

FACULDADE SANTA LUZIA
CURSO DE FÁRMACIA

RONALD GOMES ANDRADE

**USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS
PARA PREVISÃO DE SURTOS DE DENGUE**

SANTA INÊS-MA

2026

RONALD GOMES ANDRADE

**USO DA INTELIGENCIA ARTIFICIAL NA ANALISE DE DADOS AMBIENTAIS
PARA PREVISÃO DE SURTOS DE DENGUE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Santa Luzia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de graduado em Farmácia.

Orientador(a): Me. Icaro Rodrigo Dutra Cunha.

SANTA INÊS-MA

2026

RONALD GOMES ANDRADE

**USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS
PARA PREVISÃO DE SURTOS DE DENGUE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Santa Luzia, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de graduado
em Farmácia.

BANCA EXAMINADORA

Me. Icaro Rodrigo D. Cunha
Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Me. Alexandre C. dos Reis
Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Dra. Roberto S. Duarte Gondim
Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Santa Inês – MA 28 de maio de 2026

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
REFERÊNCIAS	12

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS PARA PREVISÃO DE SURTOS DE DENGUE

Ronald Gomes Andrade¹

Me. Icaro Rodrigo Dutra Cunha.²

RESUMO

A dengue é um dos problemas de saúde pública mais urgentes, especialmente em países tropicais onde as condições ambientais promovem a proliferação do vetor *Aedes aegypti*. Tecnologias inovadoras (por exemplo, inteligência artificial (IA)) tornaram-se uma forma cada vez mais promissora de prever surtos de doenças nesse contexto. Este estudo investiga o uso de IA na previsão da dengue a partir de dados ambientais. Para realizar esta revisão integrativa da literatura, foi adotada uma abordagem qualitativa e descritiva para buscas realizadas em bases de dados científicas como PubMed, SciELO, IEEE Xplore, ScienceDirect, Web of Science e a Biblioteca Virtual em Saúde. Os estudos foram publicados entre 2014 e 2025 e analisaram a aplicação da IA para prever surtos de dengue. Os resultados indicam que modelos baseados em aprendizado de máquina e aprendizado profundo têm alta capacidade de prever a ocorrência, especialmente quando combinados com fatores ambientais como temperatura, umidade e precipitação. Conclui-se que a inteligência artificial representa uma ferramenta eficaz para aprimorar a vigilância epidemiológica, permitindo a antecipação de surtos e a implementação de medidas preventivas mais eficientes.

Palavras-chave: Dengue; *Aedes aegypti*; Inteligência Artificial; Modelos Preditivos; Fatores Ambientais.

¹ Graduando em Farmácia pela Faculdade Santa Luzia. E-mail: 2086@faculdadesantaluzia.edu.br

² Farmacêutico Hospitalar e Clínico, Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Maranhão; Docente do curso de Farmácia da Faculdade Santa Luzia. E-mail: icaro.faculdadesantaluzia.edu.br.

ABSTRACT

Dengue is one of the most urgent public health problems, especially in tropical countries where environmental conditions favor the proliferation of the vector *Aedes aegypti*. Innovative technologies, such as Artificial Intelligence (AI), have increasingly become a promising approach for predicting disease outbreaks in this context. This study investigates the use of AI in dengue prediction based on environmental data. To conduct this integrative literature review, a qualitative and descriptive approach was adopted, with searches performed in scientific databases such as PubMed, SciELO, IEEE Xplore, ScienceDirect, Web of Science, and the Virtual Health Library. The studies were published between 2014 and 2025 and analyzed the application of AI to predict dengue outbreaks. The results indicate that models based on machine learning and deep learning have a high capacity to predict occurrence, especially when combined with environmental factors such as temperature, humidity, and precipitation. It is concluded that Artificial Intelligence represents an effective tool to improve epidemiological surveillance, enabling the anticipation of outbreaks and the implementation of more efficient preventive measures.

Keywords: Dengue; Artificial Intelligence; Machine Learning; Epidemiological Monitoring; Environmental Factors.

