



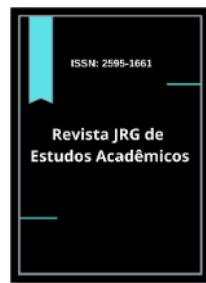
ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://periodicos.capes.gov.br/index.php/jrg)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:
<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Uso de medicamentos potencialmente inapropriados em idosos na atenção primária à saúde

Use of Potentially Inappropriate Medications in Older Adults in Primary Health Care

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2798

ARK: 57118/JRG.v8i19.2798

Recebido: 08/12/2025 | Aceito: 15/12/2025 | Publicado on-line: 16/12/2025

Priscila Cerqueira Ciarlini Moreira¹

<https://orcid.org/0009-0008-9317-0522>

<http://lattes.cnpq.br/5106380033968989>

Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde - FEPECS/SES, DF, Brasil
E-mail: priscila.ciarlini84@gmail.com

Rafael Cardinali Rodrigues²

<https://orcid.org/0000-0003-3746-3909>

<http://lattes.cnpq.br/8756226371293942>

Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde - FEPECS/SES, DF, Brasil
E-mail: Rafaelcardinali@gmail.com



Resumo

Grande parte da população idosa utiliza os serviços de saúde pública nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) e utilizam medicamentos de maneira crônica estando sujeitos a polifarmácia, quando utilizam cinco ou mais medicamentos. Esta condição aumenta o risco de efeitos adversos a medicamentos. Os medicamentos cujos efeitos adversos superam os benefícios são classificados como medicamentos potencialmente inapropriados (MPI). Este estudo piloto buscou estimar a frequência de utilização de MPI pelos idosos atendidos em uma UBS no Distrito Federal e avaliar os fatores associados. Foi realizado um estudo piloto exploratório cujo objetivo foi estimar e caracterizar a utilização de MPI na população desta UBS. As variáveis independentes abrangeram características de sexo, idade e utilização de medicamentos. Considerando as limitações amostrais decorrentes da necessidade de consentimento individual, o estudo evidenciou uma elevada prevalência de medicamentos potencialmente inapropriados entre os idosos avaliados, indicando que a prescrição inadequada ainda é um problema relevante na atenção à saúde dessa população. Esses achados reforçam a necessidade de intervenções estruturadas, como revisão farmacoterapêutica, participação do farmacêutico clínico e uso sistemático de ferramentas como os Critérios de Beers, a fim de qualificar a terapêutica e promover maior segurança e qualidade de vida aos idosos.

Palavras-chave: Atenção Primária à Saúde. Lista de Medicamentos Potencialmente Inapropriados. Idosos

¹ Farmacêutica, formada em 2010 pela Universidade Federal do Ceará. Especializada em Farmácia Hospitalar, Fitoterapia e Prescrição de Fitoterápicos e Especialista em Farmacologia Aplicada a Nutrição. Atualmente, Residente pelo Programa de Residência Saúde da Família e Comunidade da Secretaria Estadual de Saúde do Distrito Federal.

² Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade de Brasília (2020), possui graduação em Farmácia Clínica e Industrial pela Universidade de Brasília (2005) e especialização em Farmacologia Clínica (2007) e em Preceptoria de Residências Multiprofissionais (2023).

Abstract

Older adults attending Primary Health Care units often use multiple chronic medications, which increases the risk of polypharmacy and adverse drug events. Medications whose risks outweigh their benefits are classified as potentially inappropriate medications (PIMs). This pilot study aimed to estimate the frequency of PIM use among older adults assisted at a Primary Health Care Unit in the Federal District, Brazil, and to examine associated factors. This exploratory investigation analyzed sociodemographic variables and medication-use characteristics. Despite sample limitations related to the requirement for individual consent, the analysis revealed a high prevalence of PIMs, indicating that inappropriate prescribing remains a significant challenge in primary care. These findings underscore the need for structured interventions, such as systematic pharmacotherapeutic review, continuous involvement of clinical pharmacists, and routine use of tools such as the 2023 Beers Criteria, in order to optimize pharmacotherapy and enhance the safety and quality of life of older adults.

