



Sistemas de suporte à decisão clínica baseados em IA: uma revisão de escopo

AI-based clinical decision support systems: a scoping review

Sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas basados en IA: una revisión del alcance

Engels Avelino Semedo Correia ¹, Antonio Valerio Netto ²

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) busca replicar funções cognitivas humanas e sua aplicação na saúde está em constante evolução. Esta revisão de escopo analisou o uso de Sistemas de Suporte à Decisão Clínica (SSDC) baseados em IA. A pesquisa foi realizada nas bases PubMed, SciELO e LILACS, considerando artigos dos últimos três anos. Entre os 77 artigos encontrados, dez atenderam aos critérios de inclusão. Os resultados destacam o avanço dos SSDC baseados em IA mostrando desempenho superior as decisões não automatizadas em muitos casos. Países ao redor do mundo já utilizam a IA para apoiar diagnósticos clínicos, com resultados promissores que apontam melhorias na qualidade, eficiência e efetividade das decisões em saúde. A adoção crescente da IA na prática clínica sugere seu potencial transformador para o setor, oferecendo diagnósticos mais precisos, tratamentos personalizados e uma melhor gestão de cuidados, consolidando-a como uma importante ferramenta para a saúde digital.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) seeks to replicate human cognitive functions and its application in health is constantly evolving. This scope review analyzes the use of AI-based Clinical Decision Support Systems (SSDC). The research was carried out in the PubMed, SciELO and LILACS databases, considering articles from the last three years. Among the 77 items found, we will meet the inclusion criteria. The results highlight the advancement of AI-based SSDCs showing superior performance in non-automated decisions in many cases. Countries around the world are already using AI to support clinical diagnoses, with promising results that contribute to the quality, efficiency and effectiveness of health decisions. The increasing adoption of AI in clinical practice suggests its transformative potential for the sector, offering more precise diagnoses, personalized treatments and better care management, consolidating it as an important tool for digital health.

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) busca replicar funciones cognitivas humanas y su aplicación en la salud está en constante evolución. Esta revisión de alcance analiza el uso de Sistemas de Apoyo a la Decisión Clínica (SSDC) basados en IA. La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, SciELO y LILACS, considerando artículos de los últimos tres años. Entre los 77 artículos encontrados, estos atenderán los criterios de inclusión. Los resultados destacan el avance de los SSDC basados en IA, mostrando un desempeño superior a las decisiones no automatizadas en muchos casos. Países del mundo entero utilizan IA para detectar diagnósticos clínicos, con resultados prometedores que aportan mejoras en la calidad, eficiencia y efectividad de las decisiones en salud. El creciente avance de la IA en la práctica clínica sugiere su potencial transformador para el sector, ofreciendo diagnósticos más precisos, tratamientos personalizados y una mejor gestión de cuidados, consolidando como una importante herramienta para la salud digital.

Descriptores: Sistemas de Apoyo a Decisiones Clínicas, Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático.

Keywords: Clinical Decision Support Systems, Artificial Intelligence, Machine Learning.

¹ Especialista em informática em saúde pela UNIFESP, UAB/UNIFESP.

² Pós-doutor pelo Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Sírio Libanês, Escola Paulista de Medicina (EPM/UNIFESP).

INTRODUÇÃO

A adoção de novas tecnologias digitais na área da saúde sempre foi desafiadora devido à dificuldade de integrar ferramentas objetivas à complexidade da biologia humana. Apesar disso, o grande avanço tecnológico das últimas décadas tornou possível contornar a maioria dos desafios e propiciar uma rápida digitalização na área da saúde, que foi acelerada pelo distanciamento físico provocado pela pandemia do COVID-19^(1,2).

Desde os primórdios do desenvolvimento da computação, sua utilização na medicina sempre foi contemplada nas mais diversas especialidades, com níveis de sucesso progressivamente crescentes. Já nos anos 70, alguns sistemas de suporte à decisão clínica como MYCIN® e INTERNIST-I® eram usados na prática médica nos Estados Unidos da América^(3,4). Cerca de 40 anos depois, pesquisadores de Singapura empregaram um sistema de deep learning na detecção da retinopatia diabética e complicações relacionadas por meio da análise de quase quinhentas mil imagens de retina e obtiveram resultados promissores com desempenho semelhante aos oftalmologistas⁽⁵⁾.

