



Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC
Curso de Medicina
Trabalho de Conclusão de Curso

**Pandemia de Covid-19 e Agravamento da Resistência
Antimicrobiana (RAM) Global: Padrões de Uso de Antibióticos e
Expansão de Patógenos Resistentes**

Gama-DF
2026

HENRIQUE SOCHA EID DE ARAUJO

**Pandemia de Covid-19 e Agravamento da Resistência
Antimicrobiana (RAM) Global: Padrões de Uso de Antibióticos e
Expansão de Patógenos Resistentes**

Artigo apresentado como requisito para conclusão
do curso de Medicina do Centro Universitário do
Planalto Central Aparecido dos Santos –
UNICEPLAC.

Orientador: Prof. Esp. Marcos Felipe de Carvalho
Leite

Gama-DF
2026

HENRIQUE SOCHA EID DE ARAUJO

**Pandemia de Covid-19 e Agravamento da Resistência
Antimicrobiana (RAM) Global: Padrões de Uso de Antibióticos e
Expansão de Patógenos Resistentes**

Artigo apresentado como requisito para conclusão
do curso de Medicina do Centro Universitário do
Planalto Central Aparecido dos Santos –
UNICEPLAC.

Gama-DF, 27 de maio de 2026.

Banca Examinadora

Marcos Felipe de Carvalho Leite
Orientador

Prof. Me. Alessandro Ricardo Caruso da Cunha
Examinador

Prof. Me. Marco Antonio Alves Cunha
Examinador

Pandemia de Covid-19 e Agravamento da Resistência Antimicrobiana (RAM) Global: Padrões de Uso de Antibióticos e Expansão de Patógenos Resistentes

Henrique Socha Eid de Araujo¹

Resumo:

O estudo intitulado “Pandemia de Covid-19 e Agravamento da Resistência Antimicrobiana (RAM) Global: Padrões de Uso de Antibióticos e Expansão de Patógenos Resistentes” analisou criticamente a literatura sobre impacto da pandemia de COVID-19 na crise global de Resistência Antimicrobiana (RAM), os padrões de uso de antibióticos e na dinâmica da resistência antimicrobiana em ambientes hospitalares, além de sintetizar evidências acerca dos padrões de prescrição de antibióticos em pacientes hospitalizados com COVID-19, identificou os principais microrganismos multirresistentes associados ao contexto pandêmico e discutiu o impacto da sobrecarga das unidades de terapia intensiva (UTIs) na intensificação da RAM. A Revisão Narrativa foi conduzida por meio de revisão da literatura científica publicada entre 2020 e 2026 na base de dados PubMed/MEDLINE, por meio dos descritores “(COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus disease) AND (*antimicrobial resistance OR antibiotic resistance OR multidrug-resistant organisms OR MDR*) AND (*antibiotic prescribing OR antibiotic consumption OR empirical therapy OR antimicrobial stewardship*)”. A análise evidenciou discrepância entre a elevada prescrição de antibióticos e a baixa confirmação microbiológica de coinfeções bacterianas. Os resultados podem fornecer informações para políticas de *stewardship* antimicrobiano, aprimorar protocolos de prescrição e fortalecer estratégias de vigilância epidemiológica, contribuindo para a mitigação dos impactos da resistência em contextos pós-pandêmicos.

Palavras-chave: Resistência Microbiana a Medicamentos; COVID-19; Antibacterianos.

Abstract:

The study entitled “COVID-19 Pandemic and the Worsening of Global Antimicrobial Resistance (AMR): Patterns of Antibiotic Use and the Expansion of Resistant Pathogens” critically analyzed the literature regarding the impact of the COVID-19 pandemic on the global crisis of Antimicrobial Resistance (AMR), patterns of antibiotic use, and the dynamics of antimicrobial resistance in hospital settings. In addition, it synthesized evidence concerning patterns of antibiotic prescription in hospitalized COVID-19 patients, identified the main multidrug-resistant microorganisms associated with the pandemic context, and discussed the impact of intensive care unit (ICU) overload on the intensification of AMR. This Narrative Review was conducted through a review of scientific literature published between 2020 and 2026 in the PubMed/Medline database, using the descriptors “(COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus disease) AND (*antimicrobial resistance OR antibiotic resistance OR multidrug-resistant organisms OR MDR*) AND (*antibiotic prescribing OR antibiotic consumption OR empirical therapy OR antimicrobial stewardship*).” The analysis revealed a discrepancy between the high rate of antibiotic prescription and the low microbiological confirmation of bacterial coinfections. The results may provide valuable

¹ Graduando do Curso de Medicina, do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – UNICEPLAC. E-mail:henriquesocha@gmail.com

information for antimicrobial stewardship policies, improve prescribing protocols, and strengthen epidemiological surveillance strategies, thereby contributing to the mitigation of antimicrobial resistance impacts in post-pandemic contexts.

Keywords: Drug Resistance, Microbial; COVID-19; Anti-Bacterial Agents.

1 INTRODUÇÃO

A Resistência Antimicrobiana (RAM) é a capacidade de os microrganismos, como bactérias, vírus, fungos e parasitas, sobreviverem e reproduzirem apesar da exposição a agentes antimicrobianos que deveriam inibi-los ou eliminá-los. Esse fenômeno está diretamente relacionado à pressão seletiva exercida pelo uso inadequado ou excessivo de antibióticos, favorecendo a seleção e disseminação de cepas resistentes (Sulayyim *et al.*, 2022).

