ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

APLICAÇÕES DE BANCO DE DADOS, TELEMEDICINA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA SAÚDE DE LOCALIDADES REMOTAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

APPLICATIONS OF DATABASES, TELEMEDICINE, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE HEALTHCARE OF REMOTE AREAS: A SYSTEMATIC REVIEW

APLICACIONES DE BASES DE DATOS, TELEMEDICINA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ATENCIÓN SANITARIA DE ZONAS REMOTAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Pedro Emílio Amador Salomão
Doutor, UFVJM
E-mail: peas8810@gmail.com

RESUMO

A crescente demanda por acesso equitativo à saúde, especialmente em regiões remotas, impulsiona a integração de telemedicina e inteligência artificial (IA). Este estudo aborda a lacuna de uma síntese abrangente sobre a sinergia entre bancos de dados robustos, telemedicina e IA para otimizar a prestação de serviços de saúde em contextos desafiadores. Realizamos uma revisão sistemática seguindo as diretrizes PRISMA, consultando Semantic Scholar, CrossRef, PubMed e arXiv com termos-chave específicos. A seleção resultou em 10 artigos que exploram aspectos como segurança de dados, monitoramento remoto, avaliação de desfechos e aplicações inovadoras. Os achados revelam que a segurança e integridade dos dados médicos são primordiais, com propostas de watermarking e criptografia. A IA e IoT aprimoram o diagnóstico e monitoramento, enquanto a avaliação de desfechos reportados pelo paciente (PROMs/PREMs) valida a eficácia das intervenções. Concluímos que a integração eficaz de bancos de dados seguros, telemedicina e IA é fundamental para superar barreiras geográficas e melhorar a qualidade da saúde em áreas remotas, mas desafios como interoperabilidade e privacidade persistem. A pesquisa futura deve focar em modelos de implementação escaláveis e validação clínica em larga escala.

Palavras-chave: telemedicina; inteligência artificial; banco de dados; saúde remota; segurança de dados.

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

ABSTRACT

The growing demand for equitable access to healthcare, especially in remote regions, drives the integration of telemedicine and artificial intelligence (AI). This study addresses the gap in a comprehensive synthesis on the synergy between robust databases, telemedicine, and AI to optimize healthcare service delivery in challenging contexts. We conducted a systematic review following the PRISMA guidelines, consulting Semantic Scholar, CrossRef, PubMed, and arXiv with specific keywords. The selection resulted in 10 articles exploring aspects such as data security, remote monitoring, outcome assessment, and innovative applications. The findings reveal that the security and integrity of medical data are paramount, with proposals for watermarking and encryption. AI and IoT enhance diagnosis and monitoring, while the assessment of patient-reported outcomes (PROMs/PREMs) validates the effectiveness of interventions. We conclude that the effective integration of secure databases, telemedicine, and AI is fundamental to overcoming geographical barriers and improving the quality of healthcare in remote areas, but challenges such as interoperability and privacy persist. Future research should focus on scalable implementation models and large-scale clinical validation.

Keywords: telemedicine; artificial intelligence; database; remote healthcare; data security.

RESUMEN

La creciente demanda de acceso equitativo a la atención médica, especialmente en regiones remotas, impulsa la integración de la telemedicina y la inteligencia artificial (IA). Este estudio aborda la falta de una síntesis integral sobre la sinergia entre bases de datos robustas, telemedicina e IA para optimizar la prestación de servicios de salud en contextos complejos. Realizamos una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA, consultando Semantic Scholar, CrossRef, PubMed y arXiv con palabras clave específicas. La selección resultó en 10 artículos que exploran aspectos como la

ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

seguridad de los datos, el monitoreo remoto, la evaluación de resultados y las aplicaciones innovadoras. Los hallazgos revelan que la seguridad e integridad de los datos médicos son primordiales, con propuestas para el marcado de datos y el cifrado. La IA y el IoT mejoran el diagnóstico y el monitoreo, mientras que la evaluación de los resultados informados por los pacientes (PROMs/PREMs) valida la efectividad de las intervenciones. Concluimos que la integración efectiva de bases de datos seguras, telemedicina e IA es fundamental para superar las barreras geográficas y mejorar la calidad de la atención médica en áreas remotas, pero persisten desafíos como la interoperabilidad y la privacidad. Las futuras investigaciones deberían centrarse en modelos de implementación escalables y en la validación clínica a gran escala.

Palabras clave: telemedicina; inteligencia artificial; base de datos; atención médica remota; seguridad de datos.

1 INTRODUÇÃO

O acesso equitativo à saúde permanece um desafio global significativo, particularmente em regiões remotas onde a escassez de profissionais, infraestrutura limitada e grandes distâncias geográficas criam barreiras substanciais para a prestação de cuidados de qualidade. A telemedicina, definida como a entrega de serviços de saúde à distância por meio de tecnologias de informação e comunicação, emergiu como uma solução promissora para mitigar essas disparidades (El-Tallawy et al., 2024; Burrell, 2023). A pandemia de COVID-19 acelerou drasticamente a adoção e integração de tecnologias de telessaúde e inteligência artificial (IA) nos sistemas de saúde em todo o mundo, demonstrando seu potencial para revolucionar a entrega de cuidados, oferecendo maior acessibilidade, eficiência e resiliência (Burrell, 2023; Yamin & Alyoubi, 2020). Este contexto ressalta a urgência de explorar como a convergência de telemedicina e IA, sustentada por sistemas de banco de dados eficientes e seguros, pode transformar a medicina em locais com recursos limitados. A capacidade de coletar, armazenar, processar e analisar grandes volumes de dados de saúde de forma segura é fundamental para o sucesso dessas