Segundo Osheroff e seus colaboradores⁽⁶⁾, “suporte à decisão clínica é o processo de otimizar a tomada de decisão em saúde por meio de informações pertinentes do paciente com o objetivo de melhorar a prestação de cuidado de saúde”. Com a incorporação dos algoritmos de Inteligência Artificial (IA) a esses sistemas, sua utilidade e desempenho foram maximizados. IA se refere à capacidade de uma máquina ou sistema de realizar tarefas que exigem inteligência humana, como raciocínio, aprendizado, resolução de problemas e tomada de decisões⁽²⁾. Sistemas de suporte à decisão clínica (SSDC) baseados em IA representam um avanço significativo na área da saúde, oferecendo ferramentas poderosas para auxiliar profissionais de saúde na tomada de decisões mais precisas e eficientes. Ao analisar vastos conjuntos de dados clínicos de várias fontes, a IA pode identificar padrões complexos, prever resultados e sugerir tratamentos personalizados, contribuindo para a melhoria da qualidade do cuidado ao paciente e a redução de erros médicos^(7,8). Avanços no poder computacional das máquinas, a disponibilidade de grandes bancos de dados de pacientes e o desenvolvimento de algoritmos de machine learning estão contribuindo para o surgimento de sistemas cada vez mais poderosos e com capacidade de revolucionar a prática médica⁽⁹⁾.

Diante da grande relevância deste tema, é importante que o profissional envolvido no cuidado à saúde se mantenha atualizado sobre o conhecimento disponível porque as mudanças são intensas e rápidas no universo

da IA aplicada à saúde. Frente a isso, o objetivo desta revisão de escopo é encontrar, reunir e condensar o conhecimento atual sobre o desempenho e limitações dos SSDC baseados em IA. Para tal, foi definida a seguinte questão de pesquisa (QP): “Quais são as evidências disponíveis na literatura sobre uso de sistemas de suporte à decisão clínica baseados em inteligência artificial?”

MÉTODO

O presente estudo é uma revisão de escopo com uma abordagem metodológica que objetiva mapear a literatura existente sobre um determinado assunto. Para tal, seguiu-se o guia Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR)⁽¹⁰⁾. Nas próximas seções, são apresentados os detalhamentos da condução deste estudo. O escopo da pesquisa foi voltado para estudos que aplicaram IA nos SSDC nas mais diversas áreas da medicina. A questão que essa pesquisa busca responder é: “Quais são as evidências disponíveis na literatura sobre uso de sistemas de suporte à decisão clínica baseados em inteligência artificial?”. Também foram elaboradas três Questões Específicas (QE):

(QE1) Quais são os principais algoritmos de IA utilizados?

(QE2) IA melhora o desempenho de métodos convencionais?

(QE3) Quais são as limitações identificadas nos estudos?

Para fazer essa revisão, foi realizada uma procura por ensaios clínicos publicados entre janeiro de 2021 e setembro de 2024. A delimitação dessa revisão, embora mais restritiva do que o observado em outras revisões de escopo, justifica-se pela natureza metodológica desse delineamento, amplamente reconhecido como padrão-ouro na avaliação de intervenções em saúde. Ensaios clínicos, sobretudo quando randomizados, oferecem maior controle de vieses, conferem maior rigor metodológico e permitem a obtenção de evidências mais consistentes quanto à eficácia e à segurança das aplicações de IA em SSDC. Tal escolha, ainda que implique redução na amplitude do mapeamento habitualmente esperado em revisões de escopo, contribui para assegurar que as conclusões derivadas estejam ancoradas em estudos de maior qualidade metodológica e aplicabilidade clínica.

A busca pelos artigos foi realizada em três bases de dados indexadas da área da saúde: PubMed, SciELO e LILACS. Foi empregada a seguinte expressão de busca: (“Machine Learning” OR “Artificial Intelligence”) AND