A resistência pode ser classificada em dois tipos: intrínseca, inerente ao microrganismo, ou adquirida, quando esta é desenvolvida ou transmitida. Como principal meio da resistência adquirida, diante das pressões seletivas, tem-se o desenvolvimento de enzimas que neutralizam os antibióticos, como por exemplo: Beta-Lactamases de Espectro Alargado (ESBLs) (enzimas que destroem a estrutura β -lactâmica de muitos antibióticos comuns), Carbapenemases (enzimas que conferem resistência à classe dos carbapenêmicos, antibióticos de último recurso), como observado em bactérias Gram-negativas críticas, e a AmpC-cefalosporinase (produção de cefalosporinase indutível, como a observada em *Enterobacter cloacae*) (Abubakar *et al.*, 2022; Kariyawasam *et al.*, 2022).

Fatores como automedicação, prescrição empírica sem critérios adequados e uso excessivo de antibióticos aumentam a pressão seletiva, favorecendo a emergência e disseminação de microrganismos resistentes por diferentes mecanismos, incluindo produção de enzimas inativadoras, alteração de alvos terapêuticos, redução de permeabilidade, bombas de efluxo e transferência horizontal de genes de resistência (Kariyawasam *et al.*, 2022; Sulayyim *et al.*, 2022).

A RAM é atualmente reconhecida como uma das maiores ameaças à saúde pública global do século XXI, comprometendo a eficácia de terapias essenciais e colocando em risco avanços fundamentais da medicina moderna, como cirurgias complexas, transplantes, quimioterapia e cuidados intensivos (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

Antes mesmo da pandemia de COVID-19, o uso irracional de antibióticos já era considerado o principal fator impulsor da resistência antimicrobiana, especialmente em infecções respiratórias virais, nas quais antibióticos são frequentemente prescritos de forma inadequada (Al-Hadidi *et al.*, 2021). A automedicação, a prescrição empírica sem confirmação microbiológica e a ampla disponibilidade de antimicrobianos sem regulamentação adequada constituem fatores críticos na aceleração desse fenômeno (Satria *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a pandemia de COVID-19, causada pelo SARS-CoV-2, representou um evento disruptivo sem precedentes para os sistemas de saúde globais, não apenas pela elevada morbimortalidade associada à doença viral, mas também por seus efeitos indiretos sobre outras ameaças emergentes, incluindo a resistência antimicrobiana (Abu-Rub *et al.*, 2021; Langford *et al.*, 2023).

A COVID-19 apresenta manifestações clínicas respiratórias frequentemente indistinguíveis de infecções bacterianas, especialmente em pacientes graves, o que contribuiu para uma elevada taxa de prescrição empírica de antibióticos, particularmente no início da pandemia, quando havia grande incerteza diagnóstica e ausência de protocolos terapêuticos estabelecidos (Al-Hadidi *et al.*, 2021; Langford *et al.*, 2023).

No entanto, apesar do crescente corpo de evidências científicas sobre o tema, ainda existem lacunas relevantes na compreensão integrada dos mecanismos pelos quais a pandemia influenciou os padrões de prescrição antimicrobiana e contribuiu para a emergência de microrganismos multirresistentes (Langford *et al.*, 2023).

Este estudo tem como objetivo analisar criticamente a literatura científica acerca do impacto da pandemia de COVID-19 na resistência antimicrobiana global, com ênfase nos padrões de

prescrição de antibióticos e na expansão de microrganismos multirresistentes, buscando identificar os principais perfis de uso de antimicrobianos em pacientes hospitalizados com COVID-19, descrever a discrepância entre a elevada prescrição de antibióticos e a confirmação microbiológica de coinfeções bacterianas, reconhecer os principais patógenos multirresistentes associados ao contexto pandêmico, discutir o impacto da sobrecarga hospitalar e das unidades de terapia intensiva na disseminação da resistência antimicrobiana e apontar estratégias de vigilância, prevenção e stewardship antimicrobiano aplicáveis ao cenário pós-pandêmico.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo e qualitativo, realizada com o objetivo de analisar as produções científicas acerca da Pandemia de Covid-19 e o agravamento da Resistência Antimicrobiana (RAM) global.

A busca bibliográfica foi conduzida nas bases de dados PubMed/MEDLINE, no período de março de 2020 até março de 2026. Foram utilizados os descritores “(COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus disease) AND (antimicrobial resistance OR antibiotic resistance OR multidrug-resistant organisms OR MDR) AND (antibiotic prescribing OR antibiotic consumption OR empirical therapy OR antimicrobial stewardship)”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Como critérios de inclusão, foram considerados revisões sistemáticas e meta-análises entre março de 2020 e março de 2026, no idioma inglês, disponíveis na íntegra e relacionados diretamente ao tema proposto.

Inicialmente, foram identificados 1004 estudos. Após aplicação do filtro de período permaneceram 1000 artigos. Após o filtro do texto de acesso livre permaneceram 894. Após o filtro do tipo de estudo (revisão sistemática e meta-análise) permaneceram 33 artigos para leitura dos títulos e resumos.

Destes artigos, foram excluídos artigos que abordaram como tema central o uso de Cloreto de Dialquil Carbamoil para tratamento, coinfeção fúngica, biomarcadores, alteração cerebral, resposta imunológica à vacinação, droga antituberculose e infecção por *H. pylori*.

Após análise dos estudos selecionados, 25 artigos compuseram a revisão final.

