

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA**

RAYANE SABRINE DA SILVA

**PNEUMONIAS RELACIONADAS COM A ASSISTÊNCIA À SAÚDE:
EPIDEMIOLOGIA, PATOGENIA, FATORES DE RISCO, EVOLUÇÃO,
DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E PREVENÇÃO**

GOVERNADOR VALADARES

2025

RAYANE SABRINE DA SILVA

**PNEUMONIAS RELACIONADAS COM A ASSISTÊNCIA À SAÚDE:
EPIDEMIOLOGIA, PATOGENIA, FATORES DE RISCO, EVOLUÇÃO,
DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E PREVENÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Farmácia do Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Michel Rodrigues Moreira

GOVERNADOR VALADARES

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Rayane Sabrine da.

Pneumonias relacionadas com a assistência à saúde: Epidemiologia, Patogenia, Fatores de risco, Evolução, Diagnóstico, Tratamento e Prevenção / Rayane Sabrine da Silva. -- 2025. 39 f.

Orientador: Michel Rodrigues Moreira
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2025.

1. Pneumonias hospitalares. 2. Pneumonias associadas à ventilação mecânica. I. Moreira, Michel Rodrigues, orient. II. Título.

Rayane Sabrine da Silva

**PNEUMONIAS RELACIONADAS COM A ASSISTÊNCIA À SAÚDE:
EPIDEMIOLOGIA, PATOGENIA, FATORES DE RISCO, EVOLUÇÃO,
DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E PREVENÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Farmácia do Instituto de Ciências da Vida da Universidade Federal de Juiz de Fora - *Campus* Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Aprovado em dia _____ de _____ de 2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michel Rodrigues Moreira - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Leonardo Meneghin Mendonça
Universidade Federal de Juiz de Fora

Ma. Ana Carolina Menezes Mendonça Valente
Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

A pneumonia é a segunda infecção relacionada com a assistência à saúde (IRAS) mais comum no ambiente hospitalar e a primeira em pacientes internados em UTIs, sendo representada principalmente pelas pneumonias associadas à ventilação mecânica (PAVs) nesta unidade. Sua ocorrência está relacionada com o prolongamento do tempo de internação, aumento da morbimortalidade e elevação dos custos hospitalares. O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão narrativa da literatura sobre pneumonias hospitalares. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto nos últimos 8 anos. Foram feitas consultas em livros, teses, dissertações, revistas científicas e artigos disponíveis em bases de dados como Scielo, LILACS, Pubmed, Medline, ScienceDirect que permitiram a obtenção de informações com enfoque na epidemiologia, patogenia, fatores de risco, evolução, diagnóstico, tratamento e prevenção das pneumonias relacionadas com a assistência à saúde. As pneumonias possuem incidência global, afetando predominantemente indivíduos do sexo masculino e aqueles com presença de comorbidades. Afetam indivíduos de todas as idades, com destaque para aqueles com mais de 50 anos e podem ser causadas por diversos micro-organismos, como *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* e enterobactérias, como *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, entre outros. O diagnóstico é clínico, radiológico e laboratorial e o tratamento é inicialmente empírico, com antimicrobianos de amplo espectro, até que haja resultado do teste de suscetibilidade aos antimicrobianos, momento em que é feito o descalonamento e a terapia antimicrobiana é dirigida para o micro-organismo isolado. A importância das pneumonias hospitalares, com destaque para as PAVs em UTIs, é clara, fazendo-se necessário mais e melhores estudos epidemiológicos, pesquisas sobre estratégias mais fáceis e de menor custo na sua prevenção, além da capacitação contínua dos profissionais de saúde, a fim de melhorar o prognóstico dos pacientes afetados.

Palavras-chave: Infecções relacionadas à assistência à saúde; pneumonias hospitalares; pneumonia associada à ventilação mecânica; unidades de terapia intensiva.

ABSTRACT

Pneumonia is the second most common healthcare-associated infection (HAI) in hospital settings and the leading one among patients admitted to intensive care units (ICUs), primarily represented by ventilator-associated pneumonia (VAP) in these units. Its occurrence is associated with prolonged hospital stays, increased morbidity and mortality, and elevated hospital costs. The objective of this work was to carry out a narrative review of the literature on hospital-acquired pneumonia. A bibliographic search was carried out focusing on the past 8 years. Sources included books, theses, dissertations, scientific journals, and articles available in databases such as Scielo, LILACS, PubMed, Medline, and ScienceDirect, which allowed obtaining information focusing on epidemiology, pathogenesis, risk factors, progression, diagnosis, treatment, and prevention of healthcare-associated pneumonia. Pneumonia has a global incidence, predominantly affecting males and individuals with comorbidities. These infections can affect people of all ages, particularly those over 50, and may be caused by various microorganisms, including *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus*, and enterobacteria such as *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, among others. Diagnosis involves clinical, radiological, and laboratory assessments. Initial treatment is empirical, using broad-spectrum antimicrobials, which are later adjusted based on the results of antimicrobial susceptibility testing to target the specific isolated microorganism. The importance of hospital-acquired pneumonia, especially VAP in ICUs, is clear, making more and better epidemiological studies, research into easier and lower-cost strategies for its prevention, and ongoing training of healthcare professionals to improve patient outcomes.

Keywords: Healthcare-associated infections; hospital-acquired pneumonia; ventilator-associated pneumonia; intensive care units.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 JUSTIFICATIVA.....	8
1.2 OBJETIVO.....	8
1.3 METODOLOGIA.....	8
2 DESENVOLVIMENTO: PNEUMONIAS RELACIONADAS COM A ASSISTÊNCIA À SAÚDE.....	10
2.1 DEFINIÇÃO.....	10
2.2 EPIDEMIOLOGIA.....	10
2.3 PATOGENIA.....	12
2.4 FATORES DE RISCO.....	14
2.5 EVOLUÇÃO.....	15
2.6 DIAGNÓSTICO CLÍNICO E DE IMAGEM.....	17
2.7 DIAGNÓSTICO LABORATORIAL.....	18
2.8 TRATAMENTO.....	23
2.9 PREVENÇÃO DE PNEUMONIAS ASSOCIADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE.....	25
3 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

As infecções relacionadas com a assistência à saúde (IRAS) representam um grave problema de saúde pública em todo o mundo, ameaçando a segurança e a sobrevivência dos pacientes, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde os recursos humanos e financeiros são muito limitados e a maioria dos hospitais possui comissões de controle de infecções ativas. Além disso, estas infecções estão relacionadas com um aumento no tempo de internação hospitalar e nos custos do tratamento (Naue *et al.*, 2021; Quillici *et al.*, 2021; Carreño *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2025). Nas UTIs os pacientes são mais suscetíveis em função da presença de comorbidades, da maior utilização de dispositivos invasivos e da exposição a antibióticos, podendo desenvolver infecções pulmonares, do trato urinário (ITU), de corrente sanguínea, de pele, sítio cirúrgico, entre outras (Blot *et al.*, 2022; Meijerink *et al.*, 2022; Kumar *et al.*, 2025). Essas unidades respondem por 25% das IRAS no ambiente hospitalar, mesmo ocupando uma área correspondente a apenas 10% das instalações hospitalares (Kumar *et al.*, 2025).

As IRAS correspondem aos eventos adversos mais comuns relacionados com o cuidado do paciente. Nos Estados Unidos, aproximadamente 1,7 milhões de pacientes são afetados pelas IRAS a cada ano, causando em média 99.000 mortes, além de resultar em um impacto financeiro de 35,7 a 45 bilhões de dólares (Oliveira *et al.*, 2024). Já na União Europeia, mais de 2,5 milhões de casos novos de IRAS surgem anualmente, causando aproximadamente 37.000 óbitos e um impacto financeiro de 7 bilhões de euros (Pereira *et al.*, 2023). No Brasil, de acordo com dados da Anvisa de 2017, a taxa de incidência de IRAS é de 4,4%, com destaque para as pneumonias e infecções urinárias (Euzébio *et al.*, 2021), causando um impacto elevado nos custos do tratamento dos pacientes, os quais podem ser até 20 vezes maiores quando comparado com os custos dos pacientes que não tiveram IRAS (Leal; Freitas-Vilela, 2021).

Dentre as IRAS, a pneumonia é a segunda mais comum e a primeira em pacientes internados em UTIs (Da Rocha Gaspar *et al.*, 2023). A maioria destas infecções é representada pelas pneumonias associadas à ventilação (PAVs) (Genaneh *et al.*, 2023). Elas ocorrem em 0,9-36% dos pacientes sob ventilação

mecânica, elevam o tempo de internação, contribuem para aumentar a taxa de mortalidade nas UTIs, a qual pode variar de 20% a 60% de acordo com a população estudada e o custo financeiro do tratamento, podendo chegar a US\$40.000 por episódio (Campos *et al.*, 2021; Nascimento *et al.*, 2022).

As PAVs são definidas como hospitalares quando adquiridas após 48 horas da presença da prótese ventilatória (Alves *et al.*, 2021). Este procedimento está associado a 83% das pneumonias hospitalares (Fonseca *et al.*, 2017), compromete os mecanismos de defesa, incluindo a tosse e o papel da barreira muco-ciliar (Halili *et al.*, 2024), favorecendo a microaspiração de secreções da orofaringe colonizadas por microrganismos potencialmente patogênicos (Moreira *et al.*, 2024).

Os principais agentes de pneumonias hospitalares são bactérias, entre elas bacilos Gram negativos como *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Acinetobacter baumannii*, além de agentes Gram positivos como *Staphylococcus aureus*. Nas pneumonias de etiologia fúngica, *Candida sp* normalmente é o agente isolado com maior frequência (Mumtaz *et al.*, 2023; Miron *et al.*, 2024). As PAVs podem ser classificadas de duas formas, PAV precoce e PAV tardia, sendo a PAV precoce a que tem início dentro das primeiras 96 horas após a instalação da ventilação mecânica, e possui como principais agentes causadores micro-organismos com um perfil mais sensível aos antimicrobianos, como *Haemophilus influenzae* e *Streptococcus pneumoniae*. A PAV é considerada tardia quando ocorre após 96 horas do início da ventilação mecânica invasiva, e, normalmente, está relacionada com micro-organismos resistentes, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina e *Klebsiella pneumoniae* (Nascimento *et al.*, 2022).

