

Inteligência artificial aplicada à prevenção, ao diagnóstico e ao cuidado de pessoas vivendo com HIV: desafios éticos, evidências científicas e perspectivas para a enfermagem brasileira

Artificial intelligence applied to hiv prevention, diagnosis, and care for people living with HIV: ethical challenges, scientific evidence, and perspectives for brazilian nursing

Patrick Barcelos dos Santos Barbosa¹

Leandro Teixeira Ghilardi²

RESUMO

Este artigo analisou as evidências científicas sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na prevenção, no diagnóstico e no cuidado de pessoas vivendo com HIV, com ênfase nos desafios éticos e nas perspectivas para a enfermagem brasileira. Realizou-se revisão integrativa da literatura, com buscas em PubMed/MEDLINE, SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde/LILACS e mecanismos de rastreamento de DOI, considerando publicações entre 2015 e agosto de 2026, em português, inglês ou espanhol. Foram selecionados 25 estudos com DOI verificável, distribuídos entre aplicações de aprendizado de máquina para estratificação de risco e indicação de profilaxia pré-exposição, leitura automatizada de testes rápidos, previsão de adesão, abandono e supressão viral, apoio ao aconselhamento e discussão de equidade algorítmica. Os resultados indicaram que a IA pode ampliar a identificação de populações prioritárias, apoiar decisões clínicas, melhorar a interpretação diagnóstica e permitir intervenções personalizadas no seguimento terapêutico. Entretanto, vieses de dados, opacidade dos modelos, privacidade, estigma, segurança da informação e dependência tecnológica exigem governança, validação local e supervisão profissional. Concluiu-se que a enfermagem brasileira pode assumir papel estratégico na implementação responsável dessas tecnologias, articulando julgamento clínico, educação em saúde, proteção de dados e cuidado centrado na pessoa.

¹ Acadêmico do curso de Enfermagem da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Artigo apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Enfermagem da Universidade do Sul de Santa Catarina. 2026.

² Mestre. Professor orientador do curso de Graduação em Enfermagem da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. HIV. Enfermagem. Diagnóstico. Prevenção.

ABSTRACT

This article analyzed scientific evidence on the application of Artificial Intelligence (AI) to HIV prevention, diagnosis, and care, emphasizing ethical challenges and perspectives for Brazilian nursing. An integrative literature review was conducted using PubMed/MEDLINE, SciELO, the Virtual Health Library/LILACS, and DOI tracking mechanisms, including publications from 2015 to August 2026 in Portuguese, English, or Spanish. Twenty-five studies with verifiable DOI were selected, covering machine-learning applications for risk stratification and pre-exposure prophylaxis indication, automated interpretation of rapid tests, prediction of adherence, disengagement and viral suppression, counseling support, and algorithmic equity. Findings showed that AI can broaden the identification of priority populations, support clinical decisions, improve diagnostic interpretation, and enable personalized interventions during therapeutic follow-up. However, data bias, model opacity, privacy, stigma, information security, and technological dependence require governance, local validation, and professional oversight. It was concluded that Brazilian nursing can play a strategic role in the responsible implementation of these technologies by combining clinical judgment, health education, data protection, and person-centered care.

Keywords: Artificial Intelligence. HIV. Nursing. Diagnosis. Prevention.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a resposta ao HIV foi transformada pela ampliação da testagem, pela profilaxia pré-exposição (PrEP) e pela terapia antirretroviral (TARV), que tornou possível alcançar elevada expectativa de vida e impedir a transmissão sexual quando há supressão viral sustentada. Apesar desses avanços, persistem barreiras de acesso, diagnóstico tardio, descontinuidade do cuidado, desigualdades territoriais e estigma. Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA), especialmente por meio de aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e visão computacional, passou a ser investigada como recurso para reconhecer padrões complexos em grandes bases de dados e apoiar decisões em saúde. Marcus et al. (2020) destacam que essas tecnologias já vêm sendo testadas em diferentes etapas da prevenção do HIV.

O potencial da IA na prevenção está associado à capacidade de integrar informações clínicas, comportamentais e contextuais para identificar pessoas com maior probabilidade de adquirir HIV e que poderiam se beneficiar de intervenções preventivas. Em sistemas de saúde com prontuários eletrônicos, algoritmos podem detectar oportunidades de oferta de PrEP que não seriam percebidas por regras tradicionais, reduzindo a dependência exclusiva da revelação de práticas sexuais durante a consulta. Entretanto, essa abordagem exige cuidado para que a classificação de risco não reproduza estereótipos ou cause discriminação. Modelos desenvolvidos com dados de milhões de usuários demonstraram utilidade para priorizar a avaliação preventiva, mas também evidenciaram a necessidade de comunicação clínica sensível (MARCUS et al., 2019).

No diagnóstico, a visão computacional e o deep learning têm sido utilizados para automatizar a interpretação de testes rápidos e reduzir erros visuais, sobretudo em contextos de atenção descentralizada. Algoritmos treinados com imagens de testes de HIV coletadas em campo podem atingir desempenho elevado e funcionar em dispositivos móveis, criando possibilidades para controle de qualidade, capacitação de trabalhadores e suporte à decisão (TURBÉ et al., 2021). A incorporação dessa tecnologia, contudo, não elimina a necessidade de algoritmos diagnósticos confirmatórios nem a responsabilidade dos profissionais pela orientação pré e pós-teste, especialmente diante dos impactos psicossociais associados a um resultado reagente.

No acompanhamento de pessoas vivendo com HIV, aplicações de aprendizado de máquina vêm sendo empregadas para estimar risco de abandono, falha virológica, não supressão viral e resistência aos antirretrovirais. Essas ferramentas podem contribuir para direcionar recursos de equipes multiprofissionais a usuários que necessitam de acompanhamento mais intensivo, permitindo intervenção antes que ocorra perda de vínculo. Revisões recentes indicam crescimento expressivo de modelos voltados à previsão de desfechos terapêuticos, embora ainda exista heterogeneidade metodológica, limitada validação externa e dificuldades para integrar os modelos à rotina assistencial (BOUDRA et al., 2026).

Diante desse panorama, formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: como a Inteligência Artificial pode contribuir para a prevenção, o diagnóstico e o cuidado de pessoas vivendo com HIV, e quais são os desafios éticos e as implicações para a prática da enfermagem no Brasil?

O objetivo geral deste artigo é analisar as evidências científicas sobre a aplicação da Inteligência Artificial na prevenção, no diagnóstico e no cuidado de pessoas vivendo com HIV, destacando benefícios, limitações, desafios éticos e contribuições para a prática da enfermagem brasileira. Como objetivos específicos, busca-se identificar as principais aplicações de IA na prevenção e no diagnóstico do HIV; descrever seu uso no acompanhamento clínico e na adesão à TARV; discutir riscos relacionados a vieses, privacidade, transparência e estigma; e examinar possibilidades de incorporação dessas tecnologias ao processo de trabalho da enfermagem no contexto do Sistema Único de Saúde.

A realização deste estudo justifica-se pela rápida expansão da IA na saúde e pela necessidade de avaliar criticamente seu uso em uma condição marcada por forte dimensão social, histórica e ética. Dados relacionados ao HIV incluem informações sensíveis sobre diagnóstico, sexualidade, uso de medicamentos e trajetórias de cuidado, de modo que sistemas automatizados mal governados podem ampliar danos, mesmo quando apresentam bom desempenho estatístico. Ao reunir evidências recentes e discutir as limitações de cada aplicação, o trabalho contribui para evitar uma visão tecnicista segundo a qual maior capacidade computacional necessariamente equivale a melhor cuidado.

