

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS E EXATAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Wanessa Maria dos Santos

Avaliação microbiológica em circuitos dos ventiladores mecânicos usados no
Hospital de Clínicas da UFTM

Uberaba

2018

WANESSA MARIA DOS SANTOS

Avaliação microbiológica em circuitos dos ventiladores mecânicos usados no
Hospital de Clínicas da UFTM

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, área de concentração de Processo Tecnológico, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Inovação Tecnológica.

Orientador (a): Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura

Coorientador (a): Prof. Dr. Gilberto de Araújo Pereira

Uberaba

2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

S239a Santos, Wanessa Maria dos
Avaliação microbiológica em circuitos dos ventiladores mecânicos
usados no Hospital de Clínicas da UFTM / Wanessa Maria dos Santos.
-- 2018.
82 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) --
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018
Orientadora: Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura
Coorientador: Prof. Dr. Gilberto de Araújo Pereira

1. Infecção hospitalar. 2. Ventilação mecânica. 3. Desinfecção. I.
Okura, Mônica Hitomi. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro.
III. Título.

CDU 616-022.3

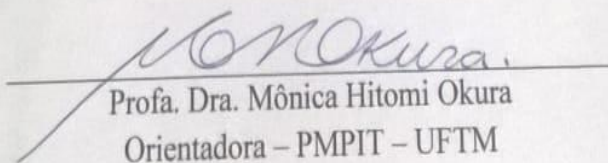
WANESSA MARIA DOS SANTOS

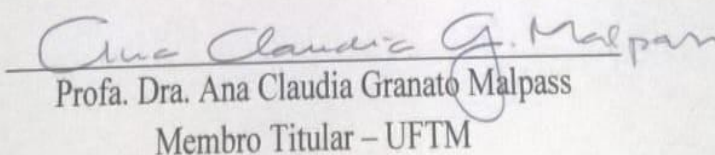
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM CIRCUITOS DOS VENTILADORES
MECÂNICOS USADOS NO HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UFTM

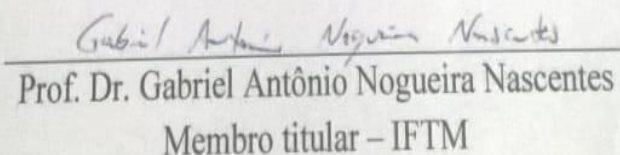
Trabalho de conclusão apresentado ao
Programa de Mestrado Profissional em
Inovação Tecnológica da Universidade Federal
do Triângulo Mineiro, como requisito para
obtenção do título de mestre.

Uberaba, 10 de outubro de 2018

Banca Examinadora:


Prof. Dra. Mônica Hitomi Okura
Orientadora – PMPIT – UFTM


Prof. Dra. Ana Claudia Granato Malpass
Membro Titular – UFTM


Prof. Dr. Gabriel Antônio Nogueira Nascentes
Membro titular – IFTM

Dedico este trabalho e a minha vida, a minha mãe, Irene, por ter sido responsável pela minha formação moral e intelectual, ao meu esposo, Mário, e filhos, Lara, Lívia e Fernando. Meu eterno agradecimento por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Agradeço de maneira especial a Deus, por todas as bênçãos e por guiar meus passos na direção dos meus sonhos. Por ser rocha de minha vida, adestrar as minhas mãos para batalha e os meus dedos para guerra (SALMO 144:1-3).

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Profa. Dra. Mônica Hitomi Okura, por acreditar na minha capacidade, pelo apoio, carinho, pelo espírito científico contagiante e principalmente pela amizade, boa conversa, paciência, incentivo e acolhida nestes momentos finais da dissertação.

Aos meus amigos Rhéltheer de Paula Martins, Stefane Paiva e Sarah Pantaleão Pereira (na realização das culturas e na análise microbiológica), às alunas de graduação Camila e Letícia (pelo apoio técnico), ao Prof. Marcelo Alexandre Teodoro, ao biomédico Marcelo Costa e às técnicas de microbiologia Lurdinha e Regina, pela ajuda, apoio, ensinamentos, companheirismo e, acima de tudo, a amizade, pois vocês foram pessoas da mais fundamental importância nesta etapa da minha vida. Agradeço aos professores participantes da banca examinadora que dividiram comigo este momento tão importante e esperado.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com a realização deste trabalho, quero expressar meus cordiais agradecimentos a pessoas tão especiais e ao mesmo tempo a amizade de alguém que tanto as estima. É bem visível que palavras são poucas para agradecer a vocês que contribuíram para meu crescimento como ser humano.

Muito obrigada!!!

RESUMO

A aplicação na prática clínica do suporte ventilatório artificial ao paciente tem evoluído, podendo ter impacto na melhora da sobrevida e na qualidade do atendimento oferecido pelos profissionais da saúde. Esse cenário gera perspectivas interessantes para estudos clínico-epidemiológicos, bem como para investigações do comportamento microbiológico em produtos para saúde passíveis de processamento, que permitem repetidos processos de limpeza, desinfecção ou esterilização. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os micro-organismos presentes nos circuitos respiratórios dos ventiladores mecânicos utilizados no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Para isso, foram realizadas coletas de amostras para cultura nos ramos expiratórios dos tubos corrugados em três diferentes fases: na fase 1 foram avaliados tubos que haviam sido utilizados pelos pacientes em ventilação mecânica invasiva, na fase 2 realizou-se a avaliação daqueles previamente processados (limpos) em água (não estéril) com detergente enzimático e na fase 3, foram analisados os tubos secos com jatos de ar comprimido e posteriormente esterilizados em óxido de etileno. O nível de contaminação em alguns circuitos analisados foi em ordem de 45,12% na fase 1; 28,04% na fase 2 e de 13,41% durante a fase 3, com identificação das seguintes bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus sp.* coagulase negativa, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae* e *Enterococcus sp.* Neste estudo foi possível verificar que existe uma relação significativa sobre o método de processamento dos circuitos respiratórios. Constatou-se redução significativa ($p=0,0142$) na população bacteriana após os circuitos respiratórios serem expostos ao tratamento com solução enzimática, obtendo-se a remoção de micro-organismos em 84,38%. Portanto, o processamento apresentou eficiência e redução de quatro logaritmos do *bioburden*. Nos circuitos analisados após esterilização houve crescimento de micro-organismos (28,86%) com possibilidade de haver contaminação cruzada.

Palavras-chave: Ventilação mecânica. Desinfecção. Infecção Hospitalar.

ABSTRACT

The clinical application of artificial ventilatory support to the patient has evolved and may have an impact on the improvement of survival and the quality of care provided by health professionals. This scenario generates interesting perspectives for clinical-epidemiological studies, as well as for investigations of the microbiological behavior in products for health that can be processed, allowing repeated cleaning, disinfection or sterilization. Thus, the objective of this work was to evaluate the microorganisms present in the respiratory circuits of mechanical ventilators used in the hospital at the Clinics Hospital of the Federal University of Triângulo Mineiro. For this purpose, specimens were collected for culture in the expiratory branches of the corrugated tubes in three different phases: in phase 1, were evaluated the tubes that had been used by the patients in invasive mechanical ventilation; in phase 2, those previously processed (cleaned) in non-sterile water with enzymatic detergent and in stage 3, were analyzed the tubes that had been dried with compressed air jets and sterilized in ethylene oxide. The level of contamination in some circuits analyzed was in the order of 45.12% in Phase 1; 28.04% in Phase 2 and 13.41% during Phase 3, with identification of the following bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus sp. coagulase negative*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae* and *Enterococcus*. In this study it is possible to verify that there is a significant relationship between the respiratory circuit processing method, where we found a significant reduction ($p = 0.0142$) in the bacterial population, after the respiratory circuits were exposed to the treatment with enzymatic solution, obtaining the removal of microorganisms of 84.38%, therefore, the processing presented efficiency and reduction of four logarithms of the *bioburden*. In the circuits analyzed after sterilization there was growth of microorganisms (28.86%) with possibility of cross-contamination.

Keywords: Respiration Artificial. Disinfection. Nosocomial infection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Modelo ventilador de primeira geração Bird Mark 7..... | 18 |
| Figura 2 - Modelo ventilador de segunda geração Bennett MA-1. E..... | 19 |
| Figura 3 - Modelo ventilador de terceira geração..... | 19 |
| Figura 4 - Centro de tratamento respiratório para casos de pólio do mundo na década de 1950..... | 20 |
| Figura 5 - Representação esquemática de um paciente conectado ao ventilador..... | 22 |
| Figura 6 - Demonstração de paciente entubado e cânula endotraqueal..... | 25 |
| Figura 7 - Demonstração de paciente com cânula de traqueostomia..... | 25 |
| Figura 8- Sistema do circuito respiratório do respirador mecânico..... | 28 |
| Figura 9 - Demonstração de resistência das células no interior do biofilme ao sistema imune do hospedeiro e aos agentes antimicrobianos..... | 37 |
| Figura 10 - Gerenciamento dos circuitos respiratórios dos ventiladores mecânicos..... | 40 |
| Figura 11 - Esquema das etapas da coleta por fases no setor Central de Equipamentos..... | 41 |
| Figura 12 - Realização das coletas, por fase, com técnica asséptica..... | 41 |
| Figura 13 - Demonstração de coleta no circuito do ramo expiratório..... | 42 |
| Figura 14 - Crescimento de micro-organismos em meio de cultura ágar Nutriente..... | 43 |
| Figura 15- Devolução dos ventiladores mecânicos, por unidade assistencial, no período de setembro a novembro de 2017..... | 47 |
| Figura 16 - Motivos de devolução dos equipamentos, por unidade assistencial, no período de setembro a novembro de 2017..... | 48 |
| Figura 17 - Perfil dos micro-organismos encontrados nos circuitos respiratórios, por fases do Grupo A, no período de setembro a novembro de 2017..... | 50 |
| Figura 18 - Representação da distribuição de hemocultura dos pacientes traqueostomizados do Hospital de Clínicas da UFTM, de setembro a novembro de 2017..... | 55 |

- Figura 19 - Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos dos isolados de *Klebsiella pneumoniae* nas hemoculturas positivas realizadas no período de setembro a novembro de 2017, de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM.... 55
- Figura 20 - Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos dos isolados de *Enterobacter cloacae* nas hemoculturas positivas realizadas no período de setembro a novembro de 2017, de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM.... 56

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Representação da distribuição das coletas dos circuitos respiratórios, no período de setembro a novembro de 2017..... | 48 |
| Tabela 2 - Ocorrência dos micro-organismos nos circuitos respiratórios, por fase, no período de setembro a novembro de 2017..... | 49 |
| Tabela 3 - Resultados da Contagem de Unidade Formadora de Colônia (UFC) de micro-organismos encontrados nos circuitos respiratórios, por fases no grupo B..... | 51 |
| Tabela 4 - Resultado da análise estatística descritiva, da contagem em Unidade Formadora de Colônia (UFC) nas diferentes fases, no grupo B, de avaliação microbiológica dos circuitos de ventilação mecânica..... | 51 |
| Tabela 5 - Análise de variância das médias aritméticas do processamento dos circuitos respiratórios por fase no grupo B..... | 52 |
| Tabela 6 - Resultado da distribuição dos dados referentes às fases 1, 2 e 3.. | 53 |
| Tabela 7 - Comparação estatística, pelo método de Wilcoxon – pareado, entre as fases antes e após o tratamento dos circuitos respiratórios com solução enzimática..... | 53 |
| Tabela 8 - Distribuição dos micro-organismos isolados em hemocultura de pacientes traqueostomizados do Hospital de Clínicas da UFTM, de setembro a novembro de 2017..... | 54 |
| Tabela 9 - Percentual de sensibilidade dos micro-organismos ao exame de antibiograma de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM, no período de setembro a novembro de 2017.. | 56 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| AMIB- | Associação de Medicina Intensiva Brasileira. |
| ANVISA- | Agência Nacional de Vigilância Sanitária. |
| BHI- | Brain Heart Infusion. |
| CDC - | Center for Disease Control and Prevention. |
| CE - | Central de equipamentos. |
| CEP - | Comitê de ética em pesquisa. |
| CC | Clínica Cirúrgica |
| CM - | Clínica Médica. |
| CREMESP - | Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo. |
| ETO - | Óxido de etileno. |
| FTCU - | Filtros trocadores de calor e umidade. |
| GEP - | Gerência de Ensino e Pesquisa. |
| HC/UFTM - | Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. |
| IASS - | Infecções Associadas aos Serviços de Saúde. |
| IH - | Infecção Hospitalar. |
| IHs - | Infecções Hospitalares. |
| IRAS - | Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde. |
| IRRS- | Índice de respiração rápida e superficial |
| PAV - | Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica. |
| PSA - | Pronto Socorro Adulto. |
| PSI - | Pronto Socorro Infantil. |
| SBPT - | Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. |
| SIM- | Motilidade, Indol e H2S. |
| TB | Tuberculose |
| TOT | Tubo orotraqueal |
| TQT - | Traqueostomia. |
| TRE - | Teste de Respiração Espontânea. |
| UFC - | Unidades Formadora de Colônias. |
| UFTM - | Universidade Federal do Triângulo Mineiro. |
| UIH - | Unidade de doenças infectocontagiosas. |
| UTI A - | Unidade de Terapia Intensiva Adulto. |

| | |
|--------------|--|
| UTI C - | Unidade de Terapia Intensiva Coronariana. |
| UTI N - | Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. |
| UTI ou CTI - | Unidade de Terapia Intensiva ou Centro de Terapia Intensiva. |
| UTIs - | Unidades de Terapia Intensiva |
| VM - | Ventilação Mecânica. |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | OBJETIVOS..... | 16 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 16 |
| 1.1.2 | Objetivos específicos | 17 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1 | VENTILAÇÃO MECÂNICA..... | 18 |
| 2.1.1 | Assistência ventilatória mecânica | 20 |
| 2.1.2 | Ventilação moderna de cuidado intensivo | 21 |
| 2.1.3 | Procedimentos clínicos utilizando a assistência ventilatória | 24 |
| 2.1.3.1 | <i>Processo de desmame e extubação na assistência ventilatória</i> | 26 |
| 2.1.4 | Circuitos respiratórios utilizados no equipamento de ventilação mecânica | 28 |
| 2.2 | INFECÇÃO NOSOCOMIAL..... | 30 |
| 2.2.1 | Pneumonia associada à ventilação mecânica | 33 |
| 2.2.2 | Relações entre circuitos respiratórios e a pneumonia associadas à ventilação mecânica | 35 |
| 3 | METODOLOGIA | 39 |
| 3.1 | ETAPAS DA PESQUISA..... | 40 |
| 3.2 | MÉTODOS UTILIZADOS PARA A ABORDAGEM QUANTI-QUALITATIVA..... | 43 |
| 3.2.1 | Isolamento das bactérias | 43 |
| 3.2.2 | Identificação de bactérias | 44 |
| 3.2.3 | Análise da eficiência do processamento nos circuitos respiratórios | 46 |
| 3.3 | ANÁLISES ESTATÍSTICAS..... | 47 |
| 4 | RESULTADOS | 48 |
| 5 | DISCUSSÃO | 58 |
| 6 | CONCLUSÃO | 65 |
| | REFERÊNCIAS | 67 |
| | ANEXO 1 – Autorização do projeto de pesquisa | 82 |

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade é notável a influência da inovação tecnológica na área da saúde, seja em termos de disponibilidade de equipamentos ou em novas técnicas assistenciais, sobre diferentes campos ou especialidades (LORENZETTI et al., 2012), refletindo na melhoria das ações de saúde para a população. Contudo, tem-se observado que problemas antigos ainda persistem, caso das infecções hospitalares (IHs).

Pesquisadores preocupados em identificar fatores que correlacionam as possíveis causas têm realizado experimentos e estratégias que minimizem ou anulem os riscos para o desenvolvimento de Infecção Hospitalar (IH) (OLIVEIRA; DAMASCENO, 2010; PEREIRA et al., 2005). Como afirmam Freeman e Mc Gowan Jr. (1978, p. 812), “um fator de risco para infecção hospitalar é simplesmente um indicador de risco, ou um fator associado à infecção hospitalar. Tal indicador de risco não precisa necessariamente ser a causa da infecção ou preceder a infecção”.

Segundo Oliveira et al. (2012), as IHs estão associadas, principalmente, ao uso de procedimentos invasivos como os cateteres venosos centrais, sondas vesicais de demora, ventilação mecânica (VM), dentre outros. No estudo de Pottier et al. (2012), foi analisada a associação de eventos adversos relacionados a procedimentos invasivos. O estudo revelou o predomínio de eventos relacionados a causas infecciosas, sobretudo aqueles com causas mecânicas em que a pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) associou-se com maior frequência de eventos adversos (54,5%) do que a outras infecções nosocomiais (9,1%) analisadas.

Os ventiladores mecânicos, largamente utilizados nos hospitais, fazem parte do arsenal terapêutico de pacientes que se encontram impossibilitados de respirar de forma espontânea e que exigem assistência multiprofissional de terapia intensiva e manipulação por parte de pessoal treinado em processos de desinfecção e esterilização de material.

Os circuitos respiratórios são constituídos de um conjunto de tubos reutilizáveis ou traqueias que saem do aparelho de VM e levam gás oxigênio e ar comprimido em direção ao paciente (DX 3012, [201-]) que necessita de suporte ventilatório. O processo de manipulação desse artigo abrange etapas desde sua utilização até seu retorno em ideais condições de reuso.

A literatura nacional e os manuais técnicos publicados recomendam a realização da limpeza, seguida de desinfecção de alto nível ou a esterilização com o objetivo de evitar que a próxima pessoa a utilizar o material seja contaminada, proporcionando, desse modo, segurança ao usuário (SILVA et al., 2014).

A segurança na prática de reuso de artigos médicos, segundo Guerra et al. (2013), requer cuidados em relação à eficácia da limpeza, da esterilização e da segurança dos profissionais de saúde durante o adequado processamento¹, tornando-se indispensável para evitar a ocorrência de infecções.

Uma das atividades desenvolvidas no ambiente hospitalar é o controle das IHS. O setor conhecido como Central de Equipamentos (CE) desempenha importante papel para o desenvolvimento dessa atividade, que de maneira racional determina processos de limpeza e desinfecção de artigos médico-hospitalares, como monitores, ventilador mecânico e cardioversores. Ademais, encaminha para esterilização alguns materiais utilizados durante a terapia ventilatória e também realiza o controle patrimonial e as manutenções necessárias dos equipamentos hospitalares, aumentando a qualidade dos serviços prestados pelas unidades, uma vez que monitora e controla todo processo (BATISTA; ALCÂNTARA; PAULA, 2007; CALIL; TEIXEIRA, 1998).

O uso clínico de VM foi descrito há 400 anos por Vesalius e Hooke que demonstraram que a vida poderia ser preservada com insuflação dos pulmões (ZUÑIGA, 2004). A evolução satisfatória do paciente que faz uso da VM depende de diversos cuidados que tangenciam não somente o processo assistencial “à beira leito”, mas também aos processos que estão interligados, dentre eles o processamento dos acessórios do ventilador mecânico, que é composto por um arcabouço de etapas técnicas até a conexão do equipamento ao paciente. Na concepção de Zuñiga (2004), quando falamos em VM entende-se o envolvimento de toda a equipe multiprofissional, na busca da qualidade de assistência ao paciente.

A instituição onde se realizou o presente estudo conta com aproximadamente 300 leitos, prestando atendimento pelo Sistema Único de Saúde de média e alta complexidade, com múltiplas especialidades, a municípios que compõem a macrorregião do Triângulo Sul do estado de Minas Gerais e pacientes de diversos

¹ De acordo com o Ministério da Saúde (1994), “o processamento descrito nessa norma técnica refere-se aos métodos de limpeza, descontaminação, desinfecção de superfícies e artigos, e à esterilização de artigos e de algumas substâncias” (p.6).

estados brasileiros. O número de leitos disponibilizados pelas Unidades de Tratamento Intensivo (UTI) adulta, coronariana e neonatal é desproporcional à demanda de pacientes que precisam dessas unidades, permanecendo os pacientes nas unidades de internação à espera de leitos intensivos, sendo que, quando necessitam, são submetidos à VM, mesmo fora de unidades intensivas.

Assim, à VM, nessa instituição, ultrapassa as dimensões da UTI, expandindo-se a outras unidades do hospital. O cuidado realizado pelos profissionais técnicos envolvidos (engenheiros, enfermeiros e manutenção) na CE se materializa em um ambiente distante do paciente, com sua complexidade e saberes específicos, fornecendo cotidianamente segurança física, material ao paciente e suporte ao cuidado direto e conseqüentemente redução nos riscos de desenvolver IH.

O processamento dos circuitos dos ventiladores mecânicos, realizado pela CE do Hospital de Clínicas da UFTM, visa fornecer material livre de patógenos, garantindo a segurança do paciente. Cabe ao enfermeiro responsável pela CE, coordenar, orientar e supervisionar as etapas técnicas do processamento e estabelecer interface com as demais unidades de atendimento que necessitem do suporte relacionado a possíveis intercorrências geradas pelo uso da VM, como por exemplo, trocas de circuitos em casos de sujidades ou funcionamento incorreto do equipamento.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) possui normas técnicas cientificamente estabelecidas e regulamentadas, que servem de base para a elaboração de rotinas a serem recomendadas como critérios mínimos de controle de qualidade nos processos de limpeza, desinfecção e esterilização de artigos médico-hospitalares (SANTOS; COSTA, 2014). As IHS são amplamente discutidas, principalmente no que tange à validação dos processos de esterilização de artigos de terapia ventilatória visando a adequabilidade, segurança e efetividade. Nesse contexto, discute-se a relevância dos procedimentos de limpeza e de desinfecção garantindo que os processos de esterilização aos quais o artigo, posteriormente, será submetido, sejam alcançados (GRIEP, 2004).

