

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PREVENÇÃO DE ERROS DE DISPENSAÇÃO MEDICAMENTOSA NO AMBIENTE HOSPITALAR

*Technological innovations in the prevention of medication dispensing
errors in the hospital setting*

*Innovaciones tecnológicas en la prevención de errores de dispensación
medicamentosa hospitalaria*

Isabela Saori Aguiar Tesluk¹
Jaqueline de Jesus Aschenbrenner²
Maria Rosa Machado Prado³

RESUMO

A pressão produtiva da farmácia hospitalar torna a dispensação medicamentosa um processo propício para a ocorrência de erros e, portanto, para desfechos clínicos desfavoráveis. Diante disso, objetiva-se mapear as principais medidas tecnológicas em desenvolvimento no contexto da dispensação medicamentosa para pacientes hospitalizados. Trata-se de uma revisão integrativa de estudos publicados entre 2020 e 2025 nas bases de dados: PubMed, Lilacs, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e ScienceDirect. As tecnologias dispensadoras abordadas foram armários de dispensação automatizada, sistemas robóticos de separação e armazenamento, sistemas de captura de imagem, aplicativos móveis para validação à beira leito e plataformas de gestão de estoque. Estas têm evidenciado boa integração ao fluxo de trabalho da farmácia hospitalar, com alta adesão e satisfação por parte dos profissionais. Contudo, ainda é necessário aprofundar a compreensão sobre a efetividade e usabilidade, bem como sobre as limitações e aprimoramentos propostos para tais intervenções tecnológicas.

Palavras-chave: Erros de Medicação. Tecnologia Biomédica. Serviço de Farmácia Hospitalar.

¹Graduanda em Medicina. Faculdades Pequeno Príncipe. Curitiba, Paraná.

²Farmacêutica. Mestre em Ensino nas Ciências da Saúde pelas Faculdades Pequeno Príncipe. Faculdades Pequeno Príncipe. Curitiba, Paraná.

³Doutora em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Docente no Programa de Mestrado em Ensino nas Ciências da Saúde das Faculdades Pequeno Príncipe. Curitiba, Paraná.

Autor de Correspondência:

*Maria Rosa Machado Prado. E-mail: maria.prado@professor.fpp.edu.br

ABSTRACT

The high production pressures of hospital pharmacies make medication dispensing a process prone to errors and, therefore, unfavorable clinical outcomes. Given this, the objective is to map the main technological measures under development in the context of medication dispensing for hospitalized patients. This is an integrative review of studies published between 2020 and 2025 in the following databases: PubMed, Lilacs, Virtual Health Library (BVS), and ScienceDirect. The dispensing technologies addressed were automated dispensing cabinets, robotic picking and storage systems, image capture systems, mobile applications for bedside validation, and inventory management platforms. These have shown good integration into the hospital pharmacy workflow, with high adoption and satisfaction among professionals. However, further understanding of the effectiveness and usability, as well as the limitations and improvements proposed for such technological interventions, is still necessary.

Keywords: Medication Errors. Biomedical Technology. Pharmacy Service, Hospital.

RESUMEN

La presión productiva en la farmacia hospitalaria convierte la dispensación de medicamentos en un proceso propenso a errores y a desenlaces clínicos desfavorables. Ante esto, el objetivo es mapear las principales medidas tecnológicas en desarrollo en el contexto de la dispensación de medicamentos hospitalarios. Se trata de una revisión integrativa de estudios publicados entre 2020 y 2025 en las bases: PubMed, LILACS, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y ScienceDirect. Las tecnologías abordadas fueron armarios de dispensación automatizada, sistemas robóticos de selección y almacenamiento, sistemas de captura de imágenes, aplicaciones móviles para validación al pie de la cama y plataformas de gestión de inventario. Estas han demostrado buena integración en el flujo de trabajo, con alta adhesión y satisfacción por parte de los profesionales. Sin embargo, aún es necesario profundizar en la comprensión de su efectividad y usabilidad, así como en las limitaciones y mejoras propuestas para tales intervenciones tecnológicas.

Palabras clave: Errores de Medicación. Tecnología Biomédica. Servicio de Farmacia en Hospital.

INTRODUÇÃO

Estima-se que, globalmente, os erros medicamentosos possam afetar até 25% dos pacientes e especula-se que a maior parte destes poderia ser evitada por políticas eficientes de farmacovigilância¹. Ainda, o Brasil supera tal taxa, visto que, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), em média, a cada dez medicamentos administrados, três contém alguma falha².

Como consequência, o paciente pode apresentar reações adversas, interações medicamentosas, internações prolongadas e até mesmo óbito³. Os eventos adversos relacionados a cuidados em saúde acometem até 10% dos pacientes internados e, dentre esses, grande parte pode ser atribuída às medicações⁴. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), os gastos globais anuais com erros medicamentosos chegam a US\$ 42 bilhões, o que corresponde a 1% dos investimentos totais em saúde⁵.

Para compreender as fragilidades do processo atual, é fundamental listar as etapas que o regem: gestão de medicamentos hospitalares, prescrição, transcrição, verificação, dispensação, administração e, por fim, monitoramento terapêutico⁶. Essas etapas estão sujeitas a erros, que podem culminar na substituição, omissão, repetição ou adição de medicamentos, bem como ao descumprimento da dose, frequência, horário ou via preconizados⁷.