Na fisiopatologia da pneumonia, ao ocorrer a entrada do micro-organismo nos pulmões, numa tentativa de eliminá-lo, é desencadeada uma resposta inflamatória, por meio de mediadores inflamatórios e citocinas, que ao serem liberados, provocam aumento da permeabilidade vascular e formação de exsudato inflamatório, que causam congestão e consolidação pulmonar, podendo ainda ocorrer fibrose. Esse processo afeta a expansão e a ventilação pulmonar, prejudicando a troca gasosa nos alvéolos. Deste modo, ocorre o aparecimento dos sinais e sintomas respiratórios, além de tosse produtiva, febre, calafrios e fadiga (Rider; Frazee, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA

Considerando que, a pneumonia é a segunda IRAS mais comum no ambiente hospitalar e a primeira em pacientes internados em UTIs; que, são mais frequentes em países com recursos limitados como o Brasil; que, a falta de recursos humanos e financeiros dificultam a adoção de práticas relativas à prevenção e controle destas infecções, oferecendo condições favoráveis para a emergência e disseminação de micro-organismos resistentes, resultantes da pressão seletiva exercida pelo uso excessivo, inapropriado e inadequado de antimicrobianos; que, esta infecção está relacionada com aumento da morbidade, mortalidade e nos custos do tratamento; que, existem poucos estudos abordando aspectos como a fisiopatologia da doença, fatores de risco, epidemiologia, diagnóstico, tratamento e prevenção da mesma; que a terapia antimicrobiana inicialmente é empírica, com antimicrobianos de amplo espectro e baseada na epidemiologia local, com reflexo no prognóstico dos pacientes; a revisão proposta se justifica e contribui para o melhor conhecimento destas infecções, resultando em melhorias no cuidado dos pacientes e nos serviços oferecidos pelos profissionais de saúde.

1.2 OBJETIVO

Realizar uma revisão narrativa da literatura sobre pneumonias hospitalares descrevendo os resultados encontrados considerando sua epidemiologia, patogenia, fatores de risco, evolução, diagnóstico, tratamento, a resistência bacteriana aos antimicrobianos e a prevenção destas infecções.

1.3 METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto nos últimos 8 anos a fim de realizar uma revisão narrativa. Foram feitas consultas em livros, teses, dissertações, revistas científicas e artigos disponíveis em bases de dados como Scielo, LILACS, Pubmed, Medline, ScienceDirect, utilizando as seguintes

palavras-chave em inglês e português: pneumonias, pneumonias relacionadas com a assistência à saúde, pneumonias associadas à ventilação mecânica, pneumonias nosocomiais, pneumonias hospitalares, infecções do trato respiratório inferior relacionadas com a assistência à saúde, infecções do trato respiratório inferior nosocomiais, infecções do trato respiratório inferior hospitalares. Foram selecionados 77 artigos entre os anos de 2017 e 2025, que permitiram uma revisão da literatura com enfoque na epidemiologia, patogenia, fatores de risco, evolução, diagnóstico, tratamento e prevenção das pneumonias relacionadas com a assistência à saúde.

2 DESENVOLVIMENTO: PNEUMONIAS RELACIONADAS COM A ASSISTÊNCIA À SAÚDE

2.1 DEFINIÇÃO

A pneumonia consiste em um processo inflamatório do parênquima pulmonar, de origem infecciosa. A infecção decorre da replicação e da disseminação de micro-organismos ao longo do interstício pulmonar e das vias respiratórias e espaços aéreos periféricos. É considerada relacionada com a assistência à saúde quando surge após 48 horas da internação hospitalar e não estava incubada no momento da internação, sendo causada na maioria das vezes por micro-organismos presentes no ambiente hospitalar. A pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) é uma complicação frequente, decorrente do uso da prótese ventilatória, e ocorre após um período de 48-72h depois da intubação endotraqueal (Goldman; Schafer, 2022; Candel *et al.*, 2023; Mumtaz *et al.*, 2023; Miron *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2024). A PAV é considerada precoce quando o diagnóstico ocorre nos primeiros quatro dias de ventilação mecânica e tardia quando o diagnóstico ocorre com cinco dias ou mais de ventilação mecânica (Nascimento *et al.*, 2022; Howroyd *et al.*, 2024; Miron *et al.*, 2024).

2.2 EPIDEMIOLOGIA

No que diz respeito às IRAS, a pneumonia é a segunda mais comum, considerando o hospital como um todo e a primeira em pacientes internados em UTIs, onde a intubação e a ventilação mecânica são intervenções comumente usadas para fornecer oxigênio de forma adequada para os pacientes que apresentam insuficiência respiratória grave, em coma ou em sedação profunda (Silva *et al.*, 2021; Da Rocha Gaspar *et al.*, 2023; Howroyd *et al.*, 2024; Ferreira *et al.*, 2025).

A pneumonia hospitalar possui uma incidência global que varia de 5 a 20 casos/1000 internações, incluindo pacientes dentro e fora da UTIs (Zaragoza *et al.*, 2020). O Centro Europeu de Prevenção e Controle de Doenças (ECDC), após analisar dados de 947 hospitais em 30 países, relatou uma prevalência de pneumonias nosocomiais de 1,3% (Walter *et al.*, 2018), enquanto um estudo

realizado nos Estados Unidos relata uma frequência de 1,6%, com uma densidade de incidência de 3,63/1.000 pacientes por dia (Giuliano; Baker; Quinn, 2018). No que diz respeito às PAVs, a incidência na América do Norte varia de 1 a 2,5 casos por 1.000 dias de ventilação, já na Europa as taxas são significativamente mais altas, com uma incidência de 8,9 casos/1.000 dias de ventilação (Zaragoza *et al.*, 2020; Miron *et al.*, 2024). Nos países em desenvolvimento a incidência estimada varia de 10 a 41,5 por 1.000 dias de ventilação mecânica (Mawzi; Blydenstein; Mukansi, 2023).

As PAVs podem afetar de 10% a 20% dos pacientes que fazem uso da prótese ventilatória há mais de 48 horas e representa mais de 80% das pneumonias adquiridas nas UTIs, com uma taxa de incidência que pode chegar a 55,3% em algumas unidades (Candel *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024). Essa taxa de incidência pode variar dependendo do país. Na Espanha a taxa de incidência é de 13,8 casos para cada 100 pacientes em uso de ventilação mecânica (Gamazo; Candel; Castillo, 2023). Já nos países em desenvolvimento, a incidência média é estimada entre 8 a 28% (Mawzi; Blydenstein; Mukansi, 2023).

Um estudo de coorte prospectivo, realizado no Brasil por Nascimento e colaboradores (2025), observou 12 hospitais no Brasil, cobrindo todas as regiões geográficas do país, e teve como foco de estudo pacientes acima de 18 anos internados em UTIs e em uso de ventilação mecânica. O estudo evidenciou uma densidade de incidência de PAVs de 8,5 casos por 1.000 dias de ventilação, sendo coerente com os dados apresentados pelo Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo, que indicou a taxa de 7,08 casos de PAV por 1.000 dias de ventilação, em UTIs de adultos em 2022 (Secretária da Saúde do Estado de São Paulo, s.d) e com os dados do relatório nacional da ANVISA, que relatou uma incidência de 9 casos de PAV por 1.000 dias de ventilação mecânica, em UTIs de adultos no Brasil (Power BI, s.d). Além disso, o estudo evidenciou que a idade média dos pacientes era de 66,2 anos e que 51,8% deles eram do sexo masculino (Nascimento *et al.*, 2025).

O sexo masculino é descrito como o mais acometido por PAV em vários estudos, e também é apontado como fator de risco independente para a sua ocorrência (Silva *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2022; Mumtaz *et al.*, 2023; Colaneri *et al.*, 2025; Prieto-Alvarado *et al.*, 2025). De acordo com Mumtaz e colaboradores, (2023), que fizeram uma revisão sistemática de estudos realizados em vários

hospitais de diferentes países, o sexo masculino esteve envolvido em 64,9% dos episódios de PAV e o sexo feminino em 35,1%. No Brasil, um estudo realizado por Nascimento e colaboradores (2024), envolvendo 89 pacientes de um hospital escola no Paraná internados com PAV, 59,6% pertenciam ao sexo masculino, apresentavam 60 anos ou mais de idade e tinha diversas comorbidades, como hipertensão arterial, diabetes e doença pulmonar obstrutiva crônica (Nascimento; Ilenke; Taques, 2024). A PAV pode afetar pacientes de todas as idades, porém certos estudos indicam que há uma maior prevalência desta infecção em pacientes com idade entre 50 a 60 anos (Campos *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2025; Prieto-Alvarado *et al.*, 2025), entretanto em pacientes diagnosticados com diversas comorbidades, como doenças neurológicas, cardiorrespiratórias e Covid-19 foram associadas a maiores taxas (Mumtaz *et al.*, 2023).

A taxa de mortalidade por PAV varia de 20 a 50%, de acordo com a população estudada, e pode chegar até 76% se um micro-organismo multirresistente estiver envolvido. Tanto a pneumonia hospitalar como a PAV prolongam o tempo de internação e estão associadas a uma elevação de custos do tratamento, com um impacto financeiro que pode chegar a US\$40.000,00 por episódio (Xu *et al.*, 2021). No estudo de Mumtaz e colaboradores (2023) a taxa de mortalidade por PAV variou de 6,3% a 66,9% com taxas mais elevadas na Turquia. Estudos americanos reportaram uma taxa de mortalidade de 13%, e na Europa, a taxa de mortalidade em 30 dias foi de 29,9%.