Quadro 1 – Metodologia

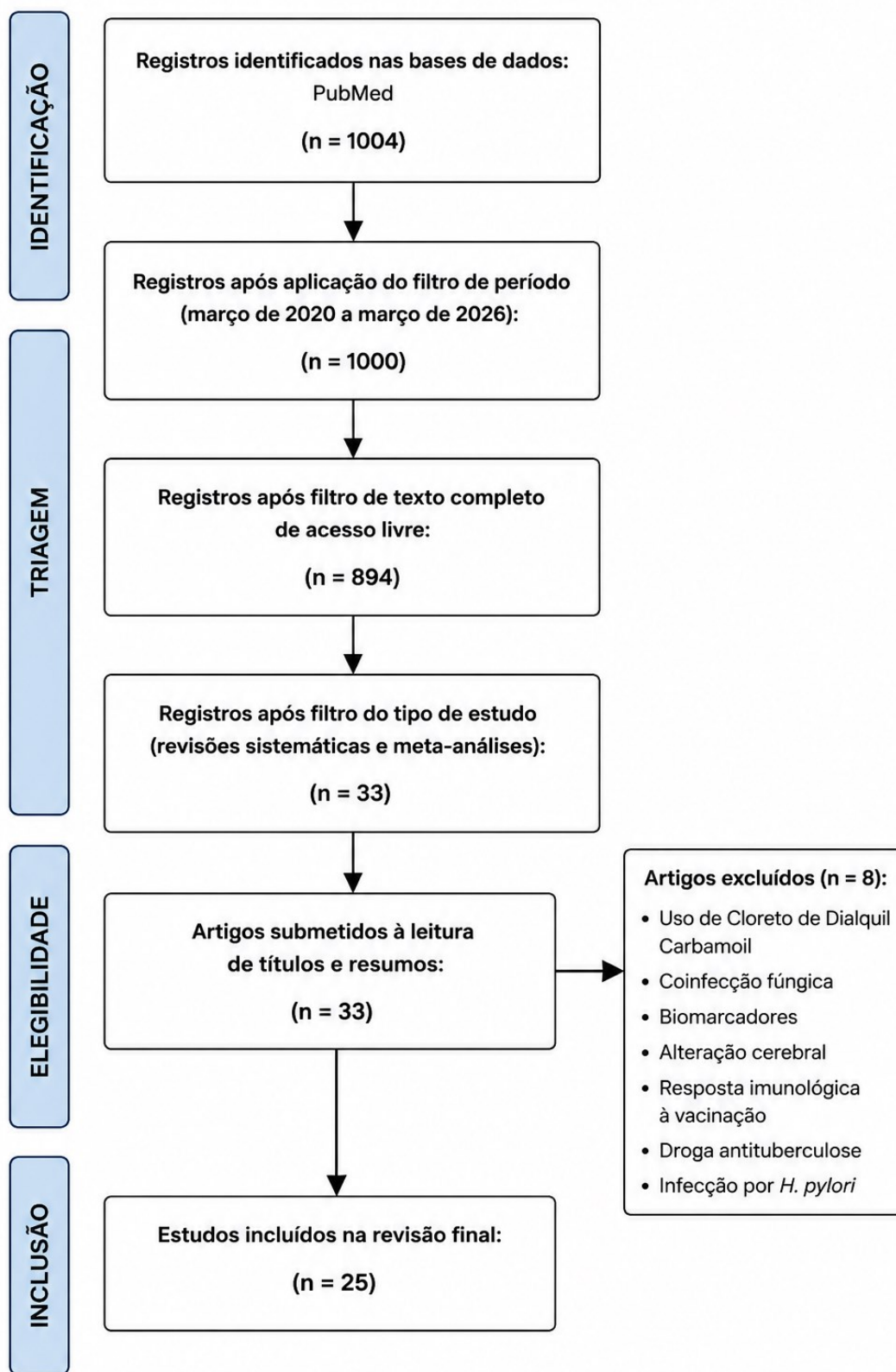
Etapa PRISMA	Descrição do Procedimento	Aplicação na Presente Revisão Narrativa	Descrição das Etapas
1. Identificação	Definição da estratégia de busca e das bases de dados utilizadas.	As buscas foram realizadas em bases indexadas internacionais (PubMed) entre 2020 e 2026, utilizando combinações de descritores controlados (MeSH) e palavras-chave livres relacionadas a “COVID-19 OR SARS-CoV-2 OR coronavirus disease) AND	PubMed/MEDLINE entre março de 2020 a março de 2026.

Etapas PRISMA	Descrição do Procedimento	Aplicação na Presente Revisão Narrativa	Descrição das Etapas
		<i>(antimicrobial resistance OR antibiotic resistance OR multidrug-resistant organisms OR MDR) AND (antibiotic prescribing OR antibiotic consumption OR empirical therapy OR antimicrobial stewardship)”</i>	
2. Triagem	Exclusão de duplicatas e seleção inicial com base em títulos e resumos.	Foram incluídos apenas artigos publicados em inglês, de acesso livre na íntegra, revisões sistemática e meta-análises	1004 artigos identificados; 0 duplicatas; 1000 artigos. após filtro de período 894 após o filtro do texto de acesso livre; 33 artigos após o filtro do tipo de estudo; permaneceram 33 para leitura dos títulos e resumos.
3. Elegibilidade	Aplicação dos critérios de inclusão e exclusão com leitura integral dos artigos.	Os critérios incluíram: estudos sobre uso de antibióticos, coinfeções, resistência microbiana em pacientes com COVID-19 ou no contexto da pandemia do COVID-19. Foram excluídos estudos que abordaram como tema central o uso de Cloreto de Dialquil Carbamoil para tratamento, coinfeção fúngica, biomarcadores, alteração cerebral, resposta imunológica à vacinação, droga antituberculose e infecção por <i>H. pylori</i> .	8 artigos excluídos.
4. Inclusão	Seleção final dos estudos para análise qualitativa.	Os estudos incluídos formaram a base interpretativa da revisão narrativa, destacando padrões de prescrição antibiótica, patógenos resistentes e	Ao final, 25 artigos compuseram o presente trabalho

