

REVISTA DE PATOLOGIA DO TOCANTINS

CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE DE UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DE UM HOSPITAL PÚBLICO.

MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HEALTHCARE-RELATED INFECTIONS
IN THE INTENSIVE CARE UNIT OF A PUBLIC HOSPITAL.

Editor: Anderson Barbosa Baptista

Publicado: janeiro/dezembro 2025.

Direitos Autorais: Este é um artigo de acesso aberto que permite o uso, a distribuição e a reprodução sem restrições em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Conflito de Interesses: os autores declaram que não existem conflitos de interesses.

DOI: <https://doi.org/10.30873/RPTfluxocontinuo20973edespecial>

Marcelo Sousa Reis

Médico pela Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, Brasil. [Orcid.org/0000-0001-7313-1149](https://orcid.org/0000-0001-7313-1149)

Letícia Teixeira Lobo

Discente do curso de Biomedicina, Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, Paraíba, Brasil. [Orcid.org/0000-0001-6293-4325](https://orcid.org/0000-0001-6293-4325)

Bruno Henrique de Andrade Galvão

Professor/Doutor, Departamento de Ciência Biomédicas, Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, Paraíba, Brasil. [Orcid.org/0000-0002-1914-4085](https://orcid.org/0000-0002-1914-4085)

***Autor correspondente:** MARCELO SOUSA REIS; Universidade Federal da Paraíba - UFPB; Rua Bancário Clóvis Moreno Gondim, 183, CEP 58051-400, Bancários, João Pessoa-PB. marcelo.sreis1@gmail.com; **Estudo realizado no Hospital Universitário da UFPB através de projeto de iniciação científica PIBIC/UFPB; orcid.org/0000-0001-7313-1149.**

RESUMO:

Introdução: caracterizar as infecções relacionadas à assistência à saúde da UTI geral de um hospital público na Paraíba. **Metodologia:** estudo descritivo retrospectivo de abordagem quantitativa. A população do estudo foi constituída pelos pacientes que estiveram internados na UTI geral do hospital no ano de 2015, sendo incluídos aqueles com tempo de permanência de internação superior a 24 horas e que não apresentavam diagnóstico de infecção no momento da admissão na unidade. Foram excluídos aqueles cuja internação foi interrompida por transferência para outra instituição. Os dados foram obtidos a partir do banco de informações do Centro de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) e tabulados e analisados no programa Excel. **Resultados:** a taxa de prevalência de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) foi de 31,9% e a densidade de incidência de 39,5 casos por 1000 pacientes-dia. O tempo médio de internação desses pacientes foi de 27,6 dias. As infecções do trato respiratório foram as predominantes. As bactérias gram-negativas (73,6%) foram os agentes etiológicos mais prevalentes, onde se destacaram a *P. aeruginosa*, o *A. baumannii* e a *K. pneumoniae*. Os microrganismos apresentaram resistência elevada aos antimicrobianos. **Conclusão:** as IRAS são prevalentes na UTI geral do hospital, apresentando um perfil microbiológico variado e uma baixa susceptibilidade aos antimicrobianos usuais, corroborando com a preocupação mundial frente à resistência bacteriana microbiana.

PALAVRAS-CHAVE: Infecção Hospitalar. Epidemiologia. Resistência microbiana.

ABSTRACT:

Objective: To characterize healthcare-associated infections (HAIs) in the general Intensive Care Unit (ICU) of a public hospital in Paraíba. **Methodology:** This was a descriptive and retrospective study. The study population consisted of patients admitted to the hospital's general ICU in 2015. Included were those with a length of stay greater than 24 hours and without signs of infection upon admission. Patients who were transferred to another institution during hospitalization were excluded. Data were obtained from the Hospital Infection Control Center (CCIH) database and analyzed using Microsoft Excel. **Results:** The prevalence rate of HAIs was 31.9%, with an incidence density of 39.5 cases per 1,000 patient-days. The average length of ICU stay among infected patients was 27.6 days. Respiratory tract infections were the most frequent. Gram-negative bacteria accounted for 73.6% of the identified pathogens, with *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, and *Klebsiella pneumoniae* being the most prevalent. The microorganisms exhibited high levels of antimicrobial resistance. **Conclusion:** : HAIs are highly prevalent in the hospital's general ICU, showing a diverse microbiological profile and low susceptibility to commonly used antimicrobials. These findings reinforce global concerns about antimicrobial resistance.

KEYWORDS: Cross Infection. Epidemiology. Microbial Drug Resistance.