Contudo, venho observando em minha prática profissional, como auxiliar técnico, junto aos profissionais atuantes na CE que existe um grande empenho para manter a qualidade do trabalho, porém, há algumas dificuldades para sustentar o fluxo do processo de limpeza, como o encaminhamento para o serviço de esterilização e armazenamento dos circuitos dos ventiladores mecânicos. Essas

dificuldades podem ser exemplificadas devido à falta de profissionais no setor, à ausência de materiais adequados, como por exemplo escovas macia e/ou esponjas, para fricção, atentando para ranhuras, articulações, concavidades e lumens dos circuitos, possibilitando melhor execução do processamento dos artigos, já que constituem também uma forma de cuidado direto ao paciente que sofre intervenção pelo cuidado indireto prestado pelos profissionais da CE.

A avaliação no processo de limpeza deve ser realizada por controle visual, microbiológico e químico (FROTA et al., 2017). Observo que na CE são estabelecidos procedimentos e rotinas envolvendo o manuseio dos dispositivos médicos, a utilização de detergente e a inspeção visual simples após processamento. A avaliação visual torna-se prejudicada quando o dispositivo médico possui lúmens estreitos ou áreas articuladas, como no caso dos circuitos respiratórios, pois podem receber alto nível de proteínas remanescentes nas superfícies que parecem visivelmente limpas.

No estudo realizado por Ransjo et al. (2001) foi desenvolvido um método que pode ser utilizado para validar os processos de limpeza de instrumentos laparoscópicos sob o aspecto quantitativo com a contagem de unidades formadoras de colônia (UFC), comprovando ou não a eficiência da limpeza e da desinfecção realizada pelo equipamento. De acordo com Griep (2004), para que qualquer processo possa ser considerado validado, todas as etapas devem ser analisadas de forma crítica, envolvendo princípios de morte ou redução de carga microbiana. No entanto, para os procedimentos de limpeza, o autor sugere a avaliação subjetiva por não ser possível mensurar o “*bioburden*”² de cada artigo a cada procedimento.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo verificar a presença de micro-organismos patogênicos nos circuitos respiratórios dos ventiladores mecânicos utilizados no Hospital de Clínicas da UFTM.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

² O termo bioburden, ou carga microbiana, é definido como o volume estimado e o tipo de micro-organismos contaminantes presentes no objeto a ser esterilizado (EVANGELISTA, 2014).

Verificar a presença de micro-organismos potencialmente patogênicos nos circuitos respiratórios dos ventiladores mecânicos utilizados no Hospital de Clínicas da UFTM.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar a incidência de micro-organismos potencialmente patogênicos isolados antes da etapa de desinfecção, pertencente à área suja (fase 1);

Verificar a incidência de micro-organismos potencialmente patogênicos isolados após a etapa de processamento em solução enzimática e secagem (fase 2);

Verificar a incidência de micro-organismos potencialmente patogênicos isolados após a etapa de processamento, de esterilização em óxido de etileno, pertencente à área limpa (fase 3);

Analisar os resultados das hemoculturas dos pacientes que utilizaram ventilação mecânica, durante o período do estudo, quanto ao micro-organismo isolado e o perfil de resistência ou sensibilidade a antibióticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 VENTILAÇÃO MECÂNICA

A VM ou também conhecida como suporte ventilatório pode ser definida como um método de suporte para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, substituindo total ou parcialmente a ventilação espontânea, tendo como objetivo propiciar a adequada troca gasosa, reduzir o trabalho da musculatura respiratória e diminuir a demanda metabólica (MELO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2014). Desde o final do século XIX esse método evoluiu enormemente por meio da revolução tecnológica e eletrônica (HAMED et al., 2006).

Bone e Eubanks (1991) descrevem três gerações de ventiladores mecânicos. Os equipamentos da primeira geração basicamente ciclavam a pressão positiva para a realização da fase inspiratória, como por exemplo o Bird Mark 7 (Figura 1). Na segunda geração (Figura 2), associou-se o incremento de modos ventilatórios, como a ventilação mandatória intermitente não sincronizada, representada pelo Bennett MA-1.E. Já os ventiladores da terceira geração (Figura 3) são operados por microprocessadores e parâmetros ventilatórios.

Figura 1. Modelo ventilador de primeira geração Bird Mark 7



Fonte: Roure, 2005.

Figura 2. Modelo ventilador de segunda geração Bennett MA-1.E.



Fonte: RELATED KEYWORDS & SUGGESTIONS, [201-].

Figura 3. Modelo ventilador de terceira geração



Fonte: DX 3012, [201-].

Segundo Melo, Almeida e Oliveira (2014), Alfred Woillez, inicialmente, desenvolveu um equipamento conhecido como “pulmões de aço” (Figura 4), ocasião em que a caixa torácica do paciente sofria pressão negativa, as vias aéreas mantinham contato com a pressão atmosférica normal e dessa forma a entrada de ar no pulmão se dava por pressão negativa. Esses modelos foram utilizados,

enormemente, nas décadas de 1940 e 1950, contudo caíram em desuso pela desvantagem no monitoramento e no manejo do paciente.

Figura 4. Centro de tratamento respiratório para casos de pólio do mundo na década de 1950.



Fonte: Carvalho; Toufen Junior; Franca, 2007.

Assim, em meados dos anos de 1950, surgiram os aparelhos com ventilação por pressão positiva. De acordo com a diferença na forma de liberação o suporte ventilatório pode ser classificado como não invasivo, a partir de uma interface externa ou invasiva, através de um tubo endotraqueal (TOT) ou cânula de traqueostomia (TQT) (DAMASCENO et. al., 2006; NARDELLI et. al., 2007; MELO; ALMEIDA; OLIVEIRA 2014).

Torna-se importante mencionar que desde o início do seu uso em 1952, por ocasião da epidemia de poliomielite em Copenhagen, a VM constitui um dos pilares terapêuticos e uma das principais ferramentas no tratamento de pacientes graves, em especial os que apresentam insuficiência respiratória (CARVALHO, 2006; CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

2.1.1 Assistência ventilatória mecânica

Bydlowski e Douglas (2006) definem que as finalidades fundamentais do processo respiratório do ser humano são fornecer o oxigênio necessário às células do organismo, retirar o excesso de dióxido de carbono resultante das reações

celulares, manter e produzir inúmeras funções metabólicas vitais. No entanto, em situações clínicas patológicas ou induzidas, nas quais a respiração fisiológica é insuficiente ou paralisada, a VM é o método artificial indicado para suprir essa troca.

Faustino (2007) explica que a sincronia paciente-ventilador tem relação direta com o trabalho ventilatório, devendo o ventilador ciclar em sincronia com a atividade do próprio ritmo respiratório do paciente. Dessa forma, quando é instituída a VM ao paciente, muitas variáveis ficam à disposição do médico para análise contínua e tomada de decisões, no entanto, o correto funcionamento da VM e o conhecimento técnico dos profissionais que operam os equipamentos é primordial para a eficácia do tratamento, proporcionando melhoria nos resultados dos pacientes que fazem o uso de VM (BARBAS et. al., 2014).

2.1.2 Ventilação moderna de cuidado intensivo

O ventilador pulmonar é uma máquina que simula o papel dos pulmões, assistindo e substituindo a respiração espontânea. Os resultados positivos de suporte ventilatório, verificados em pacientes com paralisia infantil na época do surto em Copenhagen, possibilitaram grande impulso para sua aplicação em outras patologias, cujo denominador fosse insuficiência respiratória. No entanto, com o avanço da tecnologia, o emprego da assistência ventilatória mecânica estendeu-se para outras unidades de internação, além das unidades de terapia intensiva. Atualmente são utilizadas para pacientes com distúrbios não pulmonares (CARVALHO, 2006).

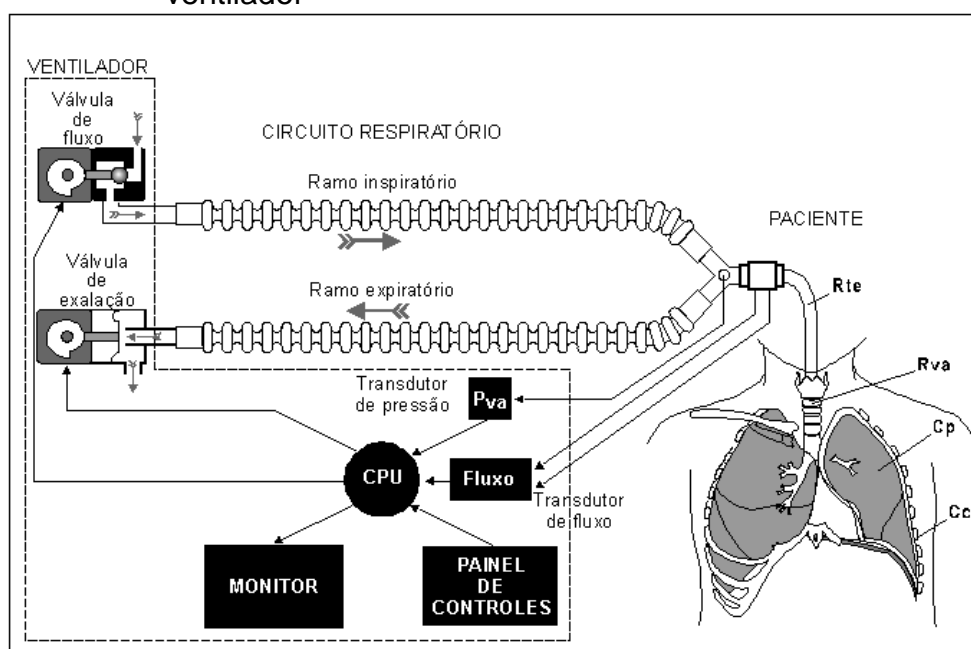
A forma artificial de administrar o oxigênio nos pulmões é estabelecida por um gradiente de pressão, necessário para que o ar se mova para os pulmões do paciente, através de um tubo endotraqueal, na ventilação invasiva (CARVALHO, 2006; BARBAS et. al., 2013; CUNHA, 2013). A Figura 5 traz uma representação simplificada de um paciente conectado à VM durante a assistência ventilatória (BAJAY; FURCOLIN; ROGANTE, 1991).

Neste modelo esquemático, o paciente é representado pelas vias aéreas, dos pulmões e da caixa torácica. O equipamento de VM é constituído por uma válvula de fluxo ligada a uma fonte de ar e/ou oxigênio e ao ramo inspiratório do circuito respiratório do paciente. Na outra extremidade temos o ramo expiratório, conectado

à válvula de exalação. A interface paciente/ventilador é conectada via “Y” do circuito respiratório através do tubo endotraqueal (TOT) ou TQT.

O termo “circuito respiratório” é dado às tubulações ou circuitos inspiratórios e expiratórios, conforme demonstrado na Figura 5, que interligam o equipamento de VM ao paciente, conduzindo o ar umidificado (BAJAY; FURCOLIN; ROGANTE, 1991).

Figura 5. Representação esquemática de um paciente conectado ao ventilador



Fonte: Carvalho, 2006.

De acordo com Carvalho (2006), a ventilação mecânica é realizada por ciclos ventilatórios, constituídos por duas fases, inspiratória e expiratória, basicamente da seguinte forma:

O ventilador inicia a fase inspiratória abrindo a válvula de fluxo e fechando a válvula de exalação. Nessa fase ocorre o enchimento dos pulmões com o ventilador exercendo a pressão necessária para vencer o atrito nas vias aéreas e expandir os pulmões. O final da fase inspiratória coincidirá com o início da fase expiratória, com o ventilador fechando a válvula de fluxo e abrindo a válvula de exalação. Nessa fase ocorre o esvaziamento dos pulmões (p. 75).

Segundo Cunha (2013), os ventiladores são projetados para interromper a fase inspiratória e dar início à fase expiratória. São classificadas em ciclagem a

tempo e a volume. Pádua e Martinez (2001) explicam que diversas são as modalidades de VM por pressão positiva, atualmente disponíveis, e a escolha do modo mais adequado para determinada situação está na dependência das características clínicas do paciente, do tipo de equipamento disponível e da experiência da equipe médica com o seu manuseio.

A evolução e o prognóstico desse grupo de pacientes podem ser influenciados por diferentes fatores como a etiologia da insuficiência respiratória, doenças subjacentes, tabagismo e idade. Por outro lado, os fatores relacionados à terapêutica, tais como estratégias ventilatórias e de desmame, traqueostomia (TQT), protocolos de sedação e desmame também influenciam no tempo, nos custos e na mortalidade desses pacientes (DUARTE et. al., 2012).

Nesse trabalho, Duarte et. al. (2012) investigaram o perfil epidemiológico do grupo de pacientes (idade mediana de 49 anos; 65,7% do sexo masculino) em VM, bem como as estratégias e modalidades ventilatórias aplicadas por diferentes UTIs de três cidades da região Oeste do estado do Paraná, na região Sul do Brasil. O estudioso observou uma grande variabilidade na utilização de estratégias e nos resultados entre as instituições de acordo com a etiologia. Nesse caso, os resultados, segundo os autores, apontaram que: a etiologia mais frequente foi trauma e clínico/cardiológico; o modo ventilatório mais utilizado foi assistido-controlado ciclado a volume; procedimento de TQT foi realizado em 36,8%, no 8º dia de VM e a PAV ocorreu em 35,1% dos pacientes. A mortalidade na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), nesse grupo foi de 45,0%, sendo 47,5% nos pacientes com síndrome do desconforto respiratório.

Em outro estudo, intitulado “A realidade dos pacientes que necessitam de VM prolongada: um estudo multicêntrico”, Loss et. al. (2015) afirmam que:

[...] estabeleceu a incidência de ventilação mecânica prolongada em quatro unidades de terapia intensiva e relatou as diferentes características, desfechos hospitalares e impacto nos custos e serviços de pacientes com ventilação mecânica prolongada (dependência de ventilação mecânica por 21 dias ou mais) em comparação à pacientes sem ventilação mecânica prolongada (dependência de ventilação mecânica inferior a 21 dias) (p. 26).

Durante o período do estudo, ocorreram 5.287 admissões às unidades de terapia intensiva e alguns desses pacientes (41,5%) necessitaram de suporte ventilatório (n = 2.197). Os pesquisadores observaram em seus resultados que:

[...] algumas complicações se desenvolveram durante a permanência na unidade de terapia intensiva como fraqueza muscular, úlceras de pressão, sepse nosocomial bacteriana, candidemia, embolia pulmonar, e delirium hiperativo; estas se associaram com um risco significativamente maior de ventilação mecânica prolongada. Os pacientes de ventilação mecânica prolongada tiveram um aumento significativo da mortalidade na unidade de terapia intensiva e da mortalidade hospitalar (diferença absoluta = 19,1%; $p < 0,001$). O grupo com ventilação mecânica prolongada permaneceu mais dias no hospital após receber alta da unidade de terapia intensiva ($26,9 \pm 29,3$ versus $10,3 \pm 20,4$ dias; $p < 0,001$) e acarretou custos mais elevados (p. 26)

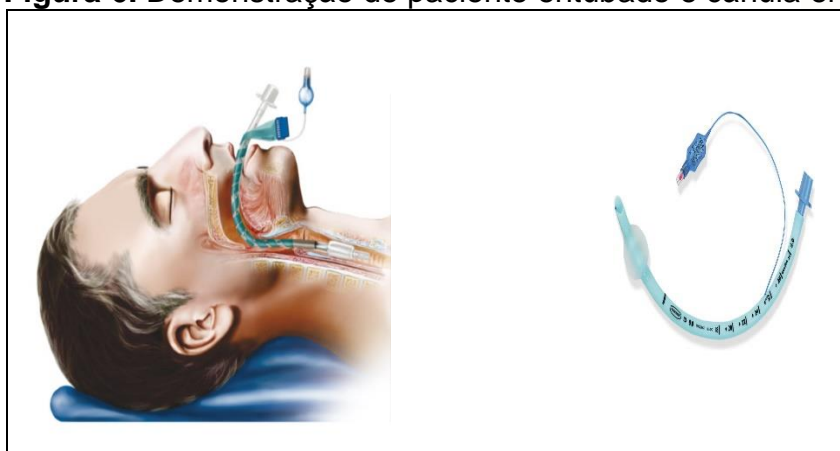
A terapia de cuidado intensivo e o advento de ventiladores cada vez mais sofisticados e com possibilidades de ajustes fizeram com que surgissem novas possibilidades de tratamento de acordo com a doença respiratória apresentada pelos pacientes. Assim, em 2013, a Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) e a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT), objetivando oferecer orientações ao suporte ventilatório do paciente, realizaram uma revisão da literatura e prepararam recomendações sobre VM para que pudessem orientar os profissionais das unidades de terapias intensivas brasileiras. Nas recomendações, instruíram como oferecer aos pacientes com insuficiência respiratória um suporte respiratório seguro e eficaz. Essas recomendações estão alicerçadas nas melhores evidências disponíveis para evitar a possibilidade de lesão associada a VM.

De maneira geral entendemos que a profilaxia dessas infecções se deve em grande parte à equipe que cuida do paciente em VM associada aos mecanismos de prevenção. Por isso, a adoção de medidas básicas de prevenção adotadas em todos os setores de atendimentos em saúde é norma de biossegurança que impede que os profissionais, pacientes e seus familiares tornem-se vetores para microorganismos patogênicos. Portanto, nota-se que é evidente a relevância da limpeza, desinfecção e esterilização dos artigos médicos utilizados na terapia ventilatória para a prevenção de infecções hospitalares.

2.1.3 Procedimentos clínicos utilizando a assistência ventilatória

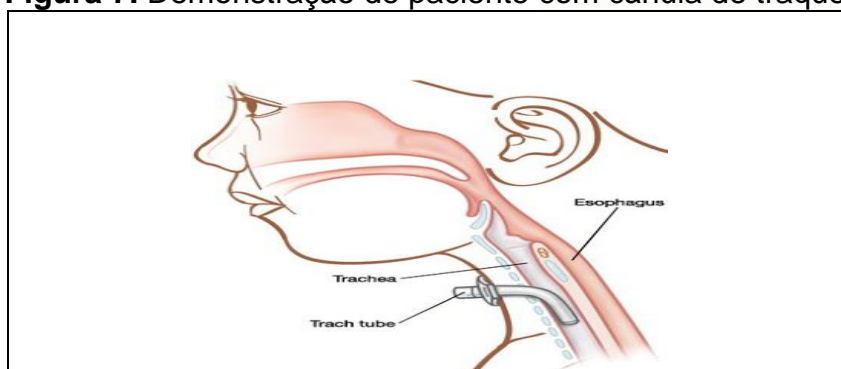
A assistência ventilatória é realizada mediante a utilização de instrumentos (próteses) que permitem a conexão do paciente com o respirador. No caso da VM de forma invasiva pode-se realizar por meio de um TOT, (Figura 6), nasotraqueal ou TQT (Figura 7), com o objetivo de propiciar melhora nas trocas gasosas e diminuição do trabalho respiratório (BAJAY et. al., 1991).

Figura 6. Demonstração de paciente entubado e cânula endotraqueal.



Fonte: PHISIOMED INOVAÇÃO EM SAÚDE, [201-]

Figura 7. Demonstração de paciente com cânula de traqueostomia



Fonte: FONOHOSPITALAR, 2010.

O procedimento de intubação orotraqueal é considerado um dos principais procedimentos potencialmente salvadores de vida em pacientes críticos que apresentam prejuízo na manutenção da permeabilidade das vias aéreas. Como em qualquer outro procedimento, existem riscos e complicações, que podem ser evitados com um amplo conhecimento teórico e prático da técnica, a fim de evitar

iatrogenias ao paciente em decorrência de uma manobra inadequada (YAMANAKA et. al., 2010).

Acompanhando também Yamanaka et. al. (2010) e Cardoso et. al. (2014), entre as possíveis complicações ocorridas durante a técnica de introdução da cânula, estão: a intubação esofágica, que pode levar à hipoxemia, hipercapnia e morte; a intubação seletiva, resultando em atelectasia do pulmão não ventilado ou barotrauma; o trauma de vias aéreas superiores, da coluna cervical, dos dentes; arritmias cardíacas; estenose de traqueia; entre outros.

Em situações com os pacientes em intubação orotraqueal que se tornam prolongadas definidas como um período igual ou superior a 6 horas por dia sob VM por 21 dias ou mais (LOSS et. al., 2015), aumentando o tempo de utilização do equipamento, é indicada a TQT. O procedimento cirúrgico consiste na abertura da parede anterior da traqueia, comunicando-a com o meio externo, tornando a via aérea pérvia e prevenindo algumas complicações causadas pelo TOT, no entanto, o tempo ideal para realização TQT ainda é assunto controverso (CARDOSO et. al., 2014).

2.1.3.1 *Processo de desmame e extubação na assistência ventilatória*

O processo de transição da VM para a ventilação espontânea, conhecido pelo termo “desmame”, envolve parte do tempo total da assistência ventilatória. Para diversos autores, o prolongamento desse tempo aumenta os riscos associados à VM, os custos hospitalares e o desconforto do paciente (CARVALHO, 2000; MUNIZ et. al., 2015).

As características de cada patologia que determinam a necessidade de assistência ventilatória são responsáveis pela capacidade dos pacientes de reassumir a ventilação espontânea. Na maioria dos pacientes, a liberação da VM é facilmente realizada, como no caso de pós-operatórios de cirurgias, mas pacientes que apresentam agudização do quadro clínico necessitaram de um período maior para realização do desmame (CARVALHO, 2000).