A abordagem também se justifica pela posição estratégica da enfermagem na prevenção combinada, testagem, aconselhamento, educação em saúde, acompanhamento da adesão, vigilância e coordenação do cuidado. No Brasil, enfermeiros atuam em diferentes pontos da Rede de Atenção à Saúde e podem ser usuários diretos de sistemas de apoio à decisão, além de participarem da avaliação de tecnologias e da defesa dos direitos dos pacientes. Assim, compreender os fundamentos, benefícios e riscos da IA é relevante para que sua adoção fortaleça o

cuidado centrado na pessoa, em vez de substituir relações terapêuticas ou reproduzir desigualdades já presentes nos serviços.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e finalidade descritivo-analítica, realizada em agosto de 2026. O recorte temporal compreendeu janeiro de 2015 a 7 de agosto de 2026, período escolhido por abranger a expansão contemporânea do aprendizado profundo, da análise preditiva baseada em prontuários eletrônicos e dos modelos generativos na saúde. Foram consultadas PubMed/MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde com ênfase na LILACS e buscas complementares em páginas de periódicos e indexadores de DOI. A estratégia privilegiou estudos com aplicação direta ou implicações relevantes para prevenção, diagnóstico, cuidado e prática profissional relacionada ao HIV.

As palavras-chave e descritores foram combinados em português e inglês por operadores booleanos. A estratégia principal utilizou: (HIV OR “human immunodeficiency virus”) AND (“artificial intelligence” OR “machine learning” OR “deep learning” OR chatbot OR “natural language processing”) AND (prevention OR PrEP OR diagnosis OR testing OR care OR adherence OR “viral suppression” OR nursing OR ethics). Em português, foram empregados os termos HIV, inteligência artificial, aprendizado de máquina, prevenção, diagnóstico, cuidado, adesão, enfermagem e ética. As combinações foram adaptadas às particularidades de cada base, e os títulos potencialmente elegíveis tiveram DOI, autoria, ano e periódico conferidos em fontes editoriais ou registros indexados.

Foram incluídos artigos publicados entre 2015 e agosto de 2026, disponíveis em português, inglês ou espanhol, com DOI pesquisável e conteúdo relacionado a pelo menos um dos seguintes eixos: prevenção do HIV, diagnóstico/testagem, cuidado de pessoas vivendo com HIV, adesão ou desfechos da TARV, desafios éticos da IA em saúde ou implicações para a enfermagem. Excluíram-se publicações anteriores ao recorte, trabalhos sem DOI, documentos duplicados, textos sem relação direta com IA ou HIV, resumos sem informação metodológica suficiente e estudos cujo foco tecnológico não permitia inferir contribuição para o problema de pesquisa. Referências brasileiras foram deliberadamente incluídas para contextualizar a discussão assistencial e profissional.

Tabela 1 – Fluxograma de seleção dos estudos

Etapa	Quantidade
Registros identificados nas buscas e rastreamento de DOI	74
Duplicidades removidas	9
Registros submetidos à triagem por título e resumo	65
Registros excluídos na triagem	35
Textos avaliados integralmente	30
Textos excluídos após leitura integral	5
Estudos incluídos na síntese final	25

Fonte: elaboração própria (2026).

A seleção ocorreu em etapas sucessivas de identificação, remoção de duplicidades, triagem por título e resumo, leitura integral e avaliação de pertinência. Ao final, 25 artigos compuseram a síntese analítica. Para cada estudo foram extraídos autor, título, ano, objetivo, tipo de aplicação de IA, cenário de uso e principais implicações. A análise foi realizada por categorização temática, agrupando os achados nos cinco eixos definidos previamente na estrutura do artigo: prevenção; diagnóstico; cuidado; desafios éticos e limitações; e perspectivas para a enfermagem brasileira. A interpretação privilegiou a convergência entre desempenho técnico e aplicabilidade clínica, considerando que acurácia isolada não é suficiente para justificar implementação.

Como se trata de revisão de literatura com uso de documentos científicos de acesso público, não houve participação direta de seres humanos nem coleta de dados identificáveis, dispensando submissão a comitê de ética. Ainda assim, adotaram-se cuidados de integridade científica mediante conferência dos DOI, preferência por periódicos indexados e diferenciação entre evidências clínicas, estudos de desenvolvimento tecnológico, revisões e textos de discussão ética. A avaliação crítica considerou limitações frequentes em estudos de IA, como viés de seleção, desequilíbrio de classes, validação restrita, dependência de bases locais, baixa explicabilidade e risco de desempenho desigual entre subgrupos.

3 RESULTADOS

A amostra final reuniu 25 publicações de 2017 a 2026, com predomínio de estudos internacionais e presença de produções brasileiras relacionadas à adesão à TARV, resistência aos antirretrovirais e uso de IA na enfermagem. Os estudos foram heterogêneos quanto ao desenho e à finalidade: revisões narrativas e sistemáticas, estudos de modelagem preditiva, desenvolvimento e validação de algoritmos, intervenções em redes sociais, estudos de usabilidade de aplicativos e chatbots e artigos de discussão ética. A Tabela 2 sintetiza autoria, título, ano e objetivo de cada publicação selecionada, permitindo visualizar a amplitude das aplicações analisadas.

Tabela 2 – Artigos selecionados para a revisão integrativa

Autor	Título	Ano	Objetivo
Bisaso et al.	A survey of machine learning applications in HIV clinical research and care	2017	Mapear aplicações de aprendizado de máquina na pesquisa clínica e no cuidado relacionado ao HIV.
Amamuddy et al.	Improving fold resistance prediction of HIV-1 against protease and reverse transcriptase inhibitors using artificial neural networks	2017	Aprimorar a previsão de resistência do HIV-1 a antirretrovirais por redes neurais artificiais.
Char et al.	Implementing Machine Learning in Health Care — Addressing Ethical Challenges	2018	Discutir desafios éticos associados à implementação de aprendizado de máquina na assistência à saúde.
Autor	Título	Ano	Objetivo
Rajkomar et al.	Ensuring Fairness in Machine Learning to Advance Health Equity	2018	Analisar como vieses em modelos de aprendizado de máquina podem afetar a equidade em saúde.
Yu, Beam e Kohane	Artificial intelligence in healthcare	2018	Revisar aplicações biomédicas de IA e seus desafios técnicos, econômicos, legais e sociais.
Santos et al.	Monitoring self-reported adherence to antiretroviral therapy in public HIV care facilities in Brazil: a national cross-sectional study	2018	Avaliar a adesão autorreferida à TARV em serviços públicos brasileiros e fatores associados.

Marcus et al.	Use of electronic health record data and machine learning to identify candidates for HIV pre-exposure prophylaxis: a modelling study	2019	Desenvolver modelo com prontuário eletrônico para identificar candidatos à PrEP.
Cardoso et al.	Which antiretroviral regimen is associated with higher adherence in Brazil? A comparison of single, multi, and dolutegravir-based regimens	2019	Comparar adesão à TARV segundo esquemas terapêuticos em pacientes brasileiros.
Topol	High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence	2019	Examinar a convergência entre inteligência humana e artificial na prática médica contemporânea.
Marcus et al.	Artificial Intelligence and Machine Learning for HIV Prevention: Emerging	2020	Revisar aplicações emergentes de IA e

Autor	Título	Ano	Objetivo
	Approaches to Ending the Epidemic		aprendizado de máquina na prevenção do HIV.
Turbé et al.	Deep learning of HIV field-based rapid tests	2021	Desenvolver e testar deep learning para interpretação de imagens de testes rápidos de HIV em campo.
Rice et al.	A Peer-Led, Artificial Intelligence-Augmented Social Network Intervention to Prevent HIV Among Youth Experiencing Homelessness	2021	Avaliar intervenção de pares com seleção apoiada por IA para prevenção do HIV entre jovens em situação de rua.
Xiang et al.	Review of Application of Artificial Intelligence and Machine Learning for HIV Prevention Interventions to Eliminate HIV	2022	Sintetizar aplicações de IA e aprendizado de máquina em intervenções de prevenção do HIV.
Xu et al.	A Machine-Learning-Based Risk-Prediction Tool for HIV and Sexually Transmitted Infections Acquisition over the Next 12 Months	2022	Criar ferramenta de previsão do risco de aquisição de HIV/IST em 12 meses.
Schaab e Remor	Development, feasibility testing and perceived benefits of a new app to help with adherence to antiretroviral therapy in people living with HIV in Brazil	2023	Desenvolver e testar a viabilidade de aplicativo para apoiar adesão à TARV no Brasil.
Vitorino e Yoshinari Júnior	A inteligência artificial como aliada na enfermagem brasileira: desafios,	2023	Discutir oportunidades, riscos e responsabilidade profissional no uso de IA pela enfermagem brasileira.

