

# INFECÇÕES POR *Pseudomonas aeruginosa* E *Klebsiella pneumoniae* EM PACIENTES HOSPITALIZADOS COM COVID-19: UMA REVISÃO

Recebido em: 15/01/2025

Aceito em: 01/04/2025

DOI: 10.25110/arqsaud.v29i3.2025-11862



Rafaela Serra de Castro <sup>1</sup>

Giuliana Zardeto <sup>2</sup>

Cecília Aline Lopes de Souza <sup>3</sup>

Daniela de Cassia Faglioni Boleta-Ceranto <sup>4</sup>

Rosemeire Aparecida Marques de Souza <sup>5</sup>

Juliana Cogo <sup>6</sup>

**RESUMO:** Com início na China no final de 2019, o coronavírus SARS-CoV-2 surgiu e impactou o cenário global, causando uma síndrome respiratória que afetou a vida de milhares de pessoas. Com a veloz disseminação da doença o sistema de saúde ficou sobrecarregado, facilitando a dispersão de bactérias oportunistas e tendo como uma consequência a infecção hospitalar. Dentre os acometidos pela doença, aqueles que necessitam de internamento em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) estão expostos a uma ampla variedade de bactérias, as quais podem vir a causar infecções adjacentes à COVID-19. A revisão de literatura seguiu diretrizes PRISMA (2020-2024) com busca em bases como PubMed, Scielo e ScienceDirect, que visou a pesquisa de estudos sobre a *Pseudomonas aeruginosa* e a *Klebsiella pneumoniae* em pacientes com COVID-19, sendo 30 relatórios elegíveis para a revisão de acordo com os critérios de inclusão. Por meio do presente estudo é possível observar que bactérias Gram-negativas são uma tendência na transmissão de doenças adquiridas no decorrer da internação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactérias; Infecção hospitalar; *Klebsiella pneumoniae*; Pandemia; *Pseudomonas aeruginosa*.

<sup>1</sup> Biomédica pela Universidade de Maringá - Unicesumar - PR.

E-mail: [rafaelaacastro@hotmail.com](mailto:rafaelaacastro@hotmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7128-1280>

<sup>2</sup> Doutora, docente no Curso de Medicina, Universidade Paranaense - UNIPAR.

E-mail: [giulianazardeto@prof.unipar.br](mailto:giulianazardeto@prof.unipar.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1640-0714>

<sup>3</sup> Discente do curso de Medicina da Universidade Paranaense - UNIPAR.

E-mail: [cecilia080203@edu.unipar.br](mailto:cecilia080203@edu.unipar.br), ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6574-8214>

<sup>4</sup> Docente do Curso de Mestrado Profissional em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica da Universidade Paranaense - UNIPAR.

E-mail: [dcboleta@prof.unipar.br](mailto:dcboleta@prof.unipar.br), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6654-951X>

<sup>5</sup> Cirurgiã-dentista, Aluna do Mestrado Profissional em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica da Universidade Paranaense - UNIPAR.

E-mail: [rosemeire.m.souza@edu.unipar.br](mailto:rosemeire.m.souza@edu.unipar.br), ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9947-1456>

<sup>6</sup> Doutora, docente no Curso de Medicina, Universidade Cesumar - Unicesumar.

E-mail: [julicogo@gmail.com](mailto:julicogo@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0002-3956-4044>

## ***Pseudomonas aeruginosa AND Klebsiella pneumoniae INFECTIONS IN HOSPITALIZED PATIENTS WITH COVID-19: A REVIEW***

**ABSTRACT:** Beginning in China at the end of 2019, the SARS-CoV-2 coronavirus emerged and impacted the global scene, causing a respiratory syndrome that affected the lives of thousands of people. With the rapid spread of the disease, the health system became overloaded, facilitating the spread of opportunistic bacteria and resulting in hospital-acquired infections. Among those affected by the disease, those who need to be admitted to the Intensive Care Unit (ICU) are exposed to a wide variety of bacteria, which can cause infections adjacent to COVID-19. The literature review followed PRISMA guidelines (2020-2024) with a search in databases such as PubMed, Scielo and ScienceDirect, which aimed to search for studies on *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae* in patients with COVID-19, with 30 reports eligible for the review according to the inclusion criteria. This study shows that Gram-negative bacteria are a trend in the transmission of diseases acquired during hospitalization.

**KEYWORDS:** Bacteria; Hospital infection; *Klebsiella pneumoniae*; Pandemic; *Pseudomonas aeruginosa*.

## ***INFECCIONES POR Klebsiella pneumoniae Y Pseudomonas aeruginosa EN PACIENTES HOSPITALIZADOS CON COVID-19: UMA REVISIÓN***

**RESUMEN:** Comenzando en China a finales de 2019, el coronavirus SARS-CoV-2 surgió e impactó el escenario global, causando un síndrome respiratorio que afectó la vida de miles de personas. Con la rápida propagación de la enfermedad, el sistema sanitario se sobrecargó, lo que facilitó la propagación de bacterias oportunistas y provocó infecciones hospitalarias. Entre los afectados por la enfermedad, los que necesitan ser ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) están expuestos a una gran variedad de bacterias, que pueden causar infecciones adyacentes a la COVID-19. La revisión bibliográfica siguió las directrices PRISMA (2020-2024) con una búsqueda en bases de datos como PubMed, Scielo y ScienceDirect, cuyo objetivo era buscar estudios sobre *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* en pacientes con COVID-19, con 30 informes elegibles para la revisión de acuerdo con los criterios de inclusión. Este estudio muestra que las bacterias Gram negativas son una tendencia en la transmisión de enfermedades adquiridas durante la hospitalización.

**PALABRAS CLAVE:** Bacterias; Infección hospitalaria; *Klebsiella pneumoniae*; Pandemia; *Pseudomonas aeruginosa*.

### **1. INTRODUÇÃO**

Ao final do ano de 2019 houve a disseminação de uma pneumonia de origem desconhecida em Wuhan, na China, e a partir do isolamento de amostras dos doentes foi identificado um Coronavírus nunca visto anteriormente. Este vírus é capaz de causar uma síndrome respiratória aguda grave, sendo nomeado na ocasião de SARS-CoV-2, causador da COVID-19 (Deng; Peng, 2020). Os Coronavírus são definidos como RNA vírus zoonóticos pertencentes à família *Coronaviridae* e fazem parte de um grupo diverso de

vírus encontrados em seres humanos e animais (Lima, 2020). Dentre as suas dimensões e características destaca-se, no atual momento, o subtipo  $\beta$ -Coronavírus que pode ser fatal à saúde dos humanos (Das Mercês *et al.*, 2020).