INTRODUÇÃO

Infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) são aquelas que acometem o indivíduo em instituições hospitalares, atendimentos ambulatoriais na modalidade de hospital dia ou domiciliar, ou outra unidade prestadora de assistência à saúde e que possam estar associadas a algum procedimento assistencial, seja ele terapêutico ou diagnóstico, podendo se manifestar durante ou após a alta^{1,2,3}.

As IRAS consistem em eventos adversos ainda persistentes nos serviços de saúde, gerando considerável elevação dos custos no cuidado do paciente, aumento do tempo de internação, da morbidade e da mortalidade nos serviços de saúde⁴. Desse modo, a identificação, a prevenção e o controle dessas infecções representam aspectos fundamentais para a intervenção sobre o risco em serviços de saúde⁵.

Nesse contexto, a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) aparece como um dos principais ambientes na disseminação de IRAS, as quais estão associadas a alguns cenários observados com frequência nessas unidades, como a gravidade clínica dos pacientes, a realização de procedimentos e o uso de dispositivos invasivos, a utilização de imunossupressores, o maior período de internação, a colonização por microrganismos resistentes, a prescrição de antimicrobianos e o próprio ambiente, o qual favorece a seleção natural de microrganismos resistentes. No Brasil, há estudos que relatam elevadas taxas de prevalência dessas infecções nessa unidade hospitalar, variando de 29,1% a 61,6%⁶⁻⁹.

A ocorrência das IRAS é uma situação muito prevalente nos serviços de saúde, e cada vez mais comum, ocasionando o uso das mais diversas classes de antimicrobianos em grandes proporções, o que favorece a seleção de patógenos resistente a esses fármacos, sendo este um grave problema de saúde pública no âmbito mundial^{10,11}. Tal cenário tornou-se ainda mais grave após a pandemia da COVID-19, na qual ocorreu o uso em alta escala das mais diversas classes de antimicrobianos, mesmo quando seu uso não era apropriado^{12,13}.

Compreender a prevalência, os agentes etiológicos, os sítios de infecção e os perfis de suscetibilidade antimicrobiana é essencial para desenvolver estratégias de prevenção, melhorar protocolos terapêuticos e otimizar o uso de antimicrobianos. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi caracterizar as infecções relacionadas à assistência à saúde na UTI geral de um hospital público da Paraíba. De modo a obter a prevalência das IRAS e o tempo médio de internação desses pacientes para assim buscar identificar os sítios e os agentes etiológicos dessas infecções e avaliar a susceptibilidade antimicrobiana desses patógenos.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo e retrospectivo, de caráter seccional, realizado em um hospital público de referência na Paraíba. A população do estudo foi constituída pelos pacientes que estiveram internados na UTI geral do hospital entre janeiro e dezembro de 2015. Foram incluídos aqueles com tempo de permanência de internação superior a 24 horas e que não apresentavam diagnóstico de infecção no momento da admissão na unidade. Foram excluídos aqueles cuja internação foi interrompida por transferência para outra instituição.

Os dados foram coletados a partir do banco de informações e registros do Centro de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) do referido hospital. Foi utilizado formulário como instrumento de coleta de dados, sendo preenchidas informações sobre a idade do paciente, sexo, tempo e desfecho da internação, sítio de infecção, agente etiológico envolvido e sensibilidade antimicrobiana. Os dados obtidos foram analisados de forma descritiva, buscando categorizar a amostra estudada. Assim, para variáveis quantitativas, empregou-se análise estatística descritiva, obtendo a média e o desvio-padrão para expressar a distribuição e a variabilidade dos dados, já para cada variável qualitativa foi efetuada uma análise categórica, de modo a categorizar essas variáveis, tornando possível avaliar as frequências relativas (%) e absolutas (N) para as diferentes classes. ~~disponibilizados em gráficos e tabelas.~~

Quanto aos aspectos éticos, todos os passos da pesquisa foram realizados de acordo com os princípios éticos da Resolução 466/2012 do Ministério da Saúde (MS) e submetidos ao Comitê de Ética com número do CAAE 57812016.8.0000.5183, obtendo parecer favorável com número 1.707.172.

