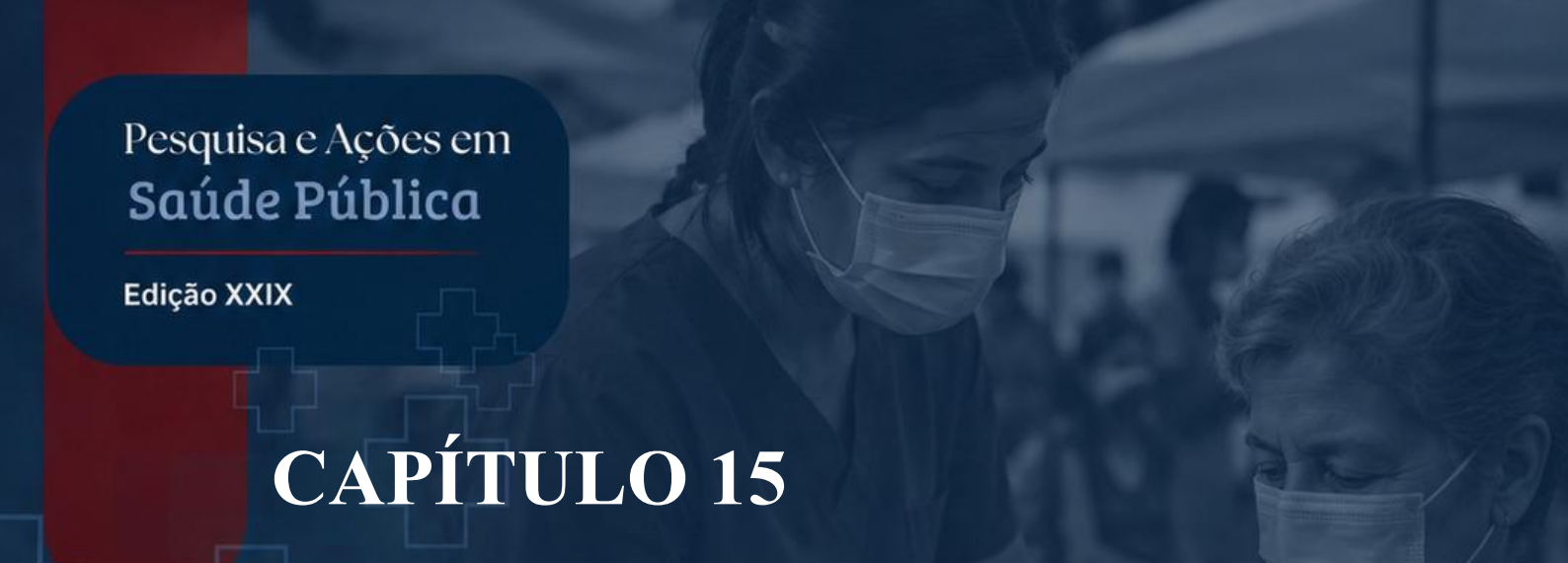
Pesquisa e Ações em Saúde Pública

Edição XXIX



CAPÍTULO 15

VIGILÂNCIA DIGITAL DO SARAMPO: USO DE DADOS PARA ANTECIPAÇÃO DE SURTOS NO BRASIL

INGRIDY TAYANE GONÇALVES PIRES FERNANDES[1]
PÉRICLES CRISTIANO BATISTA FLORES[2]
SOLANGE APARECIDA CAETANO[3]
ELAINE APARECIDA LEONI[4]
PLÍNIO REGINO MAGALHÃES[5]
APARECIDA LIMA DO NASCIMENTO[6]
LAURELENA CORÁ MARTINS[7]
SANDRO DE ALMEIDA CERQUEIRA[8]
SILVANA FLORA DE MELO[9]
LILIAN REGINO MAGALHÃES[10]
MÁRCIA ZOTTI JUSTO FERREIRA[11]
JONAS GONÇALVES DOS SANTOS[12]
JOSÉ GABRIEL OLIVEIRA CARVALHO[13]
ADEMIR ALVES DE MELO[14]
ANA ELISELMA FURTADO SILVA[15]

