




**IMPACTOS DO DESCARTE INCORRETO DE ANTIBIÓTICOS, COM ÊNFASE
NA RESISTÊNCIA AO STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

**IMPACTS FROM INCORRECT DISPOSAL OF ANTIBIOTICS, WITH EMPHASIS
ON RESISTANCE TO STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

**IMPACTOS DE LA ELIMINACIÓN INCORRECTA DE ANTIBIÓTICOS, CON
ÉNFASIS EN LA RESISTENCIA AL STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

 <https://doi.org/10.56238/levv16n51-010>

Data de submissão: 07/07/2025

Data de publicação: 07/08/2025

Carla Ribeiro de Castro

Bacharel em Farmácia

Instituição: Faculdade Unida de Campinas

E-mail: carlaribeirodecastro@gmail.com

Ediene Ferreira de Torres

Bacharel em Farmácia

Instituição: Faculdade Unida de Campinas

E-mail: edienefortres@hotmail.com

Edinane Silva Oliveira

Bacharel em Farmácia

Instituição: Faculdade Unida de Campinas

E-mail: edinanes12@outlook.com

Taynara Cristina Gomes

Doutora em Medicina Tropical e Saúde Pública

Instituição: Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)

E-mail: taynaracristinag@gmail.com

Haline Rachel Lino Gomes

Mestra em Saúde Coletiva

Instituição: Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)

E-mail: haline_rachel@hotmail.com

Juliana Evangelista Bezerril

Doutora em Patologia

Instituição: Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES)

E-mail: julianaevb@unifimes.edu.br

Danielle Silva Araújo

Doutora em Patologia Molecular

Instituição: Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES), Faculdade Unida de Campinas

E-mail: danielle.araujo@facunicamps.edu.br

RESUMO

O objetivo principal deste estudo é compreender quais são os principais impactos desencadeados pelo descarte incorreto de antibióticos, salientando a resistência ao *Staphylococcus aureus*. É importante ressaltar a importância da conscientização do uso e descarte adequados dos antibióticos, pois os descartes incorretos são os principais fatores que ocasionam a mutação das cepas bacterianas. As indústrias farmacêuticas e os profissionais de saúde são necessários para que haja a execução correta desse processo, uma vez que detêm conhecimentos específicos sobre a formulação dos antibióticos e assim sabem orientar sobre a forma de tratamento ideal e como o descarte deve ser feito para que não haja o aumento da produção de bactérias resistentes. Trata-se de um estudo exploratório e descritivo, tendo como metodologia a revisão literária, sendo consultadas as seguintes bases de dados: PubMed, Scielo e Google Acadêmico, entre os anos de 2017 e 2022, utilizando termos como: descarte, incorreto, antibióticos, meio-ambiente, *Staphylococcus aureus*. Além dos termos em inglês como: *disposal*, *incorrect*, *antibiotics*, *environment*, *Staphylococcus aureus*. Foram selecionados 31 artigos para discutirem diversos aspectos importantes sobre os impactos do descarte incorreto de antibióticos com ênfase na resistência ao *Staphylococcus aureus*. Constata-se que o descarte incorreto ocasiona graves impactos ambientais, como a contaminação, levando assim à exposição de microrganismos por resíduos, fenômeno que leva à seleção natural de bactérias do sistema, formando cepas ultraresistentes.

Palavras-chave: Descarte. Incorreto. Antibióticos. Meio-ambiente. *Staphylococcus*.

ABSTRACT

The main objective of this study is to understand what are the main impacts triggered by the incorrect disposal of antibiotics, highlighting resistance to *Staphylococcus aureus*. mutation of bacterial strains. The pharmaceutical industries and health professionals are necessary for the correct execution of this process due to having specific knowledge about the formulation of antibiotics and thus knowing how to guide the ideal form of treatment and how the disposal should be done so that there is no increase in the production of bacteria or a new superbug appears. This is an exploratory and descriptive study, having as methodology the literary review, being consulted databases: PubMed, Scielo and Google Scholar between the years 2017 and 2022, using terms such as: discard, incorrect, antibiotics, environment, *Staphylococcus aureus*. Thirty-one articles were selected to discuss several important aspects of the impact of incorrect disposal of antibiotics, with an emphasis on resistance to *Staphylococcus aureus*. It appears that incorrect disposal causes serious environmental impacts such as contamination and thus leading to the exposure of microorganisms by waste, a phenomenon that leads to the natural selection of bacteria in the system, forming ultra resistant strains.

Keywords: Disposal. Incorrect. Antibiotics. Environment. *Staphylococcus*.