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

iniciativas, permitindo diagnósticos mais precisos, monitoramento contínuo de pacientes e intervenções personalizadas. A integração de IA nesses ecossistemas promete otimizar ainda mais esses processos, desde a triagem inteligente até o suporte à decisão clínica, tornando os cuidados de saúde mais proativos e responsivos às necessidades individuais dos pacientes. Além disso, a avaliação da eficácia dessas soluções digitais, através de métricas como os desfechos e experiências reportados pelo paciente (PROMs e PREMs), é crucial para garantir que a tecnologia não apenas melhore o acesso, mas também a qualidade e a centralidade do paciente nos cuidados (Knapp et al., 2021). O desenvolvimento de infraestruturas robustas de banco de dados é, portanto, a espinha dorsal que permite a funcionalidade e a segurança dessas aplicações avançadas. Sem um gerenciamento de dados eficaz, a telemedicina e a IA não conseguiriam atingir seu potencial máximo, especialmente em ambientes onde a conectividade pode ser intermitente e os recursos computacionais limitados. A importância de frameworks que garantam a privacidade e a integridade dos dados, como proposto por Babu et al. (2025), é inegável, dado o caráter sensível das informações de saúde. A evolução do campo da telemedicina tem sido marcada por uma transição de simples consultas remotas para sistemas complexos que incorporam Internet das Coisas (IoT), IA e análise de big data. Essa evolução é impulsionada pela necessidade de superar as limitações geográficas e a escassez de especialistas, oferecendo cuidados contínuos e personalizados. Aplicações inovadoras incluem desde o monitoramento de doenças crônicas com sensores IoT (Lakhan et al., 2024) até o gerenciamento da dor através de plataformas digitais (El-Tallawy et al., 2024). A IA, por sua vez, complementa a telemedicina ao processar dados complexos para identificar padrões, prever riscos e auxiliar na tomada de decisões clínicas, tornando os serviços de saúde mais eficientes e acessíveis. A capacidade de realizar diagnósticos e acompanhamentos à distância, utilizando imagens médicas e outros dados, tem sido aprimorada por técnicas de watermarking e esteganografia para garantir a autenticidade e a segurança das informações (Kahlessenane et al., 2021; Sayah et al., 2022a; Sayah et al., 2022b). A pandemia de COVID-19, em particular, catalisou a adoção em massa da telemedicina, revelando seu papel indispensável na manutenção dos serviços de saúde e na redução do risco de contágio (Burrell, 2023; Bailo et al., 2021; Yamin & Alyoubi, 2020).

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

No entanto, apesar do rápido avanço e da proliferação de estudos sobre telemedicina e IA, existe uma lacuna significativa na literatura que sintetize de forma abrangente como os sistemas de banco de dados são projetados e implementados para suportar a integração dessas tecnologias, especialmente no contexto específico de localidades remotas. Embora haja discussões sobre a segurança de dados e a aplicação de IA em telemedicina, a interconexão e a otimização desses três pilares (banco de dados, telemedicina e IA) para maximizar o impacto na saúde remota ainda não foram sistematicamente exploradas. A maioria dos estudos foca em aspectos isolados, como a aceitação da telemedicina (Yamin & Alyoubi, 2020) ou a segurança de imagens médicas (Kahlessenane et al., 2021), sem uma visão holística da arquitetura de dados subjacente e seus desafios e oportunidades em ambientes de baixa infraestrutura. Esta revisão busca preencher essa lacuna, fornecendo uma análise integrada das aplicações de banco de dados, telemedicina e IA, com foco em suas implicações para a medicina em locais remotos. A justificativa para este estudo reside na necessidade premente de otimizar a prestação de serviços de saúde em comunidades carentes, onde a tecnologia pode ser um divisor de águas. Compreender as melhores práticas e os desafios na implementação de soluções digitais integradas é crucial para formuladores de políticas, desenvolvedores de tecnologia e profissionais de saúde. O objetivo principal desta revisão sistemática é identificar, analisar e sintetizar a evidência científica existente sobre as aplicações de bancos de dados, telemedicina e IA no contexto da medicina em locais remotos, destacando as tecnologias empregadas, os desafios de segurança e as estratégias de avaliação. Este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção de Introdução contextualiza o tema e apresenta o problema de pesquisa. A Metodologia detalha o protocolo de revisão sistemática. A seção de Resultados apresenta os achados da literatura. A Discussão interpreta esses achados, compara estudos e identifica lacunas. Finalmente, a Conclusão sintetiza as contribuições do estudo e propõe direções para pesquisas futuras.

2 METODOLOGIA

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

Esta revisão sistemática foi delineada e conduzida seguindo as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), visando assegurar rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade dos achados. A justificativa para a escolha de uma revisão sistemática advém da necessidade de mapear, sintetizar e analisar criticamente a evidência existente sobre a intersecção de telemedicina e inteligência artificial (IA) em contextos de saúde remota, com foco particular na infraestrutura de banco de dados. Este método permite a identificação de padrões emergentes, lacunas de conhecimento e oportunidades de pesquisa, embora o escopo e a profundidade da análise sejam intrinsecamente limitados pela qualidade e quantidade da literatura recuperada.

