

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU

Instituto de Biologia – INBIO

Graduação em Ciências Biológicas

Giovana Bruna Gonçalves Ponciano

**Epidemiologia e perfil de resistência antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* e
Klebsiella pneumoniae em um hospital terciário brasileiro**

Orientadora: Profa. Dra. Lizandra Ferreira de Almeida e Borges (ICBIM)

Uberlândia-MG

Março, 2026

Giovana Bruna Gonçalves Ponciano

**Epidemiologia e perfil de resistência antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* e
Klebsiella pneumoniae em um hospital terciário brasileiro**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção
do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Lizandra Ferreira de Almeida e Borges

Uberlândia-MG

Março, 2026

Giovana Bruna Gonçalves Ponciano

Epidemiologia e perfil de resistência antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* em um hospital terciário brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia, 18 de março de 2026.

Banca examinadora:

Prof^ª Dr^ª Lizandra Ferreira de Almeida e Borges (UFU)

Prof^º Dr^º Mario Paulo Amante Penatti (ESTES - UFU)

Prof^ª Dr^ª Rosineide Marques Ribas Leiner (UFU)

**Epidemiologia e perfil de resistência antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* e
Klebsiella pneumoniae em um hospital terciário brasileiro**

*Epidemiology and antimicrobial resistance profile of Pseudomonas aeruginosa and
Klebsiella pneumoniae in a Brazilian tertiary hospital*

Autor: Giovana Bruna Gonçalves Ponciano

Afiliação: Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Currículo lattes: <https://lattes.cnpq.br/4979197879192543>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6665-538X>

E-mail: giovana.ponciano@ufu.br

Autor: Lizandra Ferreira de Almeida e Borges

Afiliação: Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Biomédicas, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Currículo lattes: <https://lattes.cnpq.br/2638179635322694>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4601-3689>

E-mail: lizandraborges@ufu.br

Resumo

Justificativa e Objetivos: As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) por bacilos Gram negativos multirresistentes representam importante desafio terapêutico, especialmente em hospitais terciários. *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* destacam-se pela elevada capacidade de desenvolver resistência a carbapenêmicos e polimixinas. O estudo teve como objetivo analisar a epidemiologia e o perfil de resistência antimicrobiana dessas bactérias, avaliando distribuição temporal, principais síndromes clínicas e setores hospitalares de ocorrência. **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional, retrospectivo e descritivo, realizado no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, com análise de laudos microbiológicos e antibiogramas de janeiro de 2024 a julho de 2025. **Resultados:** Foram identificados 853 casos, sendo 458 (53,7%) de *K. pneumoniae* e 395 (46,3%) de *P. aeruginosa*. A resistência aos carbapenêmicos foi significativamente maior em *K. pneumoniae* (51,3%) quando comparada a *P. aeruginosa* (14,9%) ($p < 0,0001$), além de 10,6% de resistência às polimixinas exclusivamente em *K. pneumoniae*. Entre as síndromes clínicas, infecção do trato respiratório predominou em *P. aeruginosa* (60,5%), enquanto infecção do trato urinário foi mais frequente em *K. pneumoniae* (50,8%). As unidades de terapia intensiva concentraram maior proporção de isolados resistentes, especialmente de *K. pneumoniae*. **Conclusão:** Observou-se maior frequência de *K. pneumoniae*, associada a um perfil de resistência mais preocupante, incluindo resistência às polimixinas. As unidades de terapia intensiva configuraram-se como ambientes críticos para a seleção de isolados resistentes. Esses achados reforçam a necessidade de vigilância epidemiológica contínua e do fortalecimento das estratégias de uso racional de antimicrobianos.

Palavras-chave: Infecção Hospitalar; Resistência a antimicrobianos; *Klebsiella pneumoniae*; *Pseudomonas aeruginosa*; Carbapenêmicos; Polimixinas.