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es comprender los principales impactos desencadenados por el descarte incorrecto de antibióticos, destacando la resistencia a *Staphylococcus aureus*. Es importante enfatizar la necesidad de concientizar sobre el uso y el descarte adecuado de los antibióticos, ya que la eliminación incorrecta es el principal factor que provoca la mutación de las cepas bacterianas. Las industrias farmacéuticas y los profesionales de la salud son necesarios para garantizar que este proceso se lleve a cabo correctamente, ya que tienen conocimientos específicos sobre la formulación de antibióticos y, por tanto, pueden orientar sobre la forma ideal de tratamiento y cómo se debe realizar la eliminación para evitar un aumento en la producción de bacterias resistentes. Se trata de un estudio exploratorio y descriptivo, utilizando como metodología la revisión literaria, con las siguientes bases de datos consultadas: PubMed, Scielo y Google Scholar, entre los años 2017 y 2022, utilizando términos como: disposición, incorrecto, antibióticos, medio ambiente y *Staphylococcus aureus*. Además, se incluyeron términos en inglés como: *disposal*, *incorrect*, *antibiotics*, *environment*, *Staphylococcus aureus*. Se seleccionaron treinta y un artículos para discutir varios aspectos importantes de los impactos de la eliminación incorrecta de antibióticos, con énfasis en la resistencia a *Staphylococcus aureus*. Es evidente que una eliminación incorrecta provoca graves impactos



ambientales, como la contaminación, dando lugar así a la exposición de microorganismos a través de los residuos, fenómeno que lleva a la selección natural de bacterias en el sistema, formándose cepas ultraresistentes.

Palabras clave: Descarte. Incorrecto. Antibióticos. Ambiente. *Staphylococcus*.

1 INTRODUÇÃO

Bactérias constituem o grupo de organismos celulares mais numerosos no planeta e conseguem sobreviver às regiões mais hostis. Elas desempenham um papel de importância na humanidade, uma vez que participam de processos importantes que vão desde o auxílio no processo de absorção de nutrientes (como os probióticos) até a proteção contra fenômenos patológicos (como as actinobactérias), logo, participam de múltiplos processos fisiológicos indispensáveis à vida humana (Ferreira, 2015).

Antes da descoberta da penicilina, em 1928, por Alexander Fleming, os princípios ativos de plantas eram diligentemente usados no controle de infecções bacterianas, muito embora fossem ainda pouco caracterizados do ponto de vista biomolecular. Logo, a descoberta da penicilina, um composto cuja origem é fúngica, foi um divisor de águas no tratamento das mazelas humanas, tendo sido, inclusive, amplamente utilizada durante a segunda guerra mundial (Levinson, 2010; Murray; Moellering, 2007).

Na modernidade, a ocorrência de doenças oriundas de problemas sociais como o estresse, a ansiedade e a má alimentação aumentou a procura por medicamentos; as indústrias farmacêuticas evoluíram em pesquisas por novos fármacos e aumentaram a sua produção para suprir a demanda na sociedade. Em consonância a isso, pesquisas apontam que o consumo inadequado e a automedicação, desencadearam processos de seleção artificial das bactérias, que ocorre quando há administração errônea de uma medicação ou de suas doses, de modo a produzir os organismos bacterianos mais resistentes (Carvalho; Alterthum, 2004).

Diante disso, assuntos como o descarte incorreto de medicamentos têm gerado preocupações no meio científico. Estudos recentes apontaram que a exploração exacerbada de antibióticos gera impactos ambientais incontáveis e, por vezes, irreversíveis. O descarte incorreto, seja ele doméstico ou hospitalar, em pias ou vasos sanitários, por onde acessam a rede de esgoto e contaminam as redes pluviais e o solo, é de cunho infraestrutural e informacional. As informações necessárias para a orientação do descarte adequado são descritas nas bulas, conforme exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). No entanto, a sociedade ainda é negligente em buscar as informações adequadas a respeito do lugar ideal para descartar as medicações conforme sua classificação. É importante enfatizar que a forma de descarte incorreta de medicamentos é o principal fator responsável pela degradação ambiental devido ao fato de que seus resíduos poderem contaminar rios, lençóis freáticos e o solo, além de comprometer a saúde da população (Da Silva *et al.*, 2021).

O descarte incorreto de fármacos como a linezolida e clindamicina, utilizados no tratamento de combate ao *Staphylococcus aureus*, pode gerar uma preocupante instabilidade na microbiota do solo, consequentemente beneficiando o crescimento de uma determinada cepa com maior resistência em detrimento de outras (Costa, 2017). Vale salientar a importância de cada espécie ao exercer uma

atividade no desenvolvimento das plantas, como a fixação de nutrientes e a decomposição de matéria orgânica. Alterações fenotípicas deste grupo podem trazer graves desequilíbrios ambientais. Dessa forma evidencia-se a necessidade da realização de pesquisas sobre as possíveis alterações fenotípicas de microrganismos frente à contaminação do meio ambiente por antibióticos (Neves, 2015).

A presença de resíduos de drogas no meio ambiente vem sendo associada a impactos ecológicos catastróficos, como a interrupção sexual generalizada de peixes expostos ao estrogênio, por exemplo, e ao desenvolvimento de cepas de superbactérias, sendo este último efeito o objeto central de estudo deste trabalho. A relevância desta discussão justifica-se pelo fato de que as superbactérias podem estar associadas, também, às infecções hospitalares. Nesse sentido, *Staphylococcus aureus* ocupa o lugar de uma das principais bactérias resistentes à metilicina (MRSA) e tem sido protagonista na ocorrência de doenças comunitárias (Otter; French, 2012).