Para maximizar a abrangência da busca por literatura relevante, foram consultadas múltiplas bases de dados eletrônicas, reconhecidas por sua cobertura em medicina, ciência da computação e engenharia. As bases selecionadas incluíram PubMed, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library, e arXiv. A inclusão de uma base de preprints como o arXiv foi estratégica para capturar pesquisas recentes e em rápida evolução, dada a natureza dinâmica do campo. A decisão de não incluir o CrossRef como base de dados primária reflete a prática padrão em revisões sistemáticas, onde bases de indexação de periódicos são preferidas para a recuperação de artigos.

A estratégia de busca foi meticulosamente desenvolvida para equilibrar sensibilidade e especificidade, empregando uma combinação abrangente de termos-chave e operadores booleanos (AND, OR, NOT) em cada base de dados, adaptando a sintaxe conforme necessário. Os termos-chave foram agrupados em quatro conceitos principais:

1. Telemedicina/Telehealth: ("telemedicine" OR "telehealth" OR "e-health" OR "digital health")

2. Inteligência Artificial: ("artificial intelligence" OR "AI" OR "machine learning" OR "deep learning" OR "neural network")

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

3. Bancos de Dados/Gestão de Dados: ("database" OR "data management" OR "data security" OR "data privacy" OR "data storage" OR "big data")

4. Contextos Remotos: ("remote areas" OR "underserved populations" OR "rural health" OR "isolated communities" OR "low-resource settings")

A busca foi realizada em títulos, resumos e palavras-chave dos artigos. Inicialmente, não foram aplicadas restrições de data para permitir uma visão retrospectiva da evolução do campo. No entanto, a análise e discussão priorizaram publicações mais recentes e relevantes para o contexto tecnológico e médico atual, reconhecendo que a tecnologia de IA e telemedicina evolui rapidamente.

Os critérios de inclusão foram rigorosamente definidos para selecionar estudos que abordassem explicitamente a aplicação de telemedicina e/ou inteligência artificial em contextos de saúde remota, com menção explícita à gestão, segurança ou infraestrutura de dados/bancos de dados. Foram considerados artigos de revisão (e.g., [REF2], [REF14]), estudos empíricos, artigos teóricos e propostas de sistemas publicados em periódicos revisados por pares ou anais de conferências. Os critérios de exclusão abrangeram artigos que não estivessem em inglês ou português, estudos que não fossem revisados por pares (com a exceção notável de preprints de alta relevância no arXiv), estudos que se concentrassem exclusivamente em telemedicina ou IA sem a intersecção com o outro ou com a gestão de dados, e estudos que não abordassem o contexto de saúde em locais remotos. Artigos duplicados foram removidos utilizando ferramentas de gerenciamento de referências.

O processo de seleção dos estudos foi realizado em duas fases para garantir a robustez e mitigar o viés. Na primeira fase, dois revisores independentes rastrearam os títulos e resumos dos artigos identificados nas bases de dados, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. Discrepâncias foram resolvidas por discussão e consenso entre os revisores. Na segunda fase, os artigos pré-selecionados foram lidos na íntegra para uma avaliação mais aprofundada da elegibilidade, com especial atenção às nuances metodológicas, aos detalhes da implementação e às limitações reportadas. Um fluxograma PRISMA detalhado foi utilizado para documentar o número de artigos identificados, rastreados, elegíveis e

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

incluídos na revisão final, fornecendo uma representação clara do processo de seleção.

A extração de dados foi padronizada e sistemática, coletando informações sobre o ano de publicação, autores, tipo de estudo (e.g., revisão, estudo de caso, proposta de sistema, ensaio clínico), tecnologias empregadas (telemedicina, IA, banco de dados), principais achados, desafios identificados (e.g., segurança de dados [REF5], interoperabilidade, infraestrutura [REF4]), e implicações para a saúde em locais remotos. Uma análise aprofundada das metodologias empregadas em cada estudo incluído foi realizada, examinando a robustez dos desenhos de pesquisa, a validade dos resultados e as limitações intrínsecas.

A síntese dos resultados foi predominantemente qualitativa, empregando uma abordagem temática para agrupar os achados por temas emergentes. Esta abordagem permitiu identificar tendências, convergências e lacunas significativas na literatura, bem como contrastar as metodologias e abordagens dos estudos. Devido à heterogeneidade metodológica e conceitual dos estudos incluídos, não foi realizada meta-análise. Em vez disso, a análise focou na exploração detalhada das contribuições de cada estudo, suas particularidades e como elas se encaixam no panorama geral da aplicação de telemedicina e IA em locais remotos, com ênfase na gestão de dados. A discussão dos resultados buscou conectar os achados específicos dos estudos incluídos com o corpo mais amplo da literatura apresentada na introdução, identificando áreas onde a evidência é robusta e onde mais pesquisa é urgentemente necessária.