Segundo Oliveira et. al. (2015), nesse momento devem-se levar em consideração as condições necessárias para programar a extubação e os índices preditivos de critérios usados para definir o sucesso ou insucesso do desmame, sem

o qual poderá ocorrer falha do desmame com conseqüentes complicações para o paciente.

Nemer e Babas (2011) esclarecem que protocolos de desmame foram criados com o objetivo de traçar estratégias para reduzir o tempo de VM, as conseqüências fisiopatológicas e o custo hospitalar. Tais protocolos devem incluir a avaliação diária do paciente, a prova de autonomia ventilatória (Teste de Respiração Espontânea - TRE) e a monitorização clínica e hemogasométrica. Medeiros, Silva e Bastos (2015) relatam que a associação desse protocolo com os índices preditivos, como, por exemplo, o índice de respiração rápida e superficial (IRRS) pode elucidar um prognóstico mais preciso para o desmame.

De acordo com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica os pacientes que toleram o teste de desmame devem ser extubados e monitorizados por 24 horas (GOLDWASSER, 2007). O termo extubação refere-se à retirada da via aérea artificial. Já no caso de pacientes traqueostomizados, utiliza-se o termo decanulação. Conforme explicação de Medeiros, Silva e Bastos (2015), o sucesso no desmame ocorre quando o paciente tem sucesso no TRE, apesar de estar conectado ao ventilador. E após a retirada da prótese endolaríngea, o paciente permanece 48h sem necessidade de retornar ao suporte ventilatório, considerando como um sucesso a extubação.

LOPES et. al. (2015), no entanto, relatam que a falha da extubação também tem sido associada com o prolongamento do tempo de internamento na UTI hospitalar com o aumento de mortalidade e maior frequência de TQT. Um estudo multicêntrico de coorte que envolveu grupo de pacientes com VM prolongada em comparação a pacientes sem VM prolongada demonstrou que no suporte ventilatório mecânico prolongado os pacientes são mais propícios a adquirirem infecções nosocomiais (LOSS et. al., 2015).

Assim, observa-se que esse grupo de pacientes, com ou sem VM prolongada, requer cuidados de controle de infecção, como, por exemplo, a realização de métodos para processamento das partes e acessórios dos equipamentos de VM utilizados durante o suporte ventilatório. Nesse sentido, torna-se fator importante na prevenção de IH. Fornazier (2011) aconselha que “outra medida que reduz os riscos de contaminação é dispor de uma quantidade suficiente de circuitos ventilatórios por ventilador, para propiciar um rodízio adequado: enquanto um conjunto estiver em uso, há outro no arsenal e outro processando no CME” (p. 48).

2.1.4 Circuitos respiratórios utilizados no equipamento de ventilação mecânica

Os aparelhos de ventilação são compostos por acessórios característicos de cada equipamento e fabricante. De acordo com Fornazier et. al. (2011), alguns fabricantes oferecem os circuitos ventilatórios (traqueias) (Figura 8) em três configurações: circuitos ou partes de uso único; circuitos em materiais termossensíveis e circuitos em materiais termorresistentes.

Figura 8. Sistema do circuito respiratório do respirador mecânico



Fonte: Fornazier et al., 2011.

A Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia e a Associação de Medicina Intensiva Brasileira classificam os circuitos utilizados na VM como semicríticos devido ao risco potencial de transmissão de infecções. Rutala e Weber (2013) definem que artigos semicríticos são todos aqueles que entram em contato com mucosa íntegra colonizada e geralmente não penetram em cavidades estéreis do corpo, e, portanto, requerem desinfecção de alto nível ou esterilização para alcançar a garantia da segurança na reutilização.

Os circuitos de material termossensível poderão ser processados em termodesinfectora ou esterilizados por óxido de etileno (ETO), plasma de peróxido de hidrogênio ou vapor de formaldeído em baixa temperatura. Os circuitos de silicone são termorresistentes e podem ser autoclavados, aumentando a segurança para os pacientes e facilitando o método de processamento (BRASIL, 2009).

De acordo com a NR 15, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os produtos para a saúde passíveis de processamento devem passar obrigatoriamente por limpeza através de ação mecânica (manual ou automatizada), atuando em superfícies internas (lúmen) e externas, de forma que tornem o produto

seguro para manuseio e preparado para desinfecção ou esterilização (BRASIL, 2012). Segundo Fornazier (2011):

uma vez retirado do equipamento, os componentes do circuito ventilatório de paciente e demais partes devem ser desmontados para que todas as suas partes sejam previamente limpas (remover restos de sangue, secreções e outros resíduos) e tenham uma exposição integral ao agente desinfectante ou esterilizante (p. 48).

A efetividade desses métodos consiste na remoção de sujidade orgânica e inorgânica visível e na redução de quatro logaritmos do *bioburden*, isto é, 99,99% dos micro-organismos contaminantes presentes no artigo médico-hospitalar (ANVISA, 2009; OLIVEIRA; MATI, 2017).

A prática de limpeza tem como objetivo tornar o produto seguro para manuseio e preparo para desinfecção e/ ou esterilização por meio da remoção de sujidades orgânicas e inorgânicas, além de reduzir a carga microbiana presente nos produtos para saúde. Nesse procedimento são utilizados água, detergente e acessórios de limpeza (ANVISA, 2013; OLIVEIRA; MATI, 2017).

Os detergentes facilitam as operações de limpeza, reduzindo a tensão superficial da água. O uso de enzimas em sua formulação tem se tornado cada vez mais difundido. Sua formulação contém um tensoativo e complexo enzimático capaz de catalisar uma reação hidrolítica de ligações peptídicas e de ligações ésteres de lipídeos. Sua principal finalidade é evitar a formação de compostos insolúveis na superfície desses dispositivos, removendo a sujidade clínica.

De acordo com o Manual (2008), o circuito respiratório que tiver contato com fluidos provenientes de pacientes está potencialmente contaminado e deve ser desmontado a cada uso para desinfecção de alto nível ou esterilização. Dessa forma, como assevera o Manual (2008)³, a esterilização consiste no:

processo que elimina completamente todos os micro-organismos (esporos, bactérias, fungos e protozoários), e é efetuada por processos físicos (vapor) ou químicos (líquido-glutaraldeído, gasoso-óxido de etileno e plasma-peróxido de hidrogênio). O esporo é a forma de micro-organismo mais difícil de se inativar. Ex.: autoclave, peróxido de hidrogênio, óxido de etileno, glutaraldeído (exposição do material de 10 horas) (p. 46).

³ MANUAL de operação: ventilador DENVER . Responsável técnico: Eng. Mauricio Chiarioni. São Bernardo do Campo: K. Takaoka Indústria e Comércio, 2008. cap. 11, p. 46.

Nesse processo de desinfecção de alto nível ocorre a eliminação de todos os micro-organismos, exceto quando existe um grande número de esporos (bactérias, quase todos os esporos de fungos, bacilo da TB, vírus) com um tempo de exposição entre 10 e 30 minutos. Um exemplo desse processo é a imersão em glutaraldeído e ácido peracético (GRAZIANO; SILVA; BIANCHI, 2000; MANUAL, 2000).

Há fatores que devem ser evitados, tais como a execução inadequada das etapas de processamento, período de tempo prolongado e diluições incorretas das soluções, porque podem causar reações tóxicas e infecções microbiológicas. A limpeza quando não alcança a eficácia esperada atua como fatores de proteção para os micro-organismos, prejudicando o método de esterilização (BRASIL, 2001; SILVA et. al.,2016).

2.2 INFECÇÃO NOSOCOMIAL

Identificada como um dos grandes problemas de saúde pública, no final da década de 80, mais especificamente em 1988, o Center for *Disease Control and Prevention* (CDC) descreveu um conjunto de normas de precauções universais para vigilância de infecções nosocomiais, ou infecção hospitalar (IH), publicando critérios gerais e específicos de definições. De acordo com o CDC, a informação usada para determinar a presença e classificação de uma infecção envolve várias combinações de sintomas clínicos, resultados de laboratório e outros testes de diagnóstico. A evidência clínica pode ser derivada da observação direta do local da infecção ou da revisão das informações no prontuário do paciente e de outros registros clínicos (GARNER et. al., 1988).

Posteriormente, o Ministério da Saúde do Brasil utilizou os critérios adotados pelo CDC, expressos na Portaria 2.616/98 da ANVISA, que apresenta a definição oficial e a determinação de IH, estabelecendo a seguinte redação:

Anexo II - conceitos e critérios diagnósticos das infecções hospitalares (...)

1.2 infecção hospitalar (IH):

1.2.1 é aquela adquirida após a admissão do paciente e que se manifeste durante a internação ou após a alta, quando puder ser relacionada com a internação ou procedimentos hospitalares (...)

2.2.2 quando se desconhecer o período de incubação do microrganismo e não houver evidência clínica e/ou dado laboratorial de infecção no momento da internação, convencionou-se infecção hospitalar toda manifestação clínica de infecção que se apresentar a partir de 72 (setenta e duas) horas após a admissão;

2.2.3 são também convencionadas infecções hospitalares aquelas manifestadas antes de 72 (setenta e duas) horas da internação, quando associadas a procedimentos diagnósticos e/ou terapêuticos, realizados durante este período;

Atualmente vários autores têm adotado a terminologia *Infecções Relacionadas à Saúde* (IRAS) ou também *Infecções Associadas aos Serviços de Saúde* (IASS), devido ao fato da denominação tradicional, infecção hospitalar, não contemplar a ampla gama de serviços assistenciais extra-hospitalares nos quais algum tipo de intervenção invasiva é praticada e processos terapêuticos não invasivos, como a administração oral de antibióticos, que são capazes de romper o equilíbrio biológico existente entre o ser humano e sua microbiota, eventualmente, podem gerar consequências danosas àquele (CREMESP; MPSP, 2010).

Nota-se que quando a relação entre a microbiota humana normal e os mecanismos de defesa do hospedeiro está em desequilíbrio pode contribuir para o desenvolvimento da maioria das IRAS devido à própria patologia de base do paciente, à necessidade da realização de procedimentos invasivos durante o tratamento e situações que possam gerar alterações da população microbiana, geralmente induzida pelo uso de antibióticos (PEREIRA et. al., 2005).

Pereira et. al. (2005) afirmam que os micro-organismos mais predominantes nas IHS normalmente não causam infecções em outras situações por apresentarem baixa virulência, no entanto, o processo infeccioso desenvolve-se em decorrência do seu inóculo e da queda de resistência do hospedeiro.

Hinrichsen (2007) descreve em seu estudo que um processo infeccioso inicia quando a população microbiana é suficientemente virulenta ou numerosa para superar a resistência anti-infecciosa do hospedeiro e o número de organismo para iniciar o processo varia com a porta de entrada, tipo de microrganismo e o hospedeiro.

Os principais tipos de infecções observadas no ambiente hospitalar, como afirma Hinrichsen (2007), são: urinária (38,5%), respiratória (17,8%), bacteremia (7,5%), sítio cirúrgico (16,6%) e infecção cutânea (5%). As infecções causadas por

agentes patógenos primários, isto é, que não pertencem à flora normal, são conhecidas como exógenas e aquelas ocasionadas por micro-organismos que habitam normalmente na pele e nas mucosas do homem são as endógenas.

Há um consenso entre os autores de que a maioria das infecções (70% a 80%) são de origem endógena (micro-organismos residentes e transitórios), ocasionadas por doenças ou condições clínicas conjugadas a terapias invasivas e imunossupressivas, que podem influenciar na susceptibilidade do paciente, na migração e aumento da resistência dos micro-organismos de sua própria flora propiciando, como resultado, a infecção (LACERDA; EGRY, 1997; OLIVEIRA et. al.,2012).

Segundo Bolick et. al. (2000), esses micro-organismos instalados provocam lesões decorrentes da competição direta com o organismo endógeno ou através da liberação de toxinas produzidas, que poderão se agravar pelo próprio sistema de defesa do paciente.

As infecções exógenas representam cerca de 30% das IHS e são verificadas pelo aparecimento de micro-organismos provenientes do ambiente, de artigos médico-hospitalares, de vetores, de medicamentos, de alimentos contaminados, de procedimentos invasivos diagnósticos ou terapêuticos capazes de transmitir ao paciente as IH (FERNANDES 2000; OLIVEIRA et. al.,2012).

Nesse sentido, Bolick et. al. (2000) assevera que:

a maioria das infecções hospitalares do trato respiratório está associada aos dispositivos respiratórios usados para facilitar a respiração ou administrar fármacos. A pneumonia, a mais mortal das infecções hospitalares, costuma prolongar a internação dos pacientes em quatro a nove dias e, todos os anos, acarreta gastos adicionais de US\$ 1.3 bilhão ao sistema americano de atenção à saúde (p. 113).

Lacerda e Egrý (1997) descrevem que as IHS também são classificadas como cruzadas e inter-hospitalares. As infecções cruzadas representam 5% das IRAS, são potencialmente evitáveis e o modo de transmissão ocorre de paciente a paciente. As mãos da equipe dos profissionais de saúde assumem grande importância, seguidas pelos artigos, insumos e medicamentos que terão contato com o paciente e a adoção de medidas eficazes e de assepsia, como lavagem das mãos,

processamento dos artigos e superfícies podem interferir e interromper o processo de transmissão dos micro-organismos (PEREIRA et. al., 2005; FERNANDES, 2000).

Podemos encontrar na literatura alguns estudos baseados em modelos de predição para o desenvolvimento de IH que investigam fatores de riscos isolados ou em combinação (LACERDA; EGRY, 1997; PADOVEZE; FORTALEZA, 2014). De acordo com Hinrichsen (2007), os fatores de risco podem ser intrínsecos ou extrínsecos. Os intrínsecos estão relacionados com a predisposição para a infecção, determinada pelo tipo e gravidade da doença de base e do hospedeiro, podendo ser modificada pela terapêutica habitual da doença. Os fatores extrínsecos envolvem aspectos do tratamento instituído, quebra de barreira contra as infecções e qualidade dos processos de trabalho nos cuidados, tais como: procedimentos invasivos (cateterismo vesical, VM, acesso venoso central e outros), grau de atuação do serviço de controle de IH, qualidade técnica, higiene hospitalar, métodos de antisepsia e assepsia utilizados nas técnicas invasivas, limpeza ambiental, desinfecção e esterilização do equipamento e instrumental, qualidade do ar e água.

Acompanhando esse ponto de vista, as IRAS acometem pacientes que são submetidos à assistência ventilatória, assim, os principais fatores predisponentes para a ocorrência de infecção em pacientes submetidos à VM são basicamente: idade avançada, nível de consciência rebaixado, intubação e reintubação traqueal, condições imunitárias defasadas, uso de drogas imunodepressoras, tempo de VM maior que sete dias, aspiração do condensado contaminado dos circuitos do ventilador utilizado, estado nutricional, contaminação exógena, antibioticoterapia, colonização microbiana, cirurgia de tempo prolongado, aspirações de secreções contaminadas, colonização gástrica e aspiração da mesma (CHICAYBAN et. al., 2017).

2.2.1 Pneumonia associada à ventilação mecânica

A Pneumonia Associada à Ventilação Mecânica (PAV) trata-se da complicação infecciosa mais prevalente em pacientes submetidos à intubação orotraqueal, ou seja, dos enfermos que necessitam de suporte ventilatório (SILVA; NASCIMENTO; SALLES, 2014). As taxas de IRAS adquiridas variam entre 9% e 40% nas unidades de internação hospitalares e índices de mortalidade oscilam entre

8,1% e 31,9%, convertendo-se na segunda doença mais frequente em pacientes submetidos à VM, tornando-se mais comum na unidade de terapia intensiva, repercutindo de maneira significativa nos custos e período de internação (PRAVIN CHARLES et. al., 2014; MOTA, 2017; CHICAYBAN et. al., 2017).

Os principais componentes para o diagnóstico da PAV à beira do leito levam em consideração uma combinação de achados como radiografia de tórax, sinais e sintomas e exames laboratoriais. Essa moléstia é diagnosticada com a confirmação microbiológica quando está presente algum dos critérios laboratoriais: hemocultura positiva, sem outro foco de infecção aparente, cultura positiva do líquido pleural, cultura do lavado bronco alveolar ou traqueal, exame histopatológico com evidência de infecção pulmonar, antígeno urinário e outros testes laboratoriais positivos para patógenos respiratórios (DALMORA, 2013).

Rodrigues et. al. (2009), Resende et. al. (2013) e Mota et. al. (2017) reconhecem que além dos critérios clínicos, os pacientes sob suspeita de infecção devem ser submetidos a estudos microbiológicos. Portanto, a identificação precoce do micro-organismo pela análise bacteriológica no sangue pela hemocultura tem valor preditivo quanto ao diagnóstico, monitoramento e triagem dos agentes patogênicos devido ao constante desenvolvimento de resistência dos micro-organismos aos agentes antibacterianos (ALVES et. al., 2012).

De acordo com Bajay, Furcolin e Rogante (1991),

[...] os micro-organismos causadores das infecções pulmonares nos pacientes sob ventilação mecânica são comumente encontrados na pele, no trato gastrointestinal e na boca do indivíduo saudável, tais como: bacilos gram-negativos (ex.: *Pseudomonas Aeruginosa*, *Escherichia coli*) fungos e vírus (ex.: vírus do grupo herpes) [...] (p. 94).

Alguns trabalhos realizados buscaram verificar os micro-organismos responsáveis pela PAV. No estudo concretizado por Mota et. al. (2017), os autores analisaram culturas positivas de exame de hemocultura e com aspirado/lavado traqueal de pacientes diagnosticados com PAV. Os micro-organismos mais predominantes foram: *Acinetobacter baumannii*, 25%, *Klesiella pneumoniae*, 25% *Pseudomas aeruginosa*, 12,5% *Staphylococcus aureus* e 6,3% *Escherichia coli*. Na mesma linha, o estudo de Resende et. al. (2013) e Rodrigues et. al. (2009), apresentou maior prevalência do germe *Acinetobacter spp.*

Dados mais recentes sobre microbiologia das PAV mostram elevada predominância de cocos Gram-positivo (CGP) ou bacilo Gram Negativo (BGN) em países em desenvolvimento, mais também em hospitais da Europa (ARABI et. al., 2008; TUON et. al., 2012; NSEIR et al., 2014) representando importância crescente como causadores de IH e pelo aparecimento de resistência aos antibióticos tradicionalmente utilizados para tratamento dessas infecções, sendo importante o rápido diagnóstico desses agentes.

A identificação de bactérias através de amostras de sangue representa importante recurso diagnóstico em doenças causadas por um agente patogênico. De acordo com Guilarde et. al. (2007, p. 34), “a bacteremia pode indicar a disseminação de infecção, cuja expressão clínica pode variar desde quadros leves e autolimitados até o óbito”. Autores relatam que as bacteremias podem ser secundárias a uma determinada infecção ou primárias (cerca de 25%) quando não estavam relacionadas com outro foco infeccioso ou quando relacionadas à infecção no sítio do acesso intravascular (DAVID, 1998; NASCIMENTO et. al., 2014).

Segundo Carvalho et. al. (2010), o principal foco nas infecções secundárias é o pulmão, correspondendo a 50% de todos os casos. No estudo de Guilarde et. al. (2007), as bacteremias secundárias contribuíram com 207 episódios, dos quais 91 (30,9%) foram de origem pulmonar. O *Staphylococcus aureus* e a *Pseudomonas aeruginosa* foram os micro-organismos mais frequentes nas bacteremias de fonte pulmonar: 40,7% e 15,4%, respectivamente.

2.2.2 Relações entre circuitos respiratórios e a pneumonia associadas à ventilação mecânica

No Brasil, dados epidemiológicos sobre o desenvolvimento de PAV ainda são imprecisos, no entanto, nos últimos anos, ocorreram muitos avanços nessa área de estudos, sendo a ANVISA uma das referências na área, com questões voltadas à atualização de protocolos específicos de critérios diagnósticos e medidas de prevenção para a redução das IRAS.

Quando o paciente utiliza a VM é necessário que seja associado ao circuito respiratório um sistema capaz de umidificar e aquecer o gás inalado, devido ao bloqueio do mecanismo ciliar do paciente (BAJAY; FURCOLIN; ROGANTE, 1991). A presença desse sistema produz gotículas de água nas conexões dos circuitos

respiratórios (GALVÃO et. al., 2006; NEPOMUCENO, 2010), podendo tornar-se um espaço composto por micro-organismos patógenos causadores de infecções pulmonares nos pacientes sob VM (BAJAY; FURCOLIN; ROGANTE, 1991; MORAES, 2010). Nesse sentido, a ANVISA (2017) adverte que:

[...] após a aspiração, o material contaminado impacta em brônquios de pequeno calibre e expande-se para o espaço alveolar ao redor, causando histopatologicamente uma broncopneumonia. Como podem acontecer aspirações em momentos diferentes, um paciente pode ter mais de um foco de pneumonia e até mesmo com microrganismos diferentes (p.19).

De acordo com Moraes, Pereira e Oliveira (2016), “a umidificação pode ser ativa, através de reservatórios de água no circuito, ou passiva, através de um dispositivo conhecido como filtros trocadores de calor e umidade (FTCU)”, capazes de reter o calor e umidade exalada pelo paciente durante o processo de expiração, devolvendo esse calor e umidade na inspiração. No que se refere ao combate das infecções respiratórias, ainda há muitas dúvidas quanto à indicação desses dispositivos, no entanto, a ausência de condensação ao longo do tubo reduz os meios propícios para proliferações de agentes microbianos (ANVISA, 2017; GALVÃO et. al. 2006; RICARD et. al., 2002).