Diante da problemática que circunda o tema, neste estudo propõe-se a abordagem geral das diversas condições enfrentadas e, de modo específico, objetiva-se discutir a relação entre o descarte incorreto de antibióticos como precursor da seleção natural de cepas resistentes de *Staphylococcus aureus*. Para tanto, faremos uma revisão de literatura ampliada, buscando referências nas bases de pesquisa científicas referendadas, englobando pesquisas dos últimos cinco anos que versem sobre esta temática, com a finalidade de agregar conhecimento acerca deste tópico à comunidade científica e acadêmica, uma vez que é um tema ainda obscuro e pouco discutido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESCARTE DE MEDICAMENTOS SEGUNDO A ANVISA

Atualmente a utilização de medicamentos no tratamento de doenças vem se alastrando mundialmente. Fatores como o fácil acesso aos medicamentos, distribuição de amostras grátis, utilização dos medicamentos isentos de prescrição (MIPs), erros de prescrição contribuíram para o acúmulo desses resíduos nas residências (Oliveira, 2021).

De acordo com a ANVISA, estima-se que os consumidores brasileiros são responsáveis em gerar 30 mil toneladas de medicamentos ao ano (Bueno *et al.*, 2009). Os principais locais onde são realizados os descartes incorretos de medicamentos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Descarte de Medicamentos

Descarte de Medicamentos				
LIXO	ÁGUA CORRENTE	UNIDADES DE SAÚDE	LIXO RECICLÁVEL	OUTRAS FORMAS
62%	19%	10%	4%	5%

Fonte: (Bueno *et al.*, 2009).

Com isso, o descarte de medicamentos é um assunto que vem gerando preocupações na sociedade, já que as autoridades não fornecem informações necessárias à população sobre os impactos

ambientais e humanos que podem ser ocasionados pelo descarte incorreto dos medicamentos, somado à falta de interesse da população em buscar por orientação correta. Segundo a ANVISA, os medicamentos são descartados de forma incorreta principalmente em lixos comuns, pias e vasos sanitários (Kalinke; Junior, 2014, p.526).

A ANVISA orienta os pacientes a não utilizarem medicações vencidas, pois após o prazo de validade, essas substâncias não exercem eficácia no tratamento, além de poderem ocasionar sérios problemas à saúde e, se descartadas de forma incorreta, gerar contaminação da água, do solo e de animais (Campanher, 2016).

Por isso, é importante que a conscientização do descarte de medicamentos comece no ambiente escolar por meio de atividades relacionadas ao meio ambiente, para que as crianças sejam capazes de intensificar seus conhecimentos a respeito do armazenamento e descarte correto dos medicamentos (Carvalho *et al.*; 2009; p.4).

2.2 O TRATAMENTO ADEQUADO

Conceituados como elementos vulneráveis ao meio ambiente e à saúde humana, os medicamentos são considerados uma classe de resíduos que devem receber uma atenção específica quando trata do seu descarte no meio ambiente, e sua eliminação deve ser de forma adequada seguindo a logística reversa (Martins, 2019).

Após a publicação do Decreto 10.388 de 2020, foi regulamentada uma nova logística reversa de medicamentos. Nele, consta toda etapa que deve ser seguida para descarte correto das medicações que contêm fármacos domiciliares de uso humano, industrializados e/ou manipulados, estejam eles em desuso ou vencidos, ficando como responsáveis os agentes comunitários de saúde e estabelecimentos de saúde em fazer esse recolhimento (Pinto *et al.*, 2012).

Consoante à ANVISA, uma atenção farmacêutica e prescrição adequada ajudam a evitar o consumo excessivo de medicamentos e consequentemente o acúmulo de resíduos em residências, além de evitar possíveis intoxicações e reações adversas (Garbin *et al.*, 2011).

A implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no ano de 2010, fez com que as empresas que geram lixo da espécie farmacêutica sigam os princípios e diretrizes nela descritos, visando o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos (Pomati *et al.*, 2006).

Conforme descrito na PNRS, é de obrigação compartilhada a produção dos resíduos, e reflete em um conjunto de responsabilidades que engloba fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, prestadores de serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e tem como intuito diminuir o volume de resíduos farmacêuticos produzidos, enfatizando o seu descarte de forma correta, minimizando, assim, os impactos ambientais (Bueno *et al.*, 2009).

Para isso, é necessário o seguimento da Resolução Conama no 05, de 05 de agosto de 1993, que dispõe que todo resíduo farmacêutico deve ser encaminhado para ser tratado em local com licença ambiental do órgão competente, conforme sua classificação risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, obedecendo aos dados dos Grupos A e B (Pomati *et al.*, 2006).

Nesse sentido, a ECOMED tem ganhado reconhecimento da ANVISA por ser um programa que promove campanhas de descarte de medicamentos de forma correta no país, além de proporcionar um melhor rastreamento, segurança, praticidade e economia. Ele funciona como autoatendimento com pontos de descartes onde as pessoas levam suas medicações. Dessa forma, as medicações entregues vão para os incineradores que possuem licença ambiental, para serem incineradas de forma correta. Em caso de medicamentos de controle especial é necessária a realização de um procedimento em que toda a medicação descartada deve ter um auto de inutilização que deve ser remetido à Vigilância Sanitária local para que sua baixa no sistema seja feita e, só depois, procedida a incineração (Kalinke; Junior, 2014, p.526).