Etapa PRISMA	Descrição do Procedimento	Aplicação na Presente Revisão Narrativa	Descrição das Etapas
		unidades de terapia intensiva no contexto da COVID-19.	
5. Extração dos Dados	Coleta sistematizada de informações dos estudos selecionados.	Foram extraídos dados sobre: país e tipo de estudo, amostra, taxa de prescrição antibiótica, prevalência de coinfeção bacteriana e principais patógenos	
6. Avaliação da Qualidade	Análise crítica da qualidade metodológica dos estudos incluídos.	Foram priorizados estudos com relevância da revista, metodologia explícita, amostras amplas, revisões sistemáticas e metanálises.	
7. Síntese dos Resultados	Integração narrativa dos achados com base em convergências e divergências.	A síntese foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, identificando padrões globais no uso de antibióticos na resistência emergente dos patógenos causados pela pandemia.	
8. Discussão Crítica	Interpretação dos resultados à luz da literatura recente e de políticas globais.	A discussão aborda o papel catalisador da pandemia na crise de RAM, predições para patógenos e como padrões de prescrição influenciaram a RAM.	
9. Transparência e Reprodutibilidade	Registro das fontes e garantia de rastreabilidade dos dados.	Todas as referências foram registradas com DOI e citadas conforme ABNT (NBR 6023/2018), assegurando transparência na origem das evidências.	

Fonte: Autor, Henrique Socha

Figura 1 - Fluxograma de Busca



Fonte: Adaptado de Page, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Panorama global da resistência antimicrobiana antes da pandemia de COVID-19

A resistência antimicrobiana (RAM) consolidou-se, antes mesmo da emergência do SARS-CoV-2, como um dos dez maiores desafios de saúde pública global do século XXI (Abubakar *et al.*, 2022). Dados estimativos referentes ao ano de 2019 indicam que, aproximadamente, 1,27 milhões de mortes foram diretamente atribuíveis à RAM, enquanto 4,95 milhões de óbitos estiveram associados a infecções por microrganismos resistentes. Este cenário, já crítico, enfrentou um ponto de inflexão com a eclosão da pandemia de COVID-19 em março de 2020. Esses números posicionaram a RAM como a terceira principal causa de morte no mundo, superada apenas pela doença isquêmica cardíaca e pelo acidente vascular cerebral, magnitude comparável a doenças como HIV e malária (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

O impacto da RAM é particularmente elevado em países de baixo e médio rendimento (PBMR), justamente os países mais atingidos pela pandemia, onde pode ser responsável por até 80% das mortes associadas a infecções resistentes (Satria *et al.*, 2023). Esse fenômeno reflete desigualdades estruturais, incluindo acesso limitado a diagnóstico microbiológico, uso empírico de antibióticos e infraestrutura sanitária inadequada, fatores estes que contribuem para a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes (Burnside *et al.*, 2023).

A pandemia ampliou a complexidade do manejo de infecções devido ao uso expansivo, indiscriminado e, muitas vezes, empírico de antibióticos de amplo espectro (cefalosporinas e carbapenêmicos) (Vulcanescu *et al.*, 2024).

Os principais patógenos associados à mortalidade por RAM incluem *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa* (Mateescu *et al.*, 2025; Peconi *et al.*, 2025). Esses microrganismos apresentam elevada capacidade de desenvolver mecanismos de resistência, incluindo produção de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL), carbapenemases e cefalosporinases AmpC, que comprometem a eficácia de antibióticos de amplo espectro e de última linha produzidos (Kariyawasam *et al.*, 2022).

4.2. Aumento do uso de antibióticos durante a pandemia de COVID-19

A convergência entre a pandemia de COVID-19 e o uso extensivo de antimicrobianos resultou em taxas de prescrição globalmente elevadas, apesar da natureza viral da síndrome. Estimativas meta-analíticas indicam que a prevalência de prescrição de antibióticos em pacientes hospitalizados com COVID-19 variou entre 74,6% e 76,2%. Este volume de uso demonstra uma discrepância crítica em relação à prevalência real de coinfeção bacteriana, que foi estimada em apenas 3,5% a 8,6% (Langford *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2024).

As classes de antibióticos mais utilizadas incluíram:

- Cefalosporinas de terceira geração: Frequentemente relatadas como a classe mais prescrita em ambientes hospitalares e de UTI, onde a Ceftriaxona foi amplamente utilizada, prescrita em 38,3% dos casos segundo uma meta-análise global (Abu Rub *et al.*, 2021; Alshaikh *et al.* 2022, ; Langford *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2024).
- Macrolídeo: A Azitromicina teve um papel predominante, atingindo uma prevalência de uso de 46,2%, muitas vezes prescrito por suas alegadas propriedades anti-

inflamatórias ou em combinação com a hidroxicloroquina, apesar da falta de evidência científica robusta (Abu Rub *et al.*, 2021; Do Nascimento *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2024).

- **Fluoroquinolonas:** Como a levofloxacina e a moxifloxacina, foram amplamente utilizadas tanto na China, local inicial da disseminação viral, quanto em outras regiões (Langford *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2024).
- **Beta-lactâmicos com inibidores da beta-lactamase:** A combinação piperacilina/tazobactam foi o antibiótico parentérico mais prevalente em cenários de cuidados críticos (Al Hadidi *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2024).
- **Glicopeptídeos:** A vancomicina também teve uso expressivo, com 34,7% em meta-análise global, frequentemente para cobertura de *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) (Yang *et al.*, 2024).