Galvão et. al. (2006) demonstraram que dentro do circuito do ventilador mecânico, com o sistema de umidificação aquosa aquecida, a formação de condensado ocorre em média 8,4 ml/hora. Estudiosos como Bajay, Furcolin e Rogante (1991) afirmam que a aspiração desse condensado pelo paciente ocorre até mesmo durante procedimentos simples como na mudança de posição no leito sendo preditivo para o desenvolvimento de PAV (ANVISA, 2017).

Alcoforado et. al. (2012) realizaram um estudo bacteriológico comparativo entre os sistemas de umidificação quanto à incidência de colonização bacteriana da via aérea e de infecção respiratória em pacientes submetidos à VM. Ao analisarem o crescimento bacteriano no condensado do circuito e nas secreções traqueais dos pacientes que utilizavam o sistema de umidificação e FTCU observaram crescimento bacteriano, porém, sem diferenças significativas entre os grupos, com seguinte distribuição: 46,6%; *Bacillus* sp, 28,9% *Staphylococcus aureus*, 13,3% *Pseudomonas aeruginosa* e 11,1% *Estafilococcus* coagulase negativa.

Tais pesquisadores ainda alertam que o crescimento bacteriano não significativo entre as coletas na membrana do FTCU, a presença das mesmas

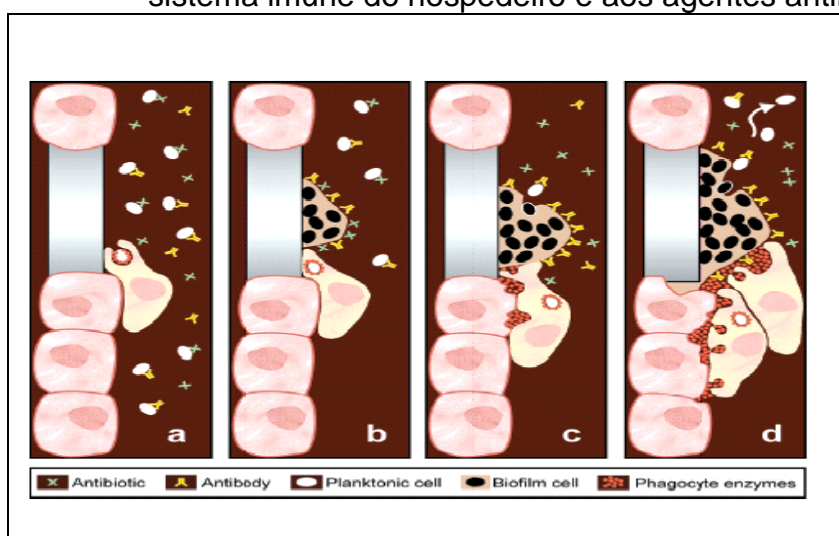
bactérias na secreção traqueal e no condensado podem indicar que a principal fonte de contaminação do circuito é o próprio paciente.

A presença do tubo endotraqueal na interface respirador paciente eleva o risco do paciente de ter as vias aéreas inoculadas com grande quantidade de material contaminado devido à retenção de secreção das vias aéreas superiores, na região acima do balonete do tubo traqueal. Essa retenção de material penetra na traqueia quando o balonete é desinsuflado ou atravessa o espaço entre o balonete e a parede da traqueia (ANVISA, 2009).

Gil-Perotin et. al. (2012) e Lima et. al., (2017) sugerem que o tubo endotraqueal atua como desencadeador da PAV pela formação do biofilme na sua superfície, favorecendo a patogênese da infecção que exerce um impacto na terapia antimicrobiana e aumentando as taxas de morbimortalidade associadas a essa infecção.

Segundo Trentin, Giordani e Macedo (2013) os micro-organismos se ligam a superfícies sintéticas, multiplicam e desenvolvem biofilmes caracterizados pela geração de uma substância ou matriz polimérica extracelular, com finalidade de aumentar a sua chance de sobrevivência em um determinado ambiente. Nessa comunidade, uma das mais importantes características dos biofilmes bacterianos é a sua resistência ao sistema imune do hospedeiro e aos agentes antimicrobianos (Figura 9).

Figura 9. Demonstração de resistência das células no interior do biofilme ao sistema imune do hospedeiro e aos agentes antimicrobianos



Fonte: Costerton et al., 1999.

Conforme Trentin, Giordani e Macedo (2013) apontam:

[...] micro-organismos que apresentam suscetibilidade a determinados antimicrobianos em testes laboratoriais convencionais são, na verdade, altamente resistentes aos mesmos quando na forma de biofilmes e como consequência, doenças envolvendo biofilmes são geralmente crônicas e difíceis de tratar (p. 218).

Muitos autores concordam que o biofilme no tubo pode promover a persistência microbiana, entre eles Rello et. al., (1997); Gil-Perotin et. al., (2012), envolvendo uma ou diferentes espécies e, conseqüentemente, afetar o prognóstico do paciente. Cabe destacar que os micro-organismos de diversas espécies constituem o biofilme, como por exemplo: *Staphylococcus* spp, *Pseudomonas aeruginosa*, e enterobactérias, como *Escherichia coli*; *Klebsiella pneumoniae*; *Serratia marcescens* e *Enterobacter cloacae* (SERAFIM et. al., 2015; LIMA et. al., 2017).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as etapas desenvolvidas neste estudo. Para o trabalho foram empregadas amostras ambientais, obtidas em circuitos do equipamento do ventilador mecânico, procedentes das unidades de atendimentos do HC/UFTM, de indivíduos que foram submetidos à assistência ventilatória invasiva.

De acordo com Oliveira e Viana (2014):

apesar de não estar claro o papel do ambiente na aquisição de potenciais patógenos, diversos micro-organismos de relevância epidemiológica têm sido isolados de diferentes locais no ambiente hospitalar. Acredita-se que uma vez contaminadas, estas superfícies podem favorecer a disseminação de bactérias (p. 988).

Assim, os circuitos ventilatórios, considerados artigos semicríticos, entram em contato com mucosa íntegra colonizada, por meio do contato direto com o paciente, podendo contaminar-se por micro-organismos resistentes e se transformarem em reservatório de micro-organismos. Diante do interesse em verificar a presença de micro-organismos patogênicos. Foi realizada uma análise quanti-qualitativa dos dados para contagem de colônias e a identificação dos agentes nesses artigos.

Além disso, o método de assistência ventilatória realizado em diferentes unidades de tratamento do hospital fornece informações importantes sobre o perfil epidemiológico dos pacientes durante o período de tratamento. Para isso, foram utilizados dados contidos nos prontuários dos pacientes, que por sua vez foram extraídos do Serviço de Arquivo Médico e Estatístico e do Banco de Dados do Laboratório de Análises Clínicas e Anatomia, não tendo envolvimento direto do paciente.

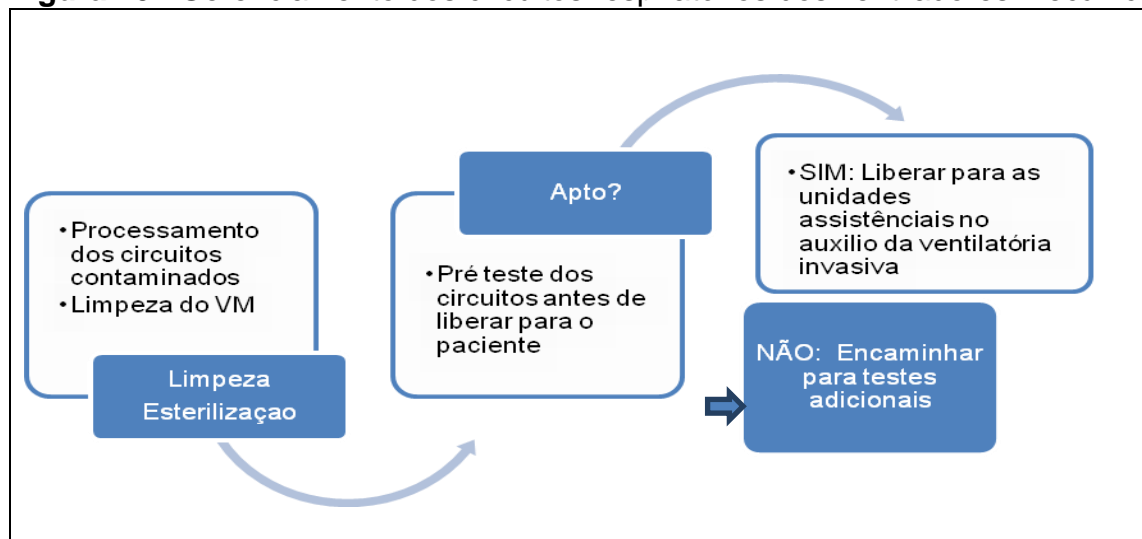
No ano de 2017 foram realizados exames de sangue de alguns pacientes que estiveram sob assistência ventilatória e internados no HC/UFTM, a critério do médico assistente. Para a composição da amostra deste estudo foram selecionados os indivíduos que realizaram hemocultura, no período estudado (setembro a novembro). A partir da amostra selecionada realizou-se uma análise retrospectiva dos prontuários, sendo o número amostral por conveniência. A análise buscou dados como: sexo do paciente, realização de TQT, os micro-organismos isolados e o perfil de resistência bacteriana ao antimicrobiano testado.

Cabe mencionar que esta pesquisa foi aprovada pela Gerência de Ensino e Pesquisa (GEP) (Anexo 1) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo nº 2.655.145/ 2018 (CAAE 87353018.9.0000.5154) e caracteriza-se como descritiva, experimental, transversal, documental e de abordagem quanti-qualitativa.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada segundo o fluxograma da Figura 10 do ciclo de reuso dos circuitos nos ventiladores mecânicos que demonstra como é o processo de centralização dos ventiladores mecânicos na CE do Hospital de Clínicas da UFTM e a posterior liberação desse aparelho para as unidades assistenciais solicitantes desse hospital.

Figura 10. Gerenciamento dos circuitos respiratórios dos ventiladores mecânicos.



Fonte: Da autora, 2018.

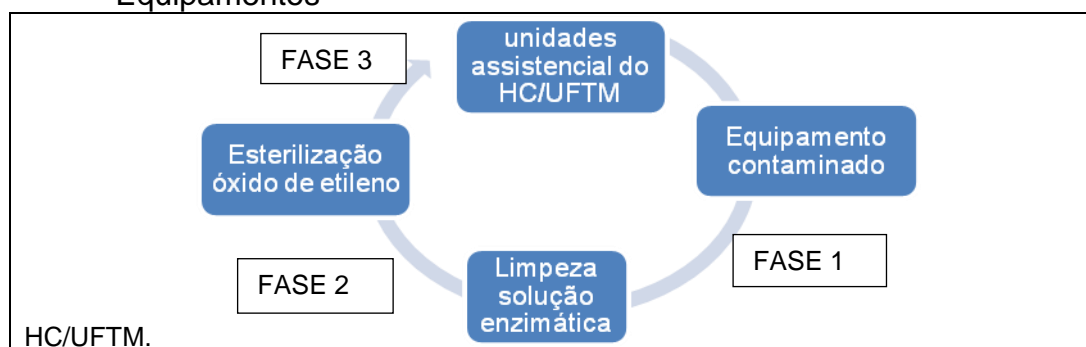
O retorno desses equipamentos para CE é obtido após sucesso no período de transição para a ventilação espontânea (desmame e extubação) e nos casos de óbito dos pacientes. São realizadas anotações em documentos internos de “Devolução de Ventiladores” com registros dos setores e motivo de devolução. Logo em seguida os circuitos são processados (limpeza e esterilização) para um novo ciclo de reuso. Após essa etapa, os circuitos respiratórios considerados aptos para uso (estéreis, montados e testados no ventilador mecânico), são liberados para os pacientes internados, em diferentes unidades assistenciais do HC/UFTM, que

necessitam de assistência ventilatória ou caso contrário serão encaminhados para novos testes ou descartados (Figura 11).

O rodízio desses circuitos respiratórios por VM é realizado conforme a demanda, enquanto um conjunto de circuito estiver em uso, há outro no arsenal e outro processando na CE.

Em seguida, para análise quanti-qualitativa, dividiu-se as coletas das amostras por fases, de acordo com os métodos utilizados de processamento da instituição pesquisada: fase 1, fase 2 e fase 3, conforme esquematizada na Figura 11, alcançando um total 92 (10 análises quantitativa e 82 análises qualitativa) coletas em cada fase, totalizando 276 amostras(30 amostras da análises quantitativa e 246 da análises qualitativa) durante o período de setembro a novembro de 2017, de acordo com a demanda dos circuitos respiratórios utilizados nos equipamentos de VM.

Figura 11. Esquema das etapas da coleta por fases no setor Central de Equipamentos



Fonte: Da autora, 2018.

As coletas foram realizadas com técnica asséptica e uso de equipamentos de proteção individual (luva estéril, máscara, capote e gorro) (Figura 12), conforme recomendações de Santos et. al. (2017).

Figura 12. Realização das coletas, por fase, com técnica asséptica.



Fonte: Da autora, 2018.

A fase 1 corresponde ao grupo de amostras obtidas dos circuitos dos ventiladores mecânicos, provenientes das unidades assistenciais do HC/UFTM, que foram usados nos pacientes e que foram extubados devido ao desmame ou óbito. Os equipamentos de VM utilizados em ventilação não invasiva foram excluídos do estudo. Nessa etapa, a recepção dos equipamentos na CE foi realizada no local conhecido como expurgo ou área suja. O controle dos ventiladores mecânicos incluídos na pesquisa foi feito pelo número do patrimônio atribuído pela instituição para evitar possíveis confusões, pois o mesmo equipamento pode entrar no ciclo de reuso dos circuitos por diversas vezes.

Após a coleta da fase 1, os circuitos foram desmontados para limpeza manual. Foram imersos em 2 ml de solução enzimática para cada litro de água, pelo tempo de 5 minutos, de acordo com rotina estabelecida na CE para remoção dos restos de matéria orgânica e inorgânica aderida ao interior das traqueias. Em seguida, foram enxaguadas com água corrente e colocadas em caixa, contendo fluxo contínuo de ar comprimido para secar. Logo após, aguardado o período de 24 horas, iniciou-se a coleta da fase 2 nesses circuitos.

Posteriormente, os circuitos foram encaminhados para empresa terceirizada, onde foram esterilizados em óxido de etileno. Após retorno, iniciou-se a fase 3. Nessa fase, realizou-se coleta em dois momentos distintos: após abertura do pacote estéril (41 coletas) e após o circuito ter sido montado nos ventiladores mecânicos (41 coletas), que ficam aguardando para futuramente serem liberados às unidades assistenciais. Durante esta fase os circuitos utilizados no estudo foram encaminhados para novo ciclo de processamento.

No estudo de Moreira (2013), a autora analisou os dois ramos do sistema respiratório e evidenciou que o ramo expiratório apresentou maior colonização bacteriana, quando comparada ao ramo inspiratório.

Neste trabalho optou-se por realizar as culturas dos circuitos apenas no ramo expiratório e o isolamento dos micro-organismos. Cada fase foi realizada com cultura qualitativa de 50 ml de solução salina tamponada a 0,1% esterilizada (Figura 13), encaminhadas ao Laboratório de Bioprocessos da UFTM para análises.

Figura 13. Demonstração de coleta no circuito do ramo expiratório.



Fonte: Da autora, 2018.

Na etapa do estudo em que foi analisado o perfil microbiológico dos pacientes, optou-se por analisar o grupo de pacientes que foram traqueostomizados, pois esse procedimento está entre os procedimentos cirúrgicos mais comumente realizados em pacientes críticos que necessitam de suporte ventilatório prolongado (ARANHA, 2007).

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS PARA A ABORDAGEM QUANTI-QUALITATIVA

3.2.1 Isolamento das bactérias

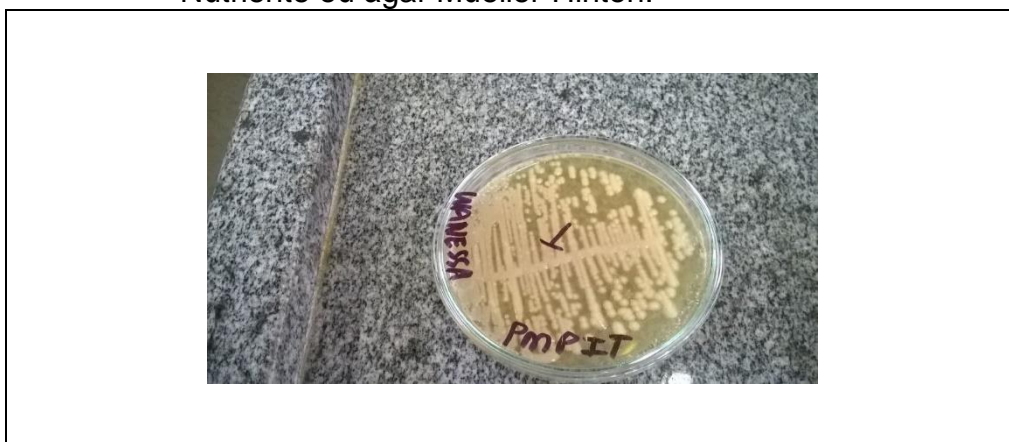
Dentre as etapas para a análise microbiológica, as vidrarias foram devidamente esterilizadas de acordo com o protocolo do Laboratório de Bioprocessos. Examinamos as placas de petri antes de inocular para verificar a presença de contaminantes pré-existentes na placa e os meios de cultura foram devidamente hidratados e autoclavados.

Inocularam-se os micro-organismos utilizando a técnica de semeadura qualitativa em meio de cultura ágar Mueller-Hinton ou ágar nutriente, capaz de dar

aos micro-organismos os elementos nutritivos necessários ao seu desenvolvimento. Este produto é empregado para o cultivo de uma ampla variedade de micro-organismos. Após a inoculação das placas, essas foram rotuladas apropriadamente e colocadas em uma incubadora a 37°C por um período entre 24 a 48 horas (WINN Jr et al., 2012; ANVISA, 2013).

Nas placas em que houve crescimento bacteriano, meio sólido, foram observadas as colônias com padrões característicos quanto ao tipo morfológico, conforme a Figura 14:

Figura 14. Crescimento de micro-organismos em meio de cultura ágar Nutriente ou ágar Mueller-Hinton.



Fonte: Da autora, 2018.

Totalizaram-se 37 placas (45,12%) na fase 1, 23 placas (28,04%) na fase 2 e 11 placas (13,41%) na fase 3, contabilizando 71 placas (28,86%) com crescimento positivos, das 246 amostras.

Em seguida, foram isoladas cinco colônias diferentes de cada placa e inoculadas em tubos tipo eppendorf contendo um ml de ágar *Brain Heart Infusion* (BHI), que foram incubadas a 37°C por mais 24 horas e depois congeladas para testes posteriores.

3.2.2 Identificação de bactérias

Após o período de crescimento foram observadas turvações em todos os 355 tubos com meio BHI. Essas amostras foram plaqueadas no meio de cultura diferenciado ágar sangue, permitindo verificar se a bactéria ocasiona ou não a presença de hemólise. As bactérias crescidas em ágar sangue foram separadas em

alfa hemolítica, gama-hemolítica e β -hemolítica. Posteriormente, foram realizados testes coloração de Gram.

De acordo com Silva et. al. (2016), a coloração de Gram consiste na realização de um esfregaço de uma pequena parcela da amostra em lâmina de vidro, seguida da adição de solução de cristal violeta, lugol, álcool-acetona, fucsina diluída e lavagem com água destilada após cada adição de solução. Ao término do procedimento as lâminas foram secas ao ar e examinadas em microscópio óptico microbiano. A análise revelou *Bacilos Gram-positivo*, *Bacilos Gram-negativo*, *Cocos Gram-negativo* e positivo.

Nos esfregaços identificados como Gram-positivo, foi realizado o teste de catalase, comumente utilizado para a diferenciação de *estafilococos* (catalase positiva) dos *estreptococos* (catalase negativa), verificando a presença da enzima catalase que decompõe peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. Esse teste consiste em colocar uma amostra da bactéria em contato com o peróxido de hidrogênio e pesquisar a formação de bolhas de oxigênio (ZURITA; MEJIA; GUZMAN-BLANCO, 2010).

Além desse procedimento, foi feito o teste de coagulase que segundo Zurita, Mejia e Guzman-Blanco (2010, p. 99), “a coagulase produzida por certos cocos Gram-positivos, em forma ligada (aderida à parede celular bacteriana) ou como enzima livre, converte fibrinogênio em fibrina insolúvel na presença de plasma, resultando em coagulação”.

No caso dos esfregaços Gram-negativos, foram empregados procedimentos bioquímicos diretos, sendo: Motilidade, Indol e H₂S (SIM), Meio Tríplice Açúcar Ferro (TSI), Ureia e Citrato (ANVISA, 2013).

No teste Citrato foi observado se o micro-organismo foi capaz de utilizar o citrato como única fonte de carbono para seu desenvolvimento, com a revelação da cor azul forte no pico do tubo. Foi verificada, indiretamente, a produção de flagelo pelo teste SIM, quando os micro-organismos cresceram, deslocando-se da linha de inoculação e turvando o meio. No meio contendo ureia, a atividade da urease é detectada pelo crescimento da bactéria, quando através da hidrólise a amônia se acumula no meio e torna-o alcalino. Observou-se o aumento no pH, causando a mudança de cor no indicador de amarelo para rosa pink, indicando uma reação positiva (ANVISA, 2004).

