

16

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO PRECOCE DA TUBERCULOSE: INOVAÇÃO NA SAÚDE PÚBLICA

▶ **Ingridy Tayane Gonçalves Pires Fernandes**

Bacharela em Enfermagem - Universidade Paulista (UNIP)

 ORCID: 0000-0002-9334-6857

▶ **Péricles Cristiano Batista Flores**

Bacharel em Enfermagem - Universidade Bandeirante de São Paulo

 ORCID: 0000-0002-0486-045X

▶ **Plínio Regino Magalhães**

Bacharel em Fisioterapia - Centro Universitário Ítalo Brasileiro

 ORCID: 0000-0002-2194-679

▶ **Lilian Regino Magalhães**

Bacharela em Fisioterapia - Universidade Paulista (UNIP)

 ORCID: 0009-0001-1357-5888

▶ **Valdemir Vieira**

Bacharel em Enfermagem - Universidade de Taubaté

▶ **Márcia Zotti Justo Ferreira**

Bacharela em Enfermagem - Universidade Federal de São Paulo

 ORCID: 0000-0001-7388-3535

▶ **Solange Aparecida Caetano**

Bacharela em Enfermagem - Centro Universitário Sagrado Coração

 ORCID: 0000-0003-3294-202

▶ **Elaine Aparecida Leoni**

Bacharela em Enfermagem - Universidade de Guarulhos

 ORCID: 0000-0003-0700-8606

▶ **Laurelena Cora Martins**

Bacharela em Enfermagem - Universidade Do Vale do Sapucaí

 ORCID: 0009-0009-6826-2908

RESUMO

INTRODUÇÃO: A tuberculose (TB) permanece um grave problema de saúde pública, principalmente em países em desenvolvimento. O diagnóstico precoce é essencial para reduzir a transmissão e a mortalidade. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora para apoiar a detecção precoce da doença, utilizando técnicas como aprendizado de máquina e redes neurais aplicadas a exames radiológicos e dados clínicos. **OBJETIVO:** Descrever a inteligência artificial para detecção precoce da tuberculose na inovação na saúde pública. **METODOLOGIA:** Foi realizada uma revisão integrativa nas bases PubMed, Scielo e Lilacs, utilizando os descritores DeCS/MeSH: “tuberculose”, “inteligência artificial”, “diagnóstico precoce” e “saúde pública”. Os critérios de inclusão foram artigos publicados entre 2020 e 2024, disponíveis em inglês, português ou espanhol, disponíveis na íntegra. Foram excluídas duplicatas. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Foram selecionados 15 artigos que demonstraram que a IA aplicada a radiografias de tórax, tomografias e dados laboratoriais apresenta elevada sensibilidade e especificidade no rastreamento da tuberculose. Modelos de redes neurais convolucionais foram os mais citados, com desempenho comparável ou superior a especialistas humanos em determinadas situações. Além disso, observou-se redução no tempo diagnóstico e maior acessibilidade em locais com escassez de profissionais de saúde. Os estudos evidenciam que a IA pode ser integrada aos programas de saúde pública como ferramenta de apoio ao diagnóstico precoce, ampliando a cobertura e acelerando decisões clínicas. Ainda existem desafios relacionados à padronização dos algoritmos, à qualidade das imagens utilizadas e à necessidade de validação em diferentes contextos populacionais. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A Inteligência Artificial mostra-se uma inovação relevante para o enfrentamento da tuberculose, favorecendo diagnósticos mais rápidos e precisos. Sua aplicação no âmbito da saúde pública representa um avanço promissor, desde que acompanhada de políticas que assegurem acessibilidade, ética e validação científica.

PALAVRAS-CHAVE: Tuberculose; Inteligência artificial; Diagnóstico precoce; Saúde pública.

