

Inteligência artificial no serviço farmacêutico de análise de prescrições médicas em um hospital público

Clara Lemos LEITÃO¹ , Amanda Fonseca MEDEIROS¹ , Elaine Ferreira DIAS¹ , Renan Pedra SOUZA² , Maria Auxiliadora MARTINS³ 

¹Hospital Risoleta Tolentino Neves, Minas Gerais, Brasil; ²Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil; ³Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil

Autor Correspondente: Martins, MA auxiliadorapmartins@hotmail.com

Submetido em: 31-03-2023 Reapresentado em: 28-05-2023 Aceito em: 31-03-2023

Revisão por pares duplo-cego

Resumo

Objetivo: avaliar aspectos relacionados a análise das prescrições por farmacêuticos clínicos e a taxa de erros relacionados a medicamentos após a implantação de uma ferramenta IA para análise das prescrições médicas em um hospital público de ensino de grande porte na cidade de Belo Horizonte/MG. **Método:** Trata-se de estudo observacional em que se verificou os resultados da análise das prescrições médicas realizadas em dois períodos: o primeiro (denotado ANTES), período prévio a utilização da ferramenta de IA (*NoHarm.ai*), nos meses de março a setembro de 2021; o segundo (denotado DEPOIS), compreendeu o mesmo período em 2022, já em uso da ferramenta de IA. **Resultados:** No período ANTES, verificou-se que a taxa de prescrições avaliadas foi de 0,6%, com taxa de erro de 13% e em média 85 intervenções farmacêuticas/mês, que resultaram em economia média dos custos diretos de medicamentos de R\$1020,76/mês. No período DEPOIS, verificou-se taxa de prescrições avaliadas igual a 49% e uma taxa de erro de 0,3% e a realização em média de 239 intervenções farmacêuticas/mês com valor médio de economia estimado de R\$7848,39/mês. **Conclusão:** O uso da ferramenta IA contribuiu substancialmente na análise farmacêutica das prescrições médicas com aumento médio de 50% nas prescrições avaliadas, redução em 43 vezes o número de erros e gerou quase o triplo de intervenções farmacêuticas após a implantação da ferramenta, além da economia direta obtida com essas intervenções que aumentou em sete vezes. Os resultados desse estudo apontam que a ferramenta IA analisada gerou provável economia de recursos financeiros, aumento na produtividade do serviço de Farmácia Clínica e maior segurança relacionada ao uso de medicamentos.

Palavras-chave: segurança do paciente, inteligência artificial, serviço de farmácia hospitalar, erros de medicação.

Artificial intelligence in the clinical pharmacy service in a public hospital in Belo Horizonte/MG

Abstract

Objective: to evaluate aspects related to the analysis of prescriptions by clinical pharmacists and the rate of medication-related errors after the implementation of an AI tool for the analysis of medical prescriptions in a large public teaching hospital in the city of Belo Horizonte/MG. **Method:** This is an observational study in which the results of the analysis of medical prescriptions performed in two periods were verified: the first (denoted BEFORE), period previously to the use of the AI tool (*NoHarm.ai*), in the months of March to September 2021; the second (named AFTER), comprises the same period in 2022, already in use of the AI tool. Results: In the BEFORE period, it was found that the rate of prescriptions evaluated was 0.6%, with an error rate of 13% and an average of 85 pharmaceutical interventions/month, which resulted in average savings of direct medication costs of R\$1020.76/month. In the AFTER period, there was a 49% evaluated prescription rate and a 0.3% error rate and an average of 239 pharmaceutical interventions/month, with an estimated savings of R\$ 7848.39/month. **Conclusion:** The use of an AI tool contributed substantially to the pharmaceutical analysis of medical prescriptions with an average increase of 50% in the prescriptions evaluated, a 43-fold reduction in the number of errors and generated almost triple the number of pharmaceutical interventions after the implementation of the tool, in addition to the direct savings obtained with these interventions that increased sevenfold. The results of this study show that the use of an AI tool probable save of financial resources, increased productivity of the Clinical Pharmacy Service, and increased safety related to the medication use.

Key words: artificial intelligence, patient safety, pharmacy; medication errors.



Introdução

Eventos adversos são definidos como lesões ou danos não intencionais que resultam em morte, incapacidade ou disfunção temporária ou permanente, ou estadia hospitalar prolongada em decorrência a cuidados de saúde¹. Dentre os eventos adversos estão os erros de medicação (EM), que podem ser compreendidos como “qualquer evento evitável que possa causar ou levar ao uso inadequado de medicamentos ou danos ao paciente enquanto o medicamento está sob o controle do profissional de saúde, do paciente ou do consumidor”².

EM causam, pelo menos, uma morte por dia nos Estados Unidos (EUA) e danos a aproximadamente 1,3 milhão de pessoas anualmente. Estima-se um custo anual associado aos EM da ordem de US\$ 42 bilhões, quase 1% do total de despesas em saúde mundiais³. Neste contexto, serviços e agências de saúde de todo o mundo vêm transformando a visão sobre a qualidade em saúde e incorporaram a segurança do paciente como uma de suas dimensões, destacando uma agenda prioritária com vistas à melhoria do cuidado⁴.

Os EM englobam os erros de prescrição e estes podem ocorrer em diversas etapas do cuidado, perpassando desde o processo de decisão terapêutica até a redação da prescrição propriamente dita, podendo resultar em danos em 70% dos casos⁵. Dados na literatura registraram que quatro a cada 1.000 prescrições contêm erros. Além disso, outros dados dos EUA mostraram que tais erros geraram gastos adicionais com assistência médica estimados em mais de US\$ 20 bilhões por ano⁶.

Uma estratégia de prevenção de erros de medicação reconhecida na literatura é a revisão da farmacoterapia por farmacêuticos clínicos treinados⁷. As intervenções da farmácia clínica podem contribuir para a qualidade do cuidado, incrementando segurança e eficiência, por meio da otimização dos resultados da farmacoterapia, identificação e prevenção de problemas relacionados ao uso de medicamentos⁸.