Em meio a esse contexto, as medidas tecnológicas têm emergido como formas de automatizar a farmácia hospitalar, minimizando o risco do erro humano. Os benefícios podem se dar tanto a partir da intervenção direta nas etapas que regem uma medicação segura quanto indiretamente, através do cumprimento de tarefas mecânicas, com consequente liberação dos profissionais para tarefas que exigem maior carga cognitiva. Essa segunda vertente é especialmente importante, uma vez que até 55% do tempo dos farmacêuticos é gasto

com serviços de infraestrutura⁸. Portanto, fica evidente o papel que as medidas tecnológicas podem ter desde a otimização de fluxos de trabalho, decisões terapêuticas informatizadas até a conferência da medicação⁹⁻¹³.

A presente revisão teve como objetivo principal mapear as principais medidas tecnológicas em desenvolvimento no contexto da dispensação medicamentosa para pacientes hospitalizados. Já os objetivos secundários foram: compreender a efetividade, a usabilidade e o impacto das tecnologias dispensadoras para a rotina dos profissionais de saúde; identificar os desafios para sua implementação e; reconhecer as propostas de aprimoramento.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, cujas vantagens destacam-se pela abordagem de diferentes desenhos metodológicos, mapeamento de lacunas na literatura e embasamento de estudos futuros. Este estudo foi conduzido conforme as etapas: identificação do problema, busca sistematizada da literatura, avaliação crítica dos estudos incluídos, análise e síntese dos dados e apresentação dos resultados¹⁴.

A pergunta de pesquisa foi "Quais tecnologias vêm sendo utilizadas para reduzir erros de dispensação medicamentosa em hospitais e quais seus impactos?". Os elementos da pergunta foram decompostos de acordo com o acrônimo PICO (*population, intervention, comparison and outcome*) (Tabela 1).

Tabela 1 - Definição do acrônimo PICO

ACRÔNIMO PICO	ELEMENTO DA PERGUNTA DE PESQUISA
População	Pacientes hospitalizados em uso de medicamentos
Intervenção	Tecnologias inovadoras voltadas ao processo de dispensação medicamentosa
Comparação	Protocolos tradicionais de dispensação medicamentosa
Desfecho	Redução de erros medicamentosos

Fonte: elaborado pelas autoras, 2025

As bases de dados utilizadas foram *PubMed*, *Lilacs*, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e *ScienceDirect*, cada qual com uma estratégia de busca devidamente adaptada (Tabela 2).

Tabela 2 - Estratégias de busca adaptadas para as bases de dados

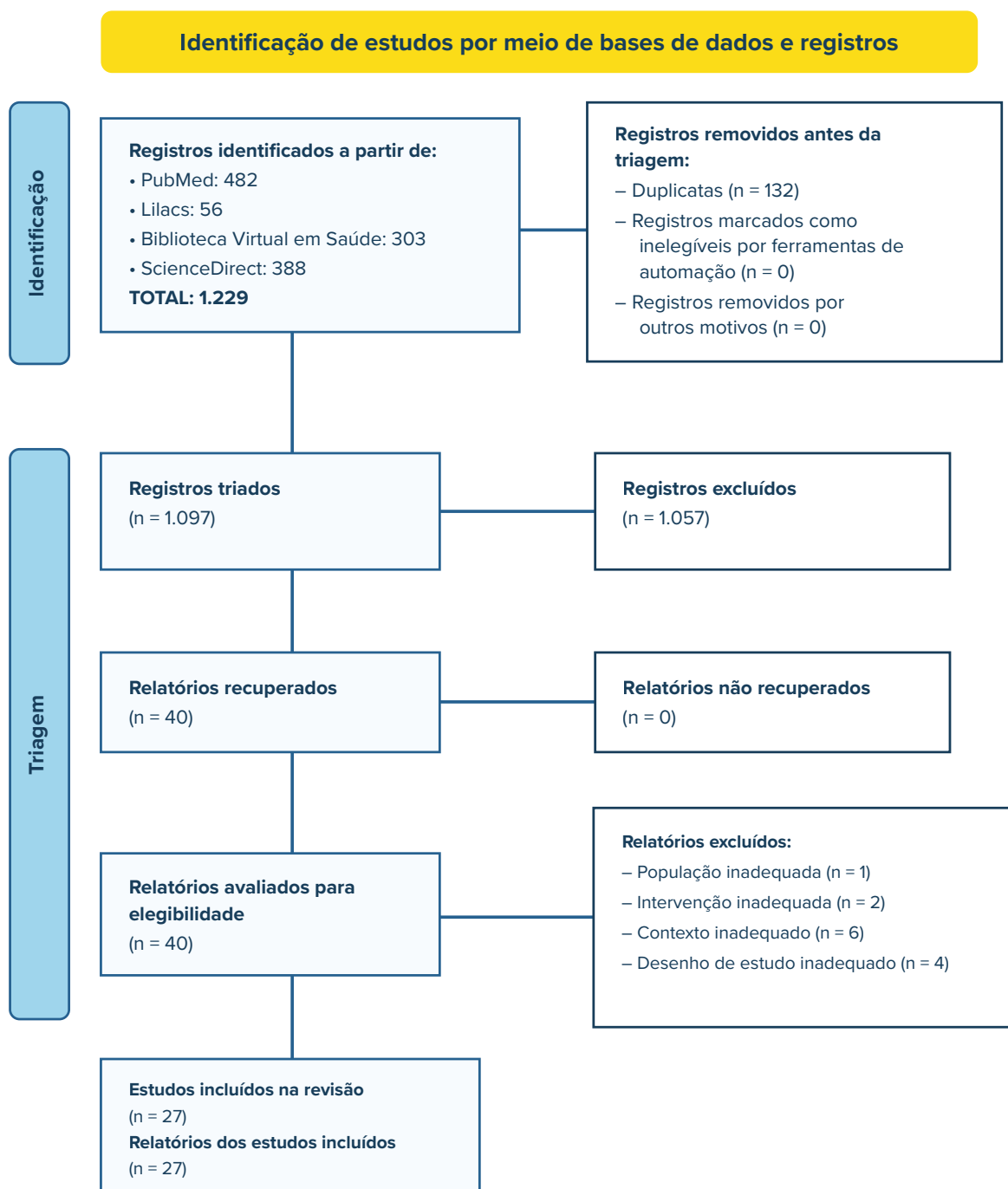
BASE	ESTRATÉGIA DE BUSCA
Pubmed	((("medication error*") OR ("drug use error*")) AND ((automation) OR (technology) OR ("medical system*")) AND ((patient*) OR (inpatient*) OR (hospital*)))
Lilacs	(erros de medicação) AND (automação OR tecnologia médica) AND (paciente OR hospital)
Biblioteca Virtual em Saúde	(erros de medicação) AND (automação OR tecnologia médica) AND (paciente OR hospital)
ScienceDirect	("medication errors" OR "drug use error") AND (automation OR "medical systems") AND (patient OR hospital)

