

Artigo de revisão

DOI: [https://doi.org/ 10.5281/zenodo.17226309](https://doi.org/10.5281/zenodo.17226309)

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO CONTROLE DA DENGUE E SEU VETOR *Aedes Aegypti* : UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

*ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTROL OF DENGUE AND ITS VECTOR  
Aedes Aegypti: AN INTEGRATIVE REVIEW*

Lorena Alencar Sousa<sup>1</sup> 

Joanderson Nunes Cardoso<sup>2</sup> 

Francisco Roberto de Azevedo<sup>3</sup> 

Estelita Lima Cândido<sup>4</sup> 

Paulo Renato Alves Firmino<sup>5</sup> 

**RESUMO**

Objetiva-se destacar os principais desafios e restrições da implementação da Inteligência Artificial e analisar suas implicações para a saúde pública. Trata-se de uma revisão integrativa na qual adotou-se os seguintes passos: definição do problema, busca na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos, discussão dos resultados e apresentação da revisão. Foram incluídos estudos relevantes indexados em bases acadêmicas reconhecidas, como PubMed e Google Scholar, publicados entre 2018 e 2023, em português e inglês, e disponíveis eletronicamente e gratuitamente. Inicialmente, 106 estudos foram encontrados, dos quais 70 foram revisados preliminarmente e 38 excluídos. Entre os 34 estudos restantes, 16 foram

---

Autor correspondente: Lorena Alencar Sousa, E-mail: [lorena.sousa@aluno.ufca.edu.br](mailto:lorena.sousa@aluno.ufca.edu.br)

1, 2, 3, 4, 5 Universidade Federal do Cariri (UFCA), localizada em Juazeiro do Norte, CE, Brasil.

descartados por falta de relevância ou por não abordarem Inteligência Artificial . Assim, 18 estudos foram selecionados para a revisão. O uso de Inteligência Artificial oferece um caminho promissor para enfrentar a dengue e outras arboviroses, representando uma inovação significativa na área da saúde pública e apontando para um futuro mais eficaz no controle dessas doenças transmitidas por vetores. Constatou-se que a aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina no controle da dengue representa um avanço crucial e a inteligência artificial poderá revolucionar o combate às arboviroses, contribuindo significativamente para a saúde pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inteligência Artificial. Dengue. Saúde pública.

## **ABSTRACT**

This study aims to highlight the main challenges and limitations of implementing Artificial Intelligence and to analyze its implications for public health. It is an integrative review that followed these steps: defining the problem, literature search, data collection, critical analysis of studies, discussion of results, and presentation of the review. Relevant studies indexed in recognized academic databases, such as PubMed and Google Scholar, published between 2018 and 2023, in Portuguese and English, and available electronically and for free, were included. Initially, 106 studies were found, of which 70 were reviewed preliminarily and 38 were excluded. Among the remaining 34 studies, 16 were discarded for lack of relevance or for not addressing Artificial Intelligence. Thus, 18 studies were selected for the review. The use of Artificial Intelligence offers a promising path to tackle dengue and other arboviral diseases, representing a significant innovation in public health and pointing to a more effective future in controlling these vector-borne diseases. It was found that the application of machine learning algorithms in dengue control represents a crucial advancement, and AI could revolutionize the fight against arboviral diseases, significantly contributing to public health.

**KEYWORDS:** Artificial Intelligence; Dengue; Public Health.

## INTRODUÇÃO

A dengue, uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, é um problema de saúde pública de grande relevância global. A sua incidência tem crescido de forma alarmante nas últimas décadas, afetando populações em diversas partes do mundo (COSTA; COSTA; RIVALDO, 2018). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, anualmente, ocorram cerca de 390 milhões de infecções por dengue, com 500 mil casos graves e 25.000 mortes relacionadas à doença. Além dos impactos diretos na saúde, a dengue sobrecarrega sistemas de saúde e causa significativos custos socioeconômicos (FERNANDES; ALVES; ÁDRIA JANE; FÁTIMA *et al.*, 2020).

A Inteligência Artificial (IA) tem avançado rapidamente, revolucionando a abordagem de problemas complexos em diversas áreas, incluindo a saúde pública. A IA, que envolve algoritmos e sistemas que aprendem com dados, encontra aplicações em setores variados, como automação industrial e diagnósticos médicos. No controle da dengue, a IA permite monitorar e prever a proliferação do vetor, o *Aedes aegypti*, por meio da análise de dados climáticos, ambientais e epidemiológicos. Isso facilita a identificação de áreas de alto risco e alocação eficaz de recursos para controle, proporcionando soluções inovadoras para a saúde pública (CUNHA; SCLAUSER; WILDEMBERG; AUGUSTO *et al.*, 2021; MESSINA; BRADY; GOLDING; MORITZ *et al.*, 2019).

Além disso, a IA pode ser empregada na identificação e classificação de espécimes de mosquitos transmissores. Isso acelera o processo de identificação das espécies de mosquitos de maior relevância epidemiológica, facilitando a implementação de medidas direcionadas (CUNHA; SCLAUSER; WILDEMBERG; AUGUSTO *et al.*, 2021).

