

COMO CITAR

PEREIRA, M. K. de A.; GOMES, M. L. de S.; FERREIRA, J. C. S. C.; SANTOS, P. O.; VALLE, A. R. M. da C. Aplicativos móveis sobre resistência microbiana a medicamentos: revisão de escopo. *Gestão & Cuidado em Saúde*, Fortaleza, v. 2, n. 1, 2024.
DOI: 10.70368/gecs.v2i1.12904.
Disponível em:
<https://revistas.uece.br/index.php/gestaoecuidado/article/view/12904>.



Aplicativos móveis sobre resistência microbiana a medicamentos: uma revisão de escopo

Mobile applications on microbial resistance to drugs: a scope review

Maria Karolayne de Araújo Pereira¹

Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

Maria Eliana Peixoto Bessa²

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil

João Caio Silva Castro Ferreira³

Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

Paula Oliveira Santos⁴

Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

Andréia Rodrigues Moura da Costa Valle⁵

Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil

RESUMO

A Resistência aos Antimicrobianos (RAM) é um dos principais problemas de saúde globais, com aumento significativo após a pandemia de SARS-CoV-2. Ainda que a evolução natural da RAM seja progressiva, é essencial compreender seu desenvolvimento para reduzir casos, destacando-se a necessidade de limitar o uso inadequado de antimicrobianos. O seguinte trabalho busca identificar e mapear os aplicativos móveis desenvolvidos sobre resistência microbiana a medicamentos na literatura ou disponíveis nas lojas *online* para smartphone com sistemas operacionais Android e iOS através de uma revisão de escopo. Foi realizado de acordo com as recomendações do Instituto Joanna Briggs e do *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*. As buscas foram realizadas em bases de dados, portais de teses e dissertações e em lojas de aplicativos nos sistemas operacionais Android e iOS. As buscas foram realizadas em setembro de 2023. A partir da busca foram identificados 1322 estudos e 420 aplicativos, resultando na amostra de 6 e 1, respectivamente. Os aplicativos foram desenvolvidos e aplicados em áreas como: educação em saúde, docência, Atenção Primária e hospitalar. Os aplicativos móveis sobre Resistência Antimicrobiana (RAM) se mostraram como importantes ferramentas auxiliares na redução da resistência antimicrobiana, destacando a educação em saúde, monitoramento e rastreamento de infecções, prescrição adequada, acesso a informações clínicas e ferramentas de diagnóstico rápido.

Palavras-chave: Resistência Microbiana a Medicamentos. Aplicativos Móveis. Smartphone. Gestão de antimicrobianos.



ABSTRACT

Antimicrobial Resistance (AMR) is one of the major global health problems, with a significant increase following the SARS-CoV-2 pandemic. Although the natural progression of AMR is inevitable, it is essential to understand its development in order to reduce cases, emphasizing the need to limit the inappropriate use of antimicrobials. The following study aims to identify and map mobile applications developed on antimicrobial resistance in the literature or available in *on-line* app stores for smartphones with Android and iOS operating systems through a scoping review. The review was conducted following the guidelines of the Joanna Briggs Institute and the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews. Searches were conducted in databases, thesis and dissertation portals, and in app stores on Android and iOS operating systems. The searches were performed in September 2023. From the search, 1322 studies and 420 applications were identified, resulting in a final sample of 6 and 1, respectively. The apps were developed and applied in areas such as health education, teaching, primary and hospital care. Mobile apps on Antimicrobial Resistance (AMR) have proven to be important supportive tools in reducing antimicrobial resistance, highlighting health education, infection monitoring and tracking, proper prescription, access to clinical information, and rapid diagnostic tools.

Keywords: Drug Resistance, Microbial. Mobile Applications. Smartphone. Antimicrobial Stewardship.

Introdução

A Resistência aos Antimicrobianos (RAM) se encontra entre os problemas de saúde mais relevantes do século, podendo causar consideráveis índices de morbidade e mortalidade (WHO, 2021), após o período de pandemia do SARS-CoV-2 houve um visível agravamento dessa problemática (Corrêa *et al.*, 2022). O desenvolvimento da RAM pode ser inevitável no curso da evolução, no entanto, é imprescindível que se busque entender esse processo visando a redução dos casos. Logo, enfatiza-se a necessidade de restringir o uso inapropriado de antimicrobianos (Christaki; Marcou; Tofarides, 2020).

Com esse propósito, destaca-se a aplicação de tecnologias *mHealth*, promovida através de dispositivos móveis, como o uso dos aplicativos (App) móveis (Gomes *et al.*, 2019; Silveira, Cogo, 2017). O crescimento do uso de smartphones tem influenciado diretamente a rotina populacional (Formagini *et al.*, 2017), ao ponto que à nível mundial, estima-se que até 2026 registrem-se cerca 8,77 bilhões de assinaturas de tecnologias móveis, sendo 6,06 bilhões somente de smartphones (EMR, 2021).

Os App utilizados através dos *smartphones* promovem uma maior facilidade de acesso as informações em saúde, além dos benefícios em relação ao potencial de alcance de públicos

heterogêneos, como profissionais de saúde, pacientes, ou a população em geral (Free *et al.*, 2010; Maia, Marin, 2021; Mourão *et al.*, 2022).

Dessa forma, frente ao crescimento exponencial de desenvolvimentos de App no âmbito da saúde, bem como os efeitos diante da redução de riscos em saúde e compreensão de agravos, incluindo a RAM, surgiu o seguinte questionamento: quais os aplicativos móveis desenvolvidos acerca da resistência microbiana a medicamentos, existentes na literatura ou disponíveis nas lojas *on-line* para *smartphone* com sistemas operacionais *Android* e *iOS*? A importância deste estudo reside na possibilidade de mapear sistematicamente os App desenvolvidos acerca da resistência microbiana a medicamentos. Esta busca se justifica pela necessidade de explorar suas características operacionais, visto que a facilidade de seu uso é crucial para compreender sua capacidade de promover saúde.

Em decorrência disso, o objetivo do estudo está pautado em identificar e mapear os aplicativos móveis desenvolvidos sobre resistência microbiana a medicamentos na literatura ou disponíveis nas lojas *on-line* para *smartphone* com sistemas operacionais *Android* e *iOS*.