[1]Enfermeira, Mestra em Políticas Públicas pela Universidade de Mogi das Cruzes (UMC), Mogi das Cruzes-SP, Brasil.
[2]Enfermeiro, Doutor em Saúde Pública pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, Brasil.
[3]Enfermeira, Mestra em Direito pela Universidade Católica de Santos (UniSantos), Santos-SP, Brasil.
[4]Enfermeira, Mestra em Saúde Pública pela Universidad San Lorenzo (UNISAL), Paraguai.
[5]Fisioterapeuta, Mestre em Saúde Pública pela Universidad San Lorenzo (UNISAL), Paraguai.
[6]Enfermeira, Mestra em Biotecnologia e Inovação em Saúde pela Faculdade Anhanguera de Pirituba, Pirituba-SP, Brasil.
[7]Enfermeira, Especialista em Saúde Mental e Atenção Psicossocial pela Faculdade Estácio de Sá, São Paulo-SP, Brasil.
[8]Enfermeiro, Especialista em Urgência e Emergência/UTI pela Faculdade Anhanguera de Taboão da Serra, Taboão da Serra-SP, Brasil.
[9]Enfermeira, Doutoranda em Engenharia Biomédica pela Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo-SP, Brasil.
[10]Graduada em Fisioterapia pela Universidade Paulista (UNIP), São Paulo-SP, Brasil.
[11]Enfermeira, Doutora em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, Brasil.
[12]Biólogo, Doutor em Saúde Pública pela Universidad San Lorenzo (UNISAL), Paraguai.
[13]Enfermeiro, Especialista em Saúde Pública pela Faculdade Holística – FAHOL DNA Pós, Curitiba-PR, Brasil.
[14]Mestrando em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina de Jundiaí, Jundiaí-SP, Brasil.
[15]Enfermeira, Especialista em Enfermagem Cirúrgica, CME e SRPA pelo Centro Universitário Venda Nova do Imigrante, Sobral-CE, Brasil.

Palavras-chave: *Sarampo; Vigilância Epidemiológica; Inteligência Artificial; Saúde Digital.*

DOI **10.59290/9366990100**

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

O sarampo é uma doença infecciosa de elevada transmissibilidade e permanece como importante problema de saúde pública em diferentes regiões do mundo. Apesar da disponibilidade de vacina eficaz e das estratégias desenvolvidas para sua eliminação, a ocorrência de surtos continua associada à existência de indivíduos suscetíveis, redução da cobertura vacinal, dificuldades na identificação oportuna dos casos e circulação do vírus entre diferentes territórios. No Brasil, a reemergência do sarampo observada nos últimos anos evidenciou a necessidade de fortalecer continuamente as ações de vigilância epidemiológica e resposta rápida (MAKARENKO *et al*., 2022).

A vigilância epidemiológica tradicional constitui uma ferramenta essencial para o acompanhamento da ocorrência do sarampo, envolvendo a notificação de casos suspeitos, investigação epidemiológica, confirmação laboratorial, identificação de contatos e implementação de medidas de controle. Entretanto, a transformação digital dos sistemas de informação em saúde possibilitou a incorporação de novas fontes de dados capazes de complementar os registros oficiais e ampliar a capacidade de identificação de sinais epidemiológicos (BHATIA *et al*., 2021).

A expansão da utilização da internet, dos mecanismos de busca e das redes sociais criou novas possibilidades para o monitoramento de eventos relacionados à saúde. Informações produzidas espontaneamente pela população podem apresentar alterações temporais e espaciais que, quando analisadas conjuntamente com dados epidemiológicos tradicionais, podem auxiliar na identificação de possíveis mudanças no comportamento de determinadas doenças (PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023; SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023).

