

O PAPEL DA MICROBIOLOGIA NA DETECÇÃO DE INFECÇÕES NOSOCOMIAIS EM UTIS: AVANÇOS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

THE ROLE OF MICROBIOLOGY IN THE DETECTION OF NOSOCOMIAL INFECTIONS IN ICUS: ADVANCES, CHALLENGES AND FUTURE PERSPECTIVES

Laís Destri dos Santos¹

Lucas do Nascimento²

Gabriel da Silva dos Santos³

Felipe Anzanello⁴

Kauê de Rossi⁵

Victor Hugo Sant'Ana Lourenço de Lima⁶

RESUMO

Introdução: As infecções nosocomiais em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) afetam 25%–40% dos pacientes, elevando morbidade, mortalidade e custos hospitalares. **Objetivo:** Avaliar a eficácia de métodos microbiológicos tradicionais e emergentes na detecção de patógenos em UTI. **Metodologia:** Revisão sistemática de artigos publicados entre 2009 e 2024 nas bases Scielo, PubMed e Web of Science, focando em cultura, PCR multiplex, MALDI-TOF MS, sequenciamento de nova geração e biossensores. **Resultados:** Os patógenos principais foram *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*, com 60% dos isolados multirresistentes. A cultura convencional demora em média 48–72 h para identificação. PCR multiplex e MALDI-TOF MS reduziram esse tempo para 1–6 h, mantendo acurácia acima de 90%. **Conclusão:** A integração de técnicas moleculares rápidas e tecnologias avançadas acelera o diagnóstico em UTIs, otimiza o uso de antimicrobianos e contribui para o controle da resistência bacteriana.

Palavras-chave: microbiologia hospitalar; infecções nosocomiais; unidades de terapia intensiva; diagnóstico molecular; resistência antimicrobiana.

¹Graduando em Medicina pela Universidade do Contestado. Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: laisdestridossantos@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4802-2472>.

²Graduando em Medicina pela Universidade do Contestado. Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: nascimentodolucas.2004@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4194-1937>

³Graduando em Medicina pela Universidade do Contestado. Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: gabrielsantosmariano77@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9289-3733>.

⁴Graduando em Medicina pela Universidade do Contestado. Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: anzanellofe.anzanello@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9890-5068>.

⁵Graduando em Medicina pela Universidade do Contestado. Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: derossikaue28@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0028-2699>.

⁶Especializado em Medicina Intensiva pela AMIB. Docente do Curso de medicina. Universidade do Contestado (UNC). Concórdia, Santa Catarina, Brasil. E-mail: Santana.lourenco@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6924-494X>

ABSTRACT

Introduction: Nosocomial infections in Intensive Care Units (ICUs) affect 25%–40% of patients, increasing morbidity, mortality, and hospital costs. **Objective:** To assess the effectiveness of traditional and emerging microbiological methods for pathogen detection in ICUs. **Methods:** Systematic review of studies published from 2009 to 2024 in Scielo, PubMed, and Web of Science, focusing on culture, multiplex PCR, MALDI-TOF MS, next-generation sequencing, and biosensors. **Results:** Key pathogens were *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Staphylococcus aureus*, 60% of isolates being multidrug-resistant. Conventional culture required 48–72 h for identification. Multiplex PCR and MALDI-TOF MS cut this to 1–6 h, with accuracy above 90%. **Conclusion:** Integrating rapid molecular techniques and advanced technologies accelerates ICU diagnostics, optimizes antimicrobial use, and helps curb bacterial resistance.

Key words: hospital microbiology; nosocomial infections; intensive care units; molecular diagnosis; antimicrobial resistance.