2.3 PATOGENIA

Vários mecanismos de defesa protegem as vias respiratórias inferiores contra a entrada de patógenos. Entre eles destacam-se a ação dos cílios e das superfícies pegajosas nas vias aéreas superiores que fazem a retenção de partículas; a ação de imunoglobulinas de membrana, como a imunoglobulina A (IgA), presente nas secreções nasais, que neutralizam vírus e inibem a colonização bacteriana; além disso, o fechamento da epiglote evita a passagem de alimentos e secreções para a traqueia no momento da deglutição e contribui para a produção de pressão na laringe, o que resulta em uma tosse efetiva. Quando o micro-organismo consegue driblar essas estratégias de defesa, o batimento dos cílios das células epiteliais da

traquéia os direciona para cima em direção à laringe, e o reflexo de tosse os impulsiona em uma velocidade maior no mesmo sentido (Goldman; Schafer, 2022).

Entretanto, apesar dos referidos mecanismos de defesa, a microaspiração de secreções da orofaringe é um evento comum, mesmo em indivíduos saudáveis, principalmente durante o sono. Por isso, bactérias que colonizam as vias aéreas superiores, como *Streptococcus pneumoniae* ou *Haemophilus influenzae* podem chegar aos alvéolos e resultar em pneumonia. Uma aspiração de volumes maiores se destaca entre os idosos, principalmente os mais frágeis ou acamados (Goldman; Schafer, 2022). A colonização da mucosa do trato respiratório superior por micro-organismos potencialmente patogênicos como *Staphylococcus aureus* ou bacilos gram negativos é particularmente frequente em pacientes graves internados em UTIs por tempo prolongado e em uso de antibióticos e dispositivos invasivos, com destaque para a prótese ventilatória, especialmente naqueles com nível de consciência diminuído (Papazian; Klompas; Luyt, 2020; Alnimir, 2023).

A presença da prótese ventilatória compromete os mecanismos de defesa, incluindo a tosse e o papel da barreira muco-ciliar, além de impedir a deglutição, favorecendo a microaspiração de secreções da orofaringe colonizadas por micro-organismos potencialmente patogênicos e o desenvolvimento da PAV (Alves *et al.*, 2021; Howroyd *et al.*, 2024), entretanto a macroaspiração de conteúdo gástrico, proveniente do refluxo gastroesofágico também é uma fonte importante de patógenos neste grupo de pacientes (Silva *et al.*, 2021; Locatelli *et al.*, 2024). Os agentes de pneumonias também podem acessar as vias aéreas inferiores, de forma menos frequente, por meio de disseminação hematogênica a partir de cateteres intravenosos infectados, inoculação direta de material exógeno contaminado e translocação do trato gastrointestinal (Nascimento *et al.*, 2022).

As pneumonias podem ter etiologia bacteriana, viral ou fúngica, entretanto, as PAVs têm como agente causador mais comum algum tipo de bactéria, normalmente de origem hospitalar, com destaque para cepas multirresistentes aos antimicrobianos, como *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter baumannii* resistentes aos carbapenêmicos, enterobactérias, como *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*, além de bactérias gram-positivas como *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina (ORSA) as quais, normalmente, estão associados a casos de PAV tardia e a uma maior morbidade e mortalidade (Nascimento *et al.*, 2022; Locatelli *et al.*, 2024; Howroyd *et al.*, 2024; Miron *et al.*, 2024; Colaneri *et al.*, 2025).

Os agentes etiológicos de PAVs variam de acordo com a região geográfica, hospital, unidade, população estudada, duração da ventilação mecânica, duração da internação antes de adquirir PAV, exposição a antimicrobianos, entre outros, entretanto, de uma maneira geral, *Staphylococcus aureus* e os bacilos Gram-negativos não-fermentadores são os agentes mais importantes (Leal; Nunes, 2019; Alnimir, 2023). Nos EUA, a *P. aeruginosa* é o segundo agente mais frequente de PAVs em UTIs, atrás apenas das PAVs causadas por *Staphylococcus aureus*, enquanto na Europa esse micro-organismo ocupa o primeiro lugar, seguido por *Klebsiella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (Weiner-Lastinger *et al.*, 2020; European Centre For Disease Prevention Control, 2024; Vidal-Cortés *et al.*, 2025). Em um estudo realizado por Machado e colaboradores (2025) em UTIs de diferentes regiões do Brasil foi possível observar que *Acinetobacter baumannii* (22,2%) e *Pseudomonas aeruginosa* (22,2%) foram os agentes mais frequentes de pneumonias em UTIs (Machado *et al.*, 2025). Já no estudo de Nascimento e colaboradores (2024), citado anteriormente, a *Klebsiella pneumoniae* foi o micro-organismo mais isolado de pacientes com PAV (15,7%) seguida por *Acinetobacter baumannii* (10,1%), *Staphylococcus aureus* (7,9%) e *Pseudomonas aeruginosa* (6,7%).

Fungos também têm sido observados como agentes de PAVs, sendo a *Candida* sp, o mais frequente entre eles, porém também existem relatos de infecções envolvendo o gênero *Aspergillus* (Papazian; Klompas; Luyt, 2020; Howroyd *et al.*, 2024; Miron *et al.*, 2024).

2.4 FATORES DE RISCO

Vários fatores estão relacionados com um risco mais elevado de desenvolvimento de pneumonias hospitalares, principalmente a pneumonia associada à ventilação mecânica, entre eles, a intubação oro / nasotraqueal, extremos de idade, nível de consciência diminuído, doença pulmonar obstrutiva crônica, doença renal crônica, trauma severo, desnutrição, exposição prévia a antibióticos de amplo espectro, microaspiração de secreções da orofaringe, macroaspiração de conteúdo gástrico, procedimentos cirúrgicos prolongados (torácicos/abdominais superiores), uso de glicocorticóides/opioides/agentes

bloqueadores neuromusculares, profilaxia de úlcera de estresse, anemia, hospitalização acima de 5 dias, ventilação mecânica acima de 5 dias, re-intubação (Alves *et al.*, 2021; Miron *et al.*, 2024; Gunalan *et al.*, 2023).

Os fatores de risco podem ser divididos em três grupos: os que aumentam a colonização gastrointestinal e da orofaringe, como o uso prévio de antibióticos e o tempo de internação em UTIs prolongado; os que favorecem a broncoaspiração, tais como cabeceira baixa, tempo de duração da ventilação mecânica, traqueostomia, uso de sonda naso-entérica, uso de antiácidos; fatores do indivíduo, como sexo masculino, idade acima de 60 anos, desnutrição, imunossupressão e gravidade da doença na admissão (Leite; Silva, 2018; Nascimento; Ienke; Taques, 2024).

Outro modo de separar os fatores de risco, é identificando como modificáveis e não modificáveis. Os fatores modificáveis são relacionados ao tempo de uso da ventilação mecânica, reintubação, traqueostomia, sondas nasoentéricas e nasogástrica, entre outros. Já os fatores não modificáveis estão ligados às características do indivíduo, como idade avançada, presença de comorbidades, realização de cirurgias, gravidade da doença no momento da internação (Alvares *et al.*, 2022).

De acordo com vários estudos, como os estudos de Alnimir (2023), Mawzi e Colaboradores (2023), Miron e colaboradores (2024), fatores de risco específicos predisõem à ocorrência de PAV por micro-organismos multirresistentes, sendo alguns dependentes do hospedeiro e outros relacionados ao sistema de saúde. Entre eles podemos citar idade avançada, mobilidade limitada, presença de comorbidades como diabetes, doença renal em estágio final, imunossupressão, neoplasias, cirurgias ou procedimentos invasivos realizados recentemente, tratamento antimicrobiano instituído até 90 dias antes da admissão na UTI, uso de antibióticos de amplo espectro, choque séptico, entre outros. Além disso, o uso de ventilação mecânica acima de 7 dias foi citado como um fator de risco independente para a PAV por patógenos multirresistentes (Alnimir, 2023; Mawzi; Blydenstein; Mukansi, 2023; Miron *et al.*, 2024).

2.5 EVOLUÇÃO

As IRAS estão entre as complicações mais frequentes e importantes que acometem pacientes hospitalizados (Leal; Freitas-Vilela, 2021). Apesar de ser considerada menos severa do que a PAV, a pneumonia hospitalar está associada a sérias complicações como derrame pleural / empiema, em aproximadamente 50% dos pacientes, insuficiência respiratória, renal, choque séptico e falência múltipla de órgãos, principalmente em pacientes internados em UTIs (Rider; Frazee, 2018; Xu *et al.*, 2021; Bassi *et al.*, 2023; Bustos *et al.*, 2025; Rickard; Kabir; Homaira, 2025), o choque séptico e a falência múltipla de órgãos são consideradas complicações comuns e as mais severas, principalmente quando se tem como agente causador bactérias Gram negativas resistentes ao carbapenêmicos, como *A. baumannii*, *P. aeruginosa* ou Enterobactérias (Chen *et al.*, 2022).

As PAVs podem prolongar o tempo de ventilação mecânica em 7,6 a 11,5 dias e o tempo de internação em 11,5 a 13,1 dias, provocando um impacto significativo nos custos do tratamento, que podem chegar a até US\$40.000 dólares por episódio nos EUA, e cerca de £9.000 no Reino Unido (Al-Omari *et al.*, 2021; Da Rocha Gaspar *et al.*, 2023). Segundo dados de um estudo feito por Matta e colaboradores (2022), os pacientes que desenvolveram PAV em um hospital do Paraná apresentaram maior custo com a realização de exames laboratoriais e radiológicos, além de um gasto mais elevado com antimicrobianos e medicamentos em geral (Matta *et al.*, 2022).

De acordo com o estudo de Silva e colaboradores (2021), realizado em uma UTI de adultos no norte da Índia, os pacientes que não tiveram PAV permaneceram internados por um período médio de 6 dias, ao passo que os indivíduos que desenvolveram PAV permaneceram internados por 13 dias (Silva *et al.*, 2021). Um outro estudo, realizado por Colaneri e colaboradores (2025), após observar mais de 190 UTIs de adultos na Itália, mostrou que os pacientes com PAV tiveram um tempo de internação significativamente mais longo, com uma média de internação hospitalar de 33 dias, sendo 23 dias dentro da UTI, enquanto que os pacientes sem PAV permaneceram 20 dias internados no hospital, sendo 9 dias internados na UTI. Além disso, o estudo revelou uma alta taxa de mortalidade associada a PAV, chegando a 30% (Colaneri *et al.*, 2025).