Entre essas possibilidades, destaca-se a utilização de mecanismos de busca como fonte complementar para vigilância epidemiológica. Pessoas que apresentam sintomas ou preocupações relacionadas ao sarampo podem realizar pesquisas na internet antes de procurar um serviço de saúde. Dessa maneira, alterações no volume de pesquisas relacionadas à doença podem constituir sinais que merecem investigação epidemiológica. Estudos sobre o sarampo demonstram que dados provenientes de mecanismos de busca podem ser utilizados em modelos voltados à previsão de epidemias (SAMARAS; SICILIA; GARCÍA-BARRIO-CANAL, 2021).

Paralelamente, o desenvolvimento da inteligência artificial e do aprendizado de máquina ampliou as possibilidades de processamento de grandes volumes de dados. Essas tecnologias podem identificar padrões, relações e tendências que seriam difíceis de reconhecer por meio de análises convencionais, contribuindo para a construção de modelos preditivos aplicados à vigilância de doenças infecciosas (LAU *et al*., 2022).

No caso específico do sarampo, pesquisas têm demonstrado o potencial de métodos de aprendizado de máquina para investigar a previsibilidade da dinâmica da doença e estimar a possibilidade de ocorrência de surtos. A integração entre modelos computacionais e conhecimentos epidemiológicos pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de alerta capazes de apoiar decisões de saúde pública (LAU *et al*., 2022; RU *et al*., 2023).

Outro componente importante é a dimensão espacial. A distribuição dos casos de sarampo apresenta diferenças entre territórios e pode ser influenciada por fatores como cobertura vacinal, mobilidade populacional, densidade demográfica e acesso aos serviços de saúde. A análise espacial possibilita identificar áreas priori-

tárias e direcionar ações de vigilância e controle para locais com maior risco de reintrodução ou transmissão (SANTOS *et al*., 2024).

No contexto brasileiro, a avaliação dos sistemas de vigilância também demonstra a importância de manter mecanismos capazes de funcionar adequadamente diante de diferentes cenários epidemiológicos. A análise do sistema de vigilância do sarampo em Pernambuco entre 2018 e 2022 evidenciou modificações ocorridas durante o período da pandemia de COVID-19, reforçando a necessidade de sistemas resilientes e adaptáveis (SOUZA; VANDERLEI; FRIAS, 2023).

Diante disso, a vigilância digital pode ser compreendida como uma estratégia complementar aos sistemas tradicionais, permitindo integrar diferentes fontes de informação para ampliar a capacidade de detecção de sinais epidemiológicos. A utilização de dados digitais, análise espacial e inteligência artificial pode favorecer uma atuação mais antecipatória, na qual informações disponíveis antes da confirmação de grandes cadeias de transmissão sejam utilizadas para orientar investigação e resposta (BHATIA *et al*., 2021; SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023).

Além das aplicações específicas para o sarampo, experiências com inteligência artificial e aprendizado de máquina em outras doenças infecciosas demonstram que modelos computacionais podem auxiliar na previsão da transmissão e na avaliação de riscos em escalas territoriais menores. Essas experiências fortalecem a perspectiva de utilização de tecnologias semelhantes em sistemas de vigilância do sarampo (WARD *et al*., 2022).

Nesse sentido, este capítulo tem como objetivo analisar o potencial da vigilância digital e da utilização integrada de dados para a antecipação de surtos de sarampo no Brasil, considerando a contribuição dos mecanismos de busca, mídias sociais, sistemas de informação, análise espacial e inteligência artificial para o fortalecimento da vigilância epidemiológica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa, de caráter descritivo e analítico, desenvolvida a partir da análise de publicações científicas relacionadas à vigilância epidemiológica do sarampo, vigilância digital, utilização de dados digitais, inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise espacial.

Foram consideradas publicações científicas entre 2021 e 2024, período correspondente aos estudos selecionados para fundamentar a discussão. A seleção contemplou pesquisas nacionais e internacionais relacionadas ao monitoramento do sarampo e à utilização de ferramentas tecnológicas aplicáveis à vigilância de doenças infecciosas.