1 Metodologia

Este estudo consiste em uma revisão de escopo, a qual se propõe a mapear os principais conceitos de uma determinada área de pesquisa, envolvendo um procedimento sistemático (Arksey; O'Malley, 2005). O protocolo foi publicado e registrado no *Open Science Framework* (OSF) (<https://osf.io/jndt5/>) e está disponível a partir do identificador 10.17605/OSF.IO/JNDT5, seguiu o rigor metodológico descrito pelo JBI (Peters *et al.*, 2020) e as recomendações *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA ScR) Checklist (Tricco *et al.*, 2018).

1.1 Protocolo de busca

A presente revisão foi desenvolvida em duas fases, sendo a primeira uma busca nas bases de dados e a segunda realizada em lojas virtuais dos dois principais sistemas operacionais. Portanto, foram definidas as seguintes etapas: 1) estabelecimento da questão e objetivo da pesquisa; 2) identificação de estudos pertinentes que atendem aos objetivos da revisão; 3) seleção dos estudos de acordo com critérios predefinidos; 4) organização dos dados; 5) resumo dos resultados por meio de uma análise qualitativa; e 6) exposição dos resultados. Na segunda fase, foi realizado uma busca sistemática nas lojas virtuais dos dois

principais sistemas operacionais, *Android* e *iOS*, essa busca se deu através de dois *smartphones* (Araújo *et al.*, 2023), e objetivou a identificação de App que abordassem a temática de resistência microbiana a medicamentos.

Para a determinação da pergunta de pesquisa, utilizou-se o mnemônico PCC (População, Conceito e Contexto) proposto pelo JBI. População (P): resistência microbiana a medicamentos; Conceito (C): aplicativos móveis relacionados à resistência antimicrobiana; e Contexto (C): estudos e aplicativos disponíveis na literatura e lojas *on-line*. Seguindo esses termos, elaborou-se a questão de pesquisa: quais aplicativos móveis desenvolvidos acerca da resistência microbiana a medicamentos, existentes na literatura ou disponíveis nas lojas *on-line* para *smartphone* com sistemas operacionais *Android* e *iOS*?

Para que o processo de busca e seleção das produções tenha maior confiabilidade, dois pesquisadores independentes conduziram as buscas e a seleção de obras científicas e dos aplicativos de maneira independente. Eles seguiram uma sequência de procedimentos uniformizados e, após a conclusão da amostragem, compararam seus resultados para identificar eventuais divergências na amostra obtida. Caso houvesse discordância, um terceiro pesquisador foi envolvido para resolver a questão.

A busca dos estudos primários foi realizada nas bases de dados: MEDLINE (*Medical Literature Analysis and Retrieval System On-line*) via Pubmed, *Excerpta Medica dataBAS* (Embase), LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, Google Acadêmico, *Scielo*, *Web of Science*, assim como na literatura cinzenta (dissertações e teses), por meio do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O levantamento bibliográfico foi realizado em 15 de setembro de 2023, a partir do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por meio de acesso remoto da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe) e registro na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Foram utilizados os descritores controlados e não controlados em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), com utilização dos operadores booleanos “AND” e “OR”.

A estratégia de busca combinou descritores em português e inglês de forma cruzada, juntamente com termos não controlados (Quadro 1).

Quadro 1 – Elaboração de estratégias de busca nas bases de dados. Teresina, Piauí, Brasil. 2023.

| Bases | Cruzamento dos termos | Registros recuperados |
|--|--|------------------------|
| LILACS | #1 Resistência microbiana a medicamentos AND “Aplicativos móveis” #2 Resistência microbiana a medicamentos OR Resistência Microbiana a Antibióticos AND “aplicativos móveis” #3 Resistência Microbiana a Antibióticos AND “Aplicativos em Dispositivos Móveis” #4 Resistência a Antibióticos AND “Aplicativos móveis” #5 Resistência a Antibióticos AND “Aplicativos em Dispositivos Móveis” | 7 7 7 13 9 |
| BVS | #1 Resistência microbiana a medicamentos AND “Aplicativos móveis” #2 Resistência microbiana a medicamentos OR Resistência Microbiana a Antibióticos AND “aplicativos móveis” #3 Resistência Microbiana a Antibióticos AND “Aplicativos móveis” #4 Resistência Microbiana a Antibióticos AND “Aplicativos em Dispositivos Móveis” #5 Resistência a Antibióticos AND “Aplicativos móveis” | 7 7 7 7 13 |
| MEDLINE/ PubMed | #1 Drug Resistance, Microbial AND “Mobile Applications” #2 Antimicrobial Drug Resistance AND “Mobile Applications” #3 Resistance, Antibiotic AND “Mobile Applications” | 1 1 1 |
| Scielo | #1 Drug Resistance, Microbial AND “Mobile Applications” #2 Antimicrobial Drug Resistance AND “Mobile Applications” #3 Resistance, Antibiotic AND “Mobile Applications” | 0 0 0 |
| Web of Science | #1 Drug Resistance, Microbial AND “Mobile Applications” #2 Antimicrobial Drug Resistance AND “Mobile Applications” #3 Resistance, Antibiotic AND “Mobile Applications” | 10 38 348 |
| Scopus | #1 Drug Resistance, Microbial AND “Mobile Applications” #2 Antimicrobial Drug Resistance AND “Mobile Applications” #3 Resistance, Antibiotic AND “Mobile Applications” | 89 188 280 |
| Embase | #1 Drug Resistance, Microbial AND 'mobile application' #2 'antibiotic resistance' AND 'mobile application' | 50 53 |
| Google acadêmico | #1 Resistência microbiana a medicamentos AND “Aplicativos móveis” #2 Resistência Microbiana a Antibióticos AND “Aplicativos em Dispositivos Móveis” #3 Resistência a Antibióticos AND “Aplicativos móveis” #4 Resistência a Antibióticos AND “Aplicativos em Dispositivos Móveis” | 77 1 96 5 |
| Catálogo de Teses e Dissertações | #1 Resistência microbiana a medicamentos e aplicativos móveis #2 Resistência Microbiana a Antibióticos e Aplicativos em Dispositivos Móveis | 0 0 |
| Total | | 1322 |

Fonte: elaborado pelos autores.