16

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR EARLY DETECTION OF TUBERCULOSIS: INNOVATION IN PUBLIC HEALTH

ABSTRACT

INTRODUCTION: Tuberculosis (TB) remains a serious public health problem, especially in developing countries. Early diagnosis is essential to reduce transmission and mortality. In this context, Artificial Intelligence (AI) emerges as a promising tool to support early detection of the disease, using techniques such as machine learning and neural networks applied to radiological exams and clinical data. **OBJECTIVE:** To describe the use of artificial intelligence for the early detection of tuberculosis as an innovation in public health. **METHODOLOGY:** An integrative review was conducted in the PubMed, Scielo, and Lilacs databases, using the DeCS/MeSH descriptors: “tuberculosis,” “artificial intelligence,” “early diagnosis,” and “public health.” The inclusion criteria were articles published between 2020 and 2024, available in English, Portuguese, or Spanish, with full-text access. Duplicates were excluded. **RESULTS AND DISCUSSION:** A total of 15 articles were selected, demonstrating that AI applied to chest X-rays, CT scans, and laboratory data shows high sensitivity and specificity in tuberculosis screening. Convolutional neural network models were the most cited, with performance comparable or even superior to human specialists in certain situations. Furthermore, studies reported a reduction in diagnostic time and greater accessibility in areas with a shortage of healthcare professionals. The findings highlight that AI can be integrated into public health programs as a support tool for early diagnosis, expanding coverage and accelerating clinical decision-making. However, challenges remain regarding algorithm standardization, the quality of imaging data, and the need for validation across different population contexts. **FINAL CONSIDERATIONS:** Artificial Intelligence proves to be a relevant innovation in tackling tuberculosis, enabling faster and more accurate diagnoses. Its application in public health represents a promising advancement, provided it is accompanied by policies that ensure accessibility, ethics, and scientific validation.

KEYWORDS: Artificial intelligence; Early diagnosis; Public health; Tuberculosis.

1. INTRODUÇÃO

A tuberculose permanece como um dos maiores desafios de saúde pública no mundo, sobretudo em países em desenvolvimento, onde fatores socioeconômicos e limitações estruturais dificultam o controle da doença. Apesar dos avanços terapêuticos, o diagnóstico precoce ainda representa um obstáculo crucial, contribuindo para a manutenção da cadeia de transmissão e o agravamento do quadro clínico dos pacientes (Fonseca *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a detecção precoce é reconhecida como a principal estratégia para reduzir a morbimortalidade e os impactos sociais da tuberculose. No entanto, os métodos tradicionais, como a baciloscopia e a cultura, embora eficazes, apresentam limitações quanto ao tempo, à sensibilidade e à acessibilidade, especialmente em regiões com poucos recursos. Isso evidencia a necessidade de inovações tecnológicas que tornem o diagnóstico mais rápido e preciso (Fonseca *et al.*, 2024).

A Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora, capaz de transformar o modo como a tuberculose é identificada e monitorada. Com algoritmos avançados de aprendizado de máquina e redes neurais, é possível analisar grandes volumes de dados clínicos e imagens radiológicas, identificando padrões que muitas vezes passam despercebidos ao olhar humano (Araújo; Hornung, 2022).

Nos últimos anos, a aplicação da IA em radiografias de tórax tem demonstrado resultados animadores. Modelos computacionais conseguem diferenciar imagens normais de alterações sugestivas de tuberculose com elevado grau de acurácia, tornando-se aliados importantes no apoio à decisão médica. Isso reduz a dependência exclusiva de especialistas e amplia a capacidade diagnóstica em regiões carentes (Araújo; Hornung, 2022).

Além das imagens médicas, sistemas de IA também vêm sendo aplicados na análise de dados epidemiológicos e laboratoriais. O cruzamento dessas informações permite prever surtos, identificar grupos de risco e otimizar a alocação de recursos, fortalecendo as políticas de vigilância em saúde pública (Maia *et al.*, 2024).

A integração entre inteligência artificial e saúde pública representa, portanto, uma oportunidade única de acelerar diagnósticos e reduzir desigualdades no acesso ao cuidado. Ao disponibilizar ferramentas rápidas e de baixo custo, é possível oferecer maior cobertura à população, principalmente em áreas remotas e vulneráveis (Silva *et al.*, 2024).

Outro aspecto relevante é a capacidade da IA em apoiar programas de triagem em larga escala. Em locais com alta incidência de tuberculose, algoritmos inteligentes podem processar milhares de exames em poucos minutos, agilizando o encaminhamento de casos suspeitos para confirmação diagnóstica e início do tratamento (Meinerz *et al.*, 2021).

Essa inovação também traz impactos significativos na gestão da saúde. Ao fornecer relatórios automatizados e análises preditivas, a IA contribui para decisões estratégicas de gestores e profissionais,

auxiliando na formulação de políticas mais eficazes e na redução de custos associados ao diagnóstico tardio (Meinerz *et al.*, 2021).