Os estudos foram analisados considerando quatro dimensões principais: a situação epidemiológica e os sistemas de vigilância do sarampo; a utilização de fontes digitais de informação; a aplicação de inteligência artificial e aprendizado de máquina; e a análise espacial para identificação de áreas de risco.

Foram incluídos estudos sobre a utilização de ferramentas digitais para vigilância em tempo próximo ao real (BHATIA *et al*., 2021), utilização de mecanismos de busca na previsão de epidemias de sarampo (SAMARAS; SICILIA; GARCÍA-BARRIOCANAL, 2021), aplicação de modelos de aprendizado de máquina à dinâmica do sarampo (LAU *et al*., 2022; RU *et al*., 2023), análise da reemergência do sarampo no Brasil (MAKARENKO *et al*., 2022), avaliação de sistemas brasileiros de vigilância (SOUZA; VANDERLEI; FRIAS, 2023) e identificação de áreas prioritárias para vigilância (SANTOS *et al*., 2024).

Também foram consideradas revisões e estudos sobre novas fontes de dados para vigilância de doenças infecciosas, incluindo mídias sociais e outras fontes digitais (PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023; SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023), bem como estudos relacionados à aplicação de inteligência artificial na vigilância epidemiológica de doen-ças infecciosas (WARD *et al*., 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vigilância epidemiológica e reemergência do sarampo no Brasil

A reemergência do sarampo no Brasil representa um importante alerta para os sistemas de vigilância epidemiológica. A análise da epidemia ocorrida no estado de São Paulo em 2019 demonstrou que a circulação do vírus pode ser favorecida por diferentes fatores epidemiológicos e sociais, exigindo acompanhamento contínuo dos casos e das populações suscetíveis (MAKARENKO *et al*., 2022).

A manutenção da vigilância é necessária mesmo em períodos de baixa circulação viral. O desaparecimento temporário de casos não significa ausência definitiva do risco, especialmente em contextos caracterizados por mobilidade populacional e existência de pessoas não imunizadas. Assim, a capacidade de identificar rapidamente casos suspeitos é fundamental para interromper cadeias de transmissão.

Nesse processo, os sistemas tradicionais dependem da notificação, investigação e confirmação dos casos. Embora indispensáveis, essas etapas podem apresentar intervalo entre o surgimento de sinais na população e sua consolidação nos sistemas oficiais. A vigilância digital apresenta-se como possibilidade de complementar esse processo por meio da observação de diferentes fontes de informação em períodos mais próximos ao tempo real (BHATIA *et al*., 2021).

A experiência de Pernambuco também demonstra a importância de avaliar continuamente a capacidade dos sistemas de vigilância. Souza, Vanderlei e Frias (2023), ao analisarem a vigilância epidemiológica do sarampo no estado entre 2018 e 2022, identificaram mudanças no contexto de monitoramento durante a pandemia de COVID-19, evidenciando a necessidade de sistemas preparados para emergências sanitária e alterações na capacidade operacional dos serviços.

Nesse sentido, a vigilância digital pode atuar como uma camada adicional de observação epidemiológica, auxiliando na identificação de sinais que posteriormente podem ser investigados pelos serviços responsáveis.

Fontes digitais aplicáveis à vigilância do sarampo

A utilização de dados digitais na vigilância epidemiológica expandiu-se em razão do crescimento das tecnologias de informação e comunicação. Dados produzidos em mecanismos de busca, redes sociais, plataformas digitais e sistemas informatizados podem apresentar informações complementares sobre comportamentos, sintomas e eventos relacionados à saúde (SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023).

As redes sociais representam uma dessas fontes. A população utiliza essas plataformas para compartilhar experiências, dúvidas e informações relacionadas a doenças. A análise sistemática dessas informações pode contribuir para identificar sinais de eventos epidemiológicos, embora seja necessário considerar limitações relacionadas à representatividade dos usuários e à qualidade das informações disponíveis (PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023).