Dada a rápida disseminação e o aumento de internações e mortes em todo o mundo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) anunciou o surgimento de uma pandemia de COVID-19 no início de 2020 (Freitas; Napimoga; Donalilio, 2020). No Brasil, o Ministério da Saúde estima que até agosto de 2024, ocorreram cerca de 38,8 milhões de casos confirmados de COVID-19 e 712,8 mil mortes causadas pela doença (Ministério da Saúde, 2024).

Com o avanço da pandemia, o cenário global do sistema de saúde passou por mudanças e enfrentou muitos desafios. Entre eles, podemos destacar a superlotação de hospitais, aumento de procedimentos médicos invasivos, uso de ventilação mecânica, comprometimento imunitário dos pacientes, além da falta de recursos o que perfez o aumento das chances de disseminação de microrganismos oportunistas e de difícil controle (Miqueletto *et al.*, 2023; Reynolds; Kollef, 2021). Descreveu-se então, uma veloz dispersão de bactérias resistentes e até mesmo multirresistentes (MR), principalmente, em unidades de terapia intensiva (UTIs) destinadas exclusivamente ao tratamento da COVID-19. Vale ressaltar, que mesmo antes da pandemia, os índices de resistência bacteriana já eram alarmantes e que persistem como um problema de saúde pública (Sharifipour *et al.*, 2020; Da Silva *et al.*, 2024).

Infecção hospitalar (IH) é definida como aquela adquirida após a admissão do paciente e que se manifesta durante a internação ou após a alta e se relaciona com procedimentos e ações realizadas na estadia do paciente no hospital. Por conseguinte, casos de IH têm um vínculo direto com o aumento de morbidade e mortalidade, gastos com a internação e aumento de microrganismos multirresistentes como observado durante a pandemia (ANVISA, 1998; Teixeira; Pedro; Carneiro, 2012).

A *Pseudomonas aeruginosa* e a *Klebsiella pneumoniae* são bactérias Gram-negativas, formadoras de biofilme, encontradas no meio ambiente, em ambiente hospitalar, em objetos e em seres humanos. São patógenos oportunistas de importância clínica capazes de causar infecções de trato respiratório, trato urinário, sítio cirúrgico e que podem levar a infecções graves como pneumonia e septicemia. Além de que, ambas as bactérias apresentam um aumento importante na capacidade de resistir aos antimicrobianos devido aos seus fatores de virulência (Wu; Li, 2015).

Em 2024, a OMS incluiu a *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae* na lista entre as principais bactérias patogênicas de importância pública na saúde (WHO, 2024). Estima-se que o índice de infecção por *K. pneumoniae* em pacientes hospitalizados é muito maior do que na comunidade, podendo atingir 77% dos indivíduos (RUSSO; MARR, 2019). Paralelo a isso, a *P. aeruginosa* também se tornou um problema crítico, causando em média a prevalência de 23% em todas as infecções associadas à assistência à saúde (Reynolds; Kollef, 2021; Vincent *et al.*, 2020).

Logo, o contexto do desenvolvimento de infecções bacterianas em pacientes internados pelo agravamento da COVID-19, especialmente, enfermos que estão na UTI sob uso de ventilação mecânica e com acesso via cateter central é de grande importância. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é relatar a incidência de infecções por *K. pneumoniae* e *P. aeruginosa* em pacientes internados com COVID-19.

## 2. MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa (RI), desenvolvida percorrendo as seguintes etapas: identificação do tema e formulação do problema; busca dos estudos na literatura; avaliação dos estudos para inclusão/exclusão; análise dos dados para categorização e interpretação dos resultados. Com isso, as informações foram coletadas, analisadas e organizadas sistematicamente dando origem aos resultados obtidos para a redação da pesquisa a partir de uma adaptação do protocolo para revisões *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (PRISMA) (Page *et al.*, 2021).

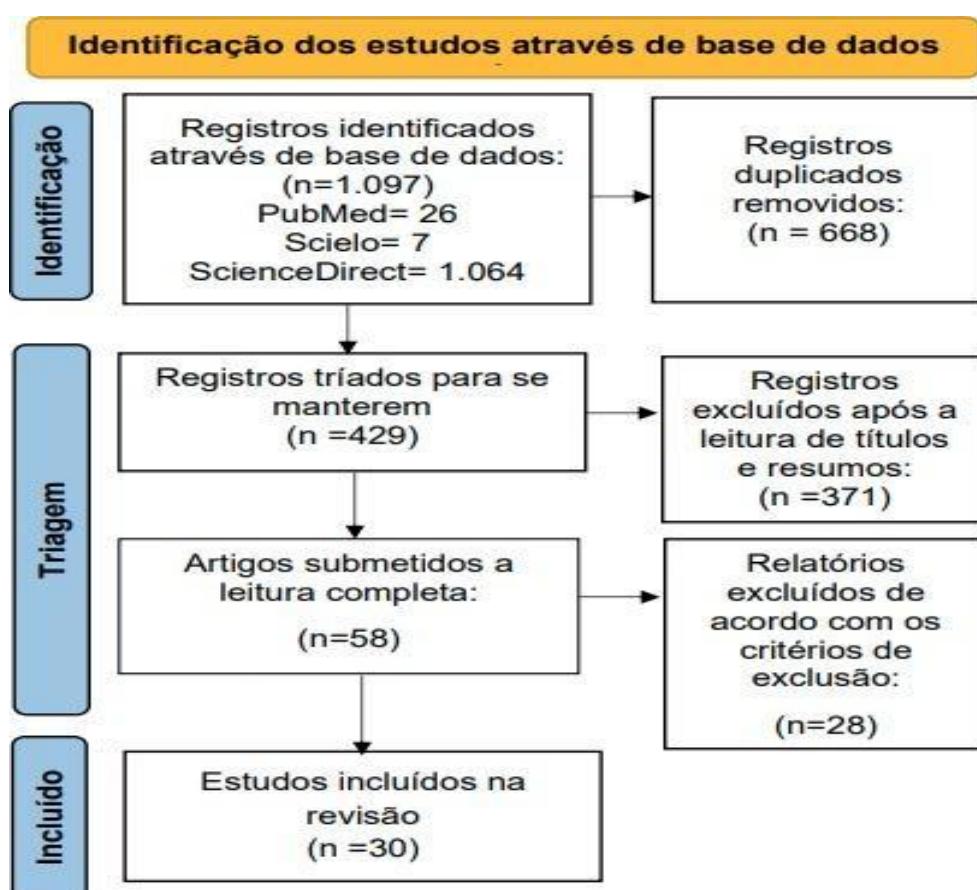
O processo de busca foi realizado entre abril e julho de 2024 utilizando as plataformas: PubMed, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e ScienceDirect. Foram usados Descritores de Ciência da Saúde (deCS) na busca avançada os termos em combinação: *Pseudomonas aeruginosa*; *Klebsiella pneumoniae* e COVID-19. Estes descritores foram pesquisados na língua portuguesa e inglesa utilizando os Operadores Booleanos *AND* e *OR*.