Keywords: Primary Health Care. List of Potentially Inappropriate Medications. Aged

1. Introdução

O aumento da longevidade tem se tornado uma característica marcante das populações em todo o mundo. Esse processo de envelhecimento demográfico resulta, principalmente, da redução das taxas de fecundidade, da ampliação da expectativa de vida e dos avanços tanto nos métodos diagnósticos quanto nos tratamentos disponíveis. Embora envelhecer não signifique necessariamente adoecer, essa fase da vida costuma vir acompanhada de maior ocorrência de doenças crônicas, o que intensifica a demanda por serviços de saúde e aumenta a necessidade de prescrições medicamentosas (Andrade et al., 2024).

A prescrição inadequada de medicamentos para idosos pode favorecer a ocorrência de agravos (Passos et al., 2021). Quando utilizados de forma prolongada e em excesso, podem resultar em efeitos adversos e interações farmacológicas com impactos negativos importantes, como disfunções físicas, intoxicações, hospitalizações, demência e insuficiência renal (Andrade et al., 2024). Nesse contexto, os MPI são definidos como fármacos cuja probabilidade de causar efeitos adversos supera a de proporcionar benefícios clínicos.

Atualmente, a maneira mais utilizada para identificar MPI é por meio de critérios explícitos de identificação, como as listas de medicamentos potencialmente inapropriados para idosos. Dentre várias, a mais utilizada na América são os Critérios de Beers, que contemplam aspectos como interações fármaco-fármaco e fármaco-doença; prescrição duplicada; fármacos a serem evitados independentemente da condição clínica; medicamentos com dose, posologia ou duração superiores ao recomendado; além daqueles que devem ser ajustados de acordo com a função renal ou evitados devido a interações associadas a danos em idosos. A versão mais recente dos Critérios de Beers, atualizada pela American Geriatrics Society em 2023, organiza suas recomendações em cinco categorias essenciais para análise da prescrição em idosos. (American Geriatrics Society, 2023).

A primeira categoria reúne os medicamentos potencialmente inapropriados, dentre os quais se destacam antipsicóticos, benzodiazepínicos, hipnóticos, antidepressivos tricíclicos, sulfonilureias de maior risco, zolpidem e ácido acetilsalicílico utilizado em prevenção primária em indivíduos com 70 anos ou mais.

A segunda categoria abrange medicamentos que devem ser utilizados com cautela, uma vez que apresentam risco aumentado de eventos adversos, como é o caso dos inibidores seletivos da recaptação de serotonina (associados à hiponatremia e Síndrome da Secreção Inadequada de Hormônio Antidiurético), dos diuréticos tiazídicos e dos inibidores de SGLT2 (Cotransportador Sódio-Glicose Tipo 2).

A terceira categoria trata das interações medicamentosas clinicamente significativas, recomendando evitar combinações de risco elevado, como lítio associado a IECA (Inibidor da Enzima Conversora de Angiotensina) e BRA (Bloqueador do Receptor de Angiotensina II), ou ainda opióides combinados com benzodiazepínicos, devido ao potencial de sedação excessiva e depressão respiratória.

A quarta categoria contempla os medicamentos que exigem ajuste conforme a função renal, como pregabalina e espironolactona em pacientes com clearance de creatinina inferior a 30 mL/min, dada a maior susceptibilidade do idoso à toxicidade por acúmulo.

Por fim, a quinta categoria orienta evitar determinados fármacos em idosos com condições clínicas específicas, como história de quedas e fraturas, delírio, demência, síncope ou insuficiência cardíaca. Nesses casos, medicamentos como benzodiazepínicos, antipsicóticos, antidepressivos tricíclicos e hipnóticos do tipo Z apresentam risco aumentado de piora clínica.