Fonte: elaborado pelas autoras, 2025

Os critérios de inclusão foram: artigos originais, publicação entre 2020 e 2025 e abordagem sobre intervenções tecnológicas destinadas à dispensação medicamentosa. Já os critérios de exclusão foram: duplicatas; revisões, estudos de caso, pesquisas operacionais, anais de congresso, cartas ao editor, editoriais, capítulos de livro e boletins epidemiológicos; abordagem de inovações de processo, de tecnologias já bem consolidadas no mercado (sistema de prescrição eletrônica, código de barras e bombas de infusão), do nível ambulatorial ou das demais etapas de medicação; e artigos indisponíveis para leitura na íntegra.

A seleção das publicações ocorreu através do *software Rayyan (AI-Powered Systematic Review Management Platform)*. A quantidade inicial de artigos exportados era de 1.229. Primeiramente, foram excluídas as duplicatas, sendo priorizadas aquelas de publicação mais recente. Restou, assim, um total de 1.097 artigos. Posteriormente, seguiu-se para a leitura de títulos e resumos, selecionando com base nos critérios de inclusão e exclusão, de forma a atingir 40 estudos. Por fim, os artigos restantes foram lidos na íntegra e, novamente, foram excluídos aqueles que não demonstraram relação com a pergunta de pesquisa. Dessa forma, 27 artigos foram incluídos para a análise (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma PRISMA 2020 para novas revisões sistemáticas que incluíram apenas buscas em bases de dados e registros



Fonte: adaptado de PRISMA, 2020

Os artigos foram analisados de maneira descritiva, garantindo o levantamento de padrões, tendências, particularidades e lacunas na literatura. Os dados extraídos foram: autores, tipo de estudo e síntese. Foi montada uma planilha no programa *Microsoft Excel* para organizar tais dados.

RESULTADOS

Os principais dados extraídos dos estudos analisados foram compilados no Quadro 1. Entre os 27 artigos selecionados para leitura na íntegra, houve uma distribuição heterogênea quanto ao país de publicação. O principal polo se revelou o continente asiático, concentrando 33,3% dos artigos, seguido dos continentes europeu (29,6%) e norte-americano (25,9%). Não houveram quaisquer literaturas latino-americanas na amostra selecionada.

No que concerne ao tipo de tecnologia abordada, foi notável o destaque que os Armários de Dispensação Automatizada ou, do inglês, *Automated Dispensing Cabinets (ADCs)*, têm ganhado no contexto da cadeia de medicação hospitalar. A maioria dos estudos (70,37%) se referiu a este tipo de tecnologia. Entretanto, ferramentas complementares aos *ADCs* também foram abordadas: sistemas automatizados de separação de medicamentos, *softwares* de detecção de drogas por captura de imagens, aplicativos de conferência de medicações e sistemas inteligentes de gestão de estoque.

Por fim, diversos ambientes de assistência hospitalar foram contemplados, desde a emergência até enfermarias gerais e especializadas, centro cirúrgico e Unidade de Terapia Intensiva (UTI).

Quadro 1 - Principais dados extraídos dos artigos revisados

AUTORES	TIPO DE ESTUDO	SÍNTESE
Aldughayfiq ²²	Estudo metodológico	Tokens de identificação, para conferência cruzada da medicação e do paciente - Vantagens: facilidade de uso e identificação de erros
Heo ¹⁷	Estudo de desenvolvimento tecnológico	Identificação visual de comprimidos a partir de um banco de dados - Vantagem: boa precisão em ambientes reais não controlados
Wooten ³⁹	Estudo observacional retrospectivo	ADC com alerta para a retirada de Remifentanil Vantagens: redução do desperdício, uso consciente, economia e otimização do fluxo de trabalho
Hsia ¹⁹	Estudo observacional retrospectivo	Sistema de conferência de medicações intravenosas por captura de imagens - Vantagens: maior satisfação no trabalho, melhora da rastreabilidade e segurança - Limitação: falsos alertas e pequeno aumento no tempo de preparação
Patterson ³²	Estudo observacional retrospectivo	ADCs - Limitações dos <i>overrides</i> : não aceleram a administração de medicamentos e abrem margem para erros - Sugestão: os sistemas dos <i>ADCs</i> devem exigir uso mais criterioso dos <i>overrides</i>
Jefrey ³⁶	Estudo observacional retrospectivo	ADCs - Limitação: não reduziram a taxa de omissão de antimicrobianos, devido à indisponibilidade de estoque - Desafios: gestão de estoque e confiança excessiva dos profissionais nos <i>ADCs</i>
Chiu ¹⁶	Estudo de desenvolvimento tecnológico	Sistema de identificação por captura de imagens - Vantagens: economia de tempo - Limitações: incapacidade de identificar grandes cargas, classificação forçada de itens não reconhecidos e dificuldade de diferenciar de medicamentos próximos



