

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GRADUAÇÃO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – MODALIDADE MÉDICA

AS INFECÇÕES DO SISTEMA URINÁRIO CAUSADAS POR MICROORGANISMOS
MULTIRRESISTENTES EM PACIENTES IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

GOIÂNIA
2026

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GRADUAÇÃO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – MODALIDADE
MÉDICA

AS INFECÇÕES DO SISTEMA URINÁRIO CAUSADAS POR MICROORGANISMOS
MULTIRRESISTENTES EM PACIENTES IDOSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Biomedicina da
PUC - GO, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Biomedicina.

Linha de Pesquisa: Sociedade, Ambiente
e Saúde.

Orientador: Prof. Rafael Souto.

Acadêmicas: Rafaela Maísa de Oliveira
Barbosa e Ana Clara Silva Messias.

GOIÂNIA
2026

RESUMO

Introdução: As Infecções do Trato Urinário (ITUs) representam um importante problema de saúde pública, especialmente entre idosos, devido à elevada incidência, recorrência e associação com microrganismos multirresistentes. Essas infecções acometem principalmente a bexiga e os rins, sendo causadas predominantemente por bactérias Gram-negativas, com destaque para *Escherichia coli*. O envelhecimento, associado às comorbidades, hospitalizações frequentes, uso de dispositivos urinários e imunossenescência, aumenta a susceptibilidade às ITUs e à resistência antimicrobiana. **Objetivo:** Analisar os aspectos epidemiológicos, microbiológicos, terapêuticos e prognósticos das ITUs em pacientes idosos, enfatizando os fatores relacionados à multirresistência bacteriana e seus impactos clínicos. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, elaborada conforme as recomendações do PRISMA, utilizando estudos científicos sobre ITUs, resistência antimicrobiana e bactérias multirresistentes em idosos. Foram analisados artigos relacionados aos mecanismos microbiológicos, fatores de risco, impacto clínico e abordagens terapêuticas das infecções urinárias. **Resultados e Discussão:** Os estudos demonstraram que as ITUs em idosos apresentam elevada relevância clínica devido ao aumento da morbimortalidade, das internações hospitalares e das limitações terapêuticas associadas à resistência antimicrobiana. Observou-se que bactérias Gram-negativas multirresistentes apresentam mecanismos adaptativos, como produção de enzimas inativadoras, alterações dos alvos antimicrobianos, redução da permeabilidade da membrana, bombas de efluxo e formação de biofilmes. Além disso, a transferência horizontal de genes favorece a disseminação da resistência bacteriana. Entre os principais fatores de risco destacaram-se idade avançada, comorbidades, uso de cateteres urinários, internações recorrentes e institucionalização. Os achados reforçam a necessidade de terapias individualizadas, uso racional de antimicrobianos e integração entre diagnóstico rápido, vigilância epidemiológica e manejo multiprofissional. **Considerações Finais:** Conclui-se que o enfrentamento das ITUs em idosos requer abordagem integrada baseada em diagnóstico precoce, uso racional de antibióticos, vigilância microbiológica e terapias individualizadas. A associação entre ciência, tecnologia e humanização é fundamental para reduzir a resistência bacteriana e promover tratamentos mais seguros e eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: Infecções Urinárias, Resistência Bacteriana a Antibióticos, Farmacorresistência Bacteriana Múltipla, Idoso mecanismos de resistência.

ABSTRACT

Introduction: Urinary Tract Infections (UTIs) represent an important public health problem, especially among older adults, due to their high incidence, recurrence, and association with multidrug-resistant microorganisms. These infections mainly affect the bladder and kidneys and are predominantly caused by Gram-negative bacteria, especially *Escherichia coli*. Aging, associated with comorbidities, frequent hospitalizations, use of urinary devices, and immunosenescence, increases susceptibility to UTIs and antimicrobial resistance. **Objective:** To analyze the epidemiological, microbiological, therapeutic, and prognostic aspects of UTIs in elderly patients, emphasizing factors related to bacterial multidrug resistance and its clinical impacts. **Methodology:** This study consists of a systematic literature review developed according to PRISMA recommendations, using scientific studies related to UTIs, antimicrobial resistance, and multidrug-resistant bacteria in older adults. Articles addressing microbiological mechanisms, risk factors, clinical impact, and therapeutic approaches associated with urinary infections were analyzed. **Results and Discussion:** The analyzed studies demonstrated that UTIs in older adults have high clinical relevance due to increased morbidity and mortality, hospitalizations, and therapeutic limitations associated with antimicrobial resistance. Multidrug-resistant Gram-negative bacteria were found to exhibit adaptive mechanisms such as production of inactivating enzymes, alterations in antimicrobial targets, reduced membrane permeability, efflux pumps, and biofilm formation. In addition, horizontal gene transfer favors the spread of bacterial resistance. The main risk factors associated with complicated UTIs included advanced age, comorbidities, urinary catheter use, recurrent hospitalizations, and institutionalization. The findings reinforce the need for individualized therapies, rational use of antimicrobials, and integration between rapid diagnosis, epidemiological surveillance, and multidisciplinary management. **Final Considerations:** It is concluded that addressing UTIs in older adults requires an integrated approach based on early diagnosis, rational antibiotic use, microbiological surveillance, and individualized therapies. The association between science, technology, and humanized care is essential to reduce bacterial resistance and promote safer and more effective treatments.

KEYWORDS: Urinary Tract Infections, Drug Resistance, Bacterial, Drug Resistance, Multiple, Bacterial, aged, mechanisms of resistance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA	14
3 RESULTADOS	16
4 DISCUSSÃO	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
6 REFERÊNCIAS	32

INTRODUÇÃO

O sistema urinário (SU), também denominado sistema renal ou trato urinário, é composto pelos rins, ureteres, bexiga e uretra. Os rins têm como principal função a filtração do sangue por meio dos glomérulos renais. Os ureteres transportam a urina produzida pelos rins até a bexiga. A urina é composta principalmente por água (91% a 96%), ácido úrico, sais minerais, creatinina e pequenas quantidades de hormônios, metabólitos e pigmentos. A uretra é responsável por conduzir a urina da bexiga para o meio externo durante a micção. (SUJITH S, SOLOMON AP, RAYAPPAN JBB. 2024).

Diversas doenças podem acometer esse sistema, como a insuficiência renal aguda, caracterizada pela perda súbita da função renal; a doença renal crônica, que corresponde à perda progressiva e irreversível dessa função; a glomerulonefrite, relacionada a processos inflamatórios nos glomérulos; a hidronefrose, decorrente da dilatação das vias urinárias por obstrução do fluxo urinário; e a nefrolitíase, caracterizada pela formação de cálculos renais. (ERNSTMEYER; CHRISTMAN, 2023).

As Infecções do Trato Urinário (ITUs) estão entre as infecções mais frequentes na prática clínica, acometendo principalmente a porção inferior do trato urinário, como a bexiga e estruturas associadas. O sistema urinário funciona como um circuito fechado, naturalmente resistente à penetração de microrganismos enquanto não ocorre a excreção urinária. As infecções surgem quando agentes patogênicos invadem esse sistema, causando inicialmente inflamação da bexiga e, em alguns casos, alcançando os rins, podendo provocar lesões renais. (SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023)

As ITUs podem manifestar-se como bacteriúria assintomática, infecção crônica ou recorrente, cistite e pielonefrite. A cistite, quando não tratada adequadamente, pode ascender ao trato urinário superior e atingir os rins, configurando pielonefrite. Quanto à classificação, as ITUs podem ser complicadas ou não complicadas. As não complicadas acometem indivíduos sem alterações anatômicas ou funcionais do trato urinário. Já as complicadas ocorrem em pacientes com fatores predisponentes, como cálculos renais, retenção urinária por danos neurológicos, imunossupressão, gravidez, uso de cateter urinário ou obstruções urinárias. (THAKUR et al., 2025).

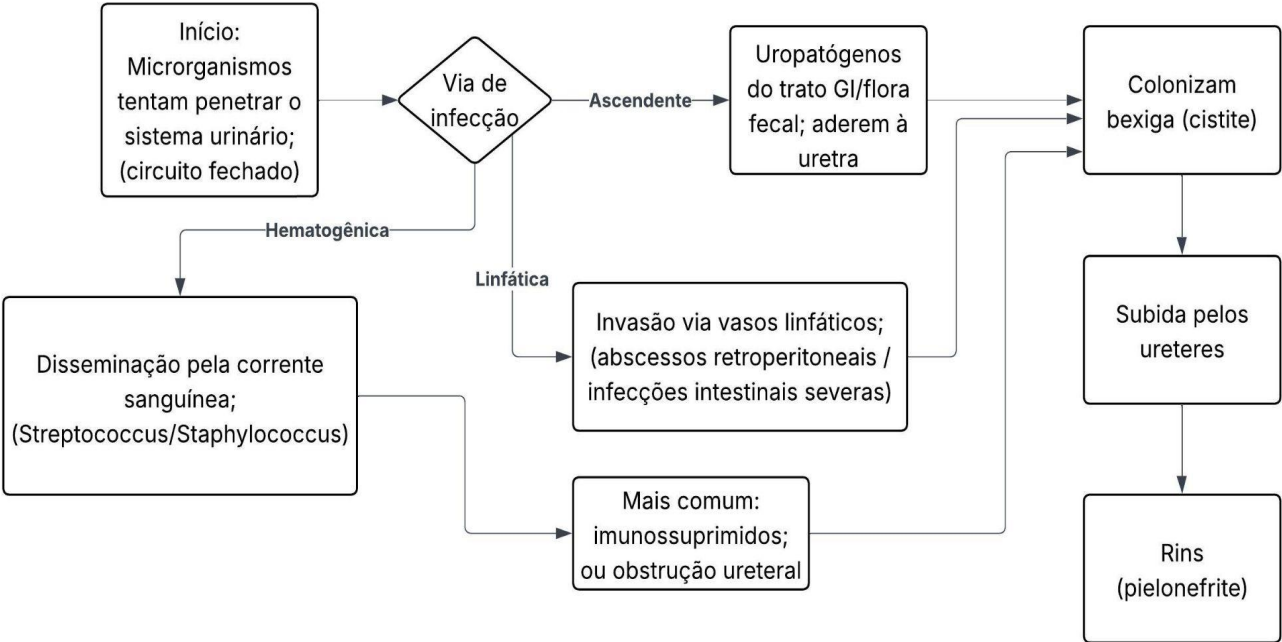
As bactérias podem causar ITUs por três vias principais: ascendente, hematogênica e linfática, sendo a ascendente a mais comum. As mulheres apresentam maior predisposição às ITUs devido ao menor comprimento da uretra, às variações hormonais e à proximidade entre uretra e ânus (SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023).