Muitas dessas prescrições (cerca de 29,6% a 80,5%) pertenciam à categoria "Watch" (Vigilância) da lista AWaRe da Organização Mundial da Saúde, que inclui antibióticos com maior potencial de induzir resistência (Chanapal *et al.*, 2024; Langford *et al.*, 2023; Yang *et al.*, 2024).

O uso de antibióticos foi significativamente influenciado pela gravidade do quadro clínico. Pacientes admitidos em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) apresentaram taxas de prescrição muito superiores às de enfermarias gerais, atingindo entre 71% e 91% (Abu Rub *et al.*, 2021; Chanapal *et al.*, 2024). A necessidade de ventilação mecânica esteve associada a um aumento de 33% na probabilidade de receber antibióticos (Langford *et al.*, 2021). A probabilidade de prescrição aumentou 45% a cada acréscimo de 10 anos de idade (Langford *et al.*, 2021).

Essa discrepância entre prescrição e necessidade terapêutica evidencia uma tendência generalizada de prescrição empírica durante a pandemia. A incerteza diagnóstica inicial associada à dificuldade em diferenciar pneumonia viral de bacteriana e ao risco de coinfeção foram fatores determinantes para esse padrão de uso e o consequente abuso prescritivo (Abu-Rub *et al.*, 2021; Al-Hadidi *et al.*, 2021). Na China, foram identificadas altas taxas de prescrição em mulheres grávidas (95,2%) e idosos (89,3%), ambos sem coinfeções (Cong *et al.*, 2023).

Esse problema foi particularmente relevante em PBMR, onde a regulação do acesso a antimicrobianos é menos supervisionada (Satria *et al.*, 2023). Um estudo realizado no Irã revelou que embora as taxas de coinfeção confirmada fossem baixas, até 100% dos pacientes hospitalizados receberam antibióticos de forma empírica ou profilática (Najafy-Olya *et al.*, 2025).

Ainda, diante do isolamento social, as consultas de teleconsulta aumentaram, ocasionando uma elevação na probabilidade de prescrição de antibióticos de forma menos controlada (Bakhit *et al.*, 2021).

Em países como o Brasil, muitas vezes reforçado por desinformação e pressão social, o uso indiscriminado de antibióticos foi impulsionado por protocolos sem evidência científica robusta e pela promoção do chamado "kit COVID" (Do Nascimento *et al.*, 2024).

Quadro 2 - Classe e tipo dos antibióticos mais prescritos (em ordem decrescente)

Classe	Tipo mais utilizado
1 - MACROLÍDEO	AZITROMICINA - 46.2%
2 - CEFALOSPORINA DE 3ª GERAÇÃO	CEFTRIAXONA - 38.3%

Classe	Tipo mais utilizado
3 - GLICOPEPTÍDEO	VANCOMICINA - 34.7%
4 - CARBAPENÊMICOS	MEROPENEM - 29.5%
5 - BETA-LACTÂMICOS COM INIBIDOR DA BETALACTAMASE	PIPERACILINA/TAZOBACTAM - 28.4%
6 - FLUOROQUINOLONA	LEVOFLOXACINA - 18.1%

Fonte: Adaptado de Yang *et al.*, 2024.

4.3. Aumento da prevalência de microrganismos multirresistentes durante a pandemia

A convergência entre a pandemia de COVID-19 e a crise da resistência antimicrobiana resultou em um agravamento significativo da prevalência de microrganismos multirresistentes (MDROs) a nível global (Langford *et al.*, 2023).

Estudos indicam que a prevalência estimada de MDROs entre pacientes com COVID-19 atingiu 42,9% (Yang *et al.*, 2024). Os organismos Gram-negativos apresentaram as maiores tendências de crescimento durante este período e, além disso, a prevalência global de organismos produtores de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL) em pacientes COVID-19 foi estimada em 24,9% (Langford *et al.*, 2023; Mateescu *et al.*, 2025; Yang *et al.*, 2024).

A incidência de *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenêmicos (CRAB) registrou aumentos dramáticos em diversas regiões, com estudos que relatam entre 107% e 621,6% de incidência (Abubakar *et al.*, 2022). No Irã, a resistência desta bactéria ao imipenem atingiu 91%, enquanto na Romênia as multirresistentes de *Acinetobacter b.* mostraram níveis de resistência de 72,82% (Najafy-Olya *et al.*, 2025; Vulcanescu *et al.*, 2024).

A *Klebsiella pneumoniae* também emergiu como uma ameaça predominante, com a prevalência de isolados resistentes a carbapenêmicos de 6,7% para 50% em UTI's na Itália (Peconi *et al.*, 2025). Foi o organismo predominante causador de pneumonia associada à ventilação mecânica (Sulayyim *et al.*, 2022). Além disso, foi observada elevada resistência à colistina, uma das últimas opções terapêuticas disponíveis (Yang *et al.*, 2024).

Tanto a *A. baumanii* quanto a *K. pneumoniae* produzem enzimas carbapenemases, incluindo as classes moleculares KPC, NDM (New Delhi Metallo-beta-lactamase), OXA-23/48, VIM e IMP, que conferem resistência aos carbapenêmicos, os antibióticos mais potentes (Kariyawasam *et al.*, 2022). Para ambas, houve uma prevalência global estimada em 41,0% dos pacientes com COVID-19 e infecção bacteriana (Yang *et al.*, 2024).

Embora alguns estudos tenham observado redução geral, outros relataram aumento significativo de cepas resistentes de *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenêmicos (CRPA), especialmente em ambientes de terapia intensiva (Abubakar *et al.*, 2022; Peconi *et al.*, 2025). Este microorganismo teve uma prevalência global estimada em 26.0% (Yang *et al.*, 2024).