Como critérios de inclusão foram delimitados alguns fundamentos de orientação, primeiramente foi avaliado o período de publicação dos artigos no período de 2020 a 2024, idioma e título dos artigos. Em um segundo momento, foi realizada a caracterização dos estudos incluindo análise do resumo do artigo e resultados primordiais. Como critérios de exclusão foram definidos os seguintes parâmetros: artigos duplicados, artigos que não atendem ao objetivo, artigos que não relacionam a *K. pneumoniae* e a *P.*

*aeruginosa* com a COVID-19, revisões de literatura, teses, dissertações e resumos simples e expandidos.

Após a realização das buscas nas bases de dados, os resultados foram encaminhados para o gerenciador *Software* Mendeley e posteriormente para o *Software* Excel®, no qual foram removidos os estudos duplicados. Após a leitura dos respectivos títulos e resumos, os estudos que poderiam responder à questão da pesquisa foram selecionados para leitura na íntegra. Ao final, os artigos selecionados foram aqueles que após analisados corresponderam às hipóteses dessa pesquisa e foram utilizados para a redação do trabalho.

O processo de busca e seleção dos estudos está representado na Figura 01. Na fase de busca e identificação, foram encontrados 1.097 registros nas bases de dados: PubMed (n=26), Scielo (n=7) e ScienceDirect (n= 1.064). Na fase de triagem 668 estudos foram removidos da pesquisa devido a duplicidade. Em seguida, a leitura dos títulos e resumos resultou na exclusão de 371 artigos, restando 58 artigos para a leitura completa (Figura 1).



**Figura 1:** Fluxograma do processo de seleção dos estudos a partir da adaptação do modelo PRISMA

Fonte: (Page *et al.*, 2021)

### 3. RESULTADOS

Após a avaliação detalhada dos textos, 30 estudos cumpriram todos os critérios de inclusão e foram selecionados para a composição da pesquisa (Quadro 1).

**Quadro 1:** Síntese dos estudos publicados sobre a incidência de infecções por *K. pneumoniae* e *P. aeruginosa* em pacientes internados com COVID-19 no período de 2020 a 2024.

AUTOR/ANO / PAÍS	TÍTULO DO ARTIGO	TIPO DE ESTUDO
TIRI <i>et al.</i> 2020 Itália	Antimicrobial stewardship program, COVID-19, and infection control: spread of carbapenem-resistant <i>K. pneumoniae</i> colonization in ICU COVID-19 patients.	Estudo observacional descritivo 2019-2020
YANG <i>et al.</i> 2020 China	Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study.	Estudo observacional retrospectivo unicêntrico 2019-2020
LI <i>et al.</i> 2020 Japão	Etiology and antimicrobial resistance of secondary bacterial infections in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective analysis.	Estudo retrospectivo 2020
SILVA <i>et al.</i> 2021 Brasil	Surto de colonização/infecção por <i>Pseudomonas aeruginosa</i> na UTI de pacientes com covid-19: descrição dos casos e medidas adotadas.	Estudo observacional descritivo 2021
GASPARI <i>et al.</i> 2021 Itália	Protective effect of SARS-CoV-2 preventive measures against ESKAPE and <i>Escherichia coli</i> infections.	Estudo retrospectivo de centro único 2019-2021
HIRABAYASHI <i>et al.</i> 2021 Japão	Impact of the COVID-19 pandemic on the surveillance of antimicrobial resistance.	Estudo retrospectivo 2019-2020
DESPOTOVICK <i>et al.</i> 2021 Sérvia	The impact of COVID-19 on the profile of hospital-acquired infections in adult intensive care units.	Estudo retrospectivo 2019-2021
DUMITRU <i>et al.</i> 2021 Romênia	Carbapenem-resistant <i>Klebsiella pneumoniae</i> associated with COVID-19	Estudo investigativo 2020
GHANEZADEH <i>et al.</i> 2021 Irã	Genetic diversity, antimicrobial resistance pattern, and biofilm formation in <i>K. pneumoniae</i> isolated from patients with COVID-19 and ventilator-associated pneumonia.	Estudo descritivo 2020
GARCIA-VIDAL <i>et al.</i> 2021 Espanha	Incidence of co-infections and superinfections in hospitalized patients with COVID-19: a retrospective cohort study.	Estudo de coorte observacional 2020
RUSSELL <i>et al.</i> 2021 Escócia	Co-infections, secondary infections, and antimicrobial use in patients hospitalized with COVID-19 during the first pandemic wave from the ISARIC WHO CCP-UK study: a multicentre, prospective cohort study.	Estudo de coorte retrospectivo 2020
AMARSY <i>et al.</i> 2021 França	NDM-1-producing <i>K. pneumoniae</i> outbreak in the intensive care unit during the COVID-19 pandemic: Another Nightmare.	Estudo de relato de caso 2021