Embora a revisão das prescrições seja uma barreira de segurança para o cuidado já regulamentada no Brasil, os serviços de Farmácia Clínica enfrentam desafios para sua implantação de forma consolidada e consistente. Alguns fatores podem explicar essa lacuna, como os recursos financeiros escassos no setor que impactam no dimensionamento dos serviços de farmácia, bem como a necessidade de profissionais treinados, e o número crescente de internações combinado à complexidade dos pacientes. Assim, percebe-se a necessidade de priorizar os pacientes com potencial de apresentarem mais erros de medicação, utilizando critérios objetivos e ferramentas tecnológicas para otimização do processo⁹.

Nestas circunstâncias, têm surgido diversas ferramentas, dentre elas, a inteligência artificial (IA), que permite suporte à decisão dos riscos clínicos, com base nas informações do prontuário eletrônico e auxilia na priorização de pacientes com maior potencial de evento adverso. O algoritmo classifica as prescrições atípicas – conforme o padrão do banco de dados - permitindo otimização e agilidade no processo de revisão da farmacoterapia realizada por farmacêuticos clínicos¹⁰. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos relacionados a análise das prescrições por farmacêuticos clínicos e a taxa de erros relacionados a medicamentos após a implantação de uma ferramenta IA para análise das prescrições médicas em um hospital público de ensino de grande porte na cidade de Belo Horizonte/MG.

Métodos

Desenho do estudo

O presente estudo é observacional e aborda o uso de ferramenta de IA no serviço farmacêutico de análise de prescrições médicas em um hospital. Foram verificados os resultados da análise de prescrições médicas realizadas em dois períodos: o primeiro (denotado ANTES), período prévio a utilização da ferramenta de IA (*NoHarm.ai*), nos meses de março a setembro de 2021; o segundo (denotado DEPOIS), compreende o mesmo período em 2022, já em uso da ferramenta de IA. A coleta de dados retrospectivos ocorreu em outubro de 2022, a partir dos relatórios gerados na plataforma *NoHarm.ai* e planilhas de indicadores do serviço, utilizando o *Microsoft Excel*[®], gerando uma análise agregada das informações. Não houve mudança na forma de registro das informações durante o período de estudo. Para mensuração da economia foi considerado apenas o custo direto do medicamento - valor unitário do medicamento (baseado no custo médio do produto) multiplicado pela frequência posológica e tempo de tratamento. Nos casos em que não houve período pré-estabelecido de tratamento, multiplicou-se o valor unitário pela posologia considerando sete dias de internação. O presente projeto foi aprovado na instituição pela Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa e Extensão pertencente ao Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão (CAPPE/NEPE) sob a égide do parecer 12/2022. O termo de consentimento informado não foi requerido, pois não houve recrutamento individual de participantes.

Local do estudo

O hospital é uma unidade de ensino, vinculado ao Sistema Único de Saúde (SUS), sendo referência para mais de 1,5 milhão de residentes no eixo norte de Belo Horizonte/MG e municípios adjacentes, com funcionamento sem regulação da demanda - porta-aberta 24 horas. A instituição possui 400 leitos, tendo realizado, em média, 5080 atendimentos de urgência e 1076 internações no ano de 2022. Conta com seis salas cirúrgicas e produção média de 445 procedimentos ao mês, ambulatório de anticoagulação e de egressos para diferentes condições clínicas – atendimento ortopédico, vascular, neurológico, paliativo e clínica médica. O modelo assistencial é baseado em quatro linhas de cuidado: cuidado clínico, cuidado cirúrgico, cuidado materno-infantil e cuidado intensivo.

A visão assistencial da instituição tem como premissa a integração de equipes multiprofissionais. A equipe de farmácia era composta por 14 farmacêuticos distribuídos entre os processos que compõem o ciclo da assistência farmacêutica (11 farmacêuticos não clínicos e três clínicos, antes da IA e, a partir de julho de 2022, redistribuídos em nove não clínicos e cinco clínicos), quatro farmacêuticos residentes e dois acadêmicos de farmácia, além dos auxiliares de farmácia, almoxarife e administrativos. Dentre as atividades clínicas realizadas estão a conciliação medicamentosa, o acompanhamento farmacoterapêutico, a análise técnica das prescrições, educação em saúde, a terapia sequencial e o atendimento ambulatorial.

A ferramenta

A *NoHarm.ai* faz interface com o sistema operacional do hospital (*MVSOL*[®]) e *software* de gestão laboratorial *Matrix*[®] buscando identificar fatores de risco do paciente, como idade,



tempo de internação, exames laboratoriais alterados, alertas na prescrição para duplicidade terapêutica, alergia a medicamento, reatividade cruzada, toxicidade e doses de alerta. Além disso, identifica os fatores de risco da prescrição como a presença de antimicrobianos, medicamentos de alta vigilância, controlados, não padronizados, medicamentos a serem administrados por sonda e medicamentos prescritos com alguma diferença da prescrição anterior.

(...) IA da NoHarm.ai gera um escore de acordo com a distância entre os pontos de dose x frequência mais comumente prescrita, sendo escore 0 para as posologias mais comuns (pontos mais densos - verdes) e 3 para as posologias mais incomuns (pontos menos densos - vermelhos), utilizando os dados do próprio hospital. Esse trabalho foi validado pelos desenvolvedores da ferramenta, por meio da avaliação da acurácia, quando analisado o acerto do algoritmo avaliando *overdose* e *subdose* pré-definido¹¹.

Dessa forma, a NoHarm.ai consegue calcular o escore global do paciente (Figura 1). Quanto maior o escore, maior o risco. A indicação das prescrições ou pacientes de maior risco auxilia na otimização da avaliação e das intervenções farmacêuticas.

A avaliação farmacêutica

A análise de todas as prescrições era sempre realizada pelo farmacêutico clínico e permitia a detecção de incidentes de segurança (também chamados de quase erros). A ferramenta tornou o processo mais célere, ao concatenar em si todas as telas necessárias – exames laboratoriais, prescrições, informações de prontuário e informações técnicas sobre medicamentos colhidas em bases de dados seguras. A metodologia de trabalho utilizada

para detecção e registro de erros de prescrição adotada pela instituição está em consonância com a Portaria 2.095, de 24 de setembro de 2013¹².