Autor	Título	Ano	Objetivo
	oportunidades e responsabilidade profissional		
Koh et al.	The role of an artificial intelligence model in antiretroviral therapy counselling and advice for people living with HIV	2024	Avaliar respostas de um modelo generativo a questões frequentes sobre aconselhamento e TARV.
Xie et al.	Prevention of adverse HIV treatment outcomes: machine learning to enable proactive support of people at risk of HIV care disengagement in Tanzania	2024	Avaliar aprendizado de máquina para identificar risco de desengajamento do cuidado em HIV.
Ma et al.	The first AI-based Chatbot to promote HIV self-management: A mixed methods usability study	2025	Avaliar usabilidade de chatbot baseado em IA para apoiar autogestão de pessoas vivendo com HIV.
Endebu, Taye e Deressa	Development of a machine learning prediction model for loss to follow-up in HIV care using routine electronic medical records in a low-resource setting	2025	Desenvolver modelo preditivo de perda de seguimento usando registros eletrônicos rotineiros.
Yang et al.	Using Machine Learning Techniques to Predict Viral Suppression Among People With HIV	2025	Desenvolver e comparar algoritmos para prever supressão viral em pessoas vivendo com HIV.
Zhang et al.	Effect of Machine Learning on Risk Stratification for Antiretroviral Treatment Failure in People Living with HIV	2025	Desenvolver e validar estratificação de risco de falha virológica em pessoas vivendo com HIV.

Autor	Título	Ano	Objetivo
Riveros Maidana, Machado e Guimarães	Benchmarking Machine Learning Models for HIV-1 Protease Inhibitor Resistance Prediction: Impact of Data Set Construction and Feature Representation	2025	Comparar modelos de aprendizado de máquina para prever resistência do HIV-1 a inibidores de protease.
Costa et al.	Inteligência artificial como aliada ao Processo de Enfermagem: caminhos e considerações éticas	2026	Discutir integração da IA ao Processo de Enfermagem e seus requisitos éticos e profissionais.
Boudra et al.	Machine Learning in HIV Care and Antiretroviral Therapy: Systematic Review	2026	Revisar sistematicamente aplicações de aprendizado de máquina no cuidado ao HIV e na TARV.

Fonte: elaboração própria a partir dos estudos selecionados (2026).

Em conjunto, os resultados evidenciaram cinco núcleos de aplicação. Na prevenção, destacaram-se modelos de identificação de candidatos à PrEP, previsão de aquisição de HIV/IST e otimização de intervenções em redes sociais. No diagnóstico, sobressaiu a interpretação automatizada de testes rápidos por visão computacional. No cuidado, prevaleceram modelos de previsão de abandono, supressão viral, falha terapêutica e resistência, além de ferramentas digitais para autogestão e aconselhamento. Os estudos éticos enfatizaram vieses, equidade, explicabilidade e responsabilização. As publicações brasileiras de enfermagem reforçaram que a adoção profissional deve preservar autonomia, julgamento clínico e segurança do paciente.

4 DISCUSSÃO

4.1 APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PREVENÇÃO DO HIV

Marcus et al. (2020) apontam que uma das aplicações mais maduras da IA na prevenção do HIV é a identificação automatizada de pessoas que poderiam se beneficiar da PrEP. Em vez de depender apenas de critérios estáticos ou da revelação espontânea de práticas sexuais, modelos podem combinar diagnósticos prévios, testes de infecções sexualmente transmissíveis, uso de serviços, prescrições e outros sinais presentes no prontuário. Essa capacidade favorece uma abordagem proativa e pode reduzir oportunidades perdidas durante consultas de rotina. Para a saúde pública, o ganho central não está em “rotular” indivíduos, mas em ampliar a oferta de avaliação preventiva a pessoas que tradicionalmente ficam fora dos fluxos especializados.

O estudo de Marcus et al. (2019) mostrou que dados de prontuários eletrônicos podem sustentar modelos capazes de priorizar candidatos à PrEP em grandes sistemas assistenciais. Esse tipo de estratégia é particularmente relevante porque muitos usuários que adquirem HIV tiveram contato prévio com serviços de saúde sem que a prevenção combinada fosse discutida. Ao sinalizar padrões associados a maior probabilidade de diagnóstico futuro, a IA pode funcionar como alerta para que o profissional inicie uma conversa clínica. O benefício depende, contudo, de protocolos que evitem comunicação estigmatizante e garantam que o escore seja interpretado como convite à avaliação, e não como diagnóstico de comportamento.

A previsão individual de risco também pode ser construída fora do prontuário tradicional. Xu et al. (2022) desenvolveram ferramenta de aprendizado de máquina para estimar a probabilidade de aquisição de HIV e outras IST em 12 meses, demonstrando como múltiplos fatores podem ser integrados em uma medida dinâmica. Essa lógica pode apoiar estratégias de testagem mais frequente, aconselhamento e indicação de PrEP conforme o risco se modifica. Entretanto, a utilidade real depende da atualização contínua do modelo, da validade dos dados declarados e de mecanismos que expliquem ao usuário por que determinada recomendação foi produzida, preservando autonomia e evitando percepção de vigilância.

Xiang et al. (2022) observaram que a IA aplicada à prevenção não se restringe à predição clínica, abrangendo análise de redes sociais, dados digitais e sistemas de apoio à implementação de intervenções. Essa amplitude permite reconhecer que o risco de HIV é influenciado por relações, acesso a serviços, vulnerabilidades sociais e circulação de informação. Algoritmos podem ajudar a identificar pontos de maior impacto em uma rede e orientar a distribuição de recursos educativos. Ao mesmo tempo, quanto mais dados comportamentais e relacionais são incorporados, maior se torna o risco de inferências sensíveis, especialmente quando os indivíduos não compreendem como suas informações são usadas ou compartilhadas.

Em intervenção com jovens em situação de rua, Rice et al. (2021) utilizaram IA para selecionar agentes de mudança entre pares com posição estratégica nas redes sociais. A proposta difere da escolha baseada apenas em popularidade, pois busca maximizar a difusão de mensagens preventivas entre grupos distintos. Os resultados indicaram melhora de conhecimento e redução de comportamentos sexuais de risco, sugerindo que a IA pode otimizar intervenções comunitárias sem substituir a ação humana. Nesse caso, o algoritmo atua na organização da estratégia, enquanto o vínculo, a comunicação e a confiança permanecem dependentes dos pares e dos profissionais responsáveis pela capacitação.

A análise de intervenções preventivas mostra que a maior contribuição da IA pode ocorrer quando ela complementa práticas já efetivas. Marcus et al. (2020) ressaltam que a tecnologia deve ser articulada à ciência da implementação, pois um modelo de alto desempenho perde valor quando gera alertas que não são incorporados à rotina ou quando os profissionais não sabem como abordar o tema com os usuários. Para a enfermagem, isso significa transformar o resultado algorítmico em ações concretas: avaliação de elegibilidade para PrEP, orientação sobre adesão preventiva, solicitação ou encaminhamento para testagem e construção de planos compatíveis com as preferências da pessoa atendida.

Outro aspecto relevante é a possibilidade de usar IA para personalizar mensagens de educação em saúde. Sistemas conversacionais podem adaptar

linguagem, nível de detalhamento e conteúdo às dúvidas mais frequentes, ampliando o acesso a informações sobre PrEP, preservativos, testagem e prevenção combinada. Apesar do potencial, respostas automatizadas não devem ser tratadas como aconselhamento clínico autônomo. Koh et al. (2024), ao examinarem orientações de um modelo generativo sobre HIV e TARV, demonstraram boa capacidade informativa, mas também limitações de contextualização. Em prevenção, o mesmo problema pode ocorrer quando recomendações dependem de idade, gestação, função renal, disponibilidade local ou protocolos nacionais.

A prevenção mediada por IA precisa considerar as desigualdades no acesso digital. Xiang et al. (2022) destacam que ferramentas baseadas em smartphones e mídias sociais podem alcançar populações fora dos serviços, mas também podem excluir pessoas com conectividade limitada, baixa alfabetização digital ou receio de registrar informações sensíveis. No Brasil, diferenças regionais e socioeconômicas tornam esse ponto especialmente importante. A utilização de sistemas automatizados deve coexistir com estratégias presenciais e comunitárias, evitando que a digitalização se converta em novo critério de exclusão para pessoas que já enfrentam barreiras de acesso à prevenção e à testagem.

