REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

INTELIGÊNCIA EPIDEMIOLÓGICA E SISTEMAS DE ALERTA PRECOCE NA RESPOSTA ÀS EMERGÊNCIAS EM SAÚDE PÚBLICA

EPIDEMIOLOGICAL INTELLIGENCE AND EARLY WARNING SYSTEMS IN PUBLIC HEALTH EMERGENCY RESPONSE

INTELIGENCIA EPIDEMIOLÓGICA Y SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA EN LA RESPUESTA A EMERGENCIAS DE SALUD PÚBLICA

Alexandre Maslinkiewicz
Especialização em Vigilância e Cuidado em Saúde no Enfrentamento da COVID-19 e outras Doenças
Instituição: Universidade Federal do Piauí
E-mail: alexmaslin@ufpi.edu.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7524893321976536
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9722-8383

Benedita Neida da Silva Flexa
Graduanda em Medicina
Instituição: Universidade Federal do Amapá
E-mail: flexaneida@gmail.com

Jéssica Xavier da Silva Santos
Graduada Biomedicina
Instituição: HUCFF- UFRJ
E-mail: J.xavierbiomed@gmail.com
Orcid: 0009-0003-0055-2403
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9769608043065810

Ruan Victor Costa Barbosa
Graduado em Enfermagem
Instituição: UEPA- Universidade Estadual do Pará
E-mail: ruanenf06@gmail.com
Orcid:0000-0003-2291-7445
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6207376607215370

Lucas Geovanny Costa
Graduado em Medicina
Instituição: Universidade Federal de Goiás
E-mail: geo.lucass@egresso.ufg.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-6967-1654

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

Lattes: http://lattes.cnpq.br/8615338202303325

Mayara Fernandes Silva
Especialista em UTI e Urgência e Emergência
Instituição: Faculdade Adelmar Rosado - FAR
E-mail: fernandesmayara203@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0008-8724-7490
Lattes: https://lattes.cnpq.br/3763043877412012

Taiara Freire Carvalho
Especialista em Gestão da Qualidade e Segurança do Paciente
Instituição: Escola de Saúde Pública do Paraná-ESPPR
E-mail: taiarac64@gmail.com
Orcid: 0009-0002-6739-9848
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1514592837954519

Henriana Soares Serra
Mestranda em Saúde e Gestão em Saúde da Amazônia -PPGGSA
Instituição: Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará
E-mail: henriana.serra@gmail.com
Orcid 0009-0004-4154-6525
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8648822701837910

Marilia Santos de Moraes
Graduada em Medicina e Docente do Departamento de Medicina Comunitária
Instituição: Universidade Federal do Piauí-UFPI
E-mail: mariliasantos1001@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9802901782159203
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5621-4508

Márcia Glayde Silva Matos Figueredo
Doutoranda em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente
Instituição: Universidade de Araraquara
E-mail: mgfigueredo2@gmail.com
.Orcid: https://orcid.org/0009-0000-3982-2667
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8252536846403561

Onayane dos Santos Oliveira
Doutora em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários
Instituição: Universidade Federal do Pará-UFPA
E-mail: onayane.santos.oliveira@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6399-3025
Lattes: http://lattes.cnpq.br/1693556243512691

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

Resumo

As emergências em saúde pública exigem a identificação rápida de ameaças e a conversão de informações epidemiológicas em medidas oportunas de controle. Este estudo teve como objetivo analisar a contribuição da inteligência epidemiológica e dos sistemas de alerta precoce para a resposta a esses eventos. Trata-se de pesquisa bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, desenvolvida a partir de publicações científicas nacionais e internacionais e de documentos normativos relacionados à vigilância, à detecção, ao monitoramento e à resposta às emergências. A integração da vigilância baseada em indicadores, eventos e participação comunitária amplia a sensibilidade para reconhecer alterações incomuns, enquanto a articulação entre notificações, registros assistenciais, dados laboratoriais, ambientais, territoriais e fontes digitais favorece avaliações de risco mais oportunas. No Brasil, a Rede CIEVS, a Vigilância Epidemiológica Hospitalar, o EpiSUS e os mecanismos de coordenação das emergências constituem estruturas relevantes para verificar sinais, comunicar riscos e mobilizar respostas. Tecnologias digitais, sistemas geográficos, inteligência artificial e modelos preditivos podem antecipar tendências e apoiar a distribuição de recursos, porém sua utilidade depende da qualidade e representatividade dos dados, da interoperabilidade, da transparência dos métodos, da proteção de informações e da supervisão profissional. Conclui-se que o desempenho dos alertas não decorre apenas da capacidade tecnológica, mas da existência de governança contínua, equipes qualificadas, financiamento, protocolos de verificação e integração entre vigilância, assistência, laboratórios, regulação e gestão, condições indispensáveis para transformar sinais precoces em intervenções coordenadas e adequadas às características dos territórios.