Abstract

Justification and Objectives: Healthcare-associated infections (HAIs) caused by multidrug-resistant Gram-negative bacilli represent a significant therapeutic challenge, especially in tertiary hospitals. *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae* stand out for their high capacity to develop resistance to carbapenems and polymyxins. This study aimed to analyze the epidemiology and antimicrobial resistance profile of these bacteria, evaluating temporal distribution, main clinical syndromes, and hospital sectors of occurrence. **Methods:** This is an observational, retrospective, and descriptive study, conducted at the University Hospital of the Federal University of Uberlândia, with analysis of microbiological reports and antibiograms from January 2024 to July 2025. **Results:** A total of 853 cases were identified, with 458 (53.7%) being *K. pneumoniae* and 395 (46.3%) being *P. aeruginosa*. Carbapenem resistance was significantly higher in *K. pneumoniae* (51.3%) compared to *P. aeruginosa* (14.9%) ($p < 0.0001$), in addition to 10.6% resistance to polymyxins exclusively in *K. pneumoniae*. Among the clinical syndromes, respiratory tract infection predominated in *P. aeruginosa* (60.5%), while urinary tract infection was more frequent in *K. pneumoniae* (50.8%). Intensive care units concentrated a higher proportion of resistant isolates, especially *K. pneumoniae*. **Conclusion:** A higher frequency of *K. pneumoniae* was observed, associated with a more concerning resistance profile, including resistance to polymyxins. Intensive care units were identified as critical environments for the selection of resistant isolates. These findings reinforce the need for continuous epidemiological surveillance and for strengthening strategies for the rational use of antimicrobials.

Keywords: Hospital Infection; Antimicrobial Resistance; *Klebsiella pneumoniae*; *Pseudomonas aeruginosa*; Carbapenems; Polymyxins.

Introdução

cuidados em serviços de saúde e representam um importante problema de saúde pública, uma vez que estão associadas ao aumento da morbimortalidade, prolongamento do tempo de internação e elevação dos custos hospitalares ¹. Entre as IRAS mais frequentes destacam-se as infecções do trato urinário (ITU), infecções do trato respiratório (ITR), infecção da corrente sanguínea (ICS) e infecção de sítio cirúrgico (ISC), sendo responsáveis por grande parte das complicações em pacientes hospitalizados ^{2,3}.

Um dos principais fatores que tornam as IRAS um desafio crescente é o aumento da resistência antimicrobiana. No ambiente hospitalar, especialmente nas unidades de terapia intensiva, a pressão seletiva causada pelo uso frequente de antibióticos favorece a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes, dificultando o tratamento e aumentando o risco de desfechos desfavoráveis ^{4,5}. Nesse cenário, os bacilos Gram-negativos destacam-se como importantes agentes etiológicos, principalmente *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*, frequentemente associadas a infecções graves e de difícil tratamento ⁶.

Esses microrganismos apresentam elevada capacidade de adaptação ao ambiente hospitalar e estão frequentemente relacionados a infecções respiratórias, urinárias e da corrente sanguínea, sobretudo em pacientes com internações prolongadas, uso de dispositivos invasivos e comorbidades associadas ^{7,8}. Além disso, sua relevância clínica está diretamente relacionada à facilidade de aquisição de mecanismos de resistência a diferentes classes de antimicrobianos ^{5,6}.

Entre esses mecanismos, a resistência aos carbapenêmicos representa uma das maiores preocupações atuais, uma vez que esses antibióticos são amplamente utilizados no tratamento de infecções graves causadas por bacilos Gram-negativos. Em *Klebsiella pneumoniae*, essa resistência está frequentemente associada à produção de carbapenemases, especialmente a KPC, que contribui para a rápida disseminação de cepas multirresistentes no ambiente hospitalar e limita significativamente as opções terapêuticas disponíveis ^{9,10}.

Diante da resistência aos carbapenêmicos, as polimixinas passaram a ser utilizadas como alternativa terapêutica para o tratamento de infecções graves. Entretanto, o surgimento de isolados resistentes a essas drogas tem sido cada vez mais descrito. Estudos brasileiros demonstram que a resistência às polimixinas em *Klebsiella pneumoniae* está mais frequentemente relacionada a mutações cromossômicas que promovem alterações na estrutura do lipopolissacarídeo (LPS), reduzindo a ligação do antibiótico à membrana bacteriana. Essas modificações incluem inserções e mutações em genes reguladores, resultando em diminuição da sensibilidade à colistina e à polimixina B ^{11,12}.