1. INTRODUÇÃO

A dengue é um dos principais problemas de saúde pública em países tropicais e subtropicais, com alta incidência e ampla distribuição geográfica. É uma doença infecciosa transmitida por vírus do gênero *Flavivirus*, principalmente através do mosquito *Aedes aegypti*, cuja propagação é diretamente determinada por certas condições ambientais, incluindo altas temperaturas, alta umidade e acúmulo de água parada (Oms, 2023). Recentemente, a urbanização não planejada, juntamente com as mudanças climáticas, tem desempenhado um papel significativo na expansão da dengue em regiões globais, como no Brasil (Gubler, 2011; Moraes *et al.*, 2019).

As características da transmissão da dengue são muito dependentes de gatilhos ambientais e também contribuem para a dinâmica do ciclo de vida do vetor e comportamento replicativo viral. Pesquisas relataram que fatores climáticos, incluindo temperatura, precipitação e umidade relativa, são responsáveis pela mudança sazonal da doença (Liu-Helmersson *et al.*, 2014).

O aumento da temperatura acima do solo, por exemplo, resulta em taxas de crescimento de mosquitos mais rápidas e tempos de incubação mais curtos para a doença, enquanto o aumento das chuvas promove o estabelecimento de locais de reprodução e o aumento da população do vetor (Messina *et al.*, 2019). Dentro deste paradigma, a vigilância epidemiológica é crucial para medir a dengue e a ação de controle. Mecanismos tradicionais de vigilância são baseados em relatórios de casos, o que é um problema, pois é difícil prever o surto com antecedência, já que se baseia apenas no estudo de casos anteriores (Teixeira *et al.*, 2009).

Este gargalo enfatiza a necessidade do desenvolvimento de novas abordagens para integrar variáveis que facilitem previsões aprimoradas. Nesse sentido, no campo da saúde pública, a inteligência artificial (IA) tem sido uma parceria vital. A inteligência artificial (IA) compreende uma série de métodos computacionais capazes de simular técnicas de cognição humana, como aprendizado, reconhecimento de padrões e processos de tomada de decisão (Russel; Norving, 2021).

Em termos de sistemas de saúde, algoritmos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo possibilitam uma grande quantidade de informações no domínio da epidemiologia, onde padrões complexos ligados à ocorrência de doenças infecciosas podem ser discernidos a partir de enormes quantidades de dados (Esteve *et al.*, 2019).

A aplicação da inteligência artificial na previsão de surtos de dengue tem sido estudada há muito tempo. Observou-se que modelos para previsão de tais surtos baseados em algoritmos (por exemplo, redes neurais artificiais, Random Forest, Máquinas de Vetores de Suporte etc.) fornecem alta capacidade preditiva, especialmente se usados com dados ambientais e epidemiológicos (ZHAO *et al.*, 2020; Guo *et al.*, 2017).

Essas abordagens levam ao desenvolvimento de sistemas de alerta precoce, que determinam zonas de risco, podendo prever surtos e, assim, levar à adoção de opções preventivas. Além disso, o desenvolvimento de ferramentas de coleta de dados, como leituras ambientais de estações meteorológicas, imagens baseadas em satélite e sensores ambientais, aumentaram o potencial de aplicação do papel da IA na vigilância epidemiológica (Khan *et al.*, 2020; Messina *et al.*, 2019).

O uso simultâneo desses conjuntos de dados permite o desenvolvimento de modelos dinâmicos online e offline para atualização de previsões e tomada de decisões em saúde pública (Khan *et al.*, 2020).

Apesar das tendências melhoradas descritas, tem sido difícil aplicar a inteligência artificial para prever surtos de dengue. A disponibilidade e a qualidade dos dados são fatores determinantes quando olhamos para o desempenho dos modelos e frequentemente identificados como fraquezas encontradas nos estudos pesquisados (Melchane *et al.*, 2024).

Além disso, a complexidade de vários algoritmos — particularmente métodos baseados em aprendizado profundo — pode limitar a interpretação dos resultados, reduzindo sua aplicabilidade prática por profissionais de saúde (Russel; Norvig, 2021; Esteve *et al.*, 2019). Portanto, é crucial compreender como a inteligência artificial tem sido aplicada à previsão de surtos de dengue e sua relação com fatores ambientais, bem como suas implicações na vigilância epidemiológica (Guo *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2020).

Para realizar essa análise, envolve um estudo específico de publicações científicas recentes, permitindo a identificação de métodos de pesquisa, incluindo as principais técnicas empregadas, fonte de dados e resultados, bem como a identificação dos obstáculos e desvantagens colocados pelo trabalho com dados (Khan *et al.*, 2020; Messina *et al.*, 2019).