Palavras-chave: Inteligência Epidemiológica; Sistemas de Alerta Precoce; Emergências em Saúde Pública; Vigilância em Saúde; Inteligência Artificial.

Abstract

Public health emergencies require the rapid identification of threats and the translation of epidemiological information into timely control measures. This study aimed to analyze the contribution of epidemiological intelligence and early warning systems to the response to such events. It is a qualitative study based on a review of literature and documents, drawing on national and international scientific publications and regulatory documents related to surveillance, detection, monitoring, and emergency response. Integrating indicator-based, event-based, and community-based surveillance enhances the sensitivity to detect unusual changes, while linking notifications, clinical records, and laboratory, environmental, and territorial data along with digital sources facilitates more timely risk assessments. In Brazil, the CIEVS Network, Hospital Epidemiological Surveillance, EpiSUS, and emergency coordination mechanisms constitute key structures for verifying signals, communicating risks, and mobilizing responses. Digital technologies, geographic systems, artificial intelligence, and predictive models can anticipate trends and support resource allocation; however, their utility depends on data quality and representativeness, interoperability, methodological transparency, information protection, and professional oversight. The study concludes that the effectiveness of warning systems relies not only on technological capacity but also on continuous governance, qualified teams, funding, verification protocols, and the integration of surveillance, clinical care, laboratories, regulation, and management conditions essential for transforming early signals into coordinated interventions tailored to the characteristics of specific territories.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

Keywords: Epidemiological Intelligence; Early Warning Systems; Public Health Emergencies; Health Surveillance; Artificial Intelligence.

Resumen

Las emergencias de salud pública requieren la identificación rápida de amenazas y la conversión de información epidemiológica en medidas de control oportunas. Este estudio tuvo como objetivo analizar la contribución de la inteligencia epidemiológica y los sistemas de alerta temprana a la respuesta ante estos eventos. Se trata de una investigación bibliográfica y documental, con un enfoque cualitativo, desarrollada a partir de publicaciones científicas nacionales e internacionales y documentos normativos relacionados con la vigilancia, detección, monitoreo y respuesta a emergencias. La integración de la vigilancia basada en indicadores, eventos y participación comunitaria aumenta la sensibilidad para reconocer cambios inusuales, mientras que la articulación entre notificaciones, registros de salud, datos de laboratorio y fuentes ambientales, territoriales y digitales favorece evaluaciones de riesgo más oportunas. En Brasil, la Red CIEVS, la Vigilancia Epidemiológica Hospitalaria, EpiSUS y los mecanismos de coordinación de emergencias constituyen estructuras relevantes para verificar señales, comunicar riesgos y movilizar respuestas. Las tecnologías digitales, los sistemas geográficos, la inteligencia artificial y los modelos predictivos pueden anticipar tendencias y apoyar la asignación de recursos; sin embargo, su utilidad depende de la calidad y representatividad de los datos, la interoperabilidad, la transparencia de los métodos, la protección de la información y la supervisión profesional. Se concluye que el desempeño de las alertas no depende únicamente de la capacidad tecnológica, sino también de la existencia de una gobernanza continua, equipos cualificados, financiación, protocolos de verificación e integración entre vigilancia, asistencia, laboratorios, regulación y gestión; condiciones esenciales para transformar las señales de alerta temprana en intervenciones coordinadas y adaptadas a las características de cada territorio.

Palabras clave: Inteligencia epidemiológica; Sistemas de alerta temprana; Emergencias de salud pública; Vigilancia sanitaria; Inteligencia artificial.

1. Introdução

As emergências em saúde pública acontecem quando certos eventos ultrapassam a capacidade habitual dos serviços, se espalham rapidamente, e acabam causando impactos sanitários, sociais e econômicos. A circulação internacional de pessoas, a urbanização, as mudanças climáticas, os eventos zoonóticos e a ocorrência ao mesmo tempo de diferentes ameaças aumentam

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

ainda mais a necessidade de estruturas permanentes de vigilância, preparação e resposta, principalmente quando há risco de epidemias, pandemias e desastres com efeitos combinados sobre a população (Kamalrathne *et al.,* 2023; Villanueva-Miranda *et al.,* 2025).

A inteligência epidemiológica é o processo de identificar, verificar, analisar e interpretar informações sobre ameaças à saúde pública, transformando dados dispersos em subsídios para decisões tomadas no tempo certo. Nesse contexto, os sistemas de alerta precoce fazem essa ponte ao converter informações epidemiológicas em sinais que ajudam a perceber mudanças no padrão de ocorrência de doenças, agravos ou eventos. Assim, as autoridades sanitárias conseguem avaliar riscos e organizar medidas antes que a situação ganhe maior proporção (Alahmari *et al.,* 2024; Kaur; Butt, 2025).