Observa-se também uma tendência de aumento em patógenos Gram-positivos críticos (Abubakar *et al.*, 2022; Hadi *et al.*, 2022; Langford *et al.*, 2023). O *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) apresentou um aumento, com prevalência global estimada em 20,2%, frequentemente associada a infecções secundárias e ventilação mecânica (Yang *et al.*, 2024). Seu mecanismo de resistência age através do gene *mecA*, que altera a proteína de ligação à penicilina (PBP2a), conferindo resistência a quase todos os antibióticos beta-lactâmicos, incluindo a oxacilina (Kariyawasam *et al.*, 2022).

O *Enterococcus* resistente à vancomicina (VRE) também mostrou uma trajetória ascendente, com mais de metade dos estudos a indicar um aumento na sua colonização ou infecção, com prevalência global de aproximadamente 22,9%. Seu mecanismo de resistência principal é alteração dos precursores da parede celular (terminal D-Ala-D-Lac em vez de D-Ala-D-Ala), mediada pelos genes *vanA* e *vanB* (Kariyawasam *et al.*, 2022).

Outros patógenos incluem *Stenotrophomonas maltophilia*, *Enterobacter cloacae* e *Serratia marcescens* (Granata *et al.*, 2024; Kariyawasam *et al.*, 2022; Sulayyim *et al.*, 2022).

Quadro 3: A prevalência global de resistência antimicrobiana, bactérias multirresistentes em pacientes com COVID-19, mecanismo de resistência, antibióticos que guardam sensibilidade e porcentagem estimada

Principais patógenos	Mecanismo de resistência	Opção terapêutica	Prevalência estimada
<i>Acinetobacter baumannii</i>	KPC, NDM (New Delhi Metallo-beta-lactamase), OXA-23/48, VIM, IMP, ESBL e AmpC plasmidial	Colistina	59.9%
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	KPC, NDM, OXA-48-like, ESBL, AmpC plasmidial, Gene <i>mcr-1</i> ou mutações cromossômicas nos sistemas de regulação PmrA/PmrB	Ceftazidime/Avibactam	42.5%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	AmpC cromossômica, perda de porina OprD, bombas de efluxo, carbapenemases: VIM, IMP, NDM	Cefepime	26.0%

Principais patógenos	Mecanismo de resistência	Opção terapêutica	Prevalência estimada
<i>Enterococcus</i>	Resistência à vancomicina, mediado por vanA/vanB	Linezolida	22.9%

Nota: As opções terapêuticas não devem ser interpretadas como sensibilidade universal, devendo ser guiadas por cultura, teste de sensibilidade, epidemiologia local e avaliação clínica.

Fonte: Adaptado de Kariyawasam et al., 2022; Yang et al., 2024.

4.4. Impacto dos ambientes hospitalares e unidades de terapia intensiva

Embora as medidas de higiene reforçadas e o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) possam ter reduzido a transmissão de alguns patógenos em contextos específicos, a sobrecarga hospitalar e o uso massivo de antibióticos empíricos favoreceram o desenvolvimento da resistência dos organismos em evidência (Abubakar *et al.*, 2022).

As UTIs apresentaram as taxas mais elevadas de consumo de antibióticos em comparação com as enfermarias gerais (Yang *et al.*, 2024). Estudos indicam que a prevalência de prescrição de antibióticos em pacientes de cuidados críticos variou entre 71% e 84,8% (Abu Rub *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2024). No entanto, esta prática foi predominantemente empírica, uma vez que a prevalência real de coinfeção bacteriana confirmada nestes pacientes foi significativamente inferior, estimada em aproximadamente 12,5% a 30,8% (Abu Rub *et al.*, 2021; Mateescu *et al.*, 2025).

As consequências destas taxas elevadas em unidades de terapia intensiva foram particularmente devido à necessidade frequente de ventilação mecânica e uso de dispositivos invasivos. Esses fatores aumentam o risco de infecções nosocomiais e facilitam a disseminação de patógenos multirresistentes (Abu-Rub *et al.*, 2021). Em alguns contextos de UTI, a mortalidade hospitalar para pacientes COVID-19 infectados por bactérias multirresistentes atingiu os 51,6% (Granata *et al.*, 2024).

Além disso, a superlotação hospitalar e a sobrecarga dos sistemas de saúde contribuíram para a deterioração das práticas de prevenção e controle de infecções, facilitando a transmissão de microrganismos resistentes (Langford *et al.*, 2023; Peconi *et al.*, 2025).

O uso empírico generalizado de antibióticos, aliado à sobrecarga hospitalar, à interrupção dos programas de controle de infecções e ao aumento da automedicação, contribuiu significativamente para a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes (Abubakar *et al.*, 2022). Além disso, o uso de terapias imunossupressoras, como corticosteroides e tocilizumabe, aumentou a suscetibilidade a infecções bacterianas e fúngicas (Bongiovanni *et al.*, 2023).

As medidas de prevenção e controle de infecções, como higiene das mãos, vigilância ativa e isolamento de pacientes colonizados por MDROs, são a base para combater a propagação da RAM, especialmente em hospitais, etapas que não foram cumpridas e facilitaram a disseminação (Peconi *et al.*, 2025).

4.5 - Programas de Controle

A RAM deve ser combatida através de uma estrutura multidisciplinar que considere a saúde humana, animal e ambiental. As projeções indicam que, se medidas eficazes não forem implementadas, a RAM poderá causar até 10 milhões de mortes anuais até 2050. O impacto financeiro acumulado pode chegar a US\$100 trilhões até 2050, comparável à crise financeira de 2008 (Abubakar *et al.*, 2022; Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

Nesse contexto, o fortalecimento dos programas de stewardship antimicrobiano, a implementação rigorosa de medidas de controle de infecções e o investimento em novos antibióticos e ferramentas diagnósticas são essenciais para conter a progressão da resistência antimicrobiana (Elshenawy *et al.*, 2023; Langford *et al.*, 2023).