Apesar do potencial da IA, sua implementação no controle da dengue enfrenta desafios, como a disponibilidade de dados suficientes e de qualidade, a falta de integração entre diferentes instituições de saúde e pesquisa, e questões éticas e regulatórias relacionadas à privacidade dos dados e ao uso da IA em saúde pública (PAOLO, 2018).

O controle eficaz do vetor da dengue é fundamental para reduzir a propagação da doença e mitigar seus impactos na saúde pública e na sociedade como um todo. A dengue impõe uma carga significativa sobre sistemas de saúde, economias locais e indivíduos afetados, destacando a importância crítica de estratégias inovadoras, como o uso da IA, para enfrentar esse desafio global (MESSINA; BRADY; GOLDING; MORITZ *et al.*, 2019).

No cenário apresentado, o propósito desta pesquisa é examinar a utilização da IA na gestão do vetor da dengue, investigando de que maneira a IA pode aprimorar a eficácia das estratégias de controle e, assim, desempenhar um papel significativo na diminuição da incidência dessa doença. Adicionalmente, este estudo visa destacar os desafios e restrições primordiais associados à implementação da IA neste contexto, bem como analisar as implicações práticas de suas soluções para o âmbito da saúde pública.

## **MÉTODO**

Realizou-se uma Revisão Integrativa (RI), estudo que sintetiza resultados de diferentes estudos já construídos, principalmente conclusões sobre uma temática específica, guiadas por uma questão norteadora que contribui na sistematização da busca da literatura alcançando novas informações de dados aos objetivos da pesquisa (SOARES *et al.*, 2014).

Para se desenvolver esta proposta metodológica, procurou-se aderir seus seis passos: Identificação do problema com construção de uma pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados; apresentação da revisão integrativa, conforme apresentado na Figura 1. (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

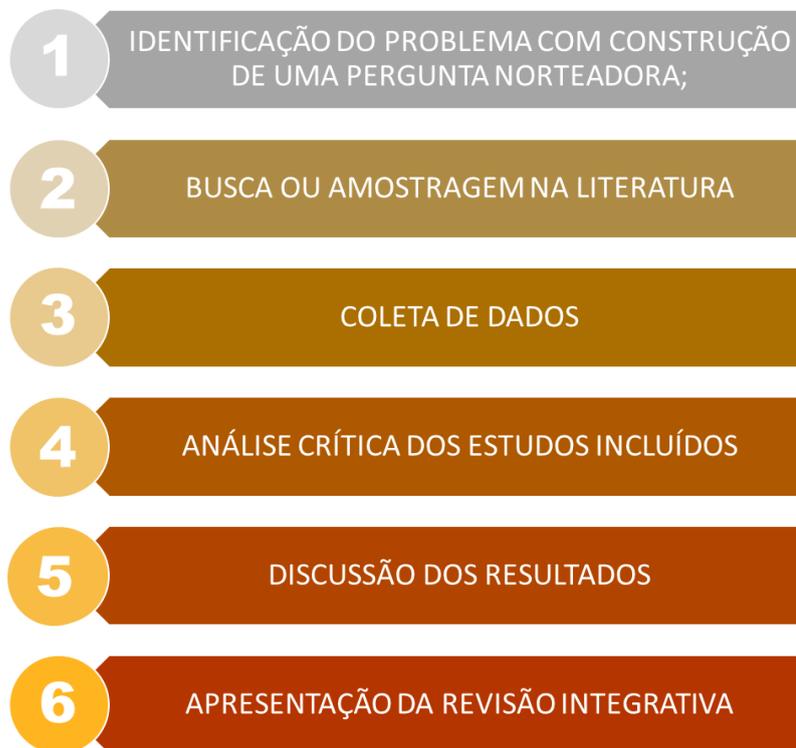


Figura 1 - Ilustração dos 6 passos da Revisão Integrativa

Diante do problema exposto sobre os acidentes de trabalho com material biológico, surgiu a seguinte pergunta: “Quais são as principais aplicações da IA no controle do vetor da dengue?”, facilitando a busca nas bases de literatura na finalidade de alcançar o objetivo proposto.

Os critérios de inclusão das publicações selecionadas para o estudo foram definidos da seguinte forma: incluíram-se artigos que contemplassem o objetivo proposto e que estivessem indexados em bases de dados acadêmicas amplamente reconhecidas, como o PubMed, conhecido por sua ênfase em pesquisa médica e biomédica, e o Google Scholar, uma ferramenta de busca acadêmica que proporcionou acesso a uma ampla gama de recursos acadêmicos relevantes; publicadas no período de 2018-2023; nos idiomas português e inglês; e disponíveis eletronicamente na íntegra e gratuitos. Foram excluídos os editoriais, revisões de literatura, cartas ao editor, artigos de reflexão e publicações duplicadas.