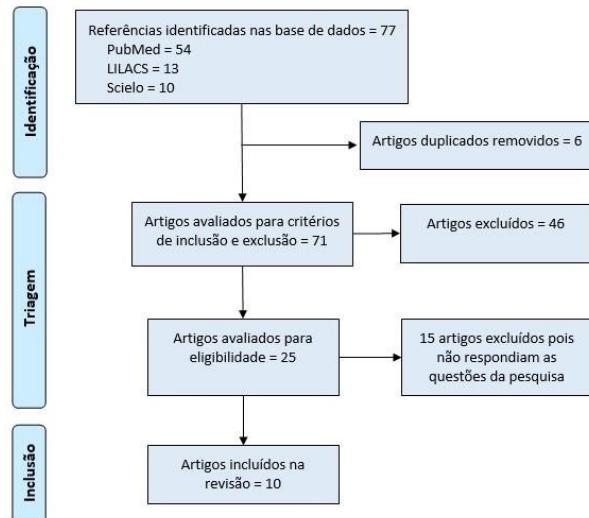
(“Clinical Decision”). No PubMed foram aplicados os filtros de Randomized Controlled Trial e Clinical Trial para restringir os resultados da busca no tipo de estudo pretendido. Os seguintes critérios foram seguidos para escolher os artigos encontrados: (1) ano de publicação 2021 ou mais recente; (2) artigos em inglês ou português; (3) estudos que consistissem em ensaios clínicos; e (4) artigo completo disponível para download. Foram desprezados estudos sem informações suficientes para responder à pergunta da pesquisa e/ou que tratavam de situações experimentais e não sobre a prática clínica de vida real (critério de exclusão).

RESULTADO

Nesta seção são apresentados os resultados da busca e a sumarização desses resultados baseados no PRISMA-ScR. Após a escolha das bases, foi aplicada a mesma expressão de busca em todas elas. No PubMed, após aplicação de filtros para revelar apenas ensaios clínicos e limitando o ano de publicação entre 2021 e 2024, foram recuperados 54 artigos incluídos no processo de triagem. Já no SciELO e LILACS, a recuperação de artigos contabilizou 10 e 13 artigos, respectivamente. Deste total de 77 artigos, foram excluídos seis duplicados, restando 71 para análise de título e resumo. Foram selecionados 25 trabalhos para avaliação de elegibilidade e, destes, 15 foram excluídos por não responderem à questão da pesquisa ou às questões específicas. Ao final do processo, dez artigos foram incluídos nessa revisão de escopo. A Figura 1 ilustra o passo a passo de como os estudos foram identificados, triados e incluídos nesse trabalho. O Quadro 1 apresenta um resumo das respostas para as QE da pesquisa.

Figura 1 - Fluxograma da triagem e seleção dos artigos

Os resultados dos dez estudos incluídos na análise



final reforçam a importância e o avançado estado de desenvolvimento dos SSDC baseada em IA. É possível dizer que QP foi adequadamente respondida e que o impacto da IA na melhoria do cuidado do paciente já se faz presente e tem perspectivas animadoras. Foi possível constatar também que vários algoritmos avançados de machine learning, como redes neurais convolucionais, random forest classifier, gradient boosting classifier, estão sendo utilizados para integrar IA aos SSDC, com destaque especial para modelos de deep learning que foram utilizados em seis dos dez trabalhos. Cada caso com eficácia diferente, como no ensaio sobre uso de IA para predizer resistência de bactérias a antimicrobianos realizada pelos pesquisadores Jian e equipe⁽¹⁷⁾, no qual foram testados vários algoritmos e, no final, a aplicação de random forest mostrou-se com maior poder discriminatório. Por outro lado, a equipe de Seol⁽¹⁶⁾ não conseguiu mostrar benefício no uso de IA para reduzir a ocorrência de exacerbações de asma em crianças e adolescentes avaliados no estudo (resposta para QE1).

A maioria dos estudos mostrou que o uso de IA igualou ou superou a assertividade do ser humano ou métodos tradicionais para tomada de decisão clínica. Em alguns estudos, houve comparação do desempenho da máquina contra o humano e, em outra comparação, máquina mais humano contra o humano isoladamente. No trabalho desenvolvido por Yao e seus colaboradores⁽¹⁴⁾ sobre o uso de algoritmos de deep learning associado a eletrocardiograma para detecção precoce de fração ejeção baixa de ventrículo esquerdo em pacientes de atenção primária, ficou nítido que a máquina pode ajudar o médico a encaminhar pacientes com exame positivo para análise complementar, diagnóstico adequado e tratamento atempado (resposta para QE2).

Praticamente todos os estudos tiveram problemas metodológicos, o que diminui a possibilidade de extração dos resultados para a prática diária de forma imediata. Muitos trabalhos foram realizados em populações específicas, com amostras pequenas e empregando aplicativos de SSDC baseados em IA que ainda não estão amplamente disponíveis devido ao alto custo, portanto, dificultando a reproduzibilidade do estudo. Além disso, o caráter retrospectivo de muitos desses ensaios, alguns para treinamento, desenvolvimento e validação de novos sistemas usando bancos de dados de pacientes de instituições específicas com todas as variáveis sob controle e sem a possibilidade de ser testado em pacientes aleatórios (resposta QE3).