Portanto, este estudo busca investigar como o uso da inteligência artificial para a previsão de surtos de dengue usando dados ambientais pode melhorar os esforços para aprimorar o monitoramento, prevenção e controle da doença. A importância deste estudo reside no apelo por abordagens criativas para lidar com doenças transmissíveis, particularmente onde as mudanças ambientais e urbanas são intensas.

Os sistemas de vocabulário controlado, como o Medical Subject Headings (MeSH), desenvolvido pela National Library of Medicine, e os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), elaborados pela BIREME, desempenham papel essencial na organização e recuperação de informações científicas na área da saúde. Enquanto o MeSH estrutura termos de forma hierárquica para indexação em bases biomédicas internacionais, o DeCS adapta esse sistema para o contexto da América Latina, incluindo termos em português e espanhol. A utilização desses vocabulários controlados permite a padronização dos descritores e a elaboração de estratégias de busca mais eficientes, aumentando a precisão e a relevância dos estudos selecionados em revisões científicas (National Library of Medicine; Bireme, 2023).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta é uma abordagem de pesquisa de revisão integrativa da literatura que combina métodos qualitativos e descritivos; tem como objetivo explorar o papel da inteligência artificial na previsão de surtos de dengue a partir de dados ambientais.

Este tipo de estudo permite integrar o conhecimento científico disponível e ajuda a detectar tendências, padrões e lacunas na literatura. Assim, foram realizadas buscas em bases de dados científicas estabelecidas, incluindo PubMed, SciELO, IEEE Xplore, ScienceDirect, Web of Science e a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). As buscas foram realizadas entre os meses de agosto e dezembro de 2025.

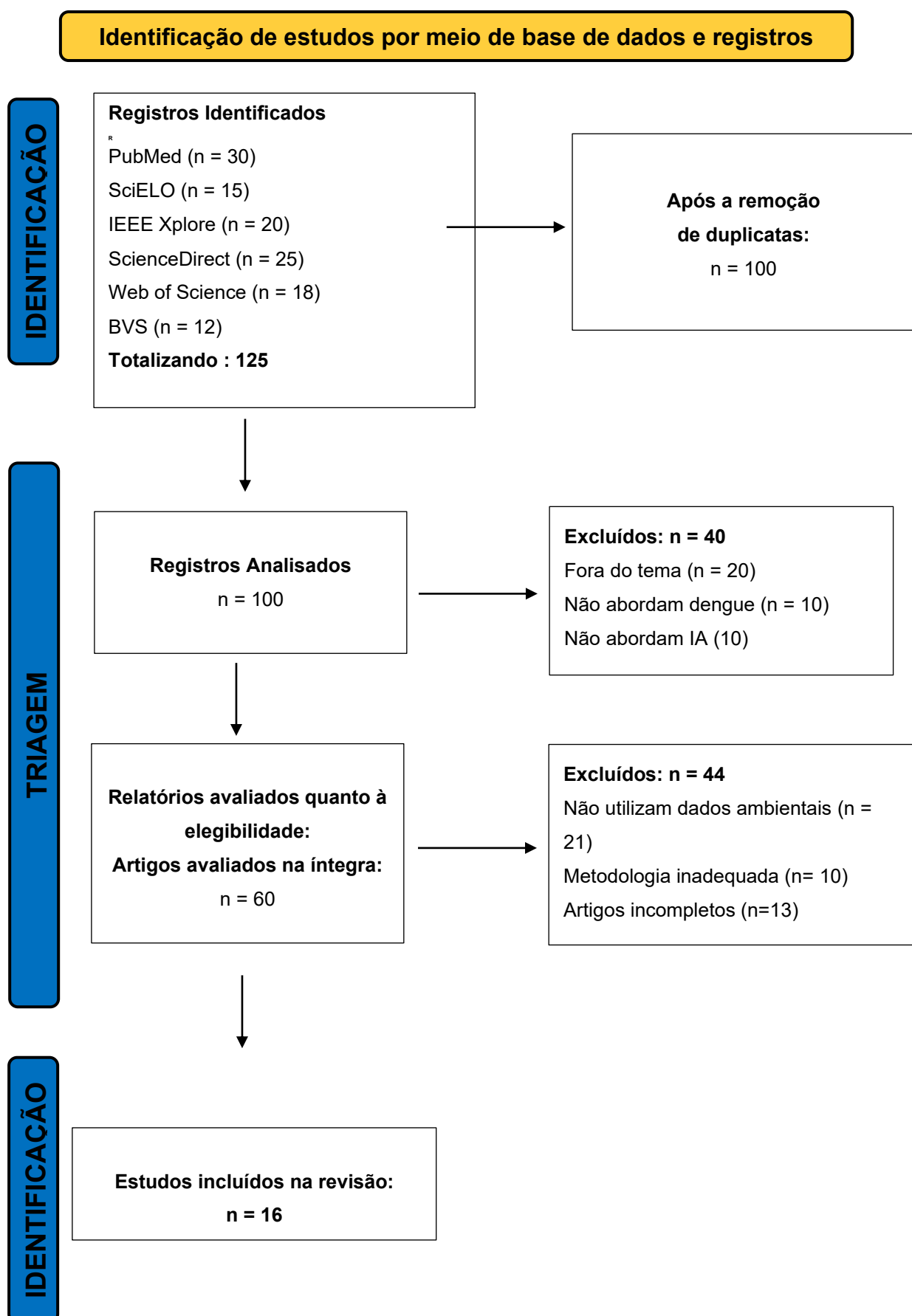
Descritores dos sistemas DeCS e MeSH foram utilizados em conjunto com operadores booleanos (por exemplo: "Dengue", "Inteligência Artificial", "Aprendizado de Máquina", "Dados Ambientais" e "Previsão de Surtos de Doenças"). A estratégia de busca aplicada foi combinações com os cabeçalhos como: "Dengue" E "Inteligência Artificial" E "Dados Ambientais".