BAIOU <i>et al.</i> 2021 Catar	Clinical Features and Risk Factors for Isolation of Multidrug-resistant Gram-negative Bacteria from Critically Ill Patients With COVID-19.	Estudo retrospectivo de revisão 2021
QU <i>et al.</i> 2021 China	Persistent bacterial coinfection of a COVID-19 patient caused by a genetically adapted <i>P. aeruginosa</i> chronic colonizer.	Estudo de caso experimental 2021
AYDEMIR <i>et al.</i> 2022 Turquia	Secondary bacterial infections in patients with coronavirus disease 2019-associated pneumonia.	Estudo retrospectivo 2019-2021
ÍPEK <i>et al.</i> 2022 Peru	Nosocomial infections in non-COVID-19 pediatric patients prior to and during the pandemic in a pediatric intensive care unit.	Estudo retrospectivo 2019-2020
AMARSY <i>et al.</i> 2022 França	Emergence of bloodstream infections and antimicrobial resistance during the first wave of COVID-19: a study in a large multi-hospital institution in the Paris region.	Estudo observacional 2019-2020
SHBAKLO <i>et al.</i> 2022 Itália	An observational study of MDR hospital-acquired infections and antibiotic use during COVID-19 pandemic: a call for antimicrobial stewardship programs.	Estudo observacional retrospectivo 2019-2021
SINTO <i>et al.</i> 2022 Indonésia	Blood culture utilization and epidemiology of antimicrobial-resistant bloodstream infections before and during the COVID-19 pandemic in the Indonesian national referral hospital.	Estudo observacional 2019-2020
MESCHIARI <i>et al.</i> 2022 Itália	Long-term impact of the COVID-19 pandemic on antibiotic consumption in hospitals and antibiotic resistance: a time-series analysis.	Análise de série temporal autoregressiva 2015-2021
SLOOT <i>et al.</i> 2022 Inglaterra	Rising rates of hospital-onset <i>Klebsiella</i> spp. and <i>P. aeruginosa</i> bacteraemia in NHS acute trusts in England: a review of national surveillance.	Revisão de dados de vigilância 2020-2021
JEON <i>et al.</i> 2022 Coréia	Impact of COVID-19 on antimicrobial consumption and spread of multidrug-resistance in bacterial infections.	Estudo retrospectivo 2018-2021
MESQUITA <i>et al.</i> 2023 Brasil	Resistência antimicrobiana de <i>P. aeruginosa</i> isolada de pacientes com pneumonia durante a pandemia de COVID-19 e períodos pré-pandêmicos no Nordeste do Brasil.	Estudo observacional retrospectivo 2019-2021
LUZ <i>et al.</i> 2023 Brasil	Estudo de coorte de pacientes hospitalizados com COVID-19 em hospital terciário brasileiro: Ocorrência de eventos adversos e mortalidade.	Estudo de coorte 2020-2021
FICIK <i>et al.</i> 2023 República-Eslovaca	Carbapenem-resistant <i>K. pneumoniae</i> in COVID-19 era-challenges and solutions.	Estudo retrospectivo 2017-2022
SERRETIELLO <i>et al.</i> 2023 Itália	Antimicrobial Resistance in <i>P. aeruginosa</i> before and during the COVID-19 Pandemic.	Estudo retrospectivo epidemiológico 2015-2022
LOYOLA-CRUZ <i>et al.</i> 2023 México	Characterization of the ESKAPE bacterium reveals the presence of outbreaks of <i>A. baumannii</i> and <i>P. aeruginosa</i> in patients with COVID-19/VAP.	Estudo observacional 2020
MONTEIRO <i>et al.</i> 2023 Brasil	Prevalência de Enterobacterales produtoras de NDM associados à COVID-19 em um hospital terciário.	Estudo retrospectivo 2020-2022
PATIL <i>et al.</i> 2023 China	<i>K. pneumoniae</i> infection in the pediatric population before and after the COVID-19 pandemic in Shenzhen, China.	Estudo retrospectivo 2018-2020

LOCONSOLE <i>et al.</i> 2024 Itália	Genomic surveillance of carbapenem resistant <i>K. pneumoniae</i> reveals a prolonged outbreak of NDM-1 during the COVID-19 pandemic in the Apulia region.	Estudo retrospectivo 2020-2022
---	--	-----------------------------------

Fonte: autores.

#### 4. DISCUSSÃO

Um dos principais fatores para a ocorrência de infecções nosocomiais é que os microrganismos presentes nos ambientes hospitalares são frequentemente oportunistas, aproveitando-se do estado de vulnerabilidade dos pacientes para causar infecções. Esses patógenos podem desencadear coinfeções, onde o hospedeiro é acometido por mais de uma espécie bacteriana, elevando as taxas de mortalidade, especialmente ao agravar doenças respiratórias e aumentar as chances de complicações (Araújo *et al.*, 2021). Além disso, pacientes hospitalizados estão expostos a uma grande diversidade de microrganismos patogênicos, que podem ser transmitidos tanto por via endógena quanto exógena (Garcia *et al.*, 2013).

Os fatores de risco associados à infecções por bactérias nosocomiais incluem o tempo prolongado de hospitalização em UTI, o uso de dispositivos ou procedimentos invasivos, a administração precoce de antimicrobianos, a escolha inadequada da terapia medicamentosa, a idade dos pacientes, além de práticas de higiene inadequadas, como a limpeza das mãos e o uso incorreto de equipamentos de proteção individual (EPIs) pelos profissionais de saúde, que desempenham um papel crucial na transmissão dessas infecções (Wisplinghoff; Perbix; Seifert, 1999). Durante a pandemia de COVID-19, esses fatores foram exacerbados, levando a um aumento significativo nas infecções nosocomiais, em especial devido à maior pressão sobre os sistemas de saúde e ao uso intensivo de ventiladores mecânicos e outros dispositivos invasivos, além da necessidade frequente de antimicrobianos para tratar infecções bacterianas.

Com o passar dos anos, o conhecimento sobre as bactérias, suas características e patogênese aumentou significativamente. No entanto, à medida que as informações aumentaram, as bactérias também evoluíram e desenvolveram novos mecanismos de adaptação, incluindo uma crescente resistência aos antibióticos utilizados em ambientes hospitalares, o que resultou em uma maior manifestação e disseminação de cepas resistentes (Souza *et al.*, 2021).

Neste artigo, focamos em duas das bactérias mais frequentes em pacientes acometidos pela COVID-19: *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* (Miqueletto *et al.*, 2023; Cano-Martín *et al.*, 2021).

#### 4.1 *Pseudomonas aeruginosa*

A *P. aeruginosa* é uma bactéria Gram-negativa em formato de bastonete, pertencente à família *Pseudomonadaceae*. Por não fazer parte da microbiota normal do ser humano, sua presença é indicativa clara de infecção. Essa bactéria pode causar sérios problemas de saúde devido a diversos fatores de virulência, como pili, flagelos e a capacidade de formar biofilmes. A *P. aeruginosa* está frequentemente associada a infecções respiratórias, urinárias e de corrente sanguínea, com taxas de mortalidade variando entre 43,2% e 58,8%, essas infecções podem ser letais, especialmente em pacientes em estado grave ou com o sistema imunológico comprometido (Nordmann; Poirel, 2019; Thi *et al.*, 2020; Reynolds; Kollef, 2021).

Além disso, *P. aeruginosa* tem demonstrado um crescente perfil de resistência a antimicrobianos, fato que levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a incluí-la na lista de patógenos prioritários devido à alta taxa de resistência. Esse cenário tem causado preocupações globais sobre o tratamento dessas infecções (Souza *et al.*, 2021). Diversos estudos, tanto no Brasil quanto em outros países, apontam um aumento na frequência, virulência e resistência durante a pandemia de COVID-19, conforme detalhado no Quadro 1.

No Brasil, o estudo conduzido por Silva *et al.* em 2021 identificou um aumento significativo no isolamento e na identificação de *P. aeruginosa* em culturas colhidas na UTI dedicada a tratamento de pacientes com COVID-19. A análise revelou falhas nos processos de limpeza da UTI, no processo de paramentação e na higienização das mãos dos profissionais que contribuíram para a disseminação do patógeno.