As pneumonias hospitalares são, atualmente, as IRAS que provocam o maior número de mortes em pacientes críticos, com taxas que podem variar de 20-50% em pacientes com PAV (Candel *et al.*, 2023; Halat; Moubareck, 2024). No Brasil, a taxa

de mortalidade por PAV é estimada entre 30-50% (Nascimento *et al.*, 2023). De acordo com o estudo de Alvares e colaboradores (2022), realizado em uma UTI de adultos do município de Cascavel/PR, a taxa de incidência de PAVs foi de 23,7/1.000 pacientes/dia em ventilação mecânica, com uma taxa de mortalidade de 43,2% (Alvares *et al.*, 2022). Já no estudo realizado por Leite e Silva (2018), em um Hospital Escola de Itajubá - MG foram analisados prontuários de pacientes diagnosticados com PAV, a partir dos quais foi possível demonstrar uma taxa de mortalidade de 55,1% por esta doença. O tempo de internação também foi elevado, com média de 27 dias (Leite; Silva, 2018).

Os achados dos trabalhos citados anteriormente reforçam que as infecções do trato respiratório inferior hospitalares estão relacionadas com pior prognóstico e taxa de mortalidade mais alta, principalmente em países subdesenvolvidos (Machado *et al.*, 2025).

2.6 DIAGNÓSTICO CLÍNICO E DE IMAGEM

O diagnóstico das pneumonias hospitalares é complexo e, normalmente, definido pela presença simultânea de três critérios, sendo uma suspeita clínica, raio x apresentando infiltrado novo ou progressivo e cultura microbiológica de material do trato respiratório inferior positiva (Papazian; Klompas; Luyt, 2020; Dongol *et al.*, 2021; Jones *et al.*, 2022). A suspeita inicial é baseada em sinais e sintomas pouco específicos como febre de início súbito (normalmente acima de 38°C) ou hipotermia (abaixo de 36°C), calafrios, tosse frequentemente associada a expectoração purulenta, leucocitose ou leucopenia, piora da oxigenação, troca gasosa ou aumento da necessidade de oxigênio, ausculta pulmonar característica, piora do estado hemodinâmico, aumento da proteína C reativa (PCR) e presença de infiltrado pulmonar novo ou a progressão de infiltrado pré-existente. (Dongol *et al.*, 2021; Jones *et al.*, 2022; Goldman; Schafer, 2022; Ceccato *et al.*, 2022; Alnimir, 2023; Nisar *et al.*, 2023).

A radiografia de tórax é a principal ferramenta de imagem para diagnosticar a pneumonia, pois é de fácil acesso e de baixo custo. No exame, a pneumonia é detectada a partir da observação de imagens com áreas de opacidade aumentada novas ou progressivas. Nos casos em que a etiologia é bacteriana a presença de imagem apresentando consolidação lobar é frequente e em casos virais exibe um

padrão intersticial difuso (Rickard; Kabir; Homaira, 2025). Além do raio x, a tomografia computadorizada é uma técnica que também pode ser usada para auxiliar o diagnóstico de pneumonias hospitalares (Howroyd *et al.*, 2024).

A tomografia computadorizada é considerada padrão ouro, pois fornece uma orientação anatômica e patológica tridimensional sem sobreposição e com alta resolução dos tecidos. Porém, mesmo útil, essa técnica não é usada normalmente na rotina para diagnosticar PAVs em UTIs, devido aos riscos de transporte e necessidade de sedação adicional do paciente para facilitar o procedimento, além da exposição do paciente a uma elevada carga de radiação (Howroyd *et al.*, 2024).

Já as radiografias de tórax fornecem uma imagem bidimensional isolada de uma estrutura tridimensional, então ocorre uma sobreposição de vários tecidos. São aparelhos portáteis e possibilitam a realização do exame à beira leito, além de serem mais baratas e práticas. Porém, devido a sobreposição de outros achados comuns, como atelectasia, infiltrados pulmonares, edemas pulmonares e derrames pleurais, a interpretação pode se tornar um desafio, e dificultar a diferenciação da etiologia, levando a um diagnóstico incerto. Na análise radiográfica é realizada uma comparação de imagens obtidas anteriormente, com as imagens atuais para determinar alterações novas ou progressivas. A posição ideal para o raio-X de tórax é posterior-anterior e lateral, com as costas eretas (Howroyd *et al.*, 2024; Rickard; Kabir; Homaira, 2025).

Sistemas de pontuação ou como são chamados em inglês, "scoring systems", são sistemas de pontuação que auxiliam a realização de avaliação, diagnóstico, estratificação de risco e predição de resultados, de forma eficiente e padronizada. Existem vários disponíveis, e o Clinical Pulmonary Infection Score (CPIS) é o mais amplamente usado e estudado. O CPIS é o mais relevante para a PAV, combinando critérios clínicos, radiológicos e microbiológicos. A ferramenta calcula uma pontuação que vai de 0 a 12, e uma pontuação igual ou superior a seis, indica uma alta probabilidade de PAV (Jones *et al.*, 2022; Howroyd *et al.*, 2024).

2.7 DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

Exames laboratoriais também são usados como suporte para o diagnóstico das pneumonias, entre eles o hemograma, o qual poderá apresentar leucocitose,

com ou sem desvio escalonado à esquerda. Os valores de referência específicos para leucocitose e leucopenia podem apresentar valores que variam de acima de 10.000/mm³ e acima de 12.000/mm³ para leucocitose, e valores abaixo de 3.500/mm³ e abaixo de 4.500/mm³ para leucopenia (Fally *et al.*, 2024). O uso de biomarcadores como proteína C reativa (PCR), procalcitonina (PCT) e citocinas pró-inflamatórias podem auxiliar na identificação precoce da infecção, direcionando a terapia inicial e permitindo uma rápida avaliação do curso do tratamento, porém eles não são recomendados pelas diretrizes mais recentes para o diagnóstico da PAV pois possuem sensibilidade e especificidades variadas e podem ter resultados facilmente alterados devido ao uso de antibióticos (Howroyd *et al.*, 2024; Fally *et al.*, 2024). A procalcitonina ajuda na diferenciação da infecção bacteriana de outras causas etiológicas, e na PAV pode ser usada para orientar a antibioticoterapia, sendo mais específica que a proteína C reativa, que é um marcador inflamatório cujo nível sérico se eleva em várias condições, como infecções virais, bacterianas, estado pós-operatório, queimaduras e neoplasias, portanto, muito pouco específico (Miron *et al.*, 2024).

Para se chegar a um diagnóstico microbiológico, podem ser utilizadas técnicas invasivas e não invasivas para a obtenção de amostras do trato respiratório inferior, a fim de melhorar a precisão do diagnóstico de PAV. Os principais procedimentos envolvem aspiração endotraqueal, lavagem brônquica não dirigida, escovado de espécime protegido e lavagem broncoalveolar (Jones *et al.*, 2022). O aspirado endotraqueal é uma técnica de custo mais baixo, não invasiva, segura e eficiente, que evita contaminação da orofaringe, melhorando a qualidade da amostra, e é um procedimento que pode ser realizado por grande parte da equipe presente nas UTIs, porém pode levar a resultados inconclusivos, pois dificulta a diferenciação entre os organismos colonizadores e os causadores da infecção. Apresenta boa sensibilidade, mas tem pior especificidade quando comparado com os resultados obtidos com outros espécimes clínicos. De acordo com uma revisão sistemática e meta-análise, o aspirado endotraqueal possui uma sensibilidade de 75% e especificidade de 67,9% para o diagnóstico de PAV (Howroyd *et al.*, 2024).

Entretanto, a análise do aspirado endotraqueal pela técnica quantitativa com ponto de corte de 10⁶ UFC/mL (unidades formadoras de colônias por mililitro)

evidencia boa correlação com os resultados obtidos com os de espécimes minimamente contaminados (Howroyd *et al.*, 2024).

O lavado broncoalveolar e o escovado protegido são técnicas consideradas minimamente contaminadas por secreções do trato respiratório superior, porém mais caras e invasivas, entretanto, são comumente usadas pois possibilitam a obtenção de amostras de áreas mais profundas, utilizando um broncoscópio de fibra óptica. Essas técnicas exigem treinamento especializado, e podem oferecer riscos como perda de pressão expiratória final positiva, extubação acidental, broncoespasmo, hipóxia, além de levar à necessidade de sedação e do uso de agente bloqueador neuromuscular. O lavado broncoalveolar apresenta sensibilidade de 71,1% e especificidade de 79,6%, enquanto que o escovado protegido apresenta sensibilidade de 61,4% e especificidade de 76,5%. Com relação ao lavado brônquico, quando realizado sem o fibrobroncoscópio, de forma não direcionada, é seguro, apresenta baixo custo e pode ser realizado por outros profissionais de saúde, como os fisioterapeutas (Howroyd *et al.*, 2024).

Os espécimes obtidos por meio do aspirado endotraqueal, o lavado broncoalveolar e do escovado protegido podem ser analisados quantitativamente ou qualitativamente, sendo que a análise quantitativa mede o crescimento bacteriano, possibilitando a distinção entre infecção e colonização, já a análise qualitativa identifica a presença ou ausência de culturas patogênicas (Howroyd *et al.*, 2024).

A realização da bacterioscopia por meio da técnica de coloração de Gram permite o direcionamento da terapia antimicrobiana empírica inicial e aponta quais meios de cultura poderão ser utilizados para auxiliar o diagnóstico microbiológico (Ranzani *et al.*, 2020; Bustos *et al.*, 2025).

As culturas, normalmente, são realizadas de forma quantitativa, após diluição da amostra, em ágar sangue, ágar chocolate e ágar MacConkey, sendo que as placas de ágar sangue e MacConkey são incubadas a 35-37°C, em estufa convencional, por até 72 horas e as placas de ágar chocolate são incubadas a 35-37°C, em tensão de 5% de CO₂, por até 72 horas (ANVISA, 2017; Jitmuang *et al.*, 2022). Diretrizes americanas como Infectious Diseases Society of America (IDSA) e American Thoracic Society (ATS) e diretrizes europeias enfatizam a importância de diferenciar infecção de colonização. Os limites geralmente aceitos para culturas quantitativas são 10⁶ UFC/mL para aspirado endotraqueal, 10⁴

UFC/mL para lavado broncoalveolar e 10^3 UFC/mL para escovado de espécime protegido (Modi; Kovacs, 2020; Al-Omari *et al.*, 2021; Bustos *et al.*, 2025).