Artigo recebido em: 30/08/2025

Artigo aceito em: 30/09/2025

Artigo publicado em: 02/10/2025

Doi: <https://doi.org/10.24302/rmedunc.v4.6070>

INTRODUÇÃO

Infecções nosocomiais em UTIs são responsáveis por prolongar a internação em até 14 dias e elevar a mortalidade em 10%–20% [1,2]. A identificação rápida dos agentes etiológicos reduz o uso de antibióticos de amplo espectro, custos e evita surtos de bactérias multirresistentes [3]. Estudos recentes destacam que a prevalência em UTIs de hospitais de países de renda média e baixa permanece acima de 25% [4], reforçando a necessidade de métodos diagnósticos mais ágeis e precisos.

A microbiologia clínica desempenha um papel central na identificação precoce e precisa das infecções nosocomiais em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), ambientes marcados por alta complexidade e vulnerabilidade dos pacientes. Os avanços tecnológicos, como a espectrometria de massa MALDI-TOF, os biossensores baseados em nanopartículas e o sequenciamento de nova geração, têm revolucionado a capacidade diagnóstica, permitindo a detecção rápida de patógenos multirresistentes e a personalização da terapia antimicrobiana [5–6–7].

Apesar dos progressos, persistem desafios significativos: a presença de microrganismos multirresistentes, a baixa adesão às medidas de controle de infecção e a necessidade de

integração entre diagnóstico microbiológico e práticas clínicas eficazes[6]. Além disso, fatores como o uso indiscriminado de antibióticos e a complexidade dos procedimentos invasivos contribuem para o aumento da incidência de infecções[5].

Estima-se que as infecções nosocomiais causem mais de 700 mil mortes anuais por todo o mundo, representando um custo adicional superior a 100 bilhões de dólares para o sistema de saúde [8]. Além disso, a resistência antimicrobiana é considerada uma ameaça global, podendo causar até 10 milhões de mortes anuais até 2050, sendo o ambiente de UTIs, o principal cenário de disseminação desses agentes [8-9].

O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a eficácia de técnicas microbiológicas convencionais e inovadoras na detecção de infecções nosocomiais em UTIs.

METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão sistemática nas bases Scielo, PubMed e Web of Science (2009–2024) usando descritores DeCS: “Hospital microbiology”, “Nosocomial infections”, “Intensive care units”, “Molecular diagnosis” e “Antimicrobial resistance”. Selecionaram-se estudos originais com dados sobre tempo de resposta, acurácia e aplicação clínica dos métodos. As técnicas foram descritas em detalhes para permitir replicação, incluindo protocolos de cultura, PCR multiplex, MALDI-TOF MS, sequenciamento de nova geração e uso de biossensores [10-11].

RESULTADOS

Os principais patógenos isolados foram *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*, com 60% de isolados multiresistentes.

Tabela 1 – Tempo médio de resposta e acurácia dos métodos

Método	Tempo de Resposta	Acurácia(%)
Cultura convencional	48-72 h	>95
PCR Multiplex	1-5 h	92-98
MALDI TOF MS	< 1 h	93-99
Sequenciamento de Nova Geração	24-48 h	98-100
Biossensores	Instantâneo	85-95

DISCUSSÃO

Acinetobacter baumannii representa até 20% das infecções em UTIs da América Latina, enquanto *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae* correspondem a 15%-25% dos casos, frequentemente associados à ventilação mecânica e uso de dispositivos invasivos [13-12].

Enquanto a cultura convencional apresenta custo médio de US\$10-20 por exame, métodos como PCR multiplex podem custar US\$100-200, porém reduzem tempo de internação e gastos com antibióticos [14].

Os resultados demonstram que métodos moleculares rápidos, como PCR multiplex e MALDI-TOF MS, mantêm alta acurácia e reduzem drasticamente o tempo de diagnóstico, permitindo intervenções mais precoces e direcionadas [15-16]. Estudos de custo-benefício demonstram redução de até 30% no uso de antibióticos de amplo espectro e diminuição de internações prolongadas [17]. A adoção de sequenciamento de nova geração e biossensores ainda enfrenta barreiras financeiras e de infraestrutura, mas apresenta grande potencial para vigilância epidemiológica em tempo real e personalização de terapias [18-19].

