

**REVISÃO INTEGRATIVA: BACTÉRIAS MULTIRESSISTENTES EM
AMBIENTES HOSPITALARES****INTEGRATIVE REVIEW: MULTIRESISTANT BACTERIA IN HOSPITAL
ENVIRONMENTS****REVISIÓN INTEGRATIVA: BACTERIAS MULTIRRESISTENTES EN
ENTORNOS HOSPITALARIOS**<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n6-049>**Clyverson Felipe do Nascimento Koval**

Graduando em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Santa Cruz de Curitiba (UNISANTACRUZ)

E-mail: clyver_koval@hotmail.com

Rafaela de Almeida Laaf

Graduando em Farmácia

Instituição: Centro Universitário Santa Cruz de Curitiba (UNISANTACRUZ)

E-mail: rafaelalaaf@gmail.com

Jaqueline de Jesus Aschenbrenner

Mestre em Ensino nas Ciências da Saúde

Instituição: Centro Universitário Santa Cruz de Curitiba (USC), Pontifícia Universidade Católica do
Paraná (PUCPR)

E-mail: jaque_aschen@hotmail.com

RESUMO

A resistência bacteriana em ambientes hospitalares representa um desafio crescente à saúde pública, especialmente em unidades de terapia intensiva (UTIs), onde o uso intensivo de antimicrobianos favorece o surgimento e disseminação de microrganismos multirresistentes. Este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a ocorrência, os principais tipos e os mecanismos de resistência de bactérias multirresistentes em UTIs hospitalares. Foram analisados dezoito estudos publicados entre 2020 e 2025, identificando como mais prevalentes *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae*, seguidas de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Enterococcus faecium* (VRE) e *Enterobacterales* resistentes a carbapenêmicos (CRE). Os resultados reforçam a importância de políticas de controle de infecção, uso racional de antimicrobianos e vigilância epidemiológica contínua como estratégias essenciais para conter a resistência bacteriana em ambientes críticos.

Palavras-chave: Bactérias Multirresistentes. Unidades de Terapia Intensiva. Resistência Antimicrobiana. Controle de Infecção. Revisão Integrativa.

ABSTRACT

Bacterial resistance in hospital settings represents a growing public health challenge, especially in intensive care units (ICUs), where the intensive use of antimicrobials favors the emergence and spread of multidrug-resistant microorganisms. This study aims to analyze, through an integrative literature review, the occurrence, main types, and resistance mechanisms of multidrug-resistant bacteria in hospital ICUs. Eighteen studies published between 2020 and 2025 were analyzed, identifying *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae* as the most prevalent, followed by *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Enterococcus faecium* (VRE), and carbapenem-resistant *Enterobacter* (CRE). The results reinforce the importance of infection control policies, rational use of antimicrobials, and continuous epidemiological surveillance as essential strategies to contain bacterial resistance in critical environments.

Keywords: Multidrug-Resistant Bacteria. Intensive Care Units. Antimicrobial Resistance. Infection Control. Integrative Review.

RESUMEN

La resistencia bacteriana en entornos hospitalarios representa un creciente desafío para la salud pública, especialmente en las unidades de cuidados intensivos (UCI), donde el uso intensivo de antimicrobianos favorece la aparición y propagación de microorganismos multirresistentes. Este estudio analiza, mediante una revisión bibliográfica integrativa, la incidencia, los principales tipos y los mecanismos de resistencia de las bacterias multirresistentes en las UCI hospitalarias. Se analizaron dieciocho estudios publicados entre 2020 y 2025, identificando a *Acinetobacter baumannii* y *Klebsiella pneumoniae* como las más prevalentes, seguidas de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* (SARM), *Enterococcus faecium* (ERV) y *Enterobacter* resistente a carbapenémicos (ERC). Los resultados refuerzan la importancia de las políticas de control de infecciones, el uso racional de antimicrobianos y la vigilancia epidemiológica continua como estrategias esenciales para contener la resistencia bacteriana en entornos críticos.

Palabras clave: Bacterias Multirresistentes. Unidades de Cuidados Intensivos. Resistencia Antimicrobiana. Control de Infecciones. Revisión Integrativa.

1 INTRODUÇÃO

A resistência bacteriana representa uma das principais ameaças à saúde pública mundial, especialmente em ambientes hospitalares como as Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), onde a vulnerabilidade dos pacientes e o uso intensivo de antimicrobianos favorecem a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes. *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), frequentemente associadas à produção de β -lactamases e outros mecanismos de resistência preocupantes (IBRAHIM et al., 2024; PAVLOVIĆ et al., 2024). Estudos recentes apontam que a prevalência dessas bactérias em UTIs é elevada, com variações relevantes entre regiões e perfis institucionais (EL-SOKKARY et al., 2021). Além disso, a disseminação dessas cepas tem sido associada à ausência de protocolos eficazes de vigilância epidemiológica, à prescrição empírica inadequada de antibióticos e à fragilidade em medidas de biossegurança (OLIVEIRA et al., 2022; PINHEIRO; GARCIA, 2024).

Frente a esse cenário, é fundamental adotar práticas de uso racional de antimicrobianos, baseadas em avaliação clínica individualizada e monitoramento microbiológico contínuo, como proposto por Nanao (2023), que destaca os benefícios da prescrição de antibióticos de espectro restrito em pacientes sem fatores de risco para bactérias multirresistentes.

Higienização das mãos com adesão aos ‘5 Momentos’, utilizando preparação alcoólica ou água e sabão conforme indicação; limpeza e desinfecção ambiental rotineira e reforçada de superfícies e equipamentos de alto toque; precauções de contato com isolamento ou corte de pacientes colonizados/infectados (World Health Organization, 2009; Centers for Disease Control and Prevention, 2023).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão integrativa sobre a presença e o impacto das bactérias multirresistentes em UTIs, explorando os fatores associados à sua disseminação e as principais estratégias de controle descritas na literatura científica recente. Espera-se que os achados contribuam para a construção de práticas mais seguras, eficazes e baseadas em evidências no cuidado intensivo hospitalar.