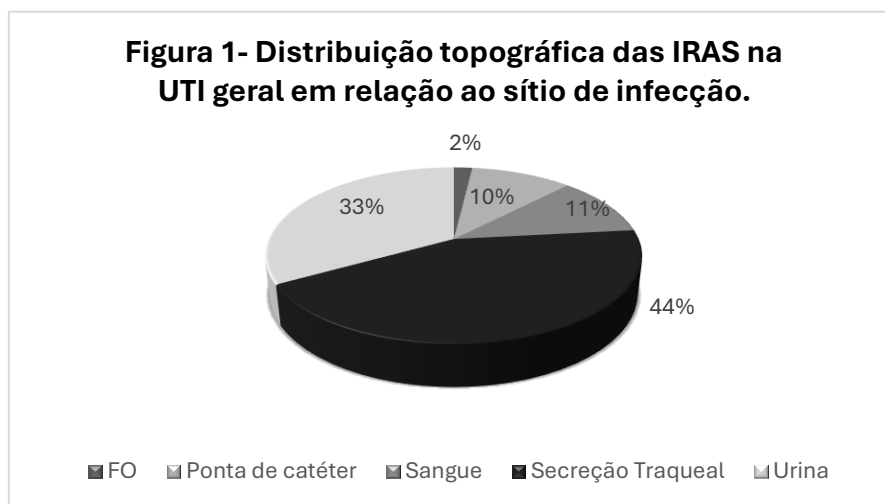
RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período estudado, 511 pacientes estiveram internados na UTI geral do hospital, divididos em duas alas, A e B. Foram registrados 163 casos de IRAS, por conseguinte, a taxa de prevalência de infecção foi de 31,9% ($n=163$) enquanto, do total de pacientes, 16,0% ($n=82$) apresentaram algum tipo de IRAS, mostrando uma razão de aproximadamente 1,99 ($n=163$) infecções por paciente infectado. A densidade de incidência de infecção registrada foi de 39,5 casos para 1000 pacientes/dia.

Quanto ao desfecho da internação dos pacientes que obtiveram IRAS, 48,8% foram a óbito. O sexo masculino representou 57,3% (47) dos casos, enquanto os demais eram do sexo feminino. Em relação à idade, a média foi de 57,5 anos (DP $\pm 21,3$), sendo a faixa etária predominante acima dos 65 anos de idade representando 34,1% da população estudada.

Em relação ao tempo médio de permanência na UTI foi observada uma média de 27,6 dias (DP \pm 20,1). Após estratificação, verificou-se que 20,9% permaneceram por até 10 dias, 40,3% entre 11 e 30 dias, 38,8% por mais de 30 dias.

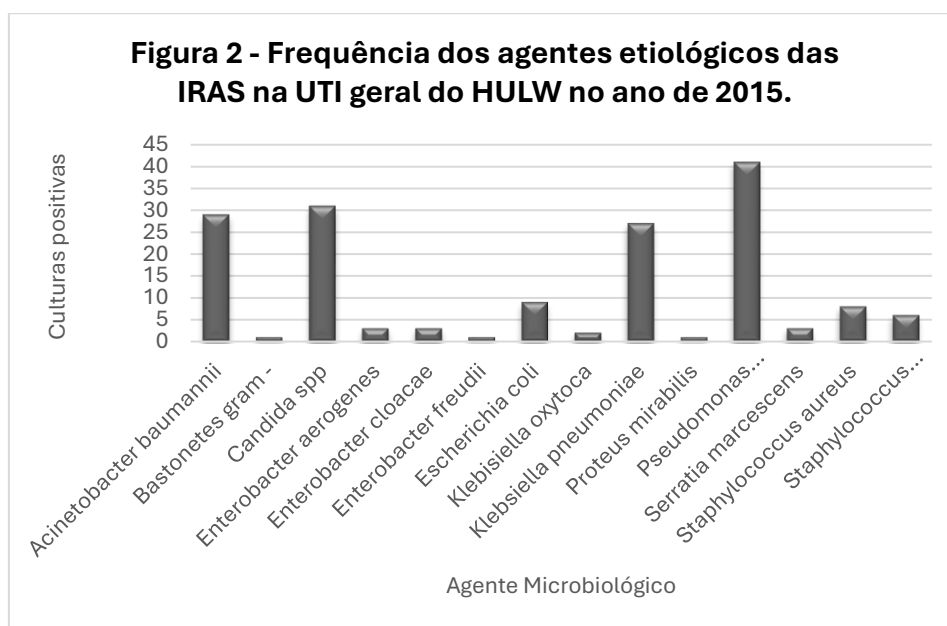
Quanto ao sítio de infecção, o trato respiratório foi o mais acometido, correspondendo a 43,5% (71) do total. A Figura 1 evidencia a distribuição topográfica percentual das IRAS na UTI geral em relação ao sítio de infecção durante o período em estudo.