Quadro 1 – Resumo das perguntas respondidas conforme cada estudo

Autores e ano	Contexto clínico e país de origem	QE1	QE2	QE3 e tamanho da amostra
Liu et al. 2021 ⁽¹¹⁾	Oncologia / Radiologia: uso de mamografia associada a fatores clínicos para predição de malignidade em microcalcificações (câncer de mama) – País de origem: CHINA	Redes neurais convolucionais	A performance do modelo de deep learning combinado de características clínicas e mamografia foi semelhante a performance de radiologistas experientes em detectar microcalcificações mamárias malignas	<i>Estudo retrospectivo realizado em apenas um centro. Classificação de BIRADS realizada por grupo heterogêneo de radiologistas – 1.201 pacientes submetidos à mamografia (BI-RADS 4 microcalcificações)</i>
Papachristou et al. 2024 ⁽¹²⁾	Dermatologia / Atenção primária: apoio ao diagnóstico de melanoma cutâneo por aplicativo baseado em IA. – País de origem: SUÉCIA	Redes neurais convolucionais	Ferramenta (aplicativo de smartphone) de suporte a decisão clínica baseada em IA mostrou alta performance para diferenciar lesões cutâneas suspeitas como melanoma ou não-melanoma	Estudo realizado com pacientes de um único tipo de pele e em uma única região geográfica. Experiência clínica dos médicos participantes não relatada – 1.020 pacientes atendidos na atenção primária para lesões cutâneas
Schwab et al. 2021 ⁽¹³⁾	Cardiologia / Emergência: detecção e manejo de fibrilação atrial não valvar no departamento de emergência. – País de origem: EUA	Redes neurais	Ferramenta (aplicativo de smartphone) baseada em IA superou médico emergencista na detecção de fibrilação atrial e recomendou anticoagulação adequadamente em frequência muito maior	Estudo retrospectivo com amostra pequena e de apenas um centro – 311 pacientes com fibrilação atrial avaliados no pronto-socorro
Yao et al. 2021 ⁽¹⁴⁾	Cardiologia / Atenção primária: uso de ECG com IA para identificar fração de ejeção reduzida em pacientes assintomáticos. – País de origem: EUA	Redes neurais	Interpretação de eletrocardiograma por IA pode detectar casos precoces de fração de ejeção baixa em pacientes assintomáticos na atenção primária	Estudo não avaliou impacto sobre morbidade e mortalidade. Ensaio realizado com paciente segurados e sem preocupação com custo de exames complementares – 22.641 pacientes submetidos a ECGs na atenção primária
Lee et al. 2023 ⁽¹⁵⁾	Pneumologia / Radiologia: interpretação de radiografias de tórax em ambulatórios respiratórios. – País de origem: CORÉIA DO SUL	Redes neurais convolucionais	Assistência de IA aumentou a performance de médicos não radiologistas em detectar lesões pulmonares no RX de tórax	Estudo realizado com apenas médicos experientes e maioria dos pacientes sem doença pulmonar estrutural – 1.142 pacientes submetidos a radiografias de tórax
Seol et al. 2021 ⁽¹⁶⁾	Pediatría / Pneumología: suporte ao manejo da asma em crianças e adolescentes. – País de origem: CORÉIA DO SUL	Naïve Bayes Classifier	Uso de IA não reduziu a taxa de ocorrência de exacerbações de asma	Ensaio clínico realizado em apenas um centro, com poucos pacientes e envolvendo grupo étnico muito específico dificultando generalização dos resultados – 180 crianças e adolescentes com asma
Jian et al. 2024 ⁽¹⁷⁾	Infectologia / Microbiologia clínica: detecção de resistência antimicrobiana em <i>Klebsiella pneumoniae</i> . – País de origem: TAIWAN	Logistic Regression, Linear Discriminant Analysis, Random Forest Classifier, Gradient Boosting Classifier, AdaBoost Classifier, Support Vector Machine	Integração de algoritmos de aprendizado de máquina com MALDI-TOF MS num sistema de suporte a decisão clínica acelerou a detecção de resistência a colistina ou carbapenemicos em cepas de <i>Klebsiella pneumoniae</i>	Estudo realizado em apenas uma região geográfica e só com pacientes internados. Capacidade de detecção limitada a mecanismos de resistências presentes na base de dados de treinamento – 260 amostras clínicas de <i>Klebsiella pneumoniae</i> resistentes (pacientes hospitalizados)
Szlejf et al. 2023 ⁽¹⁸⁾	Neurologia / Atenção primária: triagem de comprometimento cognitivo utilizando dados do ELSA-Brasil. – País de origem: BRASIL	Logistic Regression, Redes neurais e Gradient Boosting Classifier	Uso de machine learning mostrou alta especificidade e alto valor preditivo negativo para diagnóstico de déficit cognitivo em pacientes assintomáticos	Estudo usou dados transversais e de uma população específica – 8.202 participantes do estudo ELSA-Brasil avaliados para cognição

