CENTRO UNIVERSITÁRIO UniBTA

DEREK RODOLFO BARBOSA

JULIA GABRIELE BORTINHON

O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

São Paulo

2025

DEREK RODOLFO BARBOSA
JULIA GABRIELE BORTINHON

O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Biomedicina do Centro Universitário UniBTA, como exigência para obtenção do grau de Bacharel em Biomedicina.

São Paulo
2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

BARBOSA, Derek Rodolfo
BORTINHON, Julia Gabriele
O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA
São Paulo, 2025.
35f. (número total de folhas do TG)
Trabalho de Graduação – Curso Biomedicina
Centro Universitário UniBTA, 2025.
Orientador Interno ou Principal: Profª. Espec. Andiara Vicente.
Orientador Externo ou Coorientador: Profª. Me. Isabella Aparecida Fonseca Bertoleti
1. Bactérias Multirresistentes. 2. Antibióticos. 3. Resistência Bacteriana. 4. Impacto clínico.
I. Centro Universitário UniBTA. Divisão de Informação e Documentação. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, Derek Rodolfo e BORTINHON, Julia Gabriele. **O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA.** 2025. 35f. Trabalho de Graduação - Centro Universitário UniBTA.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME(S) DO(S) AUTOR(ES): Derek Rodolfo Barbosa, Julia Gabriele Bortinhon
TÍTULO DO TRABALHO: **O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**
TIPO DO TRABALHO/ANO: Trabalho de Graduação/2025

É concedida ao Centro Universitário UniBTA permissão para reproduzir cópias deste Trabalho e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Trabalho pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

_____

Derek Rodolfo Barbosa,
Julia Gabriele Bortinhon, Rua Juno, 90 Jardim
da Granja, São José dos Campos – São Paulo

DEREK RODOLFO BARBOSA
JULIA GABRIELE BORTINHON

O IMPACTO DO USO EXCESSIVO DE ANTIBIÓTICOS NO AUMENTO DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Graduação apresentado ao Centro Universitário UniBTA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

_____

Professora Especialista Andiara Vicente - UniBTA

_____

Professora Me. Isabella Aparecida Fonseca Bertoleti - UniBTA

_____

Professora Dr. Suellen Patareli Miragaia - UniBTA

_____

Titulação, Nome do Componente da Banca - Sigla da Instituição

_____/_____/_____

DATA DA APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar este Trabalho de Conclusão de Curso, gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta pesquisa de forma direta ou indiretamente. Agradeço à minha família pelo apoio incondicional e incentivo durante toda a minha jornada acadêmica. Agradeço as nossas orientadoras Profª Esp. Andiara Vicente e Profª Me. Isabela Aparecida Fonseca Bertoleti pela orientação precisa e apoio constante ao longo da realização deste trabalho. Agradeço aos demais professores e colegas que compartilharam conhecimentos e experiências que enriqueceram minha formação acadêmica e nos apoiaram em todos os momentos de dificuldades encontrados nessa jornada. Agradeço à instituição por fornecer os recursos e infraestrutura necessários para a realização deste trabalho.

“Os enigmas do universo só lentamente se revelam à nossa investigação. Existem questões às quais o homem, atualmente, não pode nos dar respostas, mas, o trabalho científico constitui o único caminho que pode nos levar a um verdadeiro conhecimento da realidade externa a nós”. (Sigmund Freud)

RESUMO

Esta pesquisa investiga a relação entre o uso inadequado de antibióticos e o surgimento de bactérias multirresistentes, destacando os riscos que essa prática representa para a saúde pública global. O objetivo é analisar como a má utilização desses medicamentos contribui para a resistência microbiana, além de conscientizar a população sobre a importância do uso correto dos antibióticos. A pesquisa se justifica pela necessidade de informar a sociedade sobre os impactos negativos da resistência bacteriana, que compromete tratamentos e eleva a mortalidade por infecções comuns. Adotou-se uma metodologia bibliográfica quali-quantitativa, com análise de publicações científicas entre 2004 e 2025, obtidas em bases como Scielo, PubMed e OMS. A abordagem qualitativa examina os fatores que favorecem a resistência bacteriana, enquanto a quantitativa apresenta dados estatísticos e medidas de enfrentamento. A revisão da literatura contempla a origem dos antibióticos, seus mecanismos de ação, as formas de resistência bacteriana e os impactos globais do problema. Os resultados revelam que práticas como automedicação, uso excessivo e abandono precoce do tratamento impulsionam a seleção de bactérias resistentes, como *Staphylococcus aureus* e *Mycobacterium tuberculosis*. Estima-se que a resistência antimicrobiana seja responsável por milhões de infecções e milhares de mortes por ano, configurando-se como um desafio crescente. O estudo reforça a urgência de políticas públicas eficazes e da promoção do uso racional dos antibióticos para conter a disseminação da resistência bacteriana.

Palavras-chave: Bactérias Multirresistentes. Antibióticos. Resistência Bacteriana. Impacto clínico.

ABSTRACT

This research investigates the relationship between the inappropriate use of antibiotics and the emergence of multidrug-resistant bacteria, highlighting the risks this practice poses to global public health. The objective is to analyze how the misuse of these medications contributes to microbial resistance, as well as to raise public awareness about the importance of using antibiotics correctly.

The research is justified by the need to inform society about the negative impacts of bacterial resistance, which undermines treatments and increases mortality from common infections. A qualitative-quantitative bibliographic methodology was adopted, with analysis of scientific publications from 2004 to 2025, obtained from databases such as Scielo, PubMed, and the WHO. The qualitative approach examines the factors that contribute to bacterial resistance, while the quantitative approach presents statistical data and countermeasures.

