

Análise de dados no uso de inteligências artificiais na prevenção de lacunas vacinais e retorno de doenças erradicadas

Data analysis in the use of artificial intelligence in the prevention of vaccine gaps and the return of eradicated diseases

Análisis de datos en el uso de inteligencias artificiales en la prevención de brechas vacunales y el retorno de enfermedades erradicadas

Luiz Otávio Ribeiro¹, Sabrina Alves Maia², Eduardo Henrique Antunes Mann³, Matheus Mendes Brito⁴

Como citar: Ribeiro LO, Maia AS, Mann EHA, Brito MM. Análise de dados no uso de inteligências artificiais na prevenção de lacunas vacinais e retorno de doenças erradicadas. REVISA. 2025; 14(3): 1678-84. Doi: <https://doi.org/10.36239/revisa.v14.n3.p1678a1684>

REVISA

1. Centro Universitário Atenas. Paracatu, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0009-0002-5921-8672>
2. Centro Universitário Atenas. Paracatu, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-8437-8515>
3. Centro Universitário Atenas. Paracatu, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-8467-1183>
4. Centro Universitário Atenas. Paracatu, Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9498-6904>

Recebido: 17/04/2025
Aprovado: 23/06/2025

RESUMO

Introdução: A cobertura vacinal é fundamental para prevenir doenças infecciosas e preservar a saúde pública. Contudo, lacunas nesse processo podem favorecer o ressurgimento de doenças erradicadas, como sarampo, rubéola e poliomielite, representando desafio constante aos sistemas de saúde. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como ferramenta útil na análise de dados de vacinação, capaz de identificar falhas e orientar estratégias preventivas. Objetivo: Explorar o uso da IA na análise de dados de vacinação para prevenir lacunas vacinais e o retorno de doenças erradicadas. Metodologia: Foram analisados artigos científicos sobre o emprego da IA na saúde, com ênfase em sua aplicação para ampliar a cobertura vacinal. Resultados: A IA consegue processar grandes volumes de dados e identificar padrões pouco perceptíveis ao olhar humano. Algoritmos de aprendizado de máquina permitem localizar grupos com baixa adesão vacinal, mapear áreas de risco e apontar fatores que dificultam a imunização. Além disso, possibilitam ações preditivas para antecipar surtos e reforçar campanhas. Conclusões: O uso da IA na saúde pública permite respostas rápidas e efetivas frente às lacunas vacinais, contribuindo para prevenção de surtos e proteção coletiva. A experiência da startup canadense BlueDot, que previu antecipadamente a pandemia de covid-19, demonstra o potencial da tecnologia.

Descritores: Inteligência Artificial, Lacunas vacinais, Doenças Erradicadas.

ABSTRACT

Introduction: Vaccination coverage is essential to prevent infectious diseases and preserve public health. However, gaps in this process may favor the resurgence of eradicated diseases, such as measles, rubella, and poliomyelitis, representing a constant challenge to health systems. In this context, Artificial Intelligence (AI) emerges as a useful tool for analyzing vaccination data, capable of identifying failures and guiding preventive strategies. Objective: To explore the use of AI in vaccination data analysis to prevent immunization gaps and the return of eradicated diseases. Methodology: Scientific articles on the use of AI in healthcare were analyzed, with emphasis on its application to expand vaccination coverage. Results: AI can process large volumes of data and identify patterns that are not easily perceptible to the human eye. Machine learning algorithms allow the identification of groups with low vaccination adherence, the mapping of risk areas, and the recognition of factors that hinder immunization. In addition, they enable predictive actions to anticipate outbreaks and strengthen campaigns. Conclusions: The use of AI in public health enables rapid and effective responses to immunization gaps, contributing to outbreak prevention and collective protection. The experience of the Canadian startup BlueDot, which predicted the COVID-19 pandemic in advance, demonstrates the potential of this technology.

Descriptors: Artificial Intelligence, Vaccination Gaps, Eradicated Diseases.