A incidência das ITUs aumenta progressivamente com a idade, especialmente após os 65 anos, havendo também discreto aumento entre 14 e 24 anos. Nos homens, essas infecções são menos frequentes e geralmente classificadas como complicadas, acometendo cerca de 20% da população ao longo da vida. Entre as mulheres, aproximadamente 10% a 15% apresentam ao menos um episódio anual de ITU não complicada (STOLITIDIS-CLAUS et al., 2023; SALM, 2022).

O processo infeccioso das ITUs ocorre de forma progressiva. Inicialmente, uropatógenos oriundos do trato gastrointestinal ou da flora fecal aderem à uretra, colonizam a bexiga e posteriormente alcançam os rins pelos ureteres, ocasionando cistite e pielonefrite, respectivamente. O risco de infecção aumenta com o uso de cateteres urinários, agentes espermicidas, gestação e obstruções ureterais, embora os mecanismos fisiopatológicos dessas condições ainda não sejam completamente esclarecidos (FOXMAN, 2002; DAVIS; FLOOD, 2011; MANCUSO et al., 2023 apud SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023).

A via descendente, ou hematogênica, ocorre pela disseminação bacteriana através da corrente sanguínea, principalmente por espécies de *Streptococcus* e *Staphylococcus*. Essa via representa menos de 5% dos casos e é mais comum em indivíduos imunossuprimidos ou com obstruções ureterais. Em casos graves, as bactérias podem atingir a corrente sanguínea, causando bacteremia e disseminação para outros órgãos e tecidos, incluindo linfonodos. Raramente, microrganismos provenientes de órgãos adjacentes alcançam o trato urinário por via linfática, situação associada a abscessos retroperitoneais e infecções intestinais graves (DAVIS; FLOOD, 2011, apud SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023).

Figura 1 – Vias de infecção do trato urinário.



Fonte: Adaptado de SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023.

Legenda: Representação esquemática das vias de infecção do sistema urinário: ascendente, por uropatógenos da microbiota intestinal que colonizam a uretra e a bexiga (cistite) e podem alcançar os rins (pielonefrite); hematogênica, pela disseminação de microrganismos pela corrente sanguínea; e linfática, por propagação via vasos linfáticos a partir de focos infecciosos adjacentes.

Em indivíduos saudáveis, amostras urinárias podem apresentar células bacterianas não cultiváveis. A microbiota urinária possui caráter polimicrobiano, composta principalmente por espécies dos gêneros *Lactobacillus*, *Prevotella* e *Gardnerella*, variando entre os indivíduos. Durante a infecção, ocorre desequilíbrio dessa microbiota, e a gravidade do quadro clínico relaciona-se aos fatores de risco do hospedeiro. (SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023).

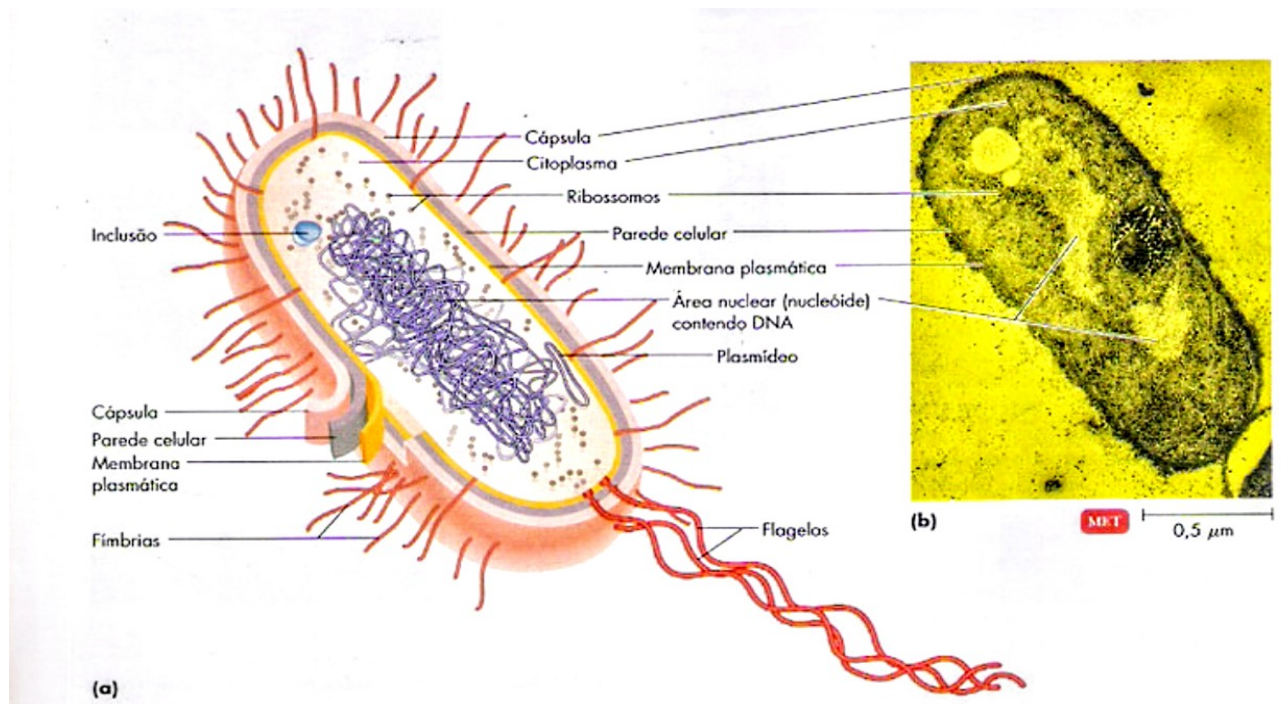
Quadro 1 - Estruturas da célula procariota.

Estrutura	Função
Membrana plasmática	Atua como barreira seletiva, controlando a entrada e saída de substâncias e participando de processos metabólicos essenciais, como transporte e produção de energia.

Citoplasma	Meio intracelular rico em enzimas e metabólitos, onde ocorrem as principais reações bioquímicas da célula bacteriana.
Ribossomos	Responsáveis pela síntese proteica; nos procariotos apresentam menor tamanho (70s), permitindo ação seletiva de alguns antimicrobianos.
Cromossomo bacteriano	Molécula única de DNA, geralmente sem histonas e circular, que contém os genes essenciais para o crescimento, metabolismo e divisão celular.
Plasmídeos	Elementos genéticos extracromossômicos com replicação independente, associados à adaptação ambiental, resistência antimicrobiana e virulência.
Cápsula	Camada externa que confere proteção contra mecanismos de defesa do hospedeiro e favorece a adesão a superfícies e tecidos.
Esporos	Estruturas de resistência formadas em condições adversas, permitindo a sobrevivência prolongada frente a agentes físicos e químicos.
Parede celular	Estrutura semi rígida composta principalmente por peptidoglicano, responsável pela manutenção da forma bacteriana e proteção contra lise osmótica.
Flagelo	Apêndice responsável pela motilidade bacteriana e pelo deslocamento orientado em resposta a estímulos ambientais (quimiotaxia).
Pili	Estruturas envolvidas na adesão a células e superfícies; alguns tipos participam da transferência de material genético por conjugação.
DNA	Material genético que armazena as informações necessárias para a síntese de proteínas e hereditariedade, localizado no nucleóide, aparece em forma circular e sem a presença de histonas.

Fonte: Adaptado de Tortora, Funke e Case (2012).

Figura 2 – Estrutura de uma bactéria.



Fonte: Adaptado de Tortora, Funke e Case (2012)

Legenda: Uma célula procariótica apresentando estruturas típicas. Ambos, o desenho (a) e a micrografia (b) mostram uma bactéria em corte transversal para revelar as estruturas internas. As células procarióticas são diferenciadas das células eucarióticas principalmente pela estrutura da parede celular e pela ausência de organelas.

As bactérias Gram-negativas, especialmente *Escherichia coli*, constituem os principais agentes etiológicos das ITUs. Outras espécies frequentemente associadas são *Proteus mirabilis*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterobacter* spp., além de bactérias Gram-positivas, como *Streptococcus* spp. (LOH; SIVALINGAM, 2007; PARDESHI, 2020, apud SUJITH; SOLOMON; RAYAPPAN, 2023).