O ágar TSI contém três carboidratos: Dextrose, Lactose e Sacarose. Quando os carboidratos são fermentados, fornecem uma visão geral do metabolismo bacteriano (VERMELHO, 2006). Segundo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), o teste

permite verificar a fermentação da glicose por meio do aparecimento de coloração amarela na base e a produção de gás, indicada pela formação de bolhas ou rachaduras no meio. A mesma coloração também é observada na porção superior do tubo quando ocorre fermentação da lactose e/ou sacarose. Quando esses dois açúcares não são fermentados, o ápice permanece com a cor original (âmbar) (p. 29).

Durante os testes microbiológicos, a manipulação do material utilizado para os processos de análise foi realizada aproximadamente com 10 cm de raio em torno do bico de Bunsen como zona de segurança, evitando que micro-organismos que estivessem em suspensão no ar, possivelmente, contaminassem esta área.

3.2.3 Análise da eficiência do processamento nos circuitos respiratórios

A fim de analisar a eficiência dos métodos de processamento nos circuitos da ventilação mecânica, realizou-se um estudo quantitativo (Pour-plate ou profundida) em 10 amostras coletadas em cada fase, totalizando 30 amostras. De acordo com Pelczar Jr. et al. (1996), para fazer a contagem (UFC) das colônias a partir de cada diluição, distribuiu-se nas placas de petri esterilizadas, 1,0 ml como inóculo, em duplicata. Em seguida adicionou-se de 10 a 20 ml do meio fundido e resfriado sobre a cultura e homogeneizou-se suavemente com movimentos circulares.

Após a solidificação do meio, as placas tampadas foram invertidas e incubadas em estufas na temperatura e atmosfera apropriadas. Após 48 horas, as colônias foram contadas e o resultado médio de cada diluição foi registrado e multiplicado pelo fator da diluição.

Para o cálculo da eficiência foi utilizada a seguinte Equação 1 (BUTURI et. Al., 2014), onde $X_{inicial}$ é a somatória da contagem de UFC presente nos circuitos antes da aplicação do detergente enzimático e X_{final} é a somatória da contagem de UFC que ainda estava presente nos circuitos após a aplicação do detergente enzimático. O detergente utilizado na instituição pesquisada foi o Indazyme 6 plus,

composto por enzima lipolítica (lipase), enzimas proteolíticas (protease, peptidase) e enzimas amilolíticas (carboidrase, alfa-amilase e celulase).

$$\text{Eficiência (\%)} = 100 \cdot \frac{(X_{\text{inicial}} - X_{\text{final}})}{X_{\text{inicial}}} \quad (1)$$

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

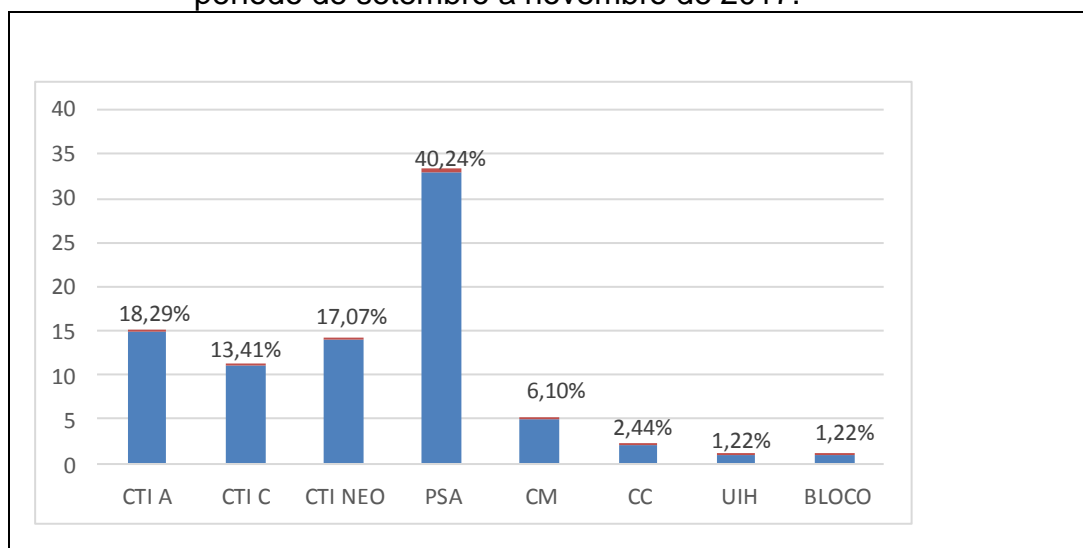
Os resultados foram analisados com o software Action Stat Pro. Para análise das variáveis nominais foram utilizadas distribuições absolutas e percentuais. Na análise das variáveis numéricas discretas, realizou-se análise descritiva e o teste de Wilcoxon nas comparações da fase 1 e 2. O nível de significância considerado foi $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Conforme a metodologia descrita anteriormente, obteve-se um total de 276 amostras, sendo que 246 referem-se à abordagem qualitativa e as outras 30 amostras, à abordagem quantitativa. Para melhor organização dos resultados, optamos por identificar a análise da primeira abordagem como grupo A e da segunda como grupo B.

Os gráficos representados na Figura 15 e 16 representam a procedência e os motivos dos ventiladores mecânicos, terem sido devolvidos no expurgo da CE do HC/UFTM para processamento dos circuitos utilizados pelos pacientes internados nas unidades assistenciais. Dos equipamentos estudados é possível verificar que a maioria foi devolvido pela unidade Pronto Socorro Adulto (PSA) (40,24%), sendo a devolução por causa de óbito dos pacientes que estavam em assistência ventilatória o motivo mais frequente.

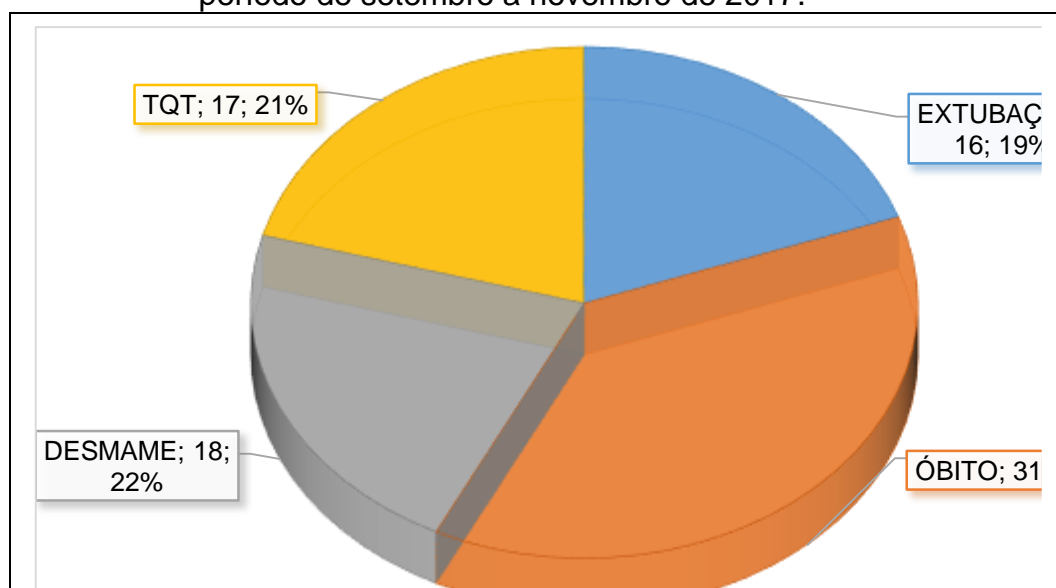
Figura 15. Devolução dos ventiladores mecânicos, por unidade assistencial, no período de setembro a novembro de 2017.



Fonte: Dados coletados dos registros internos de anotações “Devolução de Ventiladores” da CE do HC/UFTM, 2018.⁴

⁴ CTI A: Unidade de Terapia Intensiva; CTI C: Unidade de Terapia Coronária; CTI NEO: Unidade de Terapia neonatal; PSA: Pronto Socorro Adulto; CM: Clínica Médica; CC: Clínica Cirúrgica; UIH: Unidade de doenças infectocontagiosas; BLOCO: Bloco cirúrgico.

Figura 16. Motivos de devolução dos equipamentos, por unidade assistencial, no período de setembro a novembro de 2017.



Fonte: Dados coletados dos registros interno de anotações “Devolução de Ventiladores” da CE do HC/UFTM, 2018.

Na análise dos dados do grupo A, apresentou-se distribuição do crescimento positivo maior durante a fase 1 (45,12%) em relação às fase 2 (28,04%) e 3 (13,41%), conforme a Tabela 1. No total das 71 amostras positivas (fase 1, 2 e 3), 198 micro-organismos foram isolados pois em 51 amostras (72,11%) houve o desenvolvimento de diferentes espécies de bactérias, sendo que em 125 amostras (63,13%) foram *cocos Gram-positivos*, 61 amostras (30,81%) *bacilos Gram-negativos* não fermentadores e 12 amostras (6,06%) *enterobacteraceae*.

Tabela 1. Representação da distribuição das coletas dos circuitos respiratórios, no período de setembro a novembro de 2017.

| Amostras | Coletas Grupo A | | | | | |
|-----------|-----------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| | Fase 1 (n=82) | | Fase 2 (n=82) | | Fase 3 (n=82) | |
| | n | % | n | % | n | % |
| Negativas | 45 | 54,88 | 59 | 71,96 | 71 | 86,59 |
| Positivos | 37 | 45,12 | 23 | 28,04 | 11 | 13,41 |
| Total | 82 | 100 | 82 | 100 | 82 | 100 |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A Tabela 2 representa a prevalência dos micro-organismos encontrados nos circuitos respiratórios, por fases. É possível verificar a semelhança de positividade para *Staphylococcus sp.* coagulase negativa (45,96%), micro-organismo de maior prevalência nas três fases, seguido por *Staphylococcus aureus*.

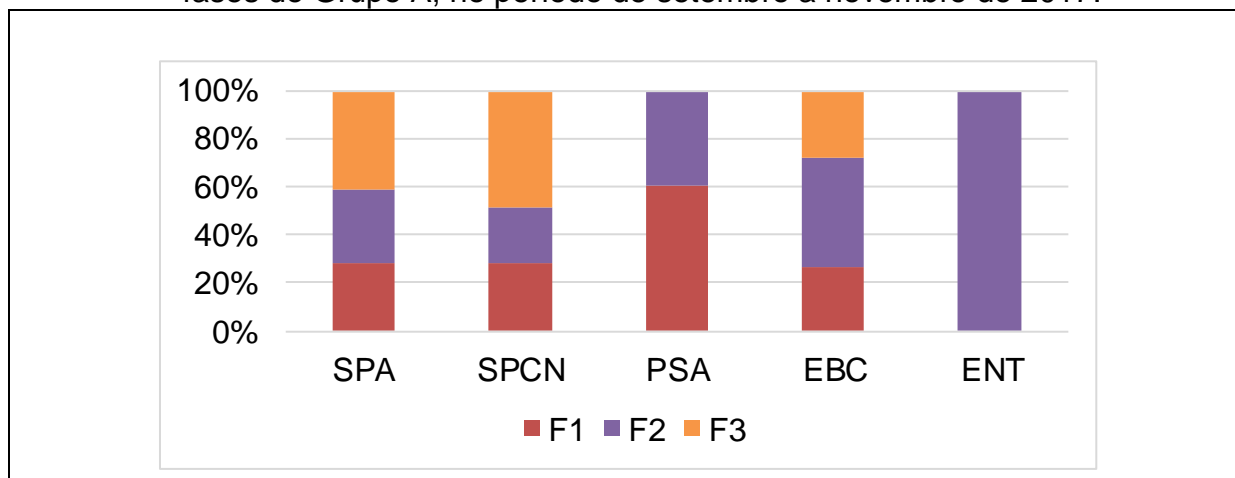
No Gráfico representado pela Figura 17 verificamos a variação da população bacteriana dentro de cada fase, no qual tem-se a presença do *Enterococcus* em 11 amostras, correspondendo a 14,86% do total das amostras, referente à fase após processamento em solução enzimática. Na fase 3, na análise dos circuitos que foram esterilizados por óxido de etileno, houve crescimento positivo em 11 amostras, sendo que, desse total, três amostras referem-se aos circuitos que estavam embalados em pacotes estéreis e oito amostras foram obtidas após os circuitos terem sido montados no ventilador mecânico.

Tabela 2. Ocorrência dos micro-organismos nos circuitos respiratórios, por fase, no período de setembro a novembro de 2017.

| Micro-organismos | Coletas Grupo A | | | | | |
|--|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | Fase 1 | | Fase 2 | | Fase 3 | |
| | n | % | n | % | n | % |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 7 | 6,19 | 5 | 6,76 | 1 | 9,09 |
| <i>Staphylococcus sp.</i> coagulase negativa | 53 | 46,9 | 29 | 39,19 | 9 | 81,82 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 43 | 38,05 | 18 | 24,32 | 0 | 0 |
| <i>Enterobacter cloacae</i> | 10 | 8,85 | 11 | 14,86 | 1 | 9,09 |
| <i>Enterococcus</i> | 0 | 0 | 11 | 14,86 | 0 | 0 |
| Total | 113 | 100 | 74 | 100 | 11 | 100 |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Figura 17. Perfil dos micro-organismos encontrados nos circuitos respiratórios, por fases do Grupo A, no período de setembro a novembro de 2017.



Fonte: Da autora, 2018.

Legenda: SPA= *Staphylococcus aureus*; SPCN = *Staphylococcus* sp. coagulase negativa; PSA = *Pseudomonas aeruginosa*; EBC = *Enterobacter cloacae*; ENT = *Enterococcus*; F1 = Fase 1; F2 = Fase 2; F3 = Fase 3.

De acordo com Vieira e Nahas (2000), na contagem em placas das UFC/ml, para quantificar bactérias, consideram-se aquelas com crescimento entre 30 e 300 colônias. Entretanto, no presente estudo, baseado no fato de que mesmo que em menor quantidade, possivelmente, unidades viáveis de um micro-organismo podem resultar em infecção (DANCER, 2008), considerou-se a contagem, no grupo B, a partir da presença de uma colônia (Tabela 3).

Dos circuitos de VM, a média de contaminação verificada durante as diferentes fases foram de $1,0 \times 10^6$ UFC/ml; $1,6 \times 10^3$ UFC/ml e $1,3 \times 10^2$ UFC/ml, sendo considerável quando comparada à contagem de micro-organismos em amostras clínicas como se observa na Tabela 4. Segundo o Manual de Microbiologia Clínica da ANVISA (2004), as infecções pulmonares clinicamente significativas contêm pelo menos 10^4 UFC/g de tecido. Em exame de culturas do escovado brônquico, são consideradas significativas contagens de 10^3 UFC/ml e no aspirado por broncoscopia de 10^5 a 10^6 UFC/ml.

Tabela 3. Resultados da Contagem de Unidade Formadora de Colônia (UFC) de micro-organismos encontrados nos circuitos respiratórios, por fases, no grupo B.

| Amostras | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | $3,83 \times 10^3$ | $9,60 \times 10^5$ | 0 |
| 2 | $1,00 \times 10^6$ | $1,27 \times 10^4$ | 0 |
| 3 | $1,00 \times 10^6$ | 0 | 0 |
| 4 | $1,00 \times 10^6$ | $5,40 \times 10^3$ | 0 |
| 5 | $1,00 \times 10^6$ | $1,1 \times 10^4$ | 0 |
| 6 | $1,00 \times 10^6$ | 0 | 0 |
| 7 | $8,60 \times 10^2$ | 0 | 0 |
| 8 | $1,00 \times 10^6$ | 0 | $2,10 \times 10^2$ |
| 9 | $3,30 \times 10^6$ | 0 | $3,80 \times 10^2$ |
| 10 | $1,00 \times 10^6$ | $6,20 \times 10^5$ | $8,00 \times 10^2$ |
| Média | $1,03 \times 10^6$ | $1,60 \times 10^5$ | $1,3 \times 10^2$ |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Tabela 4. Resultado da análise estatística descritiva, da contagem em Unidade Formadora de Colônia (UFC) nas diferentes fases, no grupo B, de avaliação microbiológica dos circuitos de ventilação mecânica.

| | Fase 1 | Fase 2 | Fase 3 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tamanho da amostra | 10 | 10 | 10 |
| Média | $1,0 \times 10^6$ | $1,6 \times 10^3$ | $1,3 \times 10^2$ |
| Mediana | $1,0 \times 10^6$ | $2,7 \times 10^3$ | 0 |
| Modo | $1,0 \times 10^6$ | 0 | 0 |
| Mínimo | $8,6 \times 10^2$ | 0 | 0 |
| Máximo | $3,3 \times 10^6$ | $9,6 \times 10^5$ | $8,0 \times 10^2$ |
| Desvio padrão | $8,9 \times 10^5$ | $3,4 \times 10^5$ | $2,6 \times 10^2$ |
| Coefficiente de Variação | 87,23% | 212,01% | 191,14% |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Também observamos na Tabela 4 que os maiores valores para as contagens de bactérias foram durante a fase 1. Verificamos que o grau de dispersão do efeito do processamento em torno da média na fase 2 foi de 212,01%, seguido da fase 3 com 191,14% e fase 1 com 87,23%. Com base nos resultados dos valores máximos de micro-organismos encontrados em cada fase, demonstra-se uma influência do processamento na carga microbiana presente nos circuitos analisados, sendo: fase 1 de $3,3 \times 10^6$ UFC, fase 2 de $9,6 \times 10^5$ UFC e durante a fase 3 foi de $8,0 \times 10^2$ UFC.

De acordo com a fórmula utilizada para o cálculo da remoção de micro-organismos, o processamento apresentou uma eficiência de 84,38%, após utilização do detergente enzimático, na CE do HC- UFTM. O serviço de esterilização em óxido de etileno nos circuitos respiratórios é realizado fora da instituição pesquisada, impossibilitando realizar uma correlação entre o processo inicial e após a fase de esterilização. No entanto, podemos verificar a recuperação de *bioburden* que variou de 0 a $8,00 \times 10^2$ UFC.

Tabela 5. Análise de variância das médias aritméticas do processamento dos circuitos respiratório por fase no grupo B.

| Fonte da variação | SQ | gl | MQ | F | valor-P | F crítico |
|-------------------|----------|----|----------|----------|----------|-----------|
| Entre grupos | 3,78E+12 | 1 | 3,78E+12 | 8,180558 | 0,010402 | 4,413873 |
| Dentro dos grupos | 8,32E+12 | 18 | 4,62E+11 | | | |
| Total | 1,21E+13 | 19 | | | | |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A Tabela 5 representa a análise da variância entre as três fases. Nesse estudo é possível verificar que existe uma relação significativa sobre o método de processamento dos circuitos respiratórios, quando o valor observado de F (8,18) foi maior que o valor F crítico (4,41) e que as médias não são iguais, ao nível de significância de 5%.

Na Tabela 6 verifica-se o ajuste dos dados à distribuição normal em cada fase. Nesse sentido, foi observado que os dados não se revelam aderentes à distribuição normal pelos métodos utilizados (valores de $p < 0,005$), ou seja, os dados se diferem. Posteriormente se aplicou o teste não paramétrico Wilcoxon – Pareado, que pode-se observar na Tabela 7, onde encontra-se um nível de significância de 0,05%, constatando redução significativa ($p = 0,0142$) na população bacteriana após os circuitos respiratórios serem expostos ao tratamento com solução enzimática.

Tabela 6. Resultado da distribuição dos dados referentes às fase 1, 2 e 3.

| Testes | Fases | | | | | |
|----------------------|--------------|---------|---------|-----------|---|--------|
| | Estatísticas | | | P-valores | | |
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Anderson - Darling | 1,586435587 | 2,27197 | 1,73132 | 0,0002 | 0 | 0,0001 |
| Kolmogorov - Smirnov | 0,413520688 | 0,46802 | 0,39958 | 0 | 0 | 0,0001 |
| Shapiro - Wilk | 0,6780734 | 0,55004 | 0,62276 | 0,0005 | 0 | 0,0001 |
| Ryan - Joiner | 0,80183457 | 0,73372 | 0,78062 | 0,0004 | 0 | 0,0003 |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Tabela 7. Comparação estatística, pelo método de Wilcoxon – pareado, entre as fases antes e após o tratamento dos circuitos respiratórios com solução enzimática.

| Dados | Valores |
|--------------------|-------------|
| Estatística | 52 |
| P-valor | 0,0142 |
| Hipótese Nula | 0 |
| Limite Inferior | 21914,99996 |
| (Pseudo) Mediana | 990950 |
| Limite Superior | 1840000 |
| Nível de Confiança | 0,95 |

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

O gráfico representado pela Figura 18 corresponde à etapa em que foram analisados os resultados dos exames de hemocultura obtidos de pacientes que realizaram o procedimento de TQT. O estudo foi constituído de 17 prontuários de pacientes, sendo 9 (52,94%) do sexo feminino e 8 (47,06%) do sexo masculino. Na Tabela 8 estão apresentados todos os micro-organismos isolados e analisados, onde se observa: maior frequência de amostras positivas de hemoculturas por *Klebsiella pneumoniae* e *Enterobacter cloacae* (23,54%), seguida de *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus coagulase negativa* (11,76%).