A produção desses alertas pode combinar vigilância passiva, ativa, sindrômica, integrada e baseada em eventos, dependendo dos objetivos, das fontes disponíveis e das características da ameaça monitorada. Registros assistenciais, resultados laboratoriais, notificações, sintomas, atendimentos hospitalares, absenteísmo e informações divulgadas em meios digitais também podem contribuir para identificar situações incomuns. Para isso, porém, é fundamental que tudo seja submetido à verificação epidemiológica e inserido em fluxos bem definidos de comunicação, investigação e resposta (Alahmari *et al.,* 2024).

A incorporação da inteligência artificial e de fontes abertas ampliou as formas de acompanhar ameaças emergentes, permitindo o processamento de notícias, redes sociais, buscas na internet, além de dados ambientais, de mobilidade e geoespaciais. Essas tecnologias ajudam a filtrar grandes volumes de informações e a reconhecer padrões que os sistemas tradicionais podem não identificar. Ainda assim, elas devem atuar como apoio à vigilância convencional, sem substituir a confirmação laboratorial, a investigação em campo e a análise feita por profissionais qualificados (MacIntyre *et al.,* 2023; Kaur; Butt, 2025).

O uso de tecnologias digitais também traz limitações importantes, como a qualidade e a representatividade dos dados, a circulação de informações falsas, a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

opacidade dos modelos computacionais e as desigualdades de acesso à infraestrutura tecnológica. Além disso, quando há pouca interoperabilidade, baixa adaptação dos sistemas às mudanças epidemiológicas, riscos para a proteção de dados pessoais e possibilidade de vieses, torna-se necessária validação constante, transparência, supervisão humana e articulação entre especialistas em tecnologia, epidemiologistas, gestores e profissionais dos serviços de saúde (Villanueva-Miranda *et al.,* 2025; Kaur; Butt, 2025).

No Brasil, a organização da vigilância tem base na Portaria de Consolidação GM/MS nº 4/2017, que reúne normas sobre sistemas de vigilância e notificação compulsória, e na Resolução CNS nº 588/2018, que institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS). Esse marco orienta a coleta, a consolidação, a análise e a disseminação sistemática de informações como base para identificar riscos, planejar intervenções e responder a emergências nas três esferas de gestão. (Brasil, 2017; Brasil, 2018; Alahmari *et al.,* 2024).

A Portaria GM/MS nº 4.641/2022 instituiu o CIEVS e a Rede Nacional dos Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde (Rede CIEVS)**,** com funções de detecção, notificação, verificação, avaliação, comunicação, monitoramento e apoio à resposta. De forma complementar, a Portaria GM/MS nº 4.085/2022 atualizou a Rede VigiAR-SUS e reforçou a integração das ações de vigilância, alerta e resposta entre União, estados, Distrito Federal e municípios (Brasil, 2022a; Brasil, 2022b).

A vigilância no ambiente hospitalar também foi fortalecida pelas Portarias GM/MS nº 1.693 e nº 1.694, ambas de 2021, que instituíram a Vigilância Epidemiológica Hospitalar (VEH) e a Rede Nacional de Vigilância Epidemiológica Hospitalar (Renaveh). Com isso, os Núcleos Hospitalares de Epidemiologia (NHE) passaram a integrar uma estrutura voltada à busca ativa, à notificação, à investigação e ao monitoramento de eventos. Essa mudança aproxima a produção de informações dos serviços que recebem casos moderados, graves ou com apresentação clínica incomum (Brasil, 2021; Alahmari *et al.,* 2024).

A resposta às emergências não se limita a doenças transmissíveis. Desastres naturais ou tecnológicos também podem afetar serviços de saúde,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

abastecimento de água, saneamento, condições de moradia e o acesso à assistência. Nesse cenário, a Portaria GM/MS nº 4.185/2022 instituiu o Vigidesastres, articulando preparação, monitoramento, alerta, comunicação, resposta e reabilitação, alinhado à necessidade de integrar riscos epidemiológicos, ambientais e sociais em sistemas de alerta para múltiplas ameaças (Brasil, 2022; Kamalrathne *et al.,* 2023).

Além disso, a efetividade dos sistemas tecnológicos depende da existência de profissionais capazes de investigar sinais, interpretar dados e coordenar intervenções. Afinal, alertas sem capacidade de ação não garantem uma resposta eficaz. A Portaria GM/MS nº 1.430/2018 instituiu o EpiSUS com o objetivo de qualificar profissionais em epidemiologia de campo, investigação de surtos e avaliação de sistemas de vigilância, fortalecendo a atuação técnica diante de eventos que exigem coleta, análise e interpretação rápidas de informações (Brasil, 2018; Alahmari *et al.,* 2024).

A atualização contínua da notificação compulsória é outro ponto importante dos sistemas de alerta, pois define quais doenças, agravos e eventos devem ser comunicados e em quais prazos. A Portaria GM/MS nº 5.201/2024 ampliou a Lista Nacional de Notificação Compulsória (SINAM) e manteve a distinção entre notificações imediatas e semanais. Já a Portaria GM/MS nº 6.734/2025 incluiu especificamente a esporotricose humana na notificação semanal, mostrando como as regras se adaptam às mudanças do cenário epidemiológico (Brasil, 2024; Brasil, 2025).