Para obter maior agilidade no momento de avaliar as prescrições, o farmacêutico poderia optar por três priorizações diferentes: por prescrições - permite a visualização isolada da prescrição; por pacientes - por meio de prescrições agregadas, uma visão ampla do estado clínico do indivíduo; e de conciliações, como uma nova funcionalidade de visualização dos medicamentos de uso contínuo ou esporádico do paciente, assim como forma farmacêutica, dose e frequência. Neste estudo, foi utilizada majoritariamente a priorização por prescrição.

Foram analisadas as prescrições dos setores de clínica médica (CLM), clínica cirúrgica (CC), pronto atendimento (PA), terapia intensiva e semi-intensiva (CTI/SI). Todos os farmacêuticos (5), residentes farmacêuticos (4) e acadêmicos de farmácia (2) que participaram das análises de prescrições foram treinados previamente para o uso da ferramenta. O contingente total de profissionais variou durante o estudo, devido a afastamentos por férias, ou licenças. As avaliações ocorreram de segunda a sexta-feira, entre 10:00 e 17:00hs, e cada profissional dispunha de um computador com acesso à internet. Não houve avaliação farmacêutica no período noturno, finais de semana e feriados. A avaliação concluída gerou uma checagem da prescrição na ferramenta, para evidenciar que ela já passou pelo crivo técnico de um profissional. Esta verificação não estava atrelada à dispensação do medicamento. Frente à necessidade de fundamentação técnica para avaliação de potenciais problemas relacionados ao uso de medicamentos, foram usadas bases de dados como *Micromedex*®, *Up to date*® e *Sanford*®.

Intervenções relacionadas a erros foram realizadas imediatamente

Figura 1 Exemplo ilustrando o método de cálculo dos escores de medicamentos.

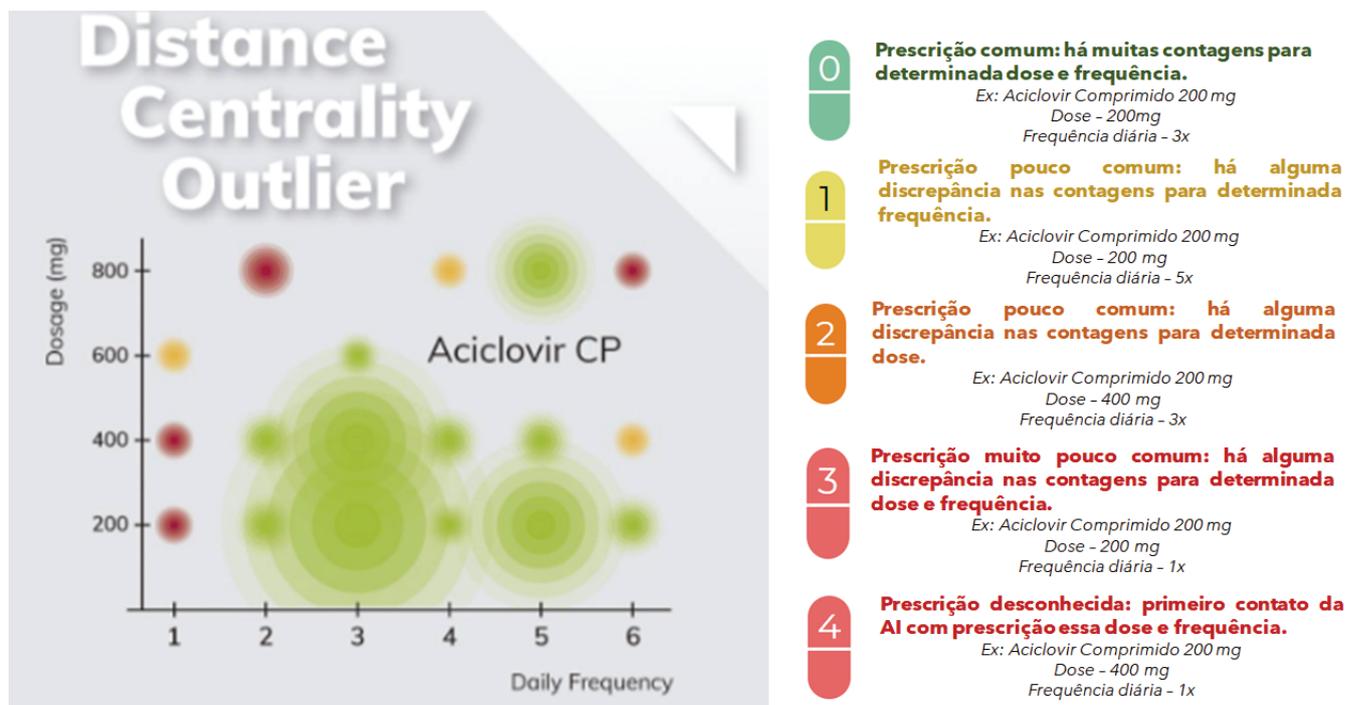


Figura fornecida pela NoHarm.ai em sua base de conhecimento; CP: comprimido

junto ao prescritor ou na indisponibilidade desse, junto ao plantonista. Intervenções de otimização da farmacoterapia foram realizadas no plantão seguinte junto ao prescritor de referência. As intervenções foram realizadas presencialmente ou por telefone. Intervenções que geraram alterações na prescrição foram realizadas pelo médico prescritor, exceto para prescrição de exames laboratoriais de monitorização terapêutica que foram realizadas pelo próprio farmacêutico, conforme previsto no inciso XII do art. 7º da Resolução CFF no 585/2013¹³. O desfecho das intervenções foi registrado na própria plataforma de análise da prescrição.

