

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ANA PAULA POLETTO

EFEITO DO ÁCIDO PERACÉTICO SOBRE A ADESÃO MICROBIANA E AS
PROPRIEDADES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS

Porto Alegre
2015

ANA PAULA POLETTO

EFEITO DO ÁCIDO PERACÉTICO SOBRE A ADESÃO MICROBIANA E AS
PROPRIEDADES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Prof^a. Dra. Susana Maria Werner Samuel

Porto Alegre
2015

CIP - Catalogação na Publicação

POLETTI, ANA PAULA
EFEITO DO ÁCIDO PERACÉTICO SOBRE A ADESÃO
MICROBIANA E AS PROPRIEDADES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS
/ ANA PAULA POLETTI. -- 2015.
29 f.

Orientadora: SUSANA MARIA WERNER SAMUEL.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2015.

1. Ácido peracético . 2. Respiração artificial.
3. Pneumonia associada à ventilação mecânica. 4.
Desinfecção. I. SAMUEL, SUSANA MARIA WERNER, orient.
II. Título.

A DEUS,

por permitir todos os acontecimentos bons da minha vida.

A meus pais, José e Eloí,

pelo amor incondicional, paciência e incentivo de todas as maneiras. Por acreditarem em mim e serem meu porto seguro.

À minha irmã, Patrícia

por todo companheirismo e amizade. Por ser um dos meus exemplos de vida e responsável juntamente com meus pais pela minha formação pessoal.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora **Prof^a. Dra. Susana Maria Werner Samuel**, por me orientar, sempre disposta a me ajudar e, principalmente, por me guiar sempre pelos melhores caminhos.

Ao Dr. **Fernando Portella** por sua prontidão em ajudar, disponibilidade e dedicação com o trabalho.

Aos professores **Dr. Rodrigo Alex Arthur** e **Dra. Deise Ponzoni** por participarem do trabalho compartilhando seus conhecimentos e estarem sempre dispostos a auxiliar e sanar minhas dúvidas.

Ao grupo **PET-Odontologia** pelo auxílio no decorrer do trabalho.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

POLETTTO, Ana Paula. **Efeito do ácido peracético sobre a adesão microbiana e as propriedades de tubos endotraqueais**. 2015. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do número de imersões em ácido peracético na colonização bacteriana, na composição química, na rugosidade e na capacidade de recuperação após a deformação de tubos endotraqueais. Quatro tubos foram submetidos a sucessivas imersões em ácido peracético, constituindo quatro grupos: um controle (esterilizado pelo fabricante) e outros submetidos a uma, duas ou três imersões, de forma a simular o reprocessamento dos tubos. Os ensaios realizados foram: espectroscopia de infravermelho, rugosidade superficial, deformação da luz do tubo após compressão e colonização por *Staphylococcus aureus*. O número de imersões (reprocessamento) não influenciou a colonização dos tubos por *Staphylococcus aureus* ($p=0,235$), nem a composição química, nem a rugosidade ($p=0,621$). Além disso, não houve diferença na capacidade do tubo recuperar-se após deformação ($p=0,633$). O reprocessamento por até três vezes não traz prejuízo às propriedades do material e não aumenta a colonização bacteriana na superfície dos tubos.

Palavras-chave: Ácido peracético. Respiração artificial. Pneumonia associada à ventilação mecânica. Desinfecção

ABSTRACT

POLETTTO, Ana Paula. **Effect of peracetic acid on microbial adhesion and on properties of endotracheal tubes**. 2015. 29f. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

The aim of this study to evaluate the influence of repeated immersions in peracetic acid on bacterial colonization and characteristics of endotracheal tubes. Four tubes were submitted to successive immersions in peracetic acid, forming four groups: control (sterilized by manufacturer) and other submitted to one, two or three immersions, to simulate reprocessing of tubes. Staphylococcus aureus colonization, chemical changes and roughness of samples surfaces were evaluated. Dimensional recovery of tubes after loaded until lumen collapse was assessed. Reprocessing with peracetic acid did not influence the Staphylococcus aureus colonization ($p=0,235$), chemical composition, roughness ($p=0,621$) and dimensional recovery ($p=0,633$). Immersion in peracetic acid by three times did not impair the properties and bacterial colonization of endotracheal tubes.

Keywords: Peracetic acid. Artificial respiration. Ventilator-associated pneumonia. Disinfection.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
3	ARTIGO CIENTÍFICO	12
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXO – CARTA DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	29

1 INTRODUÇÃO

Tubos endotraqueais são amplamente utilizados em anestésias e equipamentos de ventilação mecânica no âmbito hospitalar. Sabe-se que pacientes intubados por longos períodos têm maior risco de desenvolver pneumonia nosocomial (FONSECA; VIEIRA; AZZOLIN, 2014), prolongando em mais de cinco dias o tempo de hospitalização (RAGHAVENDRAN; MILLOTE; SCANNAPIECOET, 2007). A pneumonia nosocomial representa uma das causas mais comuns de morte resultante de infecções adquiridas em ambiente hospitalar, além de ser a segunda infecção com maior ocorrência nesse ambiente (CAVALCANTI; VALENCIA, 2005; WEBER, 2007).