A presença simultânea de resistência aos carbapenêmicos e às polimixinas representa um cenário crítico para o tratamento das infecções hospitalares, especialmente em hospitais terciários, onde há maior concentração de pacientes graves e maior uso de antimicrobianos de amplo espectro. Dessa forma, o monitoramento epidemiológico local torna-se essencial para compreender o comportamento desses microrganismos e orientar estratégias de controle da resistência bacteriana ^{4,9}.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar a distribuição das infecções resistentes nos diferentes ambientes hospitalares, causadas por *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* resistentes aos carbapenêmicos e às polimixinas, no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, avaliando a distribuição temporal dos casos, os principais tipos de infecção e os setores hospitalares de ocorrência.

Material e métodos

O estudo foi realizado no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU), um hospital terciário, no qual foram coletados dados referentes às infecções hospitalares causadas por *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* resistentes aos carbapenêmicos e polimixinas. Trata-se de um estudo observacional, retrospectivo descritivo que foi conduzido por meio da análise dos laudos microbiológicos e resultados de antibiogramas disponibilizados pelo sistema eletrônico hospitalar, referentes ao período de janeiro de 2024 a julho de 2025.

Para evitar duplicidade de registros, foi considerado apenas o primeiro episódio de infecção para cada paciente durante o período analisado. Quando um mesmo paciente apresentou mais de um isolamento do mesmo microrganismo, foi incluído no estudo somente o primeiro resultado microbiológico correspondente ao primeiro episódio de infecção. Dessa forma, cada paciente foi contabilizado apenas uma vez na análise.

Foram analisados os tipos de infecção, a partir do sítio de isolamento, incluindo infecção do trato respiratório, infecção do trato urinário, infecção de sítio cirúrgico e infecção de corrente sanguínea. A definição dos tipos de infecção seguiu os critérios diagnósticos institucionais vigentes para infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS).

Além disso, avaliou-se a distribuição mensal das infecções de janeiro de 2024 a julho de 2025, considerando exclusivamente os casos resistentes a carbapenêmicos e às polimixinas. Os casos foram classificados de acordo com o setor hospitalar de ocorrência, incluindo Unidade de Terapia Intensiva (UTI), Pronto Socorro, Enfermarias e Ambulatórios.

Os dados coletados foram tabulados e submetidos a análise estatística, calculando as frequências absolutas e relativas para variáveis categóricas, comparação em tabelas 2x2 de Qui-quadrado ou Exato de Fisher, utilizando intervalo de confiança de 95% e $P \leq 0,05$, com o objetivo caracterizar a distribuição dos casos e do perfil de resistência antimicrobiana dos casos avaliadas.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CEP/UFU), sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 87778125.5.0000.5152, respeitando as normas éticas para pesquisas envolvendo seres humanos. A pesquisa foi realizada exclusivamente a partir da análise de dados já existentes no sistema eletrônico hospitalar, não havendo contato direto com pacientes e sem custos financeiros para as pesquisadoras ou para a instituição. Agradecemos Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio e pela disponibilização dos dados utilizados neste estudo, bem como aos profissionais pela colaboração durante a realização da pesquisa.

Resultados

O levantamento demonstrou que as infecções causadas por *Klebsiella pneumoniae* apresentaram maior número de casos ($n = 458$) quando comparadas a *Pseudomonas aeruginosa* ($n = 395$), conforme demonstrado na Tabela 1. Além disso, observou-se diferença estatisticamente significativa entre os microrganismos quanto à resistência aos antimicrobianos avaliados. A comparação das proporções foi realizada por meio do teste do qui-quadrado, uma vez que se trata de variáveis categóricas (microrganismo e presença de resistência).

Verificou-se que *K. pneumoniae* apresentou taxas significativamente maiores de resistência, com 51,3% dos isolados resistentes aos carbapenêmicos e 10,6% resistentes às polimixinas ($p < 0,0001$). Em contrapartida, *P. aeruginosa* apresentou 14,9% de resistência aos carbapenêmicos e ausência de resistência às polimixinas. Considerando o total de 853 casos analisados, as taxas gerais de resistência foram de 34,5% para carbapenêmicos e 5,7% para polimixinas, sendo essa diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$), o que indica associação entre o microrganismo isolado e o perfil de resistência observado.

Tabela 1 – Total de casos envolvendo *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae* e ocorrência de resistência a carbapenêmicos e polimixinas, no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia.