The literature review covers the origin of antibiotics, their mechanisms of action, forms of bacterial resistance, and the global impacts of the problem. The results reveal that practices such as self-medication, overuse, and early abandonment of treatment drive the selection of resistant bacteria, such as *Staphylococcus aureus* and *Mycobacterium tuberculosis*. It is estimated that antimicrobial resistance is responsible for millions of infections and thousands of deaths annually, constituting a growing challenge.

The study reinforces the urgency of effective public policies and the promotion of rational antibiotic use to curb the spread of bacterial resistance.

Keywords: Multidrug-resistant bacteria. Antibiotics. Bacterial resistance. Clinical impact.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Trabalhos selecionados para análise e integração.27
Tabela 2: Volumes e despesas totais com antibacterianos sistêmicos por ano, Estado de Minas Gerais, de 2010 a 2015. Projeto Abastecer. (COSTA, Eliane et al. Gasto público com antibacterianos sistêmicos em Minas Gerais, Brasil. Cadernos de Saúde Coletiva, Rio de**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação geral dos antibióticos. (SÁ, J. C. et al. Miniguia de antibiotico-terapia. S.l.]: Academia.edu, 2020)24
Figura 2: Impacto da resistência antimicrobiana sobre faixas etárias extremas (*Antimicrobials Resistance Collaborators*. The Lancet Regional Health – Americas, 2023)31

SUMÁRIO

ABSTRACT 8
LISTA DE TABELAS 9
LISTA DE FIGURAS 10
1. INTRODUÇÃO 12
2. PROBLEMA 14
3. OBJETIVOS 15
3.1 Objetivo Geral 15
3.2 Objetivos Específicos 15
4. JUSTIFICATIVA 16
5. METODOLOGIA 17
6. REVISÃO DA LITERATURA 19
6.1 Bactérias 19
6.2 A origem do primeiro antibiótico 20
6.3 Funcionamento dos antibióticos 20
7. O IMPACTO DO USO INCORRETO DOS ANTIBIÓTICOS 25
8. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS 27
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS 33
10. REFERÊNCIAS 34

1. INTRODUÇÃO

As bactérias são alguns dos primeiros seres vivos a serem descobertos e possuem papel fundamental no cotidiano da humanidade, apesar da sua importância primordial elas também podem gerar problemas graves a saúde da população. (Santos, 2004).

Esses seres, são organismos simples que apresentam apenas uma única célula em sua estrutura e se caracterizam por não possuir um núcleo celular definido, sendo dessa forma denominados como procariontes. Outro aspecto fundamental em sua estrutura é a presença de uma parede celular composta por um complexo denominado peptidioglicano, responsável por proteger a célula de interações do meio ambiente que poderiam ocasionar o rompimento e destruição das bactérias. (Reis, 2016).

Ademais, é crucial pontuar a importância que esses seres exercem em nosso cotidiano, nem todas bactérias são causadoras de danos à saúde como costumam ser lembradas, são diversas as bactérias que compõe a microbiota dos seres humanos, tendo papel fundamental no equilíbrio de certas áreas do nosso corpo como na região da pele e mucosas. (Brooks, Geo F. *et al.* 2014).

Além disso, atualmente segundo (Reis, 2016), são diversas as aplicações desses seres na área comercial, tais como produções de compostos químicos sendo eles álcoois e drogas, degradação de detritos, e até mesmo na reciclagem de compostos orgânicos do solo na área da agricultura além de outras funções em demais áreas.

No entanto, apesar de diversas bactérias se encontrarem na microbiota humana, existem outras que podem acometer a população com diversas enfermidades. Esses seres possuem propagação e crescimento muito rápido o que auxilia na contaminação, além da variedade de vetores, como animais, água, alimentos contaminados e até mesmo por transmissão aérea por gotículas contaminadas, como no caso da *M. tuberculosis*, causadora da tuberculose, ou da *E. Coli* que causa diarreia normalmente devido a contaminação da água por rede de esgotos (Brooks, Geo F. *et al*. 2014).

Visando o controle desses seres vivos surgiram os antibióticos, medicamentos utilizados para combater esses agentes patogênicos, sendo o principal deles a penicilina. No entanto, o uso indiscriminado e de forma errônea tem acarretado o surgimento de novos seres que possuem resistência aos antibióticos. (Calixto, 2011).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima-se que a resistência antimicrobiana foi diretamente responsável por 1,27 milhão de mortes globais em 2019 e contribuiu para 4,95 milhões de mortes no Mundo, além disso atualmente são registrados 24 patógenos que são prioritários por apresentarem resistência maior aos antibióticos.

Deste modo, o presente trabalho visa demonstrar o impacto negativo na saúde mundial devido ao uso incorreto e excessivo desses medicamentos para combate dos microrganismos e como esse problema pode gerar o surgimento de novas bactérias multirresistentes.

2. PROBLEMA

Como o uso inadequado de antibióticos, seja por prescrição médica errada, automedicação ou administração incorreta, pode contribuir para o surgimento e disseminação de microorganismos multirresistentes e de qual modo isso pode afetar a população mundial?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Compreender como o uso inadequado de medicações, especialmente os antibióticos, está diretamente relacionado ao surgimento de novas bactérias multirresistentes é fundamental para a promoção da saúde pública.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar como a medicação usada de maneira inadequada interfere para o surgimento de novos microrganismos multirresistentes aos antibióticos;
- Além de conscientizar a população sobre o uso dos medicamentos de forma correta;
- Visando dessa forma orientar sobre os fatores de riscos que podem surgir com o crescimento dessas novas bactérias para a população mundial.

4. JUSTIFICATIVA

A seguinte pesquisa justifica-se pela necessidade de orientar e conscientizar a população a respeito dos riscos do uso incorreto de antibióticos. Embora existam orientações referentes a forma correta de uso desses medicamentos, ainda sim existe um grande número de uso inadequado. O uso de forma errônea agrava no surgimento de novas bactérias multirresistentes, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) está se torna uma crescente ameaça a saúde pública e compromete a eficácia de tratamentos contra infecções. Deste modo, o estudo contribuirá para ampliar as discussões referentes a resistência microbiana e o quão maléfico pode ser a população mundial.

5. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem como objetivo apresentar um estudo com análise e revisão da literatura de forma quali-quantitativa sobre o impacto do uso incorreto dos antibióticos no surgimento de novas bactérias multirresistentes, um tema de relevância crescente para a saúde pública mundial, o qual segundo (Proetti, 2018.) são métodos que se completam para evidenciar e mensurar aspectos lógicos ou fatos de algum fenômeno. Através da revisão bibliográfica, será abordada a definição, as características e os efeitos gerados pelo uso inadequado de antibióticos, com foco nos prejuízos à saúde da população global.

Para a realização desta pesquisa, foi adotada uma abordagem metodológica mista, que combina a análise qualitativa e quantitativa das evidências encontradas na literatura científica.

A pesquisa qualitativa se concentrou na compreensão dos fenômenos relacionados à resistência bacteriana, os artigos serão revisados por pares, além de serem utilizadas publicações de periódicos reconhecidos e estudos realizados entre os anos de 2000 a 2025, devido ao aumento da ocorrência de bactérias multirresistentes nesse período, e que abordem especificamente a resistência bacteriana relacionada ao uso inadequado de antibióticos. Essa delimitação de data garante que os dados utilizados estejam atualizados e reflitam as tendências e desafios mais recentes relacionados à resistência bacteriana.

A partir dos artigos selecionados, foi realizada uma análise crítica e interpretativa das definições, características e efeitos do uso inadequado de antibióticos. Foram investigados os mecanismos biológicos envolvidos na resistência bacteriana, os fatores que contribuem para o surgimento de microrganismos multirresistentes, e os impactos sociais desse fenômeno.

A pesquisa quantitativa buscou identificar dados estatísticos que evidenciem a relação entre o uso incorreto de antibióticos e o surgimento de bactérias multirresistentes, além de buscar identificar as principais estratégias e recomendações presentes na literatura para o combate à resistência bacteriana e a eficácia de medidas de controle na redução da resistência e os dados epidemiológicos de infecções resistentes.

Os dados destinados à pesquisa bibliográfica foram coletados através de uma busca detalhada em fontes confiáveis e amplamente reconhecidas no campo da saúde pública. As plataformas e bases de dados a serem utilizadas incluem sites como *Scielo*, *PubMed*, Google Acadêmico, Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

6. REVISÃO DA LITERATURA

6.1 Bactérias

As bactérias são seres que compõem um grupo vasto de microrganismos que desempenham inúmeras funções na natureza e mais recentemente estão sendo empregada na parte industrial. Para mais, algumas bactérias causam doenças, em especial, para nossa espécie. (Reis, 2016).

Segundo Maranni (2019), as bactérias possuem certas classificações importantes que auxiliam nos diagnósticos e no tratamento, como as bactérias gram-positivas e gram-negativas, o que é importante considerar pois a diversidade de métodos disponíveis para o diagnóstico e a identificação dos agentes etiológicos alteram. A distinção entre bactérias gram-positivas e gram-negativas tem grande relevância clínica, pois elas respondem de maneira bastante distinta aos tratamentos para infecções. Enquanto as bactérias gram-positivas possuem uma parede celular mais espessa, porém estruturalmente mais simples, as gram-negativas apresentam uma parede mais complexa, envolta por uma membrana externa com proteínas específicas que regulam seletivamente a troca de substâncias com o meio, dificultando a ação de certos antibióticos.

Outros aspectos importantes a serem levados em consideração desses seres são as diversas morfologias: cocos, podendo ser em pares (diplococos), em cadeias (estreptococos), ou em cachos (estafilococos). Os bacilos podem ser denominados como diplobacilos quando aparecem aos pares e estreptobacilos quando visualizados em cadeias. A imensa maioria de bacilos se encontrarem sozinho e alguns, inclusive, podem ser semelhantes aos cocos e, por isso, levam os nomes de cocobacilos. Bactérias espiraladas podem possuir um ou mais espirais. Quando possuem o seu corpo rígido e são em formatos de vírgulas recebem o nome de vibriões, e quando tem forma de saca-rolhas são denominados espirilos. Outro tipo de classificação de um grupo de microrganismos são as espiroquetas que possuem um corpo flexível (TRABULSI *et al.*, 2000).

Em suma, as bactérias, quando atuando de forma patogênica são responsáveis por diversas mortes devido a infecção que eles geram nos seres humanos. Na

busca pelo controle desses seres, estudos começaram a ser realizados para combater o avanço das infecções causadas por eles. (Calixto, 2011).

6.2 A origem do primeiro antibiótico

O antibiótico é um fármaco empregado para erradicar ou impedir a proliferação de microrganismos, como fungos, bactérias e vírus. Esses agentes podem ser agrupados em duas classes principais: sintéticos, elaborados por meio de processos químicos, e semissintéticos, que derivam da modificação de substâncias naturais originalmente presentes em organismos (Diogo, B. S. et al. 2023).

Segundo Calixto (2011), baseado nesses estudos, surgiu, em 1928, a primeira observação de uma fonte capaz de combater certos tipos de bactérias, constatada pelo médico e professor de bacteriologia Alexander Fleming, o qual futuramente seria estudado de forma aprofundada pelos pesquisadores Florey, Chain e Abraham, da Universidade de Oxford, dando origem ao primeiro antibiótico, conhecido como penicilina.

Atualmente, entretanto, a penicilina, que por muitos anos foi amplamente utilizada no tratamento da pneumonia, é empregada apenas em casos nos quais a bactéria não apresenta resistência ao medicamento. Este antibiótico, no presente momento, é o que apresenta o maior número de microrganismos resistentes ao seu tratamento, conforme aponta a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2018).