O paciente que desenvolve pneumonia nosocomial, além de ter seu tempo de internação prolongado, representa um aumento nos custos hospitalares. (RAGRAVENDRAM et al., 2007). Segundo Cutler (2005) e Paju (2007), quando a condição respiratória do paciente está deteriorada, a intubação pode levar o paciente a um risco de microaspiração de patógenos até o trato respiratório inferior, esse fato pode levar ao desenvolvimento de pneumonia associada à ventilação mecânica (PAVM) que é um tipo de pneumonia nosocomial.

O desenvolvimento de PAVM vai depender da colonização da cavidade oral, da orofaringe e do conteúdo gástrico, uma vez que a doença ocorre primariamente devido à aspiração de secreções da orofaringe, do condensado formado no circuito do respirador ou do conteúdo gástrico colonizado por bactérias patogênicas. Além disso, o tubo endotraqueal por si só proporciona uma superfície inerte na qual as bactérias podem aderir, colonizar e crescer, formando biofilmes, de onde posteriormente poderão ser broncoaspiradas (GARCIA, 2005). Um achado preocupante é que após 72h de intubação já são encontradas nos tubos endotraqueais e na boca do paciente intubado cepas de *Staphylococcus aureus*, sendo esses microrganismos associados também à PAVM (PACE et al., 2008).

Os tubos para ventilação endotraqueal são classificados como itens semicríticos (RUTALA; WEBER, 2008) e sendo utilizados apenas uma vez e destinados para descarte. Todavia, é de conhecimento a sua reutilização como forma de redução dos custos de cuidados em saúde (STOERMER, 1999; QUIAN; CASTANEDA, 2002). De

acordo com a Food and Drug Administration (FDA), a reutilização desses equipamentos é permitida desde que haja uma desinfecção de alto nível (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2000).

Segundo o estudo feito por Yoon et al. (2007), as esterilizações realizadas com óxido etileno e glutaraldeído demonstram que o tubo endotraqueal pode ser esterilizado com segurança em relação ao risco de infecções, ou seja, a esterilização é segura. Todavia, a integridade física do tubo foi alterada após duas esterilizações com óxido etileno e cinco com glutaraldeído.

A segurança e efeitos da esterilização em tubos endotraqueais, assim como a integridade física dos mesmos após passar por esse processo, ainda precisam ser determinados. A esterilização de tubos endotraqueais reduz custos, porém, não está determinada qual é a melhor maneira de execução para manter a integridade física do equipamento e garantia de segurança da esterilização (RUTALLA; WEBER, 2008).

O relatório da British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee (1998), refere que o glutaraldeído (2%) e o ácido peracético são usados para desinfecção de aparelhos de endoscopia gastrointestinal. Associado à eficácia, o relatório refere dois fatores que têm estimulado o uso do glutaraldeído (2%) na Inglaterra: seu custo relativamente baixo e a ausência de danos ao endoscópico. No entanto, reações adversas do glutaraldeído (2%) têm sido observadas em integrantes de equipes que realizam endoscopia, o que o torna inadequado para uso constante.

O ácido peracético foi introduzido em 1955, como um agente desinfetante/esterilizante na indústria alimentícia e no tratamento de efluentes de água. Tem sido usado na desinfecção de plásticos e artigos médicos, sendo, seus constituintes, basicamente, o peróxido de hidrogênio e o ácido peracético. Ao contrário da maioria dos desinfetantes químicos, o ácido peracético não é inativado na presença de matéria orgânica; é esporicida e utilizado na esterilização automatizada de instrumentos médicos e cirúrgicos, não deixa resíduos e não produz subprodutos nocivos (GEHR; COCHRANE; FRENCH, 2002; WESSELS; HANNE, 2013). O ácido peracético parece ser uma opção na área de biossegurança

especialmente em relação a materiais termossensíveis, devido ao fato de ser biocompatível e biodegradável, apresentando comprovada capacidade desinfetante/esterilizadora, possuindo rápida atuação e eficácia contra bactérias, fungos e esporos (WESSELS; HANNE, 2013).