Total de casos	R carb (%)	R poli (%)	P (IC 95%)
----------------	------------	------------	------------

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	395	59 (14,9)	0 (0)	<0,0001*
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	458	235 (51,3)	49 (10,6)	<0,0001*
Total	853	295 (34,5)	49 (5,7)	<0,0001*

R: resistência; carb: carbapenêmico (Imipenem, Ertapenem e/ou Meropenem); poli: polimixina B ou colistina; *: estatisticamente significativa.

Outras variáveis analisadas foram as síndromes clínicas mais frequentes e suas resistências a carbapenêmicos e polimixinas. A infecção do trato respiratório (ITR) foi a síndrome clínica mais frequente entre os casos de *P. aeruginosa*, correspondendo a 239 (60,5%) ocorrências, percentual significativamente superior ao observado para *K. pneumoniae* (133 casos; 29%) ($p<0,0001$), com 59,3% resistentes a carbapenêmicos.

Por outro lado, a infecção do trato urinário (ITU) foi mais prevalente entre os casos de *K. pneumoniae*, totalizando 233 (50,8%) registros, enquanto em *P. aeruginosa* foram identificados 76 (19,2%) casos ($p<0,0001$).

A infecção da corrente sanguínea (ICS) também apresentou maior frequência em *K. pneumoniae* (45; 9,8%) quando comparada a *P. aeruginosa* (20; 5,0%) ($p=0,01$). Em relação à infecção do sítio cirúrgico (ISC), observou-se maior proporção nos casos de *P. aeruginosa* (60; 15,1%) em comparação a *K. pneumoniae* (47; 10,4%) ($p=0,03$).

Tabela 2 - Síndrome clínica mais frequentes entre e os casos de *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

Variáveis	<i>P. aeruginosa</i> N=395 (%)	<i>K. pneumoniae</i> N=458 (%)	P (IC 95%)
ICS	20 (5,0)	45 (9,8)	0,01*
ITR	239 (60,5)	133 (29)	<0,0001*
ITU	76 (19,2)	233 (50,8)	<0,0001*
ISC	60 (15,1)	47 (10,4)	0,03*

ICS: Infecção da corrente sanguínea; ITR: infecção do trato respiratório, ITU: infecção do trato urinário; ISC: infecção do sítio cirúrgico; *: estatisticamente significativa.

Entre os isolados resistentes aos carbapenêmicos, a infecção do trato respiratório (ITR) foi a principal síndrome associada a *P. aeruginosa*, correspondendo a 35 (59,3%) casos, proporção significativamente maior que a observada em *K. pneumoniae* (88; 37,9%) ($p=0,003$).

Quanto aos isolados de *K. pneumoniae* resistentes às polimixinas ($n=49$), observou-se predominância de ITR (21; 42,8%) e ITU (19; 38,7%), seguidas de ICS (5; 10,2%) e ISC (4; 8,1%).

Tabela 3 - Síndrome clínica mais frequente entre os casos resistentes a carbapenêmicos e polimixinas no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>		<i>K. pneumoniae</i>
	R carb N=59 (%)	R carb N=235 (%)	<i>P</i> (IC95%)	R poli N=49 (%)
ICS	2 (3,3)	31 (13,1)	0,05*	5 (10,2)
ITR	35 (59,3)	88 (37,4)	0,003*	21 (42,8)
ITU	10 (16,9)	81 (34,4)	0,01*	19 (38,7)
ISC	12 (20,3)	35 (14,8)	0,41	4 (8,1)

ICS: Infecção da corrente sanguínea; ITR: infecção do trato respiratório, ITU: infecção do trato urinário; ISC: infecção do sítio cirúrgico; *: estatisticamente significante.

Em relação ao local de internação relacionado aos casos gerais, observou-se que as enfermarias, incluindo Clínica Médica, Clínica Cirúrgica I e II, Enfermaria Pediátrica, Enfermaria Oncológica e Infectologia, concentraram o maior número de casos, tanto de *Klebsiella pneumoniae* (31,6%) quanto de *Pseudomonas aeruginosa* (36,9%), conforme mostra a Tabela 4. O segundo local com o maior número de casos foram tanto para *K. pneumoniae* com 24,6% dos casos quanto para *P. aeruginosa* esteve o pronto socorro com 24,5% dos casos.