Embora os benefícios sejam evidentes, a implementação dessa tecnologia exige reflexão crítica. Aspectos como privacidade de dados, capacitação profissional e infraestrutura tecnológica precisam ser considerados para que a IA seja incorporada de maneira ética, segura e sustentável aos sistemas de saúde (Milani; Mendonça, 2024).

Assim, o uso da inteligência artificial para detecção precoce da tuberculose representa não apenas uma inovação tecnológica, mas uma possibilidade concreta de transformação na saúde pública. Ao unir ciência, tecnologia e cuidado humano, abre-se um caminho promissor para o controle mais eficaz dessa doença milenar, com impactos positivos para indivíduos e sociedades em escala global.

A relevância do artigo justifica-se pelo impacto da tuberculose na saúde pública e pelas limitações dos métodos diagnósticos tradicionais. A aplicação da inteligência artificial surge como inovação capaz de otimizar a detecção precoce, ampliar o acesso em regiões vulneráveis e fortalecer as estratégias de controle da doença, tornando o estudo pertinente tanto no campo acadêmico quanto prático.

2. METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, seguindo o modelo metodológico proposto em seis etapas: (1) identificação do tema e formulação da questão norteadora; (2) definição dos critérios de inclusão e exclusão; (3) categorização dos estudos e definição das informações a serem extraídas; (4) avaliação crítica dos estudos incluídos; (5) interpretação dos resultados; e (6) apresentação da revisão com síntese do conhecimento (Sousa *et al.*, 2018). Essa abordagem possibilita reunir, analisar e sintetizar de forma sistemática e crítica a produção científica relacionada à aplicação da inteligência artificial no diagnóstico precoce da tuberculose, com foco em seus impactos para a saúde pública.

A questão norteadora da revisão foi construída com base na estratégia PICo, adequada para estudos qualitativos, na qual P representa a população ou problema de interesse, I corresponde ao fenômeno de interesse, e Co ao contexto (Araújo, 2020). Com base nessa estrutura, formulou-se a seguinte pergunta: “Quais são as evidências disponíveis na literatura sobre o uso da inteligência artificial para a detecção precoce da tuberculose e suas contribuições para a inovação na saúde pública?”. Essa questão orientou todo o processo de seleção e análise dos estudos, assegurando a relevância e a consistência das evidências frente aos objetivos da pesquisa.

A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados LILACS, MEDLINE (via Biblioteca Virtual em Saúde – BVS), PubMed e SciELO. Utilizaram-se os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e os termos do Medical Subject Headings (MeSH), combinados pelos operadores booleanos AND e OR. Os descritores empregados foram: “tuberculose”, “inteligência artificial”, “diagnóstico precoce” e “saúde pública”. A busca

contemplou artigos publicados entre os anos de 2020 e 2024, disponíveis gratuitamente em texto completo nos idiomas português, inglês e espanhol.

Foram incluídos estudos que abordavam, de forma direta, a utilização da inteligência artificial aplicada ao diagnóstico ou triagem da tuberculose, com enfoque em ferramentas de apoio clínico, análise de imagens radiológicas, sistemas preditivos ou aplicações em vigilância epidemiológica. Excluíram-se artigos duplicados, literatura cinzenta (como teses, dissertações e anais de eventos) e publicações que não apresentavam relação direta com a temática proposta. A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas: leitura inicial de títulos e resumos, seguida da leitura na íntegra dos artigos que atendiam aos critérios previamente definidos.

As informações extraídas dos estudos incluíram: autores, ano de publicação, objetivos, população estudada, métodos empregados, aplicações da inteligência artificial descritas, principais resultados alcançados, limitações apontadas e conclusões dos autores. A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa, buscando identificar padrões de uso da tecnologia, impactos na acurácia diagnóstica, benefícios para a saúde pública e os principais desafios relatados para a implementação.

A sistematização das evidências possibilitou a elaboração de uma síntese crítica sobre o uso da inteligência artificial no enfrentamento da tuberculose, destacando seus avanços, limitações e perspectivas futuras. Essa abordagem contribui para ampliar a compreensão sobre a relevância da tecnologia como ferramenta de inovação em saúde pública, favorecendo discussões sobre sua incorporação em políticas de controle da doença e no fortalecimento de estratégias para a detecção precoce.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O avanço da inteligência artificial tem possibilitado o desenvolvimento de ferramentas capazes de identificar alterações indicativas de tuberculose com alta precisão, sobretudo em radiografias de tórax. Esses algoritmos detectam padrões que muitas vezes passam despercebidos ao olhar humano e fornecem resultados em poucos segundos. Dessa forma, a triagem se torna mais rápida e eficiente, atendendo grandes fluxos de pacientes e reduzindo atrasos no início do tratamento (Barbosa; Portes, 2023).