Inicialmente foram escolhidos os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) pelo site: <http://decs.bvs.br/>, e os operadores booleanos AND e NOT, para mediar a

busca selecionados estrategicamente a fim de obtenção de literaturas com a temática afim, gerando a seguinte estratégia de entrada nas bases de dados (Quadro 1):

Quadro 1 - Estratégia de entrada de dados para a pesquisa integrada

ESCOLHA DOS DADOS DE ENTRADA PARA PESQUISA INTEGRADA	
DeCS	OPERADOR BOOLEANO
Inteligência Artificial	AND
Controle de Vetores	
Dengue	
Tratamento	NOT
Diagnostico	

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A partir do cruzamento dos descritores, foram localizados 89 artigos no Google Scholar e 17 na PubMed. Todas as saídas das bases de dados foram importadas para o *software* Rayyan QCRI, uma ferramenta gratuita desenvolvida pelo *Qatar Computing Research Institute* com o propósito de sistematizar os artigos selecionados para uma revisão minuciosa. O *software* foi concebido para agilizar a triagem inicial de títulos e resumos de estudos em pesquisas de revisões sistemáticas, permitindo aos revisores a capacidade de filtrar os estudos com base em uma lista de palavras-chave pré-definidas, determinar as razões para inclusão ou exclusão, ocultar as decisões individuais dos revisores sobre a inclusão de estudos e oferecer outras funcionalidades úteis (OUZZANI et al., 2016).

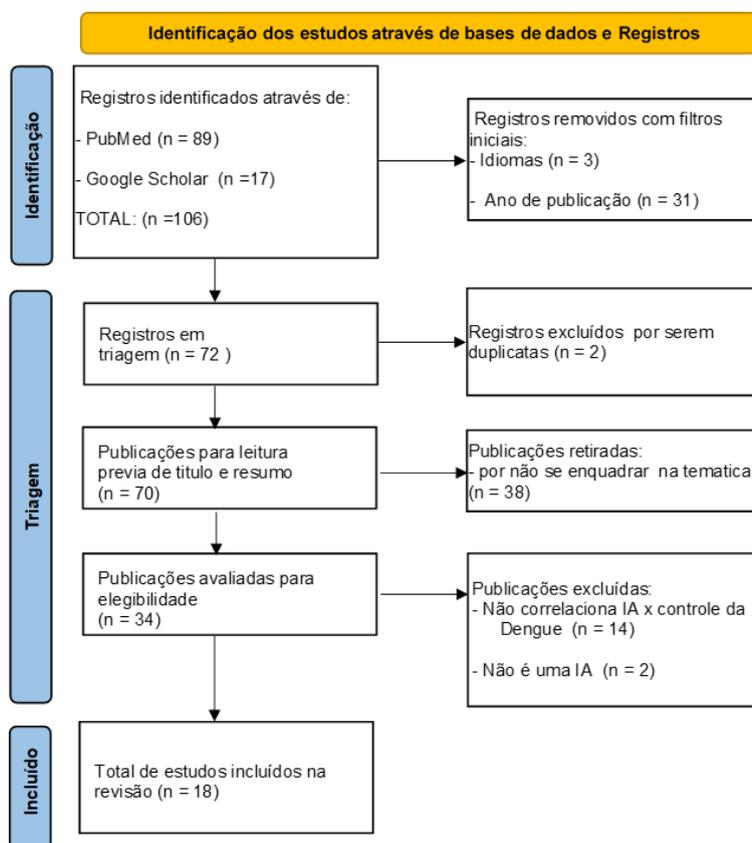
Por ser uma revisão de literatura, este estudo incluí artigos que respeitam os aspectos éticos nos critérios da Resolução nº 510/16, que orienta a dispensa de apreciação por um comitê de ética em pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de identificação, foram levantadas um total de 106 estudos relacionados ao uso da IA no controle da dengue, provenientes de fontes como PubMed e Google Scholar. Após a aplicação de filtros iniciais foi excluído estudos em idiomas inadequados e a limitação do ano de publicação, 70 registros foram

submetidos a uma leitura preliminar de título e resumo. Durante essa etapa, 38 estudos foram excluídos por não se enquadrarem na temática da revisão. Posteriormente, a elegibilidade dos 34 registros restantes foi avaliada, resultando na exclusão de 14 deles por não apresentarem uma correlação adequada entre IA e o controle da dengue, bem como a exclusão de 2 registros que não se referiam a estudos envolvendo IA. Finalmente, 18 estudos foram considerados apropriados e incluídos na revisão sistemática, destacando a importância do rigoroso processo de seleção para garantir que apenas estudos relevantes fossem analisados. A Figura 1 ilustra o fluxo do processo de análise.