Diante desse cenário, o presente trabalho investigou a ocorrência de MPI em prescrições, segundo os Critérios de Beers 2023, destinadas a idosos atendidos em uma Unidade de Atenção Básica à Saúde.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo transversal, descritivo e exploratório, com o objetivo de estimar a prevalência de MPIs em prescrições destinadas a idosos. A pesquisa foi realizada na UBS 04 do Recanto das Emas, no Distrito Federal, a partir da análise de prescrições atendidas na farmácia, no período de 30 dias. Foram analisadas prescrições de médicos, enfermeiros, odontólogos e farmacêuticos.

A obtenção do consentimento ocorreu por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após o esclarecimento ao participante sobre os objetivos, riscos, benefícios e procedimentos da pesquisa. Apenas os idosos ou seus responsáveis legais que aceitaram participar e assinaram o TCLE tiveram seus dados de prontuário e prescrições analisados. Nenhum dado foi coletado sem o devido consentimento.

A população-alvo foi composta por indivíduos com 60 anos ou mais atendidos pelas equipes de Saúde da Família da UBS. Foram excluídas prescrições com dados ilegíveis ou que não fossem emitidas pelas próprias equipes da unidade.

A coleta de dados se deu em três etapas principais: Identificação dos idosos atendidos na UBS por meio de identificação das prescrições atendidas na farmácia, obtenção do TCLE e análise do prontuário e das prescrições atendidas.

As análises foram conduzidas de forma descritiva e exploratória, considerando o caráter piloto do estudo. Proporções foram apresentadas com intervalos de confiança exatos (método de Clopper-Pearson). Comparações entre categorias foram realizadas somente de forma exploratória, utilizando o teste exato de Fisher quando aplicável.

Devido ao tamanho amostral reduzido, não foram conduzidos modelos multivariados. A ênfase foi dada à magnitude e ao padrão dos achados, em

consonância com recomendações metodológicas para estudos piloto. Os resultados foram interpretados como hipóteses geradoras e não inferências causais.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização da amostra

Foram incluídos 23 idosos, todos usuários da Unidade Básica de Saúde 04 do Recanto das Emas, que aceitaram participar do estudo mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O número de participantes ficou abaixo do inicialmente planejado, devido à exigência de consentimento presencial, e, portanto, os achados devem ser interpretados no âmbito de um estudo piloto exploratório, sem pretensão de representatividade estatística.

A idade dos participantes variou de 60 a 79 anos (ver Tabela 1), com distribuição relativamente equilibrada entre as faixas etárias, sendo que 17 participantes (73,9%) eram do sexo feminino.

A predominância de mulheres entre os usuários acompanha tendências nacionais, que mostram maior demanda feminina pelos serviços de saúde no SUS (A Agência Brasil, 2022).

Tabela 1: Quantidade de pacientes em uso de MPI.

Faixa Etária	Pacientes	%
< 65 anos	7 pacientes	30,40%
65–69 anos	9 pacientes	39,10%
70–79 anos	7 pacientes	30,40%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Quanto ao perfil medicamentoso, os 23 idosos utilizavam em conjunto 141 medicamentos, obtendo uma mediana de 6,1 (+/- 2,8) medicamentos por idoso, demonstrando um padrão importante de polifarmácia, mesmo nesta amostra reduzida. Estes achados corroboram com outros estudos que também apontam presença de polifarmácia em idosos (Ramos, et al., 2016; Pereira et al. 2017). O padrão observado de prescrição de medicamentos indica a presença de múltiplas condições crônicas e elevada complexidade terapêutica entre os idosos. Destacaram-se os anti-hipertensivos e psicotrópicos como classes mais prescritas, o que confirma resultados descritos em investigações anteriores (Muller; Bottan, 2014; São João et al., 2021).