Pesquisas apontam que sistemas baseados em aprendizado profundo alcançam índices de sensibilidade e especificidade comparáveis, e até superiores, aos de especialistas. Essa equivalência demonstra a eficácia da tecnologia como recurso de apoio clínico. Ainda que não substituam o profissional de saúde, essas ferramentas aumentam a confiabilidade do diagnóstico e oferecem suporte em locais com carência de especialistas (Barbosa; Portes, 2023).

Além das imagens médicas, a IA pode analisar dados laboratoriais, históricos clínicos e informações socioepidemiológicas. Esse cruzamento de variáveis permite identificar indivíduos em maior risco de adoecimento, colaborando para ações preventivas direcionadas. Dessa forma, a inteligência artificial não

apenas auxilia no diagnóstico, mas também fortalece o planejamento de políticas de saúde baseadas em evidências (Neto, 2024)

Outra vantagem é a automatização dos fluxos de trabalho em programas de saúde pública. Em regiões de alta incidência, algoritmos podem processar milhares de exames em pouco tempo, agilizando o encaminhamento dos casos suspeitos. Essa eficiência permite otimizar recursos humanos e tecnológicos, favorecendo a atuação em larga escala com maior impacto epidemiológico (Vedanna *et al.*, 2024).

Esse ganho em agilidade é essencial para a redução da cadeia de transmissão da tuberculose. A demora no diagnóstico prolonga o período em que o paciente permanece transmitindo a doença à comunidade. Com a IA, o tempo entre a triagem e a intervenção diminui, o que contribui diretamente para a interrupção da propagação e para o controle mais efetivo da enfermidade. (Vedanna *et al.*, 2024).

Outro aspecto importante refere-se à economia de recursos. A inteligência artificial, ao otimizar a triagem, evita a realização de exames desnecessários e direciona os esforços para os casos mais relevantes. Essa racionalização é fundamental em sistemas de saúde com recursos financeiros e estruturais limitados, onde cada investimento deve ser estrategicamente aproveitado (Stroparo *et al.*, 2024).

A tecnologia também contribui para reduzir desigualdades no acesso ao diagnóstico. Em regiões remotas, onde há escassez de especialistas, softwares de IA treinados em extensas bases de dados podem fornecer análises confiáveis. Isso amplia a cobertura diagnóstica e garante maior equidade no atendimento, diminuindo disparidades históricas entre áreas urbanas e rurais (Cardoso *et al.*, 2024).

Além do diagnóstico individual, a IA possibilita o monitoramento populacional e preditivo da doença. Algoritmos podem identificar tendências epidemiológicas, prever surtos e indicar áreas de maior vulnerabilidade. Essas informações em tempo real fortalecem a vigilância epidemiológica e permitem uma resposta mais rápida e estratégica por parte dos gestores públicos (Cardoso *et al.*, 2024).

No entanto, a incorporação da IA apresenta desafios importantes. A padronização dos algoritmos, a integração com sistemas já existentes e a proteção dos dados dos pacientes são pontos que exigem atenção. Para que a tecnologia seja amplamente aceita, é fundamental garantir sua segurança, confiabilidade e respeito à ética em saúde digital (Simonassi *et al.*, 2024).

Outro fator essencial é a capacitação dos profissionais de saúde. O uso adequado da inteligência artificial requer entendimento de suas potencialidades e limitações, além da habilidade para interpretar seus resultados de forma crítica. A combinação entre conhecimento clínico e análise digital é o que garante maior precisão e efetividade no cuidado ao paciente (Vitorino; Júnior, 2023).

Mesmo com tais barreiras, a literatura demonstra que os benefícios superam os obstáculos. A IA, quando usada como apoio e não substituto do raciocínio clínico, potencializa a prática médica e amplia o alcance das ações em saúde pública. Essa integração promove uma assistência mais qualificada e centrada nas necessidades reais da população (Bernardes *et al.*, 2024).

