ReGeo ISSN: 2177-3246

PERFIL MICROBIOLÓGICO E FREQUÊNCIA DE ISOLADOS DE ENTEROBACTERALES PRODUTORES DE ESBL E CARBAPENEMASES EM UM HOSPITAL PRIVADO DO NORTE DO PARANÁ

MICROBIOLOGICAL PROFILE AND FREQUENCY OF ESBL- AND CARBAPENEMASE-PRODUCING ENTEROBACTERALES ISOLATES IN A PRIVATE HOSPITAL IN NORTHERN PARANÁ

PERFIL MICROBIOLÓGICO Y FRECUENCIA DE AISLADOS DE ENTEROBACTERALES PRODUCTORES DE ESBL Y CARBAPENEMASAS EN UN HOSPITAL PRIVADO DEL NORTE DE PARANÁ

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-070

Data de submissão: 12/09/2026 **Data de publicação:** 12/10/2026

Yasmin de Santi Ovidio Gobetti
Graduanda em Farmácia
Instituição: Centro Universitário Ingá (Uningá)
E-mail: yasminsantiovidio@gmail.com

Alessandra Barrochelli da Silva Ecker
Mestra em Biociências e Fisiopatologia
Instituição: Centro Universitário Ingá (Uningá)
E-mail: farmacia@uninga.edu.br

Raquel Marina Gobbi de Oliveira Jacometto
Instituição: Hospital Memorial
E-mail: hospital.draraqueloliveira@uninga.edu.br

Thaila Fernanda Oliveira da Silva
Doutora em Ciências Farmacêuticas
Instituição: Centro Universitário Ingá (Uningá)
E-mail: thailaf.silva@gmail.com

Carolina Trevisolli Palomo
Doutora em Ciências da Saúde
Instituição: Centro Universitário Ingá (Uningá)
E-mail: prof.carolinatrevisolli@uninga.edu.br

RESUMO

A resistência aos antimicrobianos constitui um importante problema de saúde pública, especialmente diante da disseminação de Enterobacterales produtoras de β-lactamases. O presente estudo teve como objetivo caracterizar o perfil microbiológico dos isolados de Enterobacterales obtidos em um hospital privado do Norte do Paraná, identificando as espécies e determinando a frequência de isolados produtores de β-lactamases, com ênfase em ESBL e carbapenemases. Trata-se de estudo retrospectivo, transversal e descritivo, realizado a partir de dados secundários referentes ao período de dezembro de 2025 a maio de 2026. Foram analisados 102 isolados distribuídos em dez espécies. Escherichia coli foi a espécie mais frequente, representando 56,9% dos isolados, seguida por Klebsiella pneumoniae,

com 31,4%. A urina foi o material biológico mais frequente (35,3%), seguida por swab anal (26,5%) e sangue (12,7%). ESBL foi confirmada em 46,1% dos isolados, principalmente em E. coli e K. pneumoniae. Carbapenemases foram confirmadas em 15,7%, sendo 8,8% KPC e 6,9% NDM, com maior concentração em K. pneumoniae. Quatro isolados apresentaram registro de provável produção de AmpC. Os resultados demonstram a relevância da caracterização microbiológica local para o acompanhamento da circulação de β-lactamases e para a vigilância da resistência antimicrobiana no ambiente hospitalar.

Palavras-chave: Antibacterianos. Testes de Sensibilidade Microbiana. Beta-Lactamases.

ABSTRACT

Antimicrobial resistance is an important public health problem, particularly due to the spread of β-lactamase-producing Enterobacterales. This study aimed to characterize the microbiological profile of Enterobacterales isolates obtained from a private hospital in Northern Paraná, Brazil, identifying the species and determining the frequency of β-lactamase-producing isolates, with emphasis on ESBL and carbapenemases. This retrospective, cross-sectional and descriptive study analyzed secondary data from December 2025 to May 2026. A total of 102 isolates belonging to ten species were analyzed. Escherichia coli was the most frequent species, accounting for 56.9% of isolates, followed by Klebsiella pneumoniae with 31.4%. Urine was the most frequent biological specimen (35.3%), followed by anal swabs (26.5%) and blood (12.7%). ESBL was confirmed in 46.1% of isolates, mainly in E. coli and K. pneumoniae. Carbapenemases were confirmed in 15.7%, with KPC detected in 8.8% and NDM in 6.9% of isolates, with the highest concentration in K. pneumoniae. Four isolates were reported as probable AmpC producers. These findings demonstrate the relevance of local microbiological characterization for monitoring β-lactamase circulation and antimicrobial resistance surveillance in the hospital setting.