FO = ferida operatória

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

A figura 2 representa o resultado das culturas realizadas com os respectivos microrganismos isolados dos pacientes infectados. A *Pseudomonas aeruginosa* foi o microrganismo mais prevalente, sendo encontrado em 25,1% das culturas ($n=41$). Em segundo lugar, apareceu a levedura *Candida* spp., responsável por 19,1% ($n=31$) dos casos. Em seguida, estão *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae*, sendo responsáveis por 17,8% ($n=29$) e 16,6% ($n=27$), respectivamente. Foram identificados em menor frequência bactérias Gram-positivas do gênero *Staphylococcus* e Gram-negativas da família *Enterobacteriaceae*.



Fonte: elaborado pelo autor (2018).

A partir dos testes de sensibilidade das cepas isoladas nas culturas, pode-se avaliar a sensibilidade dos microrganismos causadores das IRAS a diversos antimicrobianos. A tabela 1 apresenta a sensibilidade dos três patógenos mais prevalentes no estudo aos antimicrobianos utilizados na UTI geral do hospital. Vale salientar que foram obtidos os resultados dos antibiogramas de parte das culturas positivas, não sendo computados na sua totalidade. Assim, temos a representação dos antibiogramas de 55,5% das culturas de *K. pneumoniae*, 65,8% das culturas de *P. aeruginosa* e 55,1% das culturas de *A. baumannii*.

Tabela 1: Sensibilidade antimicrobiana dos principais agentes etiológicos das IRAS na UTI geral do HULW em 2015.

	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (n=15)		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (n=27)		<i>Acinetobacter baumannii</i> (n=16)	
Antimicrobianos	Sensíveis	Não testados	Sensíveis	Não testados	Sensíveis	Não testados
Amicacina	-	-	03 (37,5%)	19	00 (0,0%)	12

Ampicilina	00 (0,0%)	09	00 (0,0%)	24	00 (0,0%)	13
Aztreonam	02 (25,0%)	07	13 (81,3%)	11	00 (0,0%)	2
Amox./Clavulanato	01 (50,0%)	13	-	-	02 (40,0%)	11
Cefepime	03 (23,1%)	02	09 (40,9%)	05	00 (0,0%)	01
Ceftriaxona	03 (27,3%)	04	00 (0,0%)	15	00 (0,0%)	09
Ceftazidime	02 (16,7%)	03	07 (29,2%)	03	00 (0,0%)	02
Cefotaxima	01 (12,5%)	07	00 (0,0%)	20	00 (0,0%)	07
Ciprofloxacino	06 (44,2%)	02	11 (47,8%)	04	00 (0,0%)	03
Cloranfenicol	04 (50,0%)	07	01 (7,2%)	13	00 (0,0%)	09
Colistina	02 (100%)	13	13 (100%)	14	06 (100%)	10
Gentamicina	01 (20,0%)	10	06 (54,6%)	16	02 (33,3%)	10
Imipenem	08 (57,2%)	01	14 (56,0%)	02	02 (12,5%)	00
Meropenem	09 (64,3%)	01	12 (54,6%)	05	02 (12,5%)	00
Piperaciclina/Tazobac.	02 (20,0%)	05	16 (84,0%)	07	02 (13,3%)	01
Polimixina B	04 (80,0%)	10	16 (100%)	11	14 (100%)	02
Sulfa./Trimetropim	02 (20,0%)	05	00 (0,0%)	18	00 (0,0%)	08
Tetraciclina	01 (16,7%)	09	00 (0,0%)	16	00 (0,0%)	15
Tobramicina	07 (63,7%)	04	08 (40,0%)	07	05 (41,7%)	04
Ticarciclina/Ac. Clav.	01 (10,0%)	05	02 (22,2%)	18	00 (0,0%)	06

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Neste estudo a taxa de infecção no setor hospitalar estudado foi de 31,9%, estando dentro da faixa de infecção encontrada em outro estudo que analisou a taxa de IRAS em 50 hospitais universitários no Brasil, o qual apresentou taxas variando entre 29,1% a 61,6% nas UTIs analisadas⁹. Já um segundo estudo também multi-hospitalar foi possível observar taxa de infecção de aproximadamente 40%, sendo a taxa do presente estudo, portanto, inferior⁸. Outra pesquisa realizada em Minas Gerais com 35 hospitais apresentou taxa de prevalência de 35,8%, um valor mais próximo ao que foi encontrado na pesquisa atual¹⁴.