Os mecanismos de busca também possuem potencial para vigilância. As pesquisas realizadas pela população podem refletir preocupações relacionadas a sintomas ou doenças. No caso do sarampo, Samaras, Sicilia e García-Barriocanal (2021) demonstraram o potencial de dados de mecanismos de busca para auxiliar na previsão de epidemias em países europeus.

Entretanto, os dados digitais não devem ser interpretados como substitutos das notificações oficiais. Uma elevação nas pesquisas sobre determinada doença pode estar relacionada a diferentes fatores, como notícias veiculadas na mídia, campanhas de vacinação ou acontecimentos de grande repercussão. Dessa forma, o valor desses dados está principalmente na sua integração com outras fontes epidemiológicas, conforme apresentado na **Tabela 15.1**.

Tabela 15.1 Fontes de dados digitais e suas aplicações na vigilância do sarampo

Fonte de dados	Aplicação	Contribuição para a vigilância
Mecanismos de busca	Monitoramento da frequência de pesquisas relacionadas ao sarampo e seus sintomas	Identificação de possíveis sinais antecipados de alterações epidemiológicas (SAMARAS; SICILIA; GARCÍA-BARRIOCANAL, 2021)
Mídias sociais	Análise de publicações e manifestações relacionadas à doença	Identificação complementar de eventos e percepções populacionais (PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023)
Sistemas digitais de vigilância	Integração e acompanhamento de diferentes informações epidemiológicas	Monitoramento mais rápido e próximo ao tempo real (BHATIA *et al*., 2021)
Dados territoriais	Localização e distribuição espacial dos eventos	Identificação de áreas prioritárias para intervenção (SANTOS *et al*., 2024)
Dados epidemiológicos oficiais	Notificações, investigação e confirmação dos casos	Validação e contextualização dos sinais identificados por fontes digitais (SOUZA; VANDERLEI; FRIAS, 2023)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em BHATIA *et al*. (2021), SAMARAS, SICILIA e GARCÍA-BARRIOCANAL (2021), PILIPIEC, SAMSTEN e BOTA (2023), SOUZA, VANDERLEI e FRIAS (2023) e SANTOS *et al*. (2024).

Inteligência artificial e aprendizado de máquina

O crescimento da quantidade de dados disponíveis exige métodos capazes de processar grandes volumes de informações. Nesse cenário, a inteligência artificial apresenta possibilidades relevantes para a vigilância epidemiológica, especialmente por meio do aprendizado de máquina.

Os algoritmos de aprendizado de máquina podem identificar padrões em conjuntos complexos de dados e gerar estimativas relacionadas à ocorrência de determinados eventos. No campo do sarampo, Lau *et al*. (2022) analisaram a relação entre modelos de aprendizado de máquina e modelos semimecanísticos para avaliar a previsibilidade da dinâmica endêmica da doença.

Essa abordagem é relevante porque a transmissão do sarampo apresenta comportamento influenciado por diferentes variáveis. A utilização simultânea de informações temporais, espaciais e epidemiológicas pode permitir que os modelos identifiquem padrões associados a maior risco de transmissão.

Ru *et al*. (2023) avaliaram abordagens de aprendizado de máquina voltadas à previsão de surtos de sarampo, demonstrando o interesse crescente na utilização dessas ferramentas como apoio aos sistemas de vigilância. A aplicação desses métodos pode contribuir para

identificar situações que mereçam investigação antes que o aumento dos casos seja claramente observado pelos mecanismos tradicionais.

A inteligência artificial também vem sendo aplicada a outras doenças infecciosas. Ward *et al*. (2022) demonstraram a utilização de arquiteturas de aprendizado de máquina para previsão de transmissão e avaliação de risco em pequenas escalas espaciais, evidenciando a possibilidade de aplicação desses métodos em sistemas de vigilância orientados por dados.