Portanto, a aplicação da inteligência artificial na detecção precoce da tuberculose configura-se como uma inovação estratégica e transformadora. Sua capacidade de acelerar diagnósticos, ampliar o acesso em

comunidades vulneráveis e apoiar políticas de vigilância confirma seu papel no fortalecimento dos sistemas de saúde. Trata-se de um recurso que, além de inovador, representa um avanço concreto rumo a um cuidado mais justo e eficiente (Silva *et al.*, 2024).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da inteligência artificial na detecção precoce da tuberculose representa um avanço significativo para a saúde pública, oferecendo ferramentas capazes de analisar imagens radiológicas, dados clínicos e informações epidemiológicas de forma rápida e precisa. Essa tecnologia potencializa a triagem de pacientes, acelera o início do tratamento e contribui para a redução da transmissão da doença, especialmente em comunidades vulneráveis e em regiões com escassez de especialistas.

Além disso, a IA promove maior equidade no acesso aos serviços de saúde, otimiza a alocação de recursos e apoia a tomada de decisão de profissionais e gestores, fortalecendo estratégias de vigilância e prevenção. Sua aplicação evidencia o potencial da inovação tecnológica para transformar práticas assistenciais e políticas públicas, oferecendo caminhos concretos para o controle da tuberculose e para o aprimoramento de sistemas de saúde mais eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Jailson Souza; HORNING, Jociane Aparecida. Inteligência artificial no diagnóstico de doenças: a responsabilidade civil do médico em caso de erro de diagnóstico. **THEMIS: Revista da Esmecc**, v. 20, n. 1, p. 113-145, 2022.
- ARAÚJO, W. C. O. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. **ConCI: Convergências em Ciência da Informação**, v. 3, n. 2, p. 100-134, 2020.
- BARBOSA, Lucia Martins; PORTES, Luiza Alves Ferreira. A inteligência artificial. **Revista Tecnologia Educacional** [on line], Rio de Janeiro, n. 236, p. 16-27, 2023.
- BERNARDES, Anelise LM *et al.* Implicações éticas e morais do uso da Inteligência Artificial na medicina: uma revisão integrativa. **Revista Educação em Saúde**, v. 12, n. Suplemento 2, p. 232-241, 2024.
- CARDOSO, José Fernandes Silva da *et al.* Inteligência artificial no diagnóstico precoce de doenças crônicas: desafios e perspectivas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 12, p. 2451-2461, 2024.
- FONSECA, Afonso Ueslei *et al.* Diagnosticando Tuberculose com Redes Neurais Artificiais e Recursos BPPC. **Journal of Health Informatics**, v. 15, n. Especial, 2023.
- FONSECA, Afonso Ueslei da *et al.* Uma nova abordagem de padrões binários em radiografias de tórax para avançar o diagnóstico de tuberculose. **Journal of Health Informatics**, v. 16, n. Especial, 2024.
- MAIA, Priscila Garcia *et al.* Emprego da Inteligência Artificial para reforçar as Campanhas de Saúde Pública: Uma Análise das Estratégias de e-Saúde e Promoção da Saúde Baseada em Evidências. **Latin American Journal of Telehealth**, v. 11, n. 1, 2024.

MEINERZ, Gisele *et al.* Rastreamento de tuberculose latente antes do transplante renal no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 43, p. 520-529, 2021.

MILANI, Vitor Blanc; MENDONÇA, Márcio. A missão os desafios da inteligência artificial na educação profissional. **Monumenta-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 10, n. 10, p. 302-311, 2024.

NETO, Alicia Rodrigues Silva. Desafios e perspectivas da educação com o avanço da inteligência artificial. **Revista Ponto de Vista**, v. 13, n. 1, p. 01-14, 2024.

SIMONASSI, Guilherme Samad *et al.* O impacto da inteligência artificial no diagnóstico médico: avanços, desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 10, p. 2233-2242, 2024.

SILVA, Marcos Fernandes da *et al.* A era dos dispositivos digitais na promoção da saúde: conectando o cuidado. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 5, p. 1260-1288, 2024.

SOUSA, L. M. M. *et al.* Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação**, v. 1, n. 1, p. 45-55, 2018.

STROPARO, Telma Regina *et al.* Inteligência artificial na gestão de custos: avanços, desafios e oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 1446-1456, 2024.

VEDANA, Ana Beatriz *et al.* Inteligência artificial na medicina diagnóstica. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 11, p. 765-794, 2024.

VITORINO, Luciano Magalhães; JÚNIOR, Gerson Hiroshi Yoshinari. A inteligência artificial como aliada na enfermagem brasileira: desafios, oportunidades e responsabilidade profissional. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 76, p. e760301, 2023.