2.3 CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA POR ANTIBIÓTICOS

Segundo dados da ANVISA, cerca de 30 mil toneladas de medicamentos são descartadas anualmente pelos usuários no Brasil. Desse número, 81% do descarte é feito no lixo comum ou na água, o equivalente a 24.300 quilos de medicamentos. Infelizmente, a maior parte dos consumidores de fármacos não se preocupa em buscar orientações acerca do modo correto de descarte de medicamentos após o prazo final da validade (Bueno *et al.*, 2009).

Muito embora depois de vencidos os fármacos percam seus efeitos para fins de tratamento, ainda podem ocasionar contaminação da água. Das 30 mil toneladas de medicamentos que são descartadas no Brasil anualmente, cerca de 19% têm como destino final a água corrente, o que representa um impacto direto da qualidade da água para consumo, negligenciando a Política de Recursos Hídricos (Lei no 9.433/1997) (Campanher, 2016).

Os fármacos têm ocupado o lugar de poluentes emergentes cada vez mais presentes nos ambientes aquáticos e se mostram persistentes nos ambientes em que são depositados, motivo pelo qual merecem atenção. Dentre todos os medicamentos, os antibióticos pertencem à classe de fármacos mais usados, uma vez que são prescritos amplamente para uso terapêutico e profilático contra infecções bacterianas (Torres *et al.*, 2012). Além de serem largamente usados em tratamentos destinados a seres humanos, os antibióticos são, também, utilizados em animais para, além de tratar doenças, estimular o crescimento e a produção (Choi *et al.*, 2007).

Sabe-se que as concentrações de antibióticos são relativamente baixas e insuficientes para desencadear efeitos tóxicos agudos, isto é, imediatos, aos organismos expostos. No entanto, em longo

prazo, essa exposição, mesmo que em baixas concentrações, pode suscitar efeitos crônicos dos quais ainda não se tem total conhecimento (Gastilho *et al.*, 2014).

Um dos mais severos efeitos que os antibióticos têm sobre o meio ambiente é a contribuição para o desenvolvimento de bactérias resistentes, uma vez que os resíduos de antibióticos no meio ambiente são capazes de impor pressões seletivas nas populações de bactérias, o que resulta no predomínio de bactérias resistentes (Hoa *et al.*, 2011).

2.4 A INDÚSTRIA COMO PROTAGONISTA

As indústrias farmacêuticas, bem como os estabelecimentos que manuseiam medicamentos, são grandes produtores de resíduos medicamentosos e, durante anos, o devido descarte de fármacos não era regulamentado nem mesmo para estas instituições (Magalhães *et al.*, 2013).

Em função da devolução e do recolhimento de medicamentos do mercado, seja pela ausência de fatores de qualidade, baixa adesão ou perdas do processo, a indústria farmacêutica protagoniza como importante produtora de resíduos sólidos (Arjona; Ruiz, 1997). No cenário nacional, as tecnologias de tratamento de rejeitos sólidos de medicamentos ainda estão restritas a algumas regiões por serem onerosas à máquina pública, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Logo, isso torna o descarte indevido mais uma vez negligenciado e potencializa seus efeitos, já que uma vez realizado, ao entrar em contato com o meio ambiente, não poderá mais ser retido (Magalhães *et al.*, 2013).

Nesse sentido, a deposição e o acúmulo de antibióticos são também de responsabilidade direta da produção farmacêutica de indústrias, que geram grandes quantias de antibióticos e de seus metabólitos em seus efluentes (Al-ahmad *et al.*, 2009). A título de comparação, um estudo norte americano revelou que mais de 20 tipos de antibióticos e metabólitos foram encontrados em águas americanas, como o metabólito eritromicina-H₂O e os antibióticos trimetoprima, sulfametoxazol, sulfametazina e lincomicina. Portanto, é impossível falar de contaminação da água por antibióticos sem mencionar a responsabilidade das indústrias farmacêuticas, tanto no que se refere ao descarte inapropriado, quanto à omissão frente às políticas de orientação e conscientização de seu público-alvo acerca das maneiras ambientalmente adequadas de se realizar o descarte caseiro (Kolpin *et al.*, 2002).

2.5 STAPHYLOCOCCUS AUREUS COMO SUPERBACTÉRIA

Staphylococcus aureus é naturalmente encontrada colonizando a flora da pele; no entanto, pode se tornar patogênica em situações em que há a quebra da barreira cutânea ou a diminuição da imunidade sistêmica. Nesse sentido, traumas que comprometam a integridade da barreira física cutânea correspondem à principal causa de mudanças de comportamento deste microrganismo (Barraviera, 1994). Essa bactéria é, portanto, responsável por uma extensa gama de infecções, como as cutâneas e

subcutâneas, infecções pós-cirúrgicas, osteomielites, pneumonias, abscessos, endocardites e bacteremia, além de ser uma das causas mais comuns de infecções nosocomiais e comunitárias com elevados índices de morbimortalidade (Lowy, 1998).