Figura 2 - Fluxograma Identificação dos estudos através de bases de dados e Registros



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

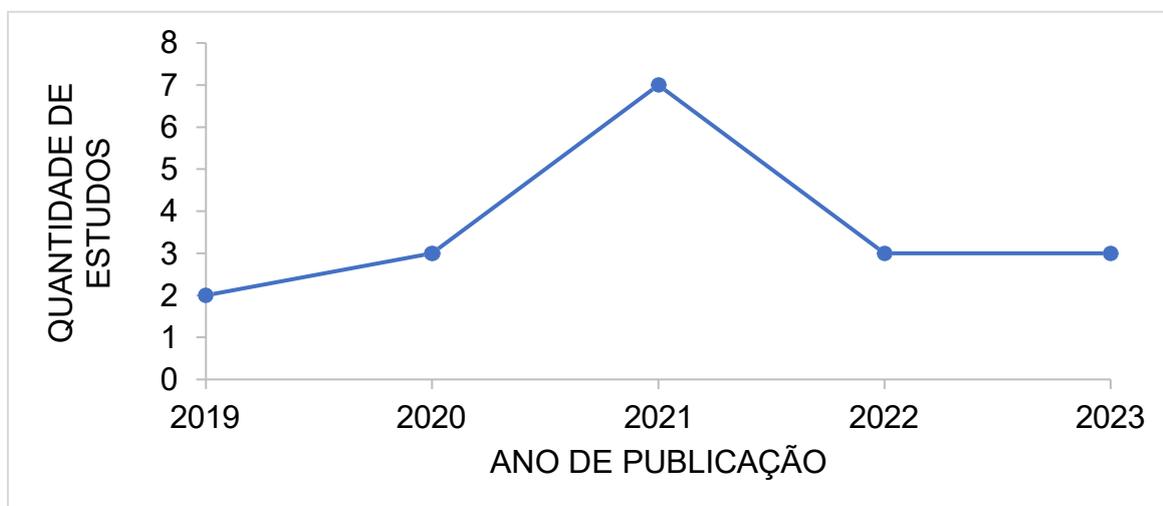
Os estudos selecionados se concentram na aplicação de IA no contexto do controle do *Aedes aegypti*, com ênfase na previsão, identificação e análise de dados associados a doenças transmitidas por o mosquito. Eles demonstram a utilização de diversas abordagens, tais como aprendizado de máquina, Redes Neurais Artificiais,

Redes Neurais Convolucionais, Regressão e outras técnicas, tais estudos foram conduzidos em diversos países, incluindo o Brasil, Espanha, Estados Unidos, China, Suíça, França, e outros.

Ao analisar a distribuição temporal dos estudos selecionados, é evidente a diversificação ao longo dos últimos anos. Dos 18 artigos incluídos na revisão, 3 artigos (17%) foram publicados em 2023, indicando um interesse atual e contínuo na temática. O ano de 2022 contribuiu com 3 artigos (17%) desses estudos, enquanto 7 artigos (39%) datam de 2021, refletindo um período de intensa pesquisa no campo. Em 2020, 2 (11%) estudos foram publicados, e em 2019, houve a contribuição de 3 artigo (17%), conforme apresentado no Gráfico 1. Essa diversidade temporal na publicação dos estudos demonstra a evolução e o constante interesse na relação entre a IA e o controle da dengue ao longo dos anos.

Gráfico 1 - Aparato temporal dos estudos incluídos de acordo com ano de publicação

Fonte: Elaborado pela autora (2024).



No contexto geográfico dos estudos selecionados, revela que a maioria deles foi conduzida em países onde as doenças transmitidas pelo vetor representam um desafio significativo para a saúde pública. O Brasil é o país com a maior representação, com a realização de estudos em diversas regiões do país, indicando a gravidade dessas doenças nesse contexto. Além disso, o Brasil também é o país de publicação mais frequente desses estudos, demonstrando um comprometimento significativo com a pesquisa em IA aplicada à epidemiologia de doenças transmitidas

por vetores. Outros países, como os Estados Unidos, Reino Unido, Espanha, Índia, China, Filipinas, França, Suíça e Portugal, também estão envolvidos em pesquisas nessa área, indicando que o impacto dessas doenças é global.

A dengue é um sério desafio para a saúde pública, sobretudo em regiões de clima tropical e subtropical, constituindo-se como a arbovirose mais prevalente globalmente. Portanto, identificar o impacto dos fatores climáticos na propagação da dengue e na dinâmica de sua transmissão é de extrema importância para a formulação de estratégias eficazes no enfrentamento dessa problemática. (ROCHA; BIZERRA; MAGALHÃES, 2019). Conseqüentemente, é possível inferir que as possíveis falhas na gestão da saúde decorrem, em parte, da subutilização dos recursos proporcionados pelas inovações tecnológicas na concepção de medidas complementares, o que dificulta a efetividade no controle e na prevenção da dengue (ESPÍNDOLA, 2023).

