

Dengue sob a perspectiva da saúde única: determinantes socioambientais, avanços vacinais e desafios de governança no cenário brasileiro

Dengue from a one health perspective: socioenvironmental determinants, vaccine advances, and governance challenges in the brazilian scenario

Ana Carolina Diniz da Silva¹

Andressa Gomes Gonçalves¹

Beatriz Brumana Alves¹

Erik Gabriel Tomikawa Tini¹

Larissa da Silva Oliveira¹

Letícia Silva Ribeiro¹

Roberta Jamile Martins Guedes¹

Joice de Freitas Fonseca¹

Resumo

A dengue representa um dos mais complexos desafios para a saúde pública brasileira, cuja dinâmica de transmissão é agravada por determinantes socioambientais, mudanças climáticas e pela cocirculação simultânea de múltiplos sorotipos virais. Esta revisão narrativa analisou criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a doença, abordando determinantes epidemiológicos, avanços biotecnológicos em vacinação e desafios contemporâneos de governança sob a perspectiva da Saúde Única (*One Health*). A busca foi conduzida nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO e Google Acadêmico, abrangendo o período de 2015 a 2025, com seleção de 17 estudos primários. Os resultados evidenciam que o vírus sequestra o metabolismo lipídico celular para replicação e que a imunidade cruzada heteróloga, potencializada pela reatividade

¹ Centro Universitário Una Betim

com o vírus Zika, amplifica significativamente o risco de formas clínicas graves. No cenário vacinal, imunizantes de segunda geração, como a TAK-003 (Qdenga), e o desenvolvimento nacional da Butantan-DV, com eficácia de 79,6%, superaram as limitações de amplificação dependente de anticorpos (ADE) das plataformas pioneiras, consolidando-se como estratégias prioritárias para o Sistema Único de Saúde (SUS). Concomitantemente, a efetividade dessas intervenções biotecnológicas é comprometida pela infodemia digital, que permeia 29,74% dos debates sobre vacinação em mídias sociais e impulsiona a hesitação vacinal. Conclui-se que o controle sustentável das arboviroses urbanas requer a superação de modelos reativos sazonais, mediante a consolidação de governança intersetorial permanente, adoção de metodologias educativas participativas e incorporação de tecnologias de saúde digital e ciência cidadã.

Palavras-chave: Dengue; Vacinas contra Dengue; Saúde Única; Infodemia; Governança em Saúde.

ABSTRACT

Dengue represents one of the most complex challenges for Brazilian public health, with transmission dynamics aggravated by socioenvironmental determinants, climate change, and the simultaneous co-circulation of multiple viral serotypes. This narrative review critically analyzed the available scientific evidence on the disease, addressing epidemiological determinants, biotechnological advances in vaccination, and contemporary governance challenges from a One Health perspective. The search was conducted in the PubMed/MEDLINE, SciELO, and Google Scholar databases, covering the period from 2015 to 2025, resulting in the selection of 17 primary studies. The results demonstrate that the virus hijacks host cell lipid metabolism for replication and that heterologous cross-immunity, enhanced by cross-reactivity with the Zika virus, significantly amplifies the risk of severe clinical forms. In the vaccine landscape, second-generation immunizers, such as TAK-003 (Qdenga), and the domestic development of Butantan-DV, with an efficacy of 79.6%, have overcome the antibody-dependent enhancement (ADE) limitations of pioneering platforms, consolidating themselves as priority strategies for the Unified Health System (SUS). Concurrently, the effectiveness of these biotechnological interventions is compromised by the digital infodemic, which permeates 29.74% of vaccine-related debates on social media and drives vaccine hesitancy. It is concluded that the sustainable control of urban arboviruses requires moving past seasonal reactive models through the consolidation of permanent intersectoral governance, the adoption of participatory educational methodologies, and the incorporation of digital health technologies and citizen science.

Keywords: Dengue; Dengue Vaccines; One Health; Infodemic; Health Governance.

Introdução

A dengue permanece como um importante problema de saúde pública global, evidenciado pelo crescimento expressivo no número de casos, óbitos e pela expansão territorial da doença nas últimas décadas. No Brasil e em diversos países, esse cenário está diretamente associado a determinantes estruturais e socioambientais, tais como a urbanização acelerada e desordenada, a precariedade do saneamento básico e as mudanças climáticas (GURGEL GONCALVES; OLIVEIRA; CRODA, 2024; YIN et al., 2022). Esse ecossistema complexo não apenas favorece a proliferação e dispersão do vetor, mas amplia as áreas de risco, evidenciando a insuficiência das estratégias tradicionais de controle vetorial isoladas.

Diante dessas limitações, o campo da prevenção avançou substancialmente com o desenvolvimento de novas tecnologias biológicas, com destaque para as vacinas contra a dengue (ROCHA et al., 2024). Contudo, a implementação dessas vacinas enfrenta desafios multifacetados. Sob a perspectiva biomédica, persistem limitações relacionadas à segurança a longo prazo, variabilidade da resposta imunológica e a necessidade de monitoramento da imunidade cruzada com outras arboviroses circulantes, como o vírus Zika (ESTOFOLETE et al., 2023; PARRA-GONZÁLEZ et al., 2025). Sob a perspectiva social, a eficácia dessas campanhas de imunização tem sido ameaçada por fatores comportamentais, incluindo a disseminação de informações incorretas em mídias sociais e a fragmentação de ações educativas tradicionais (MARAFINA et al., 2025; RIBEIRO et al., 2022).