Jeffrey ²⁹	Estudo observacional prospectivo	ADC - Vantagens: economia de tempo, redução do deslocamento e menos trabalho manual - Limitação: manutenção de altas taxas de interrupção de tarefas e do tempo de ronda da medicação (que diminuiu apenas na ala cirúrgica)
Jessurun ³³	Avaliação econômica	Sistema de dispensação automatizada e centralizada - Vantagem: redução da quantidade e da gravidade de erros de administração - Fatores que trouxeram melhor custo-efetividade: formulações orais, farmácias com alto fluxo de dispensação e ausência de prejuízo sobre a carga de trabalho
Zheng ²¹	Estudo qualitativo	Protótipo de IA ideal - Emissão de alertas com soluções e justificativas - “Automação adaptativa”: adaptação do grau de automação de acordo com a complexidade da dispensação e da capacidade do sistema - Imagens de referência para comparação de aspectos visuais da medicação
Lin ¹⁵	Estudo observacional retrospectivo	- Carousel System : sistema que armazena os medicamentos em compartimentos rotatórios - Robô XR2 : identifica, seleciona e separa os medicamentos prescritos - Vantagens: redução dos erros medicamentosos e da carga de trabalho, principalmente com o XR2
Mutair ²⁷	Estudo qualitativo	ADC - Vantagens: economia de tempo, diminuição da carga de trabalho, redução do estresse, aumento da segurança e controle de estoque - Limitações: falhas técnicas, proximidade entre os bins, má iluminação, integração incompleta, sobrecarga dos profissionais reposidores e sobrecarga de notificações
Ruutiainen ³⁷	Estudo observacional transversal	ADC - 16% dos LASA foram armazenados próximos e, desses, 4% eram de alta vigilância - Sugestões: compartimentos distantes, rótulos chamativos, alertas, integração ao sistema de prescrição eletrônica e educação da equipe
Jumeau ³¹	Estudo observacional prospectivo	ADC - Vantagens: aceleração da preparação da medicação, minimização da interrupção de tarefas e diminuição dos erros de dispensação em cinco vezes
Alanzani ²⁴	Estudo qualitativo	ADC - Vantagens: economia de tempo na dispensação e etiquetagem, com maior foco na revisão da prescrição e das preparações - Desafio: adaptação quanto à contagem de estoque
Wang ³⁴	Estudo observacional prospectivo e qualitativo	ADC - Vantagem: redução dos erros medicamentosos - Limitações: formação de filas, estoque incompleto, aumento do tempo de preparação e de devolução das medicações, instruções confusas e múltiplas medicações por compartimento
Almalki ¹¹	Estudo observacional prospectivo	ADC - Vantagens: aceleração da administração das medicações, economia financeira, redução dos erros medicamentosos e aumento da produtividade dos farmacêuticos
Baraka ³⁵	Estudo observacional retrospectivo e prospectivo	ADC - Vantagens: diminuição do desperdício e otimização do controle de estoque - Limitações: superestimativa do estoque e falta de familiaridade da equipe
Deng ²⁰	Estudo de desenvolvimento tecnológico	Sistema de reconhecimento por imagem que identifica a droga e a dose aspirada pela seringa - Vantagens: redução do trabalho manual e dos erros de dispensação



Ashraf ¹⁸	Estudo metodológico	Sistema de conferência por captura de imagens - Vantagem: boa precisão e sensibilidade mesmo em ambiente real não controlado - Limitações: menor eficácia em dispositivos móveis, fotografias de má qualidade, impossibilidade de identificar medicamentos simultaneamente
Wai ³⁸	Estudo quase-experimental do tipo antes e depois	Painel inteligente de controle de estoque - Vantagens: redução do inventário, dos casos de déficit de estoque e dos custos operacionais
Farsi ²⁶	Estudo quase-experimental do tipo antes e depois	ADC - Vantagens: agilização, otimização do desempenho, economia de insumos, uso consciente das medicações controladas e aumento da segurança e da rastreabilidade das medicações - Limitações: integração incompleta com o sistema de prescrição e impossibilidade de refrigeração
Tu ¹²	Estudo observacional retrospectivo	ADC - Vantagens: redução do número e da gravidade de erros, tanto em relação aos medicamentos incluídos nos ADCs quanto aos externos - Limitações: pouco impacto sobre erros de administração referentes ao horário incorreto ou à medicação não autorizada
Craswell ²⁵	Estudo observacional transversal	ADC - Vantagens: redução dos erros medicamentosos e da carga de trabalho - Limitações: maior tempo de deslocamento dos farmacêuticos, atraso da reposição, interrupção de tarefas, filas e ausência de alertas
Ramachandram ²³	Estudo observacional transversal	Sistema automatizado de dispensação e embalagem de comprimidos - Vantagens: farmacêuticos mais focados em tarefas clínicas e auxiliares de farmácia, em tarefas operacionais, redução de erros e maior satisfação do paciente
Korhonen ⁴⁰	Estudo qualitativo	ADC - Vantagens: otimização da gestão de estoque, rastreabilidade e facilidade de uso - Limitações: demora para liberação das medicações, limitação do espaço físico, falta de familiaridade dos profissionais e integração incompleta com o sistema de prescrição