3.2. Uso de Medicamentos Potencialmente Inapropriados (MPIs)

Dos 23 pacientes analisados 21 (91,3%) continham ao menos um medicamento prescrito classificado como MPI. A prevalência de prescrição de MPI identificada neste estudo foi maior do que a descrita por Coelho et al. (2023), que encontrou 32,9% de uso de MPI entre idosos na Atenção Primária utilizando a versão 2019 dos Critérios de Beers — percentual consideravelmente inferior ao observado aqui. Essa discrepância pode estar relacionada, em parte, ao tamanho reduzido da amostra do presente trabalho, o que pode elevar proporções e limitar a representatividade dos achados. Além disso, diferenças nas versões empregadas dos Critérios de Beers, a elevada ocorrência de polifarmácia, o desconhecimento parcial ou total das listas de MPI por parte dos prescritores e a ausência de revisões periódicas das prescrições podem ter contribuído para a maior frequência observada. Ainda assim, os achados reforçam a relevância do monitoramento sistemático da prescrição em idosos na

Atenção Primária a Saúde (APS), dada a reconhecida associação entre MPI e desfechos negativos em saúde como queda, internações, utilização de serviços de emergência, delírio entre outros (Viana et al., 2022).

A proporção de medicamentos potencialmente inapropriados identificada neste estudo, 64 (45,5%), de 141 medicamentos prescritos, é elevada e consistente com achados internacionais. Em estudo recente conduzido por Sidhu et al. (2025), observou-se uma prevalência de 61,6% de MPIs, valor superior ao encontrado em nossa amostra, mas que confirma a ampla disseminação desse tipo de prescrição na população idosa. Tal comparação reforça que o uso de medicamentos de risco não é um fenômeno isolado, mas sim uma prática já documentada, associada a desfechos clínicos desfavoráveis e comprometimento da qualidade de vida.

3.3. Distribuição dos MPIs segundo as categorias dos Critérios de Beers

A Tabela 2 indica a distribuição dos MPIs segundo as categorias dos Critérios de Beers 2023.

Tabela 2: Classificação segundo recomendações.

Classificação	Nº MPI	%
Medicamentos potencialmente inapropriados “a evitar”	29	45,30%
Medicamentos “a usar com cautela”	17	26,60%
<i>Interações clinicamente importante</i>	15	23,40%
<i>Ajuste conforme função renal / condições específicas</i>	3	4,70%
Total	64	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A predominância dos medicamentos “a evitar” revela risco aumentado de eventos adversos como quedas, prejuízo cognitivo, hipotensão, arritmias e toxicidade cumulativa (American Geriatrics Society, 2023). De modo complementar, a presença de medicamentos que exigem cautela indica prescrições que não são necessariamente inadequadas, mas requerem monitorização clínica rigorosa, algo que muitas vezes não ocorre de forma sistemática na rotina de APS. Isso ressalta a importância crucial do cuidado multiprofissional e interdisciplinar para garantir a segurança e a eficácia do tratamento dos pacientes. A APS, quando devidamente estruturada, tem grande potencial de ser resolutiva nessa questão.

As interações clinicamente relevantes identificadas reforçam o impacto da polifarmácia na segurança terapêutica dos idosos, fenômeno amplamente discutido por Carmo et al. (2024), que destacam que o uso simultâneo de múltiplos medicamentos aumenta substancialmente o risco de reações adversas, interações medicamentosas e desfechos negativos, como hospitalizações, quedas e piora da qualidade de vida. Segundo as autoras, tais riscos decorrem das alterações fisiológicas próprias do envelhecimento, da multimorbiidade e da ausência de revisão regular das terapias, o que exige monitoramento contínuo e revisão periódica das prescrições pela APS. Interações como diuréticos + BRA/IECA, psicotrópicos múltiplos, ou associação entre opiáceos e benzodiazepínicos são exemplos de riscos amplamente documentados. (Al-Musawe et al., 2020).

3.4. Análise por sexo e faixa etária

A prevalência de MPIs foi elevada em ambos os sexos (ver Tabela 3).

Tabela 3: MPIs por Sexo.

Prevalência de MPIs por Sexo

Sexo	Quantidade (com pelo menos 1 MPI)	%
Homens	6	100%
Mulheres	15	88,23%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A diferença entre sexos deve ser interpretada com cautela, sobretudo porque o número de homens é bastante reduzido (n=6), o que impede qualquer inferência robusta.