As células procarióticas não apresentam separação física evidente entre DNA e citoplasma, constituindo uma rede complexa de interações genéticas e bioquímicas. O genoma bacteriano organiza-se de forma compacta, sendo dividido em genoma estrutural e acessório. O genoma estrutural contém genes essenciais à sobrevivência celular, relacionados à replicação, transcrição, tradução e metabolismo básico. Já o genoma acessório é composto por

genes variáveis, frequentemente associados à adaptação e à patogenicidade, incluindo plasmídeos, ilhas genômicas e elementos móveis, que podem codificar fatores de virulência e resistência antimicrobiana.

Os genes bacterianos frequentemente organizam-se em operons, nos quais diferentes genes funcionalmente relacionados são transcritos a partir de um único promotor, formando RNA mensageiro policistrônico. Essa organização favorece a regulação coordenada da expressão gênica e otimiza o uso do material genético. Comparados aos eucariotos, os procariotos apresentam menor quantidade de DNA, elevada densidade gênica e poucas regiões não codificantes, além de altas taxas de mutação e transferência horizontal de genes, favorecendo rápida adaptação evolutiva, especialmente sob pressão antimicrobiana.

Nos procariotos, transcrição, tradução e localização protéica ocorrem de forma interligada. Diferentemente dos genomas eucarióticos, compostos majoritariamente por DNA não codificante, aproximadamente 88% do genoma bacteriano codifica proteínas, podendo alcançar até 97%. A fração restante está relacionada principalmente a RNAs estruturais e mecanismos regulatórios, indicando que praticamente todas as sequências bacterianas possuem ou possuíram função biológica.

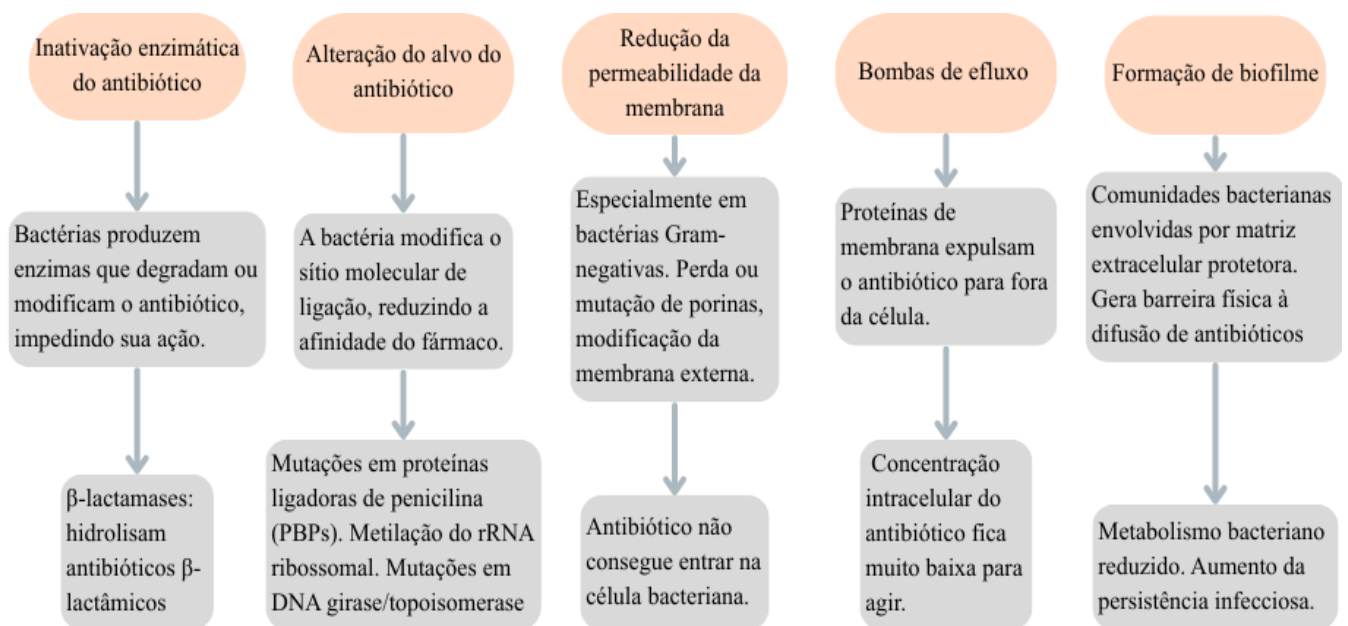
Microrganismos multirresistentes (MDR) são bactérias resistentes a diferentes antimicrobianos. O uso inadequado de antibióticos constitui uma das principais causas desse fenômeno, cuja incidência vem crescendo significativamente. As infecções por bactérias MDR representam importante problema de saúde pública, pois dificultam o tratamento baseado em antimicrobianos.

Os fatores de virulência bacteriana atuam diretamente na instalação das ITUs. Lipopolissacarídeos presentes na membrana externa das bactérias Gram-negativas induzem respostas inflamatórias intensas no hospedeiro. Proteínas adesinas favorecem a interação inicial entre patógeno e hospedeiro. Os biofilmes, compostos por agregados bacterianos envolvidos em matriz polissacarídica, aderem a superfícies e protegem os microrganismos contra antimicrobianos, anticorpos e leucócitos. O fluxo urinário normal auxilia na remoção bacteriana, enquanto a estase urinária favorece a adesão e proliferação microbiana.

Uma das principais formas de aquisição de resistência por bactérias uropatogênicas ocorre pela transferência horizontal de genes mediada por plasmídeos, transposons e integrons, permitindo o compartilhamento de genes entre diferentes espécies bacterianas.

A multirresistência bacteriana, especialmente em bactérias Gram-negativas, constitui importante causa de morbidade e mortalidade devido às limitações terapêuticas impostas pelas elevadas taxas de resistência. Atualmente, estratégias terapêuticas baseiam-se frequentemente na associação de antimicrobianos para ampliar o espectro de ação e aumentar a eficácia no tratamento das infecções.

Figura 3 - Tipos de resistência a antibióticos.



Fonte: Adaptado de SALAM et al. (2023).

Legenda: Mecanismos moleculares bacterianos de resistência aos antibióticos.

As bactérias utilizam diferentes estratégias para sobreviver à ação dos antimicrobianos. Entre os principais mecanismos estão a inativação enzimática dos antibióticos, por meio da degradação ou modificação química do fármaco; a alteração dos alvos antimicrobianos, causada por mutações ou modificações estruturais em componentes ribossomais, DNA girase e proteínas ligadoras de penicilina; a redução da permeabilidade da membrana, decorrente da alteração ou perda de porinas que limitam a entrada do antibiótico; e a extrusão ativa da droga por bombas de efluxo, reduzindo sua concentração intracelular. Além disso, bactérias organizadas em biofilmes apresentam maior tolerância antimicrobiana devido à matriz extracelular protetora e à baixa atividade metabólica (SALM et al., 2022).

As ITUs estão frequentemente associadas à hospitalização, sobretudo em idosos, muitos dos quais recebem antibióticos de amplo espectro de maneira desnecessária,

favorecendo o surgimento de bactérias pan-resistentes (GOHIL et al., 2024). Essas infecções figuram entre as principais causas de prescrição de antimicrobianos na prática clínica. (SALM et al., 2022).

O aumento das ITUs ambulatoriais relaciona-se, entre outros fatores, ao envelhecimento populacional. Pacientes idosos apresentam maior número de comorbidades e demandam assistência específica para manutenção da qualidade de vida. Apesar da redução do tempo de internação por meio de intervenções menos invasivas, pode ocorrer atraso na identificação e no tratamento das ITUs. Observa-se ainda aumento de infecções causadas por bactérias Gram-negativas multirresistentes (GÓMEZ-ZORRILLA et al., 2024).

As ITUs correspondem a processos inflamatórios geralmente causados por bactérias que invadem o sistema urinário, podendo acometer desde a uretra até os rins. Em idosos, essas infecções apresentam características clínicas e fisiopatológicas particulares, frequentemente agravadas pela presença de microrganismos multirresistentes adquiridos em ambientes hospitalares ou instituições de longa permanência (MADRAZO et al., 2021).

As diferenças anatômicas entre os sistemas geniturinários feminino e masculino ajudam a explicar a maior predisposição das mulheres idosas às ITUs. A proximidade do meato uretral ao períneo favorece a ascensão bacteriana devido à temperatura e umidade da região. Além disso, a maior capacidade vesical favorece a estase urinária, facilitando a proliferação bacteriana. Em mulheres idosas, a fraqueza da musculatura do assoalho pélvico também contribui para incontinência urinária, aumentando o risco de infecção (SILVA et al., 2021).

Observa-se maior prevalência de ITUs recorrentes em idosos quando comparados a outras faixas etárias (SALM et al., 2022). Infecções causadas por *Klebsiella pneumoniae* MDR apresentam média etária de aproximadamente $69,58 \pm 16,99$ anos, sendo cepas hiper virulentas associadas a quadros graves, especialmente em pacientes imunocomprometidos e hospitalizados (ITANI et al., 2024).

Em casos de pielonefrite ou ITU associada à bacteremia, antibióticos como fluoroquinolonas e trimetoprima-sulfametoxazol apresentavam bons desfechos clínicos. Entretanto, o aumento das bactérias MDR vem reduzindo a eficácia desses medicamentos, tornando necessário o desenvolvimento e a utilização de novas estratégias terapêuticas combinadas (SUTTON et al., 2020).