Foram incluídos artigos científicos originais e revisões, descritivos ou analíticos, quantitativos ou qualitativos, teses e dissertações disponíveis na íntegra por meio eletrônico, que tratassem a temática e sem limitação temporal ou de idioma. Foram excluídas produções científicas em formato de editorial, carta ao editor, artigos de opinião e anúncios publicitários e os documentos duplicados foram computados uma única vez.

Após essa revisão inicial, os estudos pré-selecionados foram examinados em seu conjunto para confirmar sua inclusão na amostra definitiva. Posteriormente, foi realizado o preenchimento e a avaliação do instrumento de coleta de dados. O instrumento referido foi desenvolvido com base nos critérios do JBI (Peters *et al.*, 2020) e adaptado às necessidades desta revisão. Ele abrange aspectos como o autor, título, ano, país, delineamento metodológico, descrição do aplicativo, população do estudo, resultados-chave e área de usabilidade.

No segundo momento, de maneira independente da busca nas bases de dados, foram realizadas buscas nas lojas *on-line* de App móveis para smartphones com sistema operacional *Android* e *iOS* no dia 15 de setembro de 2023. Assim, dois revisores conduziram a seleção dos App nas lojas virtuais. Para tanto, foram utilizados dois dispositivos: um Xiaomi 11 Lite, versão 13 TKQ1.221013.002, compatível com *Android* e um iPhone 13, versão 16.6, compatível com *iOS*. Duas buscas foram empreendidas em cada loja virtual, utilizando-se individualmente cada um dos termos descritos: resistência microbiana a medicamentos e *drug resistance, Microbial*. Posterior a busca, os Apps foram selecionados a partir de informações do título e descrição. Essa etapa foi crucial para evitar App gerais e que não atingissem os objetivos determinados, posteriormente os App que possuíram os critérios estipulados foram analisados a partir do *download*.

Foram incluídos, no levantamento, aplicativos em qualquer idioma que abrangesse a temática e excluídos se a) exigissem pagamento para instalação ou acesso, b) necessitassem liberação dos autores para uso (número de cadastro e senha), c) contivessem apenas livros, guias e diretrizes, e d) jogos.

As informações sobre a triagem dos App foram realizadas por ambos os revisores, de forma individual, onde organizaram arquivos no Microsoft Excel®, contendo informações de identificação, público-alvo, dados do App, conteúdo, funcionalidades. A avaliação de usabilidade do App selecionado nas lojas foi realizada, de forma individual, por dois revisores, a partir da utilização do questionário *System Usability Scale* (SUS) (Tenório *et al.*, 2011). O SUS

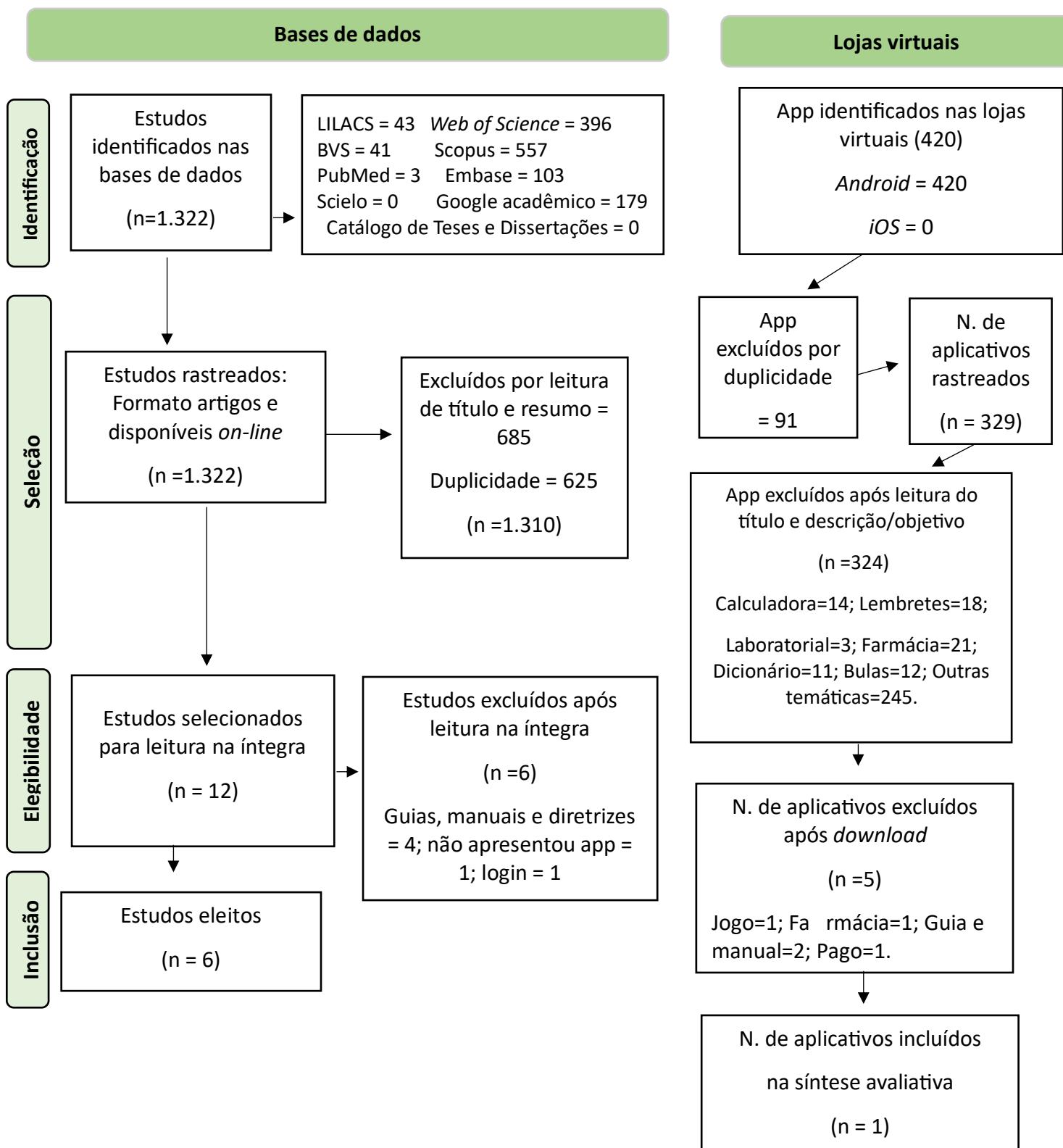
possui uma média de 68 pontos, portanto, se a pontuação é inferior, o produto pode indicar problemas de usabilidade, caso a pontuação seja superior a 85 evidencia uma excelente aceitação.