Essas variações podem ser explicadas pelo fato de as taxas de infecção serem maiores em hospitais de grande porte e de ensino, características do hospital em que foi desenvolvido o presente estudo, e variam de acordo com o tipo de vigilância utilizado e grau de complexidade da instituição. As taxas de IRAS no ambiente de terapia intensiva variam e são consideravelmente maiores do que em outras unidades de internação de um hospital que possuem pacientes menos críticos clinicamente¹⁵.

O tempo médio de permanência na UTI geral analisada foi de 27,6 dias (DP \pm 20,1). Um outro estudo com cerca de 4000 pacientes também apresentou uma média elevada de 10,2 \pm 25,2 dias de internação¹⁶. Já um terceiro estudo feito em 57 países apresentou uma média de 11,1 dias¹⁷, valor consideravelmente inferior quando comparada ao presente estudo e a pesquisa citada anteriormente. A diferença nos valores do tempo médio de internação pode ser atribuída a diversos fatores, como o tamanho da amostra utilizada para a análise de dados nos estudos. No estudo mais recente citado, a amostra é significativamente maior, o que confere maior robustez aos resultados. Além disso, o uso de dados provenientes de diferentes países pode impactar substancialmente a média observada, uma vez que países em desenvolvimento frequentemente apresentam indicadores de qualidade de saúde inferiores em comparação com países mais desenvolvidas. Nesse contexto, pode-se supor que o presente estudo reflète de forma mais fidedigna a realidade das UTIs brasileiras.

As IRAS estão associadas, muitas vezes, a desfechos desfavoráveis, como o aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes que as adquirem. No presente estudo, 48,8% dos pacientes com esse tipo de infecção tiveram o óbito como desfecho da internação. Em outro estudo realizado em UTI terciária no Brasil, registrou-se 46% de taxa de mortalidade entre os pacientes com infecções hospitalares¹⁸. A semelhança nas taxas de mortalidade entre pacientes de UTI com infecções destaca o impacto negativo

significativo dessas condições no prognóstico e na evolução clínica dos pacientes, considerando que quase metade deles evolui para óbito nos estudos citados anteriormente.

Além disso, é válido destacar que essa estadia prolongada gera um aumento significativo nos gastos hospitalares^{9,19}. Um estudo de 2020 em um hospital universitário relata que o custo por hospitalização de pacientes com IRAS é cerca de 75% maior do que o de pacientes sem IRAS⁹.

Em relação ao sítio das infecções, outros estudos em UTIs no Brasil também tiveram o trato respiratório como o mais prevalente, entrando em concordância com os dados aqui apresentados^{20, 21,22}. É possível assumir que esse cenário prevalece devido a diversos fatores interligados como o frequente comprometimento imunológico decorrente de doenças subjacentes, o uso de medicamentos imunossupressores ou procedimentos e dispositivos invasivos, como intubação e ventilação mecânica, que comprometem as barreiras naturais de defesa do trato respiratório e facilitam a colonização por microrganismos patogênicos. Ademais, a manipulação de dispositivos e equipamentos compartimentados por parte da equipe de saúde pode facilitar a disseminação de microrganismos, principalmente quando os protocolos de higiene são inadequados^{21, 23,24}.

Os resultados evidenciaram que 73,6% das IRAS foram isolados bacterianos gram-negativos, verificando uma predominância desses agentes. Esse dado corrobora outros estudos que também identificam microrganismos gram-negativos como os principais agentes causadores de infecções no contexto hospitalar analisado^{25,26}. Tal panorama reforça a necessidade de uma abordagem integrada, que englobe vigilância epidemiológica, avanços em pesquisa e estratégias educativas, visando mitigar o impacto dessas infecções no sistema de saúde.

Um fenômeno muito importante na conjuntura atual é a resistência bacteriana que, cada vez mais, preocupa todo o setor da saúde. Tal fato constitui um problema de saúde pública mundial que desperta a atenção tanto de órgãos governamentais nacionais como de internacionais, a exemplo da Organização Mundial de Saúde (OMS), do Centro de Controle de Doenças (CDC), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e das associações de controladores de infecções hospitalares, além da Indústria farmacêutica internacional. As alternativas de tratamento, nessas circunstâncias, tornam-se muito reduzidas na presença de organismos resistentes.