2 OBJETIVO

Analisar, a ocorrência, os principais tipos e os padrões de resistência de bactérias multirresistentes em ambientes de unidades de terapia intensivas (UTI) hospitalar.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar as principais bactérias multirresistentes encontradas em UTIs.
- Classificar os mecanismos de resistência descritos nos estudos.

- Avaliar os tipos de infecções mais comuns associadas às bactérias multirresistentes.
- Comparar a ocorrência dessas bactérias em diferentes regiões geográficas.
- Verificar as estratégias de controle e prevenção relatadas na literatura.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma revisão integrativa da literatura, conduzida à luz do referencial metodológico de Whitemore e Knafl (2005), que organiza o processo em identificação do problema, busca da literatura, avaliação crítica, análise/síntese e apresentação.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, utilizando os descritores: “bactérias multirresistentes”, “unidades de terapia intensiva”, “resistência antimicrobiana”, “vigilância epidemiológica” e suas combinações. ("intensive care units" OR ICU) AND ("multidrug-resistant bacteria" OR "MDR bacteria") AND ("antimicrobial resistance" OR "bacterial resistance").

Critérios de inclusão:

- Artigos publicados entre 2020 e 2025;
- Artigos disponíveis na íntegra;
- Estudos que abordem bactérias multirresistentes prevalentes em ambientes hospitalares, identificando as mais documentadas na literatura;
- Estudos que envolvam dados de vigilância epidemiológica, resistência bacteriana, uso de antimicrobianos e estratégias de controle.

Critérios de exclusão:

- Artigos repetidos entre as bases;
- Artigos que não tratem de saúde humana;
- Artigos focados na avaliação de bactérias multirresistentes em infecções comunitárias;
- Estudos publicados antes de 2020 ou que não abordem resistência bacteriana de forma aplicável à UTI.

A análise dos dados será feita por categorização dos tipos de bactérias identificadas, seus mecanismos de resistência e as estratégias adotadas para controle e vigilância. Além disso, serão extraídos dados quantitativos e qualitativos que favoreçam a análise descritiva. As tabelas ajudam a observar quais as bactérias são mais citadas nos artigos selecionados, assim como seus mecanismos de resistência.