As variáveis apresentadas na matriz de dados foram examinadas e, quando adequadas, foram elaboradas utilizando frequências absolutas e relativas. A fim de calcular a taxa de concordância entre os revisores, foi empregado o Índice de Concordância, sendo que uma concordância de pelo menos 90% foi considerada aceitável (Alexandre; Coluci, 2011).

2 Resultados

Para a descrição do processo de seleção utilizou-se uma forma adaptada do fluxograma *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses for Scoping Reviews* (PRIMA-ScR) (Mattos; Cestari; Moreira, 2023). Para tanto, mapeamos, por meio da busca nas bases de dados, 1.322 estudos potencialmente elegíveis. Após análise dos títulos, descrição do conteúdo e exclusão dos duplicados, 329 estudos foram triados, permanecendo seis estudos na amostra final. Entre os aplicativos disponíveis nas lojas *on-line*, foram identificados 420, dos quais 329 foram triados e, após exclusões, foram selecionados cinco aplicativos para *download* e instalação para avaliação completa, sendo selecionado apenas um aplicativo ao final. O processo de seleção da revisão de escopo e App foi descrito na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos nas bases de dados e dos aplicativos nas lojas virtuais. Teresina, Piauí, Brasil. 2024.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 1 – Resultados dos estudos eleitos. Teresina, Piauí, Brasil. 2023.

| Autor Ano | País | Delineamento metodológico | Descrição do App | População do estudo | Resultados- chave | Área de usabilidade |
|--------------------------------|--|---|--|--|---|---------------------------|
| Pascucci <i>et al.</i> , 2021 | França | Estudo metodológico | App <i>offline</i> baseado em inteligência artificial capaz de analisar antibiogramas de difusão em disco, a partir de capturas de imagens com a câmera do telefone. | Médicos | O App analisa o antibiograma com uma concordância geral de 90% na categorização de suscetibilidade quando comparado a um sistema padrão hospitalar e 98% em relação à medição manual (padrão ouro). | Hospitalar e laboratorial |
| Doyle <i>et al.</i> , 2021 | Canadá | Estudo quase experimental retrospectivo do tipo antes e depois. | O App Spectrum™ auxilia na gestão antimicrobiana, adequação da prescrição de antimicrobianos, taxa de infecção por <i>Clostridioides difficile</i> (CDI) e impacto no custo do uso de antibióticos e redução de CDI. O App possui diretrizes de prescrição e aconselhamentos sobre o manejo da infecção. | Profissionais | Evidenciou-se uma melhora nos indicadores objetivos e subjetivos de gestão antimicrobiana durante o período de implementação do App e melhora na gestão de antimicrobianos. | Hospitalar |
| Ogunnigbo <i>et al.</i> , 2022 | Países Africanos (Gana, Uganda, Zâmbia e Tanzânia) | Estudo metodológico | App <i>offline</i> e gratuito sobre prescrição de antimicrobianos na compreensão e atitudes de estudantes de saúde. | Estudantes de licenciatura em saúde de universidades | O App CwPAMS se mostrou uma boa uma opção potencial para abordar as necessidades de conteúdo sobre gestão antimicrobiana entre estudantes de saúde. | Docência |
| Birjovanu <i>et al.</i> , 2019 | Nigéria | Teste piloto de um App de apoio à decisão para a prescrição de antibióticos aos cirurgiões. | O App GADSA (<i>Gamified Antimicrobial Stewardship Decision Support App</i>) apoia a decisão para melhora das prescrições de profilaxia antibiótica cirúrgica, a partir de multiplataformas integradas a princípios de jogos e gamificação. | Médicos | Há um potencial da aplicação em melhorar o comportamento de prescrição de antibióticos através da árvore de apoio à decisão e de um feedback imediato, onde o profissional recebe uma notificação sobre a prescrição ser adequada ou não para a infecção. | Hospitalar |

| Autor Ano | País | Delineamento metodológico | Descrição do App | População do estudo | Resultados- chave | Área de usabilidade |
|----------------------------|----------|---|---|------------------------|---|------------------------|
| Tuon <i>et al.</i> , 2017 | Brasil | Estudo observacional, analítico e longitudinal. | App para a tomada de decisão na prescrição de antibióticos. Possui informações de um manual de orientações locais para prescrições de antimicrobianos e vinculação aos resultados de culturas laboratoriais. | Médicos | A utilização de App auxiliou na administração de antibióticos, reduziu custos e alterou o perfil microbiológico e consumo de antimicrobianos. | Hospitalar |
| Silva <i>et al.</i> , 2022 | Portugal | Estudo piloto | O App <i>eHealthResp</i> apoia as decisões de profissionais de saúde na gestão de infecções do trato respiratório. Possui informações a partir de cinco algoritmos: otite média aguda, rinossinusite aguda, faringotonsilite aguda, traqueobronquite aguda e pneumonia adquirida na comunidade. | Médicos | O App pode ser considerado uma importante ferramenta de saúde digital para o tratamento de infecções do trato respiratório e melhoria das prescrições de antimicrobianos por profissionais médicos. | Atenção Primária |

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao final, 1 aplicativo - lançado em 2021 - foi analisado (Figura 2). De acordo com o desenvolvedor, o Conselho Indiano de Pesquisa Agrícola (ICAR) - *Indian Agricultural Statistics Research Institute* (IASRI) que realiza pesquisa, ensino e treinamento em Estatística Agrícola, Aplicativo de Computador e Bioinformática (<https://iasri.icar.gov.in/>), a descrição/objetivo do App é de cunho educacional, voltado tanto para profissionais quanto para o público geral. O aplicativo foi disponibilizado nas línguas inglês e hindi (Tabela 1).