Definição das variáveis

A partir dos dados de interesse, foram descritos aspectos relacionados à estrutura, tais como a área física da farmácia clínica, número de computadores disponíveis, *software* utilizado e o dimensionamento e alocação da equipe de farmácia hospitalar. Os dados referentes ao processo foram concatenados em dias úteis e não úteis (sábado, domingo e feriados). As variáveis de interesse foram: (i) número total e percentual de prescrições emitidas; (ii) número total e percentual de prescrições avaliadas; (iii) taxa de prescrições validadas (taxa obtida pela divisão do nº total de prescrições avaliadas pelo nº total de prescrições emitidas x 100); (iv) número total e percentual de itens prescritos; (v) número total e percentual de itens validados; (vi) taxa de erro de prescrições (taxa obtida pela divisão do nº total de itens com erros pelo nº total de itens avaliados x 100)¹² os seis parâmetros anteriores foram compilados de forma global (**Figura 2**) e por setor (**Figura 3**). Foram consideradas todas as intervenções feitas pelo serviço de farmácia clínica e não apenas as advindas da análise

de prescrição, sendo as demais variáveis: (vii) número total e percentual de intervenções; (viii) número total e percentual de aceitabilidade das intervenções por mês; (ix) fonte; (x) tipos de intervenções realizadas; e (xi) economia direta mensurável.

Análise estatística

Foram realizadas análises estatísticas descritivas, apresentando os números absolutos, média, e gráficos de tendências, considerando as variáveis independentes. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (versão 4.0; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria). O estudo foi conduzido e reportado em acordo com o roteiro de redação científica DEPICT (*Descriptive Elements of Pharmacist Intervention: Characterization Tool*)¹⁴, versão 2.

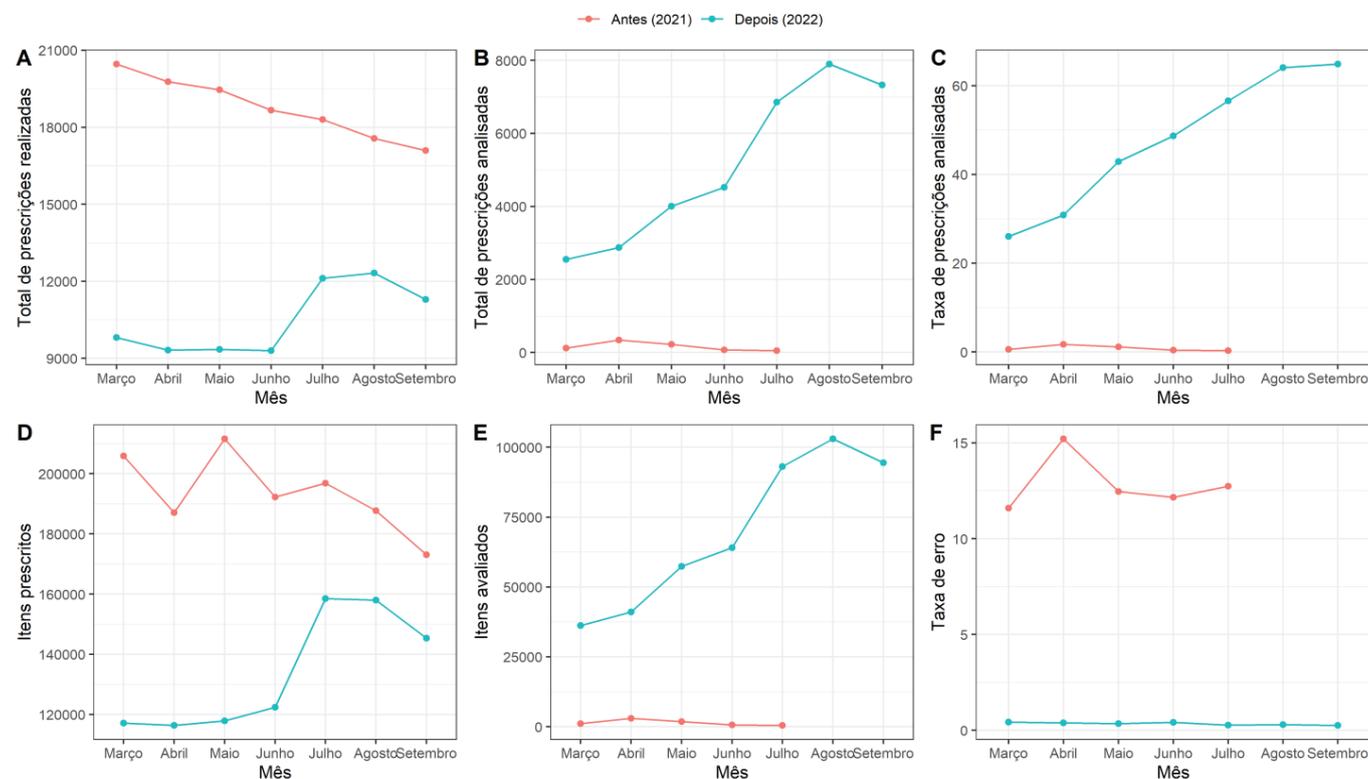
Resultados

No primeiro período de análise, denotado período ANTES, verificou-se que a taxa média de prescrições avaliadas foi próxima de 0,6% e em dias úteis, representou 0,8%. No segundo período, denotado período DEPOIS, verificou-se taxa média de prescrições avaliadas igual a 49,0% e 67,0% em dias úteis (**Figura 2C**).

ANTES da implantação da ferramenta, a taxa de erro de prescrição foi de 13%. Verificou-se no período DEPOIS, uma taxa de erro de prescrição de 0,3% (**Figura 2F**).