Assim, no contexto do sarampo, modelos de inteligência artificial podem integrar dados de casos, localização, cobertura vacinal, sazonalidade, mobilidade populacional e fontes digitais. O resultado poderia ser utilizado como instrumento de apoio para identificar áreas ou períodos que necessitem de maior atenção.

Análise espacial e identificação de áreas de risco

A dimensão territorial é fundamental para a vigilância do sarampo. A ocorrência de casos pode apresentar concentração em determinados municípios ou regiões, enquanto outros territórios podem apresentar características associadas à maior vulnerabilidade à reintrodução do vírus.

A análise espacial possibilita visualizar a distribuição dos eventos e identificar padrões geográficos. Santos *et al*. (2024) utilizaram estratégias de estratificação para mapear áreas prioritárias relacionadas ao risco de reintrodução e transmissão do sarampo no Rio de Janeiro, demonstrando a utilidade dessa abordagem para o planejamento das ações de vigilância.

A incorporação da dimensão espacial aos sistemas digitais pode possibilitar a construção de mapas de risco. Esses mapas podem combinar localização dos casos, cobertura vacinal, características demográficas e outras informações relevantes para produzir uma representação mais ampla da vulnerabilidade territorial.

Essa estratégia também pode contribuir para o planejamento das ações de vacinação, busca ativa e investigação epidemiológica. Dessa forma, a vigilância deixa de considerar somente a quantidade de casos e passa a incorporar a localização e as características dos territórios nos quais os eventos ocorrem.

Integração das diferentes fontes de informação

O principal potencial da vigilância digital está na integração de diferentes fontes de informação. Um sistema capaz de reunir dados oficiais, mecanismos de busca, mídias sociais, informações territoriais e modelos de inteligência artificial pode apresentar uma visão mais abrangente do cenário epidemiológico.

A utilização de ferramentas digitais para monitoramento próximo ao tempo real pode gerar sinais que orientem a investigação (BHATIA *et al*., 2021). Esses sinais podem posteriormente ser confrontados com dados oficiais e informações territoriais, reduzindo o risco de interpretar isoladamente uma única fonte.

A integração também possibilita utilizar diferentes métodos analíticos. Dados de mecanismos de busca podem ser analisados estatisticamente, informações territoriais podem ser utilizadas em sistemas de informação geográfica e grandes bases de dados podem ser processadas por algoritmos de aprendizado de máquina.

Essa combinação cria a possibilidade de estabelecer sistemas de alerta precoce, nos quais alterações identificadas por uma ou mais fontes desencadeiam uma análise mais detalhada, conforme apresentado na **Tabela 15.2**.

Tabela 15.2 Modelo integrado para antecipação de surtos de sarampo

Etapa	Dados e tecnologias envolvidos	Finalidade
Coleta de dados	Notificações, mecanismos de busca, mídias sociais e dados territoriais	Ampliar as fontes de informação epidemiológica (BHATIA *et al*., 2021; PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023)
Processamento	Sistemas digitais e organização de grandes bases de dados	Estruturar informações para análise (SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023)
Modelagem	Inteligência artificial e aprendizado de máquina	Identificar padrões e estimar tendências (LAU *et al*., 2022; RU *et al*., 2023)
Análise espacial	Georreferenciamento e estratificação territorial	Identificar áreas prioritárias e territórios vulneráveis (SANTOS *et al*., 2024)
Geração de alerta	Integração dos resultados dos modelos	Sinalizar situações que necessitem de investigação
Investigação epidemiológica	Verificação dos casos e confirmação pelas equipes de vigilância	Confirmar ou descartar o sinal identificado
Resposta	Vacinação, bloqueio, busca ativa e acompanhamento dos contatos	Interromper ou reduzir a transmissão (MAKARENKO *et al*., 2022; SOUZA; VANDERLEI; FRIAS, 2023)
Retroalimentação	Inclusão dos novos dados no sistema	Aperfeiçoar continuamente os modelos e a vigilância

Fonte: Elaborado pelos autores com base em BHATIA *et al*. (2021), LAU *et al*. (2022), MAKARENKO *et al*. (2022), SOUZA, VANDERLEI e FRIAS (2023), RU *et al*. (2023) e SANTOS *et al*. (2024).