Os resultados da presente pesquisa relativos à sensibilidade antimicrobiana corroboram com esta preocupação mundial, uma vez que as três bactérias mais prevalentes na etiologia das IRAS apresentaram baixa sensibilidade à maioria dos antimicrobianos quando submetidas ao teste de sensibilidade. A *Pseudomonas aeruginosa*,

microrganismo mais prevalente, apresentou uma susceptibilidade acima de 60,0% apenas ao aztreonam (81,3%), piperaciclina/tazobactam (84,0%), polimixina B (100,0%) e colistina (100,0%).

Uma pesquisa realizada em 24 hospitais brasileiros, mostrou um cenário ainda mais grave em relação ao perfil de sensibilidade desse microrganismo, uma vez que foi observada nível de sensibilidade de 45.4% ao aztreonam, 54.6% a piperaciclina/tazobactam e 0% a polimixina B e colistina . Já antimicrobianos ~~antibióticos~~ mais recentes apresentaram maior eficácia em relação a esse microrganismo, como no caso do cefidecorol (100%) e da ceftolozano-tazobactam (92,4%)²⁷.

Quanto ao *Acinetobacter baumannii*, 100,0% das cepas apresentaram sensibilidade à polimixina e à colistina. No entanto, nenhum dos demais antimicrobianos conseguiu sensibilizar 50,0% delas, havendo inclusive a resistência completa de algumas culturas, como mostra a tabela 1. Uma pesquisa no sul do Brasil também relatou resultados semelhantes, evidenciando altas taxas de resistência, com a polimixina permanecendo como o agente mais ativo no combate ao microrganismo²⁸. Contudo, é válido destacar que há casos relatados na literatura onde cepas desse microrganismo se mostraram resistentes também a polimixina²⁹, evidenciando que, apesar de ainda ser um antimicrobiano eficiente na maioria dos cenários, a polimixina necessita ser utilizada com cautela para evitar a seleção cada vez maior de cepas resistentes.

O cenário de resistência elevada também se mostrou presente na análise dos antibiogramas das cepas de *K. pneumoniae*, a terceira bactéria mais isolada. Tal patógeno apresentou sensibilidade superior a 50,0% apenas ao Imipenem (57,2%), Tobramicina (63,7%), Meropenem (64,3%), Polimixina (80,0%) e Colistina (100,0%). Dois estudos realizados no país evidenciaram que a *K. pneumoniae* apresentou susceptibilidade maior ao Imipenem quando comparado aos demais antimicrobianos nas suas determinadas UTIs.

Isolados desse agente patogênico em um hospital brasileiro mostraram alta resistência à Ceftriaxona, Ceftazidima, Cefepima, gentamicina e Ciprofloxacino, mas foram suscetíveis à Amicacina e ao Meropenem³⁰. Já um segundo estudo apontou uma resistência aumentada à Colistina (239,3%), Meropenem (74,2%), Imipenem (29,7%) e outro antimicrobianos³¹.

Nesse contexto, é importante destacar que a problemática da resistência bacteriana é decorrente de diversos fatores, como ocorrência de mutação e presença de material genético transferível (plasmídeo, transposons e integron), e da contribuição do uso indiscriminado e inadequado dos antimicrobianos, não apenas na saúde humana, mas também na saúde animal e em outros setores da economia. Sobretudo no ambiente

hospitalar, devido ao uso mais intenso dessas drogas, a utilização inadequada de antimicrobianos é a principal causa de resistência, pelo papel selecionador das cepas resistentes.

CONCLUSÃO

As infecções relacionadas à assistência à saúde são realidade nos serviços de saúde em todo o país e podem causar os mais variados danos ao paciente. No presente estudo foi possível observar uma taxa de prevalência de infecções significativa compatível com estudos nacionais realizados em unidades similares, reforçando a relevância e atualidade dos dados apresentados. A média de permanência hospitalar entre os pacientes infectados superior à 27 dias contribui significativamente para o aumento da morbidade, mortalidade e custos hospitalares, corroborando a gravidade das IRAS nesse contexto.

Quanto à topografia das infecções, o trato respiratório foi o mais acometido pelas IRAS, resultado coerente com a literatura e com as particularidades das UTIs, onde procedimentos invasivos e ventilação mecânica são amplamente utilizados. As bactérias gram-negativas se mostraram como os agentes etiológicos predominantes, onde *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae* foram os mais prevalentes, sendo associados a quadros graves e com altos índices de resistência antimicrobiana à maioria dos antimicrobianos testados. Tais dados corroborando a preocupação global com a crescente crise de resistência bacteriana e reiteram a urgência da adoção de estratégias robustas de controle e prevenção de infecções, bem como de políticas mais restritivas e racionalizadas no uso de antimicrobianos.