Fonte: Artigos revisados, 2025

DISCUSSÃO

Preparação da medicação

Primeiramente, a etapa de preparação da medicação pode ser beneficiada pelo advento do chamado *Carousel System*, uma espécie de armário com prateleiras rotatórias. Esse dispositivo funciona de forma que a medicação vá até o profissional, ao invés de o contrário. De maneira complementar, existem dispositivos automatizados integrados ao sistema de prescrição eletrônica. Tarefas como busca, escanamento, embalagem, etiquetagem e registro da baixa da medicação são performados por peças robóticas, substituindo, assim, um processo extremamente manual e repetitivo. Em um estudo de implementação com um desses modelos (o XR2), a taxa de erros chegou a 0%, conquista esta que pode ser explicada tanto pela identificação das medicações quanto pelo alívio da carga de trabalho. Afinal, a tecnologia poupou o equivalente a 77% do tempo de trabalho de um farmacêutico e 176% daquele de um técnico de farmácia¹⁵.

Conferência da medicação

No que tange à conferência, a inteligência artificial (IA) tem ganhado cada vez mais destaque. Nesse contexto, têm sido desenvolvidos aplicativos nos quais uma câmera é acoplada a uma rede neural, para conferência tanto dos fármacos quanto de suas doses¹⁶⁻²⁰.

Estudos de validação desse tipo de tecnologia têm revelado uma boa precisão. Em avaliação da percepção dos profissionais de saúde, até 92% considerou a medida como auxiliar na segurança do paciente¹⁹.

Por outro lado, os estudos ainda divergem quanto ao potencial dessa tecnologia em diminuir ou aumentar o tempo de preparação e verificação. Além disso, sugere-se que sua precisão decaia quando aplicada a grandes volumes de medicação, fotografias de baixa qualidade ou dispositivos móveis¹⁶⁻¹⁹. Ainda, há a problemática da classificação forçada, na qual mesmo as medicações não reconhecidas são taxadas aleatoriamente¹⁶.

Uma das soluções propostas foi a realização de sessões de treinamento prático com a equipe de saúde, acerca da técnica correta para captura das imagens¹⁸. Quando questionados sobre o que seria um protótipo de IA ideal, os farmacêuticos referiram-se à transparência como um princípio importante. Assim, poderia construir-se uma “automação adaptativa”, diante da qual haveria um equilíbrio entre a automação e a intervenção humana, que penderia mais para um lado ou para o outro a depender de fatores contextuais, como o risco da droga em questão ou do grau de precisão atingido pelo sistema²¹.

As tecnologias de identificação por imagens têm sido discutidas quanto à aplicação em *bins* ou em armários de dispensação automatizada¹⁶. Ainda, discute-se sua aplicabilidade a nível domiciliar, em que pacientes com déficits visuais ou baixo nível de alfabetização em saúde podem se beneficiar do uso de sistemas automatizados para o reconhecimento de suas medicações¹⁸.

Outra tecnologia de apoio para a conferência é o aplicativo móvel baseado em *Near Field Communication* (NFC). A proposta é que os medicamentos sejam etiquetados com um *tag* NFC identificadora. Assim, antes de administrar o medicamento, o enfermeiro deve usar um aplicativo para “ler” as informações da *tag* e conferir se estas batem com aquelas contidas na prescrição²².

Em testes de usabilidade, a tecnologia foi bem aceita pelos profissionais, percebida como fácil de usar e como uma intervenção positiva em prol da segurança do paciente. Um estudo revelou que, enquanto 62% dos participantes teve êxito em identificar uma medicação como incorreta através da conferência manual, 90% o fez quando teve o apoio do aplicativo NFC²².

Armazenamento, liberação e registro

Por fim, quando se fala das etapas de armazenamento, liberação e registro da medicação, não se pode deixar de citar os Armários de Dispensação Automatizada ou, do inglês, *Automated Dispensing Cabinets* (ADCs), os quais contribuem para o gerenciamento de medicamentos em circuito fechado.

Os ADCs trouxeram profundas transformações para o fluxo de trabalho de farmacêuticos, técnicos de farmácia e enfermeiros, para a segurança do paciente e para a gestão de estoque.

Quando questionada, a equipe de saúde demonstrou boa receptividade, redução do estresse ocupacional e otimismo em relação à segurança do paciente^{11,23-27}. A maioria constatou redução do tempo transcorrido entre a solicitação da medicação e sua administração, redução esta que chegou a 83% em um dos estudos²⁸. Isso pode ser explicado por questões como: concentração dos insumos em um único ambiente, diminuição da procura manual pelas medicações e minimização da interrupção de tarefas²⁹⁻³¹.

Os fluxos de trabalho demonstraram-se impactados de diversas maneiras em diferentes setores hospitalares. A ala cirúrgica, por exemplo, mostrou-se a mais beneficiada. Entre as alas clínicas, as enfermarias gerais evidenciaram-se como mais impactadas do que as especializadas. Na urgência, em especial, há uma importante particularidade no funcionamento dos ADCs, os *overrides*, nos quais medicações são liberadas mesmo sem prescrição ou conferência prévia^{29,32}.

Uma vez que emitem alertas quando a medicação incorreta está sendo retirada, os armários automatizados também reduzem significativamente os erros medicamentosos, chegando a uma queda de 5 vezes em um dos estudos^{12,31-33}. Além disso, os erros residuais têm demonstrado menor gravidade e menor envolvimento de medicações de alta vigilância. Até mesmo erros de prescrição, administração ou aqueles associados a

medicações que não estavam sob domínio dos *ADCs* sofreram queda, devido ao maior tempo direcionado para tarefas clínicas¹².