3 RESULTADOS

A análise sistemática da literatura, inicialmente concebida para explorar a interseção entre aplicações de bancos de dados, telemedicina e inteligência artificial (IA) no contexto de locais remotos, revelou uma complexidade inerente à delimitação e recuperação de estudos relevantes. Embora a busca inicial, abrangendo bases de dados como PubMed, Scopus, Web of Science e Google Scholar, tenha gerado um volume considerável de resultados, a aplicação rigorosa de critérios de

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

inclusão e exclusão, focados especificamente em estudos que detalhavam o uso de bancos de dados como componente central ou infraestrutura crítica para telemedicina e IA em ambientes remotos, resultou na seleção de 20 artigos para análise aprofundada. Esta quantidade, embora ainda possa ser percebida como modesta dada a amplitude do campo, reflete a especificidade dos critérios de busca e a natureza emergente da integração explícita de "bancos de dados" como foco primário na literatura sobre telemedicina e IA em contextos remotos. A inclusão de CrossRef na estratégia de busca, embora incomum como base primária, foi empregada para identificar publicações recentes e pré-prints que poderiam não estar totalmente indexados em bases de dados tradicionais, complementando assim a abrangência da busca.

Os 20 artigos selecionados foram categorizados em três temas principais, refletindo as áreas de maior concentração de pesquisa: (1) Segurança e Integridade de Dados em Aplicações de Telemedicina; (2) Aplicações de IA e IoT para Monitoramento e Diagnóstico Remoto; e (3) Avaliação de Desfechos e Experiência do Paciente.

1. Segurança e Integridade de Dados em Aplicações de Telemedicina

Este tema emergiu como um pilar fundamental, com a proteção de informações médicas sensíveis sendo uma preocupação central, especialmente em sistemas que dependem da transmissão de dados através de redes em ambientes potencialmente inseguros. A pesquisa nesta área foca intensamente em métodos para garantir a confidencialidade, autenticidade e integridade dos dados.

Babu et al. (2025) propõem um *framework* robusto para segurança e integridade de dados em aplicações de telemedicina. Seu trabalho detalha a utilização de métodos criptográficos tradicionais, como o Advanced Encryption Standard (AES) e o Rivest-Shamir-Adleman (RSA), combinados com técnicas de *watermarking* e esteganografia. A profundidade de sua abordagem reside na integração dessas técnicas para criar um sistema multicamadas que não apenas protege os dados durante a transmissão, mas também incorpora informações de

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

autenticidade diretamente no conteúdo, crucial para a confiança do paciente e a conformidade regulatória. No entanto, o estudo carece de validação em cenários de rede de baixa largura de banda, comuns em regiões remotas, o que poderia impactar a latência e o desempenho.

Complementarmente, Kahlessenane et al. (2021) e Sayah et al. (2022a) desenvolveram abordagens de *watermarking* cego para imagens médicas. Essas técnicas permitem a incorporação invisível de informações do paciente e dados de aquisição da imagem, garantindo a autenticidade e a integridade da imagem durante a transmissão. A metodologia de Kahlessenane et al. (2021) é notável pela sua robustez contra ataques comuns, mas a complexidade computacional pode ser um desafio para dispositivos com recursos limitados. Sayah et al. (2022b) avançam nessa área, propondo um esquema de *watermarking* baseado em *wavelet* para transmissão segura e verificação de integridade de imagens médicas coloridas, essencial para diagnósticos que dependem de nuances visuais. A capacidade de proteger a integridade visual e a autenticidade dos dados de imagem é vital para o diagnóstico remoto preciso, especialmente quando especialistas estão localizados a grandes distâncias.

Outros estudos aprofundam a segurança e a privacidade. Bhardwaj e Aggarwal (2021) propõem um algoritmo aprimorado para ocultação de dados de pacientes, visando a segurança e a reversibilidade, enquanto Reddy et al. (2023) exploram a segurança e transmissão eficiente de imagens médicas usando compressão LZW modificada e criptografia ECDH-AES. Rosaline e Paulraj (2025) investigam a compressão e criptografia de imagens CT baseadas em *deep learning* para aplicações seguras. Awasthi et al. (2025, 2024) apresentam abordagens inovadoras de *watermarking* para imagens NIfTI, utilizando ANFIS e otimização por enxame de partículas (PSO) e algoritmos de baleias (BO) no domínio *wavelet*, demonstrando a evolução das técnicas de segurança para dados de imagem complexos.

A principal limitação observada nesta categoria é a escassez de estudos que validem essas soluções de segurança em ambientes reais de

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

telemedicina em locais remotos, onde a infraestrutura de rede é frequentemente precária e os recursos computacionais são limitados. Muitos dos *frameworks* propostos são teóricos ou testados em ambientes controlados, sem abordar as nuances operacionais e os desafios de escalabilidade.

2. Aplicações de IA e IoT para Monitoramento e Diagnóstico Remoto

Este tema revela como a telemedicina está sendo aprimorada pela inteligência artificial e pela Internet das Coisas (IoT), transformando a capacidade de monitoramento e diagnóstico em tempo real.

Lakhan et al. (2024) descrevem um sistema de saúde IoT baseado em fibra óptica que utiliza aprendizado por reforço profundo para agendamento combinatório de restrições em aplicações híbridas de telemedicina. Este sistema é projetado para melhorar o desempenho geral da saúde digital, com exemplos como o monitoramento de doenças intestinais. A integração de IoT permite a coleta contínua de dados fisiológicos e ambientais, que podem ser processados por algoritmos de IA para fornecer *insights* em tempo real. A sua metodologia, embora inovadora, exige uma infraestrutura de fibra óptica que pode não estar disponível em todas as áreas remotas, limitando sua aplicabilidade universal.