Essa intrincada rede de fatores — que vai da resposta imunológica celular aos determinantes macroeconômicos e de comunicação — exige uma mudança de paradigma na vigilância epidemiológica. Nesse sentido, a abordagem da Saúde Única (*One Health*) emerge como um modelo fundamental, ao propor a convergência e a integração entre a saúde humana, animal e ambiental para o enfrentamento de arboviroses (DONG et al., 2025). Justifica-se, portanto, a necessidade de sintetizar o conhecimento disperso na literatura para compreender como essas diferentes dimensões se interconectam.

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a dengue, articulando seus determinantes

socioambientais e moleculares, os avanços nas estratégias de imunização e os desafios contemporâneos de governança e comunicação em saúde, sob a perspectiva integradora da Saúde Única. Tal abordagem justifica-se pela necessidade de superar visões fragmentadas sobre a doença, reconhecendo a interdependência entre saúde humana, saúde animal e equilíbrio ambiental como condição estrutural para o controle sustentável das arboviroses no Brasil.

Metodologia

O presente estudo constitui uma revisão narrativa da literatura sobre a dengue, com ênfase nas estratégias de prevenção e imunização, conduzida com o objetivo de sintetizar as evidências disponíveis acerca da doença sob a perspectiva da Saúde Única.

A busca bibliográfica foi realizada de forma consultiva nas bases de dados PubMed/MEDLINE, SciELO e Google Acadêmico, abrangendo o período de janeiro de 2015 a dezembro de 2025. Para a seleção da literatura, utilizaram-se descritores em saúde e palavras-chave combinados por operadores booleanos, estruturados da seguinte forma: *dengue AND (vaccines OR "health education" OR disinformation)*. Essa estratégia garantiu que todos os manuscritos recuperados estivessem categoricamente vinculados ao tema central da doença.

Foram incluídos artigos originais, revisões de literatura (narrativas, integrativas ou sistemáticas) e metaanálises publicados em português, inglês ou espanhol, disponíveis na íntegra de forma gratuita. Excluíram-se editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos e monografias. Adotou-se o corte temporal dos últimos dez anos devido ao dinamismo das evidências científicas sobre as vacinas e o cenário epidemiológico recente, abrindo-se exceção apenas para referências seminais indispensáveis para a contextualização histórica.

A seleção e avaliação dos estudos foram realizadas de forma independente pelos autores em três etapas sequenciais: triagem inicial por meio da leitura de títulos e resumos; leitura integral dos manuscritos pré-selecionados; e inclusão definitiva conforme a aderência ao escopo do artigo.

Para a extração e síntese dos dados, utilizou-se um quadro sinóptico padronizado contemplando: autoria, ano de publicação, objetivos, delineamento metodológico e principais achados aplicáveis às dimensões da Saúde Única. A partir do

universo de manuscritos elegíveis recuperados na busca inicial, selecionou-se um corpus final de 17 artigos de alta relevância técnica para subsidiar a discussão crítica desta revisão.

Revisão Bibliográfica

Dinâmica Epidemiológica Nacional, Interação Celular e o Fenômeno da Imunidade Cruzada

O panorama epidemiológico das arboviroses urbanas no Brasil, com ênfase na dengue, Zika e Chikungunya, consolida-se como um dos desafios transversais mais complexos para a saúde pública contemporânea. A análise histórica revela um padrão de crescimento contínuo no número de casos, na letalidade e na expansão territorial, transformando cenários sazonais em quadros de transmissão endêmica sustentada. Essa interiorização e metropolização das arboviroses está atrelada a determinantes socioambientais, como a urbanização desordenada, a precariedade do saneamento básico, as falhas no fornecimento de água, que forcem o armazenamento doméstico inseguro e a elevada densidade demográfica em periferias vulneráveis. Conforme destacado por Gurgel Gonçalves, Oliveira e Croda (2024), a mortalidade por dengue expandiu-se geograficamente de forma expressiva nas últimas décadas, demandando estratégias transdisciplinares de enfrentamento (BOGI; SISI; XIANMIN, 2025).

No recorte temporal recente, os sistemas de vigilância registraram oscilações peculiares. Durante a emergência da COVID-19, observou-se uma redução artificial nas notificações compulsórias de arboviroses. Essa retração decorreu de um subdiagnóstico motivado pela sobrecarga dos serviços de atenção primária, pelo receio da população em acessar unidades de saúde e pela sobreposição de sintomas febris agudos com a síndrome respiratória. Superada a fase crítica pandêmica, os anos subsequentes testemunharam um efeito de rebote epidemiológico, culminando no ano de 2024, que se estabeleceu como a maior epidemia de dengue registrada na história do país (GURGEL GONCALVES; OLIVEIRA; CRODA, 2024). Até o encerramento do primeiro semestre daquele ano, o Brasil contabilizou aproximadamente 6 milhões de casos prováveis e mais de 4.000 óbitos confirmados, evidenciando uma crise assistencial sem

precedentes na saúde coletiva aliada à cocirculação de múltiplos sorotipos virais (GURGEL GONCALVES; OLIVEIRA; CRODA, 2024).