Os estudos mencionados abordam diversas aplicações da IA no controle da dengue. Eles destacam a criação de uma base de dados abrangente que inclui variáveis climáticas e dados de casos notificados de arboviroses em uma região específica. Essa base de dados é essencial para a predição de casos de dengue, uma vez que a IA é aplicada para desenvolver modelos de previsão (MUDELE; FRERY; ZANANDREZ; EIRAS *et al.*, 2021; XU; XU; LI; MENG *et al.*, 2020). A redução de dimensão dos dados por meio de algoritmos como o *Principal Component Analysis* (PCA) é uma etapa crucial antes da aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina, como o *Random Forest Regression* (RFR) e a Regressão Linear (LIMA, 2021).

O quadro 2, apresenta uma variedade de ferramentas de Inteligência Artificial e suas aplicações no controle do *Aedes aegypti*. Isso inclui o uso do Aprendizado de Máquina na previsão de casos de dengue, Redes Neurais Artificiais para monitoramento de casos notificados, e a aplicação da Rede Neural Convolucional na identificação de criadouros por meio de imagens de drones. Além disso, o framework YOLOv4 é usado na detecção de objetos suspeitos, e técnicas como Deep Learning, Bag Of Visual Words, e Structural Similarity Index contribuem para análises e detecção de criadouros. Essas ferramentas desempenham papéis específicos no

combate ao mosquito e na prevenção de doenças transmitidas por ele, melhorando as estratégias de controle e monitoramento.

Quadro 2 - Panorama da utilização de inteligência artificial no contexto do controle da dengue

<b>Ferramentas de IA</b>	<b>O que é</b>	<b>Aplicação no Controle do Aedes aegypti</b>
Aprendizado de Máquina	Um subcampo da IA que envolve o desenvolvimento de algoritmos	Predição de casos de arboviroses, como dengue, usando algoritmos de regressão.
Redes Neurais Artificiais (RNA)	Modelos matemáticos inspirados na estrutura do cérebro humano	Aplicação no monitoramento de casos de dengue notificados.
Rede Neural Convolutacional (RNC)	Tipo de RNA otimizado para processamento de imagens	Identificação automática de potenciais criadouros do mosquito Aedes aegypti a partir de imagens aéreas adquiridas por drones.
YOLOv4 (You Only Look Once, versão 4)	Framework para detecção de objetos em tempo real	Utilizado na detecção de objetos e cenários suspeitos relacionados ao mosquito Aedes aegypti a partir de imagens aéreas.
Deep Learning	Subcampo do aprendizado de máquina, redes neurais profundas	Aplicação no desenvolvimento de modelos de classificação de imagens de larvas de mosquitos.
Bag Of Visual Words (BoVW)	Técnica de processamento de imagens	Empregado na detecção de objetos suspeitos relacionados ao mosquito Aedes aegypti.
Mean Average Precision (mAP-50)	Métrica de avaliação de modelos de IA	Utilizado para mensurar o desempenho da detecção de objetos relacionados ao Aedes aegypti.
Structural Similarity Index (SSIM)	Métrica de avaliação de qualidade de imagens	Aplicado na detecção de pequenas porções d'água relacionadas aos criadouros do mosquito.
Interpolação pelo Inverso da Distância (IDW)	Método de análise espacial	Usado na predição da distribuição de criadouros do Aedes aegypti com base em análises espaço-temporais.
Software Weka	Plataforma de mineração de dados e aprendizado de máquina	Ferramenta aplicada no contexto de análises de dados para previsão da distribuição de criadouros.
SVM (Support Vector Machine) técnica de aprendizado de máquina	Algoritmo de classificação de padrões	Utilizado para a previsão da incidência de dengue com base nas condições climáticas.

Vector Auto Regression	Modelo estatístico para análise de séries temporais	Aplicado na modelagem da população do vetor da dengue com base em dados de observação da Terra.
Generalized Boosted Models (GBM)	Técnica de aprendizado de máquina	Usada para prever a prevalência da dengue com base em múltiplos modelos de aprendizado de máquina integrados.
Support Vector Regression (SVR)	Técnica de aprendizado de máquina	Aplicada na previsão da prevalência da dengue com base nas condições climáticas.
Long Short-Term Memory (LSTM)	Tipo de RNA projetado para processar sequências temporais	Empregado na previsão de casos de dengue em diferentes cidades.
Convolutional Neural Networks (CNNs)	RNA projetado para processar dados de imagem	Utilizado para identificação e controle do <i>Aedes aegypti</i> em estudos de cidadãos.
Rede Neural Recorrente (RNN)	Tipo de RNA projetado para processar sequências temporais	Aplicado na previsão da ocorrência de casos de dengue em uma cidade.
Transfer Learning (TL)	Técnica de aprendizado de máquina	Usado para melhorar o desempenho do modelo LSTM na previsão de casos de dengue
Machine Learning Regression Tree Models	Algoritmos de aprendizado de máquina	Aplicados na modelagem da sazonalidade da distribuição do mosquito <i>Aedes aegypti</i> .
Área sob a Curva (AUC)	Métrica de avaliação de modelos de IA	Utilizado para avaliar o desempenho dos modelos de aprendizado de máquina na previsão da distribuição do <i>Aedes aegypti</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Esses modelos têm como objetivo prever com precisão os casos de dengue com base em dados climáticos e epidemiológicos, proporcionando informações valiosas para a tomada de decisões em saúde pública. Além disso, os estudos abordam a contagem automática de ovos do *Aedes Aegypti* em *ovitampas*, uma técnica importante para monitorar e prevenir a proliferação do mosquito transmissor da dengue (DIOGO, 2023; ROCHA; BIZERRA; MAGALHÃES, 2019; SANCHEZ-GENDRIZ; SOUZA; ANDRADE; NETO *et al.*, 2022).