Por fim, os *ADCs* possuem um sistema próprio de gestão de estoque, otimizando o controle da demanda e a solicitação de medicações. Dessa forma, há uma redução das taxas de desperdício, atreladas ao vencimento, a devoluções ou ao uso indiscriminado e não autorizado^{11,26-27}.

Contudo, alguns dos estudos também levantaram limitações do uso desses armários. Em relação ao fluxo de trabalho, por exemplo, enquanto alguns estudos referem uma agilização do processo de dispensação, outros evidenciam justamente o contrário^{32,34}, discutindo como principais causas a indisponibilidade de estoque, formação de filas nos *ADCs*, necessidade de deslocamento dos farmacêuticos e técnicos de farmácia até as enfermarias e falta de familiaridade com a tecnologia^{25,30-31,35}.

Ainda, parcela dos profissionais da farmácia têm visto-se sobrecarregada com tarefas extras: a de abastecer o estoque dos *ADCs* e a de contabilizar diariamente suas medicações, naqueles hospitais onde esta tarefa ainda não foi automatizada^{27,30}.

Já no que concerne à segurança do paciente, se por um lado os *ADCs* têm diminuído os erros atrelados à medicação, dose ou paciente, também têm demonstrado a possibilidade de aumentar erros por omissão ou atraso da administração, seja por indisponibilidade da medicação, seja pela demora no manuseio do equipamento^{12,32,36}.

Além disso, tais dispositivos não são completamente imunes a outros tipos de erros. Uma publicação revelou que 16% dos medicamentos *look-alike*, *sound-alike* (*LASA*) estavam armazenados perigosamente próximos e que 4% desses eram de alta vigilância³⁷. O risco ainda persiste nas tarefas de responsabilidade humana: depósito da medicação no compartimento correto, digitação correta e seleção da droga correta dentre aquelas armazenadas em um mesmo compartimento^{27,29}.

Como supracitado, a indisponibilidade de estoque é um desafio comum na lida com os armários dispensadores. Há um frágil equilíbrio entre a falta e o excedente de medicações^{26,29,36}. Além disso, as constantes atualizações de diretrizes, as variações intersetoriais e a sazonalidade das condições clínicas desafiam a criação de um sistema de gestão eficiente³⁶.

Por mais que os *ADCs* apresentem tais limitações, também têm sido alvos de adaptações em alguns artigos. Iniciativas que buscam agilizar ainda mais o processo de dispensação são a solicitação remota de medicamentos e priorização de pedidos³⁰⁻³¹. Quanto à segurança, tem-se sugerido emissão de alertas em casos de medicações de alta vigilância, *LASA*, interações medicamentosas ou contraindicações^{26,34,37}.

Já um exemplo de otimização de estoque é a criação de sistemas informatizados de gestão, que monitoram os excedentes e as faltas do estoque, bem como as principais demandas, e geram *dashboards* para facilitar a logística³⁸.

A literatura discute que a implementação de um sistema como os *ADCs* deve estar bem amparada em um programa de educação continuado, seja através de *workshops*, treinamentos, simulações ou guias físicos. Ainda, deve haver um monitoramento rigoroso, através do fornecimento de *feedbacks*, da geração de relatórios e de uma equipe interprofissional responsável pela dinâmica dos *ADCs*^{12,27,30,35}.

Ademais, quando a inovação em Saúde está em pauta, uma temática que merece especial atenção é o equilíbrio entre o julgamento humano e a tarefa automatizada. A literatura argumenta, de um lado, a falta de confiança dos profissionais nas tecnologias implementadas e, de outro, a possibilidade de dependência excessiva e consequente abertura para erros.

Contudo, a certeza é de que o julgamento humano ainda deve preponderar como a força motriz do processo de dispensação, tendo a automatização como um facilitador. Foi nessa perspectiva que o *Institute for Safe Medication Practices* (*ISMP*) recomendou que os armários de dispensação automatizada incorporassem



alertas que exijam interação por parte dos usuários, incentivando, assim, o pensamento crítico e não apenas o “piloto automático”. Afinal, os ADCs só cumprem seus objetivos se forem alimentados, pelas pessoas, com as informações corretas. Contagem ou digitação incorreta de insumos, por exemplo, gera uma discrepância entre o estoque real e o inventário registrado no sistema. Como consequência, o equipamento deixa de emitir os alertas automáticos de reposição³⁹⁻⁴⁰.

CONCLUSÕES

A partir da presente revisão, é possível perceber o quanto as tecnologias farmacêuticas já avançaram no âmbito da dispensação intra-hospitalar e o quanto ainda podem ser potencializadas. Estas podem ser divididas de acordo com o momento da dispensação no qual intervém: preparação de medicamentos (robôs automatizados e *Carousel System*), conferência (sistemas de reconhecimento por captura de imagens e aplicativos móveis baseados em sistemas de comunicação por proximidade), armazenamento, liberação e registro (armários de dispensação automatizada).

A maioria dos estudos relatou efetividade das intervenções tecnológicas na economia de tempo, na redução da interrupção de tarefas, na minimização do trabalho manual e repetitivo, na segurança do paciente e na gestão do estoque. Além disso, tais inovações têm apresentado boa adesão por parte dos profissionais de saúde.

Por outro lado, também foram identificados alguns desafios quanto à sua implementação, a citar necessidade de adaptações técnicas, organizacionais e interpessoais. Algumas das sugestões apontadas foram sistemas de gestão inteligentes, geração de alertas, construção de relatórios, integração entre diferentes tecnologias e criação de uma cultura institucional favorável para sua adesão.