Keywords: Antibacterials. Microbial Sensitivity Tests. Beta-Lactamases.

RESUMEN

La resistencia a los antimicrobianos constituye un importante problema de salud pública, especialmente por la diseminación de Enterobacterales productoras de β-lactamasas. El objetivo de este estudio fue caracterizar el perfil microbiológico de los aislados de Enterobacterales obtenidos en un hospital privado del Norte de Paraná, Brasil, identificando las especies y determinando la frecuencia de aislados productores de β-lactamasas, con énfasis en ESBL y carbapenemasas. Se realizó un estudio retrospectivo, transversal y descriptivo a partir de datos secundarios correspondientes al período de diciembre de 2025 a mayo de 2026. Se analizaron 102 aislados distribuidos en diez especies. Escherichia coli fue la especie más frecuente (56,9%), seguida de Klebsiella pneumoniae (31,4%). La orina fue la muestra biológica más frecuente (35,3%), seguida del hisopado anal (26,5%) y la sangre (12,7%). Se confirmó ESBL en el 46,1% de los aislados. Las carbapenemasas fueron confirmadas en el 15,7%, con 8,8% KPC y 6,9% NDM, principalmente en K. pneumoniae. Cuatro aislados presentaron probable producción de AmpC. Los resultados destacan la importancia de la caracterización microbiológica local para la vigilancia de la resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: Antibacterianos. Pruebas de Sensibilidad Microbiana. Beta-Lactamasas.

1 INTRODUÇÃO

A resistência aos antimicrobianos (RAM) constitui um importante problema de saúde pública, pois compromete a efetividade dos medicamentos utilizados no tratamento das doenças infecciosas e favorece a ocorrência de infecções de difícil manejo. A disseminação de microrganismos resistentes está associada à redução das opções terapêuticas, ao prolongamento das internações hospitalares, ao aumento dos custos assistenciais e ao maior risco de desfechos desfavoráveis. Por essa razão, o enfrentamento da RAM exige ações integradas de prevenção e controle de infecções, vigilância epidemiológica e laboratorial, pesquisa e uso racional dos antimicrobianos (Organização Mundial da Saúde, 2015; Organização Mundial da Saúde, 2019; Brasil, 2024).

Entre os microrganismos de relevância nesse cenário encontram-se as bactérias da ordem Enterobacterales, que incluem gêneros de importância clínica como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*, *Providencia* e *Citrobacter*. Algumas dessas bactérias podem integrar a microbiota intestinal humana e também atuar como patógenos oportunistas, estando relacionadas a infecções urinárias, da corrente sanguínea, respiratórias e intra-abdominais. Sua identificação em diferentes materiais biológicos e contextos assistenciais demonstra sua importância tanto para a prática clínica quanto para a vigilância microbiológica (Moreira de Gouveia; Bernalier-Donadille; Jubelin, 2024; Zavascki *et al.*, 2025).

A relevância das Enterobacterales também está relacionada à capacidade de desenvolver e adquirir diferentes mecanismos de resistência. Entre eles destaca-se a produção de β-lactamases, enzimas capazes de comprometer a atividade dos antimicrobianos β-lactâmicos. Nesse grupo encontram-se as β-lactamases de espectro estendido (ESBL) e as carbapenemases, como KPC (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase) e NDM (New Delhi metallo-β-lactamase), mecanismos de especial importância pela sua relação com a resistência a antimicrobianos amplamente utilizados no tratamento de infecções causadas por bacilos Gram-negativos (Bush; Jacoby, 2010; Aurilio *et al.*, 2022).