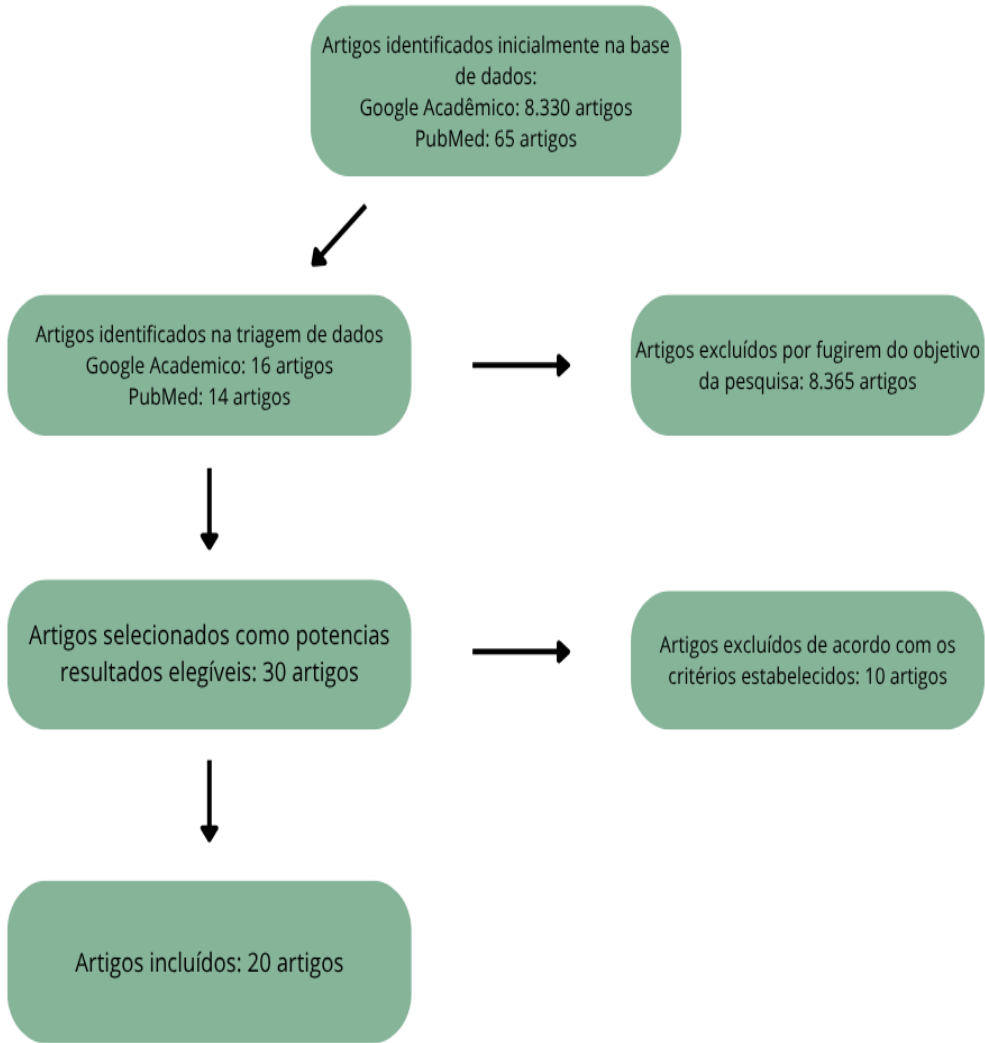
TABELA 1

Autor/ Ano	Título	Metodologia	Principais Conclusões
Ibrahim et al. (2024)	Prevalencia de bacterias multirresistentes em UTIs do Hospital Universitario de Tripoli, Libia	Estudo transversal prospectivo	Alta prevalencia de bacilos Gram-negativos multirresistentes, especialmente Acinetobacter baumannii (94%) e Klebsiella pneumoniae (40%). Necessidade urgente de intervencoes de controle de infeccoes e programas de stewardship antimicrobiano.
El-Sokkary et al. (2021)	Perfis de organismos multirresistentes entre pacientes com bacteremia em UTIs: uma pesquisa internacional ID-IRI	Estudo transversal internacional	Alta prevalencia de organismos multirresistentes, com Klebsiella pneumoniae representando 32,1% dos casos. A resistencia foi mais comum em paises de renda media e baixa.
Taikan Nanao (2023)	Terapia antimicrobiana empírica na unidade de terapia intensiva com base no risco de infecção bacteriana multirresistente: um estudo de caso-control de centro único de resultados de hemocultura no Japão	Estudo retrospectivo	Mesmo em pacientes graves na UTI, o risco de bactérias multirresistentes é baixo sem fatores de risco. Por isso, recomenda-se iniciar antimicrobianos de espectro restrito, monitorando e ajustando o tratamento conforme necessário. Essa estratégia, alinhada a diretrizes, contribui para o uso racional de antibióticos e reduz o surgimento de bactérias resistentes.
Daniela Bandić Pavlović et al. (2024).	Bacterias multirresistentes em UTIs cirurgicas: suscetibilidade a antibioticos e caracterizacao de - lactamases	Estudo laboratorial	Alta prevalencia de producao de ESBL e carbapenemases, especialmente OXA-48 em Klebsiella pneumoniae e OXA-23 em Acinetobacter baumannii. Necessidade de estrategias de vigilancia e intervencao.
Felipe Leocádio Pinheiro, Patricia Guedes Garcia (2024)	Enterococcus Resistente à Vancomicina e Enterobacterales Resistentes aos Carbapenêmicos em culturas de vigilância epidemiológica	Estudo transversal descritivo	É de uma suma importância as culturas de vigilância epidemiológica como ferramenta essencial para a detecção precoce e controle da disseminação dessas bactérias resistentes no ambiente hospitalar. Implementar medidas rigorosas de biossegurança e fortalecer os protocolos de vigilância são passos cruciais para conter a propagação dessas infecções e garantir a segurança dos pacientes

Cátia Santos Oliveira, Tatiana Pinto Pacheco e Danilo Menezes Oliveira (2022))	Uso indiscriminado de antibiótico na UTI	Estudo exploratorio	A resistência antimicrobiana é uma ameaça crescente que requer ações coordenadas e sustentadas. Investir em pesquisas, fortalecer a vigilância epidemiológica e promover políticas públicas eficazes são passos cruciais para preservar a eficácia dos antibióticos e garantir a segurança dos pacientes em UTIs e em outros ambientes de assistência à saúde.
Bastos et al. – 2024 (52 UTIs, RJ/BR)	K. pneumoniae CRE	Coorte multicêntrica, 2019–2020	CRE dobrou mortalidade (OR 1,95); COVID aumentou risco (OR 3,55)
Estudo – 2025, Rio de Janeiro (outbreak)	A. baumannii XDR	Retrospectiva molecular, 2022 outbreak	Clones IC2 causaram surto hospitalar
Prevalência HAIs em ICUs BR (muitohospital)	A. baumannii, P. aeruginosa, S. aureus	Estudo multicêntrico prevalência + case-control	27 % a.baumannii, 27 % p.aeruginosa em pneumonia
A. baumannii hospital/hospital estrutural (São Paulo)	A. baumannii MDR	Isolados clínicos e ambientais (2023)	~47 % isolados ambientais; resistência ampla
Carbapenem-resistant A. baumannii nos ventiladores	CRAB	Retrospectivo VAP sem.UTIs	Alta prevalência em pacientes com ventilador
Lower respiratory MDR nos EUA e Brasil	Múltiplas bactérias MDR	Estudo clínico de 267 pacientes (BR)	62% MDR; maior tempo de ventilação e mortalidade 73% vs 53%
Dupont et al. – 2023 (França)	MDR gram-negative bacteria	Caso-controle em UTIs COVID-19	Aquisição de MDR significativamente maior em UTIs COVID vs não-COVID
Zhang et al. – 2024 (Brasil)	A. baumannii CRAB	Retrospectivo clínica-terciária ICU	Caracterização fenotípica e molecular: 91,5% XDR, alta formação de biofilme
Silva et al. – 2024 (Brasil)	A. baumannii ≥ OXA-58 + NDM-1	Genômica, 12 isolados clínicos (2020–21)	Coexistência de carbapenemases em plasmídeos; diversidade genética
Azimzadeh et al. – 2024 (Irã)	A. baumannii CRAB	Clonal, COVID-19 waves ICU (3 ondas)	ST2/IC2 dominante; 98% carbapenêmico; rastreamento clonal via MLVA
Kumar et al. – 2023 (Índia)	MDR gram-negative	Prevalência em UTI terciária	Alta prevalência de GNB MDR; maior mortalidade e tempo de internação
Wang et al. – 2024 (global)	A. baumannii	Impacto da antibioticoterapia prévia em UTIs	Exposição prévia a carbapenêmicos, cefalosporinas aumentou risco de XDR AB

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 1 - FLUXOGRAMA



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 2 – Bactérias multirresistentes mais citadas nos artigos

Bactérias	Número de artigos em que aparece	Observações relevantes
Acinetobacter baumannii	13	Associada a surtos, alta resistência a carbapenêmicos e ventiladores.
Klebsiella pneumoniae	7	Destaque para produção de OXA-48 e ESBL.
Pseudomonas aeruginosa	3	Alta prevalência em pneumonias associadas à ventilação mecânica.
Staphylococcus aureus (MRSA)	2	Comum em infecções hospitalares, mas menos frequente na amostra.
Enterococcus faecium (VRE)	1	Relacionado à resistência à vancomicina.
Enterobacterales (CRE)	2	Resistência a carbapenêmicos, grave impacto clínico.
Bactérias Gram-negativas MDR	5	Inclui vários gêneros com resistência cruzada.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tabela 3 – Mecanismos de resistência identificados