A análise dos dados revela disparidades geográficas e econômicas acentuadas na capacidade de vigilância. Nos PBMR, a escassez de infraestrutura laboratorial de microbiologia e a ausência de sistemas de recolhimento de dados integrados tornam a vigilância da RAM um desafio persistente (Satria *et al.*, 2023). Muitos sistemas de vigilância nestas regiões não conseguem associar os perfis de resistência aos resultados clínicos dos pacientes, limitando a capacidade de intervenção direta. Pelo contrário, sistemas eletrônicos avançados, como o WHONET, demonstraram ser ferramentas eficazes para monitorar as mudanças na sensibilidade antimicrobiana em tempo real, fornecendo evidências sobre o aumento da resistência a medicamentos de amplo espectro, como a colistina e os carbapenêmicos, durante a pandemia (Abubakar *et al.*, 2022; Sulayyim *et al.*, 2022).

A transição para a era pós-pandêmica exige um reforço sustentado na infraestrutura de vigilância global. O investimento na capacidade laboratorial de microbiologia clínica e na implementação de protocolos padronizados de teste de suscetibilidade, como os critérios CLSI ou EUCAST, é relatado com fator essencial para garantir a comparabilidade internacional dos dados (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022; Langford *et al.*, 2023). Além disso, a integração de tecnologias digitais e modelos preditivos pode auxiliar na estratificação do risco de infecção por MDROs, otimizando a aplicação de medidas de isolamento e o uso racional de antimicrobianos de acordo com os novos patógenos emergentes (Granata *et al.*, 2024).

A vigilância deve também expandir-se para além do ambiente hospitalar, adotando uma abordagem "*One Health*" que inclua o monitoramento de reservatórios de resistência na comunidade e no setor agropecuário (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

Ainda, a vacinação também é uma estratégia relatada que pode prevenir mais de 500.000 mortes anuais associadas à RAM, reduzindo a necessidade de uso de antibióticos, principalmente em países em desenvolvimento, como na Ucrânia, onde as taxas infantis de vacinação completa eram de apenas 36,3% em fevereiro de 2022 (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022; Ludvigsson *et al.*, 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia de Covid-19 representou não apenas uma emergência sanitária global de natureza aguda, mas também um importante fator de aceleração de uma crise insidiosa: a resistência antimicrobiana. A análise da literatura científica demonstra, de forma consistente, que o contexto pandêmico favoreceu o aumento da pressão seletiva sobre microrganismos, impulsionado principalmente pelo uso extensivo, empírico, supostamente "profilático" e

desproporcional de antibióticos, especialmente no ambiente hospitalar, podendo até configurar uma nova forma de imperícia médica.

Observou-se que a elevada taxa de prescrição de antimicrobianos em pacientes com Covid-19 contrasta significativamente com a baixa prevalência de coinfeções bacterianas, onde a prevalência real de coinfeção variou entre 3,5% e 8,6% e as taxas de prescrição em pacientes hospitalizados atingiram patamares de 74,6% a 76,2%. Destarte, evidencia um padrão de uso predominantemente profilático ou empírico, favorecendo a seleção, expansão e disseminação de cepas resistentes, especialmente em ambientes hospitalares de alta pressão seletiva.

A pesquisa evidencia que esse uso indiscriminado envolvendo antibióticos da categoria "Watch" (Vigilância) da OMS resultou na expansão de microrganismos multirresistentes, com destaque para o aumento dramático da incidência dos principais patógenos envolvidos, as bactérias Gram-negativas resistentes a carbapenêmicos, como *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*, além de patógenos Gram-positivos como MRSA e VRE.

Outro ponto conclusivo fundamental diz respeito ao papel das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) e da sobrecarga hospitalar. A sobrecarga dos serviços de saúde, a ampliação do uso de dispositivos invasivos, a necessidade frequente de ventilação mecânica a interrupção parcial de práticas regulares de vigilância microbiológica e as dificuldades na manutenção de medidas de prevenção e controle de infecção contribuíram para a disseminação destes microrganismos multirresistentes

Ademais, observou-se que países de baixo e médio rendimento enfrentaram desafios adicionais devido a desigualdades estruturais, como acesso limitado a diagnósticos microbiológicos e regulamentação precária do uso de antimicrobianos, o que potencializou a crise de RAM nessas regiões. No Brasil, fatores como a desinformação e a promoção de protocolos sem evidência científica, como o "kit COVID", também contribuíram para o uso irracional de antibióticos, principalmente a azitromicina.

Dessa forma, a pandemia do Covid-19 atuou como um importante catalisador da crise global de resistência antimicrobiana, não por originá-la, mas por acelerar mecanismos já em curso, amplificando suas consequências clínicas, epidemiológicas e microbiológicas.

Evidencia-se então a urgência de fortalecer os programas de stewardship antimicrobiano e a vigilância epidemiológica global.

A transição para a era pós-pandêmica exige a implementação de uma abordagem "One Health" (Saúde Única), que integre a saúde humana, animal e ambiental, além de investimentos em novas ferramentas diagnósticas, vacinação e sistemas de monitoramento em tempo real (como o WHONET) para mitigar a projeção de 10 milhões de mortes anuais por RAM até 2050.

REFERÊNCIAS

ABU-RUB, Lubna I. et al. Antibiotics Prescribing in Intensive Care Settings during the COVID-19 Era: A Systematic Review. **Antibiotics**, v. 10, n. 8, p. 935, ago. 2021.