No Brasil, a circulação desses mecanismos permanece relevante. Dados nacionais demonstram ampla ocorrência de KPC e expansão da detecção de NDM entre Enterobacterales. Entre os períodos pré-pandêmico e pandêmico de COVID-19, a taxa de detecção de *blaNDM* aumentou de 18,7% para 28,0%, enquanto *blaKPC* permaneceu amplamente detectado (Brasil, 2024). Estudos brasileiros recentes também demonstram diferenças na distribuição de KPC e NDM entre espécies bacterianas, instituições e regiões (Del Peloso *et al.*, 2025; Moreira *et al.*, 2026).

A frequência das espécies e dos mecanismos de resistência pode variar de acordo com a região geográfica, o perfil assistencial da instituição, a população atendida, os materiais biológicos analisados

e os métodos laboratoriais empregados. Dessa forma, dados provenientes de grandes sistemas de vigilância ou de outras instituições não necessariamente refletem integralmente a realidade microbiológica de um hospital específico. O conhecimento do perfil local pode contribuir para a vigilância epidemiológica e laboratorial e para o planejamento de medidas de prevenção e controle da resistência antimicrobiana (Brasil, 2024; Zavascki *et al.*, 2025).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o perfil microbiológico dos isolados de Enterobacterales obtidos em um hospital privado do Norte do Paraná, identificando as espécies e determinando a frequência de isolados produtores de β-lactamases, com ênfase em ESBL e carbapenemases.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As Enterobacterales compreendem bactérias Gram-negativas de ampla importância clínica. Representantes como *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* podem estar presentes no trato gastrointestinal humano, que constitui um reservatório para diferentes linhagens bacterianas. Entretanto, alterações das barreiras do hospedeiro ou o acesso desses microrganismos a outros sítios podem favorecer sua participação em processos infecciosos. A colonização intestinal por Enterobacterales resistentes também apresenta importância epidemiológica no ambiente hospitalar, devido à possibilidade de disseminação de microrganismos e de determinantes de resistência (Moreira de Gouveia; Bernalier-Donadille; Jubelin, 2024; Lavagnoli *et al.*, 2017).

A resistência aos β-lactâmicos pode decorrer de diferentes mecanismos, incluindo alterações de permeabilidade da membrana externa, modificações de porinas, bombas de efluxo e produção de β-lactamases. Essas enzimas promovem a hidrólise dos β-lactâmicos e podem ser classificadas molecularmente nas classes A, B, C e D. As classes A, C e D utilizam serina em seu mecanismo catalítico, enquanto as enzimas da classe B são metalo-β-lactamases dependentes de íons metálicos, principalmente zinco (Bush; Jacoby, 2010; Aurilio *et al.*, 2022).

Entre essas enzimas, as ESBL apresentam capacidade de hidrolisar penicilinas, cefalosporinas de espectro ampliado e aztreonam, estando frequentemente associadas a *E. coli* e *K. pneumoniae*. Entre as famílias mais conhecidas encontram-se TEM (*Temoniera*), SHV (*Sulfhydryl Variable*) e CTX-M (*Cefotaximase-Munich*). Muitas ESBL são inibidas pelo ácido clavulânico, característica utilizada em métodos fenotípicos de confirmação. No Brasil, Lago, Fuentefria e Fuentefria (2010) identificaram produção de ESBL em 24,8% das enterobactérias analisadas, com predomínio de *E. coli* entre os produtores. Carvalho *et al.* (2023) também investigaram determinantes relacionados a ESBL, incluindo *blaCTX-M* e *blaSHV*.

As carbapenemases constituem outro grupo relevante de β-lactamases. A KPC pertence à classe molecular A, enquanto NDM, VIM (Verona integron-encoded metallo-β-lactamase) e IMP (imipenemase) são metalo-β-lactamases da classe B, e as enzimas OXA-48-like (oxacillinase-48-like) pertencem à classe D. Genes relacionados a esses mecanismos podem estar presentes em plasmídeos e outros elementos genéticos móveis, favorecendo a transferência de resistência entre diferentes bactérias (Lavagnoli *et al.*, 2017). Estudos brasileiros recentes demonstram circulação de KPC e NDM em diferentes espécies, com variações de acordo com o grupo bacteriano e o contexto epidemiológico (Del Peloso *et al.*, 2025; Moreira *et al.*, 2026).