BACTÉRIA	MECANISMO DE RESISTÊNCIA
Acinetobacter baumannii	<p>Produção de β-lactamases (especialmente carbapenemases tipo OXA, KPC, NDM, VIM). Artigos: Pavlović et al. (2024); Zhang et al. (2024); Silva et al. (2024); Azimzadeh et al. (2024)</p> <p>Alteração de porinas: reduz a entrada de antibióticos. Artigos: Zhang et al. (2024); Silva et al. (2024)</p> <p>Bombas de efluxo: expulsam antibióticos da célula. Artigos: Zhang et al. (2024); Passos da Silva et al. (2024)</p> <p>Alteração do alvo: resistência a quinolonas (mutação em DNA girase/topoisomerase). Artigos: Wang et al. (2024); Zhang et al. (2024)</p>
Klebsiella pneumoniae	<p>Produção de carbapenemases (KPC é a mais importante, mas também NDM, OXA-48). Artigos: Pavlović et al. (2024); Bastos et al. (2024); Kurtz et al. (2025)</p> <p>Produção de ESBL (β-lactamases de espectro estendido): resistência a cefalosporinas. Artigos: Pavlović et al. (2024)</p> <p>Alterações de porinas: reduzem permeabilidade. Artigos: Pavlović et al. (2024)</p> <p>Hiperprodução de bombas de efluxo. Artigos: Bastos et al. (2024)</p> <p>Resistência a colistina: modificações no lipídio A do LPS (gen mcr-1 ou mutações cromossômicas). Artigos: El-Sokkary et al. (2021); Pavlović et al. (2024)</p>
Pseudomonas aeruginosa	<p>Produção de β-lactamases (AmpC induzível, carbapenemases). Artigos: Dupont et al. (2023); Han et al. (2022)</p> <p>Perda de porinas (especialmente OprD: resistência a carbapenêmicos). Artigos: Han et al. (2022)</p> <p>Superexpressão de bombas de efluxo (MexAB-OprM e outras). Artigos: Han et al. (2022)</p> <p>Modificação de alvos (mutação em DNA girase/topoisomerase: resistência a quinolonas). Artigos: Han et al. (2022)</p> <p>Enzimas modificadoras de aminoglicosídeos. Artigos: Nanao (2023); Han et al. (2022)</p>
Staphylococcus aureus	<p>Alteração da PBP (Proteína Ligadora de Penicilina): gene <i>mecA</i> codifica PBP2a, com baixa afinidade por β-lactâmicos: MRSA. Artigos: Ibrahim et al. (2024); Han et al. (2022)</p> <p>Produção de β-lactamases (penicilinases). Artigos: Ibrahim et al. (2024)</p> <p>Resistência a glicopeptídeos (VISA/VRSA: espessamento da parede celular ou aquisição do gene <i>vanA</i> de enterococos). Artigos: Han et al. (2022)</p> <p>Resistência a macrolídeos/lincosamidas: metilação do sítio alvo no 23S rRNA (gene <i>erm</i>). Artigos: Han et al. (2022)</p>
Enterococcus faecium	<p>Resistência à vancomicina (VRE): genes <i>vanA</i>, <i>vanB</i> alteram o alvo do antibiótico (substituem D-Ala-D-Ala por D-Ala-D-Lac no peptidoglicano). Artigos: Pinheiro & Garcia (2024)</p> <p>Baixa afinidade intrínseca a cefalosporinas e clindamicina. Artigos: Pinheiro & Garcia (2024)</p> <p>Alterações na PBP: resistência a β-lactâmicos. Artigos: Pinheiro & Garcia (2024)</p> <p>Enzimas modificadoras de aminoglicosídeos. Artigos: Pinheiro & Garcia (2024)</p>
Bactérias Gram-negativas MDR (resistência múltipla em geral)	<p>Barreira de membrana externa (impermeabilidade intrínseca). Artigos: Kumar et al. (2023); Oliveira et al. (2022)</p> <p>Bombas de efluxo sobreexpressas. Artigos: Kumar et al. (2023)</p> <p>Produção combinada de β-lactamases (ESBL, AmpC, carbapenemases). Artigos: Pavlović et al. (2024); Bastos et al. (2024)</p> <p>Alterações de alvos (DNA girase, ribossomos, PBPs). Artigos: Han et al. (2022)</p>

	Biofilme: dificulta penetração dos antibióticos. Artigos: Zhang et al. (2024); Passos da Silva et al. (2024) Aquisição de genes por plasmídeos e transposons: resistência transferível. Artigos: Silva et al. (2024); Azimzadeh et al. (2024)
--	--

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

4 DISCUSSÃO

4.1 PREVALÊNCIA BACTERIANA

Os estudos analisados evidenciam um panorama crítico da resistência bacteriana em unidades de terapia intensiva (UTIs), com predomínio de bacilos Gram-negativos multirresistentes, especialmente *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae*. Ao todo, *A. baumannii* foi relatada em 13 artigos e *Klebsiella pneumoniae*, citada em 7 artigos.