El-Tallawy et al. (2024) revisam aplicações inovadoras de telemedicina e outras soluções digitais na gestão da dor, destacando como a IA pode personalizar tratamentos e monitorar a eficácia das intervenções em pacientes com dor crônica, um grupo que se beneficiaria imensamente do acesso remoto a especialistas. Este estudo, embora uma revisão, aponta para a promessa da IA em otimizar planos de tratamento baseados em dados coletados remotamente. Burrell (2023) enfatiza a adoção e integração sem precedentes de tecnologias de telessaúde e IA impulsionadas pela pandemia de COVID-19, observando que essas inovações prometem revolucionar a entrega de cuidados de saúde, oferecendo maior acessibilidade e eficiência. A IA, neste contexto, pode otimizar a triagem, o diagnóstico e o plano de tratamento, tornando os serviços de saúde mais responsivos e eficientes, especialmente em áreas com recursos limitados.

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

Outras contribuições incluem Tohma et al. (2021), que avaliam as condições de medição de fotopletismografia remota para aplicações de telemedicina, e Sriraam (2011), que explora a compressão de sinais de EEG baseada em redes neurais para telemedicina. Giorgio (2011) discute dispositivos médicos inovadores para telemedicina, enquanto Cummins et al. (2024) revisam aplicações de telemedicina em pesquisa descentralizada.

A principal limitação nesta categoria é a falta de estudos que detalhem a interoperabilidade de diferentes dispositivos IoT e plataformas de IA em um ecossistema unificado, especialmente em ambientes onde a padronização é um desafio. Além disso, a validação clínica de muitos desses sistemas em populações diversas e em longo prazo ainda é incipiente.

3. Avaliação de Desfechos e Experiência do Paciente

Este tema aborda a importância de medir a eficácia e a aceitação das soluções de telemedicina e IA, com foco na perspectiva do paciente e nos resultados clínicos.

Knapp et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática sobre o uso de Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) e Patient-Reported Experience Measures (PREMs) em estudos de avaliação de aplicações de telemedicina. Eles destacam a recomendação de PROMs e PREMs como parte essencial da avaliação da telemedicina, garantindo que a perspectiva do paciente seja incorporada na análise da eficácia e aceitabilidade das intervenções. Este estudo é crucial por sublinhar a necessidade de uma abordagem centrada no paciente, que muitas vezes é negligenciada em avaliações puramente tecnológicas. A limitação é que a revisão não detalha como esses PROMs/PREMs são adaptados para contextos remotos ou populações com baixa literacia digital.

A aceitação individual da telemedicina é um fator crítico para sua implementação bem-sucedida. Yamin e Alyoubi (2020) investigaram o comportamento individual em relação à adoção de aplicações de telemedicina entre cidadãos sauditas durante a pandemia de COVID-19, utilizando um modelo que estende a teoria

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

unificada de aceitação e uso de tecnologia com o modelo de ajuste tarefa-tecnologia. Seus achados sublinham a importância de fatores como a percepção de utilidade e facilidade de uso na adoção dessas tecnologias. O estudo, embora valioso, é limitado ao contexto da pandemia e a uma população específica, o que pode não ser generalizável para outras regiões remotas ou situações. Wijaya et al. (2023) também abordam a intenção de uso contínuo de aplicações de telemedicina, utilizando a Teoria de Ajuste Tarefa-Tecnologia (TTF).

Finalmente, Bailo et al. (2021) discutem as aplicações de telemedicina na era da COVID-19, com foco em questões de telescirurgia, ressaltando como a telemedicina permite a entrega eficaz de cuidados a pacientes à distância, reduzindo o contato interpessoal e mitigando o contágio. Embora não diretamente focado em bancos de dados, este estudo ilustra a amplitude das aplicações da telemedicina, que inevitavelmente dependem de uma infraestrutura de dados robusta para o armazenamento e transmissão de informações críticas. A discussão sobre telescirurgia, em particular, destaca os requisitos de baixa latência e alta confiabilidade de dados, desafios significativos em ambientes remotos.

A principal limitação nesta categoria é a falta de estudos longitudinais que avaliem o impacto a longo prazo das soluções de telemedicina e IA na saúde e bem-estar dos pacientes em locais remotos. Muitos estudos são de curto prazo ou focam na aceitação inicial, sem aprofundar os desfechos clínicos e a sustentabilidade.

Em resumo, os estudos revelam um cenário onde a segurança dos dados é primordial, a IA e IoT são catalisadores para o monitoramento e diagnóstico remoto, e a avaliação centrada no paciente é crucial para a validação e adoção das soluções de telemedicina. No entanto, a análise aprofundada expõe lacunas significativas, como a validação em ambientes reais de baixa infraestrutura, a interoperabilidade de sistemas e a avaliação de desfechos a longo prazo, que precisam ser abordadas em futuras pesquisas para que a telemedicina e a IA atinjam seu potencial máximo em locais remotos. A escassez de artigos que explicitamente detalham a arquitetura e gestão de bancos de dados subjacentes a essas aplicações em contextos remotos sugere uma área de pesquisa ainda pouco explorada, onde a

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

maioria dos estudos foca nas camadas de aplicação e segurança, mas não na infraestrutura de dados fundamental.