As β-lactamases do tipo AmpC pertencem à classe C e atuam predominantemente como cefalosporinases. Algumas espécies de Enterobacterales podem apresentar expressão cromossômica induzível dessas enzimas, como representantes dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Serratia*. Quando expressas em níveis elevados e associadas a alterações de permeabilidade, essas enzimas podem ampliar o perfil de resistência bacteriana (Bush; Jacoby, 2010).

3 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo retrospectivo, transversal e descritivo, baseado na análise de dados secundários provenientes do sistema informatizado de gestão hospitalar Tasy®, de um hospital privado localizado no Norte do Paraná, referentes ao período de dezembro de 2025 a maio de 2026.

Foram incluídos os registros correspondentes a isolados bacterianos pertencentes à ordem Enterobacterales identificados no período analisado. As espécies incluídas foram *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella variicola*, *Klebsiella aerogenes*, *Enterobacter hormaechei*, *Proteus mirabilis*, *Providencia stuartii*, *Citrobacter koseri* e *Serratia marcescens*. A identificação bacteriana das espécies foi realizada por meio do sistema automatizado VITEK® (bioMérieux). Foram excluídos os registros referentes a microrganismos não pertencentes à ordem Enterobacterales e os isolados sem antibiograma disponível, por impossibilitarem a avaliação das β-lactamases de interesse.

Para cada isolado, foram analisadas as informações referentes à espécie bacteriana identificada, ao material biológico de origem e às β-lactamases registradas na base institucional. Foram considerados os registros de ESBL, carbapenemases classificadas como KPC e NDM e as observações laboratoriais de provável produção de AmpC.

Para a investigação de ESBL, os isolados foram inicialmente submetidos à triagem em sistema automatizado. A confirmação fenotípica foi realizada pela metodologia de disco-combinado, na qual o

resultado obtido com uma cefalosporina de terceira geração foi comparado ao resultado da mesma cefalosporina associada ao clavulanato, permitindo a identificação da produção de ESBL.

A investigação de carbapenemases teve como etapa inicial a avaliação do perfil de resistência observado no antibiograma. Nos isolados que apresentaram perfil sugestivo, a produção de carbapenemase foi confirmada por meio de teste imunocromatográfico, possibilitando sua classificação como KPC ou NDM, conforme a rotina diagnóstica do laboratório de análises clínicas responsável pelo processamento dos exames.

Em relação à AmpC, não foram realizados testes confirmatórios específicos. Para os microrganismos pertencentes ao grupo CESP, os registros laboratoriais que indicavam provável produção desse mecanismo foram considerados como indicação de provável produção de AmpC, não sendo interpretados como confirmação laboratorial.

Os resultados do antibiograma foram utilizados na rotina laboratorial como parte da triagem para investigação de carbapenemases e, no presente estudo, também foram consultados apenas quando necessário para auxiliar na diferenciação de registros potencialmente duplicados, não sendo considerados variável de desfecho da análise.

Nos casos em que um mesmo paciente apresentou mais de um isolado bacteriano, os registros foram mantidos quando apresentaram diferenças quanto à espécie bacteriana, ao sítio ou material de coleta, à β-lactamase identificada ou a outros resultados microbiológicos relevantes. Registros microbiologicamente idênticos do mesmo paciente foram considerados duplicados e contabilizados uma única vez.

Os dados foram organizados e analisados por meio de estatística descritiva. Foram determinadas as frequências absoluta e relativa das espécies de Enterobacterales identificadas, dos materiais biológicos de origem e das β-lactamases registradas. As frequências de isolados com ESBL confirmada pelo método de disco-combinado e de carbapenemases KPC e NDM confirmadas por teste imunocromatográfico foram analisadas especificamente, em consonância com os objetivos do estudo. A ocorrência de provável produção de AmpC foi descrita de forma complementar.

Foram preservados a confidencialidade, o sigilo e a anonimização das informações, em conformidade com as normas éticas vigentes. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Ingá – UNINGÁ, sob CAAE nº 96156226.1.0000.5220 e parecer nº 8.364.580.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 102 isolados pertencentes à ordem Enterobacterales, distribuídos em dez espécies bacterianas (Tabela 1). *Escherichia coli* foi a espécie mais frequentemente identificada,

correspondendo a 56,9% (n=58) dos isolados, seguida por *Klebsiella pneumoniae*, com 31,4% (n=32). *Proteus mirabilis* e *Klebsiella aerogenes* representaram, individualmente, 2,9% (n=3), enquanto *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter hormaechei*, *Providencia stuartii*, *Citrobacter koseri*, *Klebsiella variicola* e *Serratia marcescens* apresentaram um isolado cada (1,0%).