Caso a cultura apresente um resultado positivo, deve-se efetuar o teste de sensibilidade aos antimicrobianos, com o intuito de verificar o perfil de sensibilidade do patógeno aos mesmos, sendo esta uma importante etapa do diagnóstico microbiológico, podendo auxiliar no descalonamento da terapia antimicrobiana, inicialmente empírica, direcionando-a para o micro-organismo isolado e promovendo a redução do espectro de ação dos antimicrobianos usados, visando minimizar o impacto na microbiota normal do paciente, ou ajustar a terapia antimicrobiana em casos de falha de tratamento ou resistência (Moise *et al.*, 2021).

Existem diferentes testes usados para verificar o perfil de suscetibilidade de um micro-organismo aos antimicrobianos, entretanto, o método com menor custo e mais utilizado mundialmente é o disco-difusão. Trata-se de um teste qualitativo, realizado utilizando placa de Petri e metodologia *in vitro*. Os discos de papel filtro impregnados com os antimicrobianos a serem testados são colocados sobre a superfície do ágar, cujo micro-organismo foi inoculado. O antimicrobiano difunde sobre o ágar e interage com o micro-organismo, formando halos quantificáveis quando há inibição, permitindo assim definir se o micro-organismo causador da infecção é sensível ou resistente à cada antimicrobiano testado (Gajic *et al.*, 2022).

Apesar do teste de disco-difusão ser o mais usado, existem algumas alternativas que podem ser utilizadas. Para determinar a concentração inibitória mínima (CIM) de antimicrobianos, podem ser usados testes quantitativos como o E-test, o qual trata-se de uma tira plástica inerte incorporada com um gradiente de concentração estabilizado do antimicrobiano a ser pesquisado (Kowalska-Krochmal; Dudek-Wicher, 2021; Gajic *et al.*, 2022). Os métodos de diluição em caldo permitem comparar a turbidez de um meio líquido contendo micro-organismos suspensos com um padrão biológico de referência. São métodos quantitativos e ainda tem como vantagem a não influência da velocidade de crescimento dos micro-organismos (Gajic *et al.*, 2022). Outro método quantitativo consiste na diluição seriada de antimicrobianos em ágar (Kowalska-Krochmal; Dudek-Wicher, 2021).

Existem também sistemas semi-automatizados e automatizados que têm sido amplamente empregados para proporcionar a identificação de espécies microbianas e detecção da sensibilidade (Gajic *et al.*, 2022). Porém sistemas automatizados são semi-quantitativos e podem levar a erros em relação à sensibilidade de alguns

micro-organismos, o que pode causar sérios prejuízos para uma boa evolução clínica dos pacientes (Gajic *et al.*, 2022).

Pelos resultados encontrados na literatura de testes realizados *in vitro*, é possível prever os antimicrobianos mais apropriados para realização dos testes de sensibilidade aos antimicrobianos. A seleção dos mesmos é uma decisão conjunta do laboratório de microbiologia, corpo clínico, dos comitês de farmácia e terapêutica e de controle de infecção hospitalar, os quais devem seguir recomendações atualizadas e publicadas periodicamente por instituições que padronizam os valores referentes à sensibilidade ou resistência de um micro-organismo aos antimicrobianos, baseado em resultados de estudos clínicos e laboratoriais (CLSI, 2018; Gajic *et al.*, 2022).

Plataformas de testes moleculares utilizando PCR multiplex estão disponíveis no mercado para auxiliar no diagnóstico de pneumonias, utilizando amostras do trato respiratório inferior e de sangue e com a vantagem de terem curto tempo de resposta. Como exemplo podemos citar o BioFire FilmArray da empresa francesa BioMérieux SA (Marcy-l'Etoile, France), painel que detecta 15 bactérias típicas como (*Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *P. aeruginosa*, complexo *A. baumannii*, *K. aerogenes*, entre outras), 3 bactérias atípicas, 8 vírus respiratórios, e 7 marcadores de resistência para enterobactérias resistentes a carbapenêmicos (CRE), beta-lactamases de espectro estendido (ESBL) e *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina (ORSA), com um tempo de resposta de aproximadamente 1 hora; painel respiratório e de pneumonia Unyvero, da empresa Curetis, que testa 19 bactérias (como *Acinetobacter* spp, complexo *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *S. aureus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *S. pneumoniae*, entre outras), 1 fungo (*Pneumocystis jirovecii*) e 22 marcadores de resistência, além de outros painéis, como o painel respiratório Allplex da Seegene, que detecta 9 vírus e 7 bactérias, painel respiratório Eplex, e sistema accelerate Pheno, da Accelerate Diagnostics, que realiza teste de suscetibilidade antimicrobiana, detecta 16 bactérias, 2 genes de resistência e determina o CIM de 25 antibióticos (Xu *et al.*, 2021; Jitmuang *et al.*, 2022; Alnimir, 2023).

2.8 TRATAMENTO

Por sua gravidade, o tratamento das PAVs deve ser iniciado rapidamente, sendo empírico com antibióticos de amplo espectro até que os resultados da cultura e dos testes de susceptibilidade a antimicrobianos estejam disponíveis, pois podem ser causadas por diversos agentes, ser polimicrobianas ou envolverem bactérias multirresistentes (MR) a antibióticos (Gamazo; Candel; Castillo, 2023; Candel *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2024).

A escolha de um regime específico deve ser baseada na epidemiologia local, considerando os principais patógenos circulantes e seus perfis de suscetibilidade aos antimicrobianos, além do perfil clínico do paciente, observando a presença de fatores de risco para micro-organismos multirresistentes, como, uso recente de antimicrobianos de amplo espectro, presença de sepse ou choque séptico, colonização conhecida por patógenos multirresistentes, hospitalização recente, presença de dispositivos invasivos, tempos de internação e de ventilação mecânica (Modi; Kovacs, 2020; Plata-Menchaca; Ferrer, 2022; Alnimir, 2023; Tariq *et al.*, 2025).

Bactérias multirresistentes são frequentemente isoladas em UTIs e têm sido associadas à antibioticoterapia empírica inicial inadequada, uma vez que a emergência de micro-organismos com este perfil torna cada vez mais desafiadora a escolha dos antimicrobianos, limitando as opções disponíveis para o tratamento empírico (Tariq *et al.*, 2025).

Os micro-organismos multirresistentes mais comumente envolvidos na PAV são a *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente, *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina (ORSA), Enterobactérias Gram negativas produtoras de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL), como *Klebsiella pneumoniae* e *E. coli* e/ou produtoras de carbapenemases, além de outras bactérias não-fermentadoras de lactose resistentes aos carbapenêmicos, com destaque para *A. baumannii* e *P. aeruginosa* (Plata-Menchaca; Ferrer, 2022; Gamazo; Candel; Castillo, 2023).

De acordo com o trabalho de Miron e colaboradores (2024), a diretriz Europeia mais recente sobre o manejo de pneumonia nosocomial/pneumonia associada à ventilação mecânica, baseia-se, inicialmente, no tratamento empírico com base na presença de fatores de risco para micro-organismos multirresistentes e no risco de mortalidade. Para os pacientes sem fatores de risco para patógenos

multirresistentes e com baixo risco de mortalidade (abaixo ou igual a 15%), é recomendada a monoterapia com antimicrobianos de espectro mais estreito, como a oxacilina nos casos em que há possibilidade de infecção causada por *S. aureus* sensível à oxacilina (OSSA) ou o uso de antimicrobianos como ertapenem, ceftriaxona, cefotaxima, levofloxacino ou moxifloxacino, nos casos em que há possibilidade de infecção por bacilos Gram negativos não resistentes. Já para pacientes que possuem alto risco de infecção por patógenos multirresistentes e risco de mortalidade acima de 15%, o tratamento é guiado pela presença ou ausência de choque séptico. Na ausência de choque séptico, recomenda-se usar um único agente contra bactérias Gram negativas, principalmente *P. aeruginosa*, como por exemplo imipenem, meropenem, ceftazidima, cefepime ou piperacilina-tazobactam. Porém, para pacientes com alto risco de choque séptico, deve haver uma combinação de dois agentes contra *P. aeruginosa*, um antipseudomonas beta-lactâmico, como imipenem, meropenem, cefepime, ceftazidima, piperacilina-tazobactam ou aztreonam juntamente com um aminoglicosídeo, como amicacina, gentamicina ou tobramicina; ou um agente antipseudomonas da classe das quinolonas, como ciprofloxacino, levofloxacino juntamente com um agente contra ORSA (Miron *et al.*, 2024).

De acordo com os estudos de Plata-Menchaca e colaboradores (2022), Costa *et al.* (2024) e Miron *et al.* (2024), unidades onde 10-20% de *S. aureus* isolados são resistentes à oxacilina, ou se a prevalência de ORSA não é conhecida, sugere-se o uso de vancomicina ou linezolida, para cobertura de ORSA.

Para um tratamento bem sucedido, após estabelecer uma terapia inicial empírica, o próximo passo deve ser definir um tratamento específico, com base nos relatórios de suscetibilidade. Ao fazer isso, deve-se evitar o uso excessivo de antibióticos, considerando as seguintes regras: interromper o uso de antibióticos quando não houver micro-organismos documentados, modificar a terapia antimicrobiana de acordo com os resultados de cultura e testes de suscetibilidade disponíveis, promovendo o descalonamento da terapia antimicrobiana empírica mesmo quando o paciente responder bem ao tratamento inicial, a fim de limitar o risco de superinfecção, resistência bacteriana, reações adversas, além de limitar os custos (Tanzarella *et al.*, 2024), interromper o uso de fármacos anti-ORSA se ORSA não estiver presente, usar carbapenêmicos apenas para patógenos como *P. aeruginosa* ou *Acinetobacter spp* suscetíveis apenas a carbapenêmicos, sendo que,

de uma maneira geral, a duração do tratamento não deverá exceder 7 dias (Miron *et al.*, 2024).