A relevância deste tema está ligada à necessidade de reduzir o intervalo entre o surgimento de sinais epidemiológicos, sua confirmação e a adoção de medidas de controle especialmente em situações em que atrasos favorecem a propagação territorial e aumentam a pressão sobre os serviços. Em geral, sistemas de alerta só alcançam seu propósito quando estão conectados a protocolos de verificação, comunicação de risco, recursos disponíveis, coordenação institucional e capacidade de intervenção compatível com as características das populações expostas (Alahmari *et al.,* 2024; MacIntyre *et al.,* 2023; Kamalrathne *et al.,* 2023).

Mesmo com os avanços normativos e tecnológicos, ainda é um desafio de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

pesquisa a forma de articular diferentes fontes de informação, estruturas de vigilância e níveis de gestão para transformar sinais precoces em respostas oportunas e bem coordenadas. A fragmentação das bases de dados, as diferenças de infraestrutura entre territórios, a necessidade de validar alertas e a integração limitada entre detecção, previsão e alocação de recursos podem comprometer o uso da inteligência epidemiológica durante emergências (Kaur; Butt, 2025; Villanueva-Miranda *et al.,* 2025).

1.1 Objetivos Gerais

O estudo tem como objetivo analisar a contribuição da inteligência epidemiológica e dos sistemas de alerta precoce para a resposta às emergências em saúde pública.

2. Revisão da Literatura

2.1 Emergências em saúde pública e vigilância epidemiológica

A vigilância em saúde constitui um processo contínuo e sistemático de produção, organização, análise e disseminação de informações sobre eventos relacionados à saúde da população. Sua finalidade não se limita ao registro de doenças, pois envolve o planejamento e a execução de medidas destinadas à promoção da saúde, à prevenção de agravos e ao controle dos fatores que interferem nas condições de vida. Essa concepção ampliada vincula a produção de informações à intervenção pública e atribui à vigilância uma função estratégica na organização do sistema de saúde (Leal, 2024; Teixeira *et al.,* 2018).

A formação histórica da vigilância foi marcada inicialmente por medidas de isolamento e quarentena, utilizadas quando ainda eram limitados os conhecimentos sobre agentes infecciosos e formas de transmissão. O avanço da microbiologia, da imunização e da compreensão dos ciclos epidemiológicos permitiu substituir ações exclusivamente restritivas por estratégias fundamentadas na identificação de agentes, no monitoramento contínuo e no controle de riscos. A vigilância passou, assim, a integrar as atividades regulares dos serviços e a abranger problemas que

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

ultrapassavam as doenças transmissíveis (Leal, 2024; Teixeira *et al.,* 2018).

No Brasil, a organização da vigilância acompanhou as transformações políticas e institucionais que conduziram à criação do Sistema Único de Saúde. O modelo anterior, estruturado por campanhas verticalizadas e decisões centralizadas, limitava a participação dos territórios na identificação e resolução de seus problemas. A descentralização ampliou as responsabilidades de estados e municípios e aproximou as ações epidemiológicas das realidades locais, embora parte das atividades especializadas, como análise de dados, planejamento e definição de normas, tenha permanecido concentrada nas esferas estadual e federal (Teixeira *et al.,* 2018; Henriques *et al.,* 2024).

A ampliação do objeto da vigilância modificou sua atuação, que deixou de se concentrar somente em pessoas doentes e passou a considerar enfermidades, agravos, exposições, vulnerabilidades e determinantes sociais. A organização brasileira reúne vigilância epidemiológica, sanitária, ambiental e da saúde do trabalhador, componentes que devem atuar de maneira articulada. Essa perspectiva reconhece que saneamento, moradia, trabalho, renda, educação, ambiente e acesso aos serviços influenciam os padrões de adoecimento, exigindo intervenções que não se restringem ao campo clínico (Leal, 2024; Teixeira *et al.,* 2018).

As emergências em saúde pública correspondem a situações que demandam medidas urgentes de prevenção, controle e contenção de riscos, danos ou agravos. Podem decorrer de surtos, epidemias, introdução de agentes desconhecidos, desastres naturais ou tecnológicos e desassistência à população. A pandemia de influenza A H1N1, a síndrome congênita associada ao vírus Zika, a COVID-19 e a emergência sanitária enfrentada pela população Yanomami exemplificam eventos que exigiram reorganização extraordinária dos serviços, mobilização de recursos e coordenação entre diferentes níveis de gestão (Aguilar *et al.,* 2025).