As ITUs representam uma das causas mais frequentes de hospitalização de idosos. Este estudo tem como objetivo analisar, sob os aspectos epidemiológico, microbiológico, terapêutico e prognóstico, pacientes idosos acometidos por ITU, além de identificar fatores de risco independentes relacionados à multirresistência antimicrobiana e seus impactos clínicos. Variáveis como grau de dependência, comorbidades, sexo, obesidade, doenças prévias, local de habitação e bacteremia foram consideradas na identificação de fatores associados à ocorrência dessas infecções na população idosa (GARCIA-BUSTOS et al., 2021).

A epidemiologia e a apresentação clínica das ITUs que demandam hospitalização vêm se modificando progressivamente. Atualmente, os pacientes acometidos são predominantemente idosos frágeis, portadores de múltiplas comorbidades e frequentemente acometidos por infecções graves ou complicadas, muitas vezes com manifestações inespecíficas que retardam o tratamento adequado. Fatores como incontinência urinária, uso contínuo de cateteres urinários e permanência prévia em instituições de longa permanência aumentam o risco de infecções por organismos multirresistentes. As ITUs contribuem significativamente para a morbimortalidade dessa população, agravando a fragilidade clínica e estabelecendo um ciclo progressivo de vulnerabilidade. Embora alguns fatores de risco sejam inevitáveis, é essencial aprimorar o manejo da incontinência urinária, racionalizar o uso de cateteres e otimizar a antibioticoterapia (GARCIA-BUSTOS et al., 2021).

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, cujo objetivo foi descrever as infecções do trato urinário causadas por microrganismos multirresistentes em pacientes idosos. Esse tipo de revisão possibilita a reunião e síntese do conhecimento existente sobre determinado tema, integrando resultados de pesquisas desenvolvidas com diferentes abordagens metodológicas, de modo a oferecer uma visão ampla e crítica do fenômeno investigado.

Neste sentido, a revisão do ponto de vista metodológico, a seleção e organização dos estudos foram conduzidas conforme as recomendações do PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que estabelece diretrizes para a identificação, triagem, elegibilidade e inclusão de estudos em revisões de literatura, garantindo maior transparência e rigor metodológico no processo de revisão.

Em acordo com os critérios de inclusão, na revisão os estudos que abordaram infecções do trato urinário causadas por microrganismos multirresistentes em indivíduos com 60 anos ou mais. Consideraram-se elegíveis artigos originais, com abordagens qualitativas, quantitativas ou mistas, publicados entre os anos de 2020 e 2025, redigidos em português ou inglês, disponíveis na íntegra e gratuitamente na base de dados consultada.

Como critério de exclusão, os estudos que não apresentavam foco principal na infecção urinária por microrganismos multirresistentes em idosos, os que não estavam disponíveis na íntegra, bem como revisões, cartas ao editor, editoriais, comentários, resumos de congressos, dissertações e teses.

A busca dos artigos foi realizada na base de dados eletrônica PubMed, utilizando os descritores controlados e combinados por operadores booleanos: “*Urinary Tract Infections*” AND “*Drug Resistance, Bacterial*” AND “*Drug Resistance, Multiple, Bacterial*” AND “*aged*” AND “*mechanisms of resistance*”. Após a seleção, os estudos foram organizados em uma tabela contendo informações sobre autor, ano de publicação, objetivo e principais achados. A análise foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, agrupando os resultados de acordo com as semelhanças temáticas, o que permitiu identificar padrões, tendências e lacunas na literatura recente sobre o tema.

É importante ressaltar que para a elaboração da introdução e fundamentação inicial do tema, foram utilizados artigos científicos e livros. Esses estudos foram empregados com o objetivo de fornecer embasamento teórico e contextualização sobre o tema. Ressalta-se que apenas os estudos selecionados conforme os critérios metodológicos estabelecidos compuseram os resultados desta revisão.

Por se tratar de uma pesquisa de natureza bibliográfica, sem envolvimento direto de seres humanos, este estudo está dispensado de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Ainda assim, foram respeitados os princípios éticos relacionados à integridade científica, à fidelidade das informações e à correta citação das fontes utilizadas, conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

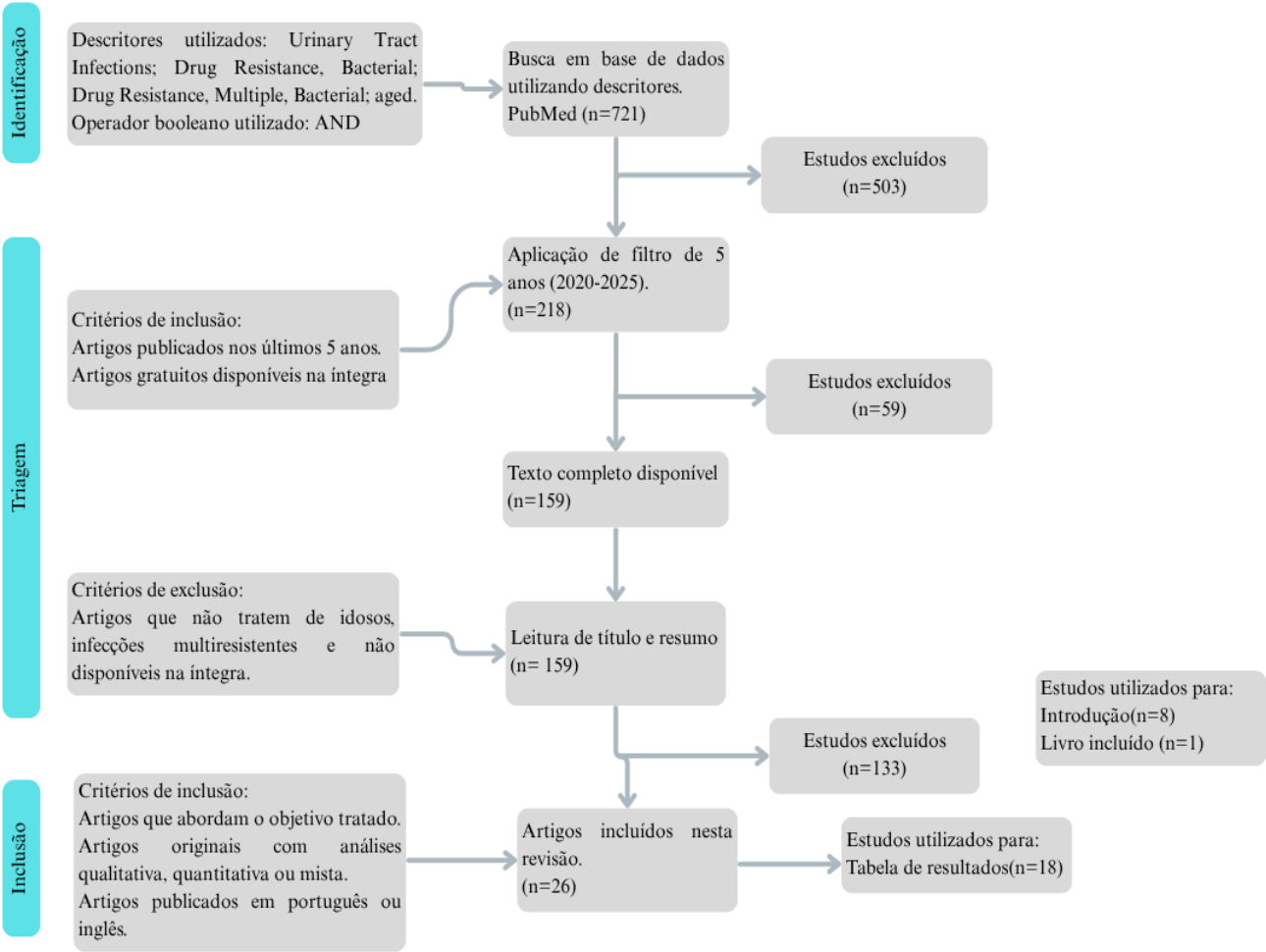
RESULTADOS

A Figura 4 apresenta o fluxograma do processo de identificação, triagem e seleção dos estudos incluídos nesta revisão integrativa, elaborado conforme as diretrizes do PRISMA. A estratégia de busca foi realizada na base de dados PubMed utilizando os descritores "*Urinary Tract Infections*", "*Drug Resistance Bacterial*", "*Drug Resistance. Multiple, Bacterial*", "*aged*" e "*mechanisms of resistance*", combinados com o operador booleano "AND", resultando na identificação inicial de 721 publicações. Não foram identificados registros duplicados.

Assim, após a aplicação do filtro temporal, considerando apenas artigos publicados nos últimos cinco anos (2020–2025), juntamente ao critério de disponibilidade integral gratuita, 503 estudos foram excluídos da pesquisa. Após essa etapa inicial, permaneceram 218 artigos para a fase de triagem. Durante a triagem, foram excluídos 59 estudos por não atenderem aos critérios de inclusão previamente estabelecidos, como inadequação temática ou ausência de relação direta com o objetivo da pesquisa. Dessa forma, 159 textos completos foram selecionados para avaliação de elegibilidade, realizada por meio da leitura criteriosa dos títulos e resumos dos estudos identificados.

Aplicando-se os critérios de exclusão estabelecidos, principalmente aqueles relacionados à não correspondência com a temática e com a questão norteadora do estudo, 133 artigos foram removidos durante o processo de triagem e elegibilidade. Após todas as etapas de seleção, foram incluídos 26 artigos originais que apresentavam relação direta com os objetivos propostos pela pesquisa. Desses, 18 estudos foram utilizados na composição da tabela de resultados, por apresentarem análises qualitativas, quantitativas ou mistas relevantes para a discussão dos achados. Os demais 8 artigos foram empregados para fundamentação teórica e construção da seção introdutória do estudo, contribuindo para o embasamento científico acerca das Infecções do Trato Urinário e da resistência bacteriana em pacientes idosos.