O tratamento medicamentoso para infecções por *Staphylococcus aureus* foi inaugural com a descoberta e o uso da penicilina e surtiu efeitos satisfatórios até o ano de 1960, quando apareceram as primeiras amostras isoladas resistentes a esse antimicrobiano. Em função disso, foi criado o beta-lactâmico sintético denominado meticilina, princípio que é resistente à ação das beta-lactamases produzidas pelo *S. aureus*. No entanto, mesmo com todos esses esforços, foram novamente encontradas novas amostras resistentes à meticilina. Essas novas amostras constituíram uma nova cepa denominada MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina) e apresentam multirresistência a todos antimicrobianos beta-lactâmicos (Lowy, 1998).

O referido aumento de resistência pode se dar tanto por fatores intrínsecos a cada espécie, quanto pode ser adquirido por meio de processos de replicação celular, além de ter como causa a exposição a fatores mutagênicos (Costa, 2017). Nesse sentido, estudos mostram o surgimento de genes para resistência à penicilina e a produção de beta-lactamases relacionadas à exposição de microrganismos a contaminação ambiental por resíduos, fenômeno que leva à seleção natural de bactérias do sistema, formando cepas multirresistentes (Timoney *et al.*, 1978).

Nesse sentido, o descarte inadequado de antibióticos no meio ambiente implica diretamente no aumento da propensão de bactérias desenvolverem resistências por meio da seleção natural. A exemplo disso, podemos citar Nascimento e colaboradores (2009), que em uma pesquisa realizada em pilha de resíduos de serviços de saúde em um aterro sanitário, revelou a resistência bacteriana a antimicrobianos.

Logo, o desenvolvimento das cepas de superbactérias de *Staphylococcus aureus* está diretamente atrelado ao aumento no consumo e descarte inadequado de antibióticos, uma vez que o meio ambiente (ar, solo e água) funciona, também, como um grande reservatório de genes resistentes (Bernstein, 2012).

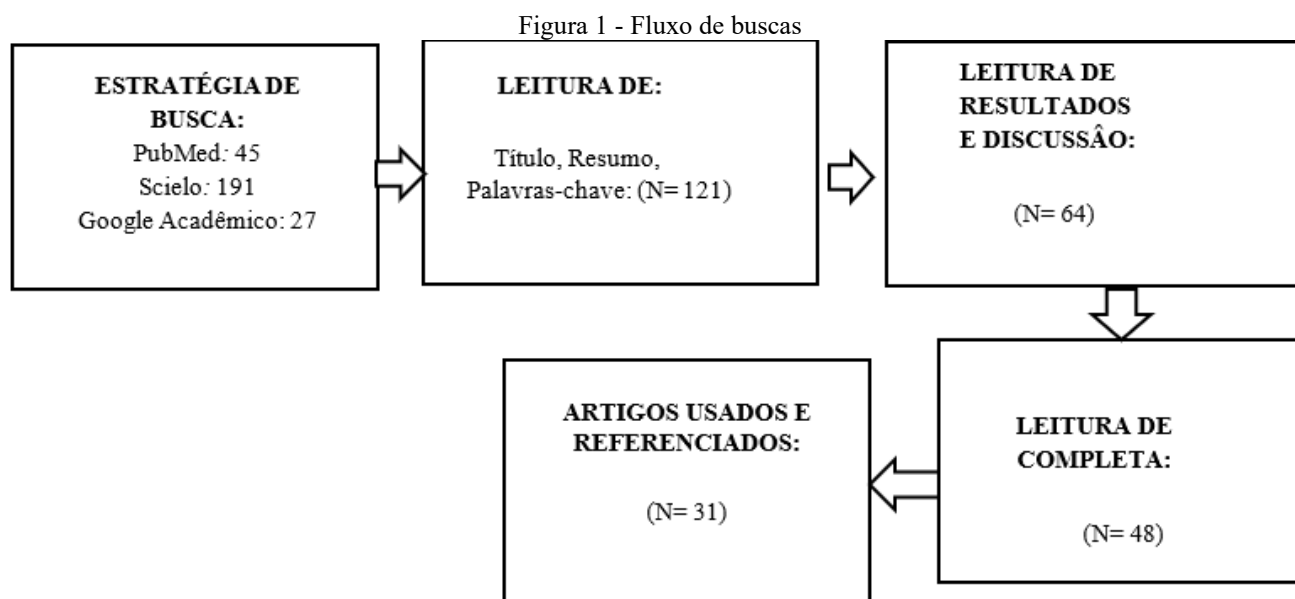
3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo possui caráter exploratório e descritivo, utilizando como metodologia a revisão literária. Para a investigação dos dados bibliográficos, foram feitas buscas nas plataformas PubMed, Scielo e Google Acadêmico, entre os anos de 2017 e 2022, utilizando termos como: descarte, incorreto, antibióticos, meio-ambiente, *Staphylococcus*. Além dos termos em inglês como: disposal, incorrect, antibiotics, environment, *Staphylococcus*.

