

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ ESCOLA DE MEDICINA
E CIÊNCIAS DA VIDA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE**

LEANDRO BRESSIANINI JURKONIS

**IMPACTO DO USO DE TUBO DE TRAQUEOSTOMIA IMPREGNADO COM
CLOREXIDINA E VIOLETA DE GENCIANA NA INCIDÊNCIA DE PNEUMONIA
ASSOCIADA A VENTILAÇÃO MECÂNICA**

CURITIBA

2025

LEANDRO BRESSIANINI JURKONIS

**IMPACTO DO USO DE TUBO DE TRAQUEOSTOMIA IMPREGNADO COM
CLOREXIDINA E VIOLETA DE GENCIANA NA INCIDÊNCIA DE PNEUMONIA
ASSOCIADA A VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências da
Saúde como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Francisco Bondan
Tuon

CURITIBA

2025

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Edilene de Oliveira dos Santos CRB-9 /1636

J96i
2025

Jurkonis, Leandro Bressianini
Impacto do uso de tubo de traqueostomia impregnado com clorexidina e violeta de genciana na incidência de pneumonia associada a ventilação mecânica / Leandro Bressianini Jurkonis ; orientador: Felipe Francisco Bondan Tuon. – 2025
37 f.; il. : 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2025
Bibliografia: f. 33-38

1. Ciências médicas. 2. Infecção hospitalar. 3. Pneumonia. 4. Respiradores (Equipamento médico). 5. Traqueostomia. 6. Terapia intensiva respiratória.
II. Tuon, Felipe Francisco Bondan. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDD. 20. ed. – 610

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio do Hospital Universitário Cajuru.

Ao meu orientador Prof. Dr. Felipe Francisco Bondan Tuon.

RESUMO

Estudo conduzido em um Hospital Universitário de referência em trauma e cirurgia, com 207 leitos, entre janeiro de 2023 e março de 2024, teve como objetivo avaliar o impacto da utilização de tubos de traqueostomia impregnados por digluconato de clorexidina e violeta de genciana na incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica. A população do estudo incluiu 69 pacientes adultos internados na unidade de terapia intensiva, que necessitaram de ventilação mecânica e apresentaram indicação clínica para traqueostomia, divididos aleatoriamente em dois grupos: controle (n=33) e impregnado (n=36). O grupo controle utilizou tubos de traqueostomia convencionais, enquanto o grupo experimental utilizou tubos impregnados com uma solução antimicrobiana composta por violeta de genciana e digluconato de clorexidina. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética local. Os dados epidemiológicos e clínicos foram coletados, incluindo variáveis como sexo, idade, comorbidades, escores de gravidade (SOFA e SAPS), tempo de ventilação mecânica, tempo de internação e mortalidade. Houve uma redução significativa na incidência de PAV no grupo impregnado (25%) em comparação ao grupo controle (52%), com significância em análises univariada ($P=0.021$) e multivariada ($P=0.025$). Embora a mortalidade e o tempo de internação não tenham mostrado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, o tempo até o diagnóstico de PAV foi significativamente menor no grupo controle (11,6 dias) em comparação ao grupo impregnado (8 dias), com $p = 0,009$, sugerindo um efeito protetor precoce dos tubos de traqueostomia impregnados com clorexidina e violeta de genciana. A interrupção precoce do estudo, prevista inicialmente para incluir 120 pacientes, ocorreu devido à marcante redução na incidência de PAV no grupo impregnado, evidenciando a eficácia do tratamento. Esses resultados indicam que a impregnação dos tubos de traqueostomia pode ser uma estratégia promissora na prevenção de PAV, com potenciais implicações para a prática clínica em unidades de terapia intensiva.

Palavras-chave: Digluconato de clorexidina; Infecção Hospitalar; Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica (PAV); Terapia Intensiva; Traqueostomia.

ABSTRACT

This study, carried out in a 207-bed University Hospital of reference in trauma and surgery between January 2023 and March 2024, aimed to assess the impact of using tracheostomy tubes impregnated with chlorhexidine digluconate and gentian violet on the incidence of ventilator-associated pneumonia. The study population included 69 adult intensive care unit

patients who required mechanical ventilation and had a clinical indication for tracheostomy, randomly divided into two groups: control (n=33) and impregnated (n=36). The control group used conventional tracheostomy tubes, while the experimental group used tubes impregnated with an antimicrobial solution consisting of gentian violet and chlorhexidine digluconate. Randomization was blinded and the study followed strict inclusion and exclusion criteria and was approved by the local ethics committee. Epidemiological and clinical data were carefully collected, including variables such as gender, age, comorbidities, severity scores (SOFA and SAPS), duration of mechanical ventilation, length of stay and mortality. Statistical analysis revealed a significant reduction in the incidence of VAP in the impregnated group (25%) compared to the control group (52%), with significance in univariate ($P=0.021$) and multivariate ($P=0.025$) analyses. Although mortality and length of stay did not show statistically significant differences between the groups, the time to VAP diagnosis was significantly shorter in the control group (11.6 days) compared to the impregnated group (8 days), with $p = 0.009$, suggesting an early protective effect of tracheostomy tubes impregnated with chlorhexidine and gentian violet. The early interruption of the study, initially planned to include 120 patients, was due to the marked reduction in the incidence of VAP in the impregnated group, demonstrating the effectiveness of the treatment. These results indicate that impregnating tracheostomy tubes may be a promising strategy for preventing VAP, with potential implications for clinical practice in intensive care units.

Keywords: Chlorhexidine digluconate; Hospital Infection; Ventilator-Associated Pneumonia (VAP); Intensive Care; Tracheostomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	25
------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	23
------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/C	Ventilação Assistida/Controlada
CO ₂	Dióxido de Carbono
CPAP	Continuous Positive Airway Pressure
CPIS	Clinical pulmonar infection score
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
EPI	Equipamento de proteção individual
TE	Tubo Endotraqueal
FiO ₂	Fração de Oxigênio Inspirado
I:E	Relação de Inspiração para Expiração
LMA	Máscara Laríngea
MAP	Pressão Média nas Vias Aéreas
MRSA	Staphylococcus aureus Resistente à Meticilina
PaO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio Arterial
PEEP	Pressão Expiratória Final Positiva
PIP	Pressão Inspiratória de Pico
PAV	Pneumonia Associada à Ventilação
RR	Frequência Respiratória
SaO ₂	Saturação Arterial de Oxigênio
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
SIMV	Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada
SpO ₂	Saturação de Oxigênio por Oximetria de Pulso
TT	Tubo de traqueostomia
UTI	Unidade de terapia intensiva
VE	Volume Minuto
VM	Ventilação mecânica
VO ₂	Volume de Oxigênio Consumido
VT	Volume Corrente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 REVISÃO LITERÁRIA.....	13
3.1 PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA	13
3.2 RELAÇÃO ENTRE A COLONIZAÇÃO BACTERIANA DO TRATO RESPIRATÓRIO INFERIOR E O DESENVOLVIMENTO DE PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA	15
3.3 CLOREXIDINA E VIOLETA DE GENCIANA	16
4 OBJETIVOS.....	18
4.1.1 Objetivo Geral.....	18
4.1.2 Objetivo Específico	18
5 METODOLOGIA	19
5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	19
5.2 PERÍODO DA PESQUISA.....	19
5.3 OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA.....	19
5.4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	19
5.4.1 Universo da Pesquisa	19
5.4.2 Amostra da Pesquisa.....	20
5.5 SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	20
5.5.1 Da Forma de Abordagem do Problema	20
5.5.2 Do Ponto de Vista de Seus Objetivos	20
5.5.3 Do Ponto de Vista dos Procedimentos Técnicos.....	21
5.6 HIPÓTESE	21
5.7 VARIÁVEIS.....	21
5.7.1 Operacionalização das Variáveis.....	21
5.8 TÉCNICA.....	22
5.9 PLANO DE TABULAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE.....	22
6 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	23
7 DISCUSSÃO	27
8 CONCLUSÃO.....	30
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

As infecções hospitalares são uma preocupação central em Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), onde os pacientes estão especialmente suscetíveis devido à gravidade de suas condições clínicas. Dentre essas infecções, a pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) destaca-se como uma das mais comuns, afetando aproximadamente 10% dos pacientes submetidos à ventilação mecânica prolongada, ou seja, por mais de 48 horas (MARTINLOECHES; RODRIGUEZ; TORRES, 2018). A PAV está associada a um aumento significativo na morbidade, mortalidade, tempo de internação hospitalar e nos custos de saúde, especialmente em pacientes críticos (MODI; KOVACS, 2020).