ABUBAKAR, Usman et al. Impact of COVID-19 pandemic on multidrug resistant gram positive and gram negative pathogens: A systematic review. **Journal of Infection and Public Health**, v. 16, n. 3, p. 320–331, mar. 2023.

AL-HADIDI, Sara H. et al. The Spectrum of Antibiotic Prescribing During COVID-19 Pandemic: A Systematic Literature Review. **Microbial Drug Resistance**, v. 27, n. 12, p. 1706–1725, dez. 2021.

ALSHAIKH, Faisal Salman et al. Prevalence of bacterial coinfection and patterns of antibiotics prescribing in patients with COVID-19: A systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 17, n. 8, p. e0272375, ago. 2022.

ANTIMICROBIAL RESISTANCE COLLABORATORS. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. **The Lancet**, v. 399, n. 10325, p. 629–655, jan. 2022.

BAKHIT, Mina et al. Antibiotic prescribing for acute infections in synchronous telehealth consultations: a systematic review and meta-analysis. **BJGP Open**, v. 5, n. 4, p. 1-15, nov. 2021.

BONGIOVANNI, Marco; BARDA, Beatrice. Pseudomonas aeruginosa Bloodstream Infections in SARS-CoV-2 Infected Patients: A Systematic Review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 7, p. 2252, mar. 2023.

BURNSIDE, Janice S. W. et al. A Systematic Review of Antimicrobial Resistance During the COVID-19 Pandemic. **Hawai'i Journal of Health & Social Welfare**, v. 82, n. 8, p. 188-193, ago. 2023.

CHANAPAL, Achiraya et al. Antibiotic prescribing and bacterial infection in COVID-19 inpatients in Southeast Asia: a systematic review and meta-analysis. **JAC-Antimicrobial Resistance**, v. 6, n. 4, dlac093, jul. 2024.

CONG, Wenjuan et al. Prevalence of antibiotic prescribing in COVID-19 patients in China and other low- and middle-income countries during the pandemic (December 2019–March 2021): a systematic review and meta-analysis. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 78, n. 12, p. 2787–2794, dez. 2023.

DO NASCIMENTO, Beatriz Birelli et al. From Widespread Use to Loss of Effectiveness: The Consequences of Inappropriate Azithromycin Prescriptions During the COVID-19 Pandemic—A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Microbiology**, v. 2026, p. 1-10, jan. 2026.

ELSHENAWY, Rasha Abdelsalam et al. Antimicrobial stewardship implementation before and during the COVID-19 pandemic in the acute care settings: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 23, n. 1, p. 309, fev. 2023.

GRANATA, G.; CICALINI, S. The Evolving Challenge of Appropriate Antibiotics Use in Hospitalized COVID-19 Patients: A Systematic Literature Review. **Antibiotics**, v. 13, n. 6, p. 545, jun. 2024.

HAN, Seung Min et al. Impact of remote consultations on antibiotic prescribing in primary health care: systematic review. **Journal of Medical Internet Research**, v. 22, n. 11, p. e23482, nov. 2020.

KARIYAWASAM, R. M. et al. Antimicrobial resistance (AMR) in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis (November 2019–June 2021). **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 11, n. 1, p. 45, mar. 2022.

LANGFORD, Bradley J. et al. Antibiotic prescribing in patients with COVID-19: rapid review and meta-analysis. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 27, n. 4, p. 520–531, abr. 2021.

LANGFORD, Bradley J. et al. Antibiotic resistance associated with the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 29, n. 3, p. 302–309, mar. 2023.

LUDVIGSSON, Jonas F.; LOBODA, Andrii. Systematic review of health and disease in Ukrainian children highlights poor child health and challenges for those treating refugees. **Acta Paediatrica**, v. 111, n. 7, p. 1341–1353, jul. 2022.

MATEESCU, Diana-Maria et al. Global Burden of Bloodstream Infections in COVID-19: Prevalence, Antimicrobial Resistance, and Mortality Risk. **Viruses**, v. 17, n. 10, p. 1353, out. 2025.

NAJAFI-OLYA, Zahra et al. Antibiotic resistance and bacterial co-infections in COVID-19 patients in Iran: a systematic review and meta-analysis of hospitalized and non-hospitalized cases. **BMC Infectious Diseases**, v. 25, n. 1, p. 1197, set. 2025.

PAGE, M. J. et al. prisma-statement.org. **PRISMA Statement**, 2020. Disponível em: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>. Acesso em: 22 maio 2026.

PECONI, Chiara et al. Impact of the COVID-19 pandemic on healthcare-associated infections and multidrug-resistant microorganisms in Italy: A systematic review. **Journal of Infection and Public Health**, v. 18, p. 102729, jan. 2025.

SATRIA, Yohanes Aditya Adhi et al. Prevalence of antibiotic prescriptions in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. **Pathogens and Global Health**, v. 117, n. 7, p. 441–450, out. 2023.

SULAYYIM, Hadi Jaber Al et al. Antibiotic Resistance during COVID-19: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 11931, set. 2022.

VULCANESCU, Dan Dumitru et al. Bacterial Infections, Trends, and Resistance Patterns in the Time of the COVID-19 Pandemic in Romania—A Systematic Review. **Antibiotics**, v. 13, n. 12, p. 1219, dez. 2024.

YANG, Xinyi et al. Global antimicrobial resistance and antibiotic use in COVID-19 patients within health facilities: A systematic review and meta-analysis of aggregated participant data. **Journal of Infection**, v. 89, n. 2, p. 106183, ago. 2024.