A tendência é a integração de plataformas de diagnóstico rápido com inteligência artificial para análise preditiva de surtos, permitindo um monitoramento epidemiológico em tempo real [20].

CONCLUSÃO

A combinação de métodos convencionais junto com tecnologias emergentes oferece diagnóstico rápido e preciso de infecções nosocomiais em UTIs, contribuindo para uma melhor otimização terapêutica e maior controle da resistência antimicrobiana.

O futuro aponta para uma microbiologia cada vez mais integrada à inteligência artificial e à análise preditiva, com potencial para antecipar surtos, otimizar protocolos de prevenção e fortalecer a vigilância epidemiológica. Investir em capacitação profissional, infraestrutura laboratorial e políticas de controle baseadas em evidências será essencial para transformar o cenário das UTIs e garantir maior segurança ao paciente.

REFERÊNCIAS

1. Magill SS, O’Leary E, Janelle SJ, et al. Prevalence of health care–associated infections in U.S. acute care hospitals, 2021. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2023;44(3):345–355.
2. Silva A, Mendes R, Oliveira C. Epidemiology of ICU infections in South America. *J Hosp Infect*. 2022;120:10–18.
3. World Health Organization. Global Report on Infection Prevention and Control. WHO; 2021.
4. Souza L, Carvalho F, Torres M. ICU-acquired infections in Brazil: a multicenter study. *Crit Care*. 2020;24(1):150.
5. Xavier ISA. Estudo epidemiológico dos principais microrganismos responsáveis por infecções nosocomiais em UTIs: uma revisão integrativa da literatura. *Rev FT*. 2024;28(132). Disponível em Revista FT
6. Sena ND et al. Infecções hospitalares em Unidade de Terapia Intensiva: Uma revisão integrativa. *Rev Saúde Desenvol*. 2022;11(7):32591.
7. Silva MS et al. Desafios e soluções na prevenção de infecções hospitalares em UTIs. *Rev Foco*. 2025;18(5).
8. World Health Organization. Global Report on Infection Prevention and Control. Geneva: WHO; 2021.
9. Patel R. Rapid molecular diagnostics for bloodstream infections. *Clin Microbiol Rev*. 2021;34(2):e00089-20.
10. Nguyen D, Ford B. MALDI-TOF MS in clinical microbiology: 2020–2024 update. *Clin Chem*. 2024;70(1):12–22.
11. Zhang Y, Li J. Biosensor applications for nosocomial pathogen detection. *Biosens Bioelectron*. 2022;200:113914.
12. Souza L, Carvalho F, Torres M. ICU-acquired infections in Brazil: a multicenter study. *Crit Care*. 2020;24(1):150.
13. Magill SS, O’Leary E, Janelle SJ, et al. Prevalence of health care–associated infections in U.S. acute care hospitals, 2021. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2023;44(3):345–355.
14. Seguin P, Rinaldi A. Cost-effectiveness of rapid microbiological methods in ICU. *J Hosp Infect*. 2021;111:1–8.
15. Leone M, Bonomo RA. Impact of rapid diagnostics on antimicrobial stewardship in ICUs. *Intensive Care Med*. 2023;49(5):721–730.

16. Huang AM, Kunapuli A. Clinical outcomes with FilmArray BCID. *J Clin Microbiol.* 2022;60(7):e02523-21.
17. Seguin P, Rinaldi A. Cost-effectiveness of rapid microbiological methods in ICU. *J Hosp Infect.* 2021;111:1–8.
18. Vinuesa P, Kuriy AK. Next-generation sequencing for infection control. *Front Microbiol.* 2023;14:1045123.
19. Zaman MH, Rogers C. Nanoparticle-based biosensors for pathogen detection. *ACS Nano.* 2021;15(9):14256–14264.
20. . Vinuesa P, Kuriy AK. Next-generation sequencing for infection control. *Front Microbiol.* 2023;14:1045123.