Outras abordagens envolvem o uso de IA para identificar criadouros do *Aedes aegypti* em imagens, o desenvolvimento de sistemas preditivos para a distribuição de criadouros e a utilização de dados de observação da Terra para estimar variáveis ambientais relevantes (PATAKI; GARRIGA; ERITJA; PALMER *et al.*, 2021). Além

disso, a IA é aplicada na análise de grandes conjuntos de dados para identificar padrões e na alocação eficiente de recursos para o controle de vetores. (LIMA; PRATA; FILHO; FRANCA *et al.*, 2022) Essas técnicas têm potencial para prever surtos de dengue, identificar áreas de risco e melhorar a eficiência das estratégias de controle.

A IA também é usada para envolver a comunidade na coleta de dados e no combate aos vetores da dengue, promovendo a conscientização pública e fornecendo *feedback* rápido aos participantes (PATAKI; GARRIGA; ERITJA; PALMER *et al.*, 2021). Ela é aplicada na identificação de influências combinadas de fatores de paisagem e clima na incidência de dengue, auxiliando no planejamento urbano e na definição de estratégias de controle.

O aprimoramento de técnicas de contagem e detecção de ovos de mosquitos transmissores da dengue tem sido objeto de investigação em diversos estudos. Dentre as limitações comuns identificadas, destaca-se o tamanho dos conjuntos de dados utilizados, com a sugestão de que trabalhos futuros podem se beneficiar da inclusão de *datasets* maiores para melhorar a capacidade de generalização dos métodos.

Além disso, o pré-processamento de imagens, incluindo o uso de filtros de cores, tem sido recomendado como uma maneira de aprimorar a precisão da contagem automática, reduzindo ruídos nas imagens. A utilização de microscópios para capturar imagens mais

ar detalhadas também foi sugerida para melhorar a qualidade das imagens e, conseqüentemente, a precisão dos métodos. Para tornar esses métodos mais aplicáveis no mundo real, ajustes nos códigos podem ser necessários, como a aceitação de imagens de uma palheta de uma vez, o que facilitaria o uso prático em contextos de controle de vetores da dengue (DIOGO, 2023; OLIVEIRA; MOURA; DE; MENDES *et al.*, 2020).

Muitos estudos destacam um dos sérios desafios de saúde pública, especialmente em nações que apresentam circunstâncias socioambientais favoráveis à disseminação do agente transmissor. Esses fatores englobam a carência de programas educacionais voltados para o meio ambiente, deficiências na vigilância epidemiológica, gestão inadequada de resíduos sólidos, fornecimento intermitente de

água e sistemas sanitários deficientes. Esses elementos, quando combinados com o crescimento demográfico e urbano, juntamente com a falta de conscientização dos habitantes sobre a necessidade de eliminar os focos de reprodução, intensificam a incidência da dengue nas áreas urbanas (FRANCISCO; CARVAJAL; RYO; NUKAZAWA *et al.*, 2021; LIMA; PRATA; FILHO; FRANCA *et al.*, 2022; ROCHA; BIZERRA; MAGALHÃES, 2019).

Além disso, no contexto do reconhecimento de ovos, é fundamental considerar a 'taxa de recall'. Essa métrica avalia quão bem um sistema é capaz de identificar corretamente a quantidade de ovos reais em comparação com o número total de ovos presentes. A necessidade de detectar todos os ovos com precisão torna essencial a melhoria contínua dos sistemas. Isso inclui a instalação de mais iluminação com LEDs, câmeras de maior resolução e testes de filtros de imagem alternativos para otimizar o desempenho de sistemas como câmeras de vigilância e sistemas de visão por computador (KAKARLA; KONDETI; VAVILALA; BODDEDA *et al.*, 2023; ROCHA; BIZERRA; MAGALHÃES, 2019).

Em relação à previsão da disseminação da dengue, a qualidade e disponibilidade de dados são fundamentais, e a metodologia exata utilizada para treinar modelos de redes neurais artificiais (RNAs) pode afetar os resultados (DE CASTRO ALMEIDA; CALIMAN, 2018). Também é importante considerar que a precisão das previsões pode variar significativamente devido à qualidade dos dados relatados de dengue em diferentes áreas. Além disso, a implementação prática dos modelos em campo pode enfrentar desafios logísticos, como a captura de imagens de larvas em diferentes ambientes e condições (BRAVO, 2019).