Figura 2 – Logotipo do App *Antimicrobial Resistance App*.



Fonte: aplicativo *Antimicrobial Resistance App*.

Tabela 1 – Caracterização do aplicativo selecionado na loja *Google Play (Android)*. Teresina, PI, Brasil. 2023.

| APP/ Idioma | Descrição/ Objetivo | Público- alvo | Versão | Estrelas/ avaliações | Conteúdo | Recursos | Usabiliда de SUS |
|---|--|-------------------------------|--------|-------------------------|--|---|------------------------|
| <i>Antimicrobial Resistance App</i> Inglês/ Hindi | Lançar luz sobre o problema de combustão do AMR e destacar os vários mecanismos pelos quais o AMR é adquirido. Além disso, o aplicativo pretende educar várias partes interessadas e o público geral sobre o problema AMR com o objetivo final de criar consciência. | Profissionais e público geral | 1.1 | NI | Conceitos, contextualizações acerca da resistência antimicrobiana, historicidade, programas de rede em vigilância da AMR, informações sobre a equipe responsável, formas de contato. | Textos, imagens e mensuração do risco de desenvolvimento de resistência antimicrobiana. | 72,5 |

AMR – Resistência Antimicrobiana; NI – Não Identificado; SUS - System Usability Scale.

Fonte: elaborado pelos autores.

O App *Antimicrobial Resistance App* teve mais de 100 *downloads* e não recebeu nenhuma avaliação dos usuários. A Tabela 2 aborda informações sobre conteúdo, recursos e usabilidade do App selecionado. Os conteúdos abordados envolveram, principalmente, antimicrobianos (história, linha do tempo da descoberta dos antibióticos, classificação, fonte e uso de antimicrobianos), mas também resistência antimicrobiana (como a resistência se desenvolve, propagação de patógenos resistentes, resistência à colistina, impacto e mecanismo da resistência antimicrobiana, superbactérias ou organismos multirresistentes, lista de antimicrobianos de importância veterinária e resistência antifúngica), como prevenir a RAM, programas de rede em vigilância da RAM (programas da Organização Mundial de Saúde (OMS) e programas de vigilância de RAM da Índia), Plano Nacional e de manejo dos antimicrobianos (Plano Nacional de Resistencia Antimicrobiana, Semana Mundial de Conscientização Antimicrobiana, Iniciativa de manejo antimicrobiano), medidor de risco à resistência antimicrobiana (“*riskometer* de AMR”), equipe do projeto (nomes e especialidades) e contatos (websites, endereço e telefone).

Para utilização do App não é necessário realizar qualquer *login*, preenchimento de dados ou ter acesso à internet (*aplicativo offline*). Quanto aos recursos utilizados, a

predominância é de textos e imagens, além de uma avaliação de risco de resistência antimicrobiana.

Na análise de usabilidade pelo instrumento SUS, observou-se que o App pontuou escore > 68 pontos, evidenciando uma boa usabilidade. O índice de concordância entre os observadores foi de 96,6%, com $p > 0,05$ para todos os itens do SUS.

3 Discussão

A RAM está intrinsecamente ligada aos ODS estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), o que é considerado um grande desafio global de saúde, na segurança alimentar, no meio ambiente e no desenvolvimento econômico. Logo, a RAM aumenta o risco a eficácia dos tratamentos antimicrobianos, aumentando também as taxas de morbidade e mortalidade (Tang; Millar; Moore, 2023). Entre as medidas mais recentes propostas estabelecidas para redução dos índices de RAM está a sensibilização do público como uma estratégia preventiva (Mostafa *et al.*, 2021). Portanto, as estratégias *mHealth*, como os App móveis se apresentam como estratégia viável para a redução dos números de RAM.

A partir dos estudos selecionados nesta revisão de escopo, foi possível mapear e detalhar as evidências disponíveis sobre os aplicativos móveis acerca da resistência antimicrobiana. Visto isso, o estudo possibilitou a identificação de um quantitativo menor de App disponíveis para uso do que os estudos que descrevem o desenvolvimento ou uso de App no contexto da resistência antimicrobiana.

O uso de App móveis pode auxiliar em uma significativa redução da RAM a partir de diversos pontos como: educação e conscientização (Limeira *et al.*, 2023), monitoramento e rastreamento de infecções (Silva *et al.*, 2021; Miranda; Salomé, 2022), prescrição adequada (Marziali *et al.*, 2023), acesso a informações clínicas (Celuppi *et al.*, 2021) e ferramentas de diagnóstico rápido (Piendel; Valis; Hort, 2023). No entanto, o desenvolvimento desses App deve acontecer de forma segura e responsável, utilizando de políticas públicas e robustez de informações, promovendo uma segurança do conhecimento repassadas.

Os estudos identificados nessa revisão possibilitaram evidenciar os benefícios da utilização de App sobre resistência antimicrobiana em algumas áreas, como a de docência, destacando que o uso de um App sobre antimicrobiano na universidade auxiliou na formação acadêmica, promovendo aumento do nível de conhecimento, o desenvolvimento de atitudes profissionais e a melhora da prática clínica (Ogunnigbo *et al.*, 2022).

Somente um estudo descreveu a utilização de App a nível de Atenção Primária à Saúde (APS), ainda que sejam reconhecidas estimativas que apontem cerca de 90% do uso de antibióticos advindo da APS (Llor; Hernández, 2010), considerado um dos setores com maior probabilidade de dispensação equivocada de antimicrobianos, principalmente relacionados ao tratamento de infecções do trato respiratório superior (ITR) e infecções do trato urinário (ITU) (Lhopitalier *et al.*, 2021; Slekovec *et al.*, 2012). Assim, os estudos que descreveram o uso de App no âmbito hospitalar foram maiores. Esse achado vai de encontro com outro estudo que evidencia a discrepância de pesquisa entre nível primário e secundário de atenção, onde há maior desenvolvimento de pesquisas sobre gestão de antimicrobianos (AMR) em unidades hospitalares (Suttels *et al.*, 2022).