Os critérios de inclusão adotados foram: artigos com texto completo publicados entre 2009 e 2025 em português, inglês ou espanhol e que abordassem diretamente o uso de inteligência artificial para prever surtos de dengue a partir de dados ambientais. Os estudos foram excluídos com base em artigos duplicados, artigos não relacionados ao tema, publicações incompletas, resumos simples e materiais sem rigor científico.

Após resumir os títulos, resumos e textos completos, foram encontrados 16 estudos que formaram a amostra final. Os dados foram então analisados de acordo com uma abordagem temática, levando em consideração variáveis associadas ao tipo subjacente de algoritmo utilizado, dados ambientais utilizados, localização do estudo e principais resultados encontrados.

Como esta pesquisa se baseia exclusivamente em dados secundários, não foi necessária submissão ao comitê de ética em pesquisa, conforme a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

Figura 01 – Fluxograma da Identificação dos Estudos



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na literatura revisada, constatou-se que a aplicação de IA na previsão de surtos de dengue surgiu como uma abordagem para melhorar a vigilância epidemiológica. A taxa significativa de publicações nesta área reflete o crescente interesse das comunidades científicas no uso de tecnologias computacionais para estudar doenças infecciosas, especialmente aquelas fortemente influenciadas por fatores ambientais, como a dengue (Messina *et al.*, 2019).

Principais modelos de inteligência artificial empregados: como algoritmos de aprendizado de máquina (Random Forest, Máquinas de Vetores de Suporte (SVM), regressão logística e árvores de decisão) e modelos de aprendizado profundo, como redes neurais artificiais e redes neurais recorrentes de Memória de Longo e Curto Prazo (LSTM).

Esses modelos são altamente eficazes para aprender com dados complexos e capturar padrões não lineares, como os presentes na modelagem epidemiológica da dengue (Guo *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2020).

Foi demonstrado que alguns modelos baseados em aprendizado profundo, particularmente o desempenho do LSTM no processamento de séries temporais, superaram outros na previsão da evolução dos casos. Eles têm vantagem porque esses modelos podem modelar dependências temporais e fatores sazonais que são cruciais para a dinâmica de transmissão da dengue (Esteva *et al.*, 2019).

Um achado chave encontrado na literatura é a relação significativa dos fatores ambientais com a prevalência da dengue. Temperatura, umidade relativa e precipitação têm sido consistentemente identificadas como determinantes da propagação do mosquito *Aedes aegypti* e, desde então, do aumento na transmissão da doença.