Autores e ano	Contexto clínico e país de origem	QE1	QE2	QE3 e tamanho da amostra
Gong et al. 2022 ⁽¹⁹⁾	Gastroenterologia / Endoscopia: apoio ao diagnóstico em tempo real de neoplasias gástricas. – País de origem: CORÉIA DO SUL	Redes neurais convolucionais	Endoscopia assistida por IA mostrou taxa maior de detecção de lesões gástricas	Treinamento do sistema feito com dados de apenas uma instituição levando causando viés de espectro ou seleção – 2.240 exames endoscópicos para neoplasias gástricas
Meinikheim et al. 2024 ⁽²⁰⁾	Gastroenterologia / Endoscopia: diagnóstico de esôfago de Barrett com auxílio de IA. – País de origem: ALEMANHÃ	Mean-teacher	IA tem performance semelhante a endoscopistas especialistas em esôfago de Barrett e aumenta acurácia de não especialistas no diagnóstico da condição	

DISCUSSÃO

Este apanhado de trabalhos mostrou que as mais diversas especialidades médicas já utilizam algoritmos de machine learning com relativo sucesso e com possibilidade real de impacto na prática clínica. Segundo Adlung e colaboradores⁽⁴⁾ “machine learning constitui um campo da IA focado em construir sistemas computacionais que melhorem a precisão de seu output”. Seu emprego pode apoiar decisões clínicas em vários contextos, como, por exemplo: na descoberta de novas drogas; na detecção automática de arritmia durante um teste ergométrico; no diagnóstico de adenocarcinoma por meio da análise de um pólio durante uma colonoscopia; na recomendação de tratamentos após verificar o histórico do paciente no prontuário eletrônico; e no alerta precoce de possível deterioração de pacientes em unidade de terapia intensiva mediante informações da monitorização contínua⁽⁴⁾.

Os resultados desta revisão de escopo mostraram exemplos de trabalhos realizados na cardiologia, gastroenterologia, dermatologia, radiologia, infectologia e até psiquiatria. Importante destacar que em quase todos os casos o ensaio versava sobre diagnóstico de condições médicas e não sobre terapêutica. Shortliffe e Sepulveda⁽²¹⁾ argumentam que para construir um SSDC para diagnóstico geralmente existe um padrão-ouro como resultado de biópsia, resultado de autópsia ou marcador molecular como comparador para testar a acurácia do sistema, algo que é difícil de conceber quando se quer que um SSDC recomende um plano terapêutico, especialmente em situações clínicas complexas onde até os experts divergem. Mesmo assim, foi possível encontrar uma exceção no trabalho de Schwab e colaboradores⁽¹³⁾ que comparou um aplicativo de SSDC baseado em IA com médicos emergencistas na detecção e tratamento de fibrilação atrial não valvar no departamento de emergência. A ferramenta teve um desempenho positivo, tanto que recomendou o tratamento correto em 98,3% das vezes contra 78,5% dos emergencistas. Também foi possível constatar que existe uma tendência maior em usar IA

em diagnóstico por imagem, com destaque para o uso de redes neurais convolucionais, que é um algoritmo especializado no reconhecimento de imagens e foi utilizado nos quatro trabalhos relacionados à imagem médica.

Os dez estudos mostraram uma característica comum, que foi a falta de integração com outros SSDC ou com o prontuário eletrônico do paciente. Apresentam apenas soluções muito específicas do cuidado do paciente, sem menção de como seria a integração com outros sistemas já em uso. Os ensaios de Gong et al.⁽¹⁹⁾ e Meinikheim et al.⁽²⁰⁾, por exemplo, usaram endoscopia associada a IA para diagnósticos de lesões gástricas. Por exemplo, uma questão pertinente: “Seria possível integrar as duas ferramentas ou até adaptar uma delas para realizar as duas tarefas, e até mesmo, todas as tarefas relacionadas a lesões gástricas?” Outros exemplos são os trabalhos Schwab et al.⁽¹³⁾ e Yao et al.⁽¹⁴⁾ que usaram IA associado a um eletrocardiograma (ECG) para diagnóstico de doenças cardíacas, inclusive por meio da aplicação do mesmo algoritmo de machine learning.