6.3 Funcionamento dos antibióticos

Os antibióticos podem atuar de duas formas: eliminando o microrganismo (bactericida) ou inibindo sua reprodução (bacteriostático). No mecanismo bacteriostático, a substância interfere na parede celular da bactéria e retarda seu metabolismo, dificultando a multiplicação e proporcionando alívio dos sintomas da infecção (PIRES, 2021).

Conforme Pires (2021), os efeitos adversos mais comuns dos antibióticos incluem distúrbios gastrointestinais, dores abdominais, diarreia e cefaleia. O corpo humano hospeda uma vasta quantidade de microrganismos benéficos para sua homeostase, sendo, portanto, frequente a ocorrência desses efeitos colaterais, especialmente no uso de antibióticos de amplo espectro, que atuam contra uma vasta diversidade de bactérias.

Atualmente os antibióticos estão classificados com base em seu mecanismo de ação farmacológica (MAF), sua farmacodinâmica (FD) e mecanismos de resistência bacteriana, sendo eles divididos em bactericidas (que matam bactérias) e bacteriostáticos (que inibem seu crescimento) (Figura 1).

Os bactericidas são substâncias antimicrobianas que atuam eliminando diretamente as bactérias, sendo compostos por diferentes classes de antibióticos com mecanismos de ação variados. Entre as principais classes de bactericidas, destacam-se os betalactâmicos, os glicopeptídeos, os aminoglicosídeos, as quinolonas e as polimixinas.

Os betalactâmicos atuam inibindo a síntese da parede celular bacteriana, comprometendo sua integridade estrutural. Essa classe inclui antibióticos amplamente utilizados, como as penicilinas, cefalosporinas e carbapenêmicos. No entanto, a eficácia desses medicamentos pode ser reduzida devido à resistência bacteriana mediada pela produção de enzimas chamadas betalactamases, que inativam o antibiótico.

Os glicopeptídeos, por sua vez, também agem sobre a parede celular, sendo eficazes principalmente contra bactérias Gram-positivas, incluindo o gênero Enterococcus. Os principais representantes dessa classe são a vancomicina e a teicoplanina, comumente empregadas no tratamento de infecções graves causadas por cepas resistentes a outros antibióticos.

Outra classe importante são os aminoglicosídeos, que interferem na síntese proteica bacteriana ao se ligarem ao RNA ribossômico. Essa ligação resulta em um efeito bactericida, mesmo após a remoção do fármaco, conhecido como efeito pós-antibiótico. Dentre os exemplos mais conhecidos estão a estreptomicina e a gentamicina.

As quinolonas são bactericidas que atuam sobre o DNA bacteriano, interferindo na ação das enzimas topoisomerases, fundamentais para os processos de replicação e transcrição do material genético. Antibióticos como norfloxacino, ciprofloxacino e levofloxacino fazem parte dessa classe.

Por fim, as polimixinas atuam diretamente na membrana celular bacteriana, desestabilizando sua estrutura e levando à morte celular. Devido à sua toxicidade, são geralmente reservadas para o tratamento de infecções causadas por bactérias multirresistentes. Os principais representantes dessa classe são a polimixina B e a polimixina E, também conhecida como colistina.

Já os bacteriostáticos são agentes antimicrobianos que inibem o crescimento e a multiplicação das bactérias, permitindo que o sistema imunológico do hospedeiro atue na eliminação do patógeno. Diferentes classes de antibióticos compõem esse grupo, cada uma com mecanismos de ação específicos, atuando principalmente na síntese proteica ou na síntese de ácidos nucleicos.

Os macrolídeos constituem uma das principais classes de bacteriostáticos, atuando por meio da inibição da síntese proteica bacteriana, ao se ligarem à subunidade 50S do ribossomo. Entre os representantes dessa classe, destacam-se a azitromicina, a eritromicina e a claritromicina, comumente utilizados no tratamento de infecções respiratórias e de tecidos moles.

As tetraciclinas, por sua vez, inibem a síntese proteica ao impedirem a ligação do RNA transportador (RNAt) ao ribossomo, o que bloqueia a incorporação de aminoácidos na cadeia polipeptídica. A tetraciclina e a doxiciclina são exemplos clássicos dessa classe, com amplo espectro de ação.

As sulfonamidas atuam de forma distinta, inibindo a síntese de ácidos nucleicos por meio da interferência na via do ácido fólico, essencial para a replicação do DNA bacteriano. Dentre os principais representantes, destacam-se a sulfadiazina e o sulfametoxazol.

Outra classe importante é a das oxazolidinonas, que também inibem a síntese proteica pela subunidade 50S do ribossomo. A linezolida é um exemplo dessa classe, com eficácia comprovada contra bactérias Gram-positivas multirresistentes, como Staphylococcus aureus resistente à meticilina (MRSA).

Os anfenicóis, como o cloranfenicol e o tianfenicol, também atuam na inibição da síntese proteica bacteriana. Apesar de sua eficácia, seu uso é restrito devido ao risco de efeitos adversos graves, como a supressão da medula óssea.

As lincosaminas, representadas principalmente pela clindamicina, apresentam um mecanismo de ação semelhante ao dos macrolídeos, inibindo a síntese de proteínas por meio da ligação à subunidade 50S dos ribossomos.

Por fim, as glicilciclinas são derivados semissintéticos das tetraciclinas, com maior estabilidade e eficácia frente a cepas bacterianas resistentes. A tigeciclina é o principal representante dessa classe e tem sido utilizada no tratamento de infecções causadas por bactérias multirresistentes.

CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS ANTIBIÓTICOS

Bactericidas	
Betalactâmicos	
- **MAFs:** inibem a síntese da PC; - **FD:** tempo-dependentes; - **Resistência:** alteração das enzimas transpeptidases (PBPs), produção de betalactamases e redução de porinas.	- Penicilinas; - Cefalosporinas; - Carbapenêmicos; - Monobactâmicos; - Inibidores de betalactamases.
Glicopeptídios	
- **MAFs:** inibem a síntese da PC, sendo bacteriostáticos contra *Enterococcus*, sem atividade contra Gram negativos; - **Resistência:** redução da afinidade do glicopeptídio ao sítio de ação.	- Vancomicina; - Teicoplanina.
Aminoglicosídeos	
- **MAFs:** inibem a SP ligando-se ao RNAr, produzindo proteínas defeituosas, inclusive as da MC, determinando lise celular; - **FD:** concentração-dependentes; - **Resistência:** alteração estrutural do sítio de ação e síntese de enzimas inativadoras; - **Propriedades:** efeito pós-antibiótico.	- Estreptomicina; - Gentamicina; - Amicacina.
Quinolonas	
- **MAFs:** bloqueiam a atividade das topoisomerases; - **FD:** concentração-dependentes; - **Resistência:** menor afinidade da topoisomerase; redução de porinas; - **Propriedades:** efeito pós-antibiótico.	- Ácido nalidíxico; - Norfloxacino; - Ciprofloxacino; - Levofloxacino; - Moxifloxacino.
Polimixinas	
Bacteriostáticos	
Macrolídeos	
- **MAFs:** inibem a síntese proteica, por meio de ligação à subunidade 50S do RNAr; - **FD:** tempo-dependentes; - **Resistência:** intrínseca de enterobactérias; plasmídeos codificam enzima capaz de modificar o RNAr, diminuindo afinidade pelo antibiótico; - **Propriedades:** efeito pós-antibiótico.	- Azitromicina; - Claritromicina; - Eritromicina; - Roxitromicina; - Telitromicina.

<table>
<tr><th colspan="2">Tetraciclinas</th></tr>
<tr><td>- MAFs: inibem a SP, impedindo a ligação do RNAt ao ribossomo;
- Resistência: alteração do sítio de ação dos ribossômicos ou bombas de refluxo.</td><td>- Tetraciclina;
- Doxiciclina;
- Minociclina.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Sulfonamidas</th></tr>
<tr><td>MAFs: inibem a síntese de ácidos nucleicos.</td><td>- Sulfadiazina;
- Sulfametoxazol.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Oxazolidinonas</th></tr>
<tr><td>- MAFs: inibem a SP ligando-se à subunidade 50S;
- Principais espectros: Gram positivos resistentes a betalactâmicos e glicopeptídios;
- Resistência: rara, ocorre por mutação do RNAr.</td><td>Linezolida</td></tr>
<tr><th colspan="2">Anfenicóis</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Cloranfenicol;
- Tianfenicol.</td></tr>
<tr><th colspan="2">Lincosaminas</th></tr>
<tr><td colspan="2">Clindamicina</td></tr>
<tr><th colspan="2">Polimixinas</th></tr>
<tr><td colspan="2">Polimixina B e polimixina E (colistina)</td></tr>
<tr><th colspan="2">Glicilciclinas</th></tr>
<tr><th colspan="2">Tigeciclina</th></tr>
<tr><td colspan="2">MAF: Mecanismo de Ação Farmacológica; PC: Parede Celular; FD: farmacodinâmica; SP: Síntese Proteica.</td></tr>
</table>

Figura 1: ***SÁ, J. C. et al.*** Miniguia de antibioticoterapia*. [S.l.]: Academia.edu, 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/42042618/Miniguia_de_Antibioticoterapia*

7. O IMPACTO DO USO INCORRETO DOS ANTIBIÓTICOS

A resistência bacteriana é um fenômeno natural que pode ser potencializado por ações antrópicas, como o uso indiscriminado de antibióticos. Ela ocorre principalmente por meio de mutações espontâneas nos genes bacterianos e pela transferência horizontal de genes entre microrganismos, mecanismos que permitem a sobrevivência e a multiplicação de cepas resistentes. Essa transferência pode acontecer por transformação, transdução ou conjugação, e muitas vezes envolve plasmídeos que carregam genes de resistência múltipla. Além disso, o uso inadequado de antibióticos, tanto na medicina quanto na agropecuária, exerce uma pressão seletiva que favorece a proliferação de bactérias resistentes, tornando infecções comuns mais difíceis de tratar, aumentando a morbimortalidade e os custos hospitalares (WHO, 2014).

Classificada em dois grupos, a resistência pode ser intrínseca ou adquirida. A forma intrínseca corresponde à capacidade natural de certas bactérias resistirem à ação de agentes antimicrobianos, em decorrência de suas características biológicas ou genéticas. Já a forma adquirida resulta de alterações genéticas, seja por mutações espontâneas, transferência de material genético entre microrganismos como outras bactérias ou vírus ou pela influência de fatores presentes no ambiente. (Costa, 2017.)

A resistência a antibióticos pode ocorrer por diferentes mecanismos, sendo os principais: inativação enzimática, alteração do sítio de ligação, modificação no sistema de transporte e ação de bombas de efluxo. Na inativação enzimática, enzimas como as betalactamases neutralizam o antibiótico. A alteração do sítio de ligação impede que o fármaco atue em seu alvo, como ocorre na modificação da proteína girase. Já nas alterações de transporte, comuns em bactérias gram-negativas, as porinas são modificadas, dificultando a entrada do antibiótico. Por fim, as bombas de efluxo eliminam ativamente o fármaco do interior da célula, contribuindo para a resistência. (SANAR, 2020)

Atualmente, o uso excessivo e inadequado de antibióticos é a principal causa de resistência antimicrobiana, com isso o controle de infecções comuns tem sido perdido devido à resistência já encontrada nos principais antibióticos como a amoxicilina e a amoxicilina/ácido clavulânico que são os antibióticos mais utilizados em todo o mundo para tratamento. (OMS, 2018).