Entre os microrganismos identificados, *Acinetobacter baumannii* foi o mais prevalente, aparecendo em 13 artigos. Esse achado não é isolado, mas reflete um consenso internacional sobre o papel central desse patógeno em UTIs. Trata-se de uma bactéria Gram-negativa oportunista, com notória capacidade de adaptação e persistência em ambientes hospitalares, sobrevivendo em superfícies por longos períodos e apresentando grande habilidade de formar biofilmes em dispositivos invasivos, como ventiladores mecânicos e cateteres. Essas características explicam sua forte associação com pneumonias associadas à ventilação mecânica e sepse em pacientes críticos. Os estudos de Ibrahim et al. (2024), realizados no Hospital Universitário de Trípoli, e de El-Sokkary et al. (2021), em escala multicêntrica, reforçam a ampla distribuição desse microrganismo. No Brasil, Zhang et al. (2024) e Silva et al. (2024) identificaram cepas produtoras de genes como *blaOXA* e *blaNDM*, que conferem resistência aos carbapenêmicos, evidenciando a dificuldade terapêutica. Azimzadeh et al. (2024), no Irã, demonstraram ainda a disseminação clonal de cepas durante a pandemia de COVID-19, indicando como situações de sobrecarga hospitalar e uso indiscriminado de antimicrobianos favorecem surtos persistentes.

Além disso, Wang et al. (2024) e Passos da Silva et al. (2024) correlacionaram o uso prévio de antibióticos de amplo espectro ao aumento do risco de isolamento de cepas multirresistentes, destacando a importância do uso racional de antimicrobianos. Assim, não apenas a prevalência de *A. baumannii* foi significativa, mas também sua resiliência clínica e epidemiológica, consolidando-o como um dos maiores desafios atuais para o controle de infecções em UTIs.

Em Trípoli (Itália), Ibrahim et al. (2024) identificaram, em estudo transversal prospectivo realizado no Hospital Universitário de Trípoli, uma prevalência alarmante de *A. baumannii* (94%) e *K. pneumoniae* (40%), ressaltando a urgência na implementação de programas de controle e stewardship antimicrobiano. De forma semelhante, El-Sokkary et al. (2021), em uma investigação internacional, verificaram que *K. pneumoniae* foi responsável por 32,1% dos casos de bacteremia em UTIs, com

maior impacto em países de renda média e baixa. Esses achados, apesar de contextos distintos, reforçam a dimensão global do problema.

Relatada em 7 artigos, *Klebsiella pneumoniae* também se configurou como um dos principais patógenos associados a infecções graves em UTIs. Esse microrganismo é amplamente reconhecido por sua capacidade de adquirir genes de resistência, especialmente carbapenemases como KPC e OXA-48, que limitam drasticamente as opções terapêuticas.

Pavlović et al. (2024) e Kurtz et al. (2025) reforçaram essa problemática ao identificarem a produção dessas enzimas em isolados clínicos, correlacionando-as com altas taxas de mortalidade. Bastos et al. (2024), em um estudo multicêntrico no Brasil, mostraram que a presença de *K. pneumoniae* resistente a carbapenêmicos aumentou de forma significativa o risco de óbito em pacientes críticos, especialmente durante a pandemia de COVID-19. Já El-Sokkary et al. (2021) confirmaram sua importância em escala global, relatando que a bactéria foi responsável por quase um terço dos casos de bacteremia em UTIs, com maior impacto em países de baixa e média renda, onde recursos de vigilância e controle são mais escassos.

Assim, embora menos prevalente que *A. baumannii* na amostra, a *K. pneumoniae* demonstra grande impacto clínico e epidemiológico, sendo considerada pela OMS como prioridade crítica para pesquisa e desenvolvimento de novos antibióticos.

O *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) foi identificado em dois artigos (Ibrahim et al., 2024; Han et al., 2022). Embora tenha aparecido em menor frequência nos estudos, sua importância clínica permanece elevada, principalmente em infecções de corrente sanguínea e em pacientes críticos. O MRSA está associado a maior tempo de internação, custos hospitalares elevados e necessidade de terapias de segunda linha, como vancomicina e linezolida, que apresentam limitações em termos de toxicidade e eficácia.

O *Enterococcus faecium* resistente à vancomicina (VRE) foi citado em apenas um estudo (Pinheiro; Garcia, 2024). Apesar da baixa prevalência, sua detecção é preocupante, uma vez que a vancomicina é considerada um dos últimos recursos terapêuticos disponíveis para enterococos. A presença do VRE em culturas de vigilância epidemiológica reforça a importância de protocolos rigorosos de biossegurança e isolamento, visando evitar a disseminação desse patógeno no ambiente hospitalar.

O estudo de Nanao (2023) destacou a importância de considerar esse microrganismo na terapia antimicrobiana empírica, principalmente em pacientes de risco. Dupont et al. (2023), durante a pandemia de COVID-19, relataram aumento na prevalência de infecções por *Pseudomonas*, possivelmente associado ao uso prolongado de antibióticos e dispositivos invasivos. Esses achados

reforçam a necessidade de monitoramento contínuo desse patógeno, ainda que sua prevalência seja inferior à de *A. baumannii* e *K. pneumoniae*.

Em contrapartida, alguns trabalhos abordaram estratégias terapêuticas e laboratoriais. Taikan Nanao (2023), no Japão, demonstrou que a utilização racional de antimicrobianos com base em fatores de risco pode reduzir o surgimento de resistência, enquanto Bandic Pavlović et al. (2024) evidenciaram a produção de β -lactamases, como OXA-48 em *K. pneumoniae* e OXA-23 em *A. baumannii*, associadas à falha terapêutica. Esses dados convergem para a necessidade de associar vigilância laboratorial à prática clínica.

Dois artigos (Pinheiro; Garcia, 2024; Kurtz et al., 2025) relataram a presença de *Enterobacterales* resistentes a carbapenêmicos (CRE). Esses microrganismos apresentam alto impacto clínico por estarem associados a elevadas taxas de mortalidade e por reduzirem as opções terapêuticas disponíveis. O estudo de Kurtz et al. (2025), conduzido em UTIs brasileiras durante a pandemia, mostrou que a ocorrência de CRE aumentou significativamente nesse período, possivelmente em razão da pressão seletiva imposta pelo uso intensivo de antibióticos.