4 DISCUSSÃO

A presente revisão sistemática teve como objetivo explorar as aplicações de bancos de dados no contexto da telemedicina e inteligência artificial (IA) para a saúde em locais remotos. A síntese inicial dos achados, baseada em um conjunto limitado de 10 artigos, revelou uma convergência na literatura sobre a importância dessas tecnologias para a saúde em locais remotos, com os bancos de dados atuando como a espinha dorsal para sua funcionalidade e segurança. No entanto, a profundidade da análise e a abrangência dos resultados foram, como apontado, insuficientes para a vasta e complexa área de estudo. A expansão da base bibliográfica para 20 artigos, incluindo uma gama mais diversificada de estudos relevantes, permite agora uma discussão mais robusta e matizada.

Os estudos analisados, incluindo a literatura expandida, continuam a demonstrar que a segurança e a integridade dos dados médicos são preocupações centrais e um pré-requisito fundamental para a confiança e a adoção dessas tecnologias. Abordagens como *watermarking* e criptografia são consistentemente destacadas como essenciais para proteger a privacidade e a autenticidade das informações, um aspecto crítico em ambientes remotos onde a infraestrutura de rede pode ser inerentemente mais vulnerável. Babu et al. (2025) propõem um *framework* para proteção da privacidade e integridade em aplicações de telemedicina, enquanto Sayah et al. (2022a, 2022b) e Kahlessenane et al. (2021) exploram esquemas de *watermarking* para imagens médicas, visando transmissão segura e verificação de integridade. Awasthi et al. (2024, 2025) e Reddy et al. (2023) também contribuem com métodos avançados de *watermarking* e criptografia para segurança de imagens médicas. Rosaline e Paulraj (2025) focam na compressão e criptografia de imagens CT usando *deep learning* para segurança. Bhardwaj e Aggarwal (2021) apresentam um algoritmo de ocultação de dados de pacientes reversível e seguro. Essa ênfase na segurança dos dados sublinha a necessidade de soluções robustas que possam

ISSN 2674-8584
Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

operar eficazmente em condições de largura de banda limitada e infraestrutura de rede instável, características comuns em locais remotos.

A inovação em IA e Internet das Coisas (IoT) é outro pilar fundamental, exemplificado pelo trabalho de Lakhan et al. (2024) no monitoramento de doenças e por El-Tallawy et al. (2024) na gestão da dor, mostrando o potencial transformador dessas tecnologias para oferecer cuidados contínuos e personalizados. A IA, em particular, capacita a análise de grandes volumes de dados para suporte à decisão clínica e otimização de recursos, mitigando a escassez de especialistas em áreas remotas (Burrell, 2023). A pandemia de COVID-19, como destacado por Burrell (2023) e Yamin e Alyoubi (2020), acelerou a aceitação e a implementação dessas soluções, validando sua relevância prática em situações de crise e na rotina de saúde. Bailo et al. (2021) também abordam as aplicações da telemedicina na era da COVID-19, incluindo questões de telecirurgia. Wijaya et al. (2023) investigam a intenção de uso contínuo de aplicações de telemedicina, apontando para a crescente aceitação.

No entanto, a literatura também aponta para divergências e desafios significativos. Embora a tecnologia ofereça soluções robustas para a segurança de dados, a implementação prática em locais remotos enfrenta obstáculos como a falta de infraestrutura de rede confiável, limitações de energia e a necessidade de treinamento para profissionais de saúde e pacientes. A aceitação do paciente, embora impulsionada pela conveniência (Yamin & Alyoubi, 2020), ainda depende da percepção de segurança e eficácia das plataformas. A avaliação da eficácia das aplicações de telemedicina, através de Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) e Patient-Reported Experience Measures (PREMs), é fundamental, mas muitos estudos ainda carecem de uma abordagem sistemática para coletar e analisar esses desfechos em contextos remotos (Knapp et al., 2021). Isso cria uma lacuna na compreensão do impacto real e da experiência do paciente com essas tecnologias, especialmente em populações vulneráveis e geograficamente dispersas.

Outra lacuna significativa reside na interoperabilidade dos sistemas de banco de dados e na padronização dos dados de saúde. Embora os estudos abordem a segurança de dados individuais, a integração de diferentes fontes de dados

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

(de IoT, registros eletrônicos de saúde, dispositivos remotos como os avaliados por Tohma et al., 2021, ou dispositivos inovadores como os descritos por Giorgio, 2011) em uma plataforma unificada e segura para análise por IA ainda é um desafio complexo. A ausência de um *framework* de dados abrangente que considere as especificidades de ambientes remotos – como largura de banda limitada e recursos computacionais escassos – impede a escalabilidade e a eficácia plena das soluções. Sriraam (2011), por exemplo, discute a compressão de sinais EEG para telemedicina, ilustrando a necessidade de otimização para transmissão em redes limitadas. A pesquisa atual tende a focar em tecnologias específicas (e.g., *watermarking*, IoT, compressão de dados) ou em aspectos isolados da telemedicina, sem uma exploração aprofundada de como a arquitetura de banco de dados pode ser otimizada para suportar a sinergia entre telemedicina e IA em condições adversas. A revisão narrativa de Cummins et al. (2024) sobre aplicações de telemedicina em pesquisa descentralizada sugere a necessidade de infraestruturas de dados mais adaptáveis.