Segundo Pires (2021), a falta de informações corretas repassadas à população sobre o uso adequado de medicamentos, assim como a prescrição incorreta por parte de alguns profissionais de saúde, contribui significativamente para o processo de desenvolvimento da resistência bacteriana. É comum que pacientes abandonem o tratamento ao se sentirem melhor ou ao diminuir os sintomas ou utilizem os medicamentos fora dos horários prescritos, o que compromete a eficácia do tratamento. Como consequência, algumas bactérias sobrevivem e tornam-se resistentes aos medicamentos inicialmente utilizados.

Conforme dados da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2018), o fármaco antimicrobiano mais prescrito na atualidade é a amoxicilina, pertencente ao grupo das penicilinas. Esse composto passa por modificações que incluem a adição de inibidores de betalactamase, recurso que amplia seu espectro de ação, especialmente contra microrganismos como *Staphylococcus aureus* e *Haemophilus influenzae*, conforme informações da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH).

8. ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

O trabalho em questão contou com a análise e integração de dados de 15 materiais encontrados online (Tabela 1), sendo eles artigos, documentos oficiais e sites.

TÍTULO	AUTOR	ANO	RESULTADOS
Antimicrobial resistence	OMS	2018	Resistência bacteriana encontrada nos principais antibióticos
A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar	Santos	2004	Bactérias são essenciais, estão presentes em diversos ambientes e podem ser ou não patogênicas.
Penicilina: Efeito do Acaso e MomentoHistórico no Desenvolvimento Científico	Calixto, *et.al*	2012	A penicilina foi o primeiro antibiótico, descoberta por Fleming em 1928.
Global burden of bacterial antimicrobial resistence 1990-2021: a sustematic analysis with forecasts to 2050	The Lancet	2024	Estudo prevê aumento da mortalidade por resistência bacteriana até 2050.
Novo relatório da OMS revela diferenças no uso de antibióticos entre 65 países	OPAS	2018	A resistência bacteriana cresce devido ao uso incorreto e excessivo de medicamentos.
Antibióticos: por que é importante seguir com o tratamento até o fim?	Pires	2021	Antibióticos agem eliminando ou inibindo bactérias, podendo

			causar efeitos colaterais ao afetar microrganismos benéficos.
Espectroscopia óptica aplicada para diferenciação de bactérias gram-positivas e Gram-negativas	Marianni, *et.al*	2019	A distinção entre bactérias gram-positivas e gram-negativas é essencial para diagnóstico e tratamento eficaz.
Antibiotic resistance threats In the united states	CDC	2019	Número de infecções causadas por microrganismos.
Microbiologia	Trabulsi, L. R.	2000	As bactérias apresentam diferentes morfologias, como diplococos, estreptococos e estafilococos
Confira dados mundiais sobre resistência microbiana	GOV, BRASIL	2020	O uso excessivo de antimicrobianos, estimado em 200 a 250 mil toneladas, contribui para a crescente resistência bacteriana.
As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo	Sidney proetti	2018	A revisão bibliográfica analisa os impactos do uso inadequado de antibióticos na saúde global.
Gastos com	Costa, *et.al*	2022	Entre 2010 e 2015,

antibacterianos de uso sistêmico e seus determinantes: uma análise de 2010 a 2015 no Estado de Minas Gerais			Minas Gerais teve alto consumo de antibacterianos e gasto público significativo com esses medicamentos.
Miniguia de antibioticoterapia.	MEDCEL	2020	Classificação dos antibióticos
Microbiologia básica	Reis, *et.al*	2016	As bactérias são organismos unicelulares procariontes com parede celular de peptidioglicano que garante sua proteção.
Microbiologia médica	Brooks, Geo F. *et al.*	2014	Muitas bactérias são benéficas e essenciais para o equilíbrio da microbiota humana.
Resistência bacteriana: o que você precisa saber?	SANAR	2020	Bactérias resistem aos antibióticos por meio de enzimas, alterações no alvo, transporte celular e bombas de efluxo.
Antibióticos	DIOGO, B. S. *et.al*	2023	Os antibióticos são fármacos utilizados para eliminar ou inibir a multiplicação de microrganismos, podendo ser classificados como sintéticos ou semissintéticos.
Resistência bacteriana aos	COSTA	2017	Classificar a resistência

antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura			bacteriana em grupos

Tabela 1: Trabalhos selecionados para análise e integração.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2024), existem atualmente 24 patógenos resistentes a antibióticos, destacando-se entre eles o *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella*, *Shigella*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. A inclusão desses patógenos na lista de resistência antibiótica representa um impacto significativo para a saúde global, uma vez que, com exceção do *Mycobacterium tuberculosis*, essas bactérias eram anteriormente tratadas com maior facilidade.

A resistência bacteriana tem se tornado um problema significativo para a saúde pública global, uma vez que as bactérias não se tornam resistentes apenas devido ao uso inadequado de medicamentos prescritos, mas também pela não adesão ao tempo de tratamento recomendado ou até mesmo pelo uso indiscriminado de medicamentos, prática que tem se tornado cada vez mais comum, especialmente entre a população brasileira (OPAS, 2018).

Atualmente estima-se que sejam produzidas e consumidas cerca de 200 mil a 250 mil toneladas de antimicrobianos em todo o mundo podendo ser utilizados tanto em humanos como animais, o que reflete o alarmante uso excessivo desses medicamentos acarretando cada vez mais na resistência das bactérias para os mesmos. (GOV, 2020).