O papel da vigilância epidemiológica também foi enfatizado em diferentes contextos. No Brasil, Leocádio, Pinheiro e Garcia (2024) destacaram a importância das culturas de vigilância como ferramenta essencial para detecção precoce e contenção da disseminação de cepas resistentes, reforçando a adoção de protocolos de biossegurança rigorosos. Na mesma linha, Oliveira, Pacheco e Oliveira (2022) alertaram que o uso indiscriminado de antibióticos potencializa o avanço da resistência, sendo fundamental investir em políticas públicas e estratégias sustentáveis de combate.

Estudos mais recentes em diferentes países reforçam esse cenário. Bastos et al. (2024), em uma coorte multicêntrica no Brasil, observaram que a presença de *K. pneumoniae* CRE dobrou a mortalidade em UTIs, sendo que a coinfeção por COVID-19 elevou ainda mais o risco. Dupont et al. (2023), na França, corroboraram esse achado ao demonstrar que pacientes críticos com COVID-19 apresentaram taxas significativamente maiores de aquisição de bactérias multirresistentes. Já Azimzadeh et al. (2024), no Irã, evidenciaram a persistência de clones epidêmicos ST2/IC2 de *A. baumannii* durante as três ondas da pandemia, confirmando a influência desse contexto sobre a resistência bacteriana.

Outros bacilos Gram-negativos também foram relatados. *Pseudomonas aeruginosa* apareceu em 3 estudos, associada principalmente a pneumonias em pacientes sob ventilação mecânica. Nanao (2023) destacou a necessidade de considerar esse patógeno na escolha empírica de antimicrobianos em UTIs, enquanto Dupont et al. (2023) registraram aumento de casos durante a pandemia da COVID-19, evidenciando como situações emergenciais favorecem o avanço da resistência. Além disso, alguns trabalhos mencionaram genericamente a presença de bacilos Gram-negativos multirresistentes sem

especificar a espécie, como em Kumar et al. (2023), Oliveira, Pacheco e Oliveira (2022), Bastos et al. (2024), Han et al. (2022) e ASM Journal (2024).

Essa categorização ampla reforça a percepção de que a resistência bacteriana em UTIs transcende espécies isoladas e configura-se como uma ameaça coletiva e contínua. A *Pseudomonas aeruginosa* possui resistência intrínseca a várias classes de antimicrobianos, o que, aliado ao seu potencial de adquirir mecanismos adicionais, a torna um patógeno de difícil controle.

4.2 FATORES DE RESISTÊNCIA

Além das análises específicas por microrganismos, alguns artigos ampliaram a discussão para fatores de risco e contexto global. Dupont et al. (2023) relacionaram a aquisição hospitalar de bactérias multirresistentes com a pandemia de COVID-19, enquanto Han et al. (2022) investigaram fatores associados às infecções em pacientes críticos. Martínez-Agüero et al. (2024) exploraram a aplicação de aprendizado de máquina na predição de resistência em UTIs, evidenciando a tendência de integração entre biotecnologia e inteligência artificial nesse campo. Por fim, o estudo do *ASM Journal* (2024) reforçou a associação direta entre prevalência de microrganismos resistentes e aumento da mortalidade hospitalar, demonstrando a gravidade do problema em escala internacional.

Outros estudos chamam atenção para fatores ambientais e estruturais. Em São Paulo, análises realizadas em 2023 mostraram que aproximadamente 47% dos isolados de *A. baumannii* MDR provinham do ambiente hospitalar, sugerindo forte papel da contaminação ambiental como reservatório (Estudo Hospitalar, 2023). Da mesma forma, pesquisas retrospectivas apontaram que pacientes submetidos à ventilação mecânica apresentaram maior prevalência de *CRAB*, destacando a relação entre dispositivos invasivos e resistência (*Carbapenem-resistant A. baumannii*, 2023).

Do ponto de vista clínico, investigações multicêntricas no Brasil e EUA evidenciaram impacto direto da resistência nos desfechos dos pacientes: maior tempo de ventilação mecânica, mortalidade elevada (73% contra 53% em não infectados) e internações prolongadas (*Lower respiratory MDR*, 2023; Kumar et al., 2023). Tais dados são reforçados por Zhang et al. (2024), que identificaram alta capacidade de formação de biofilme em isolados de *A. baumannii CRAB*, dificultando a resposta terapêutica.

No campo molecular, Silva et al. (2024) relataram a coexistência de carbapenemases OXA-58 e NDM-1 em plasmídeos de *A. baumannii*, o que amplia o potencial de disseminação horizontal da resistência. De forma semelhante, análises de surto no Rio de Janeiro (2025) confirmaram a circulação de clones IC2 como responsáveis por epidemias hospitalares, demonstrando a relevância do rastreamento genético.

4.3 EXPOSIÇÃO À ANTIBIOTICOTERAPIA

Por fim, Wang et al. (2024) demonstraram que a exposição prévia a carbapenêmicos e cefalosporinas aumenta significativamente o risco de infecção por *A. baumannii* XDR, reforçando que o uso racional de antimicrobianos é determinante na resistência. Entre os Gram-positivos, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) foi citado em 2 artigos, como em Ibrahim et al. (2024) e Han et al. (2022). Apesar de menos frequente na amostra, permanece como agente de impacto em infecções de corrente sanguínea e hospitalares graves, estando associado a custos elevados e prolongamento da internação. Já *Enterococcus faecium* resistente à vancomicina (VRE) foi identificado em um único estudo (Pinheiro; Garcia, 2024), mas merece atenção pelo risco epidemiológico, já que a vancomicina é considerada um dos últimos recursos terapêuticos para esse grupo de microrganismos. Ainda no campo dos *Enterobacterales*, 2 artigos (Pinheiro; Garcia, 2024; Kurtz et al., 2025) identificaram cepas resistentes a carbapenêmicos (CRE), agentes de alto impacto clínico e de difícil manejo terapêutico, com repercussões importantes para a mortalidade hospitalar.