A pandemia de COVID-19 expôs fragilidades relacionadas à coordenação nacional, ao acesso oportuno ao diagnóstico, à disponibilidade de insumos, à integração das informações e à adoção de medidas uniformes de controle. Em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

diversas localidades, a vigilância permaneceu concentrada na contagem de casos, hospitalizações e mortes, sem conseguir converter as informações produzidas em intervenções proporcionais à velocidade de transmissão. Esse cenário demonstrou que sistemas previamente organizados podem perder capacidade de atuação quando enfrentam descontinuidade política, fragilidade institucional e insuficiência operacional (Henriques *et al.,* 2024).

A preparação para emergências requer planejamento antecipado, mapeamento de riscos, definição de responsabilidades, organização de recursos, elaboração de planos de contingência e capacitação permanente. A vigilância deve manter o monitoramento contínuo das ameaças, enquanto a resposta precisa mobilizar serviços, profissionais e insumos de acordo com a magnitude do evento. A articulação desses componentes favorece sistemas resilientes, capazes de ampliar sua capacidade durante crises sem interromper completamente a assistência cotidiana prestada à população (Aguilar *et al.,* 2025; OPAS, 2024).

2.2 Inteligência epidemiológica na tomada de decisão

A inteligência epidêmica compreende um conjunto de atividades interligadas destinadas a detectar, verificar, analisar e avaliar sinais que possam representar ameaças à saúde pública. Seu funcionamento depende da combinação de diferentes informações para identificar alterações epidemiológicas antes que alcancem maior extensão territorial ou gravidade. O processo não se encerra na produção de indicadores, pois as informações precisam ser transformadas em avaliações de risco, alertas e recomendações capazes de orientar medidas concretas de prevenção e controle (OPAS, 2024).

A obtenção de informações pode ocorrer por vigilância baseada em indicadores, em eventos ou em comunidades. A primeira utiliza registros oficiais, estruturados e submetidos a definições de caso, incluindo notificações, hospitalizações, resultados laboratoriais, óbitos e informações genômicas. A vigilância baseada em eventos incorpora notícias, rumores, redes sociais e outras fontes não estruturadas, enquanto a participação comunitária permite reconhecer situações que ainda não chegaram aos serviços. A complementaridade entre essas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

abordagens aumenta a sensibilidade para eventos emergentes (OPAS, 2024).

O fluxo da inteligência epidemiológica inicia-se com a captação de um sinal, seguida de triagem para avaliação de sua relevância e verificação junto às fontes responsáveis. Quando o evento é confirmado, procede-se à avaliação da magnitude, gravidade, possibilidade de disseminação, grupos expostos e capacidade disponível para resposta. A notificação, a comunicação e o acionamento das medidas de controle devem acompanhar esse processo, evitando que a análise se transforme em uma atividade isolada, sem repercussão sobre as decisões sanitárias (OPAS, 2024; Aguilar *et al.,* 2025).

No Município do Rio de Janeiro, a experiência adquirida durante a pandemia impulsionou a implantação do Centro de Inteligência Epidemiológica em 2022. A estrutura reuniu epidemiologistas, cientistas de dados, estatísticos, programadores e profissional da área de geografia, combinando conhecimentos epidemiológicos e computacionais. A iniciativa foi orientada pela integração de fontes, transparência das informações e desenvolvimento de análises capazes de antecipar mudanças nos padrões de adoecimento, superando a dependência exclusiva das notificações recebidas passivamente pelos sistemas tradicionais (Oliveira e Cruz *et al.,* 2024).

A implantação de um data lake permitiu armazenar e processar registros procedentes de diferentes sistemas e formatos, com rotinas de extração, limpeza, normalização, enriquecimento e agregação. Dados do SIM, SIVEP-Gripe, e-SUS e SI-PNI foram relacionados para formar a Base Carioca, uma coorte retrospectiva com aproximadamente sete milhões de registros de pessoas vacinadas ou que apresentaram eventos relacionados à COVID-19. A vinculação tornou possível acompanhar trajetórias envolvendo imunização, adoecimento e morte (Oliveira e Cruz *et al.,* 2024).

2.3 Sistemas de alerta precoce em saúde pública

Os sistemas de alerta precoce destinam-se a reconhecer ameaças em seus estágios iniciais e comunicar informações que permitam a adoção de medidas antes da ampliação dos danos. Sua importância cresce diante da persistência de influenza, dengue, cólera, febre amarela, doenças hemorrágicas e outros eventos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

com potencial epidêmico nas Américas. Novos patógenos, mudanças ambientais, aumento das viagens e circulação internacional de mercadorias tornam indispensável a manutenção de estruturas capazes de operar continuamente (OPAS, 2024).

Um sistema de alerta não corresponde apenas a uma plataforma tecnológica, pois compreende organização institucional, profissionais capacitados, fontes de dados, protocolos e mecanismos de resposta. A detecção precisa estar ligada à verificação, avaliação de risco, notificação, comunicação e intervenção, formando um ciclo contínuo de gerenciamento de eventos. A coordenação e a liderança definem responsabilidades, prioridades de monitoramento, fluxos informacionais e formas de mobilização dos recursos quando uma situação ultrapassa os parâmetros esperados (OPAS, 2024; Aguilar *et al.,* 2025).