Portanto, os resultados da presente pesquisa não apenas confirmam a elevada prevalência das IRAS na UTI estudada, mas também evidenciam o perfil microbiológico predominante e as fragilidades quanto à eficácia dos tratamentos disponíveis. Diante disso, reforça-se a necessidade da vigilância epidemiológica contínua, da implementação de práticas rigorosas de controle de infecção e do uso racional de antimicrobianos, visando minimizar os impactos dessas infecções na saúde pública e na assistência hospitalar, especialmente no contexto das UTIs.

Referências Bibliográficas

1. Escobar D, Pegues D. Healthcare-associated infections: where we came from and where we are headed. BMJ Qual Saf. 2021;30(6):440–3. doi:10.1136/bmjqs-2020-012582

2. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Bakar MA. Health care-associated infections – an overview. *Infect Drug Resist*. 2018;11:2321–33. doi:10.2147/IDR.S177247
3. Brasil. Ministério da Saúde. *Portaria nº 2616, de 12 de maio de 1998. Dispõe sobre ações de prevenção e controle das infecções hospitalares*. Diário Oficial da União. Brasília (DF); 1998 maio 13; Seção 1.
4. Murhekar MV, Kumar CPG. Health-care-associated infection surveillance in India. *Lancet Glob Health*. 2022;10(9):e1222–3. doi:10.1016/S2214-109X(22)00317-5
5. Puro V, Agodi A, Carretto E, Luzzaro F, Meschiari M, Petrosillo N, et al. Pillars for prevention and control of healthcare-associated infections: an Italian expert opinion statement. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2022;11(1):104. doi:10.1186/s13756-022-01125-8
6. Wijaya L. How to manage and control healthcare associated infections. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2018;125:012105. doi:10.1088/1755-1315/125/1/012105
7. Blot S, Rello J, Vogelaers D, Misset B, Labeau S, Vandijck D, et al. Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies. *Intensive Crit Care Nurs*. 2022;70:103227. doi:10.1016/j.iccn.2022.103227
8. Braga IA, Campos PA, Gontijo Filho PP, Ribas RM. Multi-hospital point prevalence study of healthcare-associated infections in 28 adult intensive care units in Brazil. *J Hosp Infect*. 2018;99(3):318–24. doi:10.1016/j.jhin.2018.03.003
9. Osme SF, Medeiros EA, Conceição MJ, Oliveira MS, Levin AS, Costa SF, et al. Financial impact of healthcare-associated infections on intensive care units estimated for fifty Brazilian university hospitals affiliated to the unified health system. *J Hosp Infect*. 2021;117:96–102. doi:10.1016/j.jhin.2021.08.012
10. Zaman SB, Hussain MA, Nye R, Mehta V, Mamun KT, Hossain N. A review on antibiotic resistance: alarm bells are ringing. *Cureus*. 2017;9(6):e1403. doi:10.7759/cureus.1403
11. Martínez JL. Effect of antibiotics on bacterial populations: a multi-hierarchical selection process. *F1000Res*. 2017;6:51. doi:10.12688/f1000research.9685.1

12. Ruiz J. Enhanced antibiotic resistance as a collateral COVID-19 pandemic effect?. *J Hosp Infect.* 2020;107:114–5. doi:10.1016/j.jhin.2020.11.010
13. Lynch C, Mahida N, Gray J. Antimicrobial stewardship: a COVID casualty?. *J Hosp Infect.* 2020;106(3):401–3. doi:10.1016/j.jhin.2020.10.002
14. Almeida ER Jr, Souza EM, Ferreira CF, Lobo RD, Silva KE, Fortaleza CM, et al. Multicentre surveillance of epidemiologically important pathogens causing nosocomial bloodstream infections and pneumonia trials in Brazilian adult intensive care units. *J Med Microbiol.* 2023;72(2):001654. doi:10.1099/jmm.0.001654
15. Ulusoy TU, Altunok ES, Alp A, Esen S, Aksu G. Comparison of the distribution of healthcare-associated infections and causative agents between intensive care units and other clinics. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2024;34(2):172–7. doi:10.29271/jcpsp.2024.02.172
16. Toptas M, Sengul Samanci N, Akpinar E, Suzan T. Factors affecting the length of stay in the intensive care unit: our clinical experience. *Biomed Res Int.* 2018;2018:9438046. doi:10.1155/2018/9438046
17. Khanna AK, Bergese SD, Greco K, Dasta JF. International variation in length of stay in intensive care units and the impact of patient-to-nurse ratios. *Intensive Crit Care Nurs.* 2022;72:103265. doi:10.1016/j.iccn.2022.103265
18. Otero ML, Araújo JN, Silva MH, Ferreira GL, Lobo RD, Costa SF, et al. Factors associated with mortality in critically ill patients diagnosed with hospital acquired infections. *Infect Drug Resist.* 2020;13:2811–7. doi:10.2147/IDR.S264276
19. Osme SF, Medeiros EA, Conceição MJ, Oliveira MS, Levin AS, Costa SF, et al. Costs of healthcare-associated infections to the Brazilian public Unified Health System in a tertiary-care teaching hospital: a matched case–control study. *J Hosp Infect.* 2020;106(2):303–10. doi:10.1016/j.jhin.2020.07.015
20. Mittal S, Madan K. Ventilator associated pneumonia. In: Dhooria S, Madan K, Sehgal IS, Agarwal R, editors. *Critical Care in Respiratory Diseases*. Singapore: Springer; 2020. p. 87–96. doi:10.1007/978-981-15-4039-4_5
21. Viderman D, Khamzina Y, Kaligozhin Z, Akanov A, Balmagambetova S, Zhumadilov Z, et al. An observational case study of hospital associated infections in a critical care unit in