A velocidade da transmissão urbana é amplificada pela plasticidade ecológica e pela aclimação do vetor *Aedes aegypti*. O mosquito coloniza microambientes antropogênicos, depositando ovos em recipientes artificiais de água parada no interior de residências, imóveis desocupados e terrenos baldios privados de coleta regular de resíduos. Esse cenário macroestrutural une-se às alterações climáticas globais, como os fenômenos *El Niño* e *La Niña*, além do aquecimento atmosférico. A elevação das temperaturas médias e a intensificação de pluviosidades extremas reduzem o período de incubação extrínseca do vírus no vetor, aceleram o ciclo reprodutivo do inseto e expandem sua distribuição geográfica rumo a latitudes anteriormente consideradas indenese.

O mapeamento de risco urbano demonstra que a precisão preditiva dos modelos matemáticos é otimizada pela integração de dados climáticos, indicadores socioeconômicos e infraestrutura de saneamento. Como evidenciado por Parveen et al. (2023), a escala espacial adotada para a análise (seja bairro, distrito ou município) altera significativamente os *outputs* de risco, revelando bolões de vulnerabilidade onde a incidência é substancialmente superior à média municipal. Adicionalmente, a complexidade nacional é agravada pela cocirculação simultânea dos quatro sorotipos virais da dengue (DENV 1-4), do vírus Zika e da Chikungunya. De acordo com os achados de Bogi, Sisi e Xianmin (2025), essa circulação paralela impõe barreiras ao diagnóstico clínico inicial dada a sobreposição de manifestações comuns (febre, cefaleia, mialgia e artralgia), o que desafia o planejamento de contingência e gera desafios de reatividade cruzada sorológica em testes de RT-PCR e antígeno NS1.

No nível molecular, a patogênese da dengue é coordenada pela interação entre a biologia viral e a resposta imunológica do hospedeiro. O DENV é um arbovírus envelopado pertencente à família *Flaviviridae*, com genoma de RNA de fita simples com polaridade positiva. Sua estrutura apresenta três proteínas estruturais: capsídeo (C), responsável pelo empacotamento genético; membrana (M), encarregada da maturação viral; e envelope (E), que interage com os receptores das células hospedeiras e medeia a fusão de membranas. O genoma

codifica ainda sete proteínas não estruturais (NS1, NS2A, NS2B, NS3, NS4A, NS4B e NS5) envolvidas na replicação viral e na evasão imune.

A infecção humana estabelece-se após a inoculação viral na derme por meio da saliva da fêmea do vetor durante o repasto sanguíneo. O patógeno infecta macrófagos teciduais, células dendríticas e *quepatingócitos*. A partir do sítio primário, as células dendríticas migram para os linfonodos regionais, de onde o DENV atinge a circulação sanguínea e o sistema linfático, disseminando-se para órgãos-alvo como fígado, baço e medula óssea.

Em condições de homeostase, a resposta inata e adaptativa tenta conter a progressão viral por meio da secreção de citocinas pró-inflamatórias (interferons de tipo I) e da ativação citotóxica coordenada por linfócitos T CD4⁺ e CD8⁺, encarregados da lise de células infectadas e da memória imunológica ativa contra o sorotipo homólogo. Contudo, a proteína não estrutural NS5 possui a capacidade de suprimir a via de sinalização dos interferons através da degradação proteassômica de fatores de transcrição celular. Sob o bloqueio do interferon, o genoma viral replica-se de forma maciça, gerando uma elevada carga viral que se correlaciona com o aumento do risco de manifestações clínicas severas.

Esse cenário de gravidade encontra seu principal determinante no fenômeno da imunidade cruzada heterológa, ou Amplificação Dependente de Anticorpos (*Antibody-Dependent Enhancement* — ADE) (BOGI; SISI; XIANMIN, 2025). Embora uma infecção primária confira imunidade homóloga permanente, os anticorpos IgG gerados são incapazes de neutralizar de forma eficaz os demais três sorotipos em uma reinfecção subsequente (BOGI; SISI; XIANMIN, 2025). Em uma infecção heterológa secundária, esses anticorpos preexistentes ligam-se ao novo sorotipo de forma parcial e não neutralizante. Em vez de promover a destruição do patógeno, o complexo vírus-anticorpo acopla-se aos receptores Fc-gama expressos na superfície de monócitos e macrófagos, mimetizando uma via de entrada facilitada que culmina em uma internalização celular otimizada e em taxas de replicação superiores às da infecção primária.

Adicionalmente, os linfócitos T de memória gerados na infecção inicial sofrem um processo de ativação disfuncional durante a reinfecção (“pecado original antigênico”, conceito que descreve a tendência do sistema imune de priorizar a

resposta imunológica ao patógeno encontrado previamente, em detrimento da resposta otimizada ao novo sorotipo). Ao reconhecerem os epítomos do novo sorotipo com menor afinidade, essas células proliferam inadequadamente, retardando o *clearance* viral e desencadeando uma secreção desordenada de citocinas pró-inflamatórias e mediadores vasoativos, a denominada “tempestade de citocinas”. Esse insulto inflamatório altera a integridade estrutural das junções de oclusão vascular endotelial, promovendo o aumento severo da permeabilidade vascular, extravasamento plasmático para o terceiro espaço, choque volêmico e manifestações hemorrágicas graves.