Figura 4 - Fluxograma representativo do processo metodológico utilizado.



Fonte: Adaptado de PRISMA, 2020.

O Quadro 5 sintetiza os principais resultados dos estudos incluídos nesta revisão integrativa, apresentando autores, ano, título, objetivos e principais achados. A sistematização dessas informações permite uma análise comparativa dos achados e facilita a identificação de padrões e tendências na literatura sobre as ITUs causadas por microorganismo multirresistente (MDR) na população idosa.

Quadro 5 - Descrevendo os resultados retirados de artigos científicos.

Autores, ano	Título	Objetivo	Resultados
Arumairaj, A.; Agarwal, S.;	Um raro surgimento de resistência a ceftolozano/tazobactam em Klebsiella	Destacar a aplicabilidade clínica e orientar a escolha terapêutica entre os antibióticos avaliados.	A ceftazidima-avibactam é a alternativa mais eficaz quando o

Popli, T.; Lopez, 2021.	pneumoniae causando infecção do trato urinário		problema é resistência a carbapenêmicos em Enterobacteriaceae.
Garcia-Bustos, et al. 2021.	Estudo de coorte prospectivo em pacientes hospitalizados com suspeita de infecção do trato urinário e fatores de risco para resistência a múltiplos medicamentos	Avaliar a epidemiologia, os fatores de risco e a apresentação clínica das infecções do trato urinário (ITU) que requerem hospitalização em pacientes idosos, considerando o impacto da fragilidade, comorbidades e práticas de manejo (como uso de cateteres e antibioticoterapia), a fim de identificar estratégias de prevenção e melhorar o cuidado clínico desses pacientes.	As ITUs que requerem hospitalização em idosos apresentam mudanças na epidemiologia e no quadro clínico, associam-se a maior fragilidade e comorbidades, e demandam atenção especial ao manejo de incontinência urinária, uso criterioso de cateteres e antibioticoterapia adequada.
Gohil, S. K. et al. 2024.	A administração incentiva a melhoria da seleção de antibióticos para infecção do trato urinário	Avaliar se prompts no sistema de prescrição eletrônica (CPOE), que mostram o risco individual de o paciente ter infecção por microrganismo multirresistente, poderiam reduzir o uso empírico de antibióticos de amplo espectro em pacientes adultos hospitalizados com ITU não crítica.	Os prompts no CPOE reduziram significativamente o uso empírico de antibióticos de amplo espectro, sem aumentar tempo de internação ou risco de transferência para UTI — mostrando que a estratégia é eficaz e segura.
Gómez-Zorrilla, S. et al. 2024.	Fatores de risco e impacto clínico da resistência a múltiplos medicamentos em infecções bacterianas do trato urinário associadas à assistência à saúde: uma análise post-hoc de uma coorte prospectiva multicêntrica na Espanha	Avaliar os fatores de risco associados ao perfil multirresistente (MDR) e o impacto clínico em pacientes com infecção urinária bacterêmica associada aos cuidados de saúde (BUTI)	O estudo mostrou que o uso prévio de certos antibióticos aumenta o risco de infecção MDR em ITUs bacterêmicas associadas à saúde, prolongando a internação, embora não reduza a taxa de cura clínica.

Itani, R, et al. 2024.	Fatores de risco associados a infecções por <i>Klebsiella pneumoniae</i> multirresistentes: um estudo observacional multicêntrico em hospitais libaneses	Estimar a proporção de infecções por <i>Klebsiella pneumoniae</i> multirresistente (MDR) e identificar os fatores de risco associados — incluindo infecções por ESBL e resistentes a carbapenêmicos — em hospitais acadêmicos de Beirute.	As infecções por <i>K. pneumoniae</i> MDR, ESBL e CRKP estão aumentando no Líbano. Os fatores de risco identificados foram sexo masculino, uso recente de antibióticos, quimioterapia oncológica, idade avançada, maior índice de comorbidades, e tempo prolongado de internação.
Madrazo, M, et al. 2021.	Impacto clínico de bactérias multirresistentes em pacientes idosos hospitalizados com infecção do trato urinário adquirida na comunidade.	O estudo foi conduzido para identificar os fatores de risco para bactérias multirresistentes (MDR) e para conhecer o seu impacto clínico em pacientes idosos hospitalizados com infecção do trato urinário (ITU) adquirida na comunidade.	O impacto clínico das bactérias MDR foi moderado em pacientes idosos com ITU adquirida na comunidade. Os casos de bactérias MDR tiveram uma terapia antimicrobiana empírica inadequada (IEAT) e um tempo de internação hospitalar maior, embora a mortalidade não tenha sido mais alta. A terapia antimicrobiana prévia e a residência em uma casa de repouso foram identificados como fatores de risco independentes para as bactérias MDR.
Salm, J, et al. 2022.	Alta resistência antimicrobiana em infecções do trato urinário em pacientes ambulatoriais do sexo masculino em dados laboratoriais de rotina, Alemanha, 2015 a 2020	O estudo teve como objetivo relatar a distribuição de frequência e a resistência antimicrobiana (RAM) de bactérias que causam infecção do trato urinário (ITU) em homens, além de identificar os fatores de risco para a resistência da bactéria <i>Escherichia coli</i> contra o	Os patógenos mais frequentes causadores de ITU apresentaram alta resistência ao TMP e à CIP, indicando que a terapia empírica com esses antibióticos provavelmente falhará. No entanto, a suscetibilidade à fosfomicina e à nitrofurantoína ainda é

		trimetoprim (TMP) e a ciprofloxacina (CIP).	considerada suficiente, o que as mantém como opções de tratamento empírico.
Silva, J, et al. 2021.	Fatores associados à infecção do trato urinário em uma casa de repouso	Analisar os fatores associados à ocorrência de infecção do trato urinário em idosos institucionalizados.	O estudo revelou que é importante considerar os fatores não modificáveis como sexo e comorbidades clínicas, mas a presença de desidratação, um fator modificável, aumentou em 40 vezes a chance de desenvolver infecções de trato urinário entre os idosos institucionalizados e demanda maior atenção da equipe de saúde.
Sutton, J. D. et al. 2020.	Antibióticos β -lactâmicos orais versus fluoroquinolonas ou trimetoprima-sulfametoxazol para o tratamento definitivo da bacteremia por enterobactérias a partir de urina.	Comparar a terapia definitiva com antibióticos β -lactâmicos orais versus fluoroquinolonas ou TMP-SMX para bacteremia por Enterobacterales de uma fonte suspeita de urina.	Com base no estudo de coorte, os antibióticos beta-lactâmicos orais se mostraram tão eficazes quanto as fluoroquinolonas e o TMP-SMX no tratamento da bacteremia de origem urinária. O risco de infecção recorrente não foi significativamente maior e a diferença de risco foi pequena (menos de 3%). Nenhuma diferença na mortalidade foi observada. A pesquisa conclui que os beta-lactâmicos orais são uma opção de tratamento viável e segura, especialmente quando outras alternativas são limitadas por resistência ou efeitos colaterais. No

			entanto, os autores ressaltam que mais estudos são necessários, já que o poder estatístico foi limitado.
Onorato, L.; et al. 2025.	Prevalência e impacto da resistência a múltiplos medicamentos em uma coorte de pacientes admitidos no departamento de emergência por infecções do trato urinário: o estudo UTILY, um estudo multicêntrico prospectivo	Avaliar e identificar preditores independentes de multirresistência a antibióticos.	Foi constatado maior índice de microrganismos MR no gênero masculino e hospitalização prévia, alguns fatores com menor risco identificado foi idade, comorbidades, procedimentos invasivos, tratamento com antimicrobiano no 90 dias anteriores e presença de cateter urinário.
Giuliano G. et al. 2025.	Infecções do trato urinário causadas por bactérias Gram-negativas em pacientes idosos hospitalizados: epidemiologia, características clínicas e desfechos na era da resistência antimicrobiana	O objetivo deste estudo foi caracterizar os achados clínicos, microbiológicos e terapêuticos, além de determinar os principais preditores de mortalidade entre pacientes idosos internados com infecções do trato urinário decorrentes de bactérias Gram-negativas multirresistentes.	Estudo com 171 idosos (82 anos, 56,1% mulheres) com ITU por bacilos Gram-negativos. Comorbidades frequentes: doenças cardiovasculares (78,9%), comprometimento neurocognitivo (42,1%) e diabetes (28,1%). Condições urológicas em 92,4% e uso de cateter em 77,2%. Uso prévio de antibióticos em 40% (predomínio de beta-lactâmicos). Infecções associadas à assistência à saúde em 61,4%. Principais agentes: <i>E. coli</i> (43,3%) e <i>Klebsiella spp.</i> (22,8%), com alta