Quanto à faixa etária, observou-se que o uso de MPIs ocorre de forma importante em todas as idades analisadas, sem grande concentração em um único grupo (ver Tabela 4). Embora haja tendência de aumento do uso de MPIs com a idade, este padrão deve ser visto apenas como exploratório. Os resultados sugerem que o risco está fortemente associado ao número de medicamentos utilizados e à complexidade clínica, mais do que à idade cronológica isoladamente.

Tabela 4: Presença de MPI por faixa etária.

Faixa	% MPI
< 65 anos	85,70%
65–69 anos	88,90%
70–79 anos	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3.5. Principais medicamentos classificados como MPI

Entre os medicamentos potencialmente inapropriados (MPIs) mais frequentes identificados em nossa amostra, destacaram-se losartana (43,5%), indapamida (34,8%) e hidroclorotiazida (26,1%), seguidos por ácido acetilsalicílico (21,7%) e clonazepam (17,4%). Esses achados corroboram evidências da literatura sobre os principais MPIs utilizados por idosos (Muller; Bottan, 2014; São João et al., 2021).

De acordo com os Critérios de Beers AGS 2023, embora os bloqueadores dos receptores de angiotensina (BRAs), como a losartana, e os inibidores da ECA, como o enalapril, não sejam classificados como MPI quando utilizados isoladamente, o documento alerta para o risco de hipercalemia e declínio da função renal quando empregados em combinação com IECA/BRAs/ARNI ou com diuréticos poupadões de potássio, recomendando monitorização periódica de creatinina e potássio.

Para indapamida e hidroclorotiazida, Beers 2023 ressalta o risco aumentado de hiponatremia e outros distúrbios eletrolíticos, especialmente em pessoas idosas. O ácido acetilsalicílico utilizado para prevenção primária (21,7%) também é considerado MPI, devido ao maior risco de sangramento em indivíduos com idade ≥ 70 anos.

No grupo dos psicotrópicos identificados (risperidona, haloperidol e clonazepam), todos são classificados como MPIs por estarem associados a quedas, piora cognitiva, sedação, eventos extrapiramidais e aumento da mortalidade em

idosos. Entre os hipoglicemiantes, as sulfonilureias encontradas — como a gliclazida — apresentam risco relevante de hipoglicemia grave nessa população. Além disso, o uso prolongado de inibidores da bomba de prótons (IBPs), como o omeprazol por períodos superiores a oito semanas, conforme observado no estudo, está relacionado a maior risco de pneumonia, deficiência de vitamina B12, infecções e fraturas.

A análise geral dos MPIs prescritos demonstra que, embora parte dos medicamentos identificados não seja estritamente “proibida”, muitos exigem cautela, ajustes de dose ou monitoramento rigoroso. Isso reforça a importância da revisão contínua da farmacoterapia e do acompanhamento multiprofissional para garantir a segurança dessa população.

Os dados evidenciam desafios importantes relacionados à polifarmácia e ao uso crônico de medicamentos de risco, destacando a necessidade de intervenções estruturadas para aprimorar a segurança terapêutica dos idosos. Entre as estratégias recomendadas estão: educação permanente das equipes sobre MPIs e critérios de Beers, com atualizações periódicas; realização de discussões clínicas regulares em reuniões multiprofissionais, voltadas à revisão de casos complexos e à identificação precoce de riscos; atendimento compartilhado com o farmacêutico clínico, ampliando a capacidade de revisão terapêutica, detecção de interações e apoio à desprescrição; e adoção de protocolos padronizados de revisão de medicamentos e monitoramento laboratorial em situações de maior vulnerabilidade.

A Atenção Primária à Saúde, por seu caráter longitudinal e pelo vínculo estabelecido com os usuários, configura-se como o cenário ideal para consolidar essas ações, promovendo maior segurança, efetividade e qualidade do cuidado ao idoso.

4. Conclusão

Embora exploratório e com baixo número de participantes, os resultados obtidos neste estudo evidenciam uma prevalência muito elevada de MPI entre os idosos acompanhados, com 91,3% dos pacientes fazendo uso de, pelo menos, um MPI. Essa elevada frequência reforça que a prescrição deste tipo de medicamento permanece como um problema significativo na atenção à saúde da população idosa, possivelmente pelo desconhecimento total ou parcial das listas de MPI e pelo baixo acompanhamento multiprofissional e longitudinal.