Estudos clínicos contemporâneos demonstraram que esse risco de exacerbação imunopatológica não se limita à interação sequencial entre os sorotipos isolados da dengue. Evidências indicam que a persistência histórica do vírus Zika introduziu uma nova variável de complexidade imunológica. Conforme demonstrado por Estofolete et al. (2023), a imunidade preexistente mediada por anticorpos IgG anti-Zika induz um fenômeno de reatividade cruzada deletério durante um episódio agudo subsequente de dengue. A análise retrospectiva de uma coorte de 1.043 pacientes evidenciou que indivíduos portadores de anticorpos anti-Zika exibiram um incremento de 2,3 vezes no risco de evolução para formas graves da doença e uma elevação de 3,4 vezes nas taxas de internação e hospitalização (ESTOFOLETE et al., 2023). Esse grupo específico manifestou maior incidência de sangramentos espontâneos e plaquetopenia severa, comprovando que o histórico de exposição ao Zika atua como um modulador e biomarcador epidemiológico de alto risco para o manejo da dengue (ESTOFOLETE et al., 2023).

No nível molecular, Xie et al. (2025) demonstraram que o ciclo replicativo do DENV depende criticamente do sequestro do metabolismo lipídico celular: o vírus recruta vias de síntese de colesterol, ácidos graxos e esfingolipídios para criar estruturas de membrana denominadas “fábricas virais” no retículo endoplasmático, protegendo o complexo de replicação da degradação enzimática. Adicionalmente, a indução da lipofagia mobiliza ácidos graxos livres que sustentam a biossíntese de novos vírions. Do ponto de vista translacional, essa dependência lipídica representa um alvo terapêutico promissor, dado que a inibição farmacológica seletiva de enzimas celulares-chave poderia interromper o

ciclo replicativo sem comprometer diretamente o genoma viral, uma abordagem com menor risco de resistência quando comparada às terapias antivirais convencionais (XIE et al., 2025).

O Panorama Vacinal contra a Dengue: Das Plataformas Tradicionais aos Avanços Biotecnológicos

A complexidade imunológica descrita e a necessidade de gerar uma resposta imune simultânea contra os quatro sorotipos virais transformaram o desenvolvimento de vacinas contra a dengue em um dos maiores desafios biotecnológicos da medicina moderna. Historicamente, a busca por uma vacina eficaz esteve imersa em debates sobre segurança e viabilidade econômica para sistemas públicos de países em desenvolvimento. A análise retrospectiva realizada por Silveira (2018) em metaanálise baseada em ensaios clínicos conduzidos entre 2000 e 2016 reflete o ceticismo técnico que marcou a primeira fase da vacinação global. Os dados apontavam que os imunizantes de primeira geração exibiam uma eficácia global moderada a baixa, fixada em uma média de 44%, com desempenho criticamente inferior para o sorotipo DENV-2, além de projetarem um impacto orçamentário elevado e custos de implementação excessivamente altos para a incorporação em massa no SUS (SILVEIRA, 2018).

O principal expoente dessa primeira geração foi a vacina quimérica atenuada recombinante CYD-TDV, registrada como Dengvaxia (CHAVES, 2024; VIANA et al., 2024). Desenvolvida tendo como esqueleto genético o vírus da febre amarela modificado para expressar as proteínas estruturais de envelope e membrana dos quatro sorotipos da dengue, a CYD-TDV manifestou limitações técnicas severas pós-licenciamento. Conforme avaliado por Viana et al. (2024), o imunizante falhou em induzir uma resposta imune balanceada em indivíduos soronegativos. Nesse subgrupo, a vacina atuou como uma primeira infecção silenciosa e de baixa intensidade; consequentemente, quando esses indivíduos eram expostos ao vetor selvagem, os anticorpos de baixa afinidade gerados desencadeavam o mecanismo de ADE, precipitando formas graves de dengue e taxas elevadas de hospitalização pediátrica (VIANA et al., 2024). Diante disso, as agências reguladoras restringiram a indicação da CYD-TDV exclusivamente para populações com comprovação laboratorial de infecção prévia (CHAVES, 2024; VIANA et al., 2024).

A transição para as vacinas de segunda geração logrou superar esse gargalo imunológico através de esqueletos genéticos homólogos e técnicas avançadas de atenuação, materializando-se com a introdução da vacina TAK-003, comercializada como Qdenga (CHAVES, 2024; VIANA et al., 2024). A TAK-003 adota como base estrutural o vírus da dengue sorotipo 2 (DENV-2) selvagem atenuado, modificado geneticamente para conter os genes das proteínas de superfície dos sorotipos 1, 3 e 4 (VIANA et al., 2024). Essa arquitetura molecular confere ao imunizante a capacidade de induzir uma resposta imune celular mediada por linfócitos T e uma síntese de anticorpos neutralizantes abrangente. Ensaios clínicos longitudinais demonstraram que a TAK-003 apresenta alta eficácia na prevenção de episódios sintomáticos e na redução das taxas de internação hospitalar por dengue grave (VIANA et al., 2024). O diferencial biotecnológico crucial da TAK-003, corroborado na revisão de Chaves (2024), reside na sua ampla eficácia e segurança demonstrada independentemente do sorostatus prévio do indivíduo, eliminando a exigência de triagem sorológica pré-vacinal e viabilizando a sua incorporação no Programa Nacional de Imunizações (PNI) do SUS.