			resistência a cefalosporinas e fluoroquinolonas.
Alraey Y. et al. 2025	Resistência antimicrobiana e distribuição do gene beta-lactamase entre isolados clínicos: um estudo de coorte de dois anos	Entender a formação dos padrões de resistência a antibióticos em isolados clínicos de E. coli, para esclarecer os profissionais responsáveis sobre a melhor escolha para tratamentos empíricos.	Infecções concentraram-se em pacientes de 41–80 anos, com predominância feminina. Observou-se aumento de amostras de urina e de ITU. Alta sensibilidade a Imipenem (IMP) e Tigeciclina (TGC); alta resistência a Norfloxacin (NOR) e Cotrimoxazol (COT). Resultados evidenciam diversidade genética e alta resistência antimicrobiana.
Bitew, G. et al. 2025	Carga de isolados bacterianos multirresistentes e seus fatores de risco associados entre idosos com infecção urinária confirmada na cidade de Gondar	Determinar a prevalência de isolados bacterianos multirresistentes e identificar os fatores de risco associados em pacientes geriátricos com infecção do trato urinário (ITU) confirmada na cidade de Gondar.	Entre os pacientes geriátricos com infecção do trato urinário (ITU), 56,4% apresentaram isolamento bacteriano e 49,6% dos casos envolveram microrganismos multirresistentes (MDR). As bactérias Gram-negativas corresponderam a 83,3% dos isolados, e as Gram-positivas a 16,7%. As espécies mais prevalentes foram E. coli (47,6%) e K. pneumoniae (19,1%). Isolados extensivamente resistentes (XDR) e pan-resistentes (PDR)

			representaram 24,8% e 4,8%, respectivamente. Fatores de risco significativamente associados incluíram ITU recorrente, hospitalização ≥ 4 dias, uso prévio de antibióticos e presença de cateter urinário.
Jahan F, Anwer M. 2025	Natureza da resistência antimicrobiana de patógenos causadores de infecção do trato urinário em Bangladesh: perfis de idade e gênero	Investigar a resistência antimicrobiana de uropatógenos, considerando gênero e idade dos pacientes.	O estudo mostrou que mulheres abaixo de 50 anos são mais propensas à ITU, enquanto homens acima de 70 anos apresentam maior vulnerabilidade. <i>E. coli</i> e <i>Klebsiella</i> spp. foram os principais uropatógenos. Cerca de 50–60% dos pacientes mostraram resistência aos antibióticos mais usados, e aproximadamente 20% apresentaram resistência a nove ou mais fármacos.
de Castro EM, Barcellos IS, Santoro-Lopes G, et al. 2025	Emergência e persistência de <i>Escherichia coli</i> ST131 como infecção do trato urinário resistente a antimicrobianos de início comunitário no Rio de Janeiro, Brasil	Compara episódios de bacteriúria de origem comunitária e aqueles associados à assistência à saúde causados por <i>E. coli</i> produtora de ESBL, no mesmo sistema público de saúde, entre 2014 e 2020.	A prevalência de <i>E. coli</i> produtora de ESBL aumentou tanto na comunidade quanto em ambientes de saúde. Idade > 65 anos, sexo masculino e etnia latina foram fatores associados aos casos comunitários, enquanto o sexo masculino foi o principal fator nas infecções associadas à assistência médica.

Stoltidis-Claus C, Rosenberger KD, Mandraka F, et al. 2023	Resistência antimicrobiana de isolados clínicos de Enterobacterales de amostras de urina, Alemanha, 2016 a 2021	Avaliar a epidemiologia e susceptibilidade de enterobactéria isoladas na Alemanha	O aumento das taxas de resistência antimicrobiana com o avançar da idade reforça a necessidade de estratégias terapêuticas específicas para essa população.
Shaker M, Zaki A, Asser SL, Sayed IE. 2024	Tendências e preditores de resistência antimicrobiana entre pacientes com infecções do trato urinário em um hospital terciário em Alexandria, Egito: uma classificação retrospectiva baseada em registros e análise de árvore de regressão	Avaliar a resistência antimicrobiana e seus preditores em pacientes urológicos com ITU.	Alguns fatores de risco independentes associados à resistência a antimicrobianos foi uso de antimicrobiano nos últimos 3 meses, ITU adquirida em hospital, diabetes mellitus, idade acima de 60 anos e ITU recorrente. A multirresistência foi detectada em 67,7% dos casos de início hospitalar e em 49,4% dos casos de início na comunidade.
de Souza da-Silva AP, de Sousa VS, de Araújo Longo LG, et al. 2020	Prevalência de infecções do trato urinário adquiridas na comunidade, resistentes a fluoroquinolonas e a cefalosporinas de amplo espectro no Rio de Janeiro: Impacto dos genótipos ST69 e ST131 de Escherichia coli	Comparar genótipos e resistência antimicrobiana de isolados de UPEC de ITU-CA no Rio de Janeiro.	Foi observado que a frequência de isolados MR aumentou com a idade. Segundo comparações entre as faixas etárias, em indivíduos com idade >59 foi visto um aumento na probabilidade de isolamento de cepa E. coli MR uma tendência parecia foi vista em E. coli ESBL

Fonte: Adaptado de PRISMA, 2020.

DISCUSSÃO

A análise dos estudos incluídos revelou a relevância da resistência antimicrobiana nas infecções do trato urinário (ITU), demonstrando como o perfil dos microrganismos envolvidos, as características dos pacientes e o impacto clínico dessas infecções se articulam em um problema de saúde pública de crescente magnitude. Além disso, os achados evidenciaram como a multirresistência bacteriana pode impactar diretamente os desfechos clínicos e o manejo terapêutico dessa condição.

A associação entre ITU e o sexo feminino foi evidenciada de forma consistente nos estudos analisados. Jahan e Anwer (2025) demonstraram, em coorte de Bangladesh, que as mulheres correspondem a cerca de 60% dos casos globais, fato atribuído à menor extensão uretral e à sua proximidade com a região perianal. Esse padrão foi observado em diferentes contextos, conforme corroborado por Giuliano et al. (2025), que identificaram que 56,1% dos pacientes hospitalizados com ITU eram do sexo feminino. Ambos os estudos reforçam que fatores anatômicos e fisiológicos desempenham papel determinante na suscetibilidade feminina a essas infecções.

No que se refere à prevalência da multirresistência, Shaker et al. (2024) demonstraram que 67,7% das infecções adquiridas em ambiente hospitalar e 49,4% das adquiridas na comunidade apresentaram multirresistência, com diferença estatisticamente significativa entre os dois contextos para *E. coli* e *Acinetobacter*. Os autores observaram que a resistência foi proporcionalmente maior nas ITUs hospitalares para *E. coli*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Proteus*, *Enterococcus* e *Staphylococcus*, enquanto *Klebsiella* apresentou maior percentual de resistência nas ITUs comunitárias. Jahan e Anwer (2025) corroboraram essa tendência ao identificar que entre 50% e 60% dos pacientes não responderam aos antibióticos mais prescritos, com aproximadamente 20% dos isolados resistentes a nove ou mais classes de antimicrobianos e casos individuais demonstrando resistência a até 13 fármacos distintos, configurando um cenário de extrema escassez terapêutica.

Entre a população idosa, o cenário mostra-se particularmente preocupante. Bitew et al. (2025) conduziram estudo com pacientes geriátricos na Etiópia e revelaram que 49,6% das infecções confirmadas eram causadas por microrganismos multirresistentes (MR), 24,8% foram classificadas como extensivamente resistentes (XDR) e 4,8% como pan-resistentes (PDR), categorias que implicam ausência ou extrema limitação de opções terapêuticas

eficazes. No mesmo estudo, 56,4% dos pacientes idosos apresentaram isolamento bacteriano positivo, sendo 83,3% dos isolados gram-negativos e 16,7% gram-positivos. Essa distribuição teve base molecular clara: *E. coli* representou 47,6% dos isolados e *K. pneumoniae*, 19,1%. Resultados semelhantes foram descritos por Giuliano et al. (2025), que identificaram *E. coli* em 43,3% e *Klebsiella* spp. em 22,8% dos achados, reforçando a consistência desse perfil microbiológico entre diferentes contextos geográficos.

Dentro desse perfil de predominância de *E. coli*, Castro et al. (2025) identificaram a presença do clone pandêmico ST131 como o isolado mais frequente entre as cepas produtoras de ESBL, com aumento progressivo de sua prevalência tanto em infecções comunitárias quanto hospitalares entre 2014 e 2020. Esse achado sugere que a barreira entre resistência hospitalar e comunitária está progressivamente se dissolvendo, o que representa um alerta de saúde pública que demanda investigação aprofundada e vigilância epidemiológica contínua. Souza da-Silva et al. (2020) reforçaram essa perspectiva ao identificar elevada probabilidade de contrair cepa de *E. coli* ESBL de acordo com o avanço da idade, dado confirmado por Castro et al. (2025), que identificaram maior prevalência desses isolados na faixa etária acima de 59 anos.

A manifestação clínica da multirresistência reflete-se em características de maior complexidade terapêutica. Khan et al. (2025), Jahan e Anwer (2025) e Bitew et al. (2025) demonstraram consistentemente que os uropatógenos mais frequentes, *E. coli* e espécies de *Klebsiella*, apresentaram elevadas taxas de resistência a fluoroquinolonas, cefalosporinas de amplo espectro e cotrimoxazol. Essa resistência tem base biológica clara: Bitew et al. (2025) evidenciaram que, na geriatria, patógenos como *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Providencia stuartii* formam camadas de biofilme que protegem as bactérias contra os antimicrobianos presentes na urina, impedindo sua adequada difusão e favorecendo colonização prolongada com desenvolvimento progressivo de resistência por tratamento ineficaz.

No que diz respeito à distribuição por sexo e faixa etária, Jahan e Anwer (2025) demonstraram que mulheres apresentam maior incidência de ITU até os 50 anos, ao passo que homens tornam-se mais vulneráveis a partir dos 70 anos, em razão de maior fragilidade imunológica nessa faixa etária. Essa inversão epidemiológica foi corroborada por Onorato et al. (2025) e Raphael (2021), que identificaram predominância de infecções por microrganismos multirresistentes no sexo masculino. Salm et al. (2022) e Giuliano et al.