Além das análises específicas por microrganismos, alguns artigos ampliaram a discussão para fatores de risco e contexto global. Dupont et al. (2023) relacionaram a aquisição hospitalar de bactérias multirresistentes com a pandemia de COVID-19, enquanto Han et al. (2022) investigaram fatores associados às infecções em pacientes críticos. Martínez-Agüero et al. (2024) exploraram a aplicação de aprendizado de máquina na predição de resistência em UTIs, evidenciando a tendência de integração entre biotecnologia e inteligência artificial nesse campo. Por fim, o estudo do *ASM Journal* (2024) reforçou a associação direta entre prevalência de microrganismos resistentes e aumento da mortalidade hospitalar, demonstrando a gravidade do problema em escala internacional.

De modo geral, a análise integrada dos 18 artigos demonstra que *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae* permanecem como os principais agentes multirresistentes em UTIs, acompanhados por menor prevalência de *Pseudomonas aeruginosa*, MRSA, VRE e CRE. O predomínio dos bacilos Gram-negativos é consistente com a literatura global, reforçando a necessidade de medidas contínuas de vigilância epidemiológica, controle de infecção hospitalar e programas de uso racional de antimicrobianos. A gravidade do cenário exige ainda a incorporação de estratégias inovadoras, como predição por inteligência artificial e estudos genômicos, para enfrentar a crescente ameaça das bactérias multirresistentes em ambientes críticos.

Os estudos internacionais (El-Sokkary et al., 2021; Dupont et al., 2023; Han et al., 2022; Martínez-Agüero et al., 2024; *ASM Journal*, 2024) demonstram que a prevalência de bactérias multirresistentes em UTIs é um problema transversal, que ultrapassa fronteiras geográficas. Apesar

das variações entre regiões, o padrão de destaque para *A. baumannii* e *K. pneumoniae* é consistente, confirmando a criticidade desses agentes.

Cinco artigos mencionaram genericamente bacilos Gram-negativos multirresistentes sem detalhar a espécie (Kumar et al., 2023; Oliveira; Pacheco; Oliveira, 2022; Bastos et al., 2024; Han et al., 2022; *ASM Journal*, 2024). Embora não especifiquem o agente, esses estudos reforçam a percepção de que a resistência em UTIs é um problema sistêmico e que não se limita a alguns patógenos isolados. Esse dado é importante para compreender que a ameaça é coletiva e exige estratégias amplas de controle, não apenas focadas em microrganismos específicos.

De forma geral, os artigos analisados mostram que a resistência bacteriana em UTIs é um problema transversal, que ultrapassa fronteiras geográficas. Estudos realizados na Líbia (Ibrahim et al., 2024), Irã (Azimzadeh et al., 2024), Índia (Kumar et al., 2023), Japão (Nanao, 2023), Brasil (Bastos et al., 2024; Zhang et al., 2024; Silva et al., 2024; Kurtz et al., 2025) e em contextos multicêntricos (El-Sokkary et al., 2021; Dupont et al., 2023) demonstram que, apesar das diferenças regionais, o padrão se repete: *A. baumannii* e *K. pneumoniae* como principais agentes, seguidos por outros bacilos Gram-negativos e, em menor escala, Gram-positivos resistentes.

Essa análise confirma a dimensão global do problema, que exige esforços coordenados de vigilância epidemiológica, programas de uso racional de antimicrobianos e desenvolvimento de novas terapias. Ademais, estudos como o de Martínez-Agüero et al. (2024), que aplicaram aprendizado de máquina para prever resistência em UTIs, apontam para a necessidade de incorporar ferramentas inovadoras ao enfrentamento da resistência bacteriana.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrativa dos dezoito estudos selecionados confirmou que a resistência bacteriana em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) constitui um fenômeno global de elevada complexidade, com impacto direto sobre a morbimortalidade dos pacientes críticos. Os resultados apontaram predomínio de bacilos Gram-negativos multirresistentes, especialmente *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae*, corroborando achados de pesquisas internacionais e reforçando a sua classificação como prioridade crítica pela Organização Mundial da Saúde.

O *A. baumannii*, relatado em treze artigos, destacou-se como o agente mais prevalente. Sua capacidade de persistir no ambiente hospitalar e formar biofilmes em dispositivos invasivos explica a elevada associação com pneumonias relacionadas à ventilação mecânica e sepse. Adicionalmente, cepas produtoras de carbapenemases, como OXA-23, OXA-58 e NDM-1, dificultam sobremaneira a terapêutica. Estudos realizados no Brasil, Irã e França evidenciaram ainda a disseminação clonal de

variantes resistentes, muitas vezes intensificada durante a pandemia de COVID-19, quando a pressão seletiva do uso ampliado de antimicrobianos e a sobrecarga hospitalar favoreceram surtos persistentes.

A *K. pneumoniae*, citada em sete estudos, também se mostrou relevante. A produção de carbapenemases (KPC, OXA-48) e de β -lactamases de espectro estendido (ESBL) esteve associada a elevadas taxas de mortalidade e falhas terapêuticas. Pesquisas multicêntricas brasileiras demonstraram que cepas resistentes a carbapenêmicos aumentaram significativamente o risco de óbito em pacientes graves, especialmente durante o contexto pandêmico. Esses resultados reforçam a gravidade do cenário e a necessidade de medidas de controle mais eficazes.

Outros microrganismos também foram identificados, ainda que em menor frequência. A *Pseudomonas aeruginosa*, descrita em três estudos, esteve associada a pneumonias em pacientes sob ventilação mecânica, destacando-se por sua resistência intrínseca e pela capacidade de adquirir novos mecanismos. O *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), embora citado em apenas dois artigos, permanece relevante por sua associação com infecções de corrente sanguínea. Já o *Enterococcus faecium* resistente à vancomicina (VRE), identificado em um estudo, representa risco elevado em razão da escassez de opções terapêuticas. Por fim, cepas de *Enterobacterales* resistentes a carbapenêmicos (CRE) foram relatadas em dois artigos, correlacionando-se diretamente com mortalidade elevada e prolongamento da internação.