A vigilância baseada em indicadores fornece informações oficiais e comparáveis, porém pode apresentar demora quando depende da procura pelo serviço, do preenchimento da notificação e da confirmação laboratorial. Esse modelo também encontra dificuldades diante de doenças novas, para as quais não existem definições consolidadas ou linhas históricas que permitam reconhecer desvios. A predominância da notificação passiva reduz a sensibilidade em territórios com menor acesso aos serviços e pode atrasar a identificação de eventos de rápida propagação (OPAS, 2024; Henriques *et al.,* 2024).

A vigilância baseada em eventos amplia a captação de sinais ao utilizar notícias, redes sociais, sites oficiais, relatos profissionais e informações provenientes de outros setores. O sistema EIOS reúne dados de mais de 13 mil fontes em diferentes idiomas e possibilita o acompanhamento de informações em tempo próximo do real. Contudo, sua elevada sensibilidade exige verificação rigorosa, pois, entre 2019 e 2023, 24% dos 144 sinais verificados regionalmente foram descartados por não representarem eventos confirmados de saúde pública (OPAS, 2024).

A geração automatizada de alertas requer métodos capazes de diferenciar alterações relevantes das oscilações habituais. No Centro de Inteligência Epidemiológica do Rio de Janeiro, séries de atendimentos da rede de urgência e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

emergência foram monitoradas por modelos estatísticos, permitindo reconhecer mudanças em sinais e sintomas antes da consolidação das notificações. Limites históricos e tendências de crescimento foram utilizados para sinalizar situações que demandavam verificação pelas equipes, originando boletins direcionados aos gestores da vigilância (Oliveira e Cruz *et al.,* 2024; Aguilar *et al.*, 2025).

2.4 Tecnologias digitais e inteligência artificial

A epidemiologia digital utiliza informações geradas por tecnologias e plataformas eletrônicas para investigar a dinâmica das doenças e acompanhar alterações clínicas e sociais associadas à sua ocorrência. O uso de grandes bases de dados permite examinar informações caracterizadas por volume, variedade, velocidade, veracidade e valor. Esses atributos ampliam a possibilidade de identificar sinais em tempo próximo do real, mas exigem capacidade computacional, métodos analíticos adequados e critérios para distinguir informações epidemiologicamente relevantes (Fallatah; Adekola, 2024).

Os sistemas de informação geográfica acrescentam a dimensão espacial às análises epidemiológicas, permitindo localizar casos, reconhecer agrupamentos e delimitar áreas com maior concentração de riscos. Associados à modelagem temporal, esses recursos auxiliam no acompanhamento da propagação e no direcionamento de medidas territoriais. Métodos de nowcasting corrigem atrasos na notificação, enquanto previsões estimam tendências futuras, oferecendo subsídios para antecipar demandas assistenciais e organizar recursos antes que os indicadores convencionais confirmem a mudança (Fallatah; Adekola, 2024; Oliveira e Cruz *et al.,* 2024).

No Rio de Janeiro, o investimento tecnológico resultou no Epi Rio, em plataformas internas de acompanhamento e em ferramentas direcionadas às arboviroses. Modelos ARIMA, XGBoost e modelos aditivos generalizados foram utilizados na análise de séries temporais, enquanto a linguagem R e o pacote Shiny apoiaram a construção dos painéis. O GEOARBO integrou informações epidemiológicas e entomológicas em mapas interativos, favorecendo a visualização territorial dos casos e o planejamento das medidas discutidas nas salas de

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

situação. (Oliveira e Cruz *et al.,* 2024).

A experiência do Google Flu Trends demonstra que quantidade de dados não equivale automaticamente à precisão epidemiológica. A ferramenta apresentou funcionamento satisfatório em determinados períodos, mas não antecipou adequadamente a pandemia de influenza A H1N1 em 2009 e posteriormente superestimou a intensidade da doença. Mudanças no comportamento de busca e influência da cobertura midiática podem alterar os indicadores sem que exista modificação correspondente na incidência, tornando indispensável a comparação dos sinais digitais com dados clínicos, laboratoriais e territoriais (Fallatah; Adekola, 2024).

A incorporação da inteligência artificial exige infraestrutura, interoperabilidade, segurança, capacitação e supervisão humana. Ferramentas automatizadas podem reduzir tarefas repetitivas e ampliar a oportunidade da detecção, mas não devem emitir decisões sanitárias sem verificação epidemiológica. A OPAS recomenda tecnologias ajustadas às condições dos países, integração de bases e preferência por soluções abertas quando contribuírem para reduzir custos. Henriques et al. acrescentam que a modernização depende de equipes próprias, conectividade, governança e capacidade institucional para transformar resultados computacionais em intervenção (OPAS, 2024; Henriques *et al.,* 2024).