(2025) reforçaram que o sexo masculino em faixas etárias mais avançadas constitui condição associada a maior vulnerabilidade frente a patógenos resistentes.

No âmbito dos fatores de risco, a síntese dos estudos permitiu delinear com consistência um perfil de paciente mais vulnerável às ITUs por microrganismos resistentes. Garcia-Bustos et al. (2021), Itani et al. (2024) e Gómez-Zorrilla et al. (2024) identificaram o uso de antibióticos nos três meses anteriores à infecção como um dos preditores mais robustos de multirresistência, achado quantificado por Shaker et al. (2024), que estimaram odds ratio de 5,2 para esse desfecho. Em relação à idade, Madrazo et al. (2021), Bitew et al. (2025) e Giuliano et al. (2025) demonstraram que pacientes com idade igual ou superior a 60 anos apresentam risco significativamente aumentado de infecção por patógenos resistentes. Shaker et al. (2024) estimaram que esses pacientes têm 2,9 vezes maior probabilidade de desenvolver resistência antimicrobiana em comparação a indivíduos mais jovens, achado corroborado por Souza da-Silva et al. (2020). Stoltidis-Claus et al. (2023) reforçaram que o aumento progressivo das taxas de resistência com o avanço da idade justifica a necessidade de estratégias terapêuticas específicas para essa população.

Dentre as comorbidades, Shaker et al. (2024) demonstraram que a diabetes mellitus amplia em 3,8 vezes a probabilidade de infecção por microrganismo resistente, enquanto o histórico de ITU recorrente associou-se a 2,6 vezes maior risco. Itani et al. (2024) e Garcia-Bustos et al. (2021) corroboraram o papel da diabetes e de outras comorbidades como condições que ampliam a vulnerabilidade do paciente. Giuliano et al. (2025) identificaram em seu estudo alta prevalência de condições urológicas subjacentes (92,4%) e uso de cateter vesical (77,2%) em pacientes com ITU por bactérias MR, evidenciando ainda associação com doenças cardiovasculares, comprometimento neurocognitivo e histórico de hospitalizações prévias. Silva et al. (2021) e Garcia-Bustos et al. (2021) reforçaram o papel do cateter urinário como fator de risco adicional, consolidando o papel dos dispositivos invasivos na disseminação da resistência.

A institucionalização em casas de repouso também se configurou como fator de risco de destaque. Onorato et al. (2025) observaram que os pacientes encaminhados frequentemente tinham sido admitidos em casas de repouso nos 90 dias anteriores, dado reforçado por Madrazo et al. (2021), que identificaram maior risco em pacientes residentes nessas instituições. Bitew et al. (2025) listaram ainda, entre os principais fatores de risco para uropatógenos MR em idosos, o histórico de ITUs prévias e recorrentes, hospitalizações

frequentes e prolongadas, exposição prévia e prolongada a antimicrobianos, senescência do sistema imunológico e envelhecimento populacional decorrente do aumento da expectativa de vida. O conjunto desses achados indica que a multirresistência em ITU não constitui um fenômeno aleatório, mas está fortemente vinculada a um perfil definido de características clínicas e epidemiológicas.

Compreendidos os fatores de risco, torna-se essencial caracterizar o impacto clínico dessas infecções. Onorato et al. (2025) demonstraram que a presença de microrganismo multirresistente acarreta consequências mensuráveis para o paciente e para o sistema de saúde, sendo o prolongamento da internação hospitalar o desfecho mais consistentemente observado. Esse fenômeno esteve frequentemente associado à inadequação da antibioticoterapia empírica inicial, que se mostrou ineficaz diante do perfil de resistência do agente causador. Gómez-Zorrilla et al. (2024) e Madrazo et al. (2021) evidenciaram que a multirresistência não se associou a menor cura clínica nem a aumento significativo da mortalidade global, mas determinou maior tempo de internação. Giuliano et al. (2025), contudo, observaram que a mortalidade foi mais frequente em infecções por *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* e cepas produtoras de NDM, bem como em pacientes que receberam antibioticoterapia inicial inadequada, evidenciando que o impacto letal da MR pode estar condicionado ao perfil específico do patógeno e à precocidade da adequação terapêutica.

Diante desses padrões, os estudos apontam para a necessidade de revisão dos protocolos terapêuticos vigentes. Sutton et al. (2020) demonstraram que antibióticos β -lactâmicos orais revelaram-se tão eficazes quanto as fluoroquinolonas e o trimetoprima-sulfametoxazol no tratamento de bacteremia de origem urinária, configurando-se como alternativa segura e viável quando as opções habituais são limitadas pela resistência. Gohil et al. (2023) corroboraram esse achado ao evidenciar que β -lactâmicos orais, como amoxicilina-clavulanato e cefalexina, apresentaram taxa de mortalidade comparável à das fluoroquinolonas, ainda que com leve incremento no risco de recorrência, reafirmando sua utilidade no manejo baseado em evidências. Arumairaj et al. (2023) relataram caso no qual a ceftazidima-avibactam foi determinante no controle de infecção grave por *K. pneumoniae* multirresistente, com desfecho favorável obtido apenas após ajuste terapêutico orientado pelo antibiograma — reforçando que mesmo os antibióticos mais recentes devem ser empregados com cautela, dado o risco iminente de emergência de resistência. Alraey et al. (2025) alertaram que o uso inadequado de antimicrobianos favorece a formação de resistência e inviabiliza opções terapêuticas futuras, evidenciando alta taxa de

sensibilidade ao imipenem e à tigeciclina, enquanto resistência elevada foi observada para norfloxacino e cotrimoxazol.

No que concerne ao uso racional de antimicrobianos, Sutton et al. (2023) demonstraram que alertas eletrônicos no momento da prescrição, direcionados a identificar o uso desnecessário de antibióticos de amplo espectro, resultaram em redução expressiva de sua utilização sem comprometimento dos desfechos clínicos, evidenciando o potencial da tecnologia como aliada na contenção da resistência. Bitew et al. (2025) reforçaram que, quando se suspeita de infecção por microrganismos multirresistentes, a tendência de utilizar medicamentos de amplo espectro de forma empírica também contribui para o crescimento da resistência, perpetuando um ciclo de difícil reversão.

A maioria dos estudos incluídos apresentou delineamento retrospectivo ou transversal, com poucos ensaios clínicos prospectivos, o que introduz potenciais vieses de seleção e informação. Paralelamente, poucos estudos avaliaram simultaneamente resistência em ambiente hospitalar e comunitário na mesma coorte, limitando a compreensão da real extensão da disseminação de cepas resistentes entre os dois contextos. Essas limitações, contudo, não invalidam os achados consistentes observados, mas reforçam a necessidade de estudos prospectivos adicionais com metodologias padronizadas para confirmar e expandir os resultados desta revisão.

Embora os achados desta revisão apresentem consistência em diversos aspectos, alguns resultados divergentes merecem reflexão crítica. No que se refere ao impacto da multirresistência sobre a mortalidade, Giuliano et al. (2025) identificaram maior mortalidade em infecções por *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* e cepas produtoras de NDM, especialmente quando associadas à antibioticoterapia inicial inadequada, enquanto Gómez-Zorrilla et al. (2024) e Madrazo et al. (2021) não encontraram associação estatisticamente significativa entre multirresistência e maior mortalidade global, sugerindo que o impacto letal pode estar condicionado ao perfil específico do patógeno e ao contexto clínico do paciente.

No que concerne à resistência à fosfomicina, Salm et al. (2022) demonstraram índices inferiores a 1% de resistência, consolidando-a como opção terapêutica de primeira linha, ao passo que Thakur et al. (2025) identificaram resistência à fosfomicina em cepas de *E. coli* produtoras de ESBL em ambiente hospitalar, sinalizando que sua eficácia pode estar ameaçada em contextos de maior pressão seletiva. Essas divergências refletem, em parte, as diferenças metodológicas, geográficas e populacionais entre os estudos, reforçando a

necessidade de cautela na extrapolação dos resultados e de vigilância contínua dos padrões locais de resistência.

As limitações detectadas nesta revisão apontam para direções importantes de investigação futura. Primeiramente, são necessários estudos prospectivos que acompanhem os desfechos de pacientes de acordo com o perfil de resistência e as características clínicas individuais, permitindo o refinamento dos critérios de risco. Adicionalmente, ainda existe necessidade de pesquisa sobre estratégias preventivas para pacientes institucionalizados e idosos com múltiplas comorbidades, populações que concentram os maiores riscos, mas permanecem sub-representadas em ensaios clínicos. A inclusão de dados provenientes de países de baixa e média renda, particularmente da América Latina, é essencial para compreender a variabilidade global dos padrões de resistência e suas implicações clínicas. Por fim, pesquisas que integrem dados microbiológicos, epidemiológicos e de desfecho clínico em modelos preditivos podem aprimorar significativamente a estratificação de risco e a personalização do tratamento das ITUs por microrganismos multirresistentes.

Desta forma, com os achados dos estudos analisados, evidencia-se que a resistência antimicrobiana nas ITUs representa um fenômeno multideterminado, com prevalência crescente e impacto clínico substancial, exigindo abordagem integrada que contemple vigilância epidemiológica contínua, uso racional de antimicrobianos e desenvolvimento de protocolos terapêuticos individualizados, especialmente para a população idosa e para pacientes com fatores de risco estabelecidos.