Outro aspecto que influência no número de mortes é o aumento de medicamentos falsificados que devido a sua baixa qualidade não exercem as funções necessárias para o controle dos patógenos, sendo observados cerca de 72 mil e 169 mil mortes de crianças somente por pneumonia (ANVISA, 2021).

Segundo a revista *The Lancet* (2024), foi conduzido um estudo que prevê um aumento significativo nas mortes decorrentes de resistência bacteriana, com uma estimativa de elevação de aproximadamente 69% na taxa de mortalidade, entre 2022 e 2050, além de serem mostrados como os mais atingidos recém-nascidos e idosos.

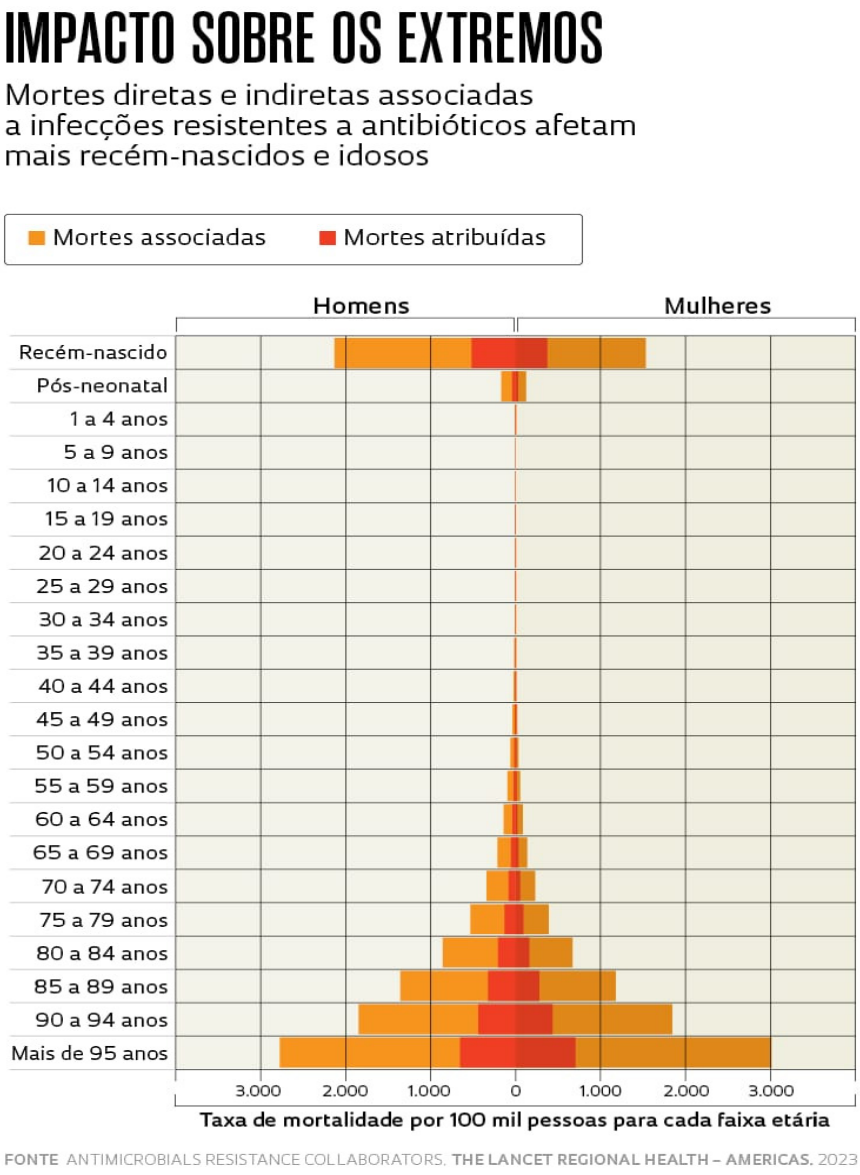

Figura 2: *ANTIMICROBIALS RESISTANCE COLLABORATORS.* ***Mortality related to drug-resistant infections in the Americas, 1990–2019: a systematic analysis****.* The Lancet Regional Health – Americas*, [S. l.], v. 23, 100530, 2023. Disponível em: https://www.thelancet.com/journals/lanam/article/PIIS2667-193X(23)00168-0/fulltext.*

Segundo informações do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) dos Estados Unidos, são registrados anualmente mais de 2,8 milhões de casos de infecções provocadas por microrganismos resistentes a antibióticos, resultando em

mais de 35 mil óbitos. Dentre os agentes patogênicos envolvidos, destaca-se o *Clostridioides difficile*, responsável por aproximadamente 223 mil casos e 12 mil mortes no país.

Segundo Costa (2022), entre os anos de 2010 e 2015, foram consumidas aproximadamente 426 milhões de unidades de fármacos entre comprimidos, cápsulas e ampolas no estado de Minas Gerais, o que resultou em um gasto estimado em 190 milhões de reais com medicamentos, revelando desta forma o uso excessivo de medicamentos na região (Tabela 2).

Ano	Volume (unidades) *	Despesas (R$)
2010	94.454.807	44.141.183
2011	52.673.668	23.188.879
2012	93.043.719	33.791.022
2013	67.192.960	30.541.306
2014	49.229.535	23.526.156
2015	70.388.069	34.348.891
Total Geral	**426.982.758**	**189.537.437**

Tabela 2 – Volumes e despesas totais com antibacterianos sistêmicos por ano, Estado de Minas Gerais, de 2010 a 2015. Projeto Abastecer. (*COSTA, Eliane et al. Gasto público com antibacterianos sistêmicos em Minas Gerais, Brasil. Cadernos de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 30–42, 2022).*

Os principais meios de prevenção para conter a resistência bacteriana incluem a prescrição adequada dos medicamentos por profissionais habilitados, o uso correto por parte dos pacientes, respeitando a dosagem, a duração do tratamento e os horários estabelecidos, além de aumentar o número de informações e conscientização da população quanto aos riscos que o uso inadequado de antibióticos representa à saúde, bem como a vigilância contínua de bactérias resistentes e infecções, conforme orientações da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2018).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente monografia teve como objetivo compreender o impacto do uso inadequado de antibióticos no surgimento de bactérias multirresistentes, destacando a gravidade desse problema para a saúde pública mundial. Através da revisão da literatura científica e análise de dados epidemiológicos, foi possível constatar que o uso excessivo, a automedicação, a prescrição incorreta e a má adesão ao tratamento são os principais fatores que favorecem o desenvolvimento da resistência bacteriana.