Nesse cenário de evolução, o Brasil assumiu um papel de protagonismo global com o desenvolvimento clínico da vacina Butantan-DV (CHAVES, 2024). Desenvolvida pelo Instituto Butantan, a Butantan-DV configura-se como uma vacina tetravalente viva atenuada que utiliza os próprios vírus da dengue dos sorotipos 1, 3 e 4 submetidos a deleções genéticas específicas para atenuação, combinados a uma quimera do sorotipo 2. Os resultados dos ensaios clínicos de fase III conduzidos em território nacional e consolidados por Chaves (2024) revelaram que a Butantan-DV atingiu um índice de eficácia clínica pontual de 79,6% contra a infecção sintomática geral, estabelecendo o maior índice de eficácia entre as vacinas testadas no país. O perfil vacinal demonstrou excelente tolerabilidade, alta imunogenicidade em dose única e uma proteção homogênea entre indivíduos soronegativos e soropositivos, posicionando a vacina nacional como uma ferramenta robusta para o controle epidemiológico em larga escala, reduzindo a dependência de insumos importados e oferecendo sustentabilidade econômica ao SUS (CHAVES, 2024).

Apesar do êxito alcançado pelas vacinas vivas atenuadas contemporâneas, a literatura aponta que o futuro da imunização global caminha em direção ao desenvolvimento de plataformas de próxima geração que eliminem o risco de replicação viral e instabilidade genética no hospedeiro. Destacam-se as pesquisas focadas nas vacinas baseadas em Partículas Semelhantes a Vírus (*Virus-Like Particles* — VLPs). Conforme discutido por Parra-González et al. (2025), as VLPs consistem em complexos multiproteicos organizados que mimetizam a topografia externa e a simetria geométrica dos capsídeos e envelopes dos quatro sorotipos do DENV, possuindo alta densidade de epítomos neutralizantes. Contudo, essas partículas são destituídas de material genético, sendo incapazes de realizar replicação intracelular ou infectar tecidos (PARRA-GONZÁLEZ et al., 2025). Essa abordagem biotecnológica elimina riscos de reversão de virulência, atenua reações adversas sistêmicas, mitiga o risco de ADE e demonstra alto potencial para induzir respostas imunes equilibradas (PARRA-GONZÁLEZ et al., 2025). Além disso, a produção em biorreatores utilizando sistemas de expressão heteróloga otimiza a estabilidade biológica e térmica do produto final, reduzindo a dependência de cadeias de frio complexas e facilitando a logística de distribuição global em larga escala (PARRA-GONZÁLEZ et al., 2025).

Governança Intersetorial, Educação Participativa e o Enfrentamento da Infodemia

A consolidação de avanços biotecnológicos estagna em sua aplicabilidade prática caso o desenho das políticas públicas ignore a complexidade dos determinantes sociais e institucionais que regem o território urbano. Historicamente, o enfrentamento da dengue tem sido pautado por abordagens biomédicas e intervenções focadas no combate químico emergencial ao vetor (uso de “fumaçê”), operando sob uma lógica sazonal e reativa. Esse modelo tradicional demonstra esgotamento técnico diante do padrão cíclico das epidemias, evidenciando que o controle sustentável do *Aedes aegypti* exige uma transição para uma governança intersetorial permanente, capaz de atuar sobre as causas macroestruturais da proliferação vetorial. A governança intersetorial deve ser entendida como a articulação horizontal entre diferentes secretarias governamentais (Saúde, Educação, Infraestrutura Urbana, Meio Ambiente) e a sociedade civil organizada, visando solucionar problemas complexos que

transcendem as competências isoladas do setor sanitário. Sem essa sinergia, as ações de vigilância epidemiológica reduzem-se a paliativos temporários diante de falhas estruturais crônicas, como a ausência de saneamento e coleta regular de resíduos.

Na base operacional dos serviços, a eficácia das intervenções territoriais encontra-se limitada por fragilidades históricas na gestão do trabalho na Atenção Primária. Pessoa et al. (2016) evidenciaram falhas operacionais críticas na articulação, comunicação e divisão de responsabilidades entre os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e os Agentes de Combate às Endemias (ACE), com forte fragmentação do processo de trabalho e indefinição de competências. Embora integrem o mesmo território de atuação e compartilhem o objetivo comum de mitigar o risco epidemiológico, esses profissionais frequentemente trabalham de forma isolada e compartimentada. A ausência de reuniões conjuntas de planejamento e de sistemas de informação unificados impede o cruzamento de dados clínicos (localização de casos febris suspeitos) com os dados entomológicos (índices de infestação predial), fragmentando o cuidado. Contudo, demonstrou-se que a atuação sinérgica e interprofissional potencializa a territorialização e as ações de educação em saúde, sendo indispensável para a efetividade das estratégias de controle vetorial sob a ótica da Saúde Única (PESSOA et al., 2016).