A utilização de drones e IA para detecção de criadouros de mosquitos também apresenta desafios, incluindo a qualidade das imagens, representatividade da amostra de dados, limitações no treinamento de algoritmos e a necessidade de atualizações contínuas. Além disso, questões éticas e de privacidade relacionadas ao uso de dados pessoais na IA em saúde pública precisam ser consideradas (LIMA; PRATA; FILHO; FRANCA *et al.*, 2022; PLESS; SAARMAN; POWELL; CACCONE *et al.*, 2021).

Em resumo, o uso da inteligência artificial para o controle da dengue oferece oportunidades significativas, mas também enfrenta desafios relacionados a dados,

precisão, implementação prática, ética e interpretabilidade, que devem ser cuidadosamente abordados para o sucesso dessas abordagens no combate à doença.

Apesar dos esforços direcionados à prevenção e do empenho no controle da dengue, é evidente que a incidência de epidemias de dengue continua a aumentar, bem como a expansão geográfica da transmissão endêmica. Além disso, fatores como elevados níveis de precipitação, temperatura, proximidade de áreas urbanas periféricas e baixa renda contribuem para aumentar o risco de ocorrência da dengue (MUDELE; FRERY; ZANANDREZ; EIRAS *et al.*, 2021; SANTOS; JÚNIOR; BARBOSA; SILVA *et al.*, 2022).

Independente das limitações é possível evidenciar avanços significativos no campo do controle da dengue por meio da aplicação de técnicas de inteligência artificial (OLIVEIRA; MOURA; DE; MENDES *et al.*, 2020; SANTOS; JÚNIOR; BARBOSA; SILVA *et al.*, 2022). Os resultados destacam a capacidade desses métodos em prever a distribuição de criadouros de mosquitos transmissores e contabilizar ovos com precisão. Evidencia-se a promessa dessas abordagens em melhorar a eficácia das estratégias de controle e prevenção da dengue.

A principal limitação desta revisão é o número restrito de estudos incluídos, embora seja resultado da busca seletiva de estudos relevantes, pode não abranger completamente a diversidade e complexidade da pesquisa em inteligência artificial para o controle da dengue. A amostra limitada pode restringir a capacidade de oferecer conclusões amplas e pode não refletir inteiramente as tendências em constante evolução no campo. Portanto, é importante reconhecer que essa quantidade limitada não representa integralmente o cenário completo da pesquisa e destaca a necessidade de estudos adicionais à medida que o campo avança.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A um avanço notável no emprego da inteligência artificial no cenário do controle da dengue. A capacidade demonstrada de prever a disseminação de criadouros e contabilizar ovos com uma precisão elevada destaca o enorme potencial dessas

tecnologias para aprimorar as estratégias de prevenção e controle dessa doença transmitida por mosquitos.

No entanto, é fundamental reconhecer que o estudo também identificou algumas limitações que merecem atenção. Essas limitações incluem o tamanho limitado dos conjuntos de dados utilizados, a taxa de *recall* que não atingiu 100% e questões éticas ligadas ao uso de inteligência artificial em saúde pública.

O avanço do uso da inteligência artificial no controle da dengue demonstra notável potencial na previsão de criadouros e identificação de ovos, aprimorando estratégias de prevenção. No entanto, limitações como tamanhos de conjuntos de dados limitados, taxas de *recall* subótimas e desafios éticos requerem atenção. Futuros trabalhos devem focar na expansão de dados, aprimorar a precisão, abordar questões éticas e testar em ambientes do mundo real, visando à integração eficaz dessas tecnologias em sistemas de controle de vetores. O compromisso contínuo com a ética, qualidade de dados e validação é crucial para a promissora contribuição da inteligência artificial na prevenção e controle da dengue e na melhoria da saúde global.

## REFERÊNCIAS

BRAVO, D. T. Identificação automática de possíveis criadouros do mosquito *Aedes aegypti* a partir de imagens aéreas adquiridas por Vants. 2019.

COSTA, S.; COSTA, E.; RIVALDO. Desafios da prevenção e controle da dengue na fronteira Brasil/Bolívia: representações sociais de gestores e profissionais da saúde. **Physis**, 28, n. 4, 2018.

CUNHA, H.; SCLAUSER, B.; WILDEMBERG, P.; AUGUSTO, E. *et al.* Water tank and swimming pool detection based on remote sensing and deep learning: Relationship with socioeconomic level and applications in dengue control. **PLOS ONE**, 16, n. 12, p. e0258681-e0258681, 2021.

DE CASTRO ALMEIDA, S. M. T.; CALIMAN, D. R. TRANSFER OF THE MANAGEMENT OF PUBLIC HEALTH SERVICES TO SOCIAL ORGANIZATIONS: CASE STUDY OF CENTRAL STATE HOSPITAL/TRANSFERENCIA DO GERENCIAMENTO DE SERVICOS PUBLICOS DE SAUDE A ORGANIZACOES SOCIAIS: ESTUDO DE CASO DO HOSPITAL ESTADUAL CENTRAL. **Revista de gestão em sistemas de saúde**, 7, n. 2, p. 92, 2018.