2.5 Organização da vigilância e do alerta no Brasil

A vigilância brasileira foi estruturada inicialmente por campanhas centralizadas de controle de doenças, conduzidas por programas com reduzida participação dos serviços locais. A implantação do SUS modificou essa organização ao distribuir competências entre União, estados e municípios, promovendo descentralização e ampliação da cobertura territorial. O processo incorporou a epidemiologia ao planejamento dos serviços e buscou superar a separação entre produção de informações e execução das medidas de prevenção e controle (Teixeira *et al.,* 2018).

A criação do Centro Nacional de Epidemiologia contribuiu para difundir o uso

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

da epidemiologia e organizar sistemas de informação voltados às necessidades das diferentes esferas de gestão. O SINASC e o SINAN foram desenvolvidos, enquanto o SIM passou por aperfeiçoamentos que ampliaram sua utilização. A parceria com universidades apoiou a formação de profissionais em análise de situação, programas computacionais e gestão dos sistemas, fortalecendo a capacidade de estados e municípios para produzir informações mais próximas de suas realidades (Teixeira *et al.,* 2018).

A criação da Secretaria de Vigilância em Saúde, em 2003, ampliou a autonomia administrativa do componente federal e fortaleceu sua relação com instituições de ensino e pesquisa. A implantação de Núcleos Hospitalares de Epidemiologia aproximou a detecção dos serviços que recebem casos graves ou incomuns. Posteriormente, a expansão dos CIEVS organizou uma rede dedicada ao recebimento de informações, avaliação de eventos e coordenação de respostas, enquanto o EpiSUS qualificou profissionais para investigação epidemiológica de campo (Henriques *et al.,* 2024).

A estrutura nacional inclui sistemas de notificação, rede de laboratórios, vigilância hospitalar, atenção primária, programas de imunização e unidades destinadas às emergências. Apesar dessa abrangência, o predomínio de notificações passivas permanece inadequado para situações que demandam respostas rápidas. Henriques *et al*. (2024) defendem a automatização do compartilhamento de registros assistenciais e laboratoriais, a incorporação da vigilância sindrômica e baseada em eventos e a reorganização dos métodos segundo as características de cada doença ou agravo.

A experiência do Rio de Janeiro exemplifica a operacionalização descentralizada dessas estruturas. Foram implantadas dez Unidades de Resposta Rápida distribuídas pelas áreas programáticas, além da habilitação de 26 núcleos hospitalares e da ampliação das unidades sentinelas. A vigilância passou a reunir dados assistenciais, laboratoriais, ambientais, entomológicos, climáticos, genômicos e regulatórios, enquanto a formação em epidemiologia de campo foi adotada para aumentar a presença de profissionais capacitados nos serviços e nos territórios (Aguilar *et al.,* 2025).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

A coordenação das respostas foi fortalecida por comitês técnicos, Centros de Operações de Emergências, planos de contingência e participação de diferentes setores. As epidemias de COVID-19 e dengue exigiram interação entre vigilância, atenção primária, urgência, regulação, laboratórios, comunicação, educação, meio ambiente e defesa civil. A manutenção dessa organização depende de financiamento contínuo, liderança institucional e definição de responsabilidades, pois estruturas criadas durante crises tendem a perder capacidade quando não são incorporadas permanentemente ao planejamento do sistema (Aguilar *et al.,* 2025; Teixeira et al., 2018).

3. Considerações Finais

A contribuição da inteligência epidemiológica para as emergências em saúde pública está, sobretudo, na capacidade de reduzir o tempo entre a identificação de uma ameaça e a adoção de medidas sanitárias. Essa atuação só se torna efetiva quando as informações geradas realmente orientam decisões compatíveis com a gravidade do problema, sua extensão territorial e as necessidades da população. Assim, a qualidade da resposta não depende apenas de antecipar o risco, mas de transformar o alerta em ações coordenadas e que possam ser colocadas em prática.

Para fortalecer essa capacidade, é fundamental ter governança contínua, com definição clara de responsabilidades e integração entre vigilância, assistência, laboratórios, regulação e gestão. Também é necessário garantir continuidade administrativa e financeira, para que as estruturas criadas durante períodos críticos não sejam enfraquecidas após o fim da emergência. Quando se consolidam rotinas institucionais, fica mais fácil preservar conhecimentos, aprimorar procedimentos e manter condições operacionais para lidar com eventos futuros.

Como limitação, por se tratar de uma pesquisa bibliográfica e documental, não é possível medir diretamente o desempenho dos sistemas em diferentes contextos locais. Recomenda-se o desenvolvimento de avaliações que considerem o tempo entre a detecção, a verificação e a intervenção, além da qualidade dos alertas e dos impactos gerados na organização dos serviços. Essas iniciativas

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

podem contribuir para respostas mais rápidas, adequadas ao território e sustentáveis diante de novas emergências.