A fisiopatologia da PAV envolve a aspiração de material contaminado da orofaringe para o trato respiratório inferior, facilitada pelo uso prolongado de ventilação mecânica. Fatores como idade avançada, doenças neurológicas e cardíacas, e procedimentos cirúrgicos recentes aumentam o risco de desenvolvimento da PAV (TIPPING; HARROLD; HOLLAND, 2017). Estratégias preventivas como a elevação da cabeceira do leito, a drenagem subglótica e a higiene oral com clorexidina têm mostrado eficácia na redução do risco de PAV, embora a necessidade de novas abordagens continue a ser uma prioridade (RABELLO; ARAÚJO; MAGALHÃES, 2018).

Uma abordagem promissora para a prevenção da PAV é o uso de dispositivos médicos impregnados com agentes antimicrobianos. Tubos de traqueostomia (TTs) revestidos com antissépticos têm demonstrado reduzir a adesão bacteriana e a formação de biofilme, que são fatores críticos na patogênese da PAV (BERNA; MARCHI; YU, 2004). A impregnação de TTs com clorexidina e violeta de genciana pode diminuir significativamente a colonização bacteriana e, conseqüentemente, a incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica (TOKMAJI et al., 2015).

Apesar dos avanços relatados, a aplicação prática e a eficácia clínica dos TTs impregnados ainda necessitam de validação através de estudos clínicos controlados e randomizados, que possam fornecer evidências robustas sobre os benefícios desta intervenção (CHAIBAN et al., 2005). Há, portanto, uma lacuna importante no conhecimento científico que precisa ser preenchida por novas investigações.

Considerando que a PAV está diretamente relacionada ao aumento da morbidade, ao prolongamento da VM e ao uso intensivo de antibióticos, além de elevar significativamente os custos hospitalares, a introdução de tubos de traqueostomia impregnados com antimicrobianos pode representar uma intervenção valiosa na prevenção desta infecção (MODI; KOVACS,

2020). A redução da incidência de PAV não só melhoraria os desfechos clínicos dos pacientes, mas também poderia contribuir para a sustentabilidade econômica das unidades hospitalares.

Compreende-se que a prevenção eficaz da PAV não só tem o potencial de melhorar os desfechos clínicos dos pacientes, mas também de reduzir os custos hospitalares associados ao tratamento prolongado e ao uso intensivo de antibióticos. A PAV está associada a uma maior utilização de recursos hospitalares, incluindo o tempo prolongado de internação e a necessidade de intervenções terapêuticas adicionais (MODI; KOVACS, 2020), sendo que a introdução de TTs impregnados como uma intervenção preventiva pode, portanto, representar uma solução viável para a redução dos custos e a melhoria da qualidade do cuidado em UTIs.

Embora a literatura existente forneça insights valiosos sobre as causas e prevenção da PAV, ainda existem lacunas significativas no conhecimento, especialmente no que diz respeito à eficácia clínica de novos dispositivos impregnados. Estudos preliminares sugerem que esses dispositivos podem ser eficazes na redução da incidência de PAV, mas a falta de ensaios clínicos controlados e randomizados limita a generalização desses achados (TOKMAJI et al., 2015).

Dado o impacto substancial da PAV nos pacientes críticos e nos sistemas de saúde, a investigação de novas estratégias preventivas é de extrema importância. Este estudo foi concebido para preencher uma lacuna significativa na literatura, avaliando de forma rigorosa o impacto do uso de tubos de traqueostomia impregnados com clorexidina e violeta de genciana na prevenção da PAV. A confirmação da eficácia dessa intervenção poderia levar a mudanças práticas na gestão de UTIs e na prevenção de infecções hospitalares.

2 JUSTIFICATIVA

As infecções hospitalares, especialmente aquelas associadas à VM, figuram entre as principais causas de complicações em pacientes internados, impactando negativamente a recuperação e aumentando os custos do tratamento (TIPPING; HARROLD; HOLLAND, 2017). A introdução de tecnologias e dispositivos inovadores, como os TTs impregnados, contribui não apenas para a redução da incidência dessas infecções, mas também para o desenvolvimento de novas diretrizes clínicas baseadas em evidências (TOKMAJI et al., 2015).

Dessa forma, a presente pesquisa não apenas amplia o conhecimento no campo das ciências da saúde, como também pode influenciar diretamente a prática clínica, promovendo avanços na prevenção de infecções e, conseqüentemente, na segurança e eficácia do cuidado em saúde. Para a sociedade em geral, sua relevância manifesta-se na melhoria dos desfechos clínicos e na redução dos custos relacionados ao tratamento de infecções hospitalares, que representam um ônus significativo para os sistemas de saúde públicos e privados (MODI; KOVACS, 2020).

A prevenção eficaz da PAV pode resultar na diminuição do uso de recursos hospitalares, como a redução do tempo de internação e da necessidade de terapias antibióticas prolongadas, o que, em última instância, reduz os custos para os sistemas de saúde e para a sociedade como um todo (RABELLO; ARAÚJO; MAGALHÃES, 2018). Além disso, ao contribuir para melhores desfechos clínicos, esta pesquisa pode impactar positivamente a redução da mortalidade e a melhoria da qualidade de vida de pacientes em cuidados intensivos, refletindo benefícios diretos para a saúde pública e o bem-estar social.

3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA

A PAV é uma infecção pulmonar grave que acomete pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva por um período superior a 48 horas. Trata-se de uma das principais causas de morbimortalidade em UTIs, exigindo atenção redobrada da equipe multiprofissional (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013).

A fisiopatologia da PAV está relacionada à colonização bacteriana das vias respiratórias inferiores, favorecida pela presença do tubo endotraqueal (TE). Esse dispositivo compromete mecanismos naturais de defesa como o reflexo de tosse e a barreira mucociliar (TRUWIT; EPSTEIN, 2011). A formação de biofilmes na superfície do TE, a aspiração de secreções contaminadas, a imobilidade do paciente e a manipulação frequente do sistema de ventilação são fatores que favorecem a proliferação microbiana e o desenvolvimento da infecção (MACGREGOR, 2011; ENFIELD; TRUWIT, 2011).

Do ponto de vista epidemiológico, a incidência de PAV varia de 10% a 30% em pacientes ventilados por tempo prolongado, sendo mais comum em indivíduos imunossuprimidos e idosos. A duração da ventilação mecânica é um fator diretamente proporcional à probabilidade de ocorrência da infecção, com impactos relevantes sobre o tempo de internação, os custos hospitalares e a taxa de mortalidade (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013).

O diagnóstico da PAV é desafiador, uma vez que os sinais clínicos, como febre, leucocitose, secreção traqueal purulenta e infiltrado pulmonar à radiografia, podem ser inespecíficos e comuns a outras condições pulmonares. A confirmação diagnóstica requer coleta e análise microbiológica de secreções respiratórias (aspirado traqueal ou lavado broncoalveolar), associada a exames de imagem, como radiografia de tórax ou tomografia computadorizada (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2021).

O tratamento da PAV envolve antibioticoterapia empírica inicial, baseada em protocolos institucionais e perfis microbiológicos locais. Após identificação do agente etiológico, a terapia deve ser ajustada conforme a sensibilidade bacteriana. Além disso, é fundamental garantir suporte ventilatório adequado, otimizando a oxigenação e prevenindo complicações como sepse, atelectasia e disfunção orgânica (TEIXEIRA, 2021; LOURENÇONE; MONTEIRO; BRANCO, 2019).

Diversos fatores de risco estão associados à PAV, incluindo tempo prolongado de ventilação mecânica, uso de sedativos e bloqueadores neuromusculares, presença de

comorbidades (diabetes, doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência renal), falhas na higienização dos equipamentos de ventilação e baixa adesão aos protocolos de prevenção de infecções (EPSTEIN, 2011; SILVA, 2021).