A Tabela 9 apresenta a prevalência de sensibilidade microbiana apresentada pelos micro-organismos *Staphylococcus coagulase negativa* (5,88%), *Staphylococcus aureus* (11,77%), ambos do grupo das bactérias Gram positivas e o *Acinetobacter* (5,88%), pertencente ao grupo Gram negativa. E o perfil de

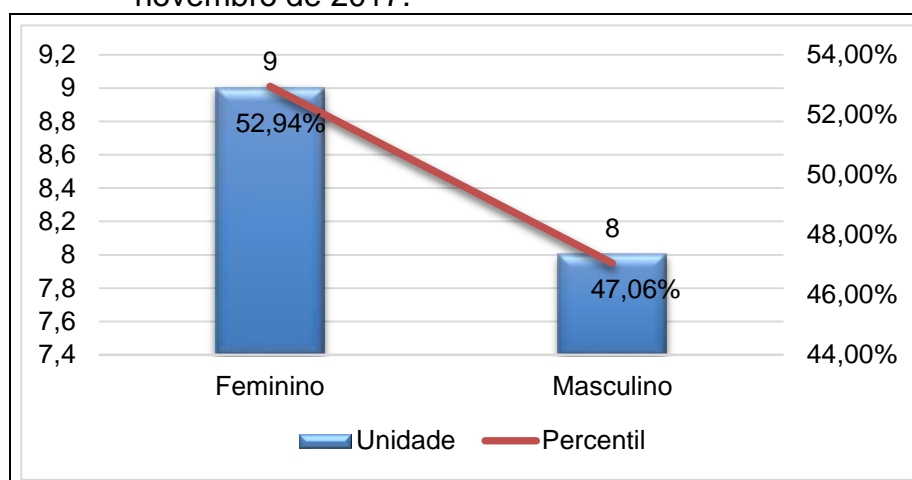
resistência bacteriana das bactérias Gram negativas *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae* estão nos gráficos representados pelas Figuras 19 e 20.

Tabela 8. Distribuição dos micro-organismos isolados em hemocultura de pacientes traqueostomizados do Hospital de Clínicas da UFTM, de setembro a novembro de 2017.

| Micro-organismos | Hemoculturas | | | | | |
|--|--------------|------|-----------|-------|--------|-------|
| | Feminino | | Masculino | | Global | |
| | n | % | n | % | n | % |
| <i>Klebsiella pneumoniae</i> | 2 | 25,0 | 2 | 22,22 | 4 | 23,54 |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 1 | 12,5 | 0 | 0,00 | 1 | 5,88 |
| <i>Burkholderia cepacia</i> | 1 | 12,5 | 0 | 0,00 | 1 | 5,88 |
| <i>Enterobacter cloacae</i> | 2 | 25,0 | 2 | 22,22 | 4 | 23,54 |
| <i>Acinetobacter</i> | 0 | 0,00 | 1 | 11,11 | 1 | 5,88 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> | 1 | 12,5 | 0 | 0,00 | 1 | 5,88 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 1 | 12,5 | 1 | 11,11 | 2 | 11,76 |
| <i>Staphylococcus sp. coagulase negativa</i> | 0 | 0,00 | 2 | 22,22 | 2 | 11,76 |
| <i>Staphylococcus hominis</i> | 0 | 0,00 | 1 | 11,11 | 1 | 5,88 |
| Total | 8 | 100 | 9 | 100 | 17 | 100 |

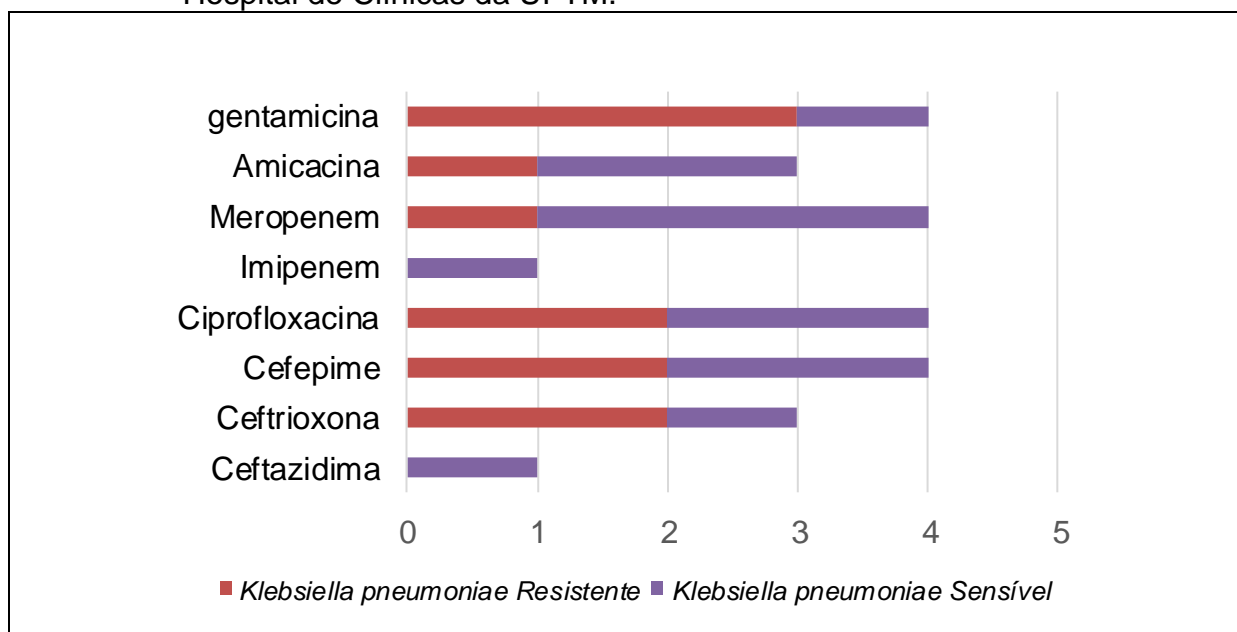
Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Figura 18. Representação da distribuição de hemocultura dos pacientes traqueostomizados do Hospital de Clínicas da UFTM, de setembro a novembro de 2017.



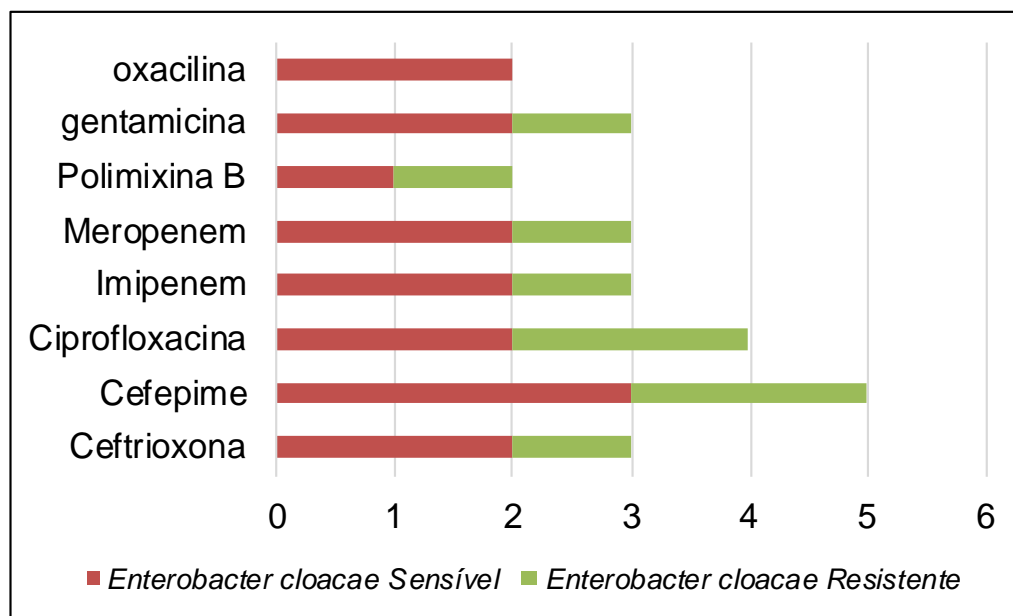
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 19. Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos dos isolados de *Klebsiella pneumoniae* nas hemoculturas positivas realizadas no período de setembro a novembro de 2017, de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 20. Perfil de sensibilidade e resistência aos antimicrobianos dos isolados de *Enterobacter cloacae* nas hemoculturas positivas realizadas no período de setembro a novembro de 2017, de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Tabela 9. Percentual de sensibilidade dos micro-organismos ao exame de antibiograma de pacientes traqueostomizados, no Hospital de Clínicas da UFTM, no período de setembro a novembro de 2017.

| Bactérias | Pacientes n= 17 | | |
|---------------------|------------------------------|----------------------|--|
| | <i>Staphylococcus aureus</i> | <i>Acinetobacter</i> | <i>Staphylococcus sp. coagulase negativa</i> |
| Antibióticos | | | |
| Meropenem | 0,00% | 5,88% | 0,00% |
| Gentamicina | 11,77% | 0,00% | 5,88% |
| Oxacilina | 11,77% | 5,88% | 5,88% |
| Ciprofloxacina | 11,77% | 5,88% | 5,88% |

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

5 DISCUSSÃO

Os artigos de uso na assistência hospitalar devem estar em condições seguras, além de serem reprocessados antes de um próximo uso e estarem livres de micro-organismos viáveis, minimizando o risco de transmissão de microrganismos infecciosos (COSTA, 2011). É bem conhecido o fato de que em hospitais e clínicas de todo o mundo, as superfícies dos dispositivos médicos tornam-se rapidamente fonte crescente de infecções nosocomiais (GEILICH; WEBSTER, 2013). Os fatores envolvidos neste processo se relacionam a qualquer tipo de falha, humana ou mecânica, que possam ocorrer durante o processamento, implicando em possível comprometimento na esterilidade do artigo, possibilitando o aumento no risco de casos de infecção.

Já foi demonstrado que os pacientes que necessitam de VM por um longo período de tempo são confrontados com uma alta probabilidade de contrair PAV, uma vez que o tubo endotraqueal fornece uma superfície na qual as bactérias podem aderir e formar um biofilme que contribuem para a resistência a medicamentos antibacterianos (CARATTO et.al., 2017) e a formação de condensado dentro dos circuitos respiratórios, pois podem rapidamente ser colonizado por patógenos (ALCOFORADO et. al., 2012).

Além disso, embora esteja descrita com pouca frequência na literatura, estudos mostram a importância da prática do processamento de artigos de terapia ventilatória, tornando-se relevante, uma vez que as infecções associadas à VM têm alcançado números expressivos nas instituições hospitalares (SANTOS; COSTA, 2014)

Desse modo, merece destaque a avaliação microbiológica em circuitos dos VM utilizados na terapia ventilatória, na instituição onde foi realizada esta pesquisa. Com isso, novas pesquisas poderão ser desenvolvidas, ampliando-se o conhecimento sobre a importância do adequado processamento dos artigos de assistência ventilatória e da relação desta prática com a qualidade da assistência prestada aos pacientes.

Neste estudo, foi possível demonstrar a presença de contaminação bacteriana em todas as fases de análise dos circuitos respiratórios e também a presença desses agentes nos exames de hemocultura realizados pelos pacientes que foram submetidos ao procedimento de TQT.

Dentre as bactérias encontradas, observou-se, com destaque, para *estafilococos* e *Pseudomonas aeruginosa* que é um dos principais agentes isolados, particularmente em pacientes hospitalizados admitidos em unidades de terapia intensiva e submetidos à VM (SEABRA et. al., 2012; FERREIRA et. al., 2017).

O *bioburden* dos circuitos respiratórios, após o uso pelos pacientes do Hospital pesquisado, varia de $8,6 \times 10^2$ a $3,3 \times 10^6$ UFC. Em uma pesquisa realizada por CARRARA et. al. 2013, em dez equipamentos de endoscópio, foi verificado após o uso, antes da limpeza, um *bioburden* que variou de $1,3 \times 10^7$ a $2,0 \times 10^{10}$ UFC, nos canais de sucção. Os principais agentes identificados foram *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella spp*. Nos circuitos respiratórios nesta pesquisa, foram encontrados nesta etapa, os seguintes agentes: *Staphylococcus aureus* (n= 7), *Staphylococcus sp.* coagulase negativa (n= 53), *Pseudomonas aeruginosa* (n= 43) e *Enterobacter cloacae* (n= 10).

Após imersão em solução enzimática, secos em ar comprimido e antes do processo de esterilização dos circuitos, recuperaram $1,1 \times 10^4$ a $9,6 \times 10^5$ UFC. Ao realizar a análise bacteriológica foram observadas as seguintes variações: *Staphylococcus aureus* (n= 5), *Staphylococcus sp.* coagulase negativa (n= 29), *Pseudomonas aeruginosa* (n=18), *Enterobacter cloacae* e *Enterococcus* (n= 11). No estudo de Anders; Tipple; Pimenta (2008) os autores avaliaram a contaminação microbiológica de 15 kits para aerossol, utilizados na terapêutica de afecções do trato respiratório, pós- reprocessamento, encontrando 2×10 UFC nas extensões dos Kits. Também foram isolados *Staphylococcus* coagulase positivo, *Staphylococcus* coagulase negativo e Bastonetes Gram negativo fermentadores.

Tanto as extensões dos Kits para aerossol como os endoscópios são artigos tubulares classificados como materiais de assistência à saúde semicríticos e necessitam ser processados de maneira segura.

Ao analisar-se o processo após a limpeza manual, com auxílio das enzimas lipase, protease, peptidase, carboidrase, alfa amilase e celulase e o modo de secagem dos circuitos, fica evidenciado a eficiência do método escolhido pela instituição em 84,38 % durante a fase 1 e fase 2. E a carga microbiana, de acordo com a média calculada na fase 1 e 2 (Tabela 6), teve redução de $4 \log_{10}$. Sendo possível afirmar que foi cumprido com qualidade o previsto no protocolo de normas e rotinas da CE do HC-UFTM, antes dos circuitos serem submetidos à esterilização, permitindo a redução significativa ($p = 0,0142$) da carga microbiana inicial (Tabela 8).

De acordo com Oliveira e Mati (2017) os detergentes enzimáticos não possuem propriedade bactericida, apenas elimina a matéria orgânica que age como substrato para os micro-organismos se multiplicarem. Na Tabela 2, observamos que, após processo de limpeza, houve redução da maioria dos patógenos isolados durante a fase 1. Contudo, o crescimento nas amostras da bactéria *Enterococcus*, sugere contaminação após solução. Porém não foi objetivo deste estudo analisar em quais etapas do processamento adotado pela instituição pesquisada, onde as possíveis falhas ocorreram.

Schmidt, Yonekura e Gil (2008) desenvolveram instrumentos para avaliação de detergentes enzimáticos verificando que a limpeza e eficiência do processo estão relacionadas ao tempo adequado de imersão dos artigos na solução e a quantidade de sujeidade presente, reforçando a necessidade de escovar o material após a imersão. Porém, os métodos realizados na CE divergem daqueles apresentados pelos autores, pois não é realizado a fricção manual do lúmen e a instituição não disponibiliza escovas apropriadas para melhor execução da técnica de limpeza que de acordo com a literatura são fatores que interferem na qualidade da limpeza.

Como assinala Candé et. al. (2012) para uma melhor eficácia na qualidade do processo “ após a limpeza, o enxágue exaustivo e rigoroso em água corrente deve ocorrer por meio de torneiras com bico de pressão ou pistola de água sob pressão para remoção das sujidades e matérias orgânicas desprendidas, bem como, resíduo do detergente”.

Outro cuidado importante é o de remover o excesso de matéria orgânica presente nas conexões antes que ocorra o ressecamento do material na superfície interna do circuito. Segundo Carrara et. al. (2013) esta ação ajuda a reduzir a quantidade de contaminação microbiana e, conseqüentemente, a formação de biofilme. Arai e Azevedo (2011) explicam que;

quando o jato de ar comprimido atinge um local em que há resíduos de sujeidade ou biofilme, é possível que esse jato de ar comprimido remova o grumo de sujeidade e o espalhe por todo o interior do tubo, repovoando, assim, uma área maior de luz interna do tubo com micro-organismos ainda viáveis, devido ao biofilme. Como o jato de ar comprimido não contém filtro bacteriano ou filtro de líquidos, sendo um jato de ar comprimido úmido, no momento em que esses tubos corrugados, teoricamente secos, foram acondicionados em papel com grau cirúrgico para armazenagem, ainda estão úmidos, por conta do ar comprimido que reveste a superfície interna, com uma fina camada de líquidos, estabelecendo nesse momento um ambiente propício ao crescimento de micro-organismos (p. 57).

Nesse sentido, durante o estudo foi observado, em algumas traqueias, a presença de matéria orgânica (secreção e sangue), após etapa da limpeza manual (fase 2). Este achado corrobora com os da literatura, que ressaltam a importância da etapa de limpeza de maneira vigorosa, pois caso contrário, a ação do desinfetante será prejudicada.

A esterilização utilizando o óxido de etileno é o método escolhido pela instituição pesquisada após procedimento de limpeza dos circuitos respiratórios, no entanto, o processo é realizado por empresa terceirizada e especializada em serviços de esterilização por Óxido de Etileno. Segundo Graziano, Silva e Bianchi (2000) os micro-organismos são mortos, quando submetidos a este processo, de tal modo que não se possa mais detectá-los no meio padrão de cultura em que previamente os agentes haviam proliferado.

Com relação aos resultados obtidos na fase 3, onde os circuitos passaram por esterilização, o método quantitativo verificou presença de carga microbiana de até $8,0 \times 10^2$ UFC. Esses resultados assemelham com o estudo de Silva e Pinto (2005) que contaminaram com esporos *Bacillus subtilis* (10^7 UFC) e endotoxina bacteriana (10^7 UFC) tubos de TQT. Após contaminação os tubos foram submetidos a processo de limpeza com detergente enzimático, enxague, secagem e esterilizados à óxido de etileno. Conforme contagem microbiana pela técnica “*pour plate*”, após processo de limpeza e esterilização os autores verificaram presença de carga microbiana até 10^3 UFC/unidade, sendo confirmado também macroscopicamente pelo crescimento microbiano característico, nos testes de esterilidade. Os autores concluíram que apesar de redução logarítmica da carga microbiana os tubos não apresentaram ausência de carga microbiana e endotoxinas.

Sundin e Neto (2012) explicam que para considerar um produto estéril a probabilidade de sobrevivência dos micro-organismos que o contaminou deve ser menor que 1:1.000.000, partindo deste princípio, considera-se que durante esta fase alguns circuitos (amostras 8,9 e 10) apresentaram falhas, seja no processo de limpeza, esterilização ou manipulação, em razão da carga viável presente na contagem microbiana.

Em estudo realizado por Seabra et. al (2012), amostras coletadas da parede dos circuitos do VM prontas para uso, ocorreu crescimento de *Pseudomonas aeruginosa* em 25% (n=2). No presente estudo, não houve detecção deste micro-

organismo, após o processamento, confirmando o efeito bactericida pós ciclos de alguns micro-organismos constituintes do “*bioburden*” presentes nos circuitos.

Murphy, Fitzgeorge e Barrett (1991), verificaram a contaminação nos circuitos respiratório do aparelho de anestesia, neste estudo também se observou contaminação em 13,41% dos circuitos de VM que foram analisados. Ocorreu crescimento de *Staphylococcus aureus* em 9,09 % (n= 1), *Staphylococcus sp.* coagulase negativa em 81,82 % (n= 9) e *Enterobacter cloacae* em 9,09 % (n= 1) podendo confirmar a falha no processo de esterilização desses circuitos. Cabe mencionar que as superfícies se apresentam corrugadas e são capazes de armazenar micro-organismos contribuindo para a formação de biofilme (JADHAV, et. al., 2013). Pode também ter ocorrido manipulação inadequada, fluxo inadequado e não restrito de pessoas dentro da CE e a lavagem das mãos não realizada de forma rigorosa para manipulação dos materiais esterilizados, podendo interferir na esterilidade deste material.

Volkart, Spagiari e Bizani (2017, p. 29) relatam que “a resistência aos antimicrobianos tem sido exaustivamente estudada, com intuito de se esclarecer rotas ou mecanismos envolvidos na sua fisiologia”. Os autores descrevem que a resistência bacteriana frente aos agentes controladores do crescimento (ação bactericida ou bacteriostática) mesmo sendo uma preocupação crescente, é pouco compreendida. E ainda destacam a quase inexistência de investigação científica que avalie continuamente a eficácia antimicrobiana dos produtos utilizados na área da saúde.

O comportamento do *Staphylococcus sp.* coagulase negativa foi um dos mais resistentes do grupo. Em todas as etapas do experimento, este se mostrou mais resistente que *Enterobacter Cloacae*, gram-negativo, de estrutura mais complexa e demonstrou maior dificuldade de ocorrência de ruptura de membrana celular. Apesar da diferença de comportamento, ambas se mostraram moderadamente resistentes em todas as etapas da pesquisa.

Os *Staphylococcus sp.* coagulase negativa apresentam-se como bactérias oportunistas emergentes, especialmente em pacientes hospitalizados, imunocomprometidos e prematuros. Estes micro-organismos podem causar infecção no sítio primário de colonização ou se disseminarem causando infecções hospitalares graves como bacteremias e septicemias. A *Enterobacter Cloacae* é responsável por infecções da pele, bacteremia, endocardite, artrite séptica,

osteomielite, no trato respiratório inferior e está associada a surtos nosocomiais e colonizando equipamentos médicos (CANDIDO; BERNARDI, 2015; DAVIN-REGLIA; PAGÈS,2015)

Jones (2010) revisou os resultados da SENTRY Antimicrobial Surveillance Programa (1997–2008) e a literatura médica para estabelecer os patógenos com maior probabilidade de causar pneumonia hospitalar e PAV. Em todos os estudos, os micro-organismos mais frequentes foram: *Staphylococcus aureus* (28,0%), *Pseudomonas aeruginosa* (21,8%), *Klebsiella* (9,8%), *Escherichia coli* (6,9%), *Acinetobacter* (6,8%) e espécies de *Enterobacter* (6,3).