Em conjunto, *E. coli* e *K. pneumoniae* representaram 88,2% dos isolados analisados, demonstrando elevada concentração do perfil microbiológico institucional nessas duas espécies (Tabela 1). Esse predomínio é compatível com a relevância dessas Enterobacterales no ambiente hospitalar e com sua capacidade de adquirir e disseminar diferentes mecanismos de resistência, incluindo ESBL e carbapenemases (Lavagnoli *et al.*, 2017; Zavascki *et al.*, 2025).

Quanto ao material biológico de origem, a urina apresentou o maior número de isolados, correspondendo a 35,3% (n=36), seguida pelo swab anal, com 26,5% (n=27), e pelo sangue, com 12,7% (n=13) (Tabela 1). Entre os isolados provenientes de urina, *E. coli* foi predominante, representando 61,1% (n=22/36), seguida por *K. pneumoniae*, com 36,1% (n=13/36). Esse predomínio de *E. coli* nas amostras urinárias é compatível com sua reconhecida importância nas infecções do trato urinário. Lago, Fuentefria e Fuentefria (2010) também identificaram *E. coli* como a espécie mais frequente entre Enterobacterales produtoras de ESBL e relataram elevada participação de amostras urinárias. Carvalho *et al.* (2023) observaram 31,7% dos isolados provenientes de urina, enquanto Del Peloso *et al.* (2025) identificaram amostras urinárias em 29% dos casos analisados e Moreira *et al.* (2026) relataram 23,6%. Embora os estudos apresentem populações e critérios distintos, esses achados demonstram a relevância das amostras urinárias em investigações microbiológicas envolvendo Enterobacterales resistentes.

Nos swabs anais, *E. coli* também apresentou maior frequência, correspondendo a 59,3% (n=16/27), seguida por *K. pneumoniae*, com 37,0% (n=10/27) (Tabela 1). A presença expressiva desse tipo de material deve ser interpretada no contexto da vigilância microbiológica e não necessariamente como indicação de infecção. Carvalho *et al.* (2023) incluíram swabs retais entre os materiais avaliados e relataram que 36,6% dos isolados analisados eram provenientes de culturas de vigilância. O Ministério da Saúde também diferencia amostras clínicas de culturas de vigilância, citando swabs retais ou anais de pacientes colonizados como exemplo dessa última categoria (Brasil, 2024). Dessa forma, a recuperação de um microrganismo em cultura não permite, isoladamente, concluir que ele seja responsável por uma infecção, devendo-se considerar a possibilidade de colonização (Zavascki *et al.*, 2025).

Entre os isolados provenientes de sangue, *K. pneumoniae* apresentou a maior frequência, correspondendo a 38,5% (n=5/13), seguida por *E. coli*, com 23,1% (n=3/13) (Tabela 1). Nas amostras

de secreção ou abscesso abdominal, *E. coli* representou 88,9% (n=8/9) dos isolados, enquanto nos líquidos abdominais ou intracavitários correspondeu a 83,3% (n=5/6).

A identificação de Enterobacterales em diferentes materiais biológicos demonstra a diversidade de sítios em que esses microrganismos foram encontrados no ambiente hospitalar. Lago, Fuentefria e Fuentefria (2010) recuperaram Enterobacterales produtoras de ESBL de urina, secreção e aspirado traqueal, escarro, líquido abdominal, cateteres e outros materiais. Carvalho *et al.* (2023) também analisaram isolados provenientes de urina, swab retal, secreção de ferida e lavado broncoalveolar. Moreira *et al.* (2026) identificaram Enterobacterales em materiais do trato respiratório, urina, sangue e swab retal, enquanto Del Peloso *et al.* (2025) relataram isolados provenientes de sangue, trato respiratório, urina e outros sítios. Esses achados reforçam a importância da caracterização microbiológica considerando tanto a espécie quanto o material biológico de origem.