Nessa busca, foram encontrados 263 artigos para o estudo, como mostra a Figura 1. A pesquisa dos artigos eletrônicos ocorreu entre os meses de março a abril de 2023. A seleção de artigos se deu a

partir da busca de descritores já supracitados. Primeiramente, foi realizada a leitura do título, resumo e palavras chaves, sendo selecionados 121 artigos. Após a leitura dos resultados e discussões foram selecionados 64 artigos.

Com a leitura completa foram selecionados 48 artigos, dos quais apenas 31 foram utilizados e referenciados. O método de exclusão utilizado foi descartar artigos que não abordassem assuntos dentro do tema proposto e artigos que não estivessem entre o período delimitado, como representado na figura 1.



Fonte: Autores.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com Campanher (2016), um dos motivos que contribuem para que as pessoas adquiram medicamentos em larga escala é a facilidade de compra, sem prescrição médica, assim como a dificuldade na institucionalização de uma política pública para o uso racional e seguro de medicamentos no Brasil. Sabe-se que possuir um estoque de medicamentos em casa, certamente influencia o consumo desnecessário, fortalecendo assim o hábito da automedicação.

Segundo Alvarenga e Nicoletti (2010), de modo geral, o descarte de medicamentos é realizado no lixo doméstico em razão do desconhecimento acerca do destino correto que deveriam ter. Inúmeras são as causas das sobras de medicamentos, entre elas estão as especialidades farmacêuticas com a quantidade aquém ou além dos esquemas posológicos, normalmente empregados a propagandas de medicamentos, de modo a incitar a aquisição desnecessária.

Assim, nota-se que vários fatores podem estar vinculados ao uso indevido e desnecessário de medicamentos, como a automedicação, prescrição e dispensação incorretas, já que grande parte acontece pelo uso sem prescrição médica (Moraes *et al.*, 2016). Ademais, o uso inadequado de antibióticos, sobretudo o uso excessivo, é considerado um dos fatores que mais se relaciona com a

resistência microbiana, causando um grave problema de saúde pública global. Este fato tem aumentado a frequência de doenças infecciosas emergentes em consequência da ineficácia dos antibióticos sobre os agentes causadores das doenças sobre os quais deveriam agir combativamente.

Os países do norte europeu, onde notadamente há um menor consumo de antibióticos, apresentam um menor nível de resistência, oposto ao que se verifica em países do sul da Europa e em demais países, como o Brasil, por exemplo (Loureiro *et al.*, 2016).

Muito embora não haja evidências concretas, pesquisas apontam que fatores como a expectativa do paciente para receber tratamento eficaz, o tempo de espera prolongado para consultas médicas, pressão por parte das indústrias farmacêuticas e planos de saúde contribuem de maneira cabal para o uso excessivo de antibióticos. A despeito disso, muitos profissionais veem o risco de indução à resistência bacteriana como algo pouco provável, o que revela o total despreparo e conhecimento acerca desses riscos (Zimernan, 2010).

A resistência microbiana das bactérias pode se desenvolver por mutação, quando ela obtém condições específicas para resistir ao medicamento e, também, quando há troca de material genético entre microrganismos comuns e microrganismos que já possuam alguma resistência. Nesse sentido, o uso de antibióticos adequados para cada tipo de infecção, durante o tempo e a dosagem corretos, é indispensável para evitar que bactérias resistentes sobrevivam. Importante destacar que, para reter a resistência aos antibióticos, é necessário que todas as pessoas que manipulam estes medicamentos estejam comprometidas com seu uso e descarte apropriados (ANVISA, 2018).

Nos últimos anos uma grande diversidade e quantidade de resíduos de fármacos têm sido identificadas no meio ambiente, sobretudo em águas antes potáveis e que agora podem oferecer toxicidade aos organismos aquáticos, já que tais resíduos são compostos bioativos, isto é, desenvolvidos sinteticamente para um fim específico em seres vivos (Tauxe-wuersch *et al.*, 2005). Consoante a publicação Logística Reversa de Medicamentos, idealizada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) (2013) em parceria com a ANVISA, a população brasileira é responsável por produzir cerca de 10 mil toneladas de resíduos de fármacos por ano, quantia esta totalmente descartada sem a utilização de um sistema adequado. Ainda segundo dados da ANVISA, aproximadamente 25% das infecções registradas no Brasil são causados por microrganismos multirresistentes, para os quais não existem antibióticos eficazes (Egle, 2018).

O desenvolvimento da *Staphylococcus aureus* como superbactéria está diretamente ligado ao aumento no consumo exacerbado de antibióticos, que implica no descarte incorreto de restos no meio ambiente (Bernstein, 2012). Para que este problema seja minimizado, é indispensável que se faça uma monitorização multisetorial eficiente na cadeia de uso e descarte dos fármacos antibióticos, partindo da prescrição indiscriminada em direção ao controle do descarte industrial e caseiro adequado. Para tanto, consolidar a logística reversa de medicamentos mostra-se a alternativa mais razoável, uma vez

que já está regulamentada pelo Decreto 10.388 desde 2020 e integra todas as etapas que devem seguidas para o descarte adequado de medicações.