Paralelamente, às iniciativas de educação em saúde vinculadas a programas institucionais como o Programa Saúde na Escola (PSE) têm replicado um modelo pedagógico tradicional, verticalizado e meramente conteudista. A análise da execução do PSE realizada por Ribeiro et al. (2022) revela que as ações preventivas contra arboviroses restringem-se, predominantemente, à transmissão passiva e unidirecional de informações por meio de palestras expositivas e distribuição de panfletos durante semanas de mobilização pontuais. Este formato falha ao desconsiderar os determinantes comportamentais, ao marginalizar os saberes populares preexistentes na comunidade e ao excluir os agentes territoriais (ACS e ACE) e os alunos do papel de sujeitos ativos do processo de promoção da saúde (RIBEIRO et al., 2022). O distanciamento verificado entre as diretrizes teóricas originárias e a sua prática em sala de aula resulta em uma

baixa retenção de conhecimento e em uma adesão populacional limitada às medidas de eliminação de criadouros (RIBEIRO et al., 2022).

Para reverter esse quadro de fragmentação pedagógica, a literatura demonstra o impacto positivo da incorporação de metodologias ativas de ensino e de dispositivos infocomunicacionais interdisciplinares. Projetos de intervenção fundamentados na pesquisa-ação e pautados na metodologia da problematização por meio do Arco de Charles Maguerez, como observado em experiências conduzidas por Gonçalves et al. (2022) em Matinhos-PR, comprovam que o engajamento de crianças e jovens no diagnóstico real do seu território estimula o desenvolvimento de uma consciência socioambiental e ecológica crítica. Ao identificar ativamente os focos de proliferação do vetor no entorno institucional e propor soluções coletivas articuladas com a comunidade, os estudantes passam a atuar como agentes multiplicadores perenes de práticas preventivas, promovendo a eliminação ativa de criadouros (GONÇALVES et al., 2022). Nessa mesma vertente dialógica, o desenvolvimento experimental de ferramentas como o “Almanaque DCZ” por Marteleto et al. (2025) demonstra o potencial de dispositivos de comunicação híbridos (que integram elementos textuais, imagéticos e simbólicos) para atuar como mediadores éticos entre o discurso técnico-científico e as vivências comunitárias na Estratégia de Saúde da Família (ESF), rompendo com o paradigma impositivo e unidirecional das campanhas tradicionais.

A necessidade de reestruturação dos canais de comunicação pública em saúde ganha contornos de urgência diante do fenômeno contemporâneo da infodemia, potencializado pela disseminação em larga escala de desinformação digital nas redes sociais. A infodemia caracteriza-se pelo excesso volumoso de informações disponíveis sobre determinada patologia, dificultando o acesso da população a orientações seguras baseadas em evidências científicas. O estudo qualiquantitativo de Marafina et al. (2025) focado na análise de conteúdo de mídias sociais brasileiras revelou dados alarmantes: identificou-se desinformação em 29,74% do corpus de comentários analisados acerca da vacina contra a dengue. A arquitetura dessas notícias falsas estrutura-se a partir de cinco eixos temáticos essenciais: vetores de desinformação, politização ideológico-partidária da vacina, hesitação e recusa vacinal, difusão de teorias conspiratórias sobre

efeitos adversos e a validação de relatos empíricos individuais descontextualizados (MARAFINA et al., 2025).

Este ecossistema desinformativo gera consequências diretas para a saúde pública, atuando como o principal catalisador da hesitação vacinal, minando campanhas de imunização em massa e impulsionando a busca por tratamentos caseiros ineficazes ou automedicação perigosa com anti-inflamatórios não esteroides, que elevam o risco de hemorragias em quadros agudos de dengue (MARAFINA et al., 2025). Sob a perspectiva transdisciplinar da Saúde Única (*One Health*), os impactos causados pelas infodemias digitais são profundos e sistêmicos, uma vez que a distorção da percepção pública rompe o equilíbrio das intervenções coordenadas que unem a saúde humana, a saúde animal e o manejo sustentável do meio ambiente, comprometendo desde ações de vigilância epidemiológica a estratégias de controle de zoonoses e conservação sanitária dos territórios. Os algoritmos de engajamento das plataformas digitais, concebidos para maximizar a retenção do usuário através da monetização de conteúdos emocionais e polarizados, atuam como caixas de ressonância que aceleram a velocidade de propagação da desinformação em detrimento da comunicação científica tradicional.

Contudo, em contraposição aos riscos da digitalização social, o avanço da ciência da saúde digital (*eHealth*) e o emprego de tecnologias da informação oferecem novos mecanismos de resiliência para o controle epidemiológico de campo. A modernização dos processos de trabalho dos Agentes de Combate às Endemias por meio da substituição de formulários de papel por dispositivos móveis (tablets) integrados a sistemas de geoprocessamento em tempo real permitiu um salto qualitativo na gestão em saúde. Conforme evidenciado por Cavalcanti et al. (2023), o uso de geotecnologias otimiza o tempo de resposta e gera mapas de calor preditivos em tempo real para a gestão, permitindo o direcionamento ágil das equipes de campo, embora persistam desafios associados à conectividade instável em áreas periféricas e à necessidade de investimentos contínuos em capacitação técnica e letramento digital de agentes sêniores.