A maioria dos trabalhos (seis) foi de caráter retrospectivo, alguns com dados de pacientes oriundos de uma pequena amostra de uma única instituição, tornando imperativo a necessidade de testes do sistema proposto em cenários não controlados do cotidiano, e preferencialmente, sem envolvimento dos desenvolvedores que, de forma natural, costumam superestimar os seus achados. Além disso, nem todos os trabalhos alcançaram resultados que permitam a adoção imediata do sistema. Os próprios autores reconhecem as limitações e sugerem que novas pesquisas devam ser realizadas com mais pacientes e envolvendo mais centros. Exemplo disso foram os sistemas desenvolvidos por Seol et al.⁽¹⁶⁾, Szlejf et al.⁽¹⁸⁾ e Meinikheim et al.⁽²⁰⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dessa pesquisa, foi possível notar que, em diversos lugares do mundo, já se estuda o uso de IA para auxílio a diagnóstico clínico com resultados animadores,

indicando que a IA tem o potencial de aumentar a qualidade, eficiência e efetividade nas decisões do cuidado da saúde. Observa-se que, embora a revisão tenha selecionado dez ensaios clínicos recentes, não há menção explícita à utilização de instrumentos padronizados de avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, como o checklist do Newcastle-Ottawa Scale ou outras ferramentas recomendadas para estudos clínicos. A ausência desse procedimento limita a capacidade de analisar a consistência interna e o risco de vieses de cada estudo, restringindo a robustez das inferências extraídas. Ademais, os próprios resultados reportados revelam limitações metodológicas frequentes, como amostras pequenas, caráter unicêntrico e populações específicas, o que compromete a generalização dos achados. É importante ressaltar que a maioria dos estudos usou amostras específicas, em alguns casos de pacientes de um grupo étnico e de uma única região geográfica, limitando a generalização dos resultados. Além disso, todos os estudos foram realizados em países desenvolvidos, seguindo a tendência mundial de concentração de inovações tecnológicas nesses países. Não foi possível encontrar nenhum estudo realizado no continente africano ou América Latina exceto Brasil. Assim, a revisão cumpre seu objetivo de mapear a literatura, mas carece de uma análise crítica mais aprofundada sobre a qualidade dos estudos, aspecto essencial para orientar adequadamente a aplicabilidade clínica das evidências apresentadas.

O universo de aplicações da IA é multifacetado, amplo e está em constante evolução. Os modelos e algoritmos apresentados nesse trabalho são complexos e difíceis de explicar e, portanto, torna-se complicada a tarefa de entender, aceitar, adotar e até confiar no output do sistema para o usuário comum, que no caso é o profissional que vai usar o SSDC⁽²¹⁾. Tal desafio levou ao surgimento da IA explicável, que visa descrever como o resultado foi alcançado, o impacto esperado e potenciais vieses, permitindo que o usuário tome decisões finais com mais convicção e sem precisar confiar cegamente na máquina⁽²²⁾. A área da saúde é complexa e delicada, exigindo transparência e confiabilidade máximas possíveis em todos os seus processos. Esse movimento é tido como primordial pelos profissionais e cada vez mais exigidos pelos pacientes que almejam autonomia sobre sua situação de saúde. Por isso, a sugestão é que os SSDC baseados em IA sejam desenvolvidos com um mínimo de blackbox com modelos eficientes e reproduzíveis em vários cenários e que permitam serem integráveis a outros sistemas, além de possuírem um custo acessível para implantação.

No cenário brasileiro, os resultados dessa revisão assumem uma relevância, pois evidenciam a necessidade