Tabela 4 – Locais de internação mais frequentes entre e os casos de *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

Variáveis	<i>P. aeruginosa</i> N=395 (%)	<i>K. pneumoniae</i> N=458 (%)	P (IC 95%)
UTI	81 (20,5)	110 (24)	0,25
PS	97 (24,5)	113 (24,6)	0,96
Enfermarias	146 (36,9)	145 (31,6)	0,11
Ambulatório	71 (17,9)	90 (19,6)	0,59

UTI: unidade de terapia intensiva; PS: Pronto socorro; *: estatisticamente significativo.

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) concentrou parcela expressiva dos casos resistentes, especialmente entre os isolados de *Klebsiella pneumoniae*. Observou-se diferença estatisticamente significativa entre os microrganismos quanto ao local de internação, considerando nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Nesse contexto, a UTI apresentou maior proporção de casos de *K. pneumoniae* resistentes aos carbapenêmicos (42,9%) quando comparada a *Pseudomonas aeruginosa* (22%), com diferença significativa ($p=0,005$), conforme demonstrado na Tabela 5.

Entre os casos resistentes às polimixinas, observou-se padrão semelhante, com 42,8% dos isolados de *K. pneumoniae* concentrados na UTI, reforçando o papel desse setor como ambiente crítico para seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes. Embora o maior número absoluto de casos tenha sido registrado nas enfermarias e no pronto-socorro, a análise específica dos perfis de resistência demonstrou um comportamento distinto entre os microrganismos.

Entre as UTIs, observou-se predominância de casos na UTI adulta, com 66 registros de *K. pneumoniae* e 39 de *P. aeruginosa*, sendo para ambas a síndrome mais frequente as infecções do trato respiratório. A UTI cirúrgica também apresentou frequência relevante de isolados, totalizando 33 casos de *K. pneumoniae* e 23 de *P. aeruginosa*. Destaca-se ainda a ocorrência desses microrganismos na UTI neonatal e na UTI pediátrica, setores em que não são habitualmente predominantes, sendo identificados 4 casos de *K. pneumoniae* e 1 de *P. aeruginosa* na UTI neonatal, além de 7 casos de *K. pneumoniae* e 18 casos de *P. aeruginosa* na UTI pediátrica.

Tabela 5 - Síndrome clínica e locais de internação mais frequentes entre e os casos resistentes a carbapenêmicos e polimixinas no período de janeiro de 2024 a julho de 2025, no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia

	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>		<i>K. pneumoniae</i>
	R carb	R carb		R poli
	N=59 (%)	N=235 (%)	<i>P</i> (IC95%)	N=49 (%)
UTI	13 (22)	101 (42,9)	0,005*	21 (42,8)
PS	11 (18,6)	24 (10,2)	0,11	5 (10,2)
Enfermarias	26 (44)	81 (34,4)	0,22	19 (38,7)
Ambulatório	9 (15,2)	29 (12,3)	0,70	4 (8,16)

UTI: unidade de terapia intensiva; PS: Pronto socorro; *: estatisticamente significativa.

Na distribuição mensal dos casos de *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae* registrados entre janeiro de 2024 e julho de 2025, em que *K. pneumoniae* apresentou, de modo geral, maior número de casos, com picos nos meses de abril (46 casos) e outubro (42 casos) de 2024, e junho de 2025 (33 casos). Em contraste, *P. aeruginosa* apresentou valores mais estáveis, com maior frequência nos meses de janeiro (37 casos), março (32 casos) de 2024 e novamente março de 2025 (24 casos).

Ambos os microrganismos demonstraram redução no número de casos entre junho e julho de 2024, e nos primeiros meses de 2025 com destaque para fevereiro de 2025, período em que foram registrados os menores índices em todo o estudo.