Outro estudo realizado no nordeste brasileiro investigou o perfil de resistência da *P. aeruginosa* aos antimicrobianos entre 2019 e 2021, abrangendo laudos de pacientes com pneumonia. Durante a pandemia, houve um aumento expressivo no número de casos de *P. aeruginosa*, das 951 amostras positivas, 373 foram no período pré-pandêmico e 578 durante a pandemia. O estudo também revelou um aumento na resistência aos antimicrobianos: beta-lactâmicos, quinolonas, carbapenêmicos e cefalosporinas (Mesquita *et al.*, 2023).

A pesquisa realizada por Luz *et al.* (2023) no sudeste do Brasil entre 2020 e 2021 destacou *P. aeruginosa* como a segunda bactéria Gram-negativa mais isolada em casos pneumonia associada à ventilação (PAV) e infecções de corrente sanguínea (ICS). Além

disso, foi observado um aumento na resistência a antibióticos, especialmente aos carbapenêmicos.

No Peru, um estudo conduzido por Ípek *et al.* (2022) em uma UTI pediátrica entre 2019 e 2020 revelou uma redução no número de infecções durante a pandemia, especialmente, pela *P. aeruginosa* que decaiu de 23,81% de prevalência para 0. Esta redução foi atribuída à intensificação das práticas de higiene, como a higienização das mãos.

Durante a pandemia da COVID-19, Amarsy *et al.* (2022) investigaram 25 hospitais na região de Paris de 2019 a 2020 e constataram um aumento de ICS e da resistência antimicrobiana. A *P. aeruginosa* produtora de Beta-lactamase com Espectro Estendido (ESBL) foi uma das principais preocupações, devido à utilização intensiva de antibióticos, como os cefalosporinas de terceira geração, exercendo pressão seletiva e contribuindo para o aumento da resistência.

Estudos realizados na Itália também revelaram alterações nos padrões. Gaspari e colaboradores (2021) verificaram que a incidência durante a pandemia as infecções por ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *K. pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *P. aeruginosa* e *Enterobacter spp.*) diminuíram para 23 (13,3%) em comparação com o período pré-pandêmico (35; 26,5%). A diminuição foi associada ao uso de EPIs, intensificação na lavagem das mãos e a restrição da circulação de funcionários e pacientes no hospital. Já Meschiari e colaboradores (2022), não observaram aumento significativo na incidência de ICS para a maioria dos patógenos avaliados no período de 2015 a 2021. No entanto, o estudo destaca que *P. aeruginosa* foi o patógeno Gram-negativo mais prevalente no ambiente hospitalar examinado, especialmente de cepas suscetíveis a carbapenêmicos.

Também na Itália, Serretiello *et al.* (2023) revelaram um aumento de 59,1% (2015-2019) para 61,5% na taxa de cepas resistentes durante a pandemia. Shbaklo *et al.* (2022) verificaram o aumento de infecções bacterianas MR entre 2019 a 2021, com um ligeiro aumento, de 3% para 4%, nos isolados de *P. aeruginosa* em culturas de sangue e em isolados clínicos respiratórios.

Ainda no continente europeu, Sloot *et al.* (2022) relataram aumento nas taxas de bacteremia por *P. aeruginosa*, variando de 4,9% (2020) para 6,2% (2021) em hospitais na Inglaterra com ligeira variação na sensibilidade aos antibióticos no período pandêmico. Pacientes internados com COVID-19 na Espanha, apresentaram quadros de superinfecção

por *P. aeruginosa*, 3 dos 11 casos de PAV, 1 dos 4 casos de pneumonia hospitalar e 3 dos 16 casos de bacteremia foram relacionados a esta bactéria.

Garcia-Vidal *et al.* (2021) realizaram um estudo de fevereiro a abril de 2020 em um hospital na Espanha, o artigo menciona que a infecção por *P. aeruginosa* foi uma das causas de superinfecções hospitalares em pacientes internados com COVID-19. Especificamente, foi identificada em 3 dos 11 casos de PAV e em 1 dos 4 casos de pneumonia hospitalar. Além disso, *P. aeruginosa* foi responsável por 3 dos 16 casos de bacteremia observados entre os pacientes com superinfecções hospitalares.

Em 2020, os autores Loyola-Cruz *et al.* (2023) identificaram cepas de *P. aeruginosa* MR em pacientes com COVID-19 e PAV em um hospital no México. No período de abril a junho de 2020 os resultados obtidos mostraram que os isolados clínicos estudados estavam envolvidos em surtos nos pacientes com COVID-19/PAV na primeira onda da pandemia de COVID-19.

Estudo realizado na Sérvia relata que a *P. aeruginosa* foi isolada de 9,3% dos pacientes com IH no período de 2019 a 2021, sem mudanças significativas no seu perfil de resistência (Despotovick *et al.*, 2021).

Na China, a *P. aeruginosa* foi a terceira bactéria mais identificada em pacientes hospitalizados com COVID-19, sendo relacionada a quadros de exacerbação da doença, especialmente em pacientes críticos. Estudos de caracterização genômica identificaram ilhas genômicas altamente associadas à virulência, demonstrando que os isolados clínicos podem aumentar a formação de biofilme, e consequentemente a sua resistência a antibióticos e colonização *in vivo* (Qu *et al.*, 2021).

Em hospitais na Coreia, Jeon e colaboradores (2022), verificaram que entre 2018 e 2021, embora tenha ocorrido uma redução na prevalência de *P. aeruginosa* resistente a carbapenens (CRPA) nas UTIs o aumento foi de 20,1% em amostras clínicas do setor de enfermaria. Os autores relacionam a uma mudança nos padrões de infecção influenciada por alterações no uso de antibióticos e nas práticas de higiene de cada setor do hospital.

Em um estudo realizado no Japão, foi observado uma diminuição da incidência de *P. aeruginosa* e CRPA em 7,2% entre 2019 e 2020 (Hirabayashi *et al.*, 2021). Dentre os patógenos isolados em pacientes com COVID-19 de uma UTI no Catar também foi identificada a presença de CRPA em 85,7% dos pacientes suportados por ventilação mecânica prolongada em 2021 (Baiou *et al.*, 2021).

Russell *et al.* em 2021 mencionaram a *P. aeruginosa* como o terceiro patógeno mais frequentemente identificado em cultura de escarro e em infecções respiratórias e segundo patógeno mais encontrado em casos de bacteremia em pacientes com doença pulmonar crônica acometidos pelo vírus SARS-CoV-2 em um hospital na Escócia em 2020. Aydemir *et al.* (2022), obteve resultado em amostras de hemocultura e aspirado traqueal nos pacientes com COVID-19 na Turquia entre 2019 e 2021. Além de ser um dos patógenos mais frequentemente isolados, todas as cepas de *P. aeruginosa* foram suscetíveis à amicacina e sua maioria apresentou resistência a outros antibióticos, como piperacilina e tazobactam, gentamicina e imipenem.