O aumento das temperaturas favorece o ciclo de vida do vetor e a replicação viral, e a precipitação contribui para a criação de locais de reprodução (Liu-Helmersson *et al.*, 2014; Messina *et al.*, 2019). Além disso, a correlação de dados ambientais com dados epidemiológicos e socioeconômicos tem sido encontrada para melhorar significativamente os modelos preditivos. Fatores como a densidade populacional, as condições de saneamento básico e a mobilidade urbana nos dão uma melhor compreensão de toda a dinâmica da doença, o que proporciona alguma possibilidade

e a possibilidade de projetar um modelo mais eficiente e mais preciso (MORAES et al., 2019).

Um avanço significativo adicional é a introdução de dados em tempo real. Pesquisas mostram que modelos treinados com dados climáticos atualizados são capazes de prever surtos com tempos de antecedência significativos e, portanto, podem realizar medidas preventivas mais eficazes. Essa previsibilidade é uma distinção crucial com a vigilância (re)predicativa antiga, que é tipicamente baseada na análise retrospectiva de dados (Teixeira *et al.*, 2009).

A literatura também fala sobre a promessa da IA no desenvolvimento de sistemas de alerta precoce. Ao identificar áreas de risco e emitir alertas antes dos surtos, esses sistemas permitem intervenções direcionadas de manejo de vetores e limitam a transmissão da doença (Khan *et al.*, 2020).

No entanto, mesmo com o progresso, o uso de inteligência artificial para prever surtos de dengue continua sendo um desafio. As entradas de dados usadas nos modelos têm muitas outras preocupações.

Dados incompletos, inconsistentes ou antigos podem comprometer severamente a precisão das previsões e, portanto, enfatizam a necessidade de melhores sistemas de informação (Alwakeel *et al.*, 2025).

Outra questão pertinente é que os bancos de dados não podem mais ser consistentes. A heterogeneidade nas fontes de dados torna impossível comparar estudos e a generalização do modelo para diferentes contextos geográficos pode ser restrita. As condições ambientais e sociais diferem consideravelmente entre as regiões, o que exige adaptação personalizada dos modelos (Villaneuva-Miranda *et al.*, 2025).

Além disso, uma limitação importante é que as interpretações dos resultados produzidos por modelos de inteligência artificial, especialmente quando são baseados em aprendizado profundo, não são interpretáveis. Muitos desses modelos são referidos como "caixas pretas", sem maneira de compreender como o modelo é desenvolvido no espaço preditivo.

Essa limitação enfraquece a confiança dos profissionais de saúde e gestores públicos no uso dessas tecnologias (Russel; Norvig, 2021).

Mas há outro fator essencial em ter a infraestrutura tecnológica necessária e o treinamento de recursos humanos para esses sistemas.

Em alguns países em desenvolvimento, onde a dengue é uma doença endêmica mais comum, há restrições de recursos que podem impedir a implementação generalizada dessas tecnologias (Gubler, 2011).

Não obstante essas ressalvas, as vantagens do uso de inteligência artificial na previsão de surtos de dengue estão bem documentadas. A capacidade de detectar relações ocultas, lidar com grandes quantidades de dados e fazer previsões mais inteligentes é um passo importante para a frente na vigilância epidemiológica.

Além disso, a aplicação de modelagem preditiva permite uma melhor gestão dos recursos em saúde pública, focando em intervenções direcionadas para reduzir o fardo da doença, como observado em regiões de alto risco para a população (Oms, 2023). Além disso, há potencial para a integração da IA com tecnologias como IoT e sistemas de monitoramento remoto.

Essa conexão de dados ambientais facilita a atualização iterativa dos modelos, fornecendo informações em tempo real para tomar decisões com base nisso (Khan *et al.*, 2020).

Além disso, com base nos estudos considerados, os modelos de IA podem ser contextualizados e modificados para diferentes situações epidemiológicas de acordo com as idiosincrasias locais, por exemplo, características climáticas, densidade populacional e socioeconômicas.

Com essa flexibilidade, a aplicabilidade dessas tecnologias em várias partes do mundo se torna ampla (Pezanowski *et al.*, 2024). Este trabalho, no entanto, tem algumas limitações, e, no geral, os resultados confirmam que a IA é útil para prever surtos de dengue em análise de dados ambientais próximos.