Tabela 1. Distribuição dos isolados de Enterobacterales segundo a espécie bacteriana e o material biológico/sítio de isolamento, em hospital privado do Norte do Paraná, de dezembro de 2025 a maio de 2026.

Espécie	Urina	Swab anal	Sangue	Secr./abscesso abdominal	Líq. abdominal/intracavitário	Secreção traqueal	Abscesso glúteo	Outros sítios*	Total
E. coli	22	16	3	8	5	0	3	1	**58**
K. pneumoniae	13	10	5	0	1	2	0	1	**32**
P. mirabilis	1	0	0	0	0	0	0	2	**3**
K. aerogenes	0	0	1	1	0	1	0	0	**3**
K. oxytoca	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
E. hormaechei	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
P. stuartii	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
C. koseri	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
K. variicola	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
S. marcescens	0	0	1	0	0	0	0	0	**1**
Total	**36**	**27**	**13**	**9**	**6**	**4**	**3**	**4**	**102**

A categoria “Outros sítios” compreende região escrotal/Fournier, membro superior venoso, ponta de cateter de diálise e drenagem de abscesso da região dorsal, cada um representado por um isolado (n=1).Fonte: Dados da pesquisa (2026).
Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Em relação às β-lactamases, ESBL foi confirmada em 47 isolados (46,1%), constituindo o mecanismo mais frequentemente identificado. Carbapenemases foram confirmadas em 16 isolados (15,7%), dos quais nove apresentaram KPC (8,8% do total) e sete NDM (6,9%). A provável produção de AmpC foi registrada em quatro isolados (3,9%). Em 35 isolados (34,3%), não houve registro de ESBL, KPC, NDM ou provável produção de AmpC.

Dos 47 isolados com ESBL confirmada pelo método de disco-combinado, 31 (66,0%) corresponderam a *E. coli*, 15 (31,9%) a *K. pneumoniae* e um (2,1%) a *P. mirabilis*. Considerando o total de cada espécie, ESBL foi identificada em 53,4% (n=31/58) dos isolados de *E. coli* e em 46,9%

(n=15/32) dos isolados de *K. pneumoniae*, demonstrando participação expressiva desse mecanismo entre as duas espécies predominantes.

Em estudo realizado em um hospital de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Lago, Fuentefria e Fuentefria (2010) identificaram produção de ESBL em 24,8% dos 838 isolados de enterobactérias avaliados, com *E. coli* como a espécie mais frequente entre os produtores. A diferença em relação aos 46,1% encontrados no presente estudo não deve ser interpretada como aumento temporal da ocorrência de ESBL, pois os trabalhos diferem quanto ao período, população, instituição, espécies incluídas, materiais biológicos e métodos laboratoriais. Ainda assim, os achados demonstram a relevância desse mecanismo na realidade microbiológica da instituição analisada.

Quanto às carbapenemases, *K. pneumoniae* concentrou 11 dos 16 isolados positivos (68,8%), sendo cinco classificados como KPC e seis como NDM. Esses registros corresponderam a 34,4% (n=11/32) dos isolados dessa espécie. KPC também foi identificada em *P. mirabilis*, *K. oxytoca*, *C. koseri* e *K. variicola*, enquanto NDM foi identificada em um isolado de *P. stuartii*. Dessa forma, embora tenham predominado em *K. pneumoniae*, as carbapenemases não estiveram restritas a uma única espécie de Enterobacterales.

No cenário brasileiro, segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2024), dados laboratoriais referentes ao período de 2015 a 2022 demonstraram ampla circulação de KPC e expansão da detecção de NDM. A detecção de *blaKPC* passou de 57,1% no período anterior à pandemia de COVID-19 para 61,8% durante o período pandêmico, enquanto *blaNDM* aumentou de 18,7% para 28,0% (Brasil, 2024). Esses percentuais não devem ser comparados diretamente aos 8,8% de KPC e 6,9% de NDM observados neste estudo, pois os dados nacionais foram obtidos a partir de isolados selecionados para investigação especializada e envolveram detecção molecular de genes de resistência. Na presente investigação, a suspeita de carbapenemase foi inicialmente observada no antibiograma e sua confirmação e classificação como KPC ou NDM foram realizadas por teste imunocromatográfico.