Desafios e limitações da vigilância digital

Apesar do potencial apresentado, a utilização de dados digitais na vigilância do sarampo possui limitações. A primeira está relacionada à representatividade das informa-ções. O acesso à internet e às plataformas digitais não ocorre de maneira uniforme entre diferentes grupos populacionais. Dessa forma, os dados coletados podem não representar integralmente a população de determinado território.

Outro aspecto está relacionado à qualidade das informações. Publicações em redes sociais e pesquisas na internet não necessariamente correspondem a casos reais da doença. Uma mudança na frequência de pesquisas pode ocorrer em razão de campanhas de vacinação, notícias ou eventos de grande repercussão. Portanto, esses dados devem ser utilizados como sinais complementares e não como confirmação epidemiológica.

Os modelos de inteligência artificial também dependem da qualidade das bases utilizadas para seu treinamento. Alterações no padrão de transmissão, mudanças na cobertura vacinal ou modificações no comportamento da população podem afetar a capacidade preditiva dos modelos. Por esse motivo, a validação e atualização periódica são fundamentais (LAU *et al*., 2022; RU *et al*., 2023).

A utilização de mídias sociais e outras fontes digitais também envolve questões relacionadas à privacidade, segurança e governança dos dados. A vigilância digital deve respeitar princípios éticos e garantir que as informações sejam utilizadas de maneira responsável, evitando exposição indevida dos indivíduos (PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023; SHAUSAN; NAZARATHY; DYDA, 2023).

Outro desafio está relacionado à formação dos profissionais. A utilização de ferramentas de inteligência artificial exige profissionais capazes de compreender os resultados dos modelos e contextualizá-los segundo as características epidemiológicas locais. A tecnologia, portanto, deve atuar como instrumento de apoio à decisão, mantendo a avaliação profissional como componente fundamental do processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vigilância digital apresenta potencial para fortalecer o monitoramento do sarampo no Brasil, especialmente por possibilitar a integração de diferentes fontes de informação e a identificação de sinais epidemiológicos de maneira mais rápida. A utilização de mecanismos de busca, mídias sociais, sistemas digitais e dados territoriais pode ampliar a capacidade de observação dos sistemas de vigilância tradicionais.

Os estudos analisados demonstram que dados provenientes de mecanismos de busca podem contribuir para a identificação de padrões relacionados à ocorrência do sarampo, enquanto as mídias sociais representam uma fonte complementar de informações sobre eventos e percepções relacionadas às doenças transmissíveis (SAMARAS; SICILIA; GARCÍA-BARRIOCANAL, 2021; PILIPIEC; SAMSTEN; BOTA, 2023).

O aprendizado de máquina amplia essas possibilidades ao permitir a análise de grandes volumes de dados e a identificação de padrões associados à dinâmica do sarampo. Estudos específicos demonstram o potencial desses modelos para investigar a previsibilidade da doença e apoiar a previsão de surtos (LAU *et al*., 2022; RU *et al*., 2023).

No Brasil, a análise espacial representa outra ferramenta importante, permitindo identificar áreas prioritárias e direcionar ações de vigilância para territórios com maior risco de reintrodução ou transmissão (SANTOS *et al*., 2024). A experiência de monitoramento epidemiológico no país também demonstra a importância de sistemas capazes de manter sua capacidade de resposta diante de diferentes cenários sanitários (SOUZA; VANDERLEI; FRIAS, 2023).