A resistência antimicrobiana representa um dos maiores desafios contemporâneos da medicina, uma vez que compromete a eficácia de tratamentos anteriormente eficazes e contribui para o aumento de morbidade, mortalidade e custos ao sistema de saúde. Os dados analisados revelam um cenário preocupante, com aumento expressivo de infecções causadas por microrganismos resistentes, além de projeções alarmantes para os próximos anos, caso medidas eficazes não sejam adotadas de forma global.

Diante disso, reforça-se a importância de estratégias preventivas, como a prescrição criteriosa dos antibióticos por profissionais capacitados, o uso consciente por parte dos pacientes, a ampliação das campanhas educativas, e a implementação de políticas públicas que favoreçam a vigilância e o controle da resistência bacteriana.

Conclui-se, portanto, que a conscientização da sociedade, o fortalecimento da regulação no uso de medicamentos e o investimento em pesquisa científica são fundamentais para conter a propagação de bactérias multirresistentes e preservar a eficácia dos antibióticos, garantindo assim a segurança terapêutica das gerações presentes e futuras.

10. REFERÊNCIAS

BROOKS, G. F. et al. Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick & Adelberg - 26.ed. [s.l.] AMGH Editora, 2014.

CALIXTO, Carolina Maria Fioramonti e CAVALHEIRO, Eder Tadeu Gomes. Penicilina: efeito do acaso e momento histórico no desenvolvimento científico. Química Nova na Escola, n. 3, p. 118-123, 2012 Tradução. Acesso em: 19 março 2025.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Antibiotic Resistance* Threats in the United States, 2019. nov. 2019. Acesso em: 21 de abril de 2025.

COSTA, Anderson Luiz Pena da; SILVA JUNIOR, Antonio Carlos Souza. Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. Estação Científica (UNIFAP), Macapá, v. 7, n. 2, p. 45-57, maio/ago. 2017.
DIOGO, B. S., Rodrigues, S., Antunes, S. C., (2023) Antibióticos, Rev. Ciência Elem., V11(1):007

HORVATICH, G. *Mortes por infecções bacterianas resistentes a antibióticos devem chegar a 39 milhões até 2050*. Disponível em: <https://site.cff.org.br/noticia/Noticias-gerais/10/03/2025/mortes-por-infeccoes-bacterianas-resistentes-a-antibioticos-devem-chegar-a-39-milhoes-ate-2050>. Acesso em: 5 maio. 2025.

PIRES, ARTHUR. VIDA SAUDÁVEL. Antibióticos: por que é importante seguir com o tratamento até o fim? Hospital Israelita Albert Einstein, 16 nov. 2021. Disponível em: https://vidasaudavel.einstein.br/antibioticos-por-que-e-importante-seguir-com-o-tratamento-ate-o-fim/.Acesso em: 6 de abril de 2025

MARANNI, A.; CENA, C. *Espectroscopia Óptica Aplicada Para Diferenciação De Bactérias Gram-Positivas E Gram-Negativas*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://reuniao-essbpc.org.br/campogrande/inscritos/resumos/3581_1d01f2fa775030e29d3cf2e8954539445.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2025

MARIA, C. *et al*. *Penicilina: Efeito do Acaso e Momento Histórico Química e Sociedade*. v. 34, p. 118–123, [s.d.].

NAGHAVI, M. *et al.* Global Burden of Bacterial Antimicrobial Resistance 1990–2021: a Systematic Analysis with Forecasts to 2050. The Lancet, v. 404, n. 10459, p. 1199–1226, 28 set. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Novo relatório da OMS revela diferenças no uso de antibióticos entre 65 países*. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/12-11-2018-novo-relatorio-da-oms-revela-diferencas-no-uso-antibioticos-entre-65-paises>. Acesso em 21 de abril 2025

PROETTI, S. AS PESQUISAS QUALITATIVA E QUANTITATIVA COMO MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO COMPARATIVO E OBJETIVO. Revista Lumen - ISSN: 2447-8717, v. 2, n. 4, 1 jun. 2018.

Reis, Angela Adamski da Silva; Santos, Rodrigo da Silva Microbiologia básica / Angela Adamski da Silva; Rodrigo da Silva Santos. – Aparecida de Goiânia: Faculdade Alfredo Nasser, 2016.

SÁ, J. C. *et al*. *Miniguia de antibioticoterapia***.** [S.l.]: Academia.edu, 2020. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62169693/Miniguia_de_Antibioticoterapia20200222-100814-dwcfox-libre.pdf. Acesso em: 4 maio 2025.

SANAR, R. *Resistência bacteriana: o que você precisa saber?* Disponível em: <https://sanarmed.com/o-que-voce-precisa-saber-sobre-resistencia-bacteriana/>. Acesso em: 20 de maio 2025

SANTOS, N. de Q. A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar. *Texto & Contexto* - Enfermagem, v. 13, n. spe, p. 64–70, 2004.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. ª N. *Microbiologia*. 3 ed. São Paulo, Atheneu. 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Antimicrobial Resistance*. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 27 de março 2025

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Antimicrobial resistance: global report on surveillance* 2014. Geneva: WHO, 2014. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241564748. Acesso em 16 de maio de 2025