DIOGO, E. A. C. **Aprendizado de máquina profundo aplicado a estimação pela densidade de ovos em palhetas ovitrampas**. 2023. -, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ESPÍNDOLA, B. M. Desenvolvimento de um Modelo de Classificação de Imagens de Larvas de Mosquitos usando Deep Learning. 2023.

FERNANDES, N.; ALVES, E.; ÁDRIA JANE, A.; FÁTIMA, M. *et al.* Análise das campanhas de prevenção às arboviroses dengue, zika e chikungunya do Ministério da Saúde na perspectiva da educação e comunicação em saúde. **Saúde em Debate**, 44, n. 126, p. 871-880, 2020.

FRANCISCO, M. E.; CARVAJAL, T. M.; RYO, M.; NUKAZAWA, K. *et al.* Dengue disease dynamics are modulated by the combined influences of precipitation and landscape: A machine learning approach. **Sci Total Environ**, 792, p. 148406, Oct 20 2021.

KAKARLA, S. G.; KONDETI, P. K.; VAVILALA, H. P.; BODDEDA, G. S. B. *et al.* Weather integrated multiple machine learning models for prediction of dengue prevalence in India. **Int J Biometeorol**, 67, n. 2, p. 285-297, Feb 2023.

LIMA, G. A. Sistema de visão computacional para identificação automática de potenciais focos do mosquito *Aedes aegypti* a partir de imagens adquiridas por drones. 2021.

LIMA, J. G. D. S.; PRATA, P. L.; FILHO, J.; FRANCA, R. R. D. *et al.*, 2022, **Algoritmos de Regressão Aplicados à Predição de Casos de Arboviroses no Cariri Paraibano**. SBC. 9-12.

MESSINA, J. P.; BRADY, O. J.; GOLDING, N.; MORITZ *et al.* The current and future global distribution and population at risk of dengue. **Nature microbiology**, 4, n. 9, p. 1508-1515, 2019.

MUDELE, O.; FRERY, A. C.; ZANANDREZ, L. F. R.; EIRAS, A. E. *et al.* Modeling dengue vector population with earth observation data and a generalized linear model. **Acta Trop**, 215, p. 105809, Mar 2021.

OLIVEIRA, V.; MOURA, L.; DE, T.; MENDES, G. *et al.* Use of ovitraps for the seasonal and spatial monitoring of *Aedes* spp. in an area endemic for arboviruses in Northeast Brazil. **Journal of Infection in Developing Countries**, 14, n. 04, p. 387-393, 2020.

PAOLO. The Challenges Imposed by Dengue, Zika, and Chikungunya to Brazil. **Frontiers in Immunology**, 9, 2018.

PATAKI, B. A.; GARRIGA, J.; ERITJA, R.; PALMER, J. R. B. *et al.* Deep learning identification for citizen science surveillance of tiger mosquitoes. **Sci Rep**, 11, n. 1, p. 4718, Feb 25 2021.

PLESS, E.; SAARMAN, N. P.; POWELL, J. R.; CACCONE, A. *et al.* A machine-learning approach to map landscape connectivity in *Aedes aegypti* with genetic and environmental data. **Proc Natl Acad Sci U S A**, 118, n. 9, Mar 2 2021.

RAKOTONIRINA, A.; CARUZZO, C.; BALLAN, V.; KAINIU, M. *et al.* Wolbachia detection in *Aedes aegypti* using MALDI-TOF MS coupled to artificial intelligence. **Sci Rep**, 11, n. 1, p. 21355, Nov 1 2021.

ROCHA, C. D. F.; BIZERRA, A. M. C.; MAGALHÃES, D. A. Contagem automática de ovos do *Aedes Aegypti* em palhetas de ovitrampas: um sistema para aquisição e processamento de imagens. **Encontro Internacional de Jovens Investigadores (JOIN)**, p. 67-74, 2019.

SANCHEZ-GENDRIZ, I.; SOUZA, G. F.; ANDRADE, I. G. M.; NETO, A. D. D. *et al.* Data-driven computational intelligence applied to dengue outbreak forecasting: a case study at the scale of the city of Natal, RN-Brazil. **Sci Rep**, 12, n. 1, p. 6550, Apr 21 2022.

SANTOS, I. G. D. S.; JÚNIOR, J. F. D. O.; BARBOSA, I. I.; SILVA, L. F. F. F. D. *et al.* Rede neural artificial aplicada aos casos notificados de dengue cases em Maceió–Alagoas. **Research, Society and Development**, 11, n. 14, p. e406111436382-e406111436382, 2022.

OUZZANI, M., HAMMADY, H., FEDOROWICZ, Z. *et al.* Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* v. 5, n. 210 (2016).

XU, J.; XU, K.; LI, Z.; MENG, F. *et al.* Forecast of Dengue Cases in 20 Chinese Cities Based on the Deep Learning Method. **Int J Environ Res Public Health**, 17, n. 2, Jan 10 2020.