A resistência bacteriana aos antimicrobianos pode ser intrínseca do micro-organismo, adquirida por meio de mutações cromossômicas ou transmitida por meio de fragmentos genéticos móveis provenientes de plasmídeos contendo genes que codificam resistência por diversos mecanismos como alteração do sítio alvo do antimicrobiano, alteração da permeabilidade de célula bacteriana ao antimicrobiano, em função da modificação de porinas, da expressão de bombas de efluxo que ocasionam redução da concentração do antimicrobiano no interior da bactéria, bem como inativação enzimática do fármaco (Rentschler; Kaiser; Deigner, 2021; Alnimir, 2023).

O uso excessivo ou mesmo inapropriado de antibióticos de amplo espectro e as dificuldades na implementação de medidas de controle de infecções hospitalares são apontados como responsáveis pela emergência e disseminação de agentes cada vez mais resistentes, principalmente em ambientes que apresentam elevada densidade de uso de tais fármacos, como nas UTIs (Custódio *et al.*, 2024).

Para Alnimir (2023) e Tariq e colaboradores (2025), a terapia inadequada, ou mesmo o atraso no início do tratamento, agrava a infecção pulmonar, podendo levar a complicações sistêmicas como sepse e choque séptico, o que resulta em maior tempo de internação e ventilação mecânica, além de um aumento na taxa de mortalidade hospitalar.

2.9 PREVENÇÃO DE PNEUMONIAS ASSOCIADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE

Com o objetivo de prevenir a ocorrência de pneumonias hospitalares, principalmente de PAVs, as complicações decorrentes desta infecção e os custos gerados com as mesmas, durante as últimas duas décadas, várias diretrizes foram propostas para reduzir a incidência das PAVs (Miron *et al.*, 2024).

A adoção de “care bundles” tem sido bastante utilizada como medida de prevenção. A expressão “Care bundles”, que em português pode ser traduzida como pacotes de cuidados, foi apresentada primeiramente pelo Institute of Health Improvement (IHI), e definida como um conjunto de medidas práticas baseadas em evidências científicas, que, quando realizadas coletivamente e de forma confiável,

impactam de forma positiva na evolução dos pacientes (Martinez-Reviejo *et al.*, 2023).

Dentre as medidas de prevenção mais importantes para a redução da incidência de PAVs estão: elevação da cabeceira da cama entre 30° e 45° graus, para prevenção da aspiração pulmonar de secreções orofaríngeas e de conteúdo proveniente do refluxo gastro-esofágico; higiene oral do paciente com clorexidina 0,12%; higienização das mãos dos profissionais de saúde; interrupção diária da sedação com avaliação diária de prontidão para extubação; manutenção de uma pressão constante no balonete das vias aéreas do tubo endotraqueal a um máximo de 30 (entre 25 a 30) cm de H₂O (pressão do cuff); prevenção de trombose venosa profunda; aplicação de pressão expiratória final positiva ótima (PEEP); drenagem de secreções subglóticas com dispositivos específicos que permitem aspiração contínua ou intermitente; descontaminação seletiva do trato digestivo com colistina, tobramicina ou nistatina (Gonçalves; Piubello; Danski, 2024; Miron *et al.*, 2024).

A elevação da cabeceira é uma das medidas preventivas mais importantes, e está relacionada com a diminuição da incidência de PAV por broncoaspiração, principalmente em pacientes que recebem nutrição enteral (Gonçalves; Piubello; Danski, 2024).

A higiene oral com clorexidina é essencial para a inibição da formação do biofilme, e é recomendada que seja realizada a cada 8 horas, além de ser considerada uma intervenção padrão ouro no controle da colonização da cavidade oral pelo manual da Anvisa (Moreira *et al.*, 2024).

A aspiração das secreções mantém as vias aéreas desobstruídas, e diminui o risco de consolidação pulmonar e atelectasia, que podem comprometer a ventilação adequada (Moreira *et al.*, 2024).

A manutenção da pressão do cuff é importante pois evita o deslocamento acidental do tubo e a microaspiração, como também, pressões acima de 30 cmH₂O podem afetar a microcirculação da traquéia, e causar lesões como perda de cílios, descamação do epitélio, estenose e isquemia. De acordo com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica, a pressão do cuff deve ser monitorada três vezes ao dia (Moreira *et al.*, 2024).

A prática de lavar as mãos deve ser realizada antes e depois de manipular o sistema de ventilação e ao entrar em contato com o paciente. A higienização das mãos contribui para a redução da microbiota da pele, interrompe a cadeia de

transmissão de doenças e dificulta a transmissão cruzada de micro-organismos (Moreira *et al.*, 2024).

A interrupção diária da sedação é uma medida utilizada devido ao fato de que altas doses de sedação podem ocasionar lesões neurológicas, esvaziamento gástrico lento, o que pode causar episódios de diarreia e náuseas, elevando a predisposição do paciente à broncoaspiração (Moreira *et al.*, 2024).

A aplicação da pressão expiratória final positiva (PEEP) consiste na manutenção de uma pressão positiva nas vias aéreas durante a expiração e é usada nos pacientes sob na ventilação mecânica com o intuito de aumentar a pressão média das vias aéreas, melhorando a distribuição de ar nos pulmões, conseqüentemente, melhorando a oxigenação uma vez que evita o colapso dos alvéolos (atelectasia) e auxilia na abertura dos alvéolos já colapsados. Auxilia a remoção do muco e de secreções acumuladas nas vias aéreas, sendo útil principalmente nos casos em que há bronquiectasia e na fibrose cística, além de reduzir o risco de lesão pulmonar induzida por ventilador (Edginton *et al.*, 2023).

A prevenção da trombose venosa profunda, diminui a chance da ocorrência de embolia pulmonar, o que resultaria na necessidade de intubação ou aumento no tempo de ventilação mecânica, o que, por sua vez, aumenta o risco de desenvolvimento de PAVs (Wang *et al.*, 2022).

A descontaminação seletiva do trato digestivo diminui a chance de desenvolvimento de PAV em uma eventual macroaspiração de conteúdo gástrico proveniente de refluxo, uma vez que promoveria uma diminuição na contagem de micro-organismo colonizadores do estômago e duodeno (Klompas *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2024).

3 CONCLUSÃO

As pneumonias estão entre as infecções relacionadas com a assistência à saúde mais frequentes, principalmente em UTIs, com destaque para a pneumonia associada à ventilação mecânica e estão associadas a um aumento substancial do tempo de internação e dos custos hospitalares. Possui incidência global, afetando predominantemente indivíduos do sexo masculino e aqueles com presença de comorbidades. Apesar de afetar todas as idades, indivíduos com idade acima de 50 anos apresentam taxas mais elevadas.

As pneumonias podem ser causadas por diversos micro-organismos, que podem variar dependendo da região geográfica, hospital e unidade de hospitalização. Entre os agentes etiológicos mais frequentes estão *Streptococcus pneumoniae* e, nas PAVs, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Staphylococcus aureus* e enterobactérias, como *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*.

O diagnóstico pode ser desafiador, diante de sinais e sintomas que muitas vezes são inespecíficos. É realizado a partir de uma suspeita clínica, exames radiológicos e análise laboratorial, por meio de amostras positivas. Os espécimes e as técnicas para diagnóstico microbiológico utilizadas possuem especificidade e sensibilidade variadas. Além disso, técnicas automatizadas e testes moleculares podem auxiliar no diagnóstico microbiológico e na determinação do perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos, melhorando o prognóstico dos pacientes.

O tratamento das pneumonias inicialmente empírico, com antimicrobianos de amplo espectro, até que haja resultado do teste de suscetibilidade aos antimicrobianos, momento em que é feito o descalonamento e a terapia antimicrobiana é dirigida para o micro-organismo isolado. Entretanto, devido ao aumento nas taxas de resistência bacteriana, o tratamento tem se mostrado complicado e desafiador, com limitações na escolha dos antimicrobianos para terapia empírica inicial.

As PAVs representam a maior parte das pneumonias hospitalares, principalmente em UTIs, contudo, alguns procedimentos ajudam na prevenção das mesmas, como a elevação da cabeceira até 45°, aspiração de secreções orofaríngeas, interrupção diária da sedação, entre outros.

Mediante o exposto, foi possível notar que a importância das pneumonias hospitalares, com destaque para as PAVs em UTIs, é clara, fazendo-se necessário mais e melhores estudos epidemiológicos, pesquisas sobre estratégias mais fáceis e de menor custo na sua prevenção, além da capacitação contínua dos profissionais de saúde, a fim de melhorar o prognóstico dos pacientes afetados.

REFERÊNCIAS

- AI-OMARI, B. *et al.* Systematic review of studies investigating ventilator associated pneumonia diagnostics in intensive care. **BMC Pulmonary Medicine**, v.21, n.196, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12890-021-01560-0>.
- ALNIMIR, A. Antimicrobial Resistance in Ventilator-Associated Pneumonia: Predictive Microbiology and Evidence Based Therapy. **Infectious Diseases Therapy**, v.12, n.6, p.1527–1552, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40121-023-00820-2>.
- ALVARES, F. A. Pneumonia associada à ventilação mecânica: incidência, etiologia microbiana e perfil de resistência aos antimicrobianos. **Revista De Epidemiologia E Controle De Infecção**, v.11, n.4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17058/reci.v11i4.16781>.
- ALVES, J. N. B. *et al.* Pneumonia em pacientes hospitalizados por traumas sob tratamento intensivo / Pneumonia in patients hospitalized for trauma under intensive care. **Revista de Enfermagem UFPE on line**, Recife, v. 15, n. 1, 2021. DOI: 10.5205/1981-8963.2021.245951.
- ANVISA. Critérios diagnósticos de infecções relacionadas à assistência à saúde. Brasília: Anvisa, 2017.
- ARAÚJO, A. M. *et al.* Assistência de enfermagem na prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa / Nursing assistance in preventing pneumonia associated with mechanical ventilation: integrative review. **Journal of Nursing and Health**, v. 11, n. 3, 2021.
- BASSI, E. *et al.* Association of antimicrobial use and incidence of hospital-acquired pneumonia in critically ill trauma patients with pulmonary contusion: an observational study. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v.74, n.3, 744454, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2023.07.011>.
- BLOT, S. *et al.* Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies. **Intensive & Critical Care Nursing**, v.70, p.103227, 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.iccn.2022.103227.
- BUSTOS, I. G. Transforming Microbiological Diagnostics in Nosocomial Lower Respiratory Tract Infections: Innovations Shaping the Future. **Diagnostics**, v.15, n.3, 265, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics15030265>.
- CAMPOS, C. G. P. *et al.* Análise dos critérios diagnósticos de pneumonia associada à ventilação mecânica: estudo de coorte. **Revista Brasileira de Enfermagem** v.74, n.6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0653>.
- CANDEL, F. J. Ten Issues for Updating in Community-Acquired Pneumonia: An Expert Review. **Journal of Clinical Medicine**, v.12, n.21, 6864, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12216864>.