O uso de App móveis sobre resistência antimicrobiana auxiliou nas prescrições de antibióticos em hospitais (Doyle *et al.*, 2021; Birjovanu *et al.*, 2019; Tuon *et al.*, 2017), reduzindo a possibilidade de desenvolvimento da RAM e promovendo a garantia de antimicrobianos capazes de atuar na redução de infecções graves e promovendo economia de recursos (Tuon *et al.*, 2017).

Ainda assim, nota-se uma ausência de tecnologias sobre RAM desenvolvidas ou aplicadas aos demais profissionais de saúde, os quais são grandes promotores de educação em saúde, possuindo um papel primordial na prestação direta e indireta de assistência à saúde. Esses profissionais devem apoiar, compreender e orientar a população de uma forma acolhedora e fidedigna (Buss *et al.*, 2020). Portanto, devem ser capacitados para o desenvolvimento consciente do seu papel na prevenção da RAM, apoiando as práticas de prescrição, administração e monitoramento de antimicrobianos, além de educar a população sobre a importância do uso responsável e descarte adequado desses medicamentos.

Ademais, deve-se pontuar a desigualdade de acesso às tecnologias, embora os App tenham grande potencial, seu impacto pode ser limitado em regiões onde o acesso a smartphones, internet e infraestrutura digital seja precária (Yamin; Gavirachi, 2023). Assim como, há a necessidade de letramento digital em saúde, e evidencia-se lacunas relacionadas a habilidades tecnológicas e conhecimento sobre saúde por populações com baixo nível de conhecimento tecnológico, afetando a eficácia desses meios (Morais *et al.*, 2025).

4.1 Limitações do estudo

Destaca-se que essa revisão de escopo apresenta limitações no que tange a busca de aplicativos nas lojas *on-line*, pois foi realizada em diferentes sistemas operacionais (*Android* e *iOS*), cujas versões e funcionalidades pode variar. Essas diferenças podem afetar a representatividade dos aplicativos analisados, uma vez que certos aplicativos podem estar disponíveis ou atualizados em versões específicas. Além disso, as frequentes atualizações, seja nas lojas ou nos sistemas operacionais, pode ter influenciado a captura de todos os aplicativos relevantes, podendo comprometer a abrangência dos dados obtidos.

Considerando a relevância de medidas que auxiliem na redução dos índices de resistência antimicrobiana, o pequeno número de App identificados reflete lacunas importantes no mercado e na pesquisa. Embora a RAM seja um grande desafio global de saúde pública, esse baixo número simboliza um aproveitamento limitado do potencial dessa intervenção.

No entanto, esse estudo apresenta como os aplicativos móveis podem beneficiar os profissionais de saúde e população em geral acerca dessa temática, instigando a utilização de App móveis para a melhoria da prática clínica, desenvolvimento profissional, aprimoramento da educação em saúde, economia de recurso e base para pesquisas futuras.

Considerações finais

Esta revisão de escopo ressaltou o potencial significativo dos App móveis como ferramentas auxiliares na redução da resistência antimicrobiana, destacando a educação em saúde, monitoramento e rastreamento de infecções, prescrição adequada, acesso a informações clínicas e ferramentas de diagnóstico rápido.

No entanto, para garantir a eficácia e segurança dos aplicativos móveis na redução da resistência antimicrobiana, é fundamental que sejam continuamente desenvolvidos e avaliados rigorosamente. Ademais, o desenvolvimento e aplicação de App sobre RAM devem ser expandidos para demais profissionais, os quais devem estar qualificados para promover saúde sobre a RAM de forma adequada e eficiente.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, N.M.C; COLUCI, M.Z.O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciênc. Saúde Colet.* 2011;16,3061-3068.

<https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000800006>.

ARAUJO, J.P; GALLO, A.M; PARADA, C.M.G.L; MARCON, S.S; FERRARI, R.A.P; PINTO, K.R.T.F. *et al.* Mobile applications as a strategy to support parents in the care of newborns: a scoping review. *Rev Esc Enferm USP.* 2023;57:e20220470. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0470en>.

ARKSEY, H; O'MALLEY, L. Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology.* 2005;8(1),19-32.

<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.

BIRJOVANU, G; WOOD, C; OLUFEMI, O; OGUNSOLO, F; OKONJI, P; KPOKIRI, E. *et al.* GADSA: Decision support app for antibiotics prescribing in Nigeria. In **Proceedings of the 9th International Conference on Digital Public Health** [Internet]. 2019 [cited 2023 Sep. 15];9-10. Available from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3357729.3357734>.

BUSS, P.M; HARTZ, Z.M.D.A; PINTO, L.F; ROCHA, C.M.F. Promoção da saúde e qualidade de vida: uma perspectiva histórica ao longo dos últimos 40 anos (1980-2020). *Ciênc. Saúde Colet.* 2020;25(12),4723-4735. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202512.15902020>.

CELUPPI, I.C; LIMA, G.D.S; ROSSI, E; WAZLAWICK, R.S; DALMARCO, E.M. Uma análise sobre o desenvolvimento de tecnologias digitais em saúde para o enfrentamento da COVID-19 no Brasil e no mundo. *Cad. Saúde Pública.* 2021;37,e00243220. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00243220>.

CHRISTAKI, E; MARCOU, M; TOFARIDES, A. Antimicrobial resistance in bacteria: mechanisms, evolution, and persistence. *J Mol Evol.* 2020;88,26-40. <https://doi.org/10.1007/s00239-019-09914-3>.

CORRÊA, J.S; ZAGO, L.F; SILVA-BRANDÃO, R.R; OLIVEIRA, S.M; FRACOLLI, L.A; PADOVEZE, M.C. *et al.* Antimicrobial resistance in Brazil: an integrated research agenda. *Rev Esc Enferm USP.* 2022;56:e20210589. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0589>.

DOYLE, D; MCDONALD, G; PRATT, C; REHAN, Z; BENTEAU, T; PHILLIPS, J; *et al.* Impact of a mobile decision support tool on antimicrobial stewardship indicators in St. John's, Canada. *Plos one.* 2021;16(6),e0252407. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252407>.

ERICSSON MOBILITY REPORT (EMR). **Ericsson Mobility Report June 2021.** [Cited 2023 Sep 29]. Available: <https://www.ericsson.com/4a03c2/assets/local/mobility-report/documents/2021/june-2021-ericsson-mobility-report.pdf>.