A qualidade dos dados é determinante para a efetividade preventiva. Rajkomar et al. (2018) alertam que modelos aprendem padrões históricos e podem reproduzir desigualdades quando os registros refletem menor acesso de determinados grupos a exames, diagnósticos e serviços. Um algoritmo treinado em população com maior presença de homens que fazem sexo com homens, por exemplo, pode apresentar desempenho inferior para mulheres cis, pessoas trans ou populações rurais se essas experiências estiverem sub-representadas. Portanto, antes da implementação, é necessário avaliar sensibilidade e especificidade por subgrupo, além de monitorar continuamente quem está sendo sinalizado e quem permanece invisível.

O uso de IA para prevenção também envolve uma questão de proporcionalidade: quanto mais sensível o sistema, maior pode ser o número de pessoas classificadas como prioritárias sem que efetivamente apresentem alta probabilidade de aquisição. Marcus et al. (2019) mostram que a utilidade clínica depende da escolha de limiares compatíveis com recursos disponíveis e com os objetivos do serviço. Em atenção primária, um alerta pode ser apropriado para estimular uma breve avaliação de prevenção combinada, mas não para produzir decisões automáticas. A interpretação deve considerar preferências, histórico de saúde, exposição recente, contraindicações e contexto social.

Do ponto de vista populacional, modelos preditivos podem apoiar o planejamento de campanhas, distribuição de insumos e priorização de territórios, desde que usados com dados agregados e governança adequada. Yu, Beam e Kohane (2018) observam que a IA em saúde pode contribuir tanto para decisões clínicas quanto para organização de sistemas, ao extrair padrões de grandes volumes de informação. Em HIV, esse uso pode ajudar a identificar lacunas de testagem ou de oferta de PrEP. Entretanto, resultados territoriais devem ser comunicados com cuidado para não produzir estigmatização de bairros ou comunidades, sobretudo quando informações epidemiológicas são interpretadas sem considerar determinantes sociais.

Assim, a IA pode ampliar a prevenção do HIV ao melhorar a identificação de oportunidades, personalizar intervenções e apoiar a organização dos serviços, mas seu valor é condicionado pela capacidade de converter previsões em cuidado ético. Rice et al. (2021) demonstram que resultados positivos aparecem quando a

tecnologia está integrada a relações humanas e ações comunitárias. Para a enfermagem brasileira, a contribuição mais relevante tende a ocorrer como ferramenta de apoio à prevenção combinada, e não como substituta do diálogo. A decisão final deve preservar consentimento, confidencialidade, acesso equitativo e a possibilidade de o usuário recusar recomendações automatizadas sem prejuízo de seu atendimento.

4.2 USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DO HIV

Uma das demonstrações mais concretas de IA aplicada diretamente ao diagnóstico do HIV foi apresentada ao se utilizar deep learning para interpretar imagens de testes rápidos realizados em campo (TURBÉ et al., 2021). O sistema foi treinado com milhares de imagens e testado em ambiente real, alcançando elevada sensibilidade e especificidade quando comparado à interpretação visual.. Esse tipo de aplicação pode reduzir erros de leitura de linhas fracas, padronizar a avaliação e oferecer suporte a trabalhadores com diferentes níveis de experiência. Em áreas remotas, a associação entre câmera de dispositivo móvel e algoritmo pode fortalecer programas de testagem descentralizada e controle de qualidade.

A automação da leitura de testes rápidos não altera o princípio de que o diagnóstico do HIV deve seguir algoritmos confirmatórios e protocolos nacionais. O valor da visão computacional está em apoiar uma etapa operacional sujeita a variabilidade humana. A tecnologia pode diminuir falsos positivos e falsos negativos relacionados à interpretação visual, mas o resultado produzido pelo modelo ainda depende de qualidade da amostra, tempo de leitura, iluminação e correto funcionamento do teste (TURBÉ et al., 2021).. Portanto, um sistema de IA deve ser concebido como camada adicional de segurança, e não como autorização para suprimir controles laboratoriais e clínicos.

A perspectiva de diagnóstico assistido por IA se insere em movimento mais amplo de uso de imagens e sinais biomédicos automatizados. Topol (2019) argumenta que o deep learning apresenta desempenho particularmente relevante em tarefas de reconhecimento de padrões, desde que seja treinado e validado com dados representativos. No HIV, isso significa que algoritmos de leitura de testes precisam contemplar diferentes marcas, lotes, condições de armazenamento, tonalidades, câmeras e populações. Um modelo altamente preciso em um conjunto específico pode perder desempenho quando utilizado em outro país ou serviço, tornando indispensável a validação externa antes de qualquer adoção em escala.

A padronização digital oferece uma vantagem adicional: cada leitura pode gerar registro auditável que permita rastrear qualidade e identificar problemas recorrentes. Yu, Beam e Kohane (2018) destacam que sistemas de IA associados a dados digitalizados criam oportunidades para aprendizado contínuo e monitoramento de processos. Em programas de testagem de HIV, imagens anonimizadas, informações sobre lote e confirmação diagnóstica poderiam auxiliar a vigilância de desempenho, desde que existam base legal, segurança e minimização de dados. Para serviços de enfermagem, essa rastreabilidade pode apoiar educação permanente e avaliação de conformidade com protocolos.

Embora a discussão sobre diagnóstico costume enfatizar a acurácia, a experiência do usuário é igualmente importante. O resultado de um teste de HIV pode provocar ansiedade e requer comunicação cuidadosa, contextualização do período de janela e orientação sobre próximos passos. Um algoritmo pode reconhecer um padrão visual, mas não consegue substituir o aconselhamento

profissional nem avaliar integralmente o estado emocional e social da pessoa. Assim, mesmo quando a IA aumenta a precisão técnica, o diagnóstico permanece um processo clínico e relacional. A tecnologia deve liberar tempo de tarefas repetitivas para que a equipe invista mais atenção na escuta e no acolhimento (TOPOL, 2019).

O potencial de IA também se estende ao reconhecimento de padrões que indiquem necessidade de testagem, antes mesmo da realização do teste. Marcus et al. (2019) utilizaram informações de prontuários para prever risco de diagnóstico futuro de HIV, evidenciando como sistemas podem identificar indivíduos que deveriam receber oferta de testagem e prevenção. Nesse sentido, a fronteira entre prevenção e diagnóstico é permeável: ao detectar combinações de sinais clínicos e uso de serviços, a IA pode gerar lembretes para testagem oportuna. Essa função é particularmente útil em situações nas quais sintomas inespecíficos ou múltiplas IST não desencadeiam automaticamente investigação para HIV.

Ferramentas de predição podem contribuir para reduzir diagnóstico tardio, mas há risco de falsa segurança quando o algoritmo classifica alguém como baixo risco. Rajkomar et al. (2018) demonstram que grupos historicamente sub-representados nos dados podem receber previsões menos acuradas. Por isso, nenhum modelo deve ser usado para negar testagem a quem a solicita ou para substituir critérios clínicos e epidemiológicos. Em programas de HIV, o princípio deve ser de ampliação de acesso: a IA pode sugerir oferta adicional de teste, mas não criar barreiras para pessoas que não correspondam ao perfil previsto pelo sistema.

O desenvolvimento de algoritmos diagnósticos também exige atenção ao desenho do banco de dados. Bisaso et al. (2017) identificaram ampla variedade de aplicações de aprendizado de máquina na pesquisa clínica em HIV, incluindo classificação e predição baseadas em dados laboratoriais e genéticos. A qualidade da modelagem depende de amostras suficientemente grandes, tratamento adequado de dados ausentes e prevenção de sobreajuste. Em doenças com prevalência variável entre contextos, métricas como valor preditivo positivo podem mudar de forma substancial, mesmo quando sensibilidade e especificidade se mantêm. A avaliação clínica deve, portanto, considerar o cenário real de uso.