RESUMEN

Introducción: La cobertura vacunal es fundamental para prevenir enfermedades infecciosas y preservar la salud pública. Sin embargo, las brechas en este proceso pueden favorecer la reaparición de enfermedades erradicadas, como el sarampión, la rubéola y la poliomielitis, lo que representa un desafío constante para los sistemas de salud. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) surge como una herramienta útil para el análisis de datos de vacunación, capaz de identificar fallas y orientar estrategias preventivas. Objetivo: Explorar el uso de la IA en el análisis de datos de vacunación para prevenir brechas vacunales y el retorno de enfermedades erradicadas. Metodología: Se analizaron artículos científicos sobre el empleo de la IA en salud, con énfasis en su aplicación para ampliar la cobertura vacunal. Resultados: La IA puede procesar grandes volúmenes de datos e identificar patrones poco perceptibles para el ojo humano. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten localizar grupos con baja adherencia vacunal, mapear áreas de riesgo e identificar factores que dificultan la inmunización. Además, posibilitan acciones predictivas para anticipar brotes y reforzar campañas. Conclusiones: El uso de la IA en salud pública permite respuestas rápidas y efectivas frente a las brechas vacunales, contribuyendo a la prevención de brotes y a la protección colectiva. La experiencia de la startup canadiense BlueDot, que predijo anticipadamente la pandemia de COVID-19, demuestra el potencial de esta tecnología.

Descritores: Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, Brechas Vacunales, Enfermedades Erradicadas.

Introdução

A Era tecnológica possibilitada pela Quarta Revolução Industrial foi preponderante para o surgimento de ferramentas que simplificaram as necessidades humanas. Inerente a isso, o hype da Inteligência Artificial (IA) no século XXI potencializa a relação homem e máquina para atingir patamares de produtividade antes não vislumbrados no âmbito da computação, haja vista que seu poderio de análise foi aumentado de maneira favorável para processar o Big Data disponível na rede¹.

A IA fundamenta-se, basicamente, em análise de uma mastodôntica quantidade de dados em um curto espaço de tempo a fim de gerar resultados - outputs- probabilísticos de acordo com comandos -inputs- inseridos em seu treinamento. Essa agilidade no processamento de dados favorece a implementação de ações, por parte dos humanos, de maneira mais assertiva do que realizaria uma pessoa comum, haja vista que demoraria muito tempo para um indivíduo analisar um grande conjunto de dados e elaborar uma ação para determinada atividade processada previamente¹.

A IA tem função expressiva no contexto da medicina ao possibilitar vastas aplicações, a exemplo da geração probabilística de diagnóstico baseado em algoritmos preestabelecidos, seja por meio de ultrassom, de ressonância magnética, de tomografia por emissão de pósitrons (PET) ou de dispositivos vestíveis/corporais. A IA tem a capacidade de coletar os dados disponibilizados por essas diferentes tipologias de exames e posteriormente produzir resultados conforme as informações coletadas de cada indivíduo, tudo isso com base em algoritmos treinados para executar atividades específicas².

A IA torna-se uma alternativa viável, dessa forma, para contribuir com aplicações no contexto da medicina, sobretudo no que concerne à prevenção de lacunas vacinais e do retorno de doenças previamente erradicadas na sociedade brasileira, como o sarampo, a rubéola e a poliomielite. Sua utilização pode mitigar a desigualdade de distribuição tecnológica no país, visto que há carência de recursos terapêuticos para subsidiar certas áreas, as quais serão monitoradas e estudadas por meio de algoritmos treinados e, posteriormente, um plano de ação pode ser implementado de maneira eficaz nessas localidades com o intuito de impedir que as pessoas dessas regiões, a exemplo do interior do Norte e do Nordeste do Brasil, fiquem carentes de um recurso humanitário básico: a vacina.

A baixa na cobertura vacinal brasileira está associada à diminuição da criticidade em relação às consequências oriundas das doenças, a fatores econômicos, políticos e culturais, além de uma acentuação no processo de recusa vacinal devido à propagação de fake news. Contudo, para contornar esses entraves, a Inteligência Artificial tem potencial para localizar e monitorar o público-alvo a fim de que campanhas de vacinação tenham cobertura vacinal próximas do número máximo possível de imunizados. Além disso, a IA pode mitigar as falhas anteriores de processos de vacinação que não tiveram taxa significativa de imunizados³.

Apenas quando o público-alvo estiver bem definido, com a localização exata e a quantidade total de pessoas presentes na área em questão, estratégias e campanhas de saúde pública poderão, de fato, ser implementadas. No entanto, a completa delimitação populacional de determinada área constitui uma tarefa que demanda muito tempo e recursos quando realizada por mãos humanas, haja vista

que há a necessidade de trabalhar com quantidades gigantescas de dados e de análises complexas de censos populacionais, os quais, em grande proporção, estão desatualizados³.