Adicionalmente, a implementação de plataformas de vigilância participativa baseadas nos conceitos de ciência cidadã expande as fronteiras do controle social. Como demonstrado por Silva et al. (2024), ao disponibilizar aplicativos

móveis que permitem ao cidadão comum fotografar, georreferenciar e denunciar criadouros do vetor diretamente aos órgãos municipais de vigilância, converte-se o smartphone da população em uma ferramenta ativa de corresponsabilidade sanitária. Essa estratégia participativa digital acelera substancialmente a localização de criadouros críticos situados no interior de propriedades privadas e imóveis fechados de difícil acesso para as rotinas tradicionais do ACE, atuando como um braço extensor e sinérgico ao trabalho das equipes de saúde (SILVA et al., 2024).

A convergência entre essas estratégias, governança intersetorial, educação participativa, saúde digital e vigilância cidadã, representa a operacionalização concreta dos princípios da Saúde Única no contexto das arboviroses urbanas. Sob esse marco teórico, a dengue deixa de ser tratada como problema exclusivo do setor saúde e passa a ser compreendida como resultante de desequilíbrios nos eixos humano-animal-ambiental: a urbanização desordenada fragmenta ecossistemas e cria microambientes artificiais favoráveis ao vetor; o aquecimento climático expande a distribuição geográfica do *Aedes aegypti*; e as iniquidades sociais determinam a distribuição desigual do risco epidemiológico e do acesso às intervenções preventivas. Nesse sentido, apenas a superação das compartimentações setoriais e disciplinares pode produzir respostas proporcionais à complexidade do problema, conferindo caráter verdadeiramente transdisciplinar ao enfrentamento das arboviroses.

Discussão

Os achados desta revisão narrativa revelam que o controle da dengue no Brasil é condicionado por três eixos interdependentes: a dinâmica imunopatológica do vírus, os avanços biotecnológicos em vacinologia e as fragilidades estruturais da governança em saúde. A integração desses eixos sob a perspectiva da Saúde Única não é meramente conceitual: ela determina, na prática, a efetividade das intervenções disponíveis.

Do ponto de vista imunológico, os dados de Estofolete et al. (2023) sobre a reatividade cruzada Zika-dengue e os mecanismos de ADE descritos por Bogi, Sisi e Xianmin (2025) confirmam que a cocirculação de arboviroses no território brasileiro cria um perfil de risco epidemiológico sem paralelo em outras regiões

endêmicas. Esse cenário desafia modelos vacinais desenvolvidos em contextos de mono-arbovirose, reforçando a necessidade de plataformas adaptadas ao perfil sorológico da população brasileira, exatamente o diferencial que posiciona a Butantan-DV como prioridade estratégica para o PNI.

No eixo vacinal, a progressão da CYD-TDV para a TAK-003 e, na sequência, para a Butantan-DV ilustra uma trajetória de aprendizado técnico-regulatório que superou progressivamente as limitações de segurança das plataformas pioneiras. Contudo, a aprovação regulatória pela ANVISA e a incorporação efetiva ao SUS dependem de estudos de farmacovigilância pós-comercialização e de uma logística equitativa de distribuição nacional, dimensões ainda insuficientemente abordadas na literatura incluída nesta revisão e que constituem lacunas prioritárias para pesquisas futuras.

No eixo da governança, os dados de Marafina et al. (2025) sobre infodemia e de Ribeiro et al. (2022) sobre as limitações do PSE convergem para um diagnóstico comum: as estratégias de comunicação e educação em saúde não acompanharam a evolução biotecnológica das vacinas. A mais eficaz das vacinas tem efetividade reduzida se a população-alvo não adere à imunização. Nesse sentido, a superação da hesitação vacinal exige intervenções tão robustas quanto os próprios ensaios clínicos vacinais, envolvendo metodologias de comunicação participativa, letramento científico e ciência cidadã como componentes estruturantes das políticas públicas.

Por fim, a dimensão One Health desta revisão evidencia uma lacuna crítica: a ausência quase total de estudos que articulem a dengue com a saúde animal e a biodiversidade. O ciclo silvestre do DENV, a utilização de primários não humanos como sentinelas sorológicos e a interface entre desmatamento, urbanização e expansão vetorial são dimensões negligenciadas na literatura nacional, o que compromete a formulação de respostas verdadeiramente integradas ao problema.

Considerações Finais

A análise integrada da dinâmica epidemiológica da dengue sob a perspectiva da Saúde Única revela que o enfrentamento eficaz desta arbovirose exige a superação de modelos assistenciais sazonais e puramente reativos. A complexidade do cenário brasileiro, agravada por determinantes macroestruturais,

pelas alterações climáticas e pelo fenômeno da imunidade cruzada heteróloga, incluindo a interface imunológica deletéria com o vírus Zika, demonstra que as estratégias isoladas de combate químico ao vetor são historicamente insuficientes para conter a expansão territorial da doença.

Nesse panorama, as vacinas de segunda geração — TAK-003 (Qdenga) e Butantan-DV — consolidam-se como marcos biotecnológicos que superam as limitações das plataformas precursoras, notadamente o risco de ADE em soronegativos. A Butantan-DV, com eficácia de 79,6% em dose única e perfil de segurança homogêneo independentemente do sorostatus prévio, representa um avanço estrutural para o PNI e para a soberania tecnológica nacional em saúde. Contudo, a implementação efetiva dessas ferramentas pressupõe cobertura vacinal ampla e equitativa, o que requer o enfrentamento simultâneo da hesitação vacinal alimentada pela infodemia digital. A superação desse desafio comunicacional impõe a reestruturação das estratégias de educação em saúde, substituindo modelos verticais e conteudistas por abordagens dialógicas, territoriais e participativas, comprometidas com o letramento científico crítico da população.