No primeiro período ANTES, a taxa de prescrições médicas avaliadas no setor de CLM foi de 2%. DEPOIS, no mesmo setor,

Figura 2. Variáveis relacionadas a análise das prescrições médicas ANTES E DEPOIS

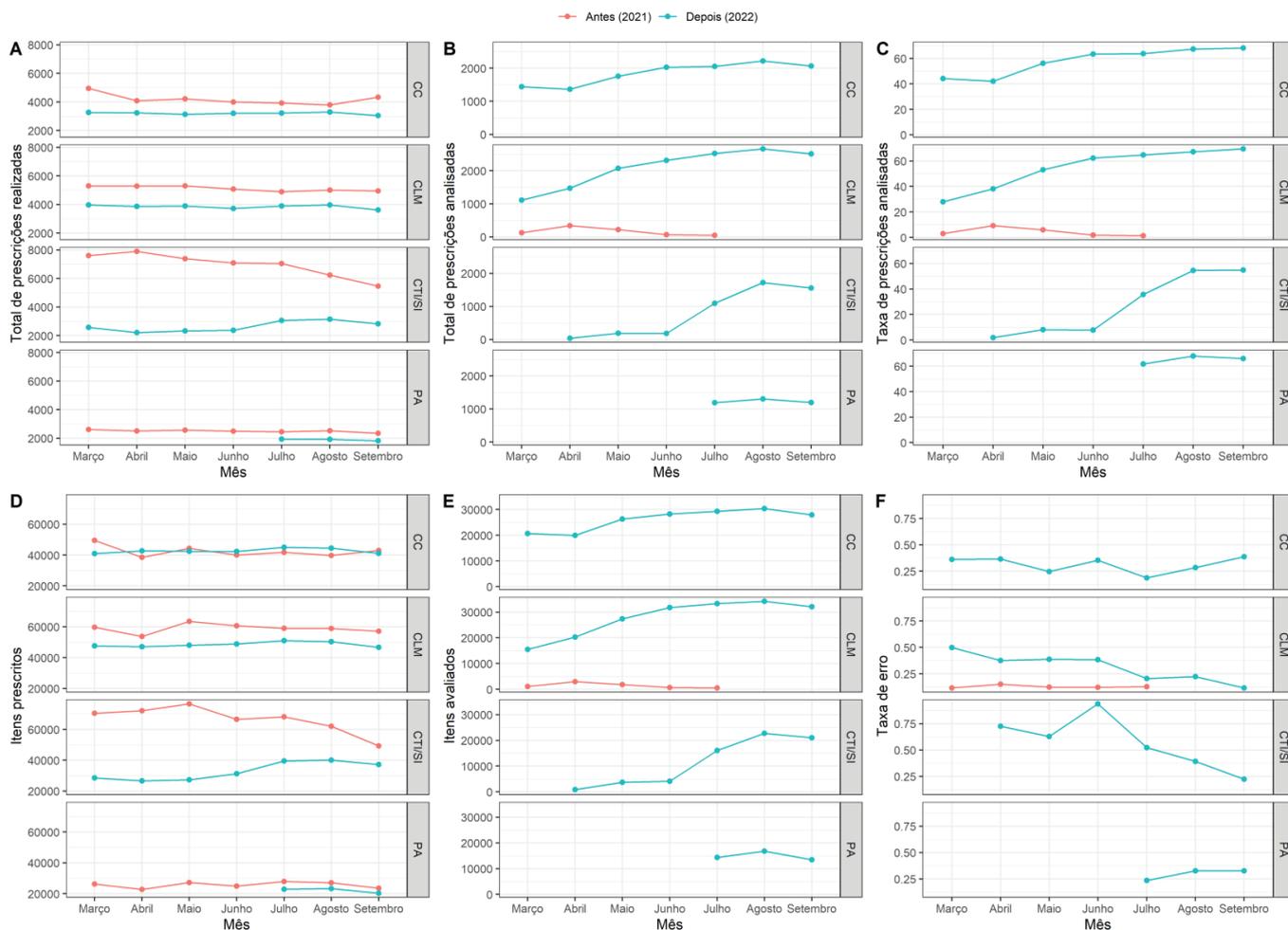


a taxa de prescrições avaliadas foi de 54% (Figura 3C). A taxa de erro na CLM corresponde a 13,5% e no período DEPOIS, a taxa de erro foi de 0,3% (Figura 3F). Os demais parâmetros relacionados à análise das prescrições foram detalhados no

material suplementar.

Quanto às intervenções farmacêuticas, no período ANTES, foram realizadas 618 intervenções farmacêuticas (média de 85 intervenções/mês). No período DEPOIS, verificou-se a realização

Figura 3. Variáveis relacionadas à análise das prescrições médicas por setor ANTES e DEPOIS



CLM: clínica médica; CC: clínica cirúrgica; PA: Pronto Atendimento; CTI/SI: Centro de Terapia Intensiva/semi-intensiva

de 1731 intervenções (média de 239 intervenções/mês).

Dentre as intervenções realizadas ANTES, 554 foram aceitas (89%). No período DEPOIS, 1674 intervenções foram aceitas (78%).

Foi possível verificar que ANTES, a análise de prescrição foi a fonte de 27 intervenções farmacêuticas (média de quatro intervenções decorrentes da análise de prescrição por mês). DEPOIS, esta foi a fonte de 1342 intervenções (média de 192 intervenções decorrentes da análise de prescrição por mês).

ANTES, o principal tipo de intervenção realizada correspondeu a educação em saúde, média de 25/mês. DEPOIS, o ajuste de dose foi o tipo de intervenção mais realizado, em média 80/mês.

Os dados completos referentes às intervenções farmacêuticas realizadas estão descritos no material suplementar.

No período ANTES, a economia média dos custos diretos de medicamentos e foi de R\$1020,76/mês. No período DEPOIS, o valor médio estimado foi de R\$7848,39/mês (Tabela 1).

Tabela 1. Economia direta com as intervenções ANTES e DEPOIS, Belo Horizonte, 2022

Meses analisados	Intervenções Realizadas		Redução de Custos Diretos (R\$)	
	2021	2022	2021	2022
Março	66	119	1.894,19	6.139,60
Abril	102	150	1.114,76	5.145,63
Mai	88	221	631,36	3.319,50
Junho	102	280	1.718,39	15.270,64
Julho	75	303	765,85	8.245,64
Agosto	70	372	-	11.555,44
Setembro	116	286	-	5.262,29
Total	619	1.445	6.124,55	54.938,74

Nos meses de agosto e setembro as análises de prescrições não foram realizadas.