A prevenção da PAV depende de uma abordagem multifacetada e coordenada, envolvendo intervenções mecânicas, farmacológicas, comportamentais e educacionais. Dentre as estratégias de maior eficácia, destacam-se:

- Elevação da cabeceira entre 30 e 45 graus, para reduzir o risco de aspiração de secreções orofaríngeas e refluxo gastroesofágico (TRUWIT; EPSTEIN, 2011);
- Higiene oral regular com clorexidina 0,12% a 0,2%, com o objetivo de diminuir a carga bacteriana na orofaringe (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013);
- Monitoramento da pressão do balonete do TE, evitando vazamentos e aspiração de secreções subglóticas (ENFIELD; TRUWIT, 2011);
- Uso de ventilação não invasiva sempre que possível, reduzindo a necessidade de intubação e o tempo de exposição ao TE (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; MARAN et al., 2021);
- Utilização de circuitos fechados de aspiração, minimizando a exposição aos microrganismos ambientais (MACGREGOR, 2011);
- Higienização rigorosa dos equipamentos respiratórios e superfícies hospitalares, conforme protocolos de desinfecção (EPSTEIN, 2011);
- Higienização das mãos antes e após o contato com o paciente, prática essencial para evitar a disseminação de patógenos (CABRAL; MATOS, 2020);
- Educação continuada da equipe de saúde, com foco na adesão às boas práticas de controle de infecção e cultura de segurança (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; ALECRIM; TAMINATO; BELASCO, 2019);
- Extubação precoce e protocolos de desmame ventilatório bem definidos, para reduzir o tempo em VM (GRINNAN; TRUWIT, 2011);
- Controle ambiental, incluindo temperatura, umidade e qualidade do ar, como medida complementar na prevenção de infecções respiratórias (OLIVEIRA; ROCHA, 2019); - Uso adequado de EPIs, com atenção à paramentação e descarte apropriado, para evitar transmissão cruzada (LOURENÇONE; MONTEIRO; BRANCO, 2019);
- Protocolos padronizados de aspiração endotraqueal e técnicas assépticas, com capacitação dos profissionais envolvidos (SERRA; ROLIM; RAMOS, 2020).

A prevenção eficaz da PAV exige ações coordenadas por uma equipe multidisciplinar, composta por médicos intensivistas, enfermeiros, fisioterapeutas, farmacêuticos,

microbiologistas e outros profissionais de saúde. A vigilância epidemiológica contínua, a atualização de protocolos e a incorporação de novas tecnologias são pilares fundamentais para reduzir a incidência da PAV e seus impactos clínicos e econômicos nas UTIs (CHICAYBAN; TERRA, 2017; MARSON; NEPOMUCENO; EUGÊNIO, 2020).

3.2 RELAÇÃO ENTRE A COLONIZAÇÃO BACTERIANA DO TRATO RESPIRATÓRIO INFERIOR E O DESENVOLVIMENTO DE PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA

A colonização bacteriana do trato respiratório inferior é um fator chave no desenvolvimento da PAV, uma vez que a presença de patógenos nos pulmões, especialmente em pacientes intubados, cria um ambiente favorável à infecção (COSTA; LIMA; TORRES, 2016). Bactérias gram-negativas como *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* e *Klebsiella pneumoniae* são comumente isoladas nesses pacientes, associando-se a maior gravidade e resistência a antimicrobianos (RODRIGUES; SOUSA, 2018).

Diversos fatores de risco contribuem para essa colonização, como o tempo prolongado de VM, uso inadequado de antibióticos, comorbidades (como diabetes e DPOC), idade avançada, sedação prolongada e comprometimento imunológico (BAGGIO; MACHADO, 2016). O TE, ao ultrapassar as barreiras naturais das vias aéreas, facilita a entrada e fixação de microrganismos, além de interferir na depuração mucociliar e no reflexo da tosse (TRUWIT; EPSTEIN, 2011).

A formação de biofilmes nos TEs é um dos principais mecanismos que sustentam a colonização. Esses conglomerados bacterianos aderem às superfícies do tubo e oferecem resistência à ação do sistema imunológico e dos antibióticos, liberando continuamente patógenos no trato respiratório (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013; BOWTON; HITE, 2011). Microaspirações de secreções orofaríngeas, especialmente em casos de vedação ineficaz do balonete, também representam uma via importante de contaminação (VAN POPPEL; MACGREGOR, 2011).

O uso indiscriminado de antibióticos pode agravar o problema ao selecionar cepas multirresistentes, elevando os riscos de complicações graves como sepse e insuficiência respiratória (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; CARRIAS, 2017). A prevenção da colonização deve envolver uma abordagem multidisciplinar com práticas como higiene rigorosa das mãos, higiene oral com clorexidina, manutenção da cabeceira elevada, monitoramento da pressão do balonete, limpeza adequada dos equipamentos e uso racional de antibióticos (TEIXEIRA, 2021; ARAÚJO; OLIVEIRA, 2021).

Recentemente, uma inovação promissora no combate à colonização e à formação de biofilmes tem sido o uso de dispositivos impregnados com substâncias antimicrobianas. TEs com revestimento antibacteriano têm mostrado potencial na redução da adesão bacteriana e na prevenção da formação de biofilmes. Embora ainda em avaliação em muitos centros, esses dispositivos representam uma estratégia adicional relevante na prevenção da PAV, especialmente em pacientes de alto risco ou com ventilação prolongada (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013).

3.3 CLOREXIDINA E VIOLETA DE GENCIANA

As infecções associadas aos cuidados de saúde, como a PAV, representam um desafio constante nas UTIs. Nesse contexto, compreender o mecanismo de ação de antissépticos como a clorexidina e a violeta de genciana é fundamental para aprimorar estratégias de controle e prevenção de infecções hospitalares (GASPARETTO et al., 2022).

A clorexidina é um agente antimicrobiano de amplo espectro, eficaz contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, fungos e alguns vírus. Sua ação envolve a destruição das membranas celulares e a inibição da síntese de proteínas e ácidos nucleicos, resultando na morte celular (BEZERRA et al., 2022; TRUWIT; EPSTEIN, 2011; FRÜH et al., 2022). Além disso, possui ação residual prolongada, mantendo atividade antimicrobiana mesmo após a aplicação única (FRÜH et al., 2022). Quando utilizada em protocolos de higiene bucal, a clorexidina tem se mostrado eficaz na redução da carga bacteriana orofaríngea e na prevenção da aspiração de secreções contaminadas, contribuindo para a diminuição da incidência de PAV (ENFIELD; TRUWIT, 2011; CONLEY et al., 2013; LEWIS et al., 2019).

A violeta de genciana, por sua vez, apresenta propriedades bacteriostáticas, fungistáticas e ação prolongada. Atua ao se ligar ao DNA e às proteínas bacterianas, inibindo a divisão celular e afetando a integridade da membrana bacteriana (GASPARETTO et al., 2022; RAMFOL; VAN VUUREN, 2024). É especialmente eficaz contra bactérias Gram-positivas como *Staphylococcus aureus* (WAINWRIGHT, 2021) e tem sido empregada com sucesso no tratamento de feridas e desinfecção de dispositivos médicos (ROSENBLATT et al., 2014). Sua capacidade de inibir a formação de biofilmes, dificultando a adesão bacteriana inicial, é particularmente relevante em ambientes hospitalares (GRINNAN; TRUWIT, 2011; MALIYAR; MUFTI; SIBBALD, 2020).

A combinação de clorexidina e violeta de genciana, conhecida como gendine, tem demonstrado efeito sinérgico contra microrganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA) e *Pseudomonas aeruginosa*. Essa formulação é eficaz na prevenção da colonização bacteriana de dispositivos médicos, como tubos endotraqueais, além de não apresentar citotoxicidade significativa (BOWTON; HITE, 2011; PASCUAL; BREIT, 2011). A gendine proporciona ação antimicrobiana prolongada e reduz significativamente a formação de biofilmes em superfícies críticas (CHAIBAN et al., 2005).