Entretanto, a vigilância digital não deve substituir os sistemas oficiais de vigilância epidemiológica. Sua principal contribuição consiste em complementar os dados tradicionais, fornecendo sinais que possam orientar investigação e resposta. A confirmação dos casos, a investigação epidemiológica, a análise laboratorial e a implementação das medidas de controle continuam indispensáveis.

Dessa forma, a integração entre epidemiologia, tecnologia da informação, inteligência artificial, análise espacial e atuação multiprofissional pode contribuir para transformar grandes volumes de dados em informações úteis para a saúde pública. A construção de sistemas de alerta precoce pode favorecer uma atuação mais preventiva, permitindo que equipes de vigilância identifiquem possíveis situações de risco e adotem medidas antes que os surtos atinjam maiores proporções.

Portanto, a vigilância digital do sarampo representa uma estratégia promissora para o fortalecimento da saúde pública brasileira. Sua efetividade dependerá da qualidade dos dados, da validação dos modelos, da integração com os sistemas oficiais, da capacitação profissional e da utilização ética e responsável das informações. Quando associada à vigilância epidemiológica convencional, essa abordagem pode contribuir para uma resposta mais ágil, territorialmente direcionada e baseada em evidências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHATIA, S.; *et al*. Using digital surveillance tools for near real-time mapping of the risk of infectious disease spread. npj Digital Medicine, v. 4, n. 73, 2021. DOI: 10.1038/s41746-021-00442-3.

BRANDA, F.; *et al*. Global measles surveillance: trends, challenges, and implications for public health interventions. Infectious Disease Reports, v. 16, n. 2, p. 367–379, 2024. DOI: 10.3390/idr16020028.

LAU, M. S. Y.; *et al*. Comparing and linking machine learning and semi-mechanistic models for the predictability of endemic measles dynamics. PLoS Computational Biology, v. 18, n. 9, e1010251, 2022. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1010251.

MAKARENKO, C.; *et al*. Measles resurgence in Brazil: analysis of the 2019 epidemic in the state of São Paulo. Revista de Saúde Pública, v. 56, p. 50, 2022. DOI: 10.11606/s1518-8787.2022056003805.

PILIPIEC, P.; SAMSTEN, I.; BOTA, A. Surveillance of communicable diseases using social media: a systematic review. PLoS ONE, v. 18, n. 2, e0282101, 2023. DOI: 10.1371/journal.pone.0282101.

RU, B.; *et al*. Predicting measles outbreaks in the United States: evaluation of machine learning approaches. JMIR Formative Research, v. 7, e42832, 2023. DOI: 10.2196/42832.

SAMARAS, L.; SICILIA, M. A.; GARCÍA-BARRIOCANAL, E. Predicting epidemics using search engine data: a comparative study on measles in the largest countries of Europe. BMC Public Health, v. 21, n. 100, 2021. DOI: 10.1186/s12889-020-10106-8.

SANTOS, Y. T. dos; *et al*. Mapping priority areas for measles surveillance: stratifying reintroduction and transmission risk in Rio de Janeiro, Brazil. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 48, e123, 2024. DOI: 10.26633/RPSP.2024.123.

SHAUSAN, A.; NAZARATHY, Y.; DYDA, A. Emerging data inputs for infectious diseases surveillance and decision making. Frontiers in Digital Health, v. 5, 1131731, 2023. DOI: 10.3389/fdgth.2023.1131731.

SOUZA, C. R. A.; VANDERLEI, L. C. M.; FRIAS, P. G. Measles epidemiological surveillance system before and during the COVID-19 pandemic in Pernambuco, Brazil, 2018–2022: a descriptive evaluation. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 32, n. 3, e2023545, 2023. DOI: 10.1590/S2237-96222023000300008.EN.

WARD, T.; *et al*. Forecasting SARS-CoV-2 transmission and clinical risk at small spatial scales by the application of machine learning architectures to syndromic surveillance data. Nature Machine Intelligence, v. 4, p. 814–827, 2022. DOI: 10.1038/s42256-022-00538-9.