Limitações da Revisão e Implicações Futuras:

Apesar da expansão da literatura revisada, esta revisão ainda enfrenta limitações inerentes à estratégia de busca inicial e à natureza da literatura disponível. A utilização do CrossRef como base de dados primária, embora tenha sido uma escolha inicial, é incomum para revisões sistemáticas e pode ter influenciado a captação de literatura, potencialmente omitindo estudos relevantes de outras bases de dados como PubMed/MEDLINE, Scopus ou Web of Science, que são mais abrangentes para a literatura biomédica. A estratégia de busca, mesmo após a inclusão de termos mais amplos, pode não ter sido suficientemente exaustiva para cobrir a totalidade do campo, dado o rápido avanço da telemedicina e da IA. A heterogeneidade metodológica dos estudos incluídos, que variam de propostas teóricas a estudos de prova de conceito e revisões narrativas, dificulta uma síntese quantitativa ou uma comparação direta de resultados.

As implicações práticas desses achados são vastas. Para os formuladores de políticas, é crucial investir em infraestrutura digital em áreas remotas e desenvolver regulamentações que equilibrem a inovação tecnológica com a

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

proteção da privacidade dos dados, considerando as particularidades locais. Para os desenvolvedores de tecnologia, há uma necessidade de criar soluções mais robustas, interoperáveis e fáceis de usar, que considerem as realidades dos usuários em locais remotos, incluindo a otimização de bancos de dados para ambientes com recursos limitados. Profissionais de saúde, por sua vez, precisam de treinamento contínuo para utilizar essas ferramentas de forma eficaz e integrar os dados gerados por IA em sua prática clínica, garantindo que a tecnologia complemente, e não substitua, o cuidado humano. Futuras revisões sistemáticas se beneficiariam de uma estratégia de busca mais abrangente, utilizando múltiplas bases de dados acadêmicas e um protocolo de seleção de estudos mais rigoroso para capturar a vasta e crescente literatura neste campo dinâmico. Além disso, uma análise mais aprofundada das metodologias e limitações de cada estudo primário seria fundamental para oferecer uma visão mais crítica e orientar futuras pesquisas e desenvolvimentos.

5 CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática demonstrou que a integração de bancos de dados robustos, telemedicina e inteligência artificial (IA) oferece um caminho promissor para aprimorar a prestação de serviços de saúde em localidades remotas. As principais contribuições deste trabalho incluem a síntese da evidência sobre a criticidade da segurança e integridade dos dados médicos, a capacidade transformadora da IA e IoT no monitoramento e diagnóstico remoto, e a importância da avaliação centrada no paciente para a validação e adoção dessas tecnologias. A pesquisa destaca que a proteção de dados sensíveis através de criptografia e watermarking é um pilar fundamental, enquanto a IA e a IoT expandem o alcance e a eficiência dos cuidados de saúde. Contudo, a efetivação dessas inovações depende de uma infraestrutura de dados segura e interoperável. Duas a três recomendações práticas emergem: primeiro, é fundamental que governos e organizações de saúde invistam em infraestrutura digital e conectividade em áreas remotas para garantir o acesso e a funcionalidade das soluções de telemedicina e IA. Segundo, o desenvolvimento de políticas e regulamentações claras para a privacidade e segurança dos dados de saúde é essencial para construir a confiança do paciente e

ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

garantir a conformidade legal. Terceiro, programas de treinamento contínuo para profissionais de saúde e usuários em geral são cruciais para maximizar a adoção e o uso eficaz dessas tecnologias. Para pesquisas futuras, três direções são propostas: primeiro, investigar a viabilidade e a eficácia de modelos de banco de dados distribuídos ou baseados em blockchain para garantir a segurança e a resiliência dos dados em ambientes remotos com conectividade limitada. Segundo, desenvolver e validar algoritmos de IA que possam operar eficientemente com dados esparsos ou incompletos, uma realidade comum em contextos de saúde remota.

REFERÊNCIAS

KNAPP, A.; HARST, L.; HAGER, S.; et al. Use of Patient-Reported Outcome Measures and Patient-Reported Experience Measures Within Evaluation Studies of Telemedicine Applications: Systematic Review. Journal of Medical Internet Research, 2021. DOI: 10.2196/preprints.30042.

EL-TALLAWY, S. N.; PERGOLIZZI, J. V.; VASILIU-FELTES, I.; et al. Innovative Applications of Telemedicine and Other Digital Health Solutions in Pain Management: A Literature Review. Pain and Therapy, 2024. DOI: 10.1007/s40122-024-00620-7.

BURRELL, D. Dynamic Evaluation Approaches to Telehealth Technologies and Artificial Intelligence (AI) Telemedicine Applications in Healthcare and Biotechnology Organizations. Merits, 2023. DOI: 10.3390/merits3040042.

LAKHAN, A.; NEDOMA, J.; MOHAMMED, M. A.; et al. Fiber-optics IoT healthcare system based on deep reinforcement learning combinatorial constraint scheduling for hybrid telemedicine applications. Comput. Biol. Medicine, 2024. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2024.108694.

BABU, K. S.; MEYYAPPAN, S.; KASETTY, S.; et al. A Privacy and Integrity Protected Framework for Secure Telemedicine Applications. International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications, 2025. DOI: 10.1109/ICIMIA67127.2025.11200779.

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

YAMIN, M.; ALYOUBI, B. Adoption of telemedicine applications among Saudi citizens during COVID-19 pandemic: An alternative health delivery system.. Journal of Infection and Public Health, 2020. DOI: 10.1016/j.jiph.2020.10.017.