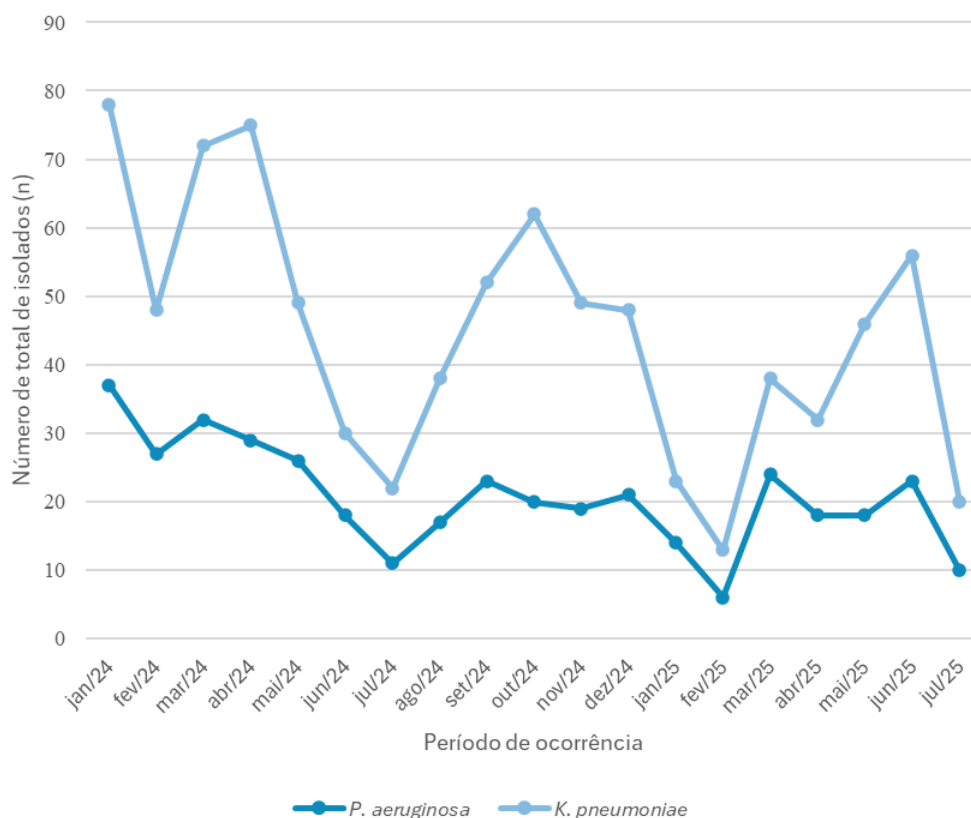


Figura 1 - Distribuição mensal dos casos de *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* no período de janeiro de 2024 a julho de 2025 no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia.

A maior frequência de infecções resistentes ocorreu durante os meses de abril de 2024 para os casos de *K. pneumoniae* resistentes a carbapenêmicos e de janeiro, fevereiro, outubro, dezembro de 2024 e junho de 2025 para os casos resistentes às polimixinas. Entre os isolados de *P. aeruginosa* resistentes a carbapenêmicos, a maior concentração ocorreu nos meses de janeiro, fevereiro e junho. Podemos notar um aumento dos casos a partir do mês de abril de 2025, especialmente entre os isolados de *K. pneumoniae*, sugerindo possível influência sazonal na ocorrência das infecções resistentes.

Discussão

O estudo demonstrou maior frequência de infecções por *Klebsiella pneumoniae* em comparação com *Pseudomonas aeruginosa*, além de taxas mais elevadas de resistência a carbapenêmicos e presença de resistência às polimixinas entre os isolados de *K. pneumoniae*. Esse cenário é consistente com estudos epidemiológicos que apontam *K. pneumoniae* como

importante agente de infecções relacionadas à assistência à saúde, frequentemente associada a isolados multirresistentes.^{13,14}

A elevada resistência aos carbapenêmicos observada em *K. pneumoniae* pode ser explicada de acordo com a literatura principalmente, pela produção de carbapenemases como KPC, frequentemente codificada por plasmídeos e outros elementos genéticos móveis, favorecendo disseminação no hospital e com a pressão seletiva antimicrobiana.^{13,15}

A resistência às polimixinas observada neste estudo merece destaque, principalmente entre os isolados de *Klebsiella pneumoniae*. No contexto brasileiro, a resistência à colistina e à polimixina B tem sido mais frequentemente associada a mutações cromossômicas que promovem alterações na estrutura do lipopolissacarídeo (LPS), reduzindo a ligação do antibiótico à membrana bacteriana¹⁶. O surgimento simultâneo de isolados resistentes a carbapenêmicos e polimixinas representa um cenário clínico crítico, uma vez que essas drogas são frequentemente consideradas terapias de última linha no tratamento de infecções graves por bacilos Gram-negativos^{16,19}