Por fim, há uma expectativa para que estudos futuros se debrucem sobre o funcionamento a longo prazo e os pontos de melhoria dessas tecnologias, de forma a embasar protocolos padronizados para a implementação de tecnologias dispensadoras.

REFERÊNCIAS

1. Manias E, Kusljic S, Wu A. Interventions to reduce medication errors in adult medical and surgical settings: a systematic review. *Ther Adv Drug Saf* [Internet]. 2020 [citado 15 out 2025];11(1):1-73. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33240478/>.
2. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Boletim de Farmacovigilância nº 8: erros de medicação [Internet]. Brasília: Gerência de Farmacovigilância; 2019 [citado 15 out 2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/monitoramento/farmacovigilancia/boletins-de-farmacovigilancia/boletim-de-farmacovigilancia-no-08.pdf/view>.
3. Endara E, Vásconez O, Villacis W, Morales M. Errores de medicación: una revisión bibliográfica. *Rev Med Vozandes* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];35(1):35-7. Disponível em: <https://revistamedicavozandes.com/wp-content/uploads/2024/07/v35i14.pdf>.
4. Macêdo GG, Carvalho MA. Atuação dos profissionais da equipe de enfermagem na farmacovigilância: revisão integrativa de literatura. *Espac Saude* [Internet]. 2021 [citado 15 out 2025];20(2):78-89. Disponível em: <https://espacoparasaude.fpp.edu.br/index.php/espacosaude/article/view/656>.
5. Organização Pan-Americana da Saúde. Redução de erros relacionados aos medicamentos [Internet]. 2017 [citado 9 jul 2025]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/29-3-2017-oms-lanca-esforco-global-para-reduzir-pela-metade-os-erros-relacionados>.

6. Brasil. Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal. Guia de boas práticas para os serviços farmacêuticos desenvolvidos no ambiente hospitalar [Internet]. 1. ed. 2020 [citado 15 out 2025]. Disponível em: <https://www.saude.df.gov.br/documents/37101/572829/uia+de+Boas+Pr%C3%A1ticas+para+os+Servi%C3%A7os+Farmac%C3%AAuticos+desenvolvidos+no+Ambiente+Hospitalar+%E2%80%93++GAFAE+DIAS-F+%E2%80%93+vers%C3%A3o+1%2C+2020.pdf/7efe6689-4ae3-260a-98db-9d474e5aefbe?t=1649023269168>.
7. Aizenstein ML, Tomassi MH. Problemas relacionados a medicamentos; reações adversas a medicamentos e erros de medicação: a necessidade de uma padronização das definições e classificações. *Rev Cienc Farm Basica Apl* [Internet]. 2011 [citado 15 out 2025];32(2):169-73. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002259442>.
8. Batson S, Herranz A, Rohbarch N, Canobbio M, Mitchell SA, Bonnabry P. Automation of in-hospital pharmacy dispensing: a systematic review. *Eur J Hosp Pharm* [Internet]. 2020 [citado 15 out 2025];28(2):58-64. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32434785/>.
9. Ye J. Patient safety of perioperative medication through the lens of digital health and artificial intelligence. *JMIR Perioper Med* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];31(6). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37256663/>.
10. González-Pérez Y, Delgado AM, Sesmero JMM. Approaching artificial intelligence to Hospital Pharmacy. *Farm Hosp* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];48(1):35-44. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39097366/>.
11. Almalki A, Jambi A, Elbehiry B, Albuti H. Improving medication dispensing for inpatients with an automated system. *Glob J Saf Healthc* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];6(4):117-25. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10887473/>.
12. Tu HN, et al. Reducing medication errors by adopting automated dispensing cabinets in critical care units. *J Med Syst* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];132(5):47-52. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37103718/>.
13. Laxton V, Maratos FA, Hewson DW, Baird A, Archer S, Stupple EJ. Effects of compartmentalized and color-coded syringe trays on the detection of anesthetic drug errors under cognitive load. *Br J Anaesth* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];132(5):911-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38336517/>.
14. Whittemore R, Knafl K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs* [Internet]. 2005 [citado 15 out 2025];52(5):546-53. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16268861/>.
15. Lin AC, Gamble JM, Gabriel MK, Hong TY. Evaluating the impact of an automated drug retrieval cabinet and robotic dispensing system in a large hospital central pharmacy. *Am J Health Syst Pharm* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];82(1):32-43. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39330997/>.
16. Chiu YJ. Automated drug verification system (AMVS): system based on edge detection and CNN classification of drugs in embedded systems. *Heliyon* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];10(9). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38742071/>.
17. Heo J, Kang Y, Lee S, Jeong DH, Kim KM. An accurate deep learning-based system for automatic pill identification: model development and validation. *J Med Internet Res* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];25(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36637893/>.
18. Ashraf AR, Végh AS, Merczel S, Gyimesi N, Fittler A. Leveraging code-free deep learning for pill recognition in clinical settings: a multicenter, real-world study of performance across multiple platforms. *Artif Intell Med* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];150(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38553153/>.