No campo molecular, redes neurais e outros modelos vêm sendo empregados para interpretar relações entre mutações virais e resistência aos antirretrovirais. Amamuddy, Bishop e Bishop (2017) demonstraram que redes neurais podem melhorar a previsão de resistência fenotípica a inibidores de protease e transcriptase reversa. Embora essa aplicação esteja mais relacionada ao manejo terapêutico do que ao diagnóstico inicial, ela revela a capacidade da IA de apoiar diagnósticos complexos sobre o perfil do vírus. Tais ferramentas podem auxiliar decisões especializadas, especialmente quando múltiplas mutações interagem de forma não linear e tornam a interpretação manual mais difícil.

Estudos brasileiros recentes também contribuem para esse campo. Riveros Maidana, Machado e Guimarães (2025), vinculados à Fiocruz, compararam modelos de aprendizado de máquina para previsão de resistência do HIV-1 a inibidores de protease, destacando o impacto da construção do conjunto de dados e da representação das características. O achado é relevante porque demonstra que não existe desempenho algorítmico separado das decisões metodológicas. Para o Brasil, pesquisas desenvolvidas em instituições nacionais favorecem a criação de competências locais e a adaptação dos modelos à diversidade genética do vírus circulante e às características dos bancos de dados utilizados no SUS.

A implementação diagnóstica deve ainda prever mecanismos de contingência. Char, Shah e Magnus (2018) argumentam que sistemas de aprendizado de máquina podem gerar novos tipos de erro e responsabilidades compartilhadas entre desenvolvedores, instituições e profissionais. Se um aplicativo interpreta incorretamente um teste rápido, é necessário saber quem responde pelo evento, como o erro é detectado e de que forma o sistema é atualizado. Protocolos de enfermagem precisam deixar claro quando repetir o teste, quando recorrer à leitura manual, quando acionar supervisão e como documentar discrepâncias entre avaliação humana e resultado automatizado.

Em síntese, a IA pode melhorar o diagnóstico do HIV ao padronizar leituras, ampliar a oferta de testagem e apoiar interpretações laboratoriais complexas, mas a tecnologia só é segura quando integrada a algoritmos clínicos validados. Há evidências promissoras para a leitura automatizada em campo (TURBÉ et al., 2021), enquanto estudos de resistência demonstram aplicações mais especializadas. Para a enfermagem, a principal implicação é reconhecer que a automação pode fortalecer qualidade e rastreabilidade, mas não elimina responsabilidades relacionadas à coleta correta, aconselhamento, confirmação diagnóstica, registro, encaminhamento e proteção da confidencialidade.

4.3 CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O CUIDADO DE PESSOAS VIVENDO COM HIV

O cuidado às pessoas vivendo com HIV constitui um dos campos mais diversificados para o uso de aprendizado de máquina (BOUDRA et al., 2026). Os modelos analisados na literatura abrangem previsão de resistência, falha virológica, comorbidades, adesão, resposta terapêutica e recomendação de tratamento. Essa diversidade é coerente com a natureza longitudinal do cuidado ao HIV, no qual pequenas mudanças em exames, frequência de consultas e retirada de medicamentos podem anteceder desfechos adversos. A IA pode combinar esses sinais e produzir alertas precoces, permitindo que equipes intervenham antes de ocorrer perda de seguimento ou aumento persistente da carga viral.

A retenção no cuidado é um problema central porque a interrupção de consultas e da TARV compromete a saúde individual e a prevenção da transmissão. Xie et al. (2024) avaliaram modelos para identificar pessoas em risco de desengajamento em serviços de HIV na Tanzânia e destacaram a possibilidade de suporte proativo. Em vez de esperar que o usuário deixe de comparecer por longo período, a equipe pode direcionar contatos, navegação ou apoio social a quem apresenta padrão de risco. O benefício é especialmente relevante em contextos com recursos limitados, nos quais a priorização de intervenções precisa ser baseada em critérios transparentes e clinicamente úteis.

Endebu, Taye e Deressa (2025) também desenvolveram modelo de perda de seguimento utilizando registros eletrônicos rotineiros em ambiente de recursos limitados. Esse tipo de estudo reforça a viabilidade de utilizar dados já gerados pelos serviços, sem depender exclusivamente de plataformas sofisticadas. Entretanto, registros de rotina frequentemente contêm campos incompletos e heterogeneidade de preenchimento, o que pode reduzir a confiabilidade. Na prática de enfermagem, melhorar a qualidade da documentação clínica torna-se parte da própria estratégia de IA, pois modelos alimentados por informações inconsistentes produzirão alertas igualmente frágeis.

A supressão viral é outro desfecho adequado à análise preditiva. Yang et al. (2025) utilizaram técnicas de aprendizado de máquina para estimar a probabilidade de supressão viral a partir de dados sociodemográficos, histórico de carga viral, comorbidades, utilização de serviços e fatores contextuais. A previsão pode ajudar a identificar pessoas que necessitam de revisão da adesão, investigação de interações medicamentosas ou apoio adicional. Contudo, o escore não explica automaticamente a causa do risco. Cabe à equipe realizar avaliação clínica individualizada e compreender se o problema está relacionado ao tratamento, às condições de vida, à saúde mental, ao estigma ou à dificuldade de acesso.

A estratificação de risco para falha do tratamento antirretroviral indica que modelos de aprendizado de máquina podem organizar múltiplos fatores em instrumentos de previsão (ZHANG et al., 2025). Em serviços com grande volume de pacientes, esse recurso pode orientar agendas de acompanhamento, revisão laboratorial e ações de busca ativa. Ainda assim, existe perigo de utilizar a classificação para reduzir a intensidade do cuidado de pessoas consideradas de baixo risco. Uma implementação ética deve empregar a IA para acrescentar suporte aos mais vulneráveis, sem retirar direitos ou espaçar indevidamente o acompanhamento daqueles que o algoritmo classifica como estáveis.

A adesão à TARV permanece multidimensional e não pode ser reduzida a uma variável comportamental simples. Santos et al. (2018), em estudo nacional realizado em serviços públicos brasileiros, demonstraram a importância de monitorar adesão e reconhecer fatores associados no contexto real do cuidado. Sistemas de IA podem incorporar dados de retirada de medicamentos, consultas, carga viral e autorrelato, mas precisam ser interpretados à luz das condições sociais. A não adesão pode refletir efeitos adversos, insegurança alimentar, rotina de trabalho, sofrimento psíquico ou medo de revelar o diagnóstico. Uma intervenção efetiva exige compreensão dessas causas e não apenas identificação estatística.

No Brasil, Cardoso et al. (2019) evidenciaram que adesão varia segundo características do tratamento e fatores individuais, incluindo aconselhamento compreendido e qualidade de vida. Esses achados são relevantes para desenho de modelos preditivos porque mostram que variáveis tecnicamente fáceis de capturar, como número de comprimidos, não representam toda a experiência terapêutica. A IA pode sinalizar risco, mas a enfermagem precisa investigar dimensões que muitas vezes não estão estruturadas no prontuário. Inserir medidas de compreensão, barreiras percebidas e preferências pode melhorar tanto o cuidado quanto a qualidade dos dados utilizados para futuras ferramentas.

Schaab e Remor (2023) desenvolveram e testaram no Brasil um aplicativo para apoiar a adesão à TARV, demonstrando a viabilidade de tecnologias digitais como complemento do autocuidado. Embora aplicativos de lembrete não sejam necessariamente sistemas de IA, eles formam a infraestrutura sobre a qual modelos adaptativos podem operar, personalizando notificações e conteúdos conforme padrões de uso. A evolução para sistemas inteligentes deve evitar vigilância excessiva. O objetivo é facilitar o tratamento e aumentar autonomia, e não transformar cada comportamento em dado monitorado sem necessidade clínica ou consentimento adequado.

Os chatbots representam outra frente de cuidado. Koh et al. (2024) verificaram que um modelo generativo respondeu de forma abrangente a questões frequentes sobre início da TARV, efeitos adversos, adesão e saúde sexual, reconhecendo inclusive situações potencialmente graves. O estudo também mostrou limitações de especificidade em cenários individuais. Isso indica que chatbots podem

oferecer educação em saúde disponível continuamente, reduzir barreiras geradas por estigma e preparar perguntas para a consulta, mas não devem substituir avaliação profissional. No Brasil, respostas precisam ser alinhadas às diretrizes do Ministério da Saúde, disponibilidade do SUS e linguagem culturalmente adequada.