O uso desses agentes como parte de protocolos de prevenção da PAV tem se mostrado eficiente, especialmente quando incorporados a estratégias multidisciplinares que incluem higiene bucal, desinfecção de dispositivos e uso de circuitos fechados de aspiração (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; ENFIELD; TRUWIT, 2011). Essas práticas reduzem a migração de microrganismos para os pulmões, melhorando os desfechos clínicos dos pacientes entubados (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013).

Entretanto, há preocupações quanto ao uso prolongado desses antissépticos em concentrações subinibitórias, que podem favorecer o surgimento de cepas resistentes. Alterações na composição da membrana celular e aumento da atividade de bombas de efluxo são mecanismos adaptativos já observados (FRÜH et al., 2022; MALIYAR; MUFTI; SIBBALD, 2020; RAMFOL; VAN VUUREN, 2024). Para minimizar esse risco, o uso combinado de agentes com mecanismos de ação distintos, como clorexidina e violeta de genciana, pode ser uma abordagem eficaz e mais segura (GASPARETTO et al., 2022; RAMFOL; VAN VUUREN, 2024).

Assim, a integração da clorexidina e da violeta de genciana em protocolos clínicos representa uma estratégia promissora no controle de infecções hospitalares, com potencial de reduzir a morbimortalidade, o tempo de internação e a resistência microbiana nas UTIs.

4 OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficácia do uso de tubos de traqueostomia impregnados com clorexidina e violeta de genciana na redução da incidência de PAV em pacientes internados em UTI.

4.1.2 Objetivo Específico

- i. Comparar a incidência de PAV entre pacientes que utilizam tubos de traqueostomia impregnados e aqueles que utilizam tubos convencionais, considerando variáveis clínicas e demográficas;

5 METODOLOGIA

5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este estudo configura-se como uma pesquisa clínica de fase 2, controlada, randomizada e com uso de placebo, cujo objetivo principal é avaliar a incidência de PAV em pacientes de UTI submetidos à traqueostomia, utilizando um tubo traqueal impregnado com antimicrobianos. Seguindo a classificação metodológica proposta por Estrela (2018), trata-se de uma pesquisa aplicada, com abordagem quantitativa e caráter descritivo e experimental, uma vez que envolve a manipulação de variáveis e a observação dos efeitos dessas manipulações em um ambiente controlado.

5.2 PERÍODO DA PESQUISA

A coleta de dados foi realizada entre março de 2023 e agosto de 2024. Este período foi definido de acordo com as diretrizes do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), sob o número de aprovação 44535521.0.0000.0020.

5.3 OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA

O objeto de estudo compreendeu os pacientes admitidos na UTI do Hospital Universitário Cajuru, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, que necessitam de VM e apresentavam indicação para traqueostomia. O foco da pesquisa foi investigar a eficácia do TT impregnado com antimicrobianos na prevenção da PAV, utilizando critérios diagnósticos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2017).

5.4 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

5.4.1 Universo da Pesquisa

O universo da pesquisa compreende todos os pacientes admitidos na UTI do HUC, que preenchem os critérios de inclusão estabelecidos para o estudo. Este ambiente foi selecionado

devido à alta demanda de procedimentos de traqueostomia e à disponibilidade de infraestrutura para a realização de pesquisas clínicas rigorosas.

5.4.2 Amostra da Pesquisa

A amostra foi composta por 69 pacientes, divididos igualmente entre o grupo que utilizará o TT impregnado e o grupo controle, que utilizará um TT padrão. O tamanho amostral foi determinado com base em uma estimativa de redução de 10% na incidência de PAV, considerando um poder amostral de 80% e um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5.5 SUJEITOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os sujeitos participantes foram pacientes maiores de 18 anos, admitidos na UTI do HUC, que necessitam de ventilação mecânica e têm indicação para traqueostomia. Todos os pacientes, ou seus responsáveis legais, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme exigido pelas normas éticas.

5.5.1 Da Forma de Abordagem do Problema

A abordagem do problema foi realizada de forma quantitativa, com a coleta de dados epidemiológicos e clínicos dos pacientes, incluindo sexo, idade, comorbidades, índices de gravidade na admissão (SAPS 3 e SOFA), motivo de internação na UTI, necessidade de ventilação mecânica e desfecho clínico. Esta abordagem permite uma análise estatística robusta dos dados (PEREIRA et al., 2018).

5.5.2 Do Ponto de Vista de Seus Objetivos

Do ponto de vista dos objetivos, esta pesquisa foi descritiva e experimental, uma vez que buscou descrever as características da amostra e testou a eficácia de uma intervenção específica (PRODANOV; FREITAS, 2013), no caso, o uso de TT impregnado com antimicrobianos na prevenção de PAV.

5.5.3 Do Ponto de Vista dos Procedimentos Técnicos

Os procedimentos técnicos envolveram a randomização dos pacientes em dois grupos (grupo TT impregnado e grupo TT padrão), a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão, e o seguimento dos pacientes durante o período de internação na UTI para a coleta de dados pertinentes. A definição de PAV foi realizada de acordo com os critérios da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2017).

5.6 HIPÓTESE

A hipótese central do estudo é que o uso de TT impregnado com antimicrobianos reduzirá significativamente a incidência de PAV em pacientes submetidos à traqueostomia, em comparação ao uso de TT padrão.

5.7 VARIÁVEIS

As variáveis do estudo foram classificadas da seguinte forma:

Variável dependente principal: Incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV).

Variável independente: Tipo de tubo traqueal utilizado (impregnado com antimicrobianos ou padrão).

Variáveis de controle/confundidoras: Idade, sexo, comorbidades, índices de gravidade (SAPS 3 e SOFA), motivo da internação, necessidade de ventilação mecânica e desfechos clínicos.

5.7.1 Operacionalização das Variáveis

As variáveis foram operacionalizadas com base em critérios clínicos estabelecidos e em escalas validadas, como o SAPS 3 e SOFA para a gravidade da doença. A incidência de PAV foi medida pela presença de sinais clínicos de infecção e isolamento de bactérias compatíveis em aspirado traqueal ou lavado brônquico, conforme parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2017).

5.8 TÉCNICA

A técnica utilizada para a análise dos dados foi a estatística descritiva para variáveis qualitativas e quantitativas, com a aplicação de testes de hipóteses apropriados, como o teste t de Student ou o teste de Mann-Whitney, dependendo da distribuição dos dados. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SPSS (versão 26.0).

5.9 PLANO DE TABULAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e analisados utilizando técnicas de estatística descritiva e inferencial. As variáveis quantitativas foram descritas como média e desvio padrão, ou mediana e intervalo interquartil, dependendo da normalidade da distribuição dos dados. As variáveis qualitativas foram descritas em porcentagens, segundo as boas práticas estabelecidas por Pereira et al. (2018) e Prodanov e Freitas (2013).

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram realizadas análises estatísticas a partir dos dados obtidos na pesquisa, que teve como foco avaliar o impacto do uso de tubos traqueais impregnados com clorexidina e violeta de genciana na incidência de PAV em pacientes internados em UTI. O estudo clínico, randomizado, controlado e de fase 2, comparando dois grupos: um utilizando tubos impregnados com antimicrobianos e outro com tubos padrão. As análises univariada e multivariada possibilitam avaliar a hipótese de que os tubos impregnados podem contribuir para a redução da incidência de PAV. Os resultados dessas análises são discutidos nos parágrafos seguintes e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis clínicas e de resultados dos doentes sob ventilação mecânica com tubo de traqueostomia impregnado e grupo controle sem impregnação. UTI - unidade de terapia intensiva; SOFA - Sequential Organ Failure Assessment; SAPS - Simplified Acute Physiology Score; HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica.