Deste modo, espera-se que, em longo prazo, os impactos gerados pelo contato de fármacos antibióticos com o meio ambiente, sobretudo o desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes, sejam mitigados. Deveras, sobre as cepas resistentes já consolidadas pouco pode-se fazer, mas evitar que novas bactérias sofram seleção natural em função do contato com antibióticos descartados erroneamente no meio ambiente é uma emergência de responsabilidade pública e privada, que envolve todos os setores que de alguma forma manipulam tais medicamentos. Por isso, cabe, também, à comunidade científica o dever de dar destaque a este problema dentro do mundo acadêmico, o que este trabalho se empenhou a realizar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo conclui-se que os impactos do descarte incorreto de antibióticos são de alta complexidade e pode desencadear graves problemas ambientais e sociais. O descarte inadequado está associado à falta de informação tanto dos profissionais de saúde que atuam de forma direta na geração desses resíduos e por consumidores. Ultimamente a população tem descartado suas medicações em lugares proibidos como lixo comum ou na própria rede de esgoto (por exemplo, descargas sanitárias) e consequentemente esse descarte inadequado tem provocado a contaminação em matrizes ambientais ao redor do mundo, especialmente na água e nos efluentes.

O descarte inadequado de antibióticos utilizados no tratamento da *Staphylococcus aureus* tem trazido preocupações à ANVISA, pois acarreta, de forma direta, aumento do crescimento de bactérias que desenvolvem novas resistências por meio da seleção natural. Dessa forma muitos cientistas a estão comparando a uma superbactéria que está sendo difícil de tratar devido à alta exposição de microrganismos a contaminação ambiental por resíduos, fenômeno que leva à seleção natural de bactérias do sistema, formando cepas multirresistentes.

A fim de evitar o descarte incorreto dos medicamentos, os órgãos fiscalizadores têm promovido campanhas de conscientização para que este problema seja minimizado. Vale ressaltar que é indispensável o monitoramento multisetorial de qualidade no ciclo de uso e descarte dos fármacos antibióticos, partindo da prescrição indiscriminada em direção ao controle do descarte industrial e caseiro adequados. Dessa forma, programas como ECOMED têm se destacado por promover campanhas sobre o descarte correto de medicamentos no Brasil e promover um rastreamento com segurança desses resíduos de forma prática, segura e econômica, já que oferece um autoatendimento para as pessoas descartarem seus medicamentos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). Logística Reversa para o setor de medicamentos. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/air/analises-de-impacto-regulatorio/2013/logistica-reversa-para-o-setor-de-medicamentos.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Superbactérias: de onde vêm, como vivem e se reproduzem. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2018/superbacterias-de-onde-vem-como-vivem-e-se-reproduzem>. Acesso em: 20 maio 2023.
- AL-AHMAD, A. et al. Effects of a realistic mixture of antibiotics on resistant and nonresistant sewage sludge bacteria in laboratory-scale treatment plants. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, New York, v. 57, p. 264-273, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00244-008-9259-6>. Acesso em: 20 maio 2023.
- ALVARENGA, L.; NICOLETTI, M. Descarte doméstico de medicamentos e algumas considerações sobre o impacto ambiental decorrente. *Revista Saúde – UNG-SER*, Guarulhos, v. 4, n. 3, p. 34-39, 2010.
- ARJONA, B.; RUIZ, J. Diseño e implementación de un programa de minimización de residuos de la industria farmacéutica. Monterrey: Centro de Calidad Ambiental, ITESM, 1997. (BTA-CTL-04-130398).
- BARRAVIERA, B. Venenos animais: uma visão integrada. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 104, 1994. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rimts/article/view/29146>. Acesso em: 20 maio 2023.
- BERNSTEIN, A. Uma nova preocupação com a água que bebemos. *Educação Pública*, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/13/17/uma-nova-preocupaccedilatildeo-com-a-aacutegua-que-bebemos>. Acesso em: 19 maio 2023.
- BUENO, C. S. et al. Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí – RS. *Revista Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, Araraquara, v. 30, n. 2, p. 203-210, 2009.
- CAMPANHER, R. Descarte adequado de medicamentos: percepção socioambiental do empresário de drogarias frente à Logística Reversa. 2016. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar) – UNIFAE, São João da Boa Vista, 2016.
- CARVALHAL, M.; ALTERTHUM, F. Morfologia e estrutura da célula bacteriana. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. *Microbiologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2004.
- CARVALHO, E. V. et al. Aspectos legais e toxicológicos do descarte de medicamentos. *Revista Brasileira de Toxicologia*, São Paulo, v. 22, n. 1/2, p. 1-8, 2009.
- CHOI, K. J. et al. Determinação de compostos antibióticos em água por SPE-LC/MSD on-line. *Chemosphere*, Oxford, v. 66, p. 977-984, 2007.
- COSTA, A. L. P. Resistência bacteriana aos antibióticos e saúde pública: uma breve revisão de literatura. *Estação Científica (UNIFAP)*, Macapá, v. 7, n. 2, p. 45, 2017.