CONSIDERAÇÕES

De modo geral, é possível identificar que todos os estudos encontrados, cujos dados foram utilizados para realização do nosso trabalho, apontam para a mesma direção: o futuro do tratamento das ITUs depende da personalização da terapia, do uso racional dos antibióticos e da integração entre tecnologia, diagnóstico rápido e conhecimento clínico. Em especial, dentro da população idosa, foi identificada neste estudo uma série de complicações que induzem à resistência bacteriana, o que torna essa população ainda mais vulnerável. O desafio em si não deve ser apenas focado em descobrir novos fármacos, mas em utilizar da melhor forma os que já temos, com base em evidências, prudência e sensibilidade clínica.

Nesse contexto, a medicina personalizada surge como uma possibilidade para a melhora dos desfechos em ITUs, uma vez que considera as características individuais do paciente, como comorbidades, função renal, histórico de infecções recorrentes e padrões locais de resistência. Essa abordagem permite terapias mais adequadas e reduz o risco de falhas terapêuticas. Paralelamente, o uso racional de antibióticos permanece como uma das principais estratégias para auxiliar a frear a resistência bacteriana, destacando a necessidade de uma adesão rigorosa a protocolos clínicos, revisão contínua da terapia e práticas de desprescrição.

A tecnologia aplicada ao diagnóstico rápido também se mostra essencial para otimizar o cuidado, permitindo decisões terapêuticas mais precisas e oportunas. Testes point-of-care, métodos moleculares acelerados e ferramentas informatizadas de suporte à decisão clínica têm o potencial de reduzir o tempo para o início do tratamento adequado e consequentemente minimizar o uso desnecessário de antibióticos de amplo espectro.

Outro ponto extremamente importante, e que tem bastante foco no nosso trabalho, é a vulnerabilidade do idoso que exige uma atenção especial, já que fatores como imunossenescência, polifarmácia, limitações funcionais e manifestações clínicas atípicas acabam dificultando tanto o diagnóstico quanto o manejo das ITUs. Além disso, a presença de dispositivos urinários, mobilidade reduzida e internações frequentes ampliam o risco de infecções por organismos multirresistentes. Dessa forma, a atuação multiprofissional torna-se indispensável, integrando médicos, enfermeiros, farmacêuticos e biomédicos em uma abordagem centrada no paciente e procurando sempre ser orientada pela segurança.

Por fim, reforça-se a importância da educação em saúde, tanto para pacientes quanto para cuidadores, visando sempre à prevenção de novos episódios de ITU por meio de medidas simples, como adequada higiene, hidratação, manejo correto de dispositivos urinários e monitoramento de sinais de complicação. As perspectivas futuras incluem o desenvolvimento de novas terapias antimicrobianas, pesquisas com probióticos e fagoterapia, além da expansão do uso de inteligência artificial e métodos de diagnóstico rápido que possam auxiliar na escolha terapêutica de forma mais eficiente para o paciente.

Assim, conclui-se que o enfrentamento das ITUs, especialmente na população idosa, requer uma combinação de ciência, tecnologia e humanização. A integração desses fatores é o

caminho mais promissor para reduzir a resistência bacteriana, aprimorar o cuidado e promover tratamentos cada vez mais seguros, eficazes e individualizados.

REFERÊNCIAS

- ARUMAIRAJ, A. et al. A rare emergence of resistance to ceftolozane/tazobactam in *Klebsiella pneumoniae* causing urinary tract infection. *BMJ Case Reports*, [S.l.], v. 14, n. 2, e240351, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-240351>.
- ALRAEY, Y. et al. Antimicrobial resistance and beta-lactamase gene distribution among clinical isolates: a two-year cohort study. *Scientific Reports*, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 23951, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08445-w>.
- BITEW, G. et al. Burden of multi-drug resistant bacterial isolates and its associated risk factors among UTI-confirmed geriatrics in Gondar town. *Scientific Reports*, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 14270, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89123-9>.
- CASTRO, E. M. de et al. Emergency and persistence of *Escherichia coli* ST131 as community-onset antimicrobial resistant urinary tract infection in Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, [S.l.], v. 29, n. 4, p. 104555, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2025.104555>.
- ERNSTMEYER, K.; CHRISTMAN, E. *Chapter 5: Urinary System Terminology*. [S.l.]: NCBI Bookshelf, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK607447/>. Acesso em: 25 maio 2026.
- GARCIA-BUSTOS, V. et al. Prospective cohort study on hospitalised patients with suspected urinary tract infection and risk factors for multidrug resistance. *Scientific Reports*, [S.l.], v. 11, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90949-2>.
- GIULIANO, G. et al. Urinary tract infections caused by Gram-negative bacteria in elderly hospitalized patients: epidemiology, clinical features and outcomes in the era of antimicrobial resistance. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, [S.l.], v. 44, p. 116-126, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jgar.2025.06.006>.
- GOHIL, S. K. et al. Stewardship prompts to improve antibiotic selection for urinary tract infection: the INSPIRE randomized clinical trial. *JAMA*, [S.l.], v. 331, n. 23, p. 2018-2028, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2024.6259>.
- GÓMEZ-ZORRILLA, S. et al. Risk factors and clinical impact of multidrug resistance in healthcare-associated bacteraemic urinary tract infections: a post-hoc analysis of a multicentre prospective cohort in Spain. *Journal of Hospital Infection*, [S.l.], v. 151, p. 173-185, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.05.020>.

ITANI, R. et al. Risk factors associated with multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae* infections: a multicenter observational study in Lebanese hospitals. *BMC Public Health*, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 2958, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20474-0>.

JAHAN, F.; ANWER, M. Nature of antimicrobial resistance of pathogens causing urinary tract infection in Bangladesh: age and gender profiles. *Microbiology Spectrum*, [S.l.], v. 13, n. 6, e0228724, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1128/spectrum.02287-24>.

KHAN, Z. et al. Current pattern of antibiotic resistance and molecular characterization of virulence genes in *Klebsiella pneumoniae* obtained from urinary tract infection patients, Peshawar. *PLOS ONE*, [S.l.], v. 20, n. 4, e0319273, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319273>.

KIRCHBERGER, P. C.; SCHMIDT, M. L.; OCHMAN, H. The ingenuity of bacterial genomes. *Annual Review of Microbiology*, [S.l.], v. 74, n. 1, p. 815-834, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-020518-115822>.

MADRAZO, M. et al. Clinical impact of multidrug-resistant bacteria in older hospitalized patients with community-acquired urinary tract infection. *BMC Infectious Diseases*, [S.l.], v. 21, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-021-06939-2>.

MIKE-OGBURIA, M. I.; MONSI, T. P.; NWOKAH, E. G. Prevalence and determinants of multidrug-resistant uropathogenic *Klebsiella* species and associated antimicrobial resistance genes in Port Harcourt, Nigeria. *BMC Infectious Diseases*, [S.l.], v. 25, n. 1, p. 1036, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-025-11351-1>.

ONORATO, L. et al. Prevalence and impact of multidrug resistance in a cohort of patients admitted to the emergency department for urinary tract infections: the UTILY study, a multicenter prospective study. *European Journal of Internal Medicine*, [S.l.], v. 133, p. 93-99, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2024.12.028>.

RAPHAEL, E.; GLYMOUR, M. M.; CHAMBERS, H. F. Trends in prevalence of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* isolated from patients with community- and healthcare-associated bacteriuria: results from 2014 to 2020 in an urban safety-net healthcare system. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 118, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13756-021-00983-y>.

SALAM, M. A. et al. Antimicrobial resistance: a growing serious threat for global public health. *Healthcare*, [S.l.], v. 11, n. 13, 2023.

SALM, J. et al. High antimicrobial resistance in urinary tract infections in male outpatients in routine laboratory data, Germany, 2015 to 2020. *Eurosurveillance*, [S.l.], v. 27, n. 30, p. 2101012, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2022.27.30.2101012>.

SHAKER, M. et al. Trends and predictors of antimicrobial resistance among patients with urinary tract infections at a tertiary hospital facility in Alexandria, Egypt: a retrospective

record-based classification and regression tree analysis. *BMC Infectious Diseases*, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 246, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09086-6>.

SILVA, J. L. A. da et al. Factors associated with urinary tract infection in a nursing home. *Revista Brasileira de Enfermagem*, [S.l.], v. 74, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0813>.

SOUZA DA-SILVA, A. P. de et al. Prevalence of fluoroquinolone-resistant and broad-spectrum cephalosporin-resistant community-acquired urinary tract infections in Rio de Janeiro: impact of *Escherichia coli* genotypes ST69 and ST131. *Infection, Genetics and Evolution*, [S.l.], v. 85, p. 104452, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104452>.

STOLTIDIS-CLAUS, C. et al. Antimicrobial resistance of clinical Enterobacterales isolates from urine samples, Germany, 2016 to 2021. *Eurosurveillance*, [S.l.], v. 28, n. 19, p. 2200568, 2023. DOI: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2023.28.19.2200568>.

SUJITH, S.; SOLOMON, A. P.; RAYAPPAN, J. B. B. Comprehensive insights into UTIs: from pathophysiology to precision diagnosis and management. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, [S.l.], v. 14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1402941>.

SUTTON, J. D. et al. Oral β -lactam antibiotics vs fluoroquinolones or trimethoprim-sulfamethoxazole for definitive treatment of *Enterobacterales* bacteremia from a urine source. *JAMA Network Open*, [S.l.], v. 3, n. 10, e2020166, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.20166>.

THAKUR, P. et al. Fosfomycin resistance in extended-spectrum beta-lactamase producing *Escherichia coli* isolated from urinary tract-infected patients in a tertiary care hospital. *Journal of Medical Microbiology*, [S.l.], v. 74, n. 7, p. 002039, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1099/jmm.0.002039>.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.