	Control	%	Impregnated	%	Univariate analysis	Multivariable analysis
	(n = 33)		(n = 36)		(P value)	(P value)
Sexo (masculine)	28	85%	22	61%	0.025	0.023
Mortalidade	14	42%	14	39%	0.478	
PAV	17	52%	9	25%	0.021	0.025
HAS	15	45%	16	44%	0.563	
Diabetes mellitus	10	30%	4	11%	0.046	0.023
DPOC	0	0%	1	3%	0.522	
Doença cardíaca	2	6%	4	11%	0.379	
Uso prévio de antibiótico	5	15%	4	11%	0.567	
Idade	54.1±16.8		48.9±18.9		0.555	
Tempo de internamento (dias)	44.6±33.7		54.3±69.7		0.222	
Tempo de internamento em UTI (dias)	22.7±12.6		22.4±13.8		0.706	
Tempo de VM antes da traqueostomia (Dias)	9.2±3.8		9.3±3.8		0.461	

PAV após randomização (Dias)	13.0±22.1		8.6±5.8		0.125	
SOFA	7.8±1.9		8.6±2.2		0.452	
SAPS	48.2±7.8		47.2±6.8		0.179	

Os dados demonstram que houve diferenças estatisticamente significativas em algumas variáveis entre os grupos controle e impregnado. No que diz respeito ao gênero, o grupo controle apresentou uma predominância maior de pacientes do sexo masculino, com 85%, enquanto no grupo impregnado essa prevalência foi de 61%. Esse resultado foi confirmado tanto pela análise univariada, com um valor de p igual a 0,025, quanto pela análise multivariada, que resultou em um p de 0,023. A mortalidade entre os grupos, no entanto, não apresentou diferenças estatisticamente significativas, com taxas de 42% no grupo controle e 39% no grupo impregnado.

Em relação à principal variável de interesse, a PAV, observou-se uma incidência de 52% no grupo controle, enquanto no grupo impregnado essa incidência foi de apenas 25%. Essa diferença foi considerada estatisticamente significativa, com $p=0,021$ na análise univariada e $p=0,025$ na multivariada, o que sugere um impacto positivo do uso de tubos traqueais impregnados com antimicrobianos na redução da PAV. Quanto às comorbidades, a hipertensão arterial sistêmica foi observada em 45% dos pacientes do grupo controle e em 44% dos pacientes do grupo impregnado, sem diferença significativa entre eles.

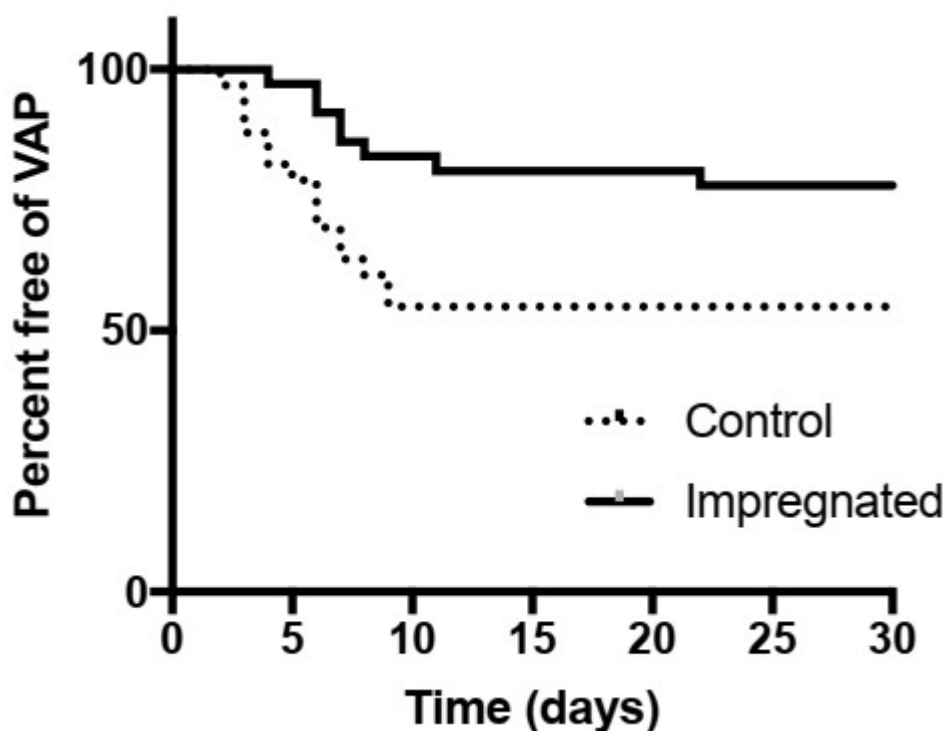
No caso de diabetes mellitus, foi verificada uma prevalência de 30% no grupo controle, contra 11% no grupo impregnado, com diferença significativa na análise univariada ($p=0,046$) e multivariada ($p=0,023$). Já em relação à presença de doença pulmonar crônica e doenças cardíacas, as diferenças entre os grupos não foram significativas. A idade média dos pacientes no grupo controle foi de $54,1\pm 16,8$ anos, enquanto no grupo impregnado foi de $48,9\pm 18,9$ anos, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,555$).

Além disso, o tempo de permanência hospitalar também não apresentou diferenças significativas, com uma média de $44,6\pm 33,7$ dias no grupo controle e $54,3\pm 69,7$ dias no grupo impregnado ($p=0,222$). O tempo de internação na UTI foi similar entre os grupos, com $22,7\pm 12,6$ dias no grupo controle e $22,4\pm 13,8$ dias no grupo impregnado ($p=0,706$). O tempo de VM antes da realização da traqueostomia foi de $9,2\pm 3,8$ dias no grupo controle e $9,3\pm 3,8$ dias no grupo impregnado, sem diferença significativa ($p=0,461$).

A incidência de PAV após a randomização apresentou uma média de $13,0\pm 22,1$ dias no grupo controle e $8,6\pm 5,8$ dias no grupo impregnado, mas sem significância estatística ($p=0,125$). Por fim, as pontuações nos índices de gravidade SOFA e SAPS, que avaliam o estado de saúde

dos pacientes, não apresentaram diferenças significativas entre os grupos. O SOFA foi de $7,8 \pm 1,9$ no grupo controle e $8,6 \pm 2,2$ no grupo impregnado ($p=0,452$), enquanto o SAPS foi de $48,2 \pm 7,8$ no grupo controle e $47,2 \pm 6,8$ no grupo impregnado ($p=0,179$). Esses dados sugerem que a gravidade da doença foi comparável entre os dois grupos no momento da admissão na UTI, não influenciando os desfechos principais.

Figura 1 – Correlação entre ausência de manifestação da pneumonia decorrente de ventilação mecânica e tempo



Fonte: Resultados originais da pesquisa (2024)

O gráfico apresenta a relação entre o tempo e a porcentagem de pacientes livres de PAV em dois grupos: controle (representado pela linha pontilhada) e impregnado (representado pela linha contínua). No eixo vertical, observa-se o percentual de pacientes que não desenvolveram PAV, enquanto o eixo horizontal representa o tempo em dias desde a randomização.

No início do estudo, ambos os grupos começam com 100% dos pacientes livres de PAV. No entanto, ao longo dos primeiros dias, há uma redução mais acentuada no grupo controle, que apresenta uma maior incidência de PAV em comparação ao grupo que utilizou tubos impregnados. Esse declínio rápido sugere que os pacientes no grupo controle são mais propensos a desenvolver PAV em um período mais curto. Em torno do quinto dia, a porcentagem

de pacientes livres de PAV no grupo controle já caiu para menos de 50%, enquanto o grupo impregnado mantém uma taxa superior a 50% ao longo do tempo.

À medida que o tempo avança, a diferença entre os dois grupos permanece clara, com o grupo impregnado apresentando uma melhor preservação da ausência de PAV ao longo dos 30 dias de observação. No final do período, o grupo impregnado ainda apresenta uma maior porcentagem de pacientes livres de PAV, sugerindo que o uso de tubos impregnados com antimicrobianos pode estar associado a uma redução na incidência de PAV durante o período de internação. Esses resultados reforçam os achados prévios de que a intervenção com tubos impregnados pode reduzir a taxa de PAV, mantendo uma proteção mais prolongada em comparação com o uso de tubos padrão.

7 DISCUSSÃO

O estudo apresenta evidências de que tubos de traqueostomia impregnados com clorexidina e violeta de genciana reduzem significativamente a incidência de PAV em pacientes sob VM. O grupo que utilizou os tubos impregnados apresentou uma incidência de PAV de 25%, em comparação com 52% no grupo controle, indicando uma redução expressiva. Esse achado é consistente com pesquisas anteriores que demonstraram a eficácia de tubos endotraqueais revestidos com clorexidina na redução da colonização bacteriana e do risco de PAV (CHAIBAN, 2005). O presente estudo amplia esses achados ao aplicá-los a tubos de traqueostomia, que ainda não haviam sido explorados nesse contexto.