Tabela 2. Parâmetros relacionados a estrutura, processo e resultado ANTES e DEPOIS

Parâmetros avaliados	Antes	Depois
Estrutura		
Área física	20 m ²	32m ²
Computadores disponíveis	3	9
Software utilizado	MV 2000i®	MV Soul® e NoHarm.ai
Farmacêuticos/setor		
Coordenação	1 farmacêutico	1 farmacêutico
Plantonista	4 farmacêuticos	4 farmacêuticos
SCIH	1 farmacêutico	-
Assistência farmacêutica	7 farmacêuticos	5 farmacêuticos
Farmácia Clínica	2 farmacêuticos, 4 farmacêuticos residentes, 2 acadêmicos	5 farmacêuticos, 4 farmacêuticos residentes, 2 acadêmicos
Processo		
Análise de prescrição	2 farmacêuticos residentes realizavam as análises apenas do setor de CLM e demais atividades clínicas	5 farmacêuticos, 4 farmacêuticos residentes e 1 acadêmico de farmácia realizavam as análises dos setores de CLM, CC, PA, CTI/SI e demais atividades clínicas
Resultado		
Indicadores de análise de prescrição, farmacoeconomia, intervenções farmacêuticas	Registro na planilha de indicadores da instituição	Registro na planilha de indicadores da instituição

SCIH: serviço de controle de infecção hospitalar; CLM: Clínica médica; CC: Clínica cirúrgica; PA: Pronto Atendimento; CTI/SI: Centro de terapia intensiva/semi-intensiva

Discussão

Nesse estudo, observou-se que o uso da IA otimizou o processo de análise de prescrições, o qual representa uma etapa importante para a promoção da segurança dos pacientes em uso de medicamentos. Houve um crescimento médio de 50% da quantidade de prescrições analisadas, após as mudanças no serviço. A taxa de erros de prescrição reduziu em 43 vezes e o número de intervenções realizadas pelos farmacêuticos, após a implantação da ferramenta, quase triplicou (2,8), sendo o ajuste de dose o principal motivo de intervenção. A economia direta obtida com essas intervenções aumentou em sete vezes.

Donabedian propôs a tríade “estrutura”, “processo” e “resultado”, para avaliação da qualidade dos serviços de saúde. Sob essa perspectiva, supõe-se que uma boa estrutura aumenta a chance de alicerçar processos e obter bons resultados¹⁵. A série histórica mostra que a taxa de prescrições avaliadas foi crescendo gradualmente após a implantação da ferramenta atingindo 65% no último mês de análise. Esse resultado foi influenciado por aspectos da estrutura, como o aumento da área física, *hardwares*, *softwares* e redistribuição de profissionais, além de aspectos da organização do processo, como a remodelagem do funcionamento da farmácia clínica com inversão de processos entre os turnos matutino e vespertino, além da concentração de atividades de análise das prescrições no turno da tarde. A interface da ferramenta de IA com os programas de gestão hospitalar, gestão laboratorial e bases de conhecimento também tornam mais célere a análise das prescrições pelo farmacêutico. Tais feitos decorrem também da curva de aprendizado do algoritmo e da equipe já mais familiarizada com o manejo da ferramenta.

Quanto à atuação do profissional farmacêutico em diferentes setores do serviço, o enfoque era exclusivo na CLM já que se tratava de área destinada a internação de pacientes idosos, objeto de acompanhamento e análise farmacoterapêutica dos residentes farmacêuticos em saúde do idoso. A partir do mês de julho, houve uma reestruturação do Serviço de Farmácia Hospitalar e outros três farmacêuticos foram deslocados de atividades da assistência farmacêutica em geral para atividades exclusivas da farmácia clínica. Ao fim do período avaliado, a taxa de análise de prescrições aumentou 75 vezes em comparação ao mesmo

período de 2021. A presença constante de farmacêuticos por setores de enfermaria resulta em maior número de intervenções, redução significativa da incidência de erros de prescrição e de eventos adversos (EA) evitáveis e maior porcentagem de aceitação^{16,17}.

Os pacientes internados em unidade de terapia intensiva têm risco aumentado de erros de medicação e EA evitáveis, devido à natureza crítica de suas doenças, polifarmácia, prevalente utilização de medicamentos potencialmente perigosos, e alta frequência de alterações na farmacoterapia¹⁸. Em 2021, as prescrições dessa unidade representaram 37% do total (n=131.296) das prescrições médicas avaliadas entre os quatro setores estudados, evidenciando os resultados das ações adotadas para o cumprimento da agenda regulatória nacional^{12, 13,19}.

O uso de uma ferramenta de IA de priorização de prescrições por seu risco de conter pelo menos um problema relacionado a medicamentos, permite uma abordagem mais precisa e ágil da revisão pelos farmacêuticos clínicos, bem como melhora de forma considerável a segurança dos pacientes²⁰. A taxa de erros de prescrição caiu de 13 para 0,3%. A IA otimizou o processo e, com um volume maior de medicamentos avaliados pelos farmacêuticos, houve também aumento da acurácia do indicador de erros de prescrição, pois o denominador tornou-se mais próximo do número total de medicamentos prescritos. Outra proposição, é que com o cuidado farmacêutico mais capilarizado, dúvidas eram discutidas com equipe multiprofissional antes da emissão da prescrição, o que pode ter evitado erros na decisão ou na redação da prescrição. Além disso, mais intervenções foram realizadas, protocolos revistos e discussões *in loco* foram difundidas, levando à maior atenção do profissional na emissão de próximas prescrições.

Durante o período do estudo, observou-se aumento da média mensal de intervenções relacionadas ao uso de medicamentos, de 85 para 239. A reorganização do fluxo de trabalho da farmácia clínica, a partir da introdução da IA, possibilitou a manutenção das intervenções já realizadas anteriormente no serviço, como as ações de educação em saúde, além de expandir para outros tipos de intervenção voltadas para a segurança do paciente durante a internação, como por exemplo o ajuste de dose. O regime posológico incorreto

protagoniza um dos erros de prescrição mais comuns^{21,22,23}. Estudos anteriores demonstraram que o principal motivo para intervenções farmacêuticas esteve relacionado à dose e que a participação dos farmacêuticos pode prevenir problemas relacionados ao uso de medicamentos e reduzir a taxa geral de ocorrência de erros de medicação, com economia potencial de até US\$2.657.820^{21,24,25}.