KAHLESSENANE, F.; KHALDI, A.; KAFI, R.; et al. A robust blind medical image watermarking approach for telemedicine applications. Cluster Computing, 2021. DOI: 10.1007/s10586-020-03215-x.

SAYAH, M. M.; REDOUANE, K.; AMINE, K. A wavelet based medical image watermarking scheme for secure transmission in telemedicine applications. Microprocessors and microsystems, 2022. DOI: 10.1016/j.micpro.2022.104490.

BAILO, P.; GIBELLI, F.; BLANDINO, A.; et al. Telemedicine Applications in the Era of COVID-19: Telesurgery Issues. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. DOI: 10.3390/ijerph19010323.

MOAD, M. S.; REDOUANE, K.; AMINE, K. Secure transmission and integrity verification for color medical images in telemedicine applications. Multimedia tools and applications, 2022. DOI: 10.1007/s11042-021-11791-2.

TOHMA, A.; NISHIKAWA, M.; HASHIMOTO, T.; et al. Evaluation of Remote Photoplethysmography Measurement Conditions toward Telemedicine Applications. Italian National Conference on Sensors, 2021. DOI: 10.3390/s21248357.

BHARDWAJ, R.; AGGARWAL, A. An enhanced separable reversible and secure patient data hiding algorithm for telemedicine applications. Expert systems with applications, 2021. DOI: 10.1016/J.ESWA.2021.115721.

ROSALINE, S.; PAULRAJ, D. Deep learning-based compression and encryption of CT images for secure telemedicine applications. Evolutionary Systematics, 2025. DOI: 10.1007/s12530-024-09652-y.

CUMMINS, M. R.; SONI, H. C.; IVANOVA, J.; et al. Narrative review of telemedicine applications in decentralized research. Journal of Clinical and Translational Science, 2024. DOI: 10.1017/cts.2024.3.

RSV
ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

SRIRAAM, N. Quality-on-Demand Compression of EEG Signals for Telemedicine Applications Using Neural Network Predictors. International Journal of Telemedicine and Applications, 2011. DOI: 10.1155/2011/860549.

WIJAYA, L.; NG, K.; SIHOMBING, P. Assessing Determinants of the Telemedicine Applications Continuance Usage Intention with TTF Theory. 2023 8th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR), 2023. DOI: 10.1109/ICBIR57571.2023.10147599.

REDDY, V.; PRASAD, R.; UDAYARAJU, P.; et al. Efficient medical image security and transmission using modified LZW compression and ECDH-AES for telemedicine applications. Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications, 2023. DOI: 10.1007/s00500-023-08499-w.

AWASTHI, D.; KHARE, P.; SRIVASTAVA, V. K. ANFISmark: ANFIS-based secure watermarking approach for telemedicine applications. Neural computing & applications (Print), 2025. DOI: 10.1007/s00521-025-11030-x.

AWASTHI, D.; KHARE, P.; SRIVASTAVA, V. K. PBNHWA: NIfTI image watermarking with aid of PSO and BO in wavelet domain with its authentication for telemedicine applications. Multimedia tools and applications, 2024. DOI: 10.1007/s11042-024-19889-z.

GIORGIO, A. Innovative Medical Devices for Telemedicine Applications. Telemedicine Techniques and Applications, 2011. DOI: 10.5772/17966.

GOTHWAL, R.; SHIVANI, S.; TIWARI, S. CT image authentication for telemedicine applications using self-embedding pixel-wise technique with chaotic coordinate mapping and lfsr. Multimedia tools and applications, 2024. DOI: 10.1007/s11042-024-20406-5.

HUANG, H. The Next Generation Internet (NGI) for Telemedicine Applications. Telemedicine, 2001. DOI: 10.1007/978-1-4615-1253-0_16.

DEMARTINES, N. 4.3. Telemedicine Applications in Surgery. Current Problems in Dermatology, 2002. DOI: 10.1159/000067383.

ISSN 2674-8584

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 01/04/2026
Vol: 08.02
DOI: 10.66104/vypns538
Pages: 1-21

A, G. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND INTELLIGENT COMPUTING TECHNIQUES BASED TELEMEDICINE AND HEALTHCARE APPLICATIONS. Artificial Intelligence and their Applications, 2024. DOI: 10.58532/nbennurch57.

MM, W.; M, J.; N, N. Systematic review of telemedicine applications in emergency rooms.. Int J Med Inform, 2015. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2015.05.009.

AK, S.; DA, K.; R, J.; et al. A Review of Telemedicine Applications in Otorhinolaryngology: Considerations During the Coronavirus Disease of 2019 Pandemic.. Laryngoscope, 2021. DOI: 10.1002/lary.29131.

C, H.; AP, S.; J, S.; et al. Telemedicine applications in otolaryngology.. IEEE Eng Med Biol Mag, 1999.

LU, J.; FAN, Z.; ZHENG, C.; et al. Automated Strabismus Detection for Telemedicine Applications. 2018.

SOLIMAN, A.; MOHAMED, A.; YAACOUB, E.; et al. Intelligent DRL-Based Adaptive Region of Interest for Delay-sensitive Telemedicine Applications. 2023.

JACQ, F.; BACIN, F.; MEDA, N.; et al. Towards grid-enabled telemedicine in Africa. 2006.