Outro estudo oferece suporte adicional ao uso de dispositivos impregnados, como tubos endotraqueais com cuffs antimicrobianos, na redução da transmissão de patógenos respiratórios. Os autores observaram que a impregnação dos tubos com gentamicina resultou em uma redução significativa na colonização bacteriana, o que corrobora os achados da presente pesquisa, na qual o uso de tubos impregnados reduziu a incidência de PAV. Esses resultados reforçam a eficácia dos dispositivos antimicrobianos na inibição da proliferação de patógenos em ambientes hospitalares (ROSENBLATT et al., 2014).

No presente estudo, observou-se uma diferença significativa na distribuição de gênero entre os grupos, o que pode influenciar a resposta imunológica e a suscetibilidade às infecções respiratórias. Embora fatores fisiológicos relacionados ao sexo possam afetar a resposta ao tratamento, como sugerem estudos que apontam diferenças hormonais e imunológicas entre homens e mulheres, os tubos traqueais impregnados demonstraram eficácia antimicrobiana consistente, independentemente do gênero. A intervenção atua de forma local, reduzindo a colonização bacteriana por ação mecânica e química, o que sugere robustez na prevenção da PAV mesmo diante de variações biológicas. Ainda assim, destaca-se a importância de incluir a diversidade de gênero em futuras pesquisas para melhor compreender possíveis influências imunológicas e personalizar os cuidados intensivos (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; ENFIELD; TRUWIT, 2011; BOWTON; HITE, 2011; GRINNAN; TRUWIT, 2011).

A menor prevalência de diabetes mellitus no grupo que utilizou tubos impregnados (11%, contra 30% no grupo controle) pode ter influenciado positivamente a redução na incidência de PAV, considerando que o diabetes está associado a maior risco de infecções hospitalares devido ao comprometimento imunológico. Estudos anteriores apontam que o controle rigoroso de comorbidades, como diabetes e hipertensão, é essencial na prevenção de infecções respiratórias em pacientes ventilados. Embora os tubos impregnados demonstrem

eficácia independente desses fatores, sua ação pode ser potencializada quando combinada a uma gestão clínica eficaz das condições de saúde preexistentes. Assim, os achados reforçam a importância de uma abordagem integrada, aliando intervenções antimicrobianas ao controle clínico das comorbidades (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013; TRUWIT; EPSTEIN, 2011; ENFIELD; TRUWIT, 2011; BOWTON; HITE, 2011).

O uso de dispositivos impregnados com clorexidina e violeta de genciana reduz a incidência de PAV e, conseqüentemente, a necessidade de antibioticoterapia. Essa abordagem preventiva é essencial para diminuir o risco de resistência antimicrobiana, problema frequente em UTIs devido ao uso prolongado e intensivo de múltiplos antibióticos (GOLDSWORTHY; GRAHAM, 2013; TRUWIT; EPSTEIN, 2011).

A prevenção de infecções com dispositivos impregnados minimiza a necessidade de intervenções terapêuticas complexas e reduz a pressão seletiva para o surgimento de resistência. Tecnologias antimicrobianas permitem proteger o paciente sem o uso inicial de fármacos, contribuindo para preservar a eficácia dos antibióticos e evitar o aparecimento de cepas resistentes (TRUWIT; EPSTEIN, 2011; BOWTON; HITE, 2011).

Além de reduzir o consumo de antimicrobianos, essa prática previne efeitos colaterais e complicações associadas ao seu uso prolongado. Focar o controle de infecção diretamente nas vias respiratórias por meio de dispositivos antimicrobianos é uma estratégia eficaz que protege o paciente e diminui a pressão seletiva no ambiente hospitalar, colaborando para o combate à resistência (ENFIELD; TRUWIT, 2011). A utilização de tubos impregnados com antimicrobianos em UTIs mostrou-se eficaz para reduzir a taxa de PAV e aumentar a segurança do paciente, alinhando-se à evidência de que a resistência bacteriana é um dos principais desafios no controle de infecções em pacientes ventilados (PASCUAL; BREIT, 2011).

Os resultados indicaram que o uso de dispositivos impregnados não influenciou significativamente a mortalidade entre os grupos. Esse achado acompanha evidências de redução geral na mortalidade por PAV nos últimos anos, atribuída à adoção de estratégias preventivas eficazes. Não foram observadas diferenças relevantes no tempo de ventilação mecânica ou na duração da internação hospitalar entre os grupos, resultado semelhante ao reportado em outros estudos sobre intervenções preventivas para PAV (MELSEN et al., 2013). As taxas de mortalidade em pacientes críticos refletem a complexidade das condições subjacentes e não apenas a presença ou ausência de infecção respiratória. Ainda que o uso de tubos impregnados tenha reduzido a taxa de infecção, os desfechos clínicos também dependem da gravidade da doença de base e da resposta imunológica do paciente. Assim, os tubos

impregnados contribuem para o controle da infecção, mas sua influência sobre a mortalidade é limitada.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O tamanho da amostra foi reduzido para 69 pacientes, o que pode afetar a robustez e a generalização dos achados. A realização do estudo em um único hospital universitário pode introduzir vieses específicos do local, restringindo a aplicabilidade dos resultados a outras instituições. A segurança a longo prazo dos tubos impregnados e o possível surgimento de resistência bacteriana também não foram abordados. Estudos adicionais com amostras maiores, períodos mais longos e realizados em múltiplos centros são necessários para confirmar esses achados e explorar outros aspectos relacionados à eficácia e segurança dos tubos de traqueostomia impregnados.

8 CONCLUSÃO

Em conclusão, este ensaio clínico oferece insights valiosos sobre os potenciais benefícios do uso de tubos de traqueostomia impregnados com clorexidina e violeta de genciana para a prevenção da PAV em pacientes sob ventilação mecânica. A redução significativa na incidência de PAV observada no grupo impregnado destaca o potencial dessa intervenção. No entanto, são necessárias mais pesquisas para validar esses achados, investigar a segurança a longo prazo dos tubos impregnados e avaliar o potencial de resistência bacteriana. Caso esses resultados sejam confirmados, essa abordagem poderá representar um avanço significativo na prevenção da PAV e na melhoria dos desfechos clínicos em pacientes internados na UTI.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal objetivo avaliar a eficácia do uso de tubos traqueais impregnados com antimicrobianos na prevenção da PAV, uma das complicações mais comuns e graves em pacientes que necessitam de ventilação prolongada em UTI. Foram analisadas variáveis como a incidência de PAV, a mortalidade, as comorbidades, o tempo de internação e o tempo de ventilação mecânica em dois grupos de pacientes: aqueles que utilizaram tubos traqueais padrão e aqueles que utilizaram tubos impregnados com agentes antimicrobianos.

Os principais resultados demonstraram que houve uma redução estatisticamente significativa na incidência de PAV no grupo que utilizou tubos impregnados, com uma taxa de 25% em comparação aos 52% observados no grupo controle. Esse dado é especialmente relevante, pois sugere que a utilização de dispositivos impregnados com antimicrobianos pode ser uma intervenção eficaz na prevenção dessa infecção, potencialmente reduzindo a necessidade de tratamento com antibióticos e, consequentemente, diminuindo o risco de desenvolvimento de resistência bacteriana.

Além disso, embora a mortalidade e o tempo de internação não tenham apresentado diferenças significativas entre os grupos, a redução na incidência de PAV pode contribuir para a melhoria dos desfechos clínicos e da qualidade de vida dos pacientes. A pesquisa também revelou que, apesar das diferenças significativas em algumas variáveis, como a prevalência de diabetes mellitus, as comorbidades em geral não influenciaram significativamente os desfechos primários. Esse resultado reforça a importância de intervenções específicas, como o uso de dispositivos impregnados, na prevenção de infecções hospitalares, independentemente de condições preexistentes.

