolbachia*, armadilhas inteligentes e sistemas de geoprocessamento, aliado ao avanço no desenvolvimento de vacinas como a Qdenga, representa um avanço significativo na luta contra a doença. No entanto, tais tecnologias, por si só, não são suficientes.

É fundamental que essas inovações sejam incorporadas em políticas públicas integradas, sustentadas por investimentos contínuos em infraestrutura, saneamento básico, educação em saúde e fortalecimento da vigilância epidemiológica. A desigualdade social, ainda tão presente no território brasileiro, continua sendo um dos principais agravantes da vulnerabilidade à dengue, afetando de forma desproporcional as populações em situação de maior risco.

Diante disso, a superação dos desafios impostos pela dengue exige não apenas soluções tecnológicas, mas também uma abordagem interdisciplinar e intersetorial que articule os diversos níveis de governo, a sociedade civil e a comunidade científica. O enfrentamento eficaz da doença passa necessariamente por um modelo de desenvolvimento urbano sustentável, equitativo e resiliente às mudanças climáticas. Somente por meio de ações será possível reduzir a incidência da dengue e mitigar seus impactos sobre a saúde pública no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Anvisa aprova nova vacina contra dengue da Takeda**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2023.

ARANTES, Ana Paula Felix; DA SILVA, Leandro Monteiro; DA SILVA, Luana Carvalho. Projeto “Xô Dengue”: iniciativa de educação ambiental em um colégio da rede pública de ensino do estado de Goiás. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 5, p. 69-78, 2023.

BISWAL, S., Borja-Tabora, C., Martinez Vargas, L., et al. Efficacy of a tetravalent dengue vaccine in healthy children and adolescents. **New England Journal of medicine**, 384(17), 2021.

CARDOSO, R. A.; MENDES, T. L.; ALMEIDA, M. F. Influência da temperatura na viabilidade dos ovos de *Aedes aegypti* em ambientes urbanos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 25, 2022.

CARVALHO, D. O., McKemey, A. R., Garziera, L., et al. Suppression of a Field Population of *Aedes aegypti* in Brazil by Sustained Release of Transgenic Male Mosquitoes. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 15(1), 2021.

CAVALCANTI, L. P. G., Oliveira, R. M., & ALENCAR, C. H. Changes in climatic factors and the incidence of dengue in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2020.

COSTA, R. M.; SOARES, P. H.; ALBUQUERQUE, M. J. Educação Ambiental e controle do *Aedes aegypti*: impactos em comunidades urbanas do Nordeste brasileiro. **Revista Saúde em Foco**, v. 12, n. 1, p. 108-115, 2020.

ESTEVES, Michael Mohandas; GRIEP, Rubens; OLIVEIRA, Hugo Razini. COMPORTAMENTO EPIDEMIOLÓGICO DAS INTERNAÇÕES POR DENGUE NO BRASIL: UM ESTUDO DE 2019 A 2023. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 11, p. 326-338, 2024.

FACURE, Camila Gouvêa et al. Dengue e COVID-19 em Minas Gerais: análise macrorregional dos casos, internações e investimentos na assistência à saúde durante a pandemia. **Revista Thema**, v. 20, p. 73-88, 2021.

FERNANDES, Ciro Octávio de Souza et al. Arboviroses emergentes e reemergentes no Brasil: dengue, chikungunya e zika. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 8, p. 5036-5048, 2024.

FERREIRA, A. C., SANTOS, D. R., & LIMA, M. A. Inteligência artificial e georreferenciamento no monitoramento da dengue. **Revista de Saúde Pública e Tecnologia**, 12(3), 55–63, 2020.

FERREIRA, D. S.; ANDRADE, C. M. Oficinas de Educação Ambiental como ferramenta para o controle da dengue: estudo de caso em municípios paulistas. **Revista Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 3, p. 70-78, 2019.