Empregar essas tecnologias melhora a vigilância epidemiológica, tornando-a mais proativa e baseada em evidências.

Mas, para que seja totalmente implementada, precisamos considerar o investimento na qualidade dos dados, padronização e treinamento dos profissionais. Isso permitiria que a aplicação da inteligência artificial na saúde pública fosse ampliada e também que os benefícios do uso da inteligência artificial no controle da dengue fossem ainda mais aprimorados.

Tabela 1 – Informações gerais sobre os estudos selecionados

TÍTULO	AUTOR E ANO	OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADO	CONCLUSÃO
Developing a dengue forecast model using machine learning	Guo <i>et al.</i> , 2017.	Desenvolver modelo de previsão da dengue	Machine Learning	Evidenciou papel na orientação e segurança	IA eficaz na previsão de surtos
Machine learning-based dengue prediction: a systematic review	Zhao <i>et al.</i> , 2020	Revisar aplicações de IA na dengue	Revisão sistemática	Modelos com boa precisão	IA melhora vigilância epidemiológica
The current and future global distribution of dengue	Messina <i>et al.</i> , 2019	Mapear risco global da dengue	Modelagem espacial	Forte associação com clima	Dados ambientais são essenciais
Climate change and Aedes vectors	Liu-Helmersson <i>et al.</i> , 2014	Avaliar impacto climático	Modelagem ambiental	Temperatura influencia transmissão	Mudanças climáticas ampliam risco
Artificial intelligence for environmental health data analysis	Khan <i>et al.</i> , 2020.	Aplicar IA em dados ambientais	Big Data + IA	Melhor previsão de doenças	Integração de dados melhora resultados
A guide to deep learning in healthcare	Esteva <i>et al.</i> , 2019.	Avaliar uso de deep learning na saúde	Revisão	Alta performance dos modelos	Limitação: interpretabilidade
Artificial Intelligence: A Modern Approach	Russel; Norving, 2021	Fundamentar conceitos de IA	Livro teórico	Explica funcionamento dos algoritmos	IA possui limitações interpretativas
Epidemiologia da dengue no Brasil	Teixeira <i>et al.</i> , 2009	Analisar comportamento epidemiológico	Estudo epidemiológico	Alta incidência da doença	Necessidade de vigilância eficiente
Dengue and severe dengue	Who, 2023.	Descrever impacto global da dengue	Relatório técnico	Doença em expansão	Importância da prevenção
Epidemiological trends of dengue in Braz	Moraes <i>et al.</i> , 2019	Avaliar tendência da doença	Estudo descritivo	Crescimento dos casos	Necessidade de controle contínuo

Machine learning approaches for vector-borne diseases	. Pezanowski <i>et al.</i> , 2024	Avaliar IA em doenças vetoriais	Revisão	Alta capacidade preditiva	IA auxilia na tomada de decisão
Artificial intelligence for global disease surveillance	Villanueva-Miranda <i>et al.</i> , 2025	Aplicar IA na vigilância global	Revisão	Melhor monitoramento	IA fortalece sistemas de saúde
Deep learning for infectious disease prediction	Alwakeel <i>et al.</i> , 2025.	Avaliar deep learning	Estudo computacional	Alta precisão	IA melhora previsão de surtos
Medical Subject Headings (MeSH)	National Library of Medicine, 2023	Padronizar termos para indexação e busca em bases biomédicas	Sistema de vocabulário controlado hierárquico	Organização eficiente da informação científica	Melhora a precisão na recuperação de estudo
Descritores em Ciências da Saúde (DeCS)	Bireme, 2023	Adaptar vocabulário MeSH para América Latina	Vocabulário controlado multilíngue	Ampliação do acesso à informação científica	Otimiza estratégias de busca em saúde
Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century	Gubler, 2011	Analisar os fatores responsáveis pela expansão da dengue no mundo	Revisão bibliográfica	Identificou que urbanização, globalização e mudanças ambientais aumentam a transmissão	A dengue é um problema crescente de saúde pública que exige estratégias de controle e vigilância

Fonte: Autores, 2026.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo indicou que o uso de inteligência artificial (IA) para prever episódios de dengue, e particularmente para análise de dados ambientais, representa uma grande conquista no monitoramento e vigilância epidemiológica. As análises mostraram que modelos de aprendizado de máquina e DL são altamente sensíveis na detecção de padrões complexos e na previsão da ocorrência de surtos com precisão preditiva.