Astana, Kazakhstan. Antimicrob Resist Infect Control. 2018;7(1):3. doi:10.1186/s13756-018-0350-0

22. Barroso D, Vieira RM, Ferreira TGS, Silva D. The economic impact of healthcare-associated infections in hospitalization in intensive care units. Rev Eletr Acervo Saúde. 2023;23(5):e13053. doi:10.25248/reas.e13053.2023

23. Wille I, Mayr A, Kreidl P, Lass-Flörl C, Hinterberger G. Cross-sectional point prevalence survey to study the environmental contamination of nosocomial pathogens in intensive care units under real-life conditions. J Hosp Infect. 2018;98(1):90–5. doi:10.1016/j.jhin.2017.09.019

24. Omar A. Bacterial contamination on electronic surfaces in ICU. Acad J Nawroz Univ. 2024;13(1):658–64. doi:10.25007/ajnu.v13n1a1889

25. Costa M, Ramos M, Oliveira D, Silva R, Souza L, Santos A. Principais micro-organismos responsáveis por infecções relacionadas à assistência em saúde (IRAS) em UTIs: uma revisão integrativa. Rev Eletr Fac Evang Ceres. 2019;8(1):30. doi:10.37951/refacer.v8i1.4480

26. Daga MK, Sarin S, Nair S, Patel A, Mohapatra M, Srivastava D, et al. *Current pattern and clinico-bacteriological profile of healthcare associated infections (HAI) in an ICU setting: an observational study*. [preprint]. Res Sq. 2021. doi:10.21203/rs.3.rs-874099/v1

27. Camargo CH, da Silva Paim TG, da Costa Linhares G, de Lima KC, de Oliveira Santos IC, Lincopan N, et al. Genomics and antimicrobial susceptibility of clinical *Pseudomonas aeruginosa* isolates from hospitals in Brazil. Pathogens. 2023;12(7):918. doi:10.3390/pathogens12070918

28. Reus L, Ascoli BM, Ribeiro VB, Zavascki AP. A four-year follow-up survey of antimicrobial resistance among *Acinetobacter baumannii* complex from inpatients in Southern Brazil. Am J Infect Control. 2021;49(12):1503–5. doi:10.1016/j.ajic.2021.07.014

29. Silva MCB, Rizek CF, Estrela AB, Cardoso RF, da Costa Darini AL, Pignatari ACC, et al. Genetic, antimicrobial resistance profile and mortality rates of *Acinetobacter baumannii* infection in Brazil: a systematic review. Narra J. 2022;2(1):100029. doi:[10.52225/narra.v2i1.68](https://doi.org/10.52225/narra.v2i1.68)

30. Rocha FR, Pinto FR, Gonçalves D, Lessa FC, Andrade SS, Souza HA, et al. High frequency of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* nosocomial strains isolated from a teaching hospital in Brazil. *Microb Drug Resist*. 2019;25(6):909–14. doi:10.1089/mdr.2018.0142
31. Lorenzoni VV, Silva CU, de Almeida Dias AC, Brignol SM, da Silva RM. Increased antimicrobial resistance in *Klebsiella pneumoniae* from a University Hospital in Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2018;51(5):676–9. doi:10.1590/0037-8682-0362-2017