Quanto à aceitabilidade das intervenções, a taxa média caiu de 88% para 75%, resultados ainda consonantes com a literatura que demonstrou que a taxa de aceitabilidade das intervenções farmacêuticas era superior a 70% em mais de 60% dos estudos verificados^{21,26,27,28}. Compete ao farmacêutico, com raciocínio clínico crítico e aprofundado, buscar somar os dados da prescrição e dados do prontuário eletrônico para apresentar as evidências da proposta de intervenção e o risco/benefício, para que junto ao prescritor decidam o plano terapêutico que trará benefícios diretos e indiretos para a saúde e segurança do cuidado ao paciente, contribuindo com a promoção de resultados clínicos mais satisfatórios, mediante rotinas sistemáticas de análise das prescrições e o estímulo à prescrição segura. No entanto, o tempo empregado para a análise é escasso e não permite a coleta à beira leito de outros aspectos individuais e subjetivos do paciente que podem interferir na utilização racional e segura de medicamentos. Por isso, ao abordar o médico assistente, algumas intervenções propostas podem não ter sido aceitas.

Discutir sobre problemas relacionados ao uso de medicamentos envolve, principalmente, aspectos da segurança do paciente. Porém, enquanto insumos, seu uso inadequado também está relacionado a um incremento substancial em custos assistenciais e a sustentabilidade financeira das instituições. Neste estudo evidenciou-se uma economia relacionada a medicamento de R\$6124,00 para R\$54938,74 com a utilização da IA. No entanto, a comparação com a literatura é complexa, devido aos diferentes delineamentos de estudos e do perfil de pacientes das instituições²⁹.

Como pontos fortes desse estudo, destaca-se a notoriedade do tema reportando resultados em um hospital público de ensino. Como limitação, destaca-se o fato de a pesquisa ter sido realizada em centro único, com potencial viés de informação, já que as planilhas de dados são lançadas por cada profissional, que pode se esquecer ou realizar de forma incompleta tais registros. Além disso, a ferramenta de IA detecta padrões de prescrição, o que por si só pode ser uma limitação na identificação de erros de prescrição, já que uma prática fundamentada em um *guideline* desatualizado não seria identificada pela IA. Não obstante, ferramenta alguma capta a completude e a singularidade de cada paciente e suas necessidades, que só podem ser vistas a beira-leito com outros processos de cuidado, sendo a análise da prescrição uma etapa de um processo mais amplo, que é o acompanhamento farmacoterapêutico. Outro fator confundidor foi a alteração na estrutura física, tecnológica, no dimensionamento de recursos humanos e de processos de trabalho, concomitante a implantação da ferramenta de IA.

Conclusão

A utilização de uma ferramenta IA, juntamente a melhorias de estrutura e otimização dos processos, interferiu substancialmente na análise farmacêutica das prescrições médicas em um hospital de ensino com aumento médio de 50% no volume de prescrições avaliadas. A taxa de erros de prescrição foi reduzida em 43 vezes (0,3%) e o número de intervenções realizadas pelos farmacêuticos após a implantação da ferramenta quase triplicou (239/mês),

sendo o ajuste de dose o principal motivo de intervenção. A economia direta obtida com essas intervenções aumentou em sete vezes. Os resultados desse estudo sugerem que ferramentas de IA podem agregar qualidade ao processo de análise de prescrições na Farmácia Hospitalar. A inter-relação entre a estrutura, os processos e os resultados na Farmácia Hospitalar enquanto unidade essencial mostra-se fundamental para promoção da qualidade do cuidado e segurança do paciente.

Fontes de financiamento

Os autores declaram que a pesquisa não recebeu financiamento específico para a sua realização.

Conflito de interesses

Os autores declaram não possuir conflito de interesses.

Colaboradores

Após a conclusão do estudo, as colaborações foram destacadas conforme padrões estabelecidos ICMJE, disponível no site <https://www.icmje.org/>. CLL, AFM e MAM conceberam o projeto; CLL coletou os dados; CLL e AFM analisaram e interpretaram os dados e redigiram o artigo; RPS realizou a estatística; MAM e EFD revisaram criticamente o artigo. Todos os autores leram e concordam com a versão final sendo responsáveis por todos os aspectos do trabalho na garantia da exatidão e integridade de qualquer parte da obra.

Agradecimentos

Agradecemos ao Hospital em que o estudo foi conduzido pelo fomento ao cuidado seguro de nossos pacientes e apoio na implantação da ferramenta de inteligência artificial e ao Ministério da Educação pelo financiamento da residência multiprofissional em saúde.

Referências

1. Mendes W, Martins M, Rozenfeld S, Travassos C. The assessment of adverse events in hospitals in Brazil. *Int J Qual Health Care*. 2009 Aug;21(4):279-84. DOI: 10.1093/intqhc/mzp022.
2. National Coordinating Council for Medication Error Reporting and Prevention. What is a Medication Error? Available in: <https://www.nccmerp.org/about-medication-errors>. Accessed on 16th January 2023.
3. World Health Organization. Medication Without Harm. Available in: <https://www.who.int/initiatives/medication-without-harm>. Accessed on 13th May 2022.
4. Luxford K. 'First, do no harm': shifting the paradigm towards a culture of health. *Patient Exp J* 2016;3:5-8. DOI: <https://doi.org/10.35680/2372-0247.1189>.
5. Instituto para práticas seguras no uso de medicamentos. Prevenção de erros de prescrição. *Boletim ISMP* 2021;10. Available in: <https://www.ismp-brasil.org/site/wp-content/uploads/2021/03/Boletim-ISMP-Prevencao-Erros-Prescricao.pdf>. Accessed on 14th January 2023.