#### **4.2 *Klebsiella pneumoniae***

Embora colonize de forma assintomática o trato gastrointestinal, pode causar infecções graves, incluindo infecções do trato urinário, respiratórias, na corrente sanguínea (ICS) e do sistema nervoso central. Os grupos mais vulneráveis incluem idosos, neonatos e pacientes imunocomprometidos (Mohd Asri *et al.*, 2021; Mędrzycka-Dąbrowska, 2021).

Infecções pulmonares e de corrente sanguínea causadas pela *K. pneumoniae* foram frequentemente observadas em indivíduos acometidos pela COVID-19, particularmente aqueles em uso de cateter central e de ventilação mecânica. Embora essa bactéria já fosse um importante patógeno antes da pandemia, as taxas de infecção aumentaram significativamente durante o período pandêmico (Li *et al.*, 2020; Amarsy *et al.*, 2021). A *K. pneumoniae* é uma das dez principais causadoras de infecções nosocomiais e um dos patógenos mais prevalentes em UTI's (Mahmud *et al.*, 2022).

No Brasil, os estudos de Monteiro *et al.* (2023) indicaram um aumento significativo nos casos de *K. pneumoniae* produtora de New Delhi metallo-beta-lactamase-1 (NDM-1) durante o período pandêmico (2020-2022). Das 929 culturas positivas para bactérias MR, 36 cepas eram produtoras de NDM-1. A pesquisa atribui a emergência dessas cepas ao uso inadequado de antimicrobianos. Entre 2020 e 2021, Luz *et al.* (2023) indicaram a *K. pneumoniae* como o bacilo Gram-negativo (BGN) mais prevalente em infecções hospitalares na região Sudeste. No estudo, 49% das cepas isoladas eram resistentes às cefalosporinas de terceira geração, enquanto 39,2% apresentaram resistência aos carbapenêmicos, representando um aumento em comparação aos períodos anteriores à pandemia.

Na França, durante o terceiro pico da pandemia, ocorreu um surto de *K. pneumoniae* produtora de NDM-1 em pacientes com hospitalizados com COVID-19, atribuído não somente à presença da bactéria no ambiente, mas também pela realização de procedimentos invasivos, a pressão seletiva de antimicrobianos, e desafios na desinfecção devido à alta carga de trabalho contribuíram para o surto (AMARSY *et al.*, 2021). Na Inglaterra, houve um aumento na taxa de bacteremia por *K. pneumoniae*, de 4,9% em 2020 para 6,2% em 2021, embora sem grandes alterações no perfil de sensibilidade antimicrobiana (Sloot *et al.*, 2022).

Na Itália, o aumento da resistência aos carbapenêmicos entre pacientes de UTI foi de 5% em 2019 para 50% em 2020. Além disso, foi notado que a contaminação cruzada e a transmissão de microrganismos entre pacientes e profissionais de saúde também aumentaram (TIRI *et al.*, 2020). Em outro estudo, Gaspari *et al.* (2021) infecções pelo grupo ESKAPE na UTI diminuíram de 26,5% em 2019 para 13,3% em 2020, uma queda atribuída ao uso de EPIs, intensificação da lavagem das mãos e restrições de circulação de funcionários e pacientes em ambiente hospitalar.

Contudo, Loconsole *et al.* (2024) relataram um surto de *K. pneumoniae* produtora de NDM-1 na Itália entre 2020 e 2022, 104 hemoculturas apresentaram crescimento de cepas resistentes a carbapenêmicos. Todas as cepas demonstraram resistência a antibióticos de primeira linha, devido ao uso empírico de antimicrobianos, superlotação hospitalar, uso de dispositivos invasivos e falhas nas práticas de vigilância. Dumitru *et al.* (2021) relataram um aumento significativo de coinfeções por *K. pneumoniae* KPC e OXA-48 em amostras de escarro, urina e sangue em casos graves de COVID-19 de UTI na Romênia. O estudo associou a disseminação de bactérias MR, especialmente *K. pneumoniae* ao aumento do consumo de antibióticos e de imunossupressores.

Em Wuhan na China, Li *et al.* (2020) observaram que 102 pacientes hospitalizados com COVID-19 adquiriram infecções bacterianas, 49 delas por *K. pneumoniae*, sendo que 75,5% das cepas isoladas de amostras respiratórias e de corrente sanguínea apresentaram resistência a carbapenêmicos. Também em Wuhan, Yang *et al.* (2020) identificaram *K. pneumoniae* em 13,4% dos pacientes criticamente enfermos com COVID-19 entre 2019 e 2020. Em um hospital pediátrico em Shenzhen (China), Patil *et al.* (2023) relataram um aumento nas infecções por *K. pneumoniae* durante 2020, com maior resistência às cefalosporinas, embora sem superar as taxas de 2018.

Na Turquia, Aydemir *et al.* (2022) identificaram a *K. pneumoniae* como um dos patógenos responsáveis por infecções respiratórias e da corrente sanguínea, com alta taxa de resistência a vários antibióticos, como imipenem e ciprofloxacino. Jeon *et al.* (2022) relataram o aumento na prevalência de *K. pneumoniae* de março de 2018 a setembro de 2021 em hospitais na Coreia em 45,4% das amostras clínicas na enfermaria e 67,6% na UTI.

Ficik *et al.* (2023) avaliaram no período de 2017 a 2021 um hospital na República Eslovaca e constatou o aumento de *K. pneumoniae* resistente a carbapenem (KPC) de 0,18% para 0,76% durante a pandemia de COVID-19, dado pela sobrecarga dos hospitais e da transferência de pacientes entre instituições que elevaram o risco de infecções nosocomiais.

Na Indonésia, Sinto *et al.* (2022) relataram um aumento na coleta de hemoculturas durante a pandemia, com *K. pneumoniae* identificada como a bactéria mais frequente (23,3%) em amostras de sangue. Contudo, o perfil de sensibilidade não diferiu significativamente entre pacientes COVID-19 e não-COVID-19.

No Irã, Ghanezadeh *et al.* (2021) examinaram as infecções por *K. pneumoniae* em pacientes com COVID-19 e pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV), relatando que 77,14% dos isolados eram resistentes a múltiplos antibióticos (MR) e que 42,8% formam biofilmes. Esses isolados mostraram resistência elevada a meropenem, ciprofloxacina, gentamicina e imipenem.