A circulação desses mecanismos também tem sido observada em estudos brasileiros recentes. Del Peloso *et al.* (2025), em investigação multicêntrica envolvendo pacientes de terapia intensiva, observaram predomínio de *K. pneumoniae* entre Enterobacterales resistentes aos carbapenêmicos. Moreira *et al.* (2026) identificaram predomínio de NDM entre representantes de Morganellaceae e de KPC entre *Serratia* spp., demonstrando que a distribuição das carbapenemases pode variar entre grupos bacterianos e contextos epidemiológicos. Esses resultados reforçam a importância do acompanhamento local da ocorrência de KPC e NDM.

A provável produção de AmpC foi registrada em quatro isolados, sendo dois de *K. aerogenes*, um de *E. hormaechei* e um de *S. marcescens*. Como não foi realizado teste confirmatório específico,

esses resultados correspondem à observação laboratorial de provável produção em microrganismos do grupo CESP e não devem ser interpretados como confirmação do mecanismo. A distribuição das β-lactamases segundo as espécies está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das β-lactamases registradas segundo a espécie de Enterobacterales, em hospital privado do Norte do Paraná, de dezembro de 2025 a maio de 2026.

Espécie	ESBL	KPC	NDM	AmpC*	Sem registro das β-lactamases avaliadas	Total
E. coli	31	0	0	0	27	**58**
K. pneumoniae	15	5	6	0	6	**32**
P. mirabilis	1	1	0	0	1	**3**
K. aerogenes	0	0	0	2	1	**3**
K. oxytoca	0	1	0	0	0	**1**
E. hormaechei	0	0	0	1	0	**1**
P. stuartii	0	0	1	0	0	**1**
C. koseri	0	1	0	0	0	**1**
K. variicola	0	1	0	0	0	**1**
S. marcescens	0	0	0	1	0	**1**
Total	**47**	**9**	**7**	**4**	**35**	**102**

ESBL: β-lactamase de espectro estendido; KPC: Klebsiella pneumoniae carbapenemase; NDM: New Delhi metallo-β-lactamase; AmpC: β-lactamase do tipo AmpC. ESBL foi confirmada pela metodologia de disco-combinado. KPC e NDM foram confirmadas e classificadas por teste imunocromatográfico após triagem pelo antibiograma. Para AmpC, não foi realizado teste confirmatório; os registros correspondem à observação laboratorial de provável produção em microrganismos do grupo CESP (grupo composto por Citrobacter, Enterobacter, Serratia e Providencia).Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados devem ser interpretados considerando algumas limitações. Por se tratar de um estudo retrospectivo, realizado em uma única instituição e abrangendo o período de dezembro de 2025 a maio de 2026, os achados representam a realidade microbiológica local e não devem ser generalizados diretamente para outras instituições ou regiões. Além disso, algumas espécies apresentaram número reduzido de isolados, limitando interpretações específicas sobre sua distribuição entre os materiais biológicos e sobre a ocorrência das β-lactamases nesses microrganismos.

As comparações com estudos baseados em investigação molecular também devem ser realizadas com cautela. No presente estudo, ESBL foi confirmada por método fenotípico e KPC e NDM por teste imunocromatográfico, sem caracterização molecular dos determinantes genéticos. Da mesma forma, os registros referentes à AmpC representam apenas provável produção, pois não houve confirmação específica desse mecanismo.

A importância da caracterização local é reforçada por estudos brasileiros que demonstram diferenças na distribuição das espécies e dos mecanismos de resistência entre instituições e regiões. Del Peloso *et al.* (2025) observaram predomínio de *K. pneumoniae* entre Enterobacterales resistentes aos carbapenêmicos em unidades de terapia intensiva brasileiras. Moreira *et al.* (2026) demonstraram diferentes padrões de carbapenemases entre grupos bacterianos, enquanto Carvalho *et al.* (2023)