CARREÑO, E.R. *et al.* Study of risk factors for healthcare-associated infections in acute cardiac patients using categorical principal component analysis (CATPCA). *Sci Reports*, v. 12, n. 1, p. 12-28, 2022. **Springer Science and Business Media LLC**. DOI:10.1038/s41598-021-03970-w.

CECCATTO, A. *et al.* Prediction of ventilator-associated pneumonia outcomes according to the early microbiological response: a retrospective observational study. **European Respiratory Journal**, v.59, n.4, 2100620, 2022. DOI: 10.1183/13993003.00620-2021.

CHEN, C. *et al.* Clinical outcome of nosocomial pneumonia caused by Carbapenem-resistant gram-negative bacteria in critically ill patients: a multicenter retrospective observational study. **Scientific Reports**, v.12, n.7501, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11061-7>.

CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 28th ed. CLSI supplement M100. Wayne, PA: **Clinical and Laboratory Standards Institute**; 2018.

COLANERI, M. *et al.* Incidence, microbiology and mortality of ventilation-associated pneumonia in a large Italian cohort of critically ill patients. Results from the PROSAFE project. **Clinical Microbiology and Infection**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2025.05.026>.

COSTA, A. L. M. *et al.* Manejo da pneumonia associada à ventilação mecânica na unidade de terapia intensiva. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 7, n. 4, p. 01-19, 2024. DOI:10.34119/bjhrv7n4-018.

CUSTÓDIO, N. S. *et al.* Antibiotic stewardship and nosocomial infection prevention in critically ill patients: a quality improvement program. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.70, n.5, e20231282, 2024.

DA ROCHA GASPAR, M. D. *et al.* Impact of evidence-based bundles on ventilator-associated pneumonia prevention: A systematic review. **The Journal of Infection in Developing Countries**, v.17, n.2, p.194-201, 2023. DOI: 10.3855/jidc.12202.

DONGOL, S. *et al.* Epidemiology, etiology, and diagnosis of health care acquired pneumonia including ventilator-associated pneumonia in Nepal. **PLoS ONE**, v.16, n.11, e0259634, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259634>.

EDGINTON, S. *et al.* Methods for determination of optimal positive end-expiratory pressure: a protocol for a scoping review. **BMJ Open**, v.13, e071871, 2023. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-071871.

European Centre for Disease Prevention Control. Healthcare-associated infections acquired in intensive care units. In E.C.D.C. **Annual Epidemiological Report for 2020**; ECDC: Stockholm, Sweden, 2024.

EUZÉBIO, D. M. *et al.* Perfil epidemiológico das infecções relacionadas à assistência à saúde em Unidade de Terapia Intensiva no período de 2019 a 2020. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, e2101724926, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i17.24926>.

FAGUNDES, A. P. F. S. *et al.* Indicadores de infecção relacionados à assistência à saúde em um hospital de urgência e trauma / Indicators of infection related to health care in an emergency and trauma hospital. **Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás “Cândido Santiago”**. 2023.

FALLY, M. *et al.* Unravelling the complexity of ventilator-associated pneumonia: a systematic methodological literature review of diagnostic criteria and definitions used in clinical research. **Critical Care**, v.28, n.214, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04991-3>.

FERREIRA, J. C. *et al.* Orientações práticas de ventilação mecânica baseadas em evidências: sugestões de duas sociedades médicas brasileiras. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.51, n.1, e20240255, 2025. DOI: <https://dx.doi.org/10.36416/1806-3756/e20240255>.

FONSECA, B. *et al.* Microrganismos bucais no desenvolvimento da pneumonia aspirativa por ventilação mecânica em pacientes de unidade de terapia intensiva - Revisão de literatura. **Revista UNINGÁ Review**, v.30, n.2, pp.37-43, 2017.

GAJIC, I. *et al.* Antimicrobial Susceptibility Testing: A Comprehensive Review of Currently Used Methods. **Antibiotics**, v.11, n.4, 427, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040427>.

GAMAZO, J. J; CANDEL, F. J; CASTILLO, J. G. Nosocomial pneumonia: Current etiology and impact on antimicrobial therapy. **Revista Española de Quimioterapia**, v.36 (Suppl. 1), p.9-14, 2023. DOI:10.37201/req/s01.03.2023.

GENANEH, W. *et al.* Health care-associated infections and associated factors among adult patients admitted to intensive care units of selected public hospitals, Addis Ababa, Ethiopia. **International Journal of Africa Nursing Sciences**, 2023.

GIULIANO, KK; BAKER, D; QUINN, B. The epidemiology of nonventilator hospital acquired pneumonia in the United States. **American Journal of Infection Control**, v.46, n.3, p.322–327, 2018. DOI: [10.1016/j.ajic.2017.09.005](https://doi.org/10.1016/j.ajic.2017.09.005).

GOLDMAN, L; SCHAFER, A. I. **Goldman Cecil Medicina**. 26. ed. - Rio de Janeiro : GEN | Grupo Editorial Nacional S.A. Publicado pelo selo Editora Guanabara Koogan Ltda., 2022.

GONÇALVES, A. C. S; PIUBELLO, S. M. N; DANSKI, M. T. R. Medidas preventivas de pneumonia associada à ventilação mecânica em pacientes na unidade de terapia intensiva. **Enfermagem em Foco**, v.15, e-202471, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21675/2357-707X.2024.v15.e-202471>.

GUNALAN, A. *et al.* Early- vs Late-onset Ventilator-associated Pneumonia in Critically Ill Adults: Comparison of Risk Factors, Outcome, and Microbial Profile. **Indian Journal of Critical Care Medicine**, v.27, n.6, p.411–415, 2023. DOI: [10.5005/jp-journals-10071-24465](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24465).

HALAT, D. H; MOUBARECK, C. A. Hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia caused by multidrug-resistant Gram-negative pathogens: Understanding epidemiology, resistance patterns, and implications with COVID-19 [version 2; peer review: 2 approved]. **F1000Research**, v.12, n.92, 2024. DOI: [10.12688/f1000research.129080.1](https://doi.org/10.12688/f1000research.129080.1).

HALILI, A. *et al.* Prevention of ventilator-associated pneumonia by a nose care program combining with oral care among patients hospitalized in intensive care units: a single-blind randomized controlled trial. **Medicina Clínica Práctica**, v. 7, n.1, 2024, 100401, ISSN 2603-9249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mcpsp.2023.100401>.

HOWROYD, F. *et al.* Ventilator-associated pneumonia: pathobiological heterogeneity and diagnostic challenges. **Nature Communications**, v.15, n.1, 6447, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-50805-z.

JITMUANG, A. A multiplex pneumonia panel for diagnosis of hospital acquired and ventilator-associated pneumonia in the era of emerging antimicrobial resistance. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v.12, 977320, 2022. DOI: 10.3389/fcimb.2022.977320.

JONES, W. S. *et al.* Diagnosing ventilator-associated pneumonia (VAP) in UK NHS ICUs: the perceived value and role of a novel optical technology. **Diagnostic and Prognostic Research** v.6, n.5, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41512-022-00117-x>.

KLOMPAS, M. Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v.43, n.6, p.687–713, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1017/ice.2022.88>.

KOWALSKA-KROCHMAL, B; DUDEK-WICHER, R. The Minimum Inhibitory Concentration of Antibiotics: Methods, Interpretation, Clinical Relevance. **Pathogens**, v.10, n.2, 165, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens10020165>.

KUMAR, R. *et al.* Prevalence of hospital-acquired infection among patients with acute neurological conditions in the ICU. **Journal of Clinical Neuroscience**, v.134, 111072, 2025.

LEAL, M. A; FREITAS-VILELA, A. A. de. Custos das Infecções Relacionadas à assistência em saúde em uma Unidade de Terapia Intensiva. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v.74, n.1, 2021.

LEAL, R. S; NUNES, C. P. Pneumonia associada à ventilação mecânica nas unidades de terapia intensiva. **Revista de Medicina de Família e Saúde Mental** v.1, n.1, 2019.

LEITE, R. F; SILVA, B. M. e. Perfil epidemiológico e análise clínica de pacientes com pneumonia associada à ventilação mecânica em um hospital de ensino. **Revista Ciências em Saúde** v.8, n.3, 2018. DOI: 10.21876/rcsfmit.v8i3.766.

LI, J. *et al.* Prediction models for the risk of ventilator-associated pneumonia in patients on mechanical ventilation: A systematic review and meta-analysis. **American Journal of Infection Control** v.52, p.1438–1451, 2024.

LI, J. *et al.* External validation and application of risk prediction model for ventilator-associated pneumonia in ICU patients with mechanical ventilation: A prospective cohort study. **International Journal of Medical Informatics** v.199, 2025, 105910. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2025.105910>.

LI, Y. *et al.* The global epidemiology of ventilator-associated pneumonia caused by multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa*: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Infectious Diseases** v.139, p.78–85, 2024.

LOCATELLI, C. K. *et al.* Cuidados de enfermagem ao paciente com pneumonia bacteriana associada à ventilação mecânica: uma revisão integrativa. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v.98, n.4, e024405, 2024.