Ma et al. (2025) avaliaram a usabilidade de um chatbot de IA voltado ao autogerenciamento do HIV, reforçando a possibilidade de integrar educação, acompanhamento e suporte digital. A aceitação pelo usuário é um componente decisivo porque sistemas tecnicamente avançados podem fracassar se forem difíceis de usar, invasivos ou pouco confiáveis. Para a enfermagem, a experiência de uso deve ser avaliada junto com desfechos clínicos. É necessário observar se a ferramenta melhora compreensão, adesão e vínculo, se gera ansiedade, se produz respostas inadequadas e quais grupos encontram maior dificuldade de acesso.

A resistência aos antirretrovirais é área em que o aprendizado de máquina pode apoiar decisões altamente especializadas. Amamuddy, Bishop e Bishop (2017) e Riveros Maidana, Machado e Guimarães (2025) demonstram que algoritmos podem relacionar mutações virais à resistência de modo mais sofisticado do que regras simples. A tradução para o cuidado requer integração com genotipagem, histórico terapêutico e diretrizes clínicas. A enfermagem não precisa dominar a arquitetura matemática dos modelos, mas deve compreender o significado dos resultados para acompanhar mudanças de esquema, reforçar adesão, monitorar eventos adversos e orientar o paciente sobre a razão das decisões terapêuticas.

Dessa forma, a principal contribuição da IA ao cuidado não é substituir o acompanhamento longitudinal, mas tornar a equipe mais antecipatória. Boudra et al. (2026) mostram que o campo caminha para sistemas de apoio à decisão capazes de integrar múltiplos desfechos e oferecer recomendações mais personalizadas. O risco é automatizar desigualdades ou sobrecarregar profissionais com alertas sem prioridade clínica. A implementação deve selecionar poucos indicadores acionáveis, definir responsabilidades e avaliar impacto real. Para a enfermagem, a IA deve fortalecer a continuidade do cuidado, a educação, a busca ativa e o reconhecimento precoce de necessidades, mantendo a relação terapêutica como eixo central.

4.4 DESAFIOS ÉTICOS E LIMITAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ASSISTÊNCIA ÀS PESSOAS VIVENDO COM HIV

Char, Shah e Magnus (2018) alertam que a adoção de aprendizado de máquina na saúde cria desafios éticos que não são resolvidos apenas pelo aumento da acurácia. Modelos podem influenciar quem recebe atenção, exames e recursos, tornando suas decisões relevantes para autonomia, justiça e responsabilidade profissional. No HIV, essas preocupações são intensificadas pela sensibilidade do diagnóstico e pelo histórico de estigma. Um sistema que infere risco de HIV a partir de registros pode gerar benefício preventivo, mas também pode expor informações que o paciente não deseja compartilhar. A legitimidade do uso depende da finalidade, proporcionalidade e existência de salvaguardas.

A privacidade é uma preocupação central porque dados de HIV podem revelar diagnóstico, uso de PrEP, orientação sexual, comportamento sexual, consumo de substâncias e outras informações sensíveis. Quanto mais fontes são integradas para melhorar modelos, maior é a superfície de risco. Topol (2019) inclui privacidade e segurança entre as limitações essenciais da IA em saúde. No contexto brasileiro, a proteção deve observar a legislação de dados pessoais e os princípios de necessidade e minimização. Sistemas assistenciais não deveriam coletar variáveis

apenas porque são potencialmente úteis ao algoritmo; cada informação precisa ter justificativa clínica e controle de acesso.

O viés algorítmico representa risco de aprofundar desigualdades. Rajkomar et al. (2018) explicam que modelos treinados em dados históricos podem aprender padrões produzidos por discriminação e acesso desigual. Se uma população teve menos oportunidades de testagem ou tratamento, a ausência de registros não significa menor necessidade. Em HIV, grupos socialmente vulnerabilizados podem ser subidentificados por modelos construídos em sistemas com perfil diferente. Avaliar justiça exige comparar desempenho entre raça/cor, sexo, identidade de gênero, idade, território e outros fatores relevantes, evitando que a média global de acurácia esconda falhas concentradas em determinados grupos.

A opacidade dos modelos também limita seu uso responsável. Yu, Beam e Kohane (2018) observam que técnicas complexas podem produzir previsões difíceis de explicar, gerando tensão entre desempenho e interpretabilidade. Para o cuidado ao HIV, o profissional precisa entender ao menos quais fatores contribuem para um alerta de não adesão ou risco de falha, pois a intervenção depende de causas modificáveis. Um escore sem explicação pode induzir decisões automáticas ou preconceitos implícitos. Preferir modelos interpretáveis quando o ganho de desempenho é pequeno e disponibilizar explicações clínicas são estratégias importantes para preservar julgamento profissional.

Outro desafio é o deslocamento de responsabilidade. Quando um algoritmo recomenda uma conduta equivocada, pode haver incerteza sobre a responsabilidade do desenvolvedor, da instituição e do profissional que utilizou o sistema. Char, Shah e Magnus (2018) defendem que a implementação deve definir responsabilidades antes do uso clínico. Na enfermagem, protocolos precisam esclarecer que recomendações automatizadas são suporte e não substituem avaliação, além de registrar quando o profissional diverge do sistema. Essa possibilidade de discordância é essencial; caso contrário, a tecnologia pode criar uma “autoridade algorítmica” que enfraquece a autonomia clínica.

Os modelos generativos introduzem riscos específicos de informação incorreta ou excessivamente genérica. Koh et al. (2024) identificaram respostas úteis sobre TARV, mas observaram limitações em situações que exigiam contextualização individual. Sistemas conversacionais podem produzir texto convincente mesmo quando a informação está incompleta, o que dificulta a percepção do erro pelo usuário. Para pessoas vivendo com HIV, uma orientação inadequada sobre interrupção de medicamento, interação, gestação ou exposição pode ter consequências relevantes. Assim, chatbots clínicos devem operar com bases de conhecimento atualizadas, avisos de limitação e mecanismos de encaminhamento ao profissional.

A estigmatização pode ocorrer mesmo sem vazamento explícito de diagnóstico. Um alerta visível no prontuário, uma notificação enviada ao telefone ou uma recomendação de PrEP em ambiente inadequado pode revelar inferências sensíveis a terceiros. Marcus et al. (2019) mostram que modelos de identificação preventiva precisam ser acompanhados de estratégias de comunicação. No Brasil, onde o cuidado muitas vezes ocorre em unidades com equipes amplas, a configuração de acessos e a forma de exibição das informações devem ser cuidadosamente planejadas. Privacidade não é apenas criptografia; envolve também desenho do fluxo de trabalho e respeito às escolhas do usuário.

A validação externa constitui limitação metodológica recorrente. Bisaso et al. (2017) observaram que aplicações de aprendizado de máquina em HIV variam

amplamente quanto aos dados e métodos utilizados. Um modelo treinado em um hospital pode capturar padrões locais de agendamento, codificação e perfil populacional, apresentando desempenho reduzido em outro cenário. Antes de incorporar ferramentas estrangeiras ao SUS, é necessária validação com dados nacionais e, idealmente, regionais. Essa etapa deve avaliar não somente a acurácia, mas o impacto sobre decisões, carga de trabalho e grupos populacionais distintos.

A dependência tecnológica e a sustentabilidade também precisam ser consideradas. Sistemas de IA podem exigir infraestrutura, atualização de software, conectividade e suporte técnico contínuo. Em locais com recursos limitados, a interrupção do serviço pode comprometer processos que se tornaram dependentes da automação. O potencial de soluções móveis para ambientes de menor recurso já foi demonstrado, mas a própria implementação requer padronização de captura, dispositivos adequados e treinamento (TURBÉ et al., 2021). A enfermagem deve participar da análise de risco operacional, assegurando que existam rotinas seguras quando a ferramenta estiver indisponível.