FORMAGINI, T.D.B; ERVILHA, R.R; MACHADO, N.M; ANDRADE, B.A.B.B.D; GOMIDE, H.P; RONZANI, T.M. Revisão dos aplicativos de smartphones para cessação do tabagismo

disponíveis em língua portuguesa. **Cad. Saúde Pública**. 2017;33(2):e00178215. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00178215>.

FREE, C; PHILLIPS, G; FELIX, L; GALLI, L; PATEL, V; EDWARDS, P. The effectiveness of M-health technologies for improving health and health services: a systematic review protocol. **BMC res. notes**. 2010;3(1),1-7. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-3-250>.

GOMES, M.L.D.S; RODRIGUES, I.R; MOURA, N.D.S; BEZERRA, K.D.C; LOPES, B.B; TEIXEIRA, J.J.D. *et al.* Avaliação de aplicativos móveis para promoção da saúde de gestantes com pré-eclâmpsia. **Acta Paul Enferm**. 2019;32(2):275-81. <https://doi.org/10.1590/1982-0194201900038>.

LHOPITALLIER, L; KRONENBERG, A; MEUWLY, J.Y; LOCATELLI, I; MUELLER, Y; SENN, N. *et al.* Procalcitonin and lung ultrasonography point-of-care testing to determine antibiotic prescription in patients with lower respiratory tract infection in primary care: pragmatic cluster randomised trial. **BMJ**. 2021;374,n2132. <https://doi.org/10.1136/bmj.n2132>.

LIMEIRA, J.B.R; SILVA, V.C; NETO, N.M.G; SILVA, C.R.D.T; OLIVEIRA, V.L; ALEXANDRE, A.C.S. Development of a mobile application for health education about sepsis. **Rev Esc Enferm USP**. 2023;57,e20220269. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0269en>.

LLOR, C; HERNÁNDEZ, S. Enfermedad infecciosa en atención primaria: estudio prospectivo efectuado durante todo un año/Infectious disease in primary care: 1-year prospective study. **Enferm Infecc Microbiol Clin**. 2010;28(4),222-226. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2009.03.014>.

MAIA, J.S; MARIN, H.F. Aplicativos móveis para as sociedades menos favorecidas. **Acta Paul. Enferm**. 2021;34,eAPE002214. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2021AR02214>.

MARZIALI, M.E; GIORDANO, M; GLEIT, Z; PRIGOFF, J; LANDAU, R; MARTINS, S.S. Development and design of a mobile application for prescription opioid clinical decision-making: a feasibility study in New York City, USA. **BMJ open** [Internet]. 2023 [cited 2023 Sep. 18];13(2),e066427. Available from: <https://bmjopen.bmj.com/content/13/2/e066427>.

MIRANDA, F.D; SALOMÉ, G.M. Desenvolvimento de aplicativo móvel para avaliar, tratar e prevenir lesão por pressão. **Acta Paul Enferm**. 2022;35,eAPE0329345. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022AO0329345>.

MORAIS, G.H.D; ARAÚJO, J.F; MENDES, A.C.M; SILVA, C.B. Letramento digital em saúde: capacidades, desafios e impactos na autonomia do indivíduo. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, p. e13122-e13122, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-025>

MOSTAFA, A; ABDELZAHER, A; RASHED, S; ALKHAWAGA, S.I; AFIFI, S.K; ABDELALIM, S. *et al.* A alfabetização em saúde está associada ao uso de antibióticos, ao conhecimento e à conscientização sobre a resistência antimicrobiana entre estudantes universitários não médicos no Egito? Um estudo transversal. **BMJ Open** [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Sep. 17];11(3):e046453. Disponível em: <https://bmjopen.bmj.com/content/11/3/e046453>.

MATTOS, S.M; CESTARI, V.R.F; MOREIRA, T.M.M. Protocolo de revisão de escopo: aperfeiçoamento do guia PRISMA-ScR. **Rev Enferm UFPI**, p. e3062-e3062, 2023.

MOURÃO, L.F; MARQUES, A.D.B; MOREIRA, T.M.M; OLIVEIRA, S.K.P. Aplicativos móveis para promoção de cuidados com pé diabético: revisão de escopo. **Rev. Eletr. Enferm.** 2022;24:69625. <https://doi.org/10.5216/ree.v24.69625>.

OGUNNIGBO, O; NABIRYO, M; ATTEH, M; MURINGU, E; OLAITAN, O.J; RUTTER, V. *et al.* Exploring the antimicrobial stewardship educational needs of healthcare students and the potential of an antimicrobial prescribing app as an educational tool in selected African countries. **Antibiotics**. 2022;11(5),691. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050691>.

PASCUCCI, M; ROYER, G; ADAMEK, J; ASMAR, M.A; ARISTIZABAL, D; BLANCHE, L; *et al.* AI-based mobile application to fight antibiotic resistance. **Nature communications**. 2021;12(1),1173. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21187-3>.

PETERS, M,D,J; GODFREY, C; MCINERNEY, P; MUNN, Z; TRICCO, A.C; KHALIL, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). Aromataris E, Munn Z, editors. **JBI Manual for Evidence Synthesis**. JBI; 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>.

PIENDEL, L; VALIŠ, M; HORT, J. An update on mobile applications collecting data among subjects with or at risk of Alzheimer's disease. **Front. Aging Neurosci**. 2023;15,1134096. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1134096>.

SILVA, A.P; BARBOSA, B.J; CAMARGO, R.F; NICHIATA, L.Y. Construção de um aplicativo móvel para Profilaxia Pós-Exposição ao HIV. **Acta Paul Enferm**. 2021;34,eAPE000345. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2021AO000345>.

SILVA, T.M; ESTRELA, M; MAGALHÃES, S; SIMÕES, C; CACHIM, A; COSTA, T. *et al.* eHealthResp, a Digital Intervention to Improve Antibiotic Prescribing in Respiratory Infections: A Pilot Study. **Life**. 2022;12(8),1160. <https://doi.org/10.3390/life12081160>.