de fomentar o desenvolvimento e a validação de SSDC baseados em IA que estejam adaptados às especificidades do Sistema Único de Saúde (SUS) e à diversidade populacional do país. A heterogeneidade demográfica, marcada por diferentes perfis epidemiológicos, socioeconômicos e culturais, exige soluções tecnológicas que considerem variáveis contextuais frequentemente ausentes em estudos conduzidos em países desenvolvidos. Além disso, a dimensão continental do Brasil, associada às desigualdades de acesso e à sobrecarga dos serviços públicos de saúde, reforça a importância de ferramentas de apoio à decisão capazes de ampliar a resolutividade clínica, otimizar recursos e reduzir iniquidades. Nesse sentido, investir em pesquisas locais e em parcerias entre universidades, setor público e indústria é fundamental para assegurar que os SSDC não apenas reproduzam modelos internacionais, mas sejam efetivamente aplicáveis, equitativos e sustentáveis no contexto do SUS. Por fim, os projetos relacionados a esse trabalho podem ser classificados no CDHI⁽²³⁾ como: D.1.6: Desigualdades de acesso às tecnologias de saúde, telessaúde e recursos digitais; D.2.1: Erros de diagnóstico, tratamento e encaminhamento; D.4.5: Desatualização tecnológica e baixa literacia digital em saúde.

REFERÊNCIAS

1. Toh C, P. Brody J. Applications of Machine Learning in Healthcare. In: Smart Manufacturing - When Artificial Intelligence Meets the Internet of Things. IntechOpen; 2021. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/72044>. Acesso em: 22 out. 2024
2. Khosravi M, Zare Z, Mojtabaeian SM, Izadi R. Artificial Intelligence and Decision-Making in Healthcare: A Thematic Analysis of a Systematic Review of Reviews. Vol. 11, Health Services Research and Managerial Epidemiology. SAGE Publications Inc.; 2024. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/23333928241234863>. Acesso em: 22 out. 2024
3. Miller RA. Medical diagnostic decision support systems--past, present, and future: a threaded bibliography and brief commentary. *J Am Med Inform Assoc* [Internet]. 1994. Disponível em: <https://academic.oup.com/jamia/article-abstract/1/1/8/849986?redirectedFrom=full-text>. Acesso em: 22 out. 2024
4. Adlung L, Cohen Y, Mor U, Elinav E. Machine learning in clinical decision making. *Med*. 2021 Jun 11;2(6):642–65. Disponível em: [https://www.cell.com/med/fulltext/S2666-6340\(21\)00155-0](https://www.cell.com/med/fulltext/S2666-6340(21)00155-0). Acesso em: 22 out. 2024
5. Ting DSW, Cheung CYL, Lim G, Tan GSW, Quang ND, Gan A, et al. Development and Validation of a Deep Learning System for Diabetic Retinopathy and Related Eye Diseases Using Retinal Images From Multiethnic Populations With Diabetes. *JAMA* [Internet]. 2017 Dec 12. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2665775>. Acesso em: 18 nov. 2024
6. Osheroff JA, Pifer EA, Teich JM, Sittig DF, Jenders RA, Society. HI and MS. Improving outcomes with clinical decision support : an implementer's guide. Chicago, IL : HIMSS; 2005. xii, 136 pages. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780367806125HIMSS>. Acesso em: 18 nov. 2024
7. Lobo LC. Inteligência Artificial e Medicina. *Rev Bras Educ Med*. 2017 Jun;41(2):185–93. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/f3kqKJjVQ-JxB4985fDMVb8b/?lang=pt>. Acesso em: Acesso em: 22 out. 2024
8. Wang L, Chen X, Zhang L, Li L, Huang Y, Sun Y, et al. Artificial intelligence in clinical decision support systems for oncology. *Int J Med Sci* [Internet]. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9812798/>. Acesso em: 15 de nov. 2024
9. Syrowatka A, Song W, Amato MG, Foer D, Edrees H, Co Z, et al. Key use cases for artificial intelligence to reduce the frequency of adverse drug events: a scoping review. *Lancet Digit Health* [Internet]. 2022 Feb 1;4(2):e137–48. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS25897500\(21\)00229-6/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/landig/article/PIIS25897500(21)00229-6/fulltext). Acesso em: 18 nov. 2024
10. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. Vol. 169, *Annals of Internal Medicine*. American College of Physicians; 2018. p. 467–73. Disponível em: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850>. Acesso em: 22 out. 2024
11. Liu H, Chen Y, Zhang Y, Wang L, Luo R, Wu H, et al. A deep learning model integrating mammography and clinical factors facilitates the malignancy prediction of BI-RADS 4 microcalcifications in breast cancer screening. *Eur Radiol*. 2021 Aug 1;31(8):5902–12. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-020-07659-y>. Acesso em: 10 de out. 2024
12. Papachristou P, Söderholm M, Pallon J, Taloyan M, Polesie S, Paoli J, et al. Evaluation of an artificial intelligence-based decision support for the detection of cutaneous melanoma in primary care: a prospective real-life clinical trial. *British Journal of Dermatology*. 2024 Jul 1;191(1):125–33. Disponível em: <https://academic.oup.com/bjd/article/191/1/125/7564904?login=false>. Acesso em: 10 de out. 2024
13. Schwab K, Nguyen D, Ungab G, Feld G, Maisel AS, Than M, et al. Artificial intelligence MacHIne learning for the detection and treatment of atrial fibrillation guidelines in the emergency department setting (AIM HIGHER): Assessing a machine learning clinical decision support tool to detect and treat non-valvular atrial fibrillation in the emergency department. *J Am Coll Emerg Physicians Open* [Internet]. 2021 Aug 1;2(4):e12534. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8353018/>. Acesso em: 10 de out. 2024
14. Yao X, Rushlow DR, Inselman JW, McCoy RG, Thacher TD, Behnken EM, et al. Artificial intelligence–enabled electrocardiograms for identification of patients with low ejection fraction: a pragmatic, randomized clinical trial. *Nat Med*. 2021 May 1;27(5):815–9. Disponível em: <https://www.nature.com>