A importância desses patógenos no ambiente hospitalar aumentou rapidamente nos últimos anos devido a vários fatores, incluindo o aumento de sua frequência como causa das infecções hospitalares, alta mortalidade relacionada à pneumonia hospitalar, especialmente a PAV, deve-se também ao fato de serem normalmente resistente à maioria dos antimicrobianos utilizados na prática médica. De acordo com Sader et. al. (2001, p.69) “a pressão seletiva causada pelo extensivo uso de antimicrobianos de amplo espectro é um dos principais fatores relacionados ao surgimento de colonização e infecção por esses patógenos”.

Segundo as orientações da ANVISA para a prevenção e o controle de infecções relacionadas a assistência à saúde, não há recomendações específicas em relação ao tempo que o circuito deve ficar montado no equipamento de VM, aguardando a internação do paciente (ANVISA, 2017). No entanto, nas análises quantitativas, das amostras da fase 3, encontradas neste estudo, referem-se à circuitos que foram montados nos VM com dias diferentes, sendo 05 dias, 10 dias e 30 dias, foram encontrados valores referentes as cargas microbianas de $2,10 \times 10^2$, $3,80 \times 10^2$ e $8,00 \times 10^2$ respectivamente. Em teoria, sugerem que quanto maior o tempo de montagem dos circuitos estéreis no VM, para aguardar o momento de conectar no paciente, maiores serão os riscos de contaminação dos circuitos.

Oliveira, Viana e Damasceno (2013) afirmam que o desenvolvimento de uma infecção não depende somente do quantitativo de UFC, mas, principalmente, das condições e características do indivíduo inoculado, como sua resistência, entretanto, algumas poucas unidades de colônias viáveis adquiridas do ambiente por pacientes vulneráveis podem resultar em infecção.

Outro ponto importante foi que durante a pesquisa, observou-se que a maioria dos circuitos adaptados nos equipamentos de VM, devolvidos pelos setores após

uso, são transportados pelo hospital, para processamento na CE sem o devido acondicionamento e as análises bacteriológicas das amostras positivas foram provenientes de circuitos que estavam condensados.

Durante a VM os circuitos podem tornar-se contaminados com bactérias as quais são capazes de se multiplicar em água, tornando-se, dessa maneira, reservatórios de micro-organismos, contaminando os pacientes seguintes e o meio ambiente (contaminação cruzada). Esta possibilidade pode estar intimamente relacionada com a condensação que se acumula e à passagem de líquidos (ex.: secreções pulmonares) do paciente para os circuitos (ANVISA, 2009).

Esses dados refletem um desafio a ser enfrentado durante a etapa do processamento, sendo importante destacar que falhas na limpeza antes da desinfecção e/ou esterilização dos circuitos respiratórios expõem pacientes a dispositivos contaminados, podendo levá-los a possivelmente desenvolver infecções mais graves, e conseqüentemente, aumentando a média de permanência no hospital. O processamento dos circuitos de VM é uma importante medida de proteção anti-infecciosa e inclui a validação e monitorização de todas as etapas.

De acordo com Lima, Andrade e Haas (2007) a microbiologia tem contribuído no controle de infecção hospitalar ao identificar a origem clonal de bactérias, permitindo correlacionar eventuais fatores, como: colonização e infecção, contaminação ambiental, mudança no padrão de sensibilidade antimicrobiana entre outros.

Este estudo deparou-se com várias limitações, particularmente: não foi possível acompanhar o processo de esterilização por óxido de etileno; não foi realizado um estudo bacteriológico comparativo entre todos os circuitos analisados e à colonização bacteriana dos pacientes submetidos à VM; não foi analisado e nem quantificado a carga microbiana das mãos da equipe hospitalar responsável pela manipulação dos circuitos estéreis e da superfície de contato, como suporte à hipótese que os circuitos tinham sido contaminados por estas fontes. Não foi investigado o perfil de resistência das bactérias isoladas nas diferentes fases e a possível ocorrência de biofilme nesses artigos.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, a avaliação da eficiência do método de processamento mostrou que houve uma redução na quantidade de matéria orgânica total presente nos circuitos, no entanto, demonstrou-se que os circuitos dos ventiladores mecânicos usados no Hospital de Clínicas da UFTM podem abrigar bactérias, apesar do processamento de rotina diária. A causa mais provável para a contaminação microbiológica encontrada nestas traqueias pode ser devido à falta de adesão a medidas de proteção durante as diferentes etapas do processamento, manuseamento ou armazenamento (ANVISA, 2017). Portanto, os resultados sugerem medidas de higiene padrão durante o processamento, remontagem e armazenamento, bem como, uma diminuição em relação ao tempo em que o circuito fica montado, aguardando a internação do paciente, para reduzir os riscos de contaminação.

As infecções nosocomiais apresentam impacto sobre a letalidade hospitalar, duração da internação e custos (PADOVEZE; FORTALEZA, 2014) tornando este tema importante para epidemiologistas e microbiologistas hospitalares. Medidas de prevenção são essenciais, devendo ser implantadas estratégias de controle centrando suas ações na padronização e no treinamento de condutas para a assistência aos pacientes de risco (Freire; Farias; Ramos, 2006) evitando a transmissão de micro-organismos altamente patogênicos para o paciente, através da redução de colonização destes e dos seus reservatórios.

Foram identificados gérmens comuns nas amostras de hemocultura positivas e nos circuitos do equipamento de VM, relevando a importância da aquisição de uma política intra-hospitalar incisiva no combate à infecção, de forma ampla, a todos os prestadores de serviço hospitalar.

De acordo com Palavra et al. (2010) a implementação de sistemas de vigilância epidemiológica locais, permitirá a otimização de uma intervenção que se torna cada vez mais emergente, se considerarmos o peso que a infecção nosocomial assume para os doentes, as instituições e para a sociedade, constituindo um passo qualitativo importante.

Assim, a segurança na prática de reuso dos circuitos dos ventiladores mecânicos tem relação direta com a redução da carga microbiana que assume

importância primordial neste contexto, uma vez que a permanência de micro-organismos pode resultar no risco potencial de transmissão de IH.

O trabalho desenvolvido na CE se constitui de grande relevância frente ao controle de IH. As atividades desenvolvidas nesta unidade contribuem para a redução de eventos adversos. Considerando os principais pontos identificados por essa pesquisa, os enfermeiros da unidade foram capazes de refletir sobre os problemas relacionados com o método de processamento dos circuitos de ventilação mecânica, culminando com um plano de ação com objetivos de melhorar ou resolver tais problemas.

Espera-se com este estudo contribuir para a melhoria do cuidado indireto na CE e nas demais áreas de assistência ao paciente, atentando, assim, para a sua importância no favorecimento do cuidado direto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gerência-Geral de Tecnologia em Serviços e Saúde. Gerência de Investigação e Prevenção das Infecções e dos Eventos Adversos. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde**. Brasília, DF: ANVISA, 2004. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_microbiologia_completo.pdf> Acesso em: 5 fev. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde. Gerência de Vigilância e Monitoramento em Serviços de Saúde. **Medidas de prevenção de infecção relacionada à assistência à saúde**. Brasília, DF: ANVISA, 2017. (Segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde). Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/3507912/Caderno+4+-+Medidas+de+Preven%C3%A7%C3%A3o+de+Infec%C3%A7%C3%A3o+Relacionada+%C3%A0+Assist%C3%A2ncia+%C3%A0+Sa%C3%BAde/a3f23dfb-2c54-4e64-881c-fccf9220c373>>. Acesso em: 5 fev. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde. Unidade de Investigação e Prevenção das Infecções e dos Eventos Adversos. **Infecções do trato respiratório**: orientações para prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde. Elaboração: Luis Fernando Aranha e Luci Correa (coords.). Brasília, DF: ANVISA, 2009. Disponível: <http://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/manual_%20trato_respirat%F3rio.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde. Unidade de Investigação e Prevenção das Infecções e dos Eventos Adversos. **Princípios básicos para limpeza de instrumental cirúrgico em serviços de saúde**. Elaboração: Silma Maria Cunha Pinheiro Ribeiro. Brasília, DF: ANVISA 2009. (Informe Técnico, n.1/09) Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/alertas/2009/informe_tecnico_1.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Microbiologia clínica para o controle de infecção relacionada à assistência à saúde**. Módulo 4: procedimentos laboratoriais: da requisição do exame à análise microbiológica e laudo final. Brasília, DF: ANVISA, 2013. Disponível em: <<https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/item/procedimentos-laboratoriais-da-requisicao-do-exame-a-analise-microbiologica-e-laudo-final>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Microbiologia clínica para o controle de infecção relacionada à assistência à saúde**. Módulo 5: Tecnologia em serviços de saúde: descrição dos meios de cultura empregados nos exames microbiológicos. Brasília, DF: ANVISA, 2013. Disponível em: <<https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/publicacoes/item/tecnologias-em-servicos-de-saude-descricao-dos-meios-de-cultura-empregados-nos-exames-microbiologicos>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

ALCOFORADO, Luciana et al. Trocador de calor e umidade: proteção contra infecções pulmonares? Estudo piloto. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 57-62, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fp/v19n1/11.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ALVES, Ludmilla Nogueira Santos et al. Hemoculturas: estudo da prevalência dos microorganismos e o perfil de sensibilidade dos antibióticos utilizados em unidade de terapia intensiva. **J. Health Sci. Inst.**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 44-47, 2012. Disponível em: <https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2012/01_jan-mar/V30_n1_2011_p44-47.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ANDERS, Patrícia Staciari; TIPPLE, Ana clara Ferreira Veigas; PIMENTA, Fabiana Cristina. Kits para aerossol em um serviço de saúde: uma análise microbiológica após reprocessamento. **Rev. Esc. Enferm. USP**, v. 42, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v42n2/a09.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ARABI, Yaseen et al. Ventilator-associated pneumonia in adults in developing countries: a systematic review. **Int. J. Infect. Dis.**, v. 12, n. 5, p. 505-512, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2008.02.010>

ARAI, Luiza Alves de Castro; AZEVEDO, Ricardo Bento. Contaminação do aparelho de anestesia por agentes patógenos. **Rev. Bras. Anesthesiol.**, v. 61, n. 1, p. 59-59, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rba/v61n1/v61n1a06.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2018

ARANHA, Sylvia Carolina et al. Estudo comparativo entre traqueostomia precoce e tardia em pacientes sob ventilação mecânica. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 444-449, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v19n4/a07v19n4>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

BAJAY, Helena Maria; FURCOLIN Márcia Inês Rodrigues; ROGANTE Maria Marilene. Papel da enfermagem na ventilação mecânica. In: _____. **Assistência ventilatória mecânica**. São Paulo: EPU, 1991. cap. 6, p. 94.

BAJAY, Helena Maria; FURCOLIN Márcia Inês Rodrigues; ROGANTE Maria Marilene. **Assistência ventilatória mecânica**. São Paulo: EPU, 1991.

BARBAS, Carmen Silva Valente et al. Recomendações brasileira de ventilação mecânica 2013. Parte I. **Rev Bras Ter. Intensiva**, v. 26, n. 2, p. 89-121, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v26n2/0103-507X-rbti-26-02-0089.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

BATISTA, Miranildes de Abreu; ALCÂNTARA, Erikson Custódio; PAULA, Lilian Khellen Gomes de. Central de Ventiladores Mecânicos: Organização, Segurança e Qualidade. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 450-455, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v19n4/a08v19n4.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BOLICK, Diana et al. Entenda o que é infecção. Tradução Carlos Henrique Cosendey, revisão técnica Maria Isabel Sampaio Carmagnani. In: _____. **Segurança e controle de infecção**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2000. cap. 3, p. 79-123.

BONE, Roger; EUBANKS, David. The basis and basics of mechanical ventilation. **Dis. Mon.**, v. 37, n. 6, p. 321-406, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/001150299190002S>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC Nº 15, de 15 de março de 2012**. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. [Brasília, DF, 2012]. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Adolfo Lutz. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de Salmonella spp.: diagnóstico laboratorial do gênero Salmonella**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf>> Acesso em: 23 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.616/MS/GM, de 12 de maio de 1998**. Expede, na forma dos anexos I, II, III, IV e V, diretrizes e normas para a prevenção e o controle das infecções hospitalares. Brasília, DF, p. 29, 1998. (Série A. Normas e manuais técnicos). Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1998/prt2616_12_05_1998.html>. Acesso em: 23 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação-Geral das Unidades Hospitalares Próprias do Rio de Janeiro. Divisão de Controle de Infecção Hospitalar. Divisão de Enfermagem. **Orientações gerais para central de esterilização**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001. (Série A. Normas e manuais técnicos, n. 108) Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_gerais_central_esterilizacao_p1.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2018.

BYDLOWSKI, S. P.; DOUGLAS, C. R, Fisiologia da mecânica ventilatória. In: DOUGLAS, Carlos Roberto. **Tratado de fisiologia aplicada às ciências médicas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap. 28, p. 338-354.

BUTURI, Ediani Pinho et al. Avaliação da eficiência de detergente enzimática na remoção de lipídios presentes em embalagens de produtos cárneos. **Rebrapa**. v. 5, n. 3, p. 8-15, 2014.

CALIL, Saide Jorge; TEIXEIRA, Marilda Solon. **Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1998. 124 p.

CANDÉ, Tchernó Aliu et al. Influência da limpeza na esterilidade de tubos de silicone: estudo quase experimental. **J. Nurs.** v. 10, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/view/3696/1040>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CARATTO, Valentina et al. Atividades antibacteriana de tubos endotraqueais revestidos com dióxido de titânio padrão e dopados com nitrogênio: um estudo in vitro. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, v. 29, n. 1, p. 55-62, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v29n1/0103-507X-rbti-29-01-0055.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2018.

CARDOSO, Lenon et al. Intubação orotraqueal prolongada e a indicação de traqueostomia. **Rev. Fac. Cienc. Med. Sorocaba**, Sorocaba, v. 16, n. 4, p. 170-173, 2014. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/18202/pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

CARRARA, Dirceu et al. A desinfecção de endoscópios com ácido peracético por dez minutos é efetiva? **Rev. SOBECC**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 38-46, 2013. Disponível em: <http://www.sobecc.org.br/arquivos/artigos/2014/pdfs/revisao-de-leitura/Ano18_n4_out_dezet2013-6.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.

CARVALHO, Carlos Roberto Ribeiro de; TOUFEN JUNIOR, Carlos; FRANCA, Suelene Aires. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **J. Bras. Pneumol**, Brasília, DF, v. 33, p. S54-S70, 2007. Supl. 2. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v33s2/a02v33s2.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

CARVALHO, Renan Henrique de et al. Sepsis, sepsis grave e choque séptico: aspectos clínicos, epidemiológicos e prognóstico em pacientes de Unidade de Terapia Intensiva de um Hospital Universitário. **Rev Soc Bras Med Trop.**, Uberaba, v. 43, n. 5, p. 591-593, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v43n5/v43n5a25.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

CARVALHO, Carlos Roberto Ribeiro de. **Ventilação mecânica**. São Paulo: Atheneu, 2006. v. 1 (Série: Clínicas brasileiras de medicina intensiva, ano 5, v. 8, 2000)

CHICAYBAN, Luciano Matos et al. Bundles de prevenção de pneumonia associada à ventilação mecânica: a importância da multidisciplinaridade. **Persp. Online: biol & saúde**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 25, p. 25-35, 2017. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/biologicas_e_saude/article/view/1200/934>. Acesso em: 20 out.2017.

CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA DO ESTADO DE SÃO PAULO- CREMESP; MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO- MPSP. **O controle da infecção hospitalar no Estado de São Paulo**. São Paulo: CRMSP; MPSP, 2010. 164 p. Disponível em: <http://ccihadm.med.br/legislacao/Controle_de_infecoes_hospitalares_no_Estado_de_Sao_Paulo.pdf>. Acesso em: 22 out. 2017.

COSTA, Eliana Auxiliadora Magalhães et al. Reprocessamento de produtos médicos: uma proposta de modelo regulatório para hospitais brasileiros. **Rev. Esc. Enferm. USP**, São Paulo, v. 45, n. 6, p. 1459-1465, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n6/v45n6a26.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

CUNHA, Sérgio da. Ventilação mecânica: métodos convencionais. **Rhupe.**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 85-91, 2013. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/7534>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

DALMORA, Camila Hubner et al. Definindo pneumonia associada à ventilação mecânica: um conceito em (des) construção. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 81-86, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v25n2/v25n2a04.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

DAMASCENO, Moyzes Pinto Coelho Duarte et al. Ventilação mecânica no Brasil: aspectos epidemiológicos. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v18n3/v18n3a02>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

DANCER, Stephanie J. Importance of the environment in meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* acquisition: the case for hospital cleaning. **Lancet Infect. Dis.**, Nova York, v. 8, p. 101-113, 2008. Disponível em: <<http://www.cleaning-for-health.org/files/2011/08/the-importance-of.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

DAVID, Cid Marcos Nascimento. Infecção em UTI. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 31, p. 337-348, 1998. Disponível em: <<http://www.cleaning-for-health.org/files/2011/08/the-importance-of.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

DAVIN-REGLIA, Anne; PAGÈS, Jean Marie. Enterobacter aerogenes and Enterobacter cloacae: versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. **Front. Microbiol.**, v. 6, p. 392, 2015. Disponível em: <www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2015.00392/full>. Acesso em: 18 jan. 2018.

DUARTE, Péricles Almeida Delfino Duarte et al. Epidemiologia, estratégias e evolução de pacientes submetidos à ventilação mecânica. **Rev. Bras. Clin. Med.**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 302-307, 2012. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2012/v10n4/a3029.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

DX 3012, MANUAL de operação: ventilador DIXTAL. Responsável técnico: Eng. Rafael Holz hacker. São Paulo: DIXTAL Biomédica Ind. e Com. Ltda. [201-]. Disponível em: <[http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL\[28586-2-4\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL[28586-2-4].PDF)> Acesso em: 22 fev. 2018.

EVANGELISTA, Síntia de Souza. **Limpeza manual x limpeza automatizada: uma análise de carga microbiana de instrumentais cirúrgicos após o uso clínico em cirurgias do aparelho digestivo**. 2014. 111 f. Dissertação (mestrado saúde e

enfermagem) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Enfermagem, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.enf.ufmg.br/pos/defesas/813M.PDF>>. Acesso em: 6 jan. 2018.

FAUSTINO, Eduardo Antônio. Mecânica pulmonar de pacientes em suporte ventilatório na unidade de terapia intensiva: conceitos e monitorização. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, v. 19, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v19n2/a04v19n2.pdf>>. Acesso em: 2 jan. 2018.

FERNANDES, Antonio Tadeu (Ed. chefe) et al. **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde**. São Paulo: Atheneu, 2000. v. 1.

FERREIRA, Elenice Gomes et al. Prevalência de pneumonia associada à ventilação mecânica por meio de análise das secreções traqueobrônquicas. **Rev. Rene**, v. 18, n. 1, p. 114-120, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/19223/29940>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

FORNAZIER, Carlos et al. Abordagem de vigilância sanitária de produtos para saúde comercializados no Brasil: ventilador pulmonar. **BIT - Boletim Informativo de Tecnovigilância**, Brasília, DF, n. 3, jul./ago./set. 2011. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/boletim_tecno/boletim_tecno_novembro_2011/PDF/Microsoft%20Word%20-%20BIT%204%20VENT%20PULMONAR%202011%20-%20MATRIZ_FINAL%20-%20%20%2022112011.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2018.

FONO HOSPITALAR. **Traqueostomia**. Salvador, Bahia, 2010. Disponível em: <<http://fonohospitalarfja.blogspot.com/2010/11/teste-do-blue-dye.html/>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

FREIRE, Izaura Luzia Silvério; FARIAS, Glaucea Maciel de; RAMOS, Cristiane da Silva. Prevenindo pneumonia nosocomial: cuidados da equipe de saúde ao paciente em ventilação mecânica invasiva. **Rev. Eletr. Enf.** v. 8, n. 3, p. 377-397, 2006. Disponível em: <https://www.fen.ufg.br/revista/revista8_3/v8n3a09.htm>. Acesso em: 11 fev. 2018.

FREEMAN, Jonathan; MCGOWAN Jr, John. Risk factors for nosocomial infections. **J. Inf. Dis.**, Atlanta, Georgia, v. 138, n. 6, p. 811-819, 1978. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.878.3364&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2018.

GALVÃO, A. M. et al. Estudo comparativo entre os sistemas de umidificação aquoso aquecido e trocador de calor e de umidade na via aérea artificial de pacientes em ventilação mecânica invasiva. **Rev. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 10, n. 3, p. 303-308, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v10n3/31949.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

GEILICH, Benjamin M.; WEBSTER, Thomas J. Reduced adhesion of *Staphylococcus aureus* to ZnO/PVC nanocomposites. **Int. J. Nanomedicine**, Boston, v. 8, p. 1177-1184, 2013. Disponível em:

<<https://www.dovepress.com/reduced-adhesion-of-staphylococcus-aureus-to-zn-opvc-nanocomposites-peer-reviewed-article-IJN>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

GIL-PEROTIN, Sara et al. Implications of endotracheal tube biofilm in ventilator-associated pneumonia response: a state of concept. **Crit. Care**, v. 16, n. 3, p. 2-8, 2012. Disponível em: <<https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/cc11357>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

GOLDWASSER, Rosane. (Coord.). Desmame e interrupção da ventilação mecânica. In: CONSENSO BRASILEIRO DE VENTILAÇÃO MECÂNICA, 3., 2007. **J. Bras. Pneumol.**, Brasília, DF, v. 33, Supl. 2, p. 128-136, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v33s2/a08v33s2.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

GRAZIANO, Kazuko Uchikawa; SILVA, Arlete; BIANCHI, Estela Regina Ferraz. Limpeza, desinfecção, esterilização de artigos e anti-sepsia. In: FERNANDES, Antonio Tadeu (Ed. chefe), et al. **Infecção hospitalar e suas interfaces na área da saúde**. São Paulo: Atheneu, 2000. cap 11, p. 266-305.