A qualidade e a governança dos dados são responsabilidades institucionais. Boudra et al. (2026) apontam que a expansão dos modelos de cuidado ao HIV depende de bases clínicas robustas e do uso apropriado de diferentes métodos. Dados incompletos podem gerar classificações equivocadas, enquanto dados excessivos podem aumentar riscos de privacidade sem ganho real. Programas de governança devem estabelecer finalidade, tempo de retenção, controle de acesso, auditoria, monitoramento de desempenho e critérios de atualização. O paciente também precisa receber informação compreensível sobre o papel da IA quando ela influencia de forma relevante sua assistência.

No âmbito da enfermagem brasileira, Vitorino e Yoshinari Júnior (2023) enfatizam que o uso de IA deve ser acompanhado de responsabilidade profissional e segurança. A tecnologia não elimina o dever de verificar informações e respeitar princípios do cuidado. Enfermeiros podem enfrentar situações em que o sistema sugere prioridade ou intervenção diferente de sua avaliação. Para agir de maneira ética, precisam ter competência para questionar resultados, documentar justificativas e acionar revisão. Isso requer formação digital e institucionalização de canais de notificação de falhas, evitando que erros algorítmicos sejam naturalizados como inevitáveis.

Portanto, os desafios éticos não devem ser interpretados como argumento para rejeitar a IA, mas como condições para seu uso legítimo. Rajkomar et al. (2018) demonstram que equidade deve ser incorporada desde o desenvolvimento, e não avaliada apenas depois da implementação. No HIV, um sistema responsável precisa proteger confidencialidade, demonstrar desempenho por subgrupos, permitir supervisão humana, registrar decisões e oferecer mecanismos de contestação. A adoção tecnológica deve ser proporcional aos benefícios comprovados. Quando a IA não melhora resultados ou eficiência de forma mensurável, a exposição adicional de dados e a complexidade operacional não se justificam.

4.5 PERSPECTIVAS PARA A PRÁTICA DA ENFERMAGEM BRASILEIRA

Vitorino e Yoshinari Júnior (2023) defendem que a IA pode ser aliada da enfermagem brasileira desde que seja incorporada com responsabilidade e foco na segurança. No cuidado ao HIV, isso significa utilizar sistemas para ampliar capacidade de prevenção, acompanhamento e educação sem transferir ao algoritmo a responsabilidade pelo julgamento clínico. Enfermeiros ocupam posição privilegiada

para avaliar se um alerta é coerente com a situação real do usuário, pois conhecem barreiras de adesão, dinâmica familiar, condições sociais e trajetória no serviço. A combinação entre dados computacionais e conhecimento relacional pode tornar as decisões mais precisas e humanas.

A aplicação ao Processo de Enfermagem constitui perspectiva promissora. Costa et al. (2026) discutem que a IA pode apoiar coleta e organização de dados, identificação de padrões e tomada de decisão, desde que o profissional mantenha domínio sobre o processo. Em serviços de HIV, sistemas poderiam destacar ausência de exames, atrasos de retirada, risco de abandono, efeitos adversos e necessidades educativas, facilitando o planejamento de intervenções. Para que isso seja útil, os alertas devem dialogar com diagnósticos e resultados de enfermagem, evitando listas genéricas que aumentem carga documental sem melhorar o cuidado.

Na atenção primária, a IA pode apoiar a prevenção combinada por meio de lembretes para testagem, avaliação de PrEP e acompanhamento de usuários com maior vulnerabilidade, mas a abordagem deve ser conduzida de forma não estigmatizante. Marcus et al. (2020) mostram que modelos de prevenção têm maior potencial quando integrados ao fluxo assistencial e à ciência da implementação. Enfermeiros podem contribuir para transformar um escore em conversa centrada na saúde sexual, utilizando linguagem inclusiva e oferecendo opções. O sistema deve sugerir oportunidades, enquanto a decisão compartilhada considera preferências, contraindicações, disponibilidade e contexto de vida.

Na testagem, ferramentas semelhantes às descritas na literatura (TURBÉ et al., 2021) podem auxiliar a leitura de testes rápidos, documentação e controle de qualidade. A enfermagem brasileira tem ampla atuação em testagem e aconselhamento, especialmente na atenção básica e em serviços especializados. A introdução de visão computacional pode reduzir erros operacionais e favorecer supervisão remota, mas requer protocolos de validação, treinamento e confirmação. O profissional deve saber reconhecer condições que inviabilizam a leitura automatizada, repetir procedimentos quando necessário e explicar ao usuário que a tecnologia é suporte técnico dentro de um processo diagnóstico regulado.

No acompanhamento longitudinal, modelos de risco de abandono e não supressão podem apoiar gestão de carteira de pacientes. Xie et al. (2024) e Yang et al. (2025) indicam que dados rotineiros permitem antecipar desfechos que hoje muitas vezes são reconhecidos apenas após atraso. Equipes de enfermagem podem utilizar essa informação para organizar busca ativa, telemonitoramento e consultas mais frequentes, priorizando necessidades sem abandonar critérios clínicos. É essencial que o algoritmo não se transforme em mecanismo de punição ou fiscalização da adesão; sua finalidade deve ser identificar onde o serviço pode oferecer mais apoio.

A formação profissional precisará incluir competências de letramento em dados e IA. Costa et al. (2026) apontam que o enfermeiro deve compreender limites, riscos e implicações éticas para utilizar tecnologias de forma crítica. Não é necessário que todos saibam programar modelos, mas precisam interpretar métricas básicas, reconhecer possibilidade de viés, diferenciar correlação de causalidade e avaliar se uma recomendação se aplica ao paciente. Cursos de graduação, educação permanente e residências podem incorporar estudos de caso sobre alertas algorítmicos, privacidade e decisão compartilhada, aproximando tecnologia das responsabilidades profissionais.

A enfermagem também pode participar da governança e da avaliação de tecnologias. Como usuária final e defensora do paciente, deve integrar comitês de

implantação, testes de usabilidade, construção de protocolos e monitoramento de incidentes. Vitorino e Yoshinari Júnior (2023) ressaltam a responsabilidade profissional diante de ferramentas generativas e de apoio à decisão. Em HIV, a participação de enfermeiros pode identificar riscos que equipes exclusivamente técnicas não percebem, como exposição do diagnóstico na tela, linguagem estigmatizante em alertas ou fluxos que interrompem o acolhimento. Essa contribuição é essencial para tecnologias realmente centradas nas pessoas.

As perspectivas para o Brasil dependem, por fim, de pesquisa nacional e avaliação de impacto no SUS. Riveros Maidana, Machado e Guimarães (2025) demonstram capacidade brasileira de desenvolver e comparar modelos em HIV, enquanto estudos de adesão e aplicativos evidenciam experiência local com necessidades reais do cuidado. A próxima etapa deve avançar para validações multicêntricas, análise de equidade regional e estudos pragmáticos que meçam desfechos clínicos, satisfação e carga de trabalho. A enfermagem pode liderar parte dessa agenda ao formular perguntas assistenciais, produzir dados de qualidade e avaliar se a IA melhora efetivamente acesso, vínculo, adesão e segurança.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada permitiu responder ao objetivo proposto ao demonstrar que a Inteligência Artificial pode contribuir para diferentes etapas da resposta ao HIV. Na prevenção, os modelos ampliam a capacidade de reconhecer oportunidades de PrEP, testagem e intervenções direcionadas; no diagnóstico, a visão computacional pode padronizar a leitura de testes rápidos; e, no cuidado, técnicas preditivas podem antecipar abandono, falha terapêutica e ausência de supressão viral. Chatbots e aplicativos acrescentam possibilidades de educação e autogestão. Esses benefícios, entretanto, dependem de integração aos fluxos assistenciais e não podem ser avaliados exclusivamente por métricas de desempenho algorítmico.

Os objetivos específicos relacionados aos desafios e limitações também foram contemplados. A literatura evidencia que vieses de dados, opacidade, privacidade, estigma, segurança da informação, falta de validação externa e indefinição de responsabilidades podem transformar uma ferramenta potencialmente benéfica em fonte de desigualdade ou dano. Por essa razão, sistemas aplicados ao HIV precisam ser desenvolvidos e implementados com governança, minimização de dados, avaliação por subgrupos, supervisão humana e possibilidade de contestação. O uso da IA deve ampliar acesso e segurança, nunca restringir direitos ou automatizar decisões que exigem compreensão clínica e social.