Isso reforça a necessidade de estratégias estruturadas de intervenção, como revisão farmacoterapêutica sistemática, participação contínua do farmacêutico clínico, implementação de protocolos de desprescrição e atualização permanente das equipes assistenciais.

A utilização regular de ferramentas como os Critérios de Beers 2023 mostra-se essencial para identificar riscos precoces, reduzir a ocorrência de eventos adversos e promover uma terapêutica mais segura, racional e individualizada. Dessa forma, os resultados do presente estudo reforçam a necessidade de estudos com amostras mais robustas, a necessidade de aprimoramento dos processos de cuidado, incluindo acompanhamento multiprofissional, de forma a garantir maior segurança e qualidade de vida aos idosos atendidos nos serviços de saúde.

Referências

- AGÊNCIA BRASIL. Homens x mulheres: demanda por atendimento no SUS segue desequilibrada. **Agência Brasil**, Brasília, jul. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2022-07/homens-x-mulheres-demanda-por-atendimento-no-sus-segue-desequilibrada>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- AL-MUSAWE, L.; TORRE, C.; GUERREIRO, J. P.; RODRIGUES, A. T.; RAPOSO, J. F.; MOTA-FILIPE, H.; MARTINS, A. P. Polypharmacy, potentially serious clinically relevant drug-drug interactions, and inappropriate medicines in elderly people with type 2 diabetes and their impact on quality of life. **Pharmacology Research & Perspectives**, [s.l.], v. 8, n. 4, p. e00621, ago. 2020.
- AMERICAN GERIATRICS SOCIETY. American Geriatrics Society 2023 updated AGS Beers Criteria® for potentially inappropriate medication use in older adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s.l.], v. 71, n. 7, p. 2052–2081, jul./ago. 2023.
- ANDRADE, R. C. de et al. Polifarmácia, medicamentos potencialmente inapropriados e a vulnerabilidade de pessoas idosas. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 27, p. 1–10, jan./dez. 2024.
- CARMO, L. P. do; MACHADO, Y. F.; SILVA, M. W. B. da; MACHADO, R. P. C. Polifarmácia em idosos: a importância da atenção primária em mitigar os efeitos adversos oriundos da medicalização. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [s.l.], v. 6, n. 12, p. 1864–1875, 2024.
- COELHO, C. O.; AZEVEDO DA SILVA, S. L.; PEREIRA, D. S.; CAMPOS, E. M. S. Uso de medicamentos potencialmente inapropriados em pessoas idosas na Atenção Primária à Saúde: estudo transversal. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 26, e230129, 2023.
- PASSOS, M. M. B. dos; ALMEIDA, R. dos S.; PEREIRA, S. A. de S. Medicamentos potencialmente inapropriados em prescrições de idosos atendidos na Atenção Primária. **Revista de APS**, [s.l.], v. 22, n. 3, p. 1–10, jul./set. 2021.
- PEREIRA, K. G.; PERES, M. A.; IOP, D.; BOING, A. C.; BOING, A. F.; AZIZ, M.; D'ORSI, E. Polifarmácia em idosos: um estudo de base populacional. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 335–344, 2017.
- RAMOS, L. R. et al. Polifarmácia e polimorbididade em idosos no Brasil: um desafio em saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 50, supl. 2, p. 9s, 2016.
- SIDHU, S. et al. Potentially inappropriate medication use and comorbidity in association with quality of life in community-dwelling older people: a cross-sectional study in Iran. **BMC Primary Care**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 1–11, 2025.
- SÃO JOÃO, T. M. et al. Polifarmácia entre idosos: estudo de base populacional em Florianópolis. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s.l.], v. 24, e210004, 2021.



VIANA, S. S. C.; SOUZA, N. P. S.; ALIBERTI, M. J. R.; JACOB-FILHO, W. Use of potentially inappropriate medications and adverse events in older outpatients with acute conditions. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 20, p. 1–7, 2022. DOI: https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2022AO8024.