GARCIA, G. A., Costa, M. D. L., & ANDRADE, M. S. Impacto da liberação de *Aedes*

aegypti com Wolbachia na incidência da dengue em Niterói, RJ. **Cadernos de Saúde Pública**, 2022.

GOMES, A. F., Nobre, A. A., & Cruz, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and weather variables in Brazil: A panel study. **BMC Public Health**, 20, 2020.

LIMA, G., & ROCHA, R. Uso de tecnologias digitais no controle de arboviroses. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 26, 2023.

LIMA, P. R.; TORRES, L. A. Adaptação do *Aedes aegypti* às mudanças ambientais e seus impactos na saúde pública. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2024.

LIMA, T. C.; NASCIMENTO, L. J.; BARROS, M. A. A influência da educação ambiental na prevenção da dengue em territórios vulneráveis. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2021

LOURENÇO, de Oliveira, R., & FAILLOUX, A.-B. High risk for dengue transmission in Brazil. **The Lancet Regional Health - Americas**, 8, 2022.

MACHADO, J. P., Lima, A. S., & ALMEIDA, A. S. Políticas públicas de saúde e a resposta à dengue no Brasil: avanços e desafios. **Cadernos de Saúde Pública**, 2021.

MARTEIS, Letícia S. et al. Abordagem sobre dengue na educação básica em Sergipe: análise de cartilhas educativas. **Scientia Plena**, v. 7, n. 6, p. 1-8, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico**: Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2023.

MORAES, F. R. et al. Mudanças climáticas e a emergência de arboviroses no Brasil: uma análise integrativa. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 126, p. 150-162, 2020.

MORAES, L. F.; CUNHA, M. L. A Educação Ambiental como estratégia de prevenção à dengue nas escolas públicas brasileiras. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 66-80, 2020.

MOREIRA, L. A. Impacto da Wolbachia na transmissão da dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, 36(3), 2020.

OLIVEIRA, D. S. et al. Participação comunitária e Educação Ambiental no enfrentamento da dengue: uma análise de práticas educativas em territórios vulneráveis. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 31, n. 1, p. 40-48, 2023.

OLIVEIRA, L. R., & SOUSA, M. J. Impactos da pandemia de COVID-19 na vigilância de arboviroses no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 25, 2022.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Relatório de Avaliação Nacional**: Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação às Mudanças Climáticas. Brasília: PBMC, 2023. Disponível em: <https://www.pbmc.coppe.ufrj.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

PINTO, Poliana de Souza; PINTO, Fernanda de Oliveira; DUARTE, Shaytner Campos. A Dengue e sua relação com Educação Ambiental no município de Quissamã/RJ. **Revista Científica da Faculdade de Medicina de Campos**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 14–18, 2013.

SILVA, A. P., et al. Vacinação contra a dengue no Brasil: avanços e desafios. **Jornal Brasileiro de Medicina Tropical**, 57, 2024.

SILVA, N. M., GONÇALVES, M. L., & FERREIRA, D. R. Dengue: desafios para o controle de uma doença em expansão. **Revista de Saúde Pública**, 55, 89, 2021.

SILVA, R. A.; MENDES, P. F.; LIMA, J. B. Educação Ambiental e saúde: contribuições para o controle do *Aedes aegypti*. *Saúde e Ambiente em Foco*, v. 5, n. 3, p. 94-102, 2021.

SILVA, R. T., & MONTEIRO, L. H. Vacinação contra dengue no Brasil: Desafios e perspectivas após a aprovação da Qdenga®. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 27, 2024.

TEIXEIRA, T. R. A., SIQUEIRA, J. B., & LOPES, J. S. Determinantes sociais e ambientais da dengue no Brasil. **Saúde em Debate**, 43(123), 128–144, 2019.

WHO. **Dengue vaccine**: Qdenga. World Health Organization. Retrieved from, 2023.

WHO. World Health Organization. Dengue vaccine: WHO position paper – September 2022. **Weekly Epidemiological Record**, 97(36), 445–468, 2022.