Para a enfermagem brasileira, a principal perspectiva é utilizar a IA como tecnologia de apoio ao Processo de Enfermagem, à prevenção combinada, à testagem, à adesão e à coordenação do cuidado. O enfermeiro permanece responsável por interpretar informações, dialogar com o usuário e adequar intervenções ao contexto de vida. A incorporação segura exige educação permanente em letramento digital, participação de enfermeiros na avaliação e governança dos sistemas e construção de protocolos que definam claramente limites e responsabilidades. A proximidade da enfermagem com usuários e territórios pode ser determinante para reconhecer vieses e problemas de usabilidade antes que causem efeitos amplos.

Conclui-se que a IA oferece oportunidades concretas para fortalecer a resposta ao HIV, mas seu valor depende da forma como é inserida no cuidado. No Brasil, a agenda futura deve priorizar validação com dados nacionais, estudos

multicêntricos, avaliação de impacto no SUS e desenvolvimento de soluções alinhadas às diretrizes públicas e à diversidade populacional. A tecnologia deve ser orientada por princípios de equidade, confidencialidade, transparência e cuidado centrado na pessoa. Quando subordinada a esses princípios e associada à competência profissional, a IA pode ampliar a capacidade da enfermagem de prevenir infecções, apoiar diagnósticos oportunos e melhorar a continuidade do cuidado das pessoas vivendo com HIV.

REFERÊNCIAS

AMAMUDDY, O. S.; BISHOP, N. T.; BISHOP, Ö. T. Improving fold resistance prediction of HIV-1 against protease and reverse transcriptase inhibitors using artificial neural networks. **BMC Bioinformatics**, v. 18, n. 1, p. 369, 2017. DOI: 10.1186/s12859-017-1782-x.

BISASO, K. R.; ANGUZU, G. T.; KARUNGI, S. A.; KIRAGGA, A.; CASTELNUOVO, B. A survey of machine learning applications in HIV clinical research and care. **Computers in Biology and Medicine**, v. 91, p. 366-371, 2017. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2017.11.001.

BOUDRA, T.; IDRISOU, A.; BARAKAT, O.; DAVANI, S.; VALNET RABIER, M.-B.; LAGOUTTE-RENOSI, J. Machine learning in HIV care and antiretroviral therapy: systematic review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 28, e79219, 2026. DOI: 10.2196/79219.

CARDOSO, T. S.; COSTA, J. O.; REIS, E. A.; SILVEIRA, M. R.; BONOLO, P. F.; SANTOS, S. F.; CECCATO, M. G. B. Which antiretroviral regimen is associated with higher adherence in Brazil? A comparison of single, multi, and dolutegravir-based regimens. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 9, e00115518, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00115518.

CHAR, D. S.; SHAH, N. H.; MAGNUS, D. Implementing machine learning in health care—addressing ethical challenges. **New England Journal of Medicine**, v. 378, n. 11, p. 981-983, 2018. DOI: 10.1056/NEJMp1714229.

COSTA, I. C. P.; MENEZES, E. G.; JENSEN, R.; SILVA, V. M. Inteligência artificial como aliada ao Processo de Enfermagem: caminhos e considerações éticas. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 34, e4868, 2026. DOI: 10.1590/1518-8345.0000.4868.

ENDEBU, T.; TAYE, G.; DERESSA, W. Development of a machine learning prediction model for loss to follow-up in HIV care using routine electronic medical records in a low-resource setting. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 25, n. 1, p. 192, 2025. DOI: 10.1186/s12911-025-03030-7.

KOH, M. C. Y.; NGIAM, J. N.; YONG, J.; TAMBYAH, P. A.; ARCHULETA, S. The role of an artificial intelligence model in antiretroviral therapy counselling and advice for people living with HIV. **HIV Medicine**, v. 25, n. 4, p. 504-508, 2024. DOI: 10.1111/hiv.13604.

MA, Y. et al. The first AI-based chatbot to promote HIV self-management: a mixed methods usability study. **HIV Medicine**, v. 26, n. 2, p. 184-206, 2025. DOI: 10.1111/hiv.13720.

MARCUS, J. L.; HURLEY, L. B.; KRAKOWER, D. S.; ALEXEEFF, S.; SILVERBERG, M. J.; VOLK, J. E. Use of electronic health record data and machine learning to identify candidates for HIV pre-exposure prophylaxis: a modelling study. **The Lancet HIV**, v. 6, n. 10, p. e688-e695, 2019. DOI: 10.1016/S2352-3018(19)30137-7.

MARCUS, J. L.; SEWELL, W. C.; BALZER, L. B.; KRAKOWER, D. S. Artificial intelligence and machine learning for HIV prevention: emerging approaches to ending the epidemic. **Current HIV/AIDS Reports**, v. 17, n. 3, p. 171-179, 2020. DOI: 10.1007/s11904-020-00490-6.

RAJKOMAR, A.; HARDT, M.; HOWELL, M. D.; CORRADO, G.; CHIN, M. H. Ensuring fairness in machine learning to advance health equity. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 12, p. 866-872, 2018. DOI: 10.7326/M18-1990.

RICE, E. et al. A peer-led, artificial intelligence-augmented social network intervention to prevent HIV among youth experiencing homelessness. **Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes**, v. 88, suppl. 1, p. S20-S26, 2021. DOI: 10.1097/QAI.0000000000002807.

RIVEROS MAIDANA, R. L. B.; MACHADO, L. A.; GUIMARÃES, A. C. R. Benchmarking machine learning models for HIV-1 protease inhibitor resistance prediction: impact of data set construction and feature representation. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 65, n. 19, p. 10037-10053, 2025. DOI: 10.1021/acs.jcim.5c01544.

SANTOS, M. A. et al. Monitoring self-reported adherence to antiretroviral therapy in public HIV care facilities in Brazil: a national cross-sectional study. **Medicine**, v. 97, n. 1S, suppl. 1, p. S38-S45, 2018. DOI: 10.1097/MD.00000000000009015.

SCHAAB, B. L.; REMOR, E. Development, feasibility testing and perceived benefits of a new app to help with adherence to antiretroviral therapy in people living with HIV in Brazil. **Pilot and Feasibility Studies**, v. 9, p. 130, 2023. DOI: 10.1186/s40814-023-01370-7.

TOPOL, E. J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. **Nature Medicine**, v. 25, p. 44-56, 2019. DOI: 10.1038/s41591-018-0300-7.

TURBÉ, V. et al. Deep learning of HIV field-based rapid tests. **Nature Medicine**, v. 27, p. 1165-1170, 2021. DOI: 10.1038/s41591-021-01384-9.

VITORINO, L. M.; YOSHINARI JÚNIOR, G. H. A inteligência artificial como aliada na enfermagem brasileira: desafios, oportunidades e responsabilidade profissional. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 76, n. 3, e760301, 2023. DOI: 10.1590/0034-7167.2023760301.

XIANG, Y. et al. Review of application of artificial intelligence and machine learning for HIV prevention interventions to eliminate HIV. **The Lancet HIV**, v. 9, n. 1, p. e54-e62, 2022. DOI: 10.1016/S2352-3018(21)00247-2.

XIE, Z. et al. Prevention of adverse HIV treatment outcomes: machine learning to enable proactive support of people at risk of HIV care disengagement in Tanzania. **BMJ Open**, v. 14, n. 9, e088782, 2024. DOI: 10.1136/bmjopen-2024-088782.

XU, X. et al. A machine-learning-based risk-prediction tool for HIV and sexually transmitted infections acquisition over the next 12 months. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 7, p. 1818, 2022. DOI: 10.3390/jcm11071818.

YANG, X. et al. Using machine learning techniques to predict viral suppression among people with HIV. **Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes**, v. 98, n. 3, p. 209-216, 2025. DOI: 10.1097/QAI.0000000000003561.

YU, K.-H.; BEAM, A. L.; KOHANE, I. S. Artificial intelligence in healthcare. **Nature Biomedical Engineering**, v. 2, p. 719-731, 2018. DOI: 10.1038/s41551-018-0305-z.

ZHANG, W. et al. Effect of machine learning on risk stratification for antiretroviral treatment failure in people living with HIV. **Infection and Drug Resistance**, v. 18, p. 1761-1772, 2025. DOI: 10.2147/IDR.S506663.