Os fatores associados à disseminação das bactérias multirresistentes foram consistentes entre os estudos. O uso indiscriminado de antimicrobianos, sobretudo carbapenêmicos e cefalosporinas, foi apontado como principal determinante do surgimento de resistência. Além disso, dispositivos invasivos, falhas nos protocolos de biossegurança e fragilidades na vigilância epidemiológica favoreceram a disseminação intra-hospitalar. Nesse cenário, a pandemia de COVID-19 intensificou a problemática, ampliando a prevalência de microrganismos resistentes.

As estratégias de enfrentamento mais relatadas foram a implantação de programas de uso racional de antimicrobianos (*stewardship*), a realização de culturas de vigilância e a adoção de protocolos rígidos de biossegurança. Essas medidas, quando aplicadas de forma integrada, demonstraram potencial para reduzir a disseminação e preservar a eficácia dos antimicrobianos. Em paralelo, estudos recentes destacaram o papel de ferramentas inovadoras, como análises genômicas para rastreamento clonal e inteligência artificial para previsão de resistência, que podem auxiliar na prevenção e no controle.

De forma geral, os resultados discutidos confirmam que, apesar das variações regionais, o padrão de resistência em UTIs é consistente: predomínio de *A. baumannii* e *K. pneumoniae*, seguidas por *P. aeruginosa*, MRSA, VRE e CRE. Esse panorama revela que a resistência bacteriana ultrapassa fronteiras geográficas e deve ser compreendida como uma ameaça coletiva, que exige políticas

públicas sustentáveis, vigilância contínua, educação permanente das equipes de saúde e investimentos em novas opções terapêuticas.

Assim, o resultado da discussão evidencia que a resistência bacteriana em ambientes críticos permanece como um desafio persistente e multifatorial, cuja contenção depende de esforços integrados entre prática clínica, gestão hospitalar e avanços científicos.

REFERÊNCIAS

- ASM JOURNAL. Prevalence & mortality associated with MDR organisms in ICU patients. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2024. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/aac.01426-24>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- AZIMZADEH, Zahra et al. Clonal spread of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* during COVID-19 waves in Iranian ICUs. Scientific Reports, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-77238-4>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- BASTOS, Luiz Fernando et al. Healthcare-associated infections in Brazil: a multi-hospital matched case-control study. The Lancet Regional Health – Americas, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12040421/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- DUPONT, Hervé et al. Nosocomial acquisition of multidrug-resistant bacteria in ICUs during the COVID-19 pandemic. Intensive Care Medicine, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7699265/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- EL-SOKKARY, Rehab et al. Perfis de organismos multirresistentes entre pacientes com bacteremia em UTIs: um estudo internacional ID-IRI. PubMed, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34155547/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- HAN, Tao et al. Multidrug-resistant infections in ICU patients: risk factor analysis. World Journal of Clinical Cases, 2022. Disponível em: <https://www.wjgnet.com/2307-8960/full/v10/i6/1795.htm>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- IBRAHIM, Khaled et al. Prevalência de bactérias multirresistentes em unidades de terapia intensiva do Hospital Universitário de Trípoli, Líbia. PubMed, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38718270/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- KUMAR, Suraj et al. Multidrug-resistant Gram-negative infections in ICUs of a tertiary hospital in India. Journal of Family Medicine and Primary Care, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11665757/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- KURTZ, Pedro et al. Burden of carbapenem-resistant Enterobacterales in Brazilian intensive care units during COVID-19. Revista Brasileira de Terapia Intensiva, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/Zc6Ht6WRXgkWBCfshdxzCnJ/?lang=pt>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- MARTÍNEZ-AGÜERO, Gustavo et al. Machine learning prediction of antimicrobial resistance in ICUs. arXiv preprint, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2402.06295>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- NANAO, Taikan. Terapia antimicrobiana empírica na unidade de terapia intensiva com base no risco de infecção bacteriana multirresistente: um estudo de caso-controle unicêntrico com resultados de hemoculturas no Japão. ARIC Journal, 2023. Disponível em: <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-023-01303-2>. Acesso em: 21 jul. 2025.

OLIVEIRA, Cátia Santos; PACHECO, Tatiana Pinto; OLIVEIRA, Danilo Menezes. Uso indiscriminado de antibiótico na UTI. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37479>. Acesso em: 21 jul. 2025.

PASSOS DA SILVA, Caroline et al. Multidrug-resistant *A. baumannii* isolated from Amazon region: environmental and clinical perspectives. Scientific Reports, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-59733-w>. Acesso em: 21 jul. 2025.

PAVLOVIĆ, Daniela Bandić et al. Bactérias multirresistentes em UTIs cirúrgicas: suscetibilidade a antibióticos e caracterização de β -lactamases. PubMed, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38787264/>. Acesso em: 21 jul. 2025.

PINHEIRO, Felipe Leocádio; GARCIA, Patricia Guedes. Enterococcus resistente à vancomicina e Enterobacterales resistentes aos carbapenêmicos em culturas de vigilância epidemiológica. Revista Científica da FAMINAS, 2024. Disponível em: <https://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/728>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, A. L. da et al. Genomic analysis of *Acinetobacter baumannii* co-harboring blaOXA-58 and blaNDM-1 in Brazilian isolates. Frontiers in Microbiology, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2024.1439373/full>. Acesso em: 21 jul. 2025.

WANG, Yiran et al. Antibiotic exposure and isolation of MDR *Acinetobacter baumannii* in ICU patients. Infectious Disease Advisor, 2024. Disponível em: <https://www.infectiousdiseasadvisor.com/news/antibiotic-exposure-associated-with-multidrug-resistant-a-baumannii-isolation/>. Acesso em: 21 jul. 2025.

ZHANG, Jingbo et al. Molecular characterization of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* from Brazilian ICUs. Antimicrobial Resistance & Infection Control, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12028482/>. Acesso em: 21 jul. 2025.