- com/articles/s41591-021-01335-4. Acesso em: 10 de out. 2024
15. Lee HW, Jin KN, Oh S, Kang SY, Lee SM, Jeong IB, et al. Artificial Intelligence Solution for Chest Radiographs in Respiratory Outpatient Clinics: Multicenter Prospective Randomized Clinical Trial. *Ann Am Thorac Soc.* 2023 May 1;20(5):660–7. Disponível em: <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1513/AnnalsATS.202206-481OC>. Acesso em: 10 de out. 2024
 16. Seol HY, Shrestha P, Muth JF, Wi C II, Sohn S, Ryu E, et al. Artificial intelligence-assisted clinical decision support for childhood asthma management: A randomized clinical trial. *PLoS One.* 2021 Aug 1;16(8 August). Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0255261>. Acesso em: 10 de out. 2024
 17. Jian MJ, Lin TH, Chung HY, Chang CK, Perng CL, Chang FY, et al. Artificial Intelligence-Clinical Decision Support System in Infectious Disease Control: Combatting Multidrug-Resistant *Klebsiella pneumoniae* with Machine Learning. *Infect Drug Resist [Internet].* 2024;17:2899–912. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11246630/>. Acesso em: 10 de out. 2024
 18. Szlejf C, Batista AFM, Bertola L, Lotufo PA, Ben- señor IM, Chiavegatto Filho ADP, et al. Data-driven decision making for the screening of cognitive impairment in primary care: a machine learning approach using data from the ELSA-Brasil study. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 2023;56. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjmbr/a/r9zmCWchBzPTmZTGMc8qwpR/#>. Acesso em: 10 de out. 2024
 19. Gong EJ, Bang CS, Lee JJ, Baik GH, Lim H, Jeong JH, et al. Deep learning-based clinical decision support system for gastric neoplasms in real-time endoscopy: Development and validation study. *Endoscopy.* 2022 Sep 3;55(8):701–8. Disponível em: <https://www.thiemeconnect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-2031-0691>. Acesso em: 10 de out. 2024
 20. Meinikheim M, Mendel R, Palm C, Probst A, Mu- zalyova A, Scheppach MW, et al. Influence of artificial intelligence on the diagnostic performance of endoscopists in the assessment of Barrett's esophagus: a tandem randomized and video trial. *Endoscopy.* 2024 Sep 1;56(9):641–9. Disponível em: <https://www.thiemeconnect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-2296-569>. Acesso em: 10 de out. 2024
 21. Shortliffe EH, Sepúlveda MJ. Clinical Decision Su- pport in the Era of Artificial Intelligence. *JAMA [Internet].* 2018 Dec 4;320(21):2199–200. Disponí- vel em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2713901>. Acesso em: 18 de nov. 2024
 22. Sadeghi Z, Alizadehsani R, CIFCI MA, Kausar S, Rehman R, Mahanta P, et al. A review of Explainable Artificial Intelligence in healthcare. *Computers and Electrical Engineering.* 2024 Aug 1;118:109370. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045790624002982?via%3Dihub>. Acesso em: 14 de dez. 2024
 23. Tenório JM, Sousa FS, Pisa IT. Classificação de in- tervenções, aplicações e serviços em saúde digital para o contexto brasileiro (CDHI.br). São Paulo: 2023. Licença: CC BY-NC-AS 4.0 DEED. Dispo- nível em <https://cdhi.saude360.app.br> Acesso em: 14 out. 2024.