## 5. CONCLUSÃO

Em conclusão, a maioria dos relatórios nacionais e internacionais indicaram um aumento na incidência de *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae* durante a pandemia da COVID-19. Este estudo destacou a necessidade urgente de estratégias robustas para prevenção e controle de infecções bacterianas durante pandemias e situações de crise hospitalar, bem como a administração adequada de antimicrobianos, tanto em períodos pandêmicos quanto em situações normais. Para mitigar o risco de infecções bacterianas, é fundamental implementar medidas preventivas como: garantir a higiene das mãos, intensificar a limpeza, asseverar a proteção ambiental e individual, além de estabelecer diretrizes atualizadas para a prescrição de antibióticos. Pesquisas futuras poderão oferecer valiosas lições para o planejamento de próximas pandemias, integrando-se aos esforços contínuos de gestão e monitoramento antimicrobiano. É essencial que essas tendências sejam

acompanhadas e analisadas. Além disso, continuam a existir indagações sobre se esses pacientes apresentaram desfechos mais severos durante a COVID-19 em decorrência de efeitos colaterais específicos da pandemia, o que deve ser objeto de futuras investigações.

## REFERÊNCIAS

AMARSY, R. *et al.* Emergence of bloodstream infections and antimicrobial resistance during the first wave of COVID-19: a study in a large multi-hospital institution in the Paris region. **International Journal of Infectious Diseases**, vol. 114, p. 90-96, 2022.

AMARSY, R. *et al.* NDM-1-producing *Klebsiella pneumoniae* outbreak in the intensive care unit during the COVID-19 pandemic: Another nightmare. **American Journal of Infection Control**, v. 10, pp. 1324-1326, 2021.

ARAÚJO, L. O. *et al.* Coinfecção por *Staphylococcus aureus* como fator agravante para COVID-19. **Revista Científica Unimontes**, v. 23, nº 1, p. 1-20, 2021.

AYDEMIR, O. *et al.* Secondary bacterial infections in patients with coronavirus disease 2019-associated pneumonia. **Journal of the Brazilian Medical Association**, v. 68, n. 2, p. 142-146, 2022.

BAIOU, A. *et al.* Clinical Features and Risk Factors for Isolation of Multidrug-resistant Gram-negative Bacteria from Critically Ill Patients With COVID-19. **Journal of Hospital Infection**, v. 110, p. 165-171, 2021.

BRASIL. Ministério da saúde Informações sobre COVID-19.2024. Disponível em URL: [https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19\\_html/covid-19\\_html.html](https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html). Acesso em: 29 agosto. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Controle de Infecção Hospitalar. Portaria MS 2.616/98. Brasília, 1998.

CANO-MARTÍN, E. *et al.* A study in a regional hospital of a mid-sized Spanish city indicates a major increase in infection/colonization by carbapenem-resistant bacteria, coinciding with the COVID-19 pandemic. **Antibiotics**, v. 10, n. 9, p. 1127, 2021.

DAS MERCÊS, D. M. *et al.* Doença do coronavírus 2019 (Covid-19): mecanismos, diagnóstico diferencial e influência das medidas de intervenção. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, vol. 9, no. 8, p. e921986075-e921986075, 2020.

DA SILVA, *et al.* O uso indiscriminado de antimicrobianos durante a pandemia da COVID-19 como possível fator influenciador da resistência bacteriana em efluentes

hospitalares no Brasil. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 3, p. e4360-e4360, 2024.

DENG, S. Q.; PENG, H. J. Characteristics of and public health responses to the coronavirus disease 2019 outbreak in China. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 2, p. 575, 2020.

DESPOTOVIC, A. *et al.* The impact of COVID-19 on the profile of hospital-acquired infections in adult intensive care units. **Antibiotics**, v. 10, n. 10, p. 1146, 2021.

DUMITRU, I. M. *et al.* Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* associated with COVID-19. **Antibiotics**, vol. 10, no. 5, p. 561, 2021.

FICIK, J. *et al.* Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in COVID-19 era - challenges and solutions. **Antibiotics**, v. 12, n. 8, p. 1285, 2023.

FREITAS, A. R. R.; NAPIMOOGA, M.; DONALISIO; M. R. Análise da gravidade da pandemia de Covid-19. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 29, p. e2020119, 2020.

GARCIA, L. M. *et al.* Perfil epidemiológico das infecções hospitalares por bactérias multirresistentes em um hospital do norte de Minas Gerais. **Jornal de Epidemiologia e Controle de Infecções**, v. 3, nº 2, p. 45-49, 2013.

GARCIA-VIDAL, C. *et al.* Incidence of co-infections and superinfections in hospitalized patients with COVID-19: a retrospective cohort study. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 27, n. 1, p. 83-88, 2021.

GASPARI, R. *et al.* Protective effect of SARS-CoV-2 preventive measures against ESKAPE and Escherichia coli infections. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 51, n. 12, p. e13687, 2021.

GHANIZADEH, A. *et al.* Genetic diversity, antimicrobial resistance pattern, and biofilm formation in *Klebsiella pneumoniae* isolated from patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) and ventilator-associated pneumonia. **BioMed research international**, v. 2021, n. 1, p. 2347872, 2021.

HIRABAYASHI, A. *et al.* Impact of the COVID-19 pandemic on the surveillance of antimicrobial resistance. **Journal of Hospital Infection**, v. 117, p. 147-156, 2021.

ÍPEK, S. *et al.* Nosocomial infections in non-COVID-19 pediatric patients prior to and during the pandemic in a pediatric intensive care unit. **Cureus**, v. 14, n. 1, 2022.

JEON, K. *et al.* Impact of COVID-19 on antimicrobial consumption and spread of multidrug-resistance in bacterial infections. **Antibiotics**, v. 11, n. 4, p. 535, 2022.

LI, J. *et al.* Etiology and antimicrobial resistance of secondary bacterial infections in hospitalized patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective analysis. **Antimicrobial Resistance and Infection Control**, vol. 9, no. 1, pg. 1-7, 2020. 7

LIMA, C. A. O. Informações sobre o novo coronavírus (COVID-19). **Radiologia Brasileira**, v. 53, p. V-VI, 2020.

LOCONSOLE, D. *et al.* Genomic surveillance of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* reveals a prolonged outbreak of extensively drug-resistant ST147 NDM-1 during the COVID-19 pandemic in the Apulia region (Southern Italy). **Journal of Global Antimicrobial Resistance**, v. 36, p. 260-266, 2024.

LOYOLA-CRUZ, M. A. *et al.* Characterization of the ESKAPE bacterium reveals the presence of outbreaks of *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa* in patients with COVID-19/VAP. **American journal of infection control**, v. 51, n. 7, p. 729-737, 2023.

LUZ, M. V. *et al.* Estudo de coorte de pacientes hospitalizados com COVID-19 em hospital terciário brasileiro: Ocorrência de eventos adversos e mortalidade. **Revista Brasileira de Infectologia**, v. 27, p. 102791, 2023.

MAHMUD, Z. H. *et al.* Healthcare facilities as potential reservoirs of antimicrobial resistant *Klebsiella pneumoniae*: an emerging concern to public health in Bangladesh. **Pharmaceuticals**, v. 15, n. 9, p. 1116, 2022.