Diante desse contexto, a utilização da inteligência artificial pode favorecer a monitorização ampla e contínua das populações e dos territórios que mais carecem de políticas públicas relacionadas à vacinação. Com isso, essa tecnologia, se bem utilizada, favorecerá a organização de informações de maneira que sejam processadas em dados e posteriormente convertidas em resultados práticos satisfatórios aos gestores de saúde pública, que poderão implementar, de forma mais eficaz, campanhas de imunização bem definidas em locais cuja população está abaixo do limite aceitável de imunização. Essa prática, por fim, evitará não apenas as lacunas vacinais, como também diminuirá o desperdício de doses, o mau direcionamento de recursos do Estado e o planejamento deficitário de campanhas pouco efetivas³.

Portanto, a IA, se implementada de maneira correta, tem a chance de abranger de maneira mais eficaz o território brasileiro no que diz respeito ao Plano Nacional de Imunização estipulado pelo Poder Público.

Método

Mediante ao contexto evolutivo vigente, o presente trabalho fez o uso de artigos científicos atualizados. A base de dados para a pesquisa ficou concentrada nos seguintes acervos: Pubmed, Scielo e Google Acadêmico. O foco de análise foi direcionado a trabalhos que contivessem registros e dados de vacinação e de surtos de doença, bem como informações demográficas sobre o Brasil. Além disso, foram utilizados termos claros e específicos contidos nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): Inteligência Artificial, Machine Learning, Lacunas vacinais e Doenças Erradicadas. O período buscado se limitou a partir do ano de 2017 a fim de manter o trabalho atualizado. Foram buscados trabalhos que preferencialmente abordassem o critério de vacinação em regiões carentes no quesito de imunização. Por fim, o presente trabalho compromete-se ao detalhamento de cada etapa de maneira clara e direta a fim de que os leitores possam entender o objetivo e posteriormente processar e reproduzir os resultados obtidos para contribuir com a mitigação do gap vacinal em ascensão no Brasil, sobretudo fazendo o uso de tecnologias, a exemplo da IA, para realização dessa tarefa.

Resultados

Foram escolhidos artigos científicos que estivessem estritamente relacionados ao cunho do trabalho, cujo foco central consiste no uso da inteligência artificial para mitigar o gap vacinal em ascensão no Brasil. Artigos com títulos relacionados à IA e à vacinação de maneira mais generalizada foram excluídos no critério de busca, ainda que abordassem de maneira pouco aprofundada sobre o assunto em questão. Para a realização do estudo, o foco durante a elaboração dessa etapa consiste na análise de uma doença específica, o sarampo.

Apesar da realização de avanços significativos para eliminar a transmissão de doenças, o ressurgimento da propagação de certas patologias antes consideradas erradicadas é um fator de intensa preocupação. Visto que o Brasil foi certificado, em 2016, como país livre de sarampo pela Organização Mundial da Saúde (OMS) - em

que há a ocorrência de menos de um caso da doença por milhão quando contabilizado um ano completo -, o ressurgimento dessa doença em 2017 é considerado um grave problema de saúde pública, haja vista a possibilidade de desencadear novos surtos e de comprometer severamente a saúde de grande contingente populacional em um país superpopuloso como o Brasil⁴.

A vacinação contra o sarampo é disponibilizada de maneira gratuita à população pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e faz parte do Programa Nacional de Imunização, constituindo, dessa forma, uma política pública favorável para conter o avanço na incidência de casos dessa doença. São indicadas a administração de duas doses da vacina com uma janela mínima de 30 dias, sendo a primeira dose aplicada com 12 meses de idade e a segunda com 15 meses, garantindo, assim, aproximadamente 97% de proteção contra essa doença a partir do momento em que o cronograma vacinal for concluído⁵.

Um estudo analisou a aplicação da primeira dose para a vacina Tríplice Viral (sarampo, caxumba e rubéola) em crianças menores de um ano de idade. A análise temporal no intervalo entre 2011–2021 em todos os Estados brasileiros revelou queda abrupta no índice de vacinação relacionado à doença em questão⁶. A cobertura vacinal satisfatória equivale a no mínimo de 95% de imunizados nas diferentes regiões, fato que ocorreu até 2014 e que no início de 2015 decresceu ainda mais, ocasionando uma menor cobertura vacinal. A partir de 2016, nenhuma região conseguiu atingir a meta de 95% de imunização⁶.