Observou-se que fatores ambientais como temperatura, umidade e precipitação têm forte influência na dinâmica de transmissão da dengue, pois afetam diretamente o ciclo de vida do vetor *Aedes aegypti*. Nesse sentido, ao combinar esses dados com algumas técnicas de Inteligência Artificial, espera-se desenvolver modelos preditivos mais poderosos que possam prever surtos e ajudar a implementar ações preventivas mais precisas.

Além disso, o uso da tecnologia de IA pode permitir a mitigação das limitações da vigilância tradicional, que depende principalmente da retrospectiva. O monitoramento em tempo real e o uso de múltiplas fontes de dados garantem uma resposta mais rápida e eficaz por parte do sistema de saúde pública. Assim, a inteligência artificial é vista como uma ferramenta de aplicação que pode fornecer insights para apoiar a detecção de riscos e a otimização de recursos.

No entanto, chamou a atenção para obstáculos críticos, como a dependência da qualidade dos dados, a padronização inconsistente das informações e o suporte tecnológico. Além disso, em alguns casos, a complexidade dos modelos pode dificultar a comunicação dos resultados, restringindo assim sua aplicação. Para tanto, recomenda-se que a aplicação da inteligência artificial desempenhe um papel valioso na melhoria da vigilância epidemiológica da dengue, que pode auxiliar no controle da doença.

Todavia, para melhorar os sistemas de informação e a educação do pessoal e para tornar os modelos mais disponíveis (e melhor interpretáveis) com aplicações para a saúde pública e seu uso futuro, são necessárias várias intervenções por meio de sistemas de informação aprimorados, desenvolvimento profissional e desenvolvimento de modelos para tornar os modelos mais acessíveis e interpretáveis para a saúde pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALWAKEEL, Mohammed et al. **Deep learning approaches for infectious disease prediction.** *Scientific Reports*, v. 15, p. 1–12, 2025.

ESTEVA, Andre et al. **A guide to deep learning in healthcare.** *Nature Medicine*, v. 25, p. 24–29, 2019.

GUBLER, Duane J. Dengue, **urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century.** *Tropical Medicine and Health*, v. 39, n. 4, p. 3–11, 2011.

GUO, Ping et al. **Developing a dengue forecast model using machine learning: a case study in China.** *BMC Infectious Diseases*, v. 17, n. 1, p. 1–10, 2017.

KHAN, Zubair et al. **Artificial intelligence for environmental health data analysis.** *IEEE Access*, v. 8, p. 123–135, 2020.

LIU-HELMERSSON, Jing et al. **Climate change and Aedes vectors: 21st century projections for dengue transmission.** *Environmental Health Perspectives*, v. 122, n. 6, p. 623–630, 2014.

MESSINA, Jane P. et al. **The current and future global distribution and population at risk of dengue.** *Nature Microbiology*, v. 4, p. 1508–1515, 2019.

MORAES, Gustavo H. et al. **Epidemiological trends of dengue in Brazil.** *Revista de Saúde Pública*, v. 53, p. 1–10, 2019.

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (NLM). **Medical Subject Headings (MeSH).** Bethesda, 2023. Disponível em: <https://www.nlm.nih.gov/mesh/>. Acesso em: 01 maio 2026.
BIREME.

PEZANOWSKI, Scott et al. **Machine learning approaches for vector-borne disease prediction**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 21, p. 1–15, 2024.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 4. ed. Pearson, 2021.

TEIXEIRA, Maria Glória et al. **Epidemiologia da dengue no Brasil**. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, supl. 1, p. S7–S18, 2009.

VILLANUEVA-MIRANDA, Eduardo et al. **Artificial intelligence for global disease surveillance**. *Journal of Biomedical Informatics*, v. 145, p. 1–12, 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Dengue and severe dengue**. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 11 de Set. 2025.

ZHAO, Na et al. **Machine learning-based dengue prediction: a systematic review**. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 14, n. 8, e0008468, 2020.

Descritores em Ciências da Saúde (DeCS). São Paulo, 2023. Disponível em: <https://decs.bvsalud.org/>. Acesso em: 04 maio 2026.