Por fim, o controle sustentável das arboviroses urbanas demanda a consolidação de uma governança intersetorial permanente que integre as secretarias de Estado, alinhe os processos operacionais entre os agentes de saúde (ACS e ACE) na Atenção Primária e incorpore as inovações da saúde digital (*eHealth*). A convergência entre sistemas de geoprocessamento em tempo real, vigilância participativa baseada na ciência cidadã e o engajamento comunitário crítico materializa o modelo transdisciplinar necessário para mitigar os riscos socioambientais e assegurar a resiliência sanitária no cenário nacional.

Referências

- BOGI, D.; SISI, F.; XIANMIN, F. Dengue: advances in epidemiology, pathogenesis, diagnostic methods, and vaccine development. **Journal of Biomedical Science**, v. 32, n. 1, p. 45-58, 2025. <https://doi.org/10.1186/s12929-025-01124-x>
- CAVALCANTI, M. S. et al. Mobile technology and geoprocessing applied to endemic disease control agents: opportunities and challenges. **Epidemiologia e**

Serviços de Saúde, v. 32, n. 2, e2023012, 2023.
<https://doi.org/10.1590/S2237-96222023000200012>

CHAVES, T. S. S. Dengue vaccines: an integrative review of the efficacy of vaccines tested in Brazil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 48, e104, 2024. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2024.104>

DONG, L. et al. One Health approach for arbovirus surveillance and control: a global paradigm shift. **The Lancet Global Health**, v. 13, n. 4, e201-e210, 2025. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(25\)00042-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(25)00042-3)

ESTOFOLETE, C. F. et al. Influence of previous Zika virus infection on the clinical outcome of dengue: a retrospective cohort study. **Clinical Infectious Diseases**, v. 77, n. 3, p. 412-420, 2023. <https://doi.org/10.1093/cid/ciad300>

GONÇALVES, E. C. P. et al. Programa Saúde na Escola: projeto de intervenção contra a dengue em Matinhos-PR. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 13, n. 1, p. 89-98, 2022. <https://doi.org/10.36661/2358-0399.2022v13i1>

GURGEL GONCALVES, R.; OLIVEIRA, W. K.; CRODA, J. A maior epidemia de dengue no Brasil: vigilância, prevenção e controle. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 57, e2024012, 2024. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0012-2024>

MARAFINA, T. et al. Elementos de desinformação na percepção pública sobre a vacina contra a dengue no Brasil: uma análise de comentários em mídias sociais. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 41, n. 2, e00254124, 2025. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT254124>

MARTELETO, R. M. et al. Construção de um dispositivo de informação e comunicação em saúde: almanaque DCZ (Dengue, Chikungunya, Zika). **Informação & Sociedade**, v. 35, n. 1, p. 140-158, 2025. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2025v35n1>

PARRA-GONZÁLEZ, M. et al. Overcoming dengue vaccine challenges through next-generation virus-like particle immunization strategies. **Trends in Biotechnology**, v. 43, n. 3, p. 310-322, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2024.09.008>

PARVEEN, S. et al. A systematic review on modeling methods and influential factors for dengue risk mapping in urban settings. **International Journal of Health Geographics**, v. 22, n. 1, p. 14, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12942-023-00333-6>

PESSOA, P. M. et al. Controle da dengue: os consensos produzidos por Agentes de Combate às Endemias e Agentes Comunitários de Saúde sobre as ações integradas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 8, p. 2421-2432, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015218.18042016>

RIBEIRO, M. C. et al. Programa Saúde na Escola: desafios da educação em saúde para prevenir Dengue, Zika e Chikungunya. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 75, n. 4, e20210459, 2022. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0459>

ROCHA, A. B. et al. Biotechnological advances in arbovirus prevention: the role of vaccine platforms. **Revista Brasileira de Infectologia**, v. 28, n. 2, p. 45-53, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.bjinf.2024.103745>

SILVA, R. A. et al. Community-based participatory surveillance and citizen science apps for *Aedes aegypti* monitoring in Brazil. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 12, n. 1, p. 67-78, 2024. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.02145>

SILVEIRA, L. T. C. Eficácia da vacina contra dengue: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 1, p. 34-45, 2018. <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000622>

VIANA, L. R. C. et al. Eficácia das vacinas contra dengue na prevenção da doença em crianças. **Jornal de Pediatria**, v. 100, n. 2, p. 132-141, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2023.09.007>

XIE, Y. et al. Dengue virus and lipid metabolism: unraveling the interaction for future therapeutic approaches. **Virology Journal**, v. 22, n. 1, p. 88, 2025. <https://doi.org/10.1186/s12985-025-02310-6>

YIN, Z. et al. Climate change and the expansion of dengue fever vector habitats. **Global Change Biology**, v. 28, n. 18, p. 5411-5423, 2022. <https://doi.org/10.1111/gcb.16316>