SILVEIRA, M.D.S; COGO, A.L.P. Contribuições das tecnologias educacionais digitais no ensino de habilidades de enfermagem: revisão integrativa. **Rev. Gaúcha de Enferm**. 2017;38(2),e66204. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2017.02.66204>.

SLEKOVEC, C; LEROY, J; VERNAZ-HEGI, N; FALLER, J.P; SEKRI, D; HOEN, B; TALON, D; BERTRAND, X. Impact of a region wide antimicrobial stewardship guideline on urinary tract infection prescription patterns. International journal of clinical pharmacy. **Internacional J. Clin. Farmacêutico**. 2012;34,325–329. <https://doi.org/10.1007/s11096-012-9606-6>.

SUTTELS, V; VAN SINGER, M; CLACK, L.C; PLÜSS-SUARD, C; NIQUILLE, A; MUELLER, Y; BOILLAT, B.N. Factors Influencing the Implementation of Antimicrobial Stewardship in Primary Care: A Narrative Review. **Antibiotics**. 2022;12(1),30. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12010030>.



TANG, K.W.K; MILLAR, B.C; MOORE, J.E. Antimicrobial Resistance (AMR). **Br J Biomed Sci.** 2023;80,11387. <https://doi.org/10.3389/bjbs.2023.11387>.

TENÓRIO, J.M; COHRS, F.M; SDEPANIAN, V.L; PISA, I.T; MARIN, H.F. Desenvolvimento e avaliação de um protocolo eletrônico para atendimento e monitoramento do paciente com doença celíaca. **RITA.** 2011;17(2),210-2. <https://doi.org/10.22456/2175-2745.12119>.

TRICCO, A.C; LILLIE, E; ZARIN, W; O'BRIEN, K.K; COLQUHOUN, H; LEVAC, D. *et al.* PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of internal medicine.** 2018;169(7),467-473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>.

TUON, F.F; GASPARETTO, J; WOLLMANN, L.C; MORAES, T.P.D. Mobile health application to assist doctors in antibiotic prescription-an approach for antibiotic stewardship. **Braz J Infect Dis.** 2017;21,660-664. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.08.002>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Antimicrobial Resistance** [Internet]. 2021 [cited 2023 Sep 17]. Available from: <https://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance>

YAMIN, E; GAVIRAGHI, F. J. Questão social, brecha digital e tecnologia: expressões de desigualdade na sociedade da informação. **Serv. Soc. Soc.**, v. 146, n. 3, p. e6628318, 2023. <https://doi.org/10.1590/0101-6628.318>

Sobre os autores

¹ **Maria Karolayne de Araújo Pereira.** Enfermeira pela Universidade Federal do Piauí - UFPI/CSHNB. Mestre e Doutoranda em Enfermagem pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Piauí - UFPI. Colaboradora do Grupo de Pesquisa em Saúde Coletiva - GPeSC na linha Saúde Sexual e Reprodutiva - SSR UFPI/CSHNB. Colaboradora no Projeto de Extensão Integração de Tecnologias Educativas Informação e Comunicação para a Promoção da Saúde - TV Mais Saúde. Integrante do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecção em Serviços de Saúde (NUPCISS). Interesses nas áreas de Saúde Pública, Educação em Saúde, Saúde da Mulher, Saúde Sexual e Reprodutiva, Infecções Comunitárias e Tecnologias Educacionais em Saúde.

E-mail: mkarolayneap@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7986652983810963>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9915-6843>.

² **Maria Luziene de Sousa Gomes.** Enfermeira pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2017.2). Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal do Ceará- UFC (2023), Mestre em Enfermagem pela Universidade Federal do Ceará- UFC (2020), Especialista em Mediação de Processos Educacionais na Modalidade Digital pela Faculdade São Leopoldo Mandic de Araras - SLMA (2021), Especialista em Saúde Pública pela Faculdade de Ciências e Tecnologia de Teresina - FACET (2019), Especialista em Enfermagem do Trabalho pela Faculdade do Médio Parnaíba - FAMEP (2019). Integrante do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Promoção da Saúde

Sexual e Reprodutiva (NEPPSS/UFC). Professora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

E-mail: luzienegomes94@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7600713173912829>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8583-0959>.

³ **João Caio Silva Castro Ferreira.** Enfermeiro graduado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI- Campus Senador Helvídio Nunes de Barros); Mestrando em Saúde Coletiva pelo Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia (ISC/UFBA), Pós-graduado em Residência Multiprofissional em Saúde da Família e Comunidade pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI); Especialista em Direitos Humanos Gênero e Sexualidade pela Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), Especialista em Saúde Mental e Políticas Públicas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia de Teresina (FACET). Atua nas seguintes linhas de pesquisa: Saúde Mental, Saúde Coletiva, Gênero, Saúde da população LGBTQIA+, Masculinidades, Saúde Digital, Comunicação em Saúde, Web cuidado e Estigmas sociais.

E-mail: joaoovscaio@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4360322950862352>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3497-5896>.

⁴ **Paula Oliveira Santos.** Graduada em Enfermagem pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Especialista em Saúde Pública e Saúde da Família pelo Instituto Athena - Dom Bosco. Enfermeira Obstetra pelo Programa de Residência em área profissional da saúde Enfermagem Obstétrica da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Especialista em Enfermagem em Pediatria e Neonatologia. Mestre em Enfermagem pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Piauí (PPGENf/UFPI).

E-mail: paulaoliveira772@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0546831607039318>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7373-2013>.

⁵ **Andréia Rodrigues Moura de Costa Valle.** Enfermeira pela Universidade Federal do Piauí (2005), especialização em Saúde Pública pela Universidade Cruzeiro do Sul, Mestrado em Enfermagem pela Universidade Federal do Piauí (2009), doutorado em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - USP (2013). Tem experiência na área de Enfermagem, com ênfase no controle de infecções, com atuação na Saúde Pública. É vice-líder do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecção em Serviços de Saúde e Membro da *Network in Human Exposome and Infectious Diseases* (NEHID), coordenado pela EERP-USP. Professora Associada da Universidade Federal do Piauí, atuando na Graduação e Pós-Graduação em Enfermagem.

E-mail: andreiarmcvalle@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0626852185608920>. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2706-0711>.