A relevância desta pesquisa para o campo da medicina é notável, uma vez que aborda um dos maiores desafios enfrentados em UTIs: a prevenção de infecções respiratórias graves em pacientes intubados. A introdução de tecnologias inovadoras, como tubos traqueais impregnados, apresenta uma alternativa viável e eficaz para a redução da incidência de PAV, que continua a ser uma das principais causas de morbidade em pacientes ventilados. A pesquisa também abre caminho para novos estudos que explorem o impacto a longo prazo dessas intervenções na recuperação dos pacientes e no uso de recursos hospitalares.

Para a sociedade em geral, os resultados desta pesquisa são igualmente significativos. A redução de infecções hospitalares, como a PAV, não só melhora os desfechos clínicos dos pacientes, mas também reduz os custos associados ao tratamento prolongado, diminuindo a

demanda por antibióticos e, conseqüentemente, ajuda a mitigar o crescente problema da resistência antimicrobiana. A adoção de tecnologias e práticas baseadas em evidências, como a descrita neste estudo, tem o potencial de transformar o atendimento em UTIs, proporcionando um ambiente mais seguro e eficiente para os pacientes e para a equipe médica.

Em conclusão, a pesquisa confirma a eficácia dos tubos traqueais impregnados com antimicrobianos na redução da incidência de PAV e destaca a relevância dessa tecnologia como uma ferramenta valiosa para a prevenção de infecções em ambientes hospitalares. A continuidade de investigações nesta área é essencial para aprimorar ainda mais as estratégias de controle de infecção, melhorando os desfechos de saúde e fortalecendo a segurança dos pacientes em UTIs.

REFERÊNCIAS

- Agustina, M., & Santoso, B. Gargling with Aloe vera extract is effective to prevent the Ventilator-Associated Pneumonia (VAP). *GHMJ Global Health Management Journal*, 2018 2(3), 70-75. Recuperado de: <http://publications.inschool.id/index.php/ghmj/article/view/558>. PMID: 23778208. Acesso em: 05 set. 2024.
- Alecrim RX, Taminato M, Belasco A. Estratégias para prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa. *Rev Bras Enferm*. 2019;72(2):307-314. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/reben/a/pcLFLQK9frLnR6kGdVLQ49K/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- Araújo AM, Oliveira DMS. Nursing assistance in preventing pneumonia associated with mechanical ventilation: integrative review. *J Nursing*. 2021;15(2):123-130. Recuperado de: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/17637>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- Baggio L, Machado AS. Bundles para prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica. *Movimento & Saúde*. 2016;9(1):1-10. Recuperado de: https://www.inspirar.com.br/wp-content/uploads/2016/04/artigo1_ed37_jan-fev-mar2016.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.
- Berra L, Marchi L, Yu ZX, Laquerriere P. Endotracheal tubes coated with antiseptics decrease bacterial colonization of the ventilator circuits, lungs, and endotracheal tube. *Anesthesiology* 2004;100(6):1446-56.
- Bezerra WGA, et al. Antibióticos no setor avícola: uma revisão sobre a resistência microbiana. *Arch Zootec*. 2017;66(254):301-7. Recuperado de: <https://www.uco.es/az/index.php/az/article/view/2335>. Acesso em: 05 set. 2024.
- Cabral BG, Matos ECO. Cuidados preventivos para pneumonia associada a ventilação mecânica: revisão integrativa. *Rev Enferm Atual*. 2020;93(31). Recuperado de: <http://www.revistaenfermagematual.com.br/index.php/revista/article/view/542>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- Carrias M. Conhecimento profissional sobre as medidas de prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: uma revisão integrativa. *Rev Interdiscip Ciênc Saúde*. 2017;3(1):15-22. Recuperado de: <http://revistas.ufpi.br/index.php/rics/article/view/6023>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- Chaiban G, Hanna H, Dvorak T, Raad I. A rapid method of impregnating endotracheal tubes and urinary catheters with gendine: a novel antiseptic agent. *J Antimicrob Chemother*. 2005 Jan;55(1):51-6. Recuperado de: 10.1093/jac/dkh499. Epub 2004 Dec 1. PMID: 15574478.
- Chaiban G, Hanna H, Dvorak T, Raad I. A rapid method of impregnating endotracheal tubes and urinary catheters with gendine: a novel antiseptic agent. *J Antimicrob Chemother*. 2005 Jan;55(1):51-6. Recuperado de: 10.1093/jac/dkh499. Epub 2004 Dec 1. PMID: 15574478. Acesso em: 05 set. 2024.
- Chicayban LM, Terra ÉLVS. Bundles de prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: a importância da multidisciplinaridade. *Perspect Online Saúde*. 2017;1(1):1-8. Recuperado de: https://www.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/1200. Acesso em: 30 ago. 2024.

Conley P, McKinsey D, Graff J, Ramsey AR. Does an oral care protocol reduce VAP in patients with a tracheostomy? *Nursing*. 2013 Jul;43(7):18-23. Recuperado de: 10.1097/01.NURSE.0000428709.81378.7c. PMID: 23778208. Acesso em: 05 set. 2024.

Costa JB, Lima AALC, Torres F. Os principais fatores de risco da pneumonia associada à ventilação mecânica em UTI adulta. *Rev Cient FAEMA*. 2016;8(1):45-52. Recuperado de: <https://revista.faema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/361>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Cruz JRM, Martins MDS. Pneumonia associada à ventilação mecânica invasiva: cuidados de enfermagem. *Rev Enferm Referência*. 2019; IV Série (21):e10. Recuperado de: https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0874-02832019000100010. Acesso em: 30 ago. 2024.

Fernandes BC, Araújo AMB, Silva NL, et al. Medidas preventivas para diminuição no risco de pneumonia associada à ventilação mecânica. *Pub Saúde*. 2021;5(1):1-10. Recuperado de: <https://pubsaude.com.br/wp-content/uploads/2021/05/133-Medidas-preventivas-paradiminuicao-no-risco-de-pneumonia-associada-a-ventilacao-mecanica.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Ferraz A, et al. *Cirurgia digestiva: técnica cirúrgica e trauma*. Rio de Janeiro: Thieme Revinter; 2018.

Früh R, Anderson A, Cieplik F, Hellwig E, Wittmer A, Vach K, Al-Ahmad A. Antibiotic Resistance of Selected Bacteria after Treatment of the Supragingival Biofilm with Subinhibitory Chlorhexidine Concentrations. *Antibiotics (Basel)*. 2022 Oct 17;11(10):1420. Recuperado de: 10.3390/antibiotics11101420. PMID: 36290078; PMCID: PMC9598507. Acesso em: 05 set. 2024.

Gasparetto J, Jurkonis LB, Dantas LR, Suss PH, Tuon FF. Antiseptic-impregnated tracheostomy tube for the prevention of ventilator-associated pneumonia caused by multidrugresistant bacteria: in-vitro and pilot study in humans. *Authorea Preprints*; 2022. Recuperado de: 10.22541/au.166601531.19285263/v1. Acesso em: 05 set. 2024.

Goldsworthy, S., & Graham, L. (2013). *Compact clinical guide to mechanical ventilation: foundations of practice for critical care nurses*. Springer Publishing Company.

Lewis SR, Schofield-Robinson OJ, Rhodes S, Smith AF. Chlorhexidine bathing of the critically ill for the prevention of hospital-acquired infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Aug 30;8(8):CD012248. Recuperado de: 10.1002/14651858.CD012248.pub2. PMID: 31476022; PMCID: PMC6718196. Acesso em: 05 set. 2024.

Lima VCC, Rocha TD, Torção SA, et al. A importância do controle das infecções hospitalares para minimizar a resistência bacteriana. *Epitaya E*. 2022;1(1). Recuperado de: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/565>. Acesso em: 05 set. 2024.

Lourençone EMS, Branco A, Monteiro AB. Adesão às medidas preventivas versus incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica. *Rev Epidemiol Controle Infec*. 2019;9(6):8-15. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/5704/570464096008/570464096008.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Maier SR de O, Valim MD, Santos BDS, Soares Júnior JR, Carrijo MVN. Pneumonia associada à ventilação mecânica: evidências científicas. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*. 2020 Jul 7;10(3).

Maliyar, K., Mufti, A., & Sibbald, R. G. The Use of Antiseptic and Antibacterial Agents on Wounds and the Skin. *Local Wound Care for Dermatologists*, 2020. 35-52. Recuperado de: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-28872-3_5. Acesso em: 05 set. 2024.