- DA SILVA, N. S. et al. Investigação sobre a percepção socioambiental quanto ao descarte de medicamentos vencidos ou em desuso de universitários dos cursos de saúde e biológicas no sudeste do Pará. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, Málaga, v. 16, n. 7, p. 5340-5355, 2023.
- EGLE, L. Superbactérias versus novos antibióticos: quem vai vencer essa guerra? *ICTQ*, [S.l.], 2018. Disponível em: <https://ictq.com.br/industria-farmaceutica/812-#:~:text=Dados%20da%20Anvisa%20apontam%20que,e%2C%20infelizmente%2C%20elas%20existem>. Acesso em: 23 maio 2023.
- FERREIRA, F. História das bactérias. *Brasil Escola*, [S.l.], 2015. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/historia-das-bacterias.htm>. Acesso em: 23 maio 2023.
- GARBIN, C. A. S. et al. Violência denunciada: ocorrências de maus-tratos contra crianças e adolescentes registradas em uma unidade policial. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, v. 64, n. 4, p. 665-670, 2011.
- GASTILHO, S. et al. Uso de antibióticos em aquacultura e resistência bacteriana: impacto em saúde pública. *Acta Farmacêutica Portuguesa*, Lisboa, v. 3, n. 1, p. 29-45, 2014.
- HOA, P. T. P. et al. Antibiotic contamination and occurrence of antibiotic-resistant bacteria in aquatic environments of northern Vietnam. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 409, p. 2894-2901, 2011.
- KALINKE, A. C.; JUNIOR, L. M. Descarte de medicamentos: situação atual, impactos e conhecimento da população. *Revista Saúde e Pesquisa*, Maringá, v. 7, n. 3, p. 525-530, 2014.
- KOLPIN, D. W. et al. Produtos farmacêuticos, hormônios e outros contaminantes orgânicos de efluentes em US Streams, 1999-2000: um reconhecimento nacional. *Ciência e Tecnologia Ambiental*, Washington, DC, v. 36, n. 6, p. 1202-1211, 2002.
- LEVINSON, W. *Microbiologia médica e imunológica*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- LOUREIRO, R. J. et al. O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Lisboa, v. 34, n. 1, p. 77-84, 2016.
- LOWY, F. D. *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine*, Boston, v. 339, p. 520-532, 1998. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjtlaadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306909](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjtlaadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1306909). Acesso em: 23 maio 2023.
- MAGALHÃES, C. S. F. A inserção de stakeholders nas estratégias empresariais de gestão de resíduos sólidos no Brasil: o estudo de caso da empresa Belcar Caminhões. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana e Problemas Sociais Contemporâneos) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa, 2013.
- MARTINS, L. D. P. Critérios racionais que orientem a prescrição farmacêutica de medicamentos isentos de prescrição. 2019. Tese (Doutorado em Ciência da Saúde) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.
- MORAES, A. L. et al. Automedicação: revisando a literatura sobre a resistência bacteriana aos antibióticos. *Revista Eletrônica Estácio Saúde*, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 122-132, 2016.

MURRAY, B. E.; MOELLERING, R. C. Patterns and mechanisms of antibiotic resistance. *Medical Clinics of North America*, Philadelphia, v. 62, n. 5, p. 899-923, 1978.

NASCIMENTO, T. C. et al. Ocorrência de bactérias clinicamente relevantes nos resíduos de serviços de saúde em um aterro sanitário brasileiro e perfil de susceptibilidade a antimicrobianos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 42, n. 4, p. 415-419, 2009.

NEVES, R. Bactérias - educação. Rio de Janeiro: Globo, 2015.

OLIVEIRA, F. S. Orientação farmacêutica frente ao uso de medicamentos isentos de prescrição (MIPs): uma revisão de literatura. 2021. Monografia (Bacharelado em Farmácia) – Centro Universitário AGES, Paripiranga, 2021.

OTTER, J. A.; FRENCH, G. L. Survival of nosocomial bacteria and spores on surfaces and inactivation by hydrogen peroxide vapor. *Journal of Clinical Microbiology*, Washington, DC, v. 47, n. 1, p. 205-207, 2009.

PINTO, H. A. et al. O programa nacional de melhoria do acesso e da qualidade da atenção básica: reflexões sobre o seu desenho e processo de implantação. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, 2012.

POMATI, F. et al. Effects of a complex mixture of therapeutic drugs at environmental levels on human embryonic cells. *Environmental Science & Technology*, Washington, DC, v. 40, p. 2442-2447, 2006.

TAUXE-WUERSCH, A. et al. Occurrence of several acidic drugs in sewage treatment plants in Switzerland and risk assessment. *Water Research*, Oxford, v. 39, p. 1761-1772, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.03.003>. Acesso em: 23 maio 2023.

TIMONEY, J. F. et al. Heavy-metal and antibiotic resistance in the bacterial flora of sediments of New York Bight. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, DC, v. 36, n. 3, p. 465-472, 1978.

TORRES, N. H. et al. Metodologia de otimização para detecção do antimicrobiano ciprofloxacino por HPLC-FLD. *International Journal of Engineering Research and Development*, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 59-62, 2012.

ZIMERMAN, R. A. Uso indiscriminado de antimicrobianos e resistência microbiana. Porto Alegre: Ministério da Saúde, 2010.