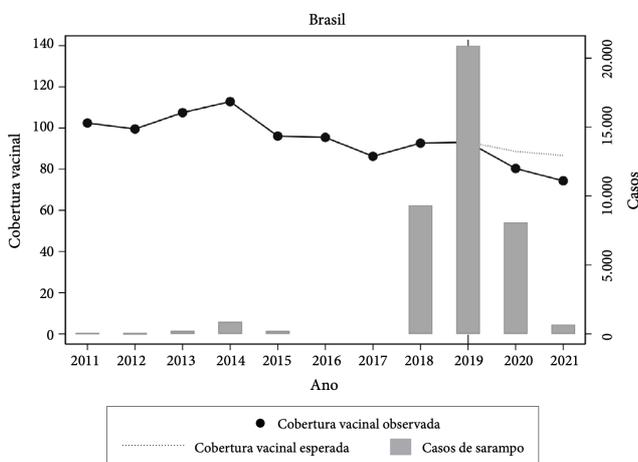


Figura 1 - Série temporal da cobertura vacinal de tríplice viral 1ª dose e casos de sarampo no Brasil e por regiões. Brasil 2011–2021.

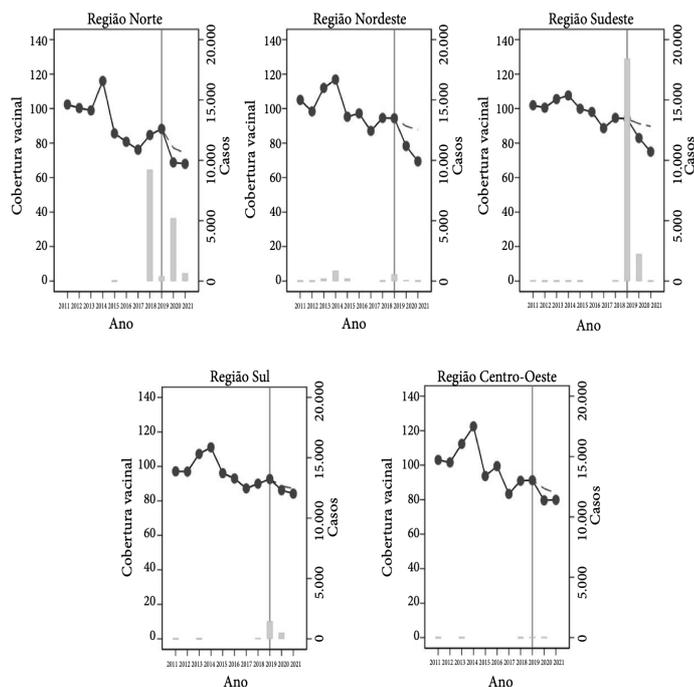


Figura 2: Panorama da cobertura vacinal nas diferentes regiões do Brasil.

Discussão

Por meio da Figura 1 é possível averiguar que as melhores taxas de cobertura vacinal correspondem ao Sul, com aproximadamente 86% de imunização entre 2020–2021, enquanto as menores estão localizadas no Norte, com aproximadamente 68% de imunização para a mesma data analisada. Nota-se, por meio das informações obtidas pela Figura 1, que há um grave contraste existente entre as principais regiões do país, sobretudo no que concerne às áreas de desenvolvimento tecnológico contínuo - Sul - e às áreas que são historicamente pouco contempladas com a evolução - Norte.

Outro dado importante é a explosão de casos de sarampo no ano de 2019 que, quando comparado com o ano de 2018, houve uma duplicação na quantidade total de infectados por essa doença, sendo possível inferir que esse resultado teve como catalisadora a pandemia de Covid-19, que ocorreu justamente no ano da acentuação dessas ocorrências.

Diante desses resultados, é válido correlacionar o decréscimo na cobertura vacinal a inúmeros fatores, tais como: propagação de fake news, crenças populares e políticas públicas de imunização pouco direcionadas a um público-alvo específico. Além disso, é possível acrescentar o isolamento social devido à pandemia de Covid-19 como um importante fator contribuinte para a elevação desses casos⁷.

A Inteligência Artificial tem potencial para atuar nessa falha de cobertura vacinal e evitar, portanto, lacunas vacinais no país, haja vista seu claro potencial para atuação no que tange ao processamento e à análise de grande quantidade de dados. A sua utilização para coletar, analisar, interpretar e compartilhar sistematicamente os dados de saúde pode auxiliar na prevenção e no controle de doenças. O funcionamento dessa tecnologia perpassa por análises de prontuários eletrônicos de saúde, mídias sociais e veículos de comunicação em massa, a exemplo de jornais e de noticiários. Ao serem identificados desvios que fujam do padrão aceitável, o sistema

fornece dados precisos em tempo real às autoridades de saúde, que podem, então, elaborar estratégias de contenção e de prevenção de maneira mais rápida e assertiva no que diz respeito à disseminação de doenças facilmente prevenidas por meio de imunização. A IA seria mais eficaz quando comparada a ferramentas eletrônicas que apenas captam dados, pois possui capacidade de aprendizado dinâmico e recursivo com os próprios dados estudados, o que facilita a elaboração de respostas mais precisas e confiáveis à medida do tempo⁸.