Referências

AGUILAR, Gislani Mateus Oliveira *et al.* Preparação, vigilância e resposta às emergências de saúde pública na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, de 2021 a 2024. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, e18832024, 2025. DOI: https://doi.org/10.1590/1413-81232025307.18832024

ALAHMARI, Ahmed A. *et al.* Strengthening global health security through health early warning systems: a literature review and case study. **Journal of Infection and Public Health**, [S. l.], v. 17, supl. 1, p. 85-95, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jiph.2024.01.019.

BRASIL. Ministério da Saúde. P**ortaria de Consolidação nº 4, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre os sistemas e os subsistemas do Sistema Único de Saúde.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.430, de 11 de junho de 2018. Altera a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, para instituir o Programa de Treinamento em Epidemiologia Aplicada aos Serviços do Sistema Único de Saúde** – Programa EpiSUS. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2018a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 588, de 12 de julho de 2018**. Institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2018b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 1.693, de 23 de julho de 2021**. Institui a Vigilância Epidemiológica Hospitalar. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 1.694, de 23 de julho de 2021**. Institui a Rede Nacional de Vigilância Epidemiológica Hospitalar. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 4.085, de 23 de novembro de 2022**. Altera o Anexo XXVII da Portaria de Consolidação GM/MS nº 3, de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre a Rede de Vigilância, Alerta e Resposta às Emergências em Saúde Pública do Sistema Único de Saúde – Rede VIGIAR-SUS. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 4.185, de 1º de dezembro de**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

2022. Altera a Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para instituir o Programa Nacional de Vigilância em Saúde dos Riscos Associados aos Desastres – Vigidesastres, no âmbito do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 4.641, de 28 de dezembro de 2022.** Altera as Portarias de Consolidação GM/MS nº 3 e nº 5, de 28 de setembro de 2017, para instituir o Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde e a Rede Nacional dos Centros de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde, ambos no âmbito do Sistema Único de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022c.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 5.201, de 15 de agosto de 2024**. Altera a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços públicos e privados em todo o território nacional. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 6.734, de 18 de março de 2025.** Altera o Anexo 1 do Anexo V da Portaria de Consolidação GM/MS nº 4, de 28 de setembro de 2017, para incluir a esporotricose humana na Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde Pública. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025.

FALLATAH, Deema Ibrahim; ADEKOLA, Hafeez Aderinsayo. Digital epidemiology: harnessing big data for early detection and monitoring of viral outbreaks. **Infection Prevention in Practice**, [S. l.], v. 6, n. 3, 100382, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.infpip.2024.100382.

HENRIQUES, Claudio Maierovitch Pessanha; MOURA, Noely Fabiana Oliveira de; SOUZA, Priscila Bochi de. Desafios e lições da pandemia de COVID-19 para a Vigilância em Saúde no Brasil: reflexões sobre tecnologias, modelos e organização do sistema. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 27, e240049, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1980-549720240049.

KAMALRATHNE, Thushara *et al*. Need for effective detection and early warnings for epidemic and pandemic preparedness planning in the context of multi-hazards: lessons from the COVID-19 pandemic. **International Journal of Disaster Risk Reduction,** [S. l.], v. 92, 103724, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103724.

KAUR, Jasleen; BUTT, Zahid Ahmad. AI-driven epidemic intelligence: the future of outbreak detection and response. **Frontiers in Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 8, 1645467, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/frai.2025.1645467.

LEAL, Daniela de Ulysséa. Overview of health surveillance in Brazil. **Journal of Quality in Health Care & Economics**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 1-3, 2024. DOI:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 19/06/2026 - **Accepted:** 21/07/2026
Vol: 13.16
DOI: 10.66104/27xva969
Pages: 1-19

https://doi.org/10.23880/jqhe-16000420.

MACINTYRE, Chandini Raina *et al.* Artificial intelligence in public health: the potential of epidemic early warning systems. **Journal of International Medical Research**, [S. l.], v. 51, n. 3, 03000605231159335, 2023. DOI: https://doi.org/10.1177/03000605231159335.

OLIVEIRA E CRUZ, Débora Medeiros de *et al.* Inteligência epidemiológica, investimento em tecnologias da informação e as novas perspectivas para o uso de dados na vigilância em saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 8, e00160523, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-311XPT160523.

OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde. **Estratégia de inteligência epidêmica para fortalecer o alerta precoce de emergências de saúde 2024–2029.** Washington, D.C.: OPAS, 2024. Documento CD61/12, Rev. 1.

TEIXEIRA, Maria Glória *et al.* Vigilância em Saúde no SUS: construção, efeitos e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 6, p. 1811-1818, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/1413-81232018236.09032018.

VILLANUEVA-MIRANDA, Ismael; XIAO, Guanghua; XIE, Yang. Artificial intelligence in early warning systems for infectious disease surveillance: a systematic review. **Frontiers in Public Health**, [S. l.], v. 13, 1609615, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1609615