destacam a necessidade de estudos em diferentes regiões para ampliar o conhecimento da epidemiologia local da resistência. Zavascki *et al.* (2025) também ressaltam que variações regionais na prevalência dos patógenos e nos padrões de resistência devem ser consideradas. Dessa forma, a caracterização microbiológica institucional pode contribuir para a vigilância epidemiológica e laboratorial e para o acompanhamento da circulação das β-lactamases no ambiente hospitalar.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu caracterizar o perfil microbiológico das Enterobacterales isoladas em um hospital privado do Norte do Paraná, evidenciando a predominância de *Escherichia coli* entre as espécies identificadas e a urina como principal material biológico analisado. Entre os mecanismos de resistência investigados, a produção de ESBL apresentou maior frequência, especialmente entre *E. coli* e *Klebsiella pneumoniae*, enquanto a produção de carbapenemases esteve predominantemente associada a *K. pneumoniae*. Esses achados reforçam a importância do conhecimento do perfil microbiológico e dos mecanismos de resistência presentes localmente, uma vez que sua distribuição pode variar de acordo com cada instituição. Dessa forma, a vigilância microbiológica contínua e o monitoramento periódico dos mecanismos de resistência são fundamentais para subsidiar estratégias de prevenção e controle das infecções, além de contribuir para o uso racional de antimicrobianos no ambiente hospitalar.

REFERÊNCIAS

AURILIO, Caterina *et al.* Mechanisms of action of carbapenem resistance. **Antibiotics**, Basel, v. 11, n. 3, art. 421, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/antibiotics11030421.

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, Brasília, DF, v. 55, n. 2, p. 1-18, 17 jan. 2024.

BUSH, Karen; JACOBY, George A. Updated functional classification of β-lactamases. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, DC, v. 54, n. 3, p. 969-976, 2010. DOI: https://doi.org/10.1128/AAC.01009-09.

CARVALHO, Thaisa Noceti *et al.* Evaluation of in-vitro susceptibility of β-lactam-resistant Gram-negative bacilli to ceftazidime-avibactam and ceftolozane-tazobactam from clinical samples of a general hospital in southern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 56, e0277-2022, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/0037-8682-0277-2022.

DEL PELOSO, Pedro Fernandez *et al.* Risk factors, impact on outcomes, and molecular epidemiology of infections caused by carbapenem-resistant Enterobacterales in intensive care patients: a multicenter matched case-control study in Brazil. **Critical Care Science**, v. 37, e20250237, 2025. DOI: https://doi.org/10.62675/2965-2774.20250237.

LAGO, Aldalise; FUENTEFRIA, Sergio Roberto; FUENTEFRIA, Daiane Bopp. Enterobactérias produtoras de ESBL em Passo Fundo, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 43, n. 4, p. 430-434, jul./ago. 2010.

LAVAGNOLI, Lilian Silva; BASSETTI, Bil Randerson; KAISER, Thais Dias Lemos; KUTZ, Kátia Maria; CERUTTI JUNIOR, Crispim. Fatores associados à aquisição de Enterobactérias resistentes aos carbapenêmicos. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 25, e2935, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/1518-8345.1751.2935.

MOREIRA, Natália Kehl *et al.* Carbapenem resistance among Enterobacterales intrinsically resistant to polymyxin B in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 69, e26250135, 2026. DOI: https://doi.org/10.1590/1678-4324-2026250135.

MOREIRA DE GOUVEIA, Maria Ines; BERNALIER-DONADILLE, Annick; JUBELIN, Gregory. Enterobacteriaceae in the human gut: dynamics and ecological roles in health and disease. **Biology**, Basel, v. 13, n. 3, art. 142, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/biology13030142.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Assembleia Mundial da Saúde, 68. **Resistencia a los antimicrobianos: proyecto de plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos: informe de la Secretaría**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2015. 21 p. Documento A68/20. Disponível em: https://iris.who.int/handle/10665/253657. Acesso em: 20 jul. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Conselho Executivo, 144. **Resistencia a los antimicrobianos**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2019. 5 p. Resolução EB144.R11. Disponível em: https://iris.who.int/handle/10665/328114. Acesso em: 20 jul. 2026.

ZAVASCKI, Alexandre Prehn *et al.* Guideline for antimicrobial treatment of multidrug-resistant Gram-negative infections: practice recommendations of the Brazilian Society of Infectious Diseases. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 29, art. 104589, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bjid.2025.104589.