Maran E, Spigolon DN, Matsuda LM, Teston EF. Efeitos da utilização do bundle na prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa. *Rev Cult Cuidado*. 2021;18(1):405-420. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S221609732021000100405&script=sci_arttext. Acesso em: 30 ago. 2024.

Marson PG, Nepomuceno VR, Eugenio F. Associação entre biofilme bucal e aspirado traqueal em pacientes com pneumonia associada à ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(2):123-130. Recuperado de: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/3225>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Martin-Loeches I, Rodriguez AH, Torres A. New guidelines for hospital-acquired pneumonia/ventilator-associated pneumonia. *Current Opinion in Critical Care*. 2018 Oct;24(5):347–52.

Medeiros Moura RC. Cuidados de enfermagem na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa. *Carpe Diem Rev Cult Cient UNIFACEX*. 2016;14(2):108-123. Recuperado de: <https://facex.emnuvens.com.br/Revista/article/view/854>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Modi AR, Kovacs CS. Hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: Diagnosis, management, and prevention. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* [Internet]. 2020 Oct;87(10):633–9. Recuperado de: <https://www.ccjm.org/content/87/10/633>

Moura FML. Formação de biofilme e perfil de resistência a antimicrobianos e sanitizantes de *Listeria monocytogenes* isoladas de leite de tanques de expansão [Tese]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2018. 86 f. Recuperado de: <http://tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/7290>. Acesso em: 05 set. 2024.

Oliveira AC, Rocha ÁSC. Pneumonia associada a ventilação mecânica: o cuidar da enfermagem. *Braz J Nursing*. 2019;72(3):345-350. Recuperado de: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=23174404&AN=141672349&h=CemL5XffUmUtTIVHABreMeiy%2FbRTvKI0HQ%2F%2Fpw06q721jk7SilxUG82odnJNgZliv%2B7IeZuP3fl05CZSs4aROg%3D%3D&crI=c>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Perasoli FB. Estudo dos possíveis mecanismos de ação envolvidos na inibição da formação de biofilme microbiano em dispositivo médico revestido com poli (metacrilato de metacodimelacrilamida) e de sua associação com nanopartículas de prata [Tese]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2021. 86 f. Recuperado de: <https://repositorio.ufop.br/handle/123456789/17855>. Acesso em: 05 set. 2024.

Pinho MT, Santos CMC dos Servio BC. Fatores de risco relacionados à pneumonia associada a ventilação mecânica: revisão da literatura. *Acervo Saúde*. 2021;13(3):e4747. Recuperado de: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/7034>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Pozuelo-Carrascosa DP, Herráiz-Adillo Á, Alvarez-Bueno C, Añón JM, MartínezVizcaíno V, Cavero-Redondo I. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: an overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *European Respiratory Review*. 2020 Feb 12;29(155):190107

Queiroz DL, Vieceili CA, Falconi FA. Avaliação microbiológica da eficácia de luvas antimicrobianas utilizadas por manipuladores de serviços alimentares. *Braz J Health Rev.* 2021;4(2):7397-7411. DOI: 10.34119/bjhrv4n2-281. Recuperado de: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/27702>. Acesso em: 6 sep. 2024.

Rabello F, Araújo V, Magalhães S. Effectiveness of oral chlorhexidine for the prevention of nosocomial pneumonia and ventilator-associated pneumonia in intensive care units: Overview of systematic reviews. *International Journal of Dental Hygiene.* 2018 Feb 23;16(4):441–9.

Ramfol R, van Vuuren S. The interactive effects of medicinal dyes with conventional antimicrobials against skin pathogens. *J Appl Microbiol.* 2024 Jul 2;135(7):lxae147. Recuperado de: 10.1093/jambio/lxae147. PMID: 38955371. Acesso em: 05 set. 2024.

Rodrigues ALS, Sousa BVN. Importância da higiene oral na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica em UTI. *Rev Bras Saúde Família.* 2018;6(1):59. Recuperado de: <https://adventista.emnuvens.com.br/RBSF/article/view/983>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Rosenblatt J, Reitzel R, Jiang Y, Hachem R, Raad I. Insights on the role of antimicrobial cuffed endotracheal tubes in preventing transtracheal transmission of VAP pathogens from an in vitro model of microaspiration and microbial proliferation. *Biomed Res Int.* 2014; 2014:120468. Recuperado de: 10.1155/2014/120468. Epub 2014 Apr 10. PMID: 24818125; PMCID: PMC4003835. Acesso em: 05 set. 2024.

Serra EB, Rolim ILTP, Ramos ASMB. Bundle de prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: revisão integrativa. *Rev Recien.* 2020;10(30):1-10. Recuperado de: <http://www.recien.com.br/index.php/Recien/article/view/241>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Silva MF de. Impactos da implementação do Bundle de pneumonia associada à ventilação mecânica: Manutenção da cabeceira da cama elevada de 30° a 45°. *J Health.* 2021;10(1):50-58. Recuperado de: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/27699>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Silva TC, Silva KC, Silva JF, Lima NS. Conhecimento de enfermagem em paciente adulto com pneumonia associada a ventilação mecânica (PAVM): uma revisão integrativa. *Braz J Dev.* 2021;7(7):70117-70132. Recuperado de: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/31160/pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Siqueira CP. *Artabotrys brachypetalus* Benth.: potencial antifúngico, antibiofilme e antivirulência frente a patógenos de interesse em saúde pública e avaliação da toxicidade em *Caenorhabditis elegans* [Dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2022. Recuperado de: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.417>. Acesso em: 05 set. 2024.

Soares KDA, Alves ESA, Silva JM, Rolim MBQ, Moura APBL, Silveira AVM, et al. Ação de desinfetantes utilizados na ordenha sobre biofilmes em formação e consolidado de *Staphylococcus aureus* obtidos do leite de vacas com mastite subclínica. *Observatorio de la Economía Latinoamericana.* 2024;22(7):e5932. DOI: 10.55905/oelv22n7-227. Recuperado de: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/5932>. Acesso em: 6 sep. 2024.

Soares KDA. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* enterotoxigênicos formadores de biofilmes isolados de bovinos com mastite em rebanhos leiteiros e perfil de resistência frente a

desinfetantes [Tese]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2019. 78 f. Recuperado de: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/8189>. Acesso em: 05 set. 2024.

Su M, Jia Y, Li Y, Zhou D, Jia J. Probiotics for the Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Respiratory Care*. 2020 Mar 3; respcare.07097.

Teixeira JIS. Medidas de prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica: uma análise à luz da literatura científica. *Rev Enferm Atual*. 2021;97(35). Recuperado de: <http://www.revistaenfermagematual.com.br/index.php/revista/article/view/1018>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Theresia, S. I. M. Management for Preventing Ventilator-Associated Pneumonia at ICU Panti Rapih Hospital: A Clinical Case Study. *Nurse Media Journal of Nursing*, 2016 6(1), 30-36. Recuperado de: 10.22541/au.166601531.19285263/v1. Acesso em: 05 set. 2024.

Tipping CJ, Harrold M, Holland A, Romero L, Nisbet T, Hodgson CL. The effects of active mobilisation and rehabilitation in ICU on mortality and function: a systematic review. *Intensive care medicine* [Internet]. 2017;43(2):171–83. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27864615>

Tokmaji G, Vermeulen H, Müller MC, Kwakman PH, Schultz MJ, Zaat SA. Silver-coated endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Aug 12;2015(8):CD009201. Recuperado de: 10.1002/14651858.CD009201.pub2. PMID: 26266942; PMCID: PMC6517140.

Truwit, J. D., & Epstein, S. K. (Eds.). (2011). *A practical Guide to Mechanical Ventilation*. John Wiley & Sons.

Wainwright M. Anti-infective dyes in the time of COVID. *Dyes Pigm*. 2021 Dec; 196:109813. Recuperado de: 10.1016/j.dyepig.2021.109813. Epub 2021 Sep 17. PMID: 34548711; PMCID: PMC8447552. Acesso em: 05 set. 2024.

Wang L, Li X, Yang Z, Tang X, Yuan Q, Deng L, et al. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016 Jan 8;(1).