GRIEP, Rubens. **Validação e Qualificação dos Processos de Limpeza Mecânica e Termodesinfecção dos Artigos de Nebulização em Lavadora Automática Convencional**. 2004. 111p. Monografia do Curso de Especialização em Enfermagem com Ênfase em Centro Cirúrgico - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2004. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/premio2004/especializacao/MonografiaRubensGriep.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2018.

GUERRA, Leonardo Mousinho et al. Processamento dos materiais médico-hospitalares: uma revisão bibliográfica sobre a eficácia da esterilização. **Rev. Epidemiol. Control. Infect.**, Santa Cruz do Sul, RS, v. 3, n. 2, p. 62-66, 2013. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/epidemiologia/article/download/2959/2786>>. Acesso em: 14 maio 2018.

GUILARDE, Adriana Oliveira et al. Bacteremias em pacientes internados em hospital universitário. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 34-38, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v53n1/16.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

HAMED, Hala et al. Ventilation and ventilators in the ICU: what very intensivists must know. **Curr. Anaesth. Crit. Care**, Cairo, Egypt, v. 17, p. 77-83, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953711206000858>>. Acesso em: 6 maio 2018.

HINRICHSEN, Sylvania Lemos. Tecnovigilância e o controle de infecções, qualidade uma rotina necessária. **Prat. Hosp. Recife**, v. 9, n. 50, p. 135-144, 2007. Disponível em: <<http://www.nascecme.com.br/artigos/Dr%20Sylvia%20Lemos.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

JADHAV, Savita et al. The microbial colonization profile of respiratory devices and the significance of the role of disinfection: a blinded study. **JCDR**, v. 7, n. 6, p. 1021–1026, 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3708189/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

JONES, Ronald. Microbial etiologies of hospital-acquired bacterial pneumonia and ventilator associated bacterial pneumonia. **Clin. Infect. Dis.**, v. 51, p. S81–S87, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/cid/article/51/Supplement_1/S81/421244>. Acesso em: 30 abr. 2018.

LACERDA, Rúbia; EGRY, Emilio Yoshikawa. As infecções hospitalares e sua relação com o desenvolvimento da assistência hospitalar: reflexões para análise de suas práticas atuais de controle. **Rev. Latino-Am.** Ribeirão Preto, v. 5, n. 4, p. 13-23, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v5n4/v5n4a03.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

LIMA, Mery Ellen; ANDRADE, Denise de; HAAS, Vanderlei José. Avaliação prospectiva da ocorrência de infecção em pacientes críticos de unidade de terapia intensiva. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 342-347, 2007. Disponível em: <rbti.org.br/exportar-pdf/v19n3a13.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

LIMA, Jailton Lobo da Costa et al. Analysis of biofilm production by clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa* from patients with ventilator-associated pneumonia. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 310-316, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbti/v29n3/en_0103-507X-rbti-20170039.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

LOPES, Juralise de Sousa Campos Lopes et al. Preditores de falha de extubação em unidade de terapia intensiva: uma revisão de literatura. **RPF**, v. 6, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.repositorio.bahiana.edu.br/jspui/bitstream/bahiana/304/1/Preditores%20de%20falha%20de%20extuba%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

LORENZETTI, Jorge et al. Tecnologia, inovação tecnológica e saúde: uma reflexão necessária. **Texto Contexto Enferm.**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 432-9, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v21n2/a23v21n2.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

LOSS, Sergio Henrique et al. A realidade dos pacientes que necessitam de ventilação mecânica prolongada: um estudo multicêntrico. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, v. 27, n. 1, p. 26-35, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v27n1/0103-507X-rbti-27-01-0026.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MANUAL de operação: ventilador DENVER . Responsável técnico: Eng. Mauricio Chiarioni. São Bernardo do Campo: K. Takaoka Indústria e Comércio, 2008. cap. 11, p. 46. Disponível em: <[http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL\[7007-2-2\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/REL/REL[7007-2-2].PDF)>. Acesso em: 22 fev. 2018.

MATSUMOTO, Cristianne Kayoko et al. Rapid tests for the detection of the *Mycobacterium abscessus* subsp. *bolletii* strain responsible for an epidemic of surgical-site infections in Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 107, n. 8, p. 969-977, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mioc/v107n8/02.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

MELO, Aline Siqueira; ALMEIDA, Renan Murta Soares de; OLIVEIRA, Cláudio Dornas de. A mecânica da ventilação mecânica. **Rev. Méd. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 24, p. 43-48, 2014. Disponível em: <rmmg.org/exportar-pdf/1679/v24s8a07.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2018.

MEDEIROS, Ana Irene Carlos de; SILVA, Lailane Saturnino da; BASTOS, Vasco Pinheiro Diógenes. Perfil clínico e índices preditivos de desmame de pacientes extubados em uma unidade de terapia intensiva de Fortaleza, CE. **ASSOBRAFIR Ciência**, v. 6, n. 3, p. 33-42, 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/rebrafis/article/view/21110/17881>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

MORAES, Fernanda Cortez; PEREIRA, Pâmela Camila; OLIVEIRA, Luís Henrique Sales. Estratégias fisioterapêuticas na prevenção da pneumonia associada à ventilação mecânica. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 31, p. 123-130, 2016. Disponível em: <revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/302/482>. Acesso em: 13 jan. 2018.

MOREIRA, Daniela Gurjão. **Colonização bacteriana em circuitos de ventilação mecânica em UTI pediátrica**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) -- Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.fcmsantacasasp.edu.br/wp-content/uploads/dissertacoes-e-teses/ciencias-da-saude/2013_Daniela_Gurjao_Moreira.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2018.

MOTA, Écila et al. Incidência da pneumonia associada à ventilação mecânica em unidade de terapia intensiva. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 50, p. 39-46, 2017. Disponível em: <<http://revista.fmrp.usp.br/2017/vol50n1/AO5-Incidencia-da-pneumonia-associada-a-ventilacao-mecanica-em-UTI.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2018

MUNIZ, Yasmin de Azevedo et al. Estratégias de desmame da ventilação mecânica em uma unidade de terapia intensiva. **ASSOBRAFIR Ciência**.v. 6, n. 1, p.31-39, 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/rebrafis/article/view/19923/16188>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

MURPHY, P. M.; FITZGEORGE, R. B.; BARRETT, R. F. Viability and distribution of bacteria after passage through a circle anaesthetic system. **Br. J. Anaesth.**, v. 66, n. 3, p. 300-304, 1991. Disponível em: <[https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007-0912\(17\)48166-9](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007-0912(17)48166-9)>. Acesso em: 4 abr. 2018.

NARDELLI, Liliane M. et al. Entendendo os mecanismos determinantes da lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 469-474, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v19n4/a11v19n4.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018

NASCIMENTO, Maria Elisa Brum do et al. Pneumonia associada à ventilação mecânica e uso de procedimentos invasivos. **RBTI**, Recife, v. 8, n. 2, p. 3616-3623, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ean/v18n2/1414-8145-ean-18-02-0290.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2018

NETO, Maximino B. Ensaio microbiológicos em produtos médicos submetidos à esterilização.

NSEIR, Saad et al. Impact of appropriate antimicrobial treatment on transition from ventilator-associated tracheobronchitis to ventilator-associated pneumonia. **Crit. Care**, v. 18, p. R129 [1-8], 2014. Disponível em: <<https://ccforum.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/cc13940>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

NEMER, Sérgio Nogueira; BARBAS, Carmen Silva Valente. Parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica. **J. Bras. Pneumol.**, v. 37, n. 5, p. 669-679, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v37n5/v37n5a16>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

OLIVEIRA, Adriana Cristina et al. Infecções relacionadas à 'assistência em saúde e gravidade clínica em uma unidade de terapia intensiva. **Rev. Gaúcha Enferm.**, Porto Alegre, v. 33, n. 3, p. 89-96, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rgenf/v33n3/12.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

OLIVEIRA, Adriana Cristina de; DAMASCENO, Quésia Souza. Superfícies do ambiente hospitalar como possíveis reservatórios de bactérias resistentes: uma revisão. **Rev. Esc. Enferm. USP.**, Belo Horizonte, v.44, n. 4, 1118-1123, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v44n4/38.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

OLIVEIRA, Adriana Cristina; VIANA, Roberta El Hariri; DAMASCENO, Quésia Sousa. Contaminação de colchões hospitalares por microorganismos de relevância epidemiológica: uma revisão integrativa. **J. Nurs. UFPE**, Recife, v. 7, n. 1, p. 236-245, jan. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/download/10227/10817>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

OLIVEIRA, Adriana Cristina de; VIANA, Roberta El Hariri. Adenosina trifosfato bioluminescência para avaliação da limpeza de superfícies: uma revisão integrativa. **Rev. Bras. Enferm.**, Brasília, v. 67, n. 6, p. 987-993, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reben/v67n6/0034-7167-reben-67-06-0987.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

OLIVEIRA, Luiz Rogerio de Carvalho et al. Importância da aplicação de um protocolo de desmame ventilatório na prática clínica diária em uma unidade de terapia intensiva. **Arq. Med. Hosp. Fac. Cienc. Med. Santa Casa São Paulo**, São Paulo, v. 60, p. 101-110, 2015. Disponível em:

<<http://arquivosmedicos.fcmsantacasasp.edu.br/index.php/AMSCSP/article/view/138/144>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

PALAVRA, Filipe et al. Infecção associada aos cuidados de saúde problema emergente num serviço de neurologia. **Acta. Med. Port**, Coimbra, v. 23, n.4, p. 613-624, 2010. Disponível

em:<<https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/695/373>>. Acesso em: 20 jul. 2018

PÁDUA, Adriana Ignácio de; MARTINEZ, José Antônio Baddini. Modos de assistência ventilatória. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 34, p. 133-142, 2001.

Disponível em:

<http://revista.fmrp.usp.br/2001/vol34n2/modos_assistencia_ventilatoria.pdf>.

Acesso em: 23 jul. 2018.

PADOVEZE, Maria Clara; FORTALEZA, Carlos Magno Castelo Branco. Infecções relacionadas à assistência à saúde: desafios para a saúde pública no Brasil. **Rev. Saúde Públ.**, São Paulo, v. 48, n. 6, p. 995-1001, jun. 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v48n6/pt_0034-8910-rsp-48-6-0995.pdf>.

Acesso em: 11 jul. 2018.

PELCZAR Jr.; Michael et al. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996. v. 2.

PEREIRA, Milca Severino et al. A infecção hospitalar e suas implicações para o cuidar da enfermagem. **Texto Contexto Enferm.**, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 250-257, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v14n2/a13v14n2.pdf>>.

Acesso em: 14 jul. 2018.

PHYSIOMED INOVAÇÃO EM SAÚDE. **Kit endotraqueal**. São Paulo, [201-].

Disponível em: <<http://physiomed.com.br/solucoes/kit-endotraqueal/>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

POTTIER, Véronique et al. Overview of adverse events related to invasive procedures in the intensive care unit. **Am. J. Infect. Control**, v. 40, n. 3, p. 241-246, 2012. Disponível em: <[https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553\(11\)00326-9/pdf](https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553(11)00326-9/pdf)>. Acesso em: 2 mar. 2018.

PRAVIN CHARLES, Marie Victor et al. Ventilator-associated pneumonia. **AMJ**, Canada, v. 7, n. 8, p. 334–344, 2014. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157153/pdf/AMJ-07-334.pdf>>.

Acesso em: 18 jun. 2018.

RELATED KEYWORDS & SUGGESTIONS. **Bennet Ma-1 Ventilator**. [201-].

Disponível em:

<<http://www.keywordsdoctor.com/YmVubmV0dCBtYS0xIHZlbnRpbGF0b3I/>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

RELLO, Jordi et al. Value of routine microbial investigation in ventilator-associated pneumonia. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 156, p. 196–200, 1997.

Disponível em:

<<https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm.156.1.9607030#readcube-epdf>>. Acesso em: 2 mar. 2018.

RESENDE, M. M. et al. Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in northern Brazil: an analytical descriptive prospective cohort study. **BMC Infect. Dis.**, v. 13, p. 119, 2013. Disponível em:

<<https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2334-13-119>>.

Acesso em: 1 jul. 2018.

RICARD, Jean-Damien et al. Physicians' attitude to use heat and moisture exchangers or heated humidifiers: a Franco-Canadian survey. **Intensive Care Med.**, v. 28, p. 719-725, 2002. Disponível em:

<<http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/57/316->

[_PhysiciansY_attitude_to_use_heat_and_moisture_exchangers_or_heated_humidifiers_-_a_Franco-Canadian_survey.pdf](http://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/57/316-PhysiciansY_attitude_to_use_heat_and_moisture_exchangers_or_heated_humidifiers_-_a_Franco-Canadian_survey.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2018.

RODRIGUES, Pedro Mendes de Azevedo et al. Pneumonia associado à ventilação mecânica: epidemiologia e impacto na evolução clínica de pacientes de unidade de terapia intensiva. **J. Bras. Pneumol.**, São Paulo, v. 35, n. 11, p.1084-1091, 2009.

Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v35n11/v35n11a05.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2018.

ROURE, Renan Magalhães de. **Avaliação da confiabilidade de respiradores volumétricos em unidades de saúde do município do Rio de Janeiro**. 2005.

84 f. p. 13. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) -- Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.peb.ufrj.br/teses/Tese0013_2005_05_31.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

RUTALA, William Anthony; WEBER, David. Disinfection and sterilization: an overview. **Am. J. Infect. Control.**, v. 41, p. S2-S5, 2013. Disponível em:

<<http://hica.jp/cdcguideline/dsguide.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SADER, Hélio et al. Perfil de sensibilidade a antimicrobianos de bactérias isoladas do trato respiratório baixo de pacientes com pneumonia internados em hospitais brasileiros: resultados do Programa SENTRY, 1997 e 1998. **J. Pneumol.**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 59-67, 2001. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/jpneu/v27n2/9234.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SANTOS, Maria Valdenice Lopes dos; COSTA, Janaína Anchieta. Processamento de artigos para terapia ventilatória: revisão da literatura nacional. **Rev. SOBECC**, São Paulo, p. 87-91, 2014. Disponível em:

<http://www.sobecc.org.br/arquivos/artigos/2015/pdfs/site_sobecc_v19n2/05_sobecc_v19n2.pdf >. Acesso em: 14 jul. 2018.

SCHMIDT, Denise Rodrigues Costa; YONEKURA, Christiane Sayuri Ito; GIL, Rosineide Feres. Instrumento para avaliação de detergentes enzimáticos. **Rev. Esc. Enferm. USP.**, v. 42, n. 2, p. 282-289, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v42n2/a10.pdf> >. Acesso em: 11 ago. 2018.

SEABRA, Eveline Reinaldo et al. Avaliação da qualidade microbiológica da água utilizada nos umidificadores em oxigenoterapia. **Rev. Univ. Vale Rio Verde**, Três Corações, v. 10, n. 1, p. 147-155, 2012. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5033124.pdf> >. Acesso em: 1 ago. 2018.

SERAFIM, Silvia Dubou et al. Coleta de secreção traqueal: estudo comparativo de técnicas. **Saúde (Santa Maria)**, v. 41, n. 1, p. 57-64, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/11376/pdf> >. Acesso em: 2 mar. 2018.

SILVA, Mônica Valero; PINTO, Terezinha de Jesus A. Reutilização simulada de produtos médico-hospitalares de uso único, submetidos à esterilização com óxido de etileno. **Rev. Bras. Ci. Farm.**, São Paulo, v. 41, n. 2, abr./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v41n2/28037.pdf> >. Acesso em: 14 ago. 2018.

SILVA, Sabrina Guterres da; NASCIMENTO, Eliane Regina Pereira do; SALLES, Raquel Kuersten de. Pneumonia associada à ventilação mecânica: discursos de profissionais acerca da prevenção. **Esc. Anna Nery Rev. Enferm.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 290-295, abr./jun. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/1277/127730686016.pdf> >. Acesso em: 17 jan. 2018.

SILVA, Joel Rocha da et al. Análise da presença de bactérias em bebedouros de uma instituição de ensino superior do município de Anápolis- Goiás. **Cienc. Biol. Agrar. Saúde**, v. 20, n.1, p. 11-15, 2016. Disponível em: <<http://pgskroton.com.br/seer/index.php/ensaioeciencia/article/view/3846/3203>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

SUNDIN, Mônica Saladini; NETO, Vicente Machado. Esterilização à óxido de etileno: uma revisão. Disponível em: < <http://www.sbeb.org.br/site/wp-content/uploads/XXIIICBEB2012Vol3.pdf> >. Acesso em: 10 mar. 2018.

TRENTIN, Danielle da Silva; GIORDANI, Raquel Brandt; MACEDO, Alexandre José. Biofilmes bacterianos patogênicos: aspectos gerais, importância clínica e estratégias de combate. **Rev. Liberato**, Novo Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 113-238, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260544548_Biofilmes_bacterianos_patog%C3%A9nicos_Aspectos_gerais_importancia_clinica_e_estrategias_de_combate >. Acesso em: 2 mar. 2018

TUON, Felipe et al . Risk factors for KPC-producing *Klebsiella pneumoniae* bacteremia. **Braz. J. Infect. Dis.**, Salvador, v. 16, n. 5, p. 416-419, 2012. Disponível em: <<https://ac.els-cdn.com/S1413867012001201/1-s2.0-S1413867012001201->

main.pdf?_tid=611a68b7-b188-4f83-b57d2103888773b&acdnat=1535119955_2356dcccef8fd42e54a2e661590465b4>. Acesso em: 9 jul. 2018

VERMELHO, Alane Beatriz et al. **Práticas de microbiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

VIEIRA, Francisco Cleber Sousa; NAHAS, Ely. Quantificação de bactérias totais e esporuladas no solo. **Sci. Agric.**, v. 57, n. 3, p. 539-545, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v57n3/2688.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2018

VOLKART, Priscylla Andrade; SPAGIARI, Matheus Souza; BIZANI, Delmar. Avaliação da susceptibilidade e resistência bacteriana aos agentes controladores do crescimento de uso hospitalar e industrial. **Arq. Cienc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 20, n. 1, p. 25-32, 2017. Disponível em: <<http://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/5729/3392> >. Acesso em: 2 mar. 2018.

WINN Jr., Washington C. et al. Introdução à microbiologia: parte I: o papel do laboratório de microbiologia no diagnóstico das doenças infecciosas: orientações para a prática e conduta. In: _____. **Koneman - Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. cap.1, p. 1-66.

YAMANAKA, Caroline Setsuko et al. Intubação orotraqueal: avaliação do conhecimento médico e das práticas clínicas adotadas em unidades de terapia intensiva. **Rev. Bras. Ter. Intensiva**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 103-111, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v22n2/a02v22n2.pdf> >. Acesso em: 20 jan. 2018.

ZUÑIGA, Quênia Gonçalves Pinheiro. **Ventilação mecânica básica para enfermagem**. São Paulo: Atheneu, 2004, 92 p.

ZURITA, Jeannete; MEJIA, Carlos; GUZMAN-BLANCO, Manuel. Diagnóstico e teste de sensibilidade para *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina na América Latina. **Braz. J. Infect. Dis.**, Salvador, v. 14, n. 2, p. 97-106, 2010. Suplementar. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjid/v14s2/v14s2a05.pdf> >. Acesso em: 12 jan. 2018.

ZURITA, Jeannete; MEJIA, Carlos; GUZMAN-BLANCO, Manuel. Diagnóstico e teste de sensibilidade para *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina na América Latina. **Braz. J. Infect. Dis.**, Salvador, v. 14, Supl. 2, p. S97-S106, Dec. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjid/v14s2/v14s2a05.pdf> >. Acesso em: 13 jan. 2018.

Anexo

ANEXO 1 Autorização do projeto de pesquisa



Mem. nº198/2017/GEP/HC/UFTM.

Em 05 de setembro de 2017.

À **Prof. Dra. Mônica Hitomi Okura**

Assunto: Autorização de projeto de pesquisa

1. Acusamos o recebimento de sua solicitação para realizar de projeto de pesquisa intitulado: “AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM CIRCUITO DOS RESPIRADORES MECÂNICOS NO ÂMBITO HOSPITALAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO”, juntamente com a documentação abaixo descrita:

- Formulário eletrônico da Gerência de Ensino e Pesquisa preenchido (PDF);
- Carta de ciência do Setor/Unidade-HC/UFTM/Filial Ebserh, onde será

realizada a pesquisa.

2. Em vista disso, damos também o nosso “de acordo”, desejando pleno êxito em sua pesquisa, ressaltando que:

- O projeto somente poderá ser iniciado após aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, cuja cópia do parecer deverá ser encaminhada a esta Gerência.
- Envio de relatórios parcial(is) (semestral) e final a contar da data de registro na GEP.
- Os relatórios devem ser preenchidos no formulário online: <https://goo.gl/forms/OlinSeAWIXfcmZTL2>
- É necessário apresentar, quando solicitado, o documento de registro do projeto ao(s) setor(es) do HC em que a pesquisa será realizada. Este documento será enviado a Vsa. após a submissão no CEP e encaminhamento para esta Gerência do número CAAE e situação do projeto(em análise, aprovado, reprovado ou retirado).

Atenciosamente,

Prof. Dr. Dalmão Correia Filho
Gerente de Ensino e Pesquisa/HC/UFTM-EBSERH- filial

Dr. Dalmão Correia Filho
Gerente de Ensino e Pesquisa
HC-UFTM