MESQUITA, G. P. *et al.* Resistência antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* isolada de pacientes com pneumonia durante a pandemia de COVID-19 e períodos pré-pandêmicos no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa Médica e Biológica**, v. 56, p. e12726, 2023.

MĘDRZYCKA-DĄBROWSKA, W. *et al.* Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infections in ICU COVID-19 patients - a scoping review. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, no. 10, p. 2067, 2021.

MESCHIARI, M. *et al.* Long-term impact of the COVID-19 pandemic on antibiotic consumption in hospitals and antibiotic resistance: a time-series analysis (2015–2021). **Antibiotics**, v. 11, n. 6, p. 826, 2022.

MIQUELETTO, J. A. *et al.* Perfil bacteriano, resistência antimicrobiana e infecções secundárias em pacientes com Covid-19: uma revisão integrativa. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 30, 2023.

MOHD ASRI, N. A. *et al.* Global prevalence of multidrug-resistant nosocomial *Klebsiella pneumoniae*: a systematic review and meta-analysis. **Antibiotics**, v. 10, n. 12, p. 1508, 2021.

MONTEIRO, J. *et al.* Prevalência de Enterobacterales produtores de NDM associados à COVID-19 em um hospital terciário. **Revista Brasileira de Infectologia**, v. 27, p. 102735, 2023.

NORDMANN, P.; POIREL, L. Epidemiology and diagnosis of resistance to carbapenems in gram-negative bacteria. **Clinical Infectious Diseases**, v. 69, no. 7, p. 5, 2019.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. **British Medical Journal**, v. 372, n. 71, 2021.

PATIL, S. *et al.* *Klebsiella pneumoniae* infection in the pediatric population before and after the COVID-19 pandemic in Shenzhen, China. **The Journal of Infection**, vol. 86, no. 3, p. 256, 2023.

QU, J. *et al.* Persistent bacterial coinfection of a COVID-19 patient caused by a genetically adapted *Pseudomonas aeruginosa* chronic colonizer. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 11, p. 641920, 2021.

REYNOLDS, D.; KOLLEF, M. The epidemiology and pathogenesis and treatment of *Pseudomonas aeruginosa* infections: an update. **Drugs**, v. 81, n. 18, p. 2117-2131, 2021.

RUSSELL, C. D. *et al.* Co-infections, secondary infections, and antimicrobial use in patients hospitalised with COVID-19 during the first pandemic wave from the ISARIC WHO CCP-UK study: a multicentre, prospective cohort study. **The Lancet Microbe**, v. 2, n. 8, p. e354-e365, 2021.

RUSSO, T. A.; MARR, C. M. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*. **Clinical microbiology reviews**, v. 32, n. 3, p. 10.1128/cmr. 00001-19, 2019.

SERRETIELLO, E. *et al.* Antimicrobial Resistance in *Pseudomonas aeruginosa* before and during the COVID-19 Pandemic. **Microorganisms**, v. 11, n. 8, p. 1918, 2023.

SHARIFIPOUR, E. *et al.* Evaluation of bacterial co-infections of the respiratory tract in COVID-19 patients admitted to ICU. **BMC infectious diseases**, v. 20, p. 1-7, 2020.

SHBAKLO, N. *et al.* An observational study of MDR hospital-acquired infections and antibiotic use during COVID-19 pandemic: a call for antimicrobial stewardship programs. **Antibiotics**, v. 11, n. 5, p. 695, 2022.

SILVA, L. M. *et al.* Surto de colonização/infecção por *Pseudomonas aeruginosa* na UTI de pacientes com covid-19: descrição dos casos e medidas adotadas. **Brazilian Journal of Infectology**, v. 25, p. 101369, 2021.

SINTO, R. *et al.* Blood culture utilization and epidemiology of antimicrobial-resistant bloodstream infections before and during the COVID-19 pandemic in the Indonesian

national referral hospital. **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 11, n. 1, p. 73, 2022.

SLOOT, R. *et al.* Rising rates of hospital-onset *Klebsiella* spp. and *Pseudomonas aeruginosa* bacteraemia in NHS acute trusts in England: a review of national surveillance. **Journal of Hospital Infection**, v. 119, p. 175-181, 2022.

SOUZA, G. H. A. *et al.* Cepas de *Pseudomonas aeruginosa* resistentes a carbapenêmicos: um problema de saúde preocupante em unidades de terapia intensiva. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 63, 2021.

TEIXEIRA, D. C.; PEDRO, F. L.; CARNEIRO, M. Infecção hospitalar na perspectiva dos enfermeiros da Santa Casa de Caridade de Bagé-RS. **Jornal de Epidemiologia e Controle de Infecções**, v. 2, nº 1, p. 14-16, 2012.

THI, M. T. T.; WIBOWO, D.; REHM, B. H. Biofilms of *Pseudomonas aeruginosa*. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 22, p. 8671, 2020.

TIRI, B. *et al.* Antimicrobial stewardship program, COVID-19, and infection control: spread of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* colonization in ICU COVID-19 patients. What did not work? **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 9, p. 2744, 2020.

VINCENT, J. *et al.* Prevalence and outcomes of infection among patients in intensive care units in 2017. **Jama**, v. 323, n. 15, p. 1478-1487, 2020.

WHO. Bacterial Priority Pathogens List, 2024: bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance.

WISPLINGHOFF, H.; PERBIX, W.; SEIFERT, H. Risk factors for nosocomial bloodstream infections by *Acinetobacter baumannii*: a case-control study of adult burn patients. **Clinical Infectious Diseases**, v. 28, no. 1, pg. 59-66, 1999.

WU, M.; LI, X. *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. In: **Microbiologia médica molecular**. Imprensa Acadêmica, 2015. p. 1547-1564.

YANG, X. *et al.* Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. **The lancet**, v. 8, n. 5, p. 475-481, 2020.

## **CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA**

Rafaela Serra de Castro: Contribuiu em todas as etapas do estudo desde a concepção, coleta de dados, análise e interpretação/discussão dos dados e revisão final do manuscrito.

Giuliana Zardeto: Contribuiu em todas as etapas do estudo desde a concepção, coleta de dados, análise e interpretação/discussão dos dados e revisão final do manuscrito.

Cecília Aline Lopes de Souza: Contribuiu na interpretação /discussão dos dados e revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito.

Daniela de Cassia Faglioni Boleta-Ceranto: Contribuiu na interpretação /discussão dos dados e revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito.

Rosemeire Aparecida Marques de Souza: Contribuiu na interpretação /discussão dos dados e revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito.

Juliana Cogo: Contribuiu em todas as etapas do estudo desde a concepção, coleta de dados, análise e interpretação/discussão dos dados e revisão final do manuscrito.