MACHADO, L. G. *et al.* The burden of healthcare-associated infections in Brazil: multi-hospital point prevalence using a matched case-control study. **São Paulo Medical Journal**, v.143, n.2, e2023307, 2025. DOI: [10.1590/1516-3180.2023.0307.R1.03072024](https://doi.org/10.1590/1516-3180.2023.0307.R1.03072024).

MARTINEZ-REVIEJO, R. *et al.* Prevention of ventilator-associated pneumonia through care bundles: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Intensive Medicine** v.3, p.352–364, 2023.

MATTA, A. C. G. *et al.* Análise dos custos de eventos adversos infecciosos em saúde. **Acta Paulista de Enfermagem**, v.35, eAPE01187, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.37689/acta-ape/2022AO01187>.

MAWZI, S. BLYDENSTEIN, S. A; MUKANSI, M. Ventilator-associated pneumonia in an academic intensive care unit in Johannesburg, South Africa. **African Journal of Thoracic and Critical Care Medicine**, v.29, n.4, 10.7196, 2023. DOI: 10.7196/AJTCCM.2023.v29i4.154.

MEIJERINK, C. I. *et al.* Análise do perfil dos pacientes e fatores relacionados às infecções relacionadas à assistência à saúde por bactérias multirresistentes da UTI de um hospital do Sul do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 16, e379111638127, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i16.38127.

MIRON, M. *et al.* Hospital-Acquired Pneumonia and Ventilator-Associated Pneumonia: A Literature Review. **Microorganisms**, v.12, n.1, 213, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms12010213>.

MOREIRA, B. F. *et al.* Principais intervenções de enfermagem na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa / Main nursing interventions in the prevention of ventilator-associated pneumonia: integrative review. **Revista Ciência Plural**, v. 10, n. 2, p. 1-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.21680/2446-7286.2024v10n2ID31059>.

MOISE, P. A. *et al.* Collective assessment of antimicrobial susceptibility among the most common Gram-negative respiratory pathogens driving therapy in the ICU. **JAC Antimicrobial Resistance**, 2021. DOI: 10.1093/jacamr/dlaa129.

MODI, A. R; KOVACS, C. S. Hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: Diagnosis, management, and prevention. **Cleveland Clinic Journal of Medicine**, v. 87, n.10, 2020. DOI: 10.3949/ccjm.87a.19117.

MUMTAZ, H. *et al.* Ventilator associated pneumonia in intensive care unit patients: a systematic review. **Annals of Medicine & Surgery**, v.85, n.6, p.2932–2939, 2023.

NAUE, C. R. *et al.* Prevalência e perfil de sensibilidade antimicrobiana de bactérias isoladas de pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva de um hospital universitário do Sertão de Pernambuco. Semina: **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 42, n. 1, p. 15-28, 2021. Universidade Estadual de Londrina. DOI: 10.5433/1679-0367.2021v42n1p15.

NASCIMENTO, G. M. *et al.* Application of ventilator-associated events (VAE) in ventilator-associated pneumonia (VAP) notified in Brazil (IMPACTO MR-PAV): a protocol for a cohort study. **BMJ Open**, v.13, n.12, e076047, 2023. DOI:10.1136/bmjopen-2023-076047.

NASCIMENTO, G. M. *et al.* Ventilator-associated events criteria in the assessment of Ventilator-Associated Pneumonia (IMPACTO MR-PAV): A prospective cohort. **Brazilian Journal of Infectious Diseases** v.29, n.4, 2025. DOI: [10.1016/j.bjid.2025.104543](https://doi.org/10.1016/j.bjid.2025.104543)

NASCIMENTO, I. B. C; IENKE, L. T; TAQUES, T. I. Perfil epidemiológico de pacientes com pneumonia associada à ventilação mecânica de um hospital escola. **Revista De Epidemiologia E Controle De Infecção**, v.14, n.2, 2024 DOI: <https://doi.org/10.17058/reci.v14i2.19087>.

NASCIMENTO, L. C. G. B. *et al.* Resistência bacteriana no tratamento de pneumonia em pacientes de unidades hospitalares: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, e25111334930, 2022.

NISAR, O. *et al.* Clinical and Etiological Exploration of VentilatorAssociated Pneumonia in the Intensive Care Unit of a Developing Country. **Cureus**, v.15, n.10, e47515, 2023. DOI 10.7759/cureus.47515.

OLIVEIRA, R. M. C. *et al.* Estimating the savings of a national project to prevent healthcare-associated infections in intensive care units. **Journal of Hospital Infection**, v.143, p.8-17, 2024. DOI: 10.1016/j.jhin.2023.10.001.

PAPAZIAN, L; KLOMPAS, M; LUYT, C. E. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. **Intensive Care Medicine**, v. 46, p.888–906, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05980-0>.

PEREIRA, P. P. S. *et al.* Fatores de risco para infecções relacionadas à assistência à saúde em Unidades de Terapia Intensiva. **Revista de Enfermagem da UFPI**, v.12, n.1, 2023. DOI: 10.26694/reufpi.v12i1.3806.

PLATA-MENCHACA, E. P; FERRER, R. Current treatment of nosocomial pneumonia and ventilator-associated pneumonia. **Revista Española de Quimioterapia**, v.35, (Suppl. 3), p.25-29, 2022. DOI:10.37201/req/s03.06.2022.

Power BI report n. d. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMDRmZWJiMjAtYTdkZC00NzE4LWEzMTgtODk5ZDZjODg3YjZkIiwidCI6ImI2N2FmMjNmLWZjMjMtNGQzNS04MGM3LWI3MDg1ZjVIZGQ4MSJ9>.

PRIETO-ALVARADO, D. E. Risk factors and outcomes of ventilator-associated pneumonia in patients with traumatic brain injury: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Critical Care** v. 85, 154922, 2025.

QUILLICI, M. C. B. *et al.* Gram-negative bacilli bacteremia: a 7 year retrospective study in a referral Brazilian tertiary-care teaching hospital. **Journal of Medical Microbiology**, v. 70, n. 1, p. 1-10, 2021. Microbiology Society. DOI:10.1099/jmm.0.001277.

RANZANI, O. T. *et al.* Diagnostic accuracy of Gram staining when predicting staphylococcal hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. **Clinical Microbiology and Infection**, v.26, n.11, p.1456-1463, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.08.015>.

RENTSCHLER, S.; KAISER, L.; DEIGNER, H.-P. Emerging Options for the Diagnosis of Bacterial Infections and the Characterization of Antimicrobial Resistance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.22, n.1, 2021, 456. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22010456>.

RICKARD, D; KABIR, M. A; HOMAIRA, N. Machine learning-based approaches for distinguishing viral and bacterial pneumonia in paediatrics: A scoping review. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v.268, 2025, 108802. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2025.108802>.

RIDER, A. C; FRAZEE, B. W. Community-Acquired Pneumonia. **Emergency Medicine Clinics of North America**, v.36, n.4, p. 665-683 2018. DOI: [10.1016/j.emc.2018.07.001](https://doi.org/10.1016/j.emc.2018.07.001).

SANTOS, M. S. *et al.* Fatores de risco para pneumonia associada à ventilação mecânica: Revisão de escopo. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, e33111528126, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28126>.

SÃO PAULO. Secretaria da Saúde. Dados IRAS. São Paulo: Governo do estado de São Paulo n.d. Disponível em: <https://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/infeccao-hospitalar/dados-iras>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SILVA, C. M. *et al.* Relação entre pneumonia associada à ventilação mecânica e a permanência em unidade de terapia intensiva. **Revista Nursing**, v.24, n.283, p.6677-6688, 2021.

SILVA, D. D; BARROS, M. C; SILVA, L. S. R. Controle de infecção hospitalar na unidade de terapia intensiva: Uma revisão integrativa. **Revista Nursing**, v.25, n.294, p.8970-8975, 2022.

TANZARELLA, E. S. Antimicrobial De-Escalation in Critically Ill Patients. **Antibiotics**, v.13, n.4, 375, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics13040375>.

TARIQ, A. *et al.* Risk factors and outcomes of inadequate empirical antibiotic therapy in ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. **Annals of Medicine & Surgery**, v.87, n.6, p.3786–3793, 2025. DOI: [10.1097/MS9.00000000000003289](https://doi.org/10.1097/MS9.00000000000003289)

WALTER, J. *et al.* Healthcare-associated pneumonia in acute care hospitals in European Union/European Economic Area countries: an analysis of data from a point prevalence survey, 2011 to 2012. **Euro Surveillance**, v.23, n.32, 1700843, 2018.

WANG, M. *et al.* Associations Between Antithrombosis and Ventilator-Associated Events, ICU Stays, and Mortality Among Mechanically Ventilated Patients: A Registry-Based Cohort Study. **Frontiers in Pharmacology**, v.13, 891178, 2022. DOI: [10.3389/fphar.2022.891178](https://doi.org/10.3389/fphar.2022.891178).

WEINER-LASTINGER, L. M. *et al.* Antimicrobial-resistant pathogens associated with adult healthcare-associated infections: Summary of data reported to the National Healthcare Safety Network, 2015–2017. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v.41, n.1, p.1–18, 2020.

VIDAL-CORTÉS, P. *et al.* Difficult-to-Treat *Pseudomonas aeruginosa* Infections in Critically Ill Patients: A Comprehensive Review and Treatment Proposal. **Antibiotics**, v.14, 178, 2025. DOI: [10.3390/antibiotics14020178](https://doi.org/10.3390/antibiotics14020178).

XU, E. *et al.* Nosocomial Pneumonia in the Era of Multidrug-Resistance: Updates in Diagnosis and Management. **Microorganisms**, v.9, n.3, 534, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030534>.

ZARAGOZA, R. *et al.* Update of the treatment of nosocomial pneumonia in the ICU. **Critical Care**, v.24, n.383, 2020. DOI: [10.1186/s13054-020-03091-2](https://doi.org/10.1186/s13054-020-03091-2).

ZHANG, X. *et al.* Association Between Medication Use and Hospital-Acquired Infections: A Multicentre Case–Control Study. **Journal of Hospital Infection**, v.160, n.46, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2025.03.001>.