A utilização dessa ferramenta abreviaria a atuação do Poder Público para atingir patamares desejáveis de imunização. Além disso, a IA pode aplicar tarefas de vigilância e de análise preditiva de tendências observadas na coleta de dados. Isso decorre do fato de poder monitorar regiões e indivíduos, realizando o resgate de pessoas com o cronograma vacinal atrasado e mantendo seu quadro atualizado conforme às demandas do calendário vacinal sejam estabelecidas, além de identificar áreas prioritárias para a realização de campanhas de imunização, prevenindo, assim, lacunas vacinais⁹.

Conclusão

Portanto, a utilização de uma IA para realizar o mapeamento de regiões e de populações inteiras para posterior criação de planos estratégicos de imunização ganha força diante da grande quantidade de dados e da necessidade de acompanhamento contínuo e direcionado a vastos contingentes populacionais. A portabilidade ou a conversão de dados físicos em hospitais e em UBS podem transformar a maneira como a criação de políticas públicas é realizada, visto que a obra prima da Inteligência Artificial são os dados.

Após ter acesso a dados dos pacientes, de maneira ética, segura e confidencial, resguardando informações sensíveis dessas pessoas, além de informações geográficas atualizadas periodicamente, o sistema operacional fundamentado em IA poderá identificar locais e grupos populacionais para que sejam elaboradas campanhas de vacinação mais direcionadas às especificidades dessas pessoas, resultando em ações mais eficazes. Esse acompanhamento poderia ser realizado desde o nascimento do indivíduo, o qual seria monitorado no que diz respeito à necessidade de imunização quando seu cronograma vacinal registrar a proximidade com datas de vacinação para prevenir doenças específicas.

Quando o sistema operacional alertar sobre a necessidade de imunização, o indivíduo ou responsável seria alertado para comparecer a postos estratégicos de vacinação para que a política de prevenção seja de fato efetivada, favorecendo a manutenção de taxas de vacinação acima do mínimo aceitável pelo Estado a fim de evitar surtos, epidemias e lacunas vacinais no cronograma de imunização brasileiro.

Gaps vacinais estão, infelizmente, relacionados a baixos indicadores de desenvolvimento humano, à acentuada desigualdade social e a menor acesso a estratégias de saúde da família. Uma vigilância contínua por meio da IA deve ser realizada, então, para que o público-alvo seja constantemente delimitado, pois isso garantirá a compreensão do perfil da doença e sua disseminação no território, a implementação de políticas públicas direcionadas à questão e a utilização de estratégias de vacinação mais eficazes.

Agradecimentos

Esse estudo foi financiado pelos próprios autores.

Referências

1. Rossetti R, Angelucci A. Ética Algorítmica: questões e desafios éticos do avanço tecnológico da sociedade da informação. Galáxia (São Paulo). 2021.
2. Lobo LC. Inteligência artificial e medicina. Rev Bras Educ Med. 2017;41:185-193.
3. Rocha TAH, et al. Plano nacional de vacinação contra a COVID-19: uso de inteligência artificial espacial para superação de desafios. Ciênc Saúde Colet. 2021;26:1885-1898.
4. Lemos DRQ, et al. Risk analysis for the reintroduction and transmission of measles in the post-elimination period in the Americas. Rev Panam Salud Publica. 2018;41:e157.
5. Makarenko C, et al. Ressurgimento do sarampo no Brasil: análise da epidemia de 2019 no estado de São Paulo. Rev Saúde Pública. 2022;56:50.
6. Sato APS, et al. Vacinação do sarampo no Brasil: onde estivemos e para onde vamos?. Ciênc Saúde Colet. 2023;28:351-362.
7. Cruz A. A Queda da imunização no Brasil. Consensus. 2017;25:20-29.
8. Anjaria P, et al. Artificial Intelligence in Public Health: Revolutionizing Epidemiological Surveillance for Pandemic Preparedness and Equitable Vaccine Access. Vaccines. 2023;11(7):1154.
9. Zeng D, Cao Z, Neill DB. Artificial intelligence-enabled public health surveillance—from local detection to global epidemic monitoring and control. In: Artificial Intelligence in Medicine. Academic Press. 2021. p. 437-453.

Autor de correspondência

Carlos Cesar Barbosa
Ferreira Penteado,1242, Centro. Campinas, São Paulo,
CEP:13010-041.
carlos.barbosa@prof.fae.br