Quanto às síndromes clínicas, observou-se predominância de infecções do trato respiratório entre os casos de *P. aeruginosa*, sendo assim compatível com sua conhecida associação à pneumonia hospitalar e à pneumonia associada à ventilação mecânica.¹⁸ Sua capacidade de formação de biofilme e adaptação ao ambiente hospitalar favorece a persistência em pacientes críticos. Já as infecções do trato urinário foram mais frequentes entre os casos de *Klebsiella pneumoniae*, possivelmente relacionadas à colonização gastrointestinal e ao uso de dispositivos urinários invasivos, fatores que frequentemente são associados ao desenvolvimento de infecções urinárias e à disseminação de bactérias resistentes.^{19,20}

Em relação aos setores hospitalares, não houve diferença nos casos ($P>0,05$). No entanto, estudos apontam as UTIs como ambientes de maior risco para disseminação de microrganismos multirresistentes, em razão da gravidade clínica dos pacientes, uso frequente de antimicrobianos de amplo espectro e presença de múltiplos dispositivos invasivos.²¹ A predominância na UTI adulta pode refletir uma maior pressão seletiva, enquanto os casos identificados na UTI neonatal, ainda que em menor número, merecem uma atenção maior devido à vulnerabilidade imunológica dos recém-nascidos e ao potencial impacto clínico dessas infecções.²²

Na análise temporal, *P. aeruginosa* se mostrou com um comportamento mais estável, possivelmente relacionado à sua presença ambiental persistente no ambiente hospitalar. Já *K. pneumoniae* podemos observar picos mais precisos de ocorrência, o que pode sugerir uma possível influência da pressão seletiva exercida pelo uso de antimicrobianos e de variações na

dinâmica hospitalar conforme descrito no Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde ²³ sobre microrganismos resistentes aos carbapenêmicos no Brasil, que detalha a vigilância nacional e o aumento de isolados com resistência significativa em serviços de saúde.

Com isso, podemos reforçar a importância do uso racional de antimicrobianos, especialmente no contexto de terapias prolongadas e profilaxia inadequada. Programas de “stewardship” antimicrobiano demonstram redução significativa do consumo inadequado de antibióticos e das taxas de resistência bacteriana. ²⁴ Além disso, o diagnóstico microbiológico precoce e a integração entre equipe assistencial, microbiologia e controle de infecção são fundamentais para direcionamento terapêutico adequado e contenção da disseminação de cepas resistentes.

²⁵

Entre os pontos fortes do estudo, destaca-se a análise de um número elevado de casos e a avaliação simultânea de dois importantes patógenos hospitalares multirresistentes. Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas. Por se tratar de um estudo retrospectivo baseado em dados laboratoriais, não foi possível realizar a caracterização molecular dos mecanismos de resistência, o que limita a identificação específica das mutações associadas à resistência às polimixinas. Além disso, não foi possível avaliar variáveis clínicas individuais, como tempo de internação, uso prévio de antimicrobianos e desfechos clínicos.

Conclusão

As infecções causadas por *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* no período analisado apresentaram variável entre os setores hospitalares e perfis distintos de resistência. Observou-se maior frequência de casos de *K. pneumoniae*, acompanhada de taxas mais elevadas de resistência aos carbapenêmicos e presença de resistência às polimixinas, deixando um cenário de maior impacto clínico e terapêutico quando comparado a *P. aeruginosa*.

A distribuição temporal evidenciou variações mensais e períodos de maior concentração de casos resistentes, sugerindo influência de fatores institucionais e assistenciais. Quanto às síndromes clínicas, destacaram-se infecções respiratórias e urinárias, enquanto as UTIs concentraram uma quantidade relevante dos casos resistentes, reforçando o papel desses setores como ambientes críticos para seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes.

Dessa forma, os achados demonstram a necessidade de manutenção da vigilância epidemiológica local, da adequação de protocolos terapêuticos e do fortalecimento das estratégias de uso racional de antimicrobianos, visando mitigar a expansão de fenótipos resistentes no ambiente hospitalar.