19. Hsia BM, et al. An evaluation of intravenous medication preparation times before and after implementation of first-party digital image capture functionality. *Am J Health Syst Pharm* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];80(80):663-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36860163/>.
20. Deng J, Chen Y, Zhang X, Zhou Y, Xiong B. Intelligent supervision of PIVAS drug dispensing based on image recognition technology. *PLoS One* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];19(4). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38573999/>.
21. Zheng Y, et al. Designing human-centered AI to prevent medication dispensing errors: focus group study with pharmacists. *JMIR Form Res* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];7(1):1-15. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38145475/>.
22. Aldughayfiq B, Sampali S. A framework to lower the risk of medication prescribing and dispensing errors: a usability study of an NFC-based mobile application. *Int J Med Inform* [Internet]. 2021 [citado 15 out 2025];153(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34153901/>.
23. Ramachandram DS, Tan CH, Selvaraj A, Appalasamy JR, Kow CS. The workload and satisfaction of pharmacists and pharmacy assistants after installation of an automated tablet dispensing and packaging system in a tertiary university hospital in Malaysia. *Int J Pharm Pract* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];32(1):100-3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38029419/>.
24. Alanazi MF, et al. Impact of automated drug dispensing system on patient safety. *Pharm Pract* [Internet]. 2022 [citado 15 out 2025];20(4). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36793902/>.
25. Craswell A, et al. The impact of automated medicine dispensing units on nursing workflow: a cross-sectional study. *Int J Nurs Stud* [Internet]. 2020 [citado 15 out 2025];111(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33002837/>.
26. Farsi S, Darwesh B, Jamal R, Ardawi A, Sharara M. Perception of anaesthesia staff of an automated drug dispenser as an anaesthesia workstation. *Perioper Care Oper Room Manag* [Internet]. 2022 [citado 15 out 2025];29(1). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/362385541_Perception_of_Anaesthesia_Staff_of_an_Automated_Drug_Dispenser_as_an_Anaesthesia_Workstation.
27. Mutair AA, et al. Exploring the benefits, barriers and improvement opportunities in implementing automated dispensing cabinets: a qualitative study. *Pharmacy* [Internet]. 2025 [citado 15 out 2025];13(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39998010/>.
28. Almalki A, Jambi A, Ebehiry B, Albuti H. Improving medication dispensing for inpatients with an automated system. *Glob J Qual Saf Healthc* [Internet]. 2023 [citado 15 out 2025];6(4):117-25. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10887473/>.
29. Jeffrey E, Walsh Á, Hague J, Lai K. Comparing nursing medication rounds before and after implementation of automated dispensing cabinets: a time and motion study. *Explor Res Clin Soc Pharm* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];16(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39308556/>.
30. Salby M, Alazab A, Chaudhry NT. Qualitative analysis to explore the barriers and facilitators around the implementation of automated dispensing cabinets at a large NHS Trust in England. *Explor Res Clin Soc Pharm* [Internet]. 2025 [citado 15 out 2025];17(1):100562. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39906527/>.
31. Jumeau M, Francois O, Bonnabry P. Impact of automated dispensing cabinets on dispensing errors, interruptions and pillbox preparation time. *Eur J Hosp Pharm* [Internet]. 2021 [citado 15 out 2025];30(4):237-41. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34426488/>.

32. Patterson EP, Manning KB, Schmidt MD, Provine AD. Automated dispensing cabinet overrides: an evaluation of necessity in a pediatric emergency department. *J Emerg Nurs* [Internet]. 2022 [citado 15 out 2025];48(3):319-27. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35526877/>.
33. Jessurun JG, Hunfekd NG, Dijk Bemt PM, Polinder S. Cost-effectiveness of central automated unit dose dispensing with barcode-assisted medication administration in a hospital setting. *Res Social Adm Pharm* [Internet]. 2022 [citado 15 out 2025];18(11):3980-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35853809/>.
34. Wang YC, Tsan YC, Chen MC. Implementation of an automated dispensing cabinet system and its impact on drug administration: longitudinal study. *JMIR Form Res* [Internet]. 2021 [citado 15 out 2025];5(9). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34533467/>.
35. Baraka SE, Chfchaouni AC, Bourdaime A, Lahlou O, Alaoui YE, Rahali Y. Innovation in hospital pharmacy: modeling the installation of automated dispensing systems based on an oncology hospital experience transfer. *J Oncol Pharm Pract* [Internet]. 2025 [citado 15 out 2025];31(3):388-96. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38509802/>.
36. Jeffrey E, Walsh Á, Lai K. Automated dispensing cabinets and the effect on omitted doses of ward stock medicines; can implementation reduce delays to first dose antimicrobials? *Explor Res Clin Soc Pharm* [Internet]. 2025 [citado 15 out 2025];18(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40103606/>.
37. Ruutiainen HK, Kallio MM, Kuitunen SK. Identification and safe storage of look-alike, sound-alike medicines in automated dispensing cabinets. *Eur J Hosp Pharm* [Internet]. 2021 [citado 15 out 2025];28(1):151-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33452109/>.
38. Wai DF, Merchant RF, Donneyong MM. Optimizing medication distribution in automated dispensing cabinets: dashboard implementation and evaluation. *J Pharm Pract* [Internet]. 2022 [citado 15 out 2025];36(6):1404-11. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35953085/>.
39. Wooten LR, Sadlovsky MJ, Oberhansley JM, Matulis JC 3rd, Brinkman NJ, Schroeder DR. An automated dispensing cabinet alert influences anesthesia provider medication preparation in a remifentanyl waste reduction initiative. *J Clin Anesth* [Internet]. 2024 [citado 15 out 2025];99(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39276522/>.
40. Korhonen J, Viitanen J, Lahdenne P, Sandell A, Ahntiainen H, Tolonen H. User experiences with automated dispensing cabinets in hospital wards: field study with three professional groups. *Stud Health Technol Inform* [Internet]. 2025 [citado 15 out 2025];326(1):121-12. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40357614/>.