6. Schiff GD, Volk LA, Volodarskaya M, *et al.* Screening for medication errors using an outlier detection system. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*. 2017 Mar;24(2):281-287. DOI: 10.1093/jamia/ocw171.
7. Corny J, Rajkumar A, Martin O, Dode X, Lajonchère JP, Billuart O, Bézie Y, Buronfosse A. A machine learning-based clinical decision support system to identify prescriptions with a high risk of medication error. *J Am Med Inform Assoc*. 2020 Nov 1;27(11):1688-1694. DOI: 10.1093/jamia/ocaa154.
8. Botelho SF, Neiva Pantuzza LL, Marinho CP, Moreira Reis AM. Prognostic prediction models and clinical tools based on consensus to support patient prioritization for clinical pharmacy services in hospitals: A scoping review. *Res Social Adm Pharm*. 2021 Apr;17(4):653-663. DOI: 10.1016/j.sapharm.2020.08.002.
9. Alshakrah MA, Steinke DT, Lewis PJ. Patient prioritization for pharmaceutical care in hospital: A systematic review of assessment tools. *Res Social Adm Pharm*. 2019 Jun;15(6):767-779. DOI: 10.1016/j.sapharm.2018.09.009.
10. Santos HDP. Applying machine learning to electronic health records: a study on two adverse events. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação - Doutorado em Ciência da Computação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2021. Available in: <https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/17324>. Accessed on 14th January 2023.
11. NoHarm.ai. Como a IA da NoHarm calcula os escores dos medicamentos? n.d. <https://noharm.octadesk.com/kb/article/escore-e-tags-clicaveis>. Accessed on 16th January 2023.
12. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.095. Aprova os Protocolos Básicos de Segurança do Paciente; 2013. Available in https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt2095_24_09_2013.html. Accessed on 13th May 2022.
13. Conselho Federal de Farmácia. Resolução nº 585 de 29 de agosto de 2013. Regulamenta as atribuições clínicas do farmacêutico e dá outras providências. Available in <https://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucoes/585.pdf>. Accessed on 13th May 2022.
14. Rotta I, Salgado TM, Felix DC, Souza TT, Correr CJ, Fernandez-Llimos F. Ensuring consistent reporting of clinical pharmacy services to enhance reproducibility in practice: an improved version of DEPICT. *J Eval Clin Pract*. 2015 Aug;21(4):584-90. DOI: 10.1111/jep.12339.
15. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. 1966. *Milbank Q*. 2005;83(4):691-729. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2005.00397.x.
16. Ooi PL, Zainal H, Lean QY, Ming LC, Ibrahim B. Pharmacists' Interventions on Electronic Prescriptions from Various Specialty Wards in a Malaysian Public Hospital: A Cross-Sectional Study. *Pharmacy (Basel)*. 2021 Oct 1;9(4):161. DOI: 10.3390/pharmacy9040161.
17. Klopotoska JE, Kuiper R, van Kan HJ, de Pont AC, Dijkgraaf MG, Lie-A-Huen L, Vroom MB, Smorenburg SM. On-ward participation of a hospital pharmacist in a Dutch intensive care unit reduces prescribing errors and related patient harm: an intervention study. *Crit Care*. 2010;14(5):R174. DOI: 10.1186/cc9278.
18. Moyen E, Camiré E, Stelfox HT. Clinical review: medication errors in critical care. *Crit Care*. 2008;12(2):208. DOI: 10.1186/cc6813.
19. Conselho Federal de Farmácia. Resolução nº 675, de 31 de outubro de 2019. Regulamenta as atribuições do farmacêutico clínico em unidades de terapia intensiva, e dá outras providências; 2019. Available in: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/11/2019&jornal=515&pagina=128&totalArquivos=133><https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=21/11/2019&jornal=515&pagina=128&totalArquivos=133>. Accessed on 22th January 2023.
20. Levivien C, Cavagna P, Grah A, Buronfosse A, Courseau R, Bézie Y, Corny J. Assessment of a hybrid decision support system using machine learning with artificial intelligence to safely rule out prescriptions from medication review in daily practice. *Int J Clin Pharm*. 2022 Apr;44(2):459-465. DOI: 10.1007/s11096-021-01366-4.
21. Reis WC, Scopel CT, Correr CJ, Andrzejewski VM. Analysis of clinical pharmacist interventions in a tertiary teaching hospital in Brazil. *Einstein (Sao Paulo)*. 2013 Apr-Jun;11(2):190-6. DOI: 10.1590/s1679-45082013000200010.
22. Lewis PJ, Dornan T, Taylor D, Tully MP, Wass V, Ashcroft DM. Prevalence, incidence and nature of prescribing errors in hospital inpatients: a systematic review. *Drug Saf*. 2009;32(5):379-89. DOI: 10.2165/00002018-200932050-00002.
23. Korb-Savoldelli V, Boussadi A, Durieux P, Sabatier B. Prevalence of computerized physician order entry systems-related medication prescription errors: A systematic review. *Int J Med Inform*. 2018 Mar;111:112-122. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2017.12.022.
24. Naseralallah LM, Hussain TA, Jaam M, Pawluk SA. Impact of pharmacist interventions on medication errors in hospitalized pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Clin Pharm*. 2020 Aug;42(4):979-994. DOI: 10.1007/s11096-020-01034-z.
25. Tasaka Y, Tanaka A, Yasunaga D, Asakawa T, Araki H, Tanaka M. Potential drug-related problems detected by routine pharmaceutical interventions: safety and economic contributions made by hospital pharmacists in Japan. *J Pharm Health Care Sci*. 2018 Dec 13;4:33. DOI: 10.1186/s40780-018-0125-z.
26. Barros ME, Araújo IG. Evaluation of pharmaceutical interventions in an intensive care unit of a teaching hospital. *Rev Bras Farm Hosp Serv Saude*. 2021;12(3):0561. DOI: 10.30968/rbfhss.2021.123.0561.
27. Blum MR, Sallevelt BTGM, Spinewine A, O'Mahony D, Moutzouri E, Feller M, *et al.* Optimizing Therapy to Prevent Avoidable Hospital Admissions in Multimorbid Older Adults (OPERAM): Cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2021;374. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n1585>.
28. Dias D, Wiese LPL, Pereira EM, Fernandes FM. Evaluation of pharmaceutical clinical interventions in the icu of a public hospital of Santa Catarina. *Rev Bras Farm Hosp Serv Saude*, 9(3): 1-5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30968/rbfhss.2018.093.005>.
29. Arantes T, Durval C, Pinto V. Avaliação da economia gerada por meio das intervenções farmacêuticas realizadas em um hospital universitário terciário de grande porte. *Clin Biomed Res* 2020;40:96-104. DOI: <https://doi.org/10.22491/2357-9730.95646>.