Referências

1. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa Nacional de Prevenção e Controle de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (PNPCIRAS). Brasília: Ministério da Saúde; 2022.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico: Infecções relacionadas à assistência à saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2023.
3. World Health Organization (WHO). Report on the burden of endemic health care-associated infection worldwide. Geneva: WHO; 2011.
4. Logan LK, Weinstein RA. The epidemiology of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: the impact and evolution of a global menace. *Journal of Infectious Diseases*. 2017;215(Suppl 1):S28–S36.
5. Ayandele AA, Adeniyi SA, Ajayi A, et al. Antibiotic resistance pattern and distribution of resistant genes in Gram-negative bacteria. *Infection and Drug Resistance*. 2020;13:1247–1257.
6. Baron SA, Diene SM, Rolain JM. Human microbiomes and antibiotic resistance. *Human Microbiome Journal*. 2022;24:100130.
7. Hirsch EB, Tam VH. Impact of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infection on patient outcomes. *Pharmacotherapy*. 2010;30(3):273–281.
8. Martínez-Martínez L, González-López JJ. Carbapenemases in Enterobacteriaceae: types and epidemiology. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2014;32(Suppl 4):4–9.
9. Nordmann P, Naas T, Poirel L. Global spread of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Emerging Infectious Diseases*. 2011;17(10):1791–1798.
10. Marr CM, Russo TA. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*: a new public health threat. *Clinical Microbiology Reviews*. 2019;32(4):e00001-19.
11. Martins da Silva D. Mecanismos de resistência à colistina em *Klebsiella pneumoniae*. Brasília: Universidade de Brasília; 2019. Dissertação.
12. Peres TS. Resistência à colistina em *Klebsiella pneumoniae* isoladas em hospital brasileiro. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.
13. Logan LK, Weinstein RA. The epidemiology of carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: the impact and evolution of a global menace. *J Infect Dis*. 2017;215(Suppl 1):S28–S36. doi:10.1093/infdis/jiw282.
14. Baron SA, Diene SM, Rolain JM. Epidemiology of hospital-acquired infections caused by Enterobacterales. *Clin Microbiol Infect*. 2022;28(9):1183–1193.

- doi:10.1016/j.cmi.2022.03.015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1198743X22001235>
15. Bonomo RA, Burd EM, Conly J, Limbago BM, Poirel L, Segre JA, et al. Carbapenemase-producing organisms: a global scourge. *Clin Infect Dis*. 2018;66(8):1290-1297. doi:10.1093/cid/cix893. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6103317/>
 16. Poirel L, Jayol A, Nordmann P. Polymyxin resistance in Enterobacteriaceae: mechanisms and epidemiology. *Clin Microbiol Rev*. 2017;30(2):557-596. doi:10.1128/CMR.00064-16. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5574709/>
 17. Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB, et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines. *Clin Infect Dis*. 2016;63(5):e61-e111. doi:10.1093/cid/ciw353. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4981759/>
 18. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Antibiotic resistance threats in the United States, 2019. Atlanta (GA): CDC; 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2019-ar-threats-report-508.pdf>
 19. World Health Organization. Global antibiotic resistance surveillance report 2025. Geneva: WHO; 2025. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240116337>
 20. Bassetti M, De Pascale G, Cortigiani A, et al. Incidence of hospital-acquired infections due to carbapenem-resistant Enterobacterales and *Pseudomonas aeruginosa* in critically ill patients in Italy: a multicentre prospective cohort study. *Crit Care*. 2025;29:32. doi:10.1186/s13054-025-05266-1. Disponível em: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-025-05266-1>
 21. Kilinc M. Antibiotic resistance and mortality in ICU patients: a retrospective analysis of first culture growth results. *Antibiotics (Basel)*. 2025;14(3):290. doi:10.3390/antibiotics14030290. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/3/290>
 22. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Microrganismos resistentes aos carbapenêmicos e sua distribuição no Brasil, 2015 a 2022. *Boletim Epidemiológico* 2024;55(2):1-17. Atualizado em 30 jun 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2024/boletim-epidem-vol-55-n-2/view>

23. Baur D, Gladstone BP, Burkert F, Carrara E, Foschi F, Döbele S, et al. Effect of antibiotic stewardship on the incidence of infection and colonization with antibiotic-resistant bacteria and *Clostridioides difficile* infection: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2017;17(9):990-1001. doi:10.1016/S1473-3099(17)30325-0. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5625126/>
24. Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente Fernandes Figueira (IFF/Fiocruz). Stewardship de antimicrobianos: da teoria à prática. Portal de Boas Práticas em Saúde; 2024. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/atencao-recem-nascido/stewardship-de-antimicrobianos-da-teoria-a-pratica/>