Em relação à reutilização de dispositivos médicos há três preocupações básicas de segurança: segurança da esterilização, integridade mecânica e integridade de forma. A FDA decidiu no ano de 2000 que não proibiria a reutilização de equipamentos considerados descartáveis desde que o reprocessamento atendesse aos padrões originais do fabricante de garantia de qualidade e critérios de segurança. Além disto, em uma época na qual há grande preocupação com o desenvolvimento sustentável, torna-se necessário reduzir a produção de resíduos sólidos (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2000)

Portanto, a literatura disponível mostra que existem métodos aceitáveis para uma desinfecção de alto nível dos tubos endotraqueias, possibilitando sua reutilização, contudo, existe uma lacuna de conhecimento no que se refere ao efeito de repetidas imersões em ácido peracético sobre as propriedades físicas e químicas dos tubos de policloreto de vinila (PVC), que possam vir a comprometer o seu desempenho clínico.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do número de imersões em ácido peracético sobre o volume de biofilme aderido na superfície do tubo e sobre as suas propriedades físicas e mecânicas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a influência do número de imersões em ácido peracético na adesão microbiana de tubos endotraqueais através da contaminação por *Staphylococcus aureus* e contagem das unidades formadoras de colônias (UFC).

Avaliar a influência sobre as propriedades físicas e mecânicas de tubos endotraqueais através de espectroscopia de infravermelho para detectar alterações na composição química dos mesmos. Testes de rugosidade superficial e testes de deformação da luz do tubo após compressão para avaliar a capacidade de recuperação dos tubos.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

EFEITO DO ÁCIDO PERACÉTICO SOBRE A ADESÃO MICROBIANA E AS PROPRIEDADES DE TUBOS ENDOTRAQUEAIS

ANA PAULA POLETTTO¹, JULIA HOSS², SIMÉRI ISABEL WERMUTH³, FERNANDO FREITAS PORTELLA⁴, RODRIGO ALEX ARTHUR⁵, DEISE PONZONI⁶, SUSANA MARIA WERNER SAMUEL⁷, EDELA PURICCELLI⁸

1. Graduanda em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
2. Graduanda em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
3. Graduanda em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
4. Doutor em Odontologia com ênfase em materiais dentários pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
5. Professor Doutor em Odontologia da Universidade federal do Rio Grande do Sul.
6. Professor Doutor em Odontologia da Universidade federal do Rio Grande do Sul.
7. Professor Doutor em Odontologia da Universidade federal do Rio Grande do Sul.
8. Doutora em Odontologia com ênfase em cirurgia bucomaxilofacial em Medizinische Fakultät pelo Universität Düsseldorf, Alemanha

Corresponding Author:

Susana Maria Werner Samuel

Faculdade de Odontologia - UFRGS

Departamento de Odontologia Conservadora

Ramiro Barcelos, 2492/ 503 Bom Fim, ZIPCODE 90035-003

Brazil

e-mail: 00005598@ufrgs.br

Este trabalho de conclusão de curso está escrito em forma de artigo e seguiu as normas da Revista Gaúcha de Enfermagem. Qualis Capes- B1- Enfermagem

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do número de imersões em ácido peracético na colonização bacteriana, na composição química, na rugosidade e na capacidade de recuperação após a deformação de tubos endotraqueais. Quatro tubos foram submetidos a sucessivas imersões em ácido peracético, constituindo quatro grupos: um controle (esterilizado pelo fabricante) e outros submetidos a uma, duas ou três imersões, de forma a simular o reprocessamento dos tubos. Os ensaios realizados foram: espectroscopia de infravermelho, rugosidade superficial, deformação da luz do tubo após compressão e colonização por *Staphylococcus aureus*. O número de imersões (reprocessamento) não influenciou a colonização dos tubos por *Staphylococcus aureus* ($p=0,235$), nem a composição química, nem a rugosidade ($p=0,621$). Além disso, não houve diferença na capacidade do tubo recuperar-se após deformação ($p=0,633$). O reprocessamento por até três vezes não traz prejuízo às propriedades do material e não aumenta a colonização bacteriana na superfície dos tubos.

Descritores: Ácido peracético. Respiração Artificial. Pneumonia associada à ventilação mecânica. Desinfecção.

ABSTRACT

The aim of this study to evaluate the influence of repeated immersions in peracetic acid on bacterial colonization and characteristics of endotracheal tubes. Four tubes were submitted to successive immersions in peracetic acid, forming four groups: control (sterilized by manufacturer) and other submitted to one, two or three immersions, to simulate reprocessing of tubes. Staphylococcus aureus colonization, chemical changes and roughness of samples surfaces were evaluated. Dimensional recovery of tubes after loaded until lumen collapse was assessed. Reprocessing with

peracetic acid did not influence the Staphylococcus aureus colonization ($p=0,235$), chemical composition, roughness ($p=0,621$) and dimensional recovery ($p=0,633$). Immersion in peracetic acid by three times did not impair the properties and bacterial colonization of endotracheal tubes.

Keywords: Peracetic Acid. Artificial Respiration. Ventilator-Associated Pneumonia. Disinfection.

Effect of peracetic acid on microbial adhesion and on properties of endotracheal tubes.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la influencia del número de inmersiones en ácido peracético en la colonización bacteriana y las propiedades de tubos endotraqueales. Cuatro tubos fueron inmersos en ácido peracético sucesivamente, constituyendo cuatro grupos: un control (esterilizado por el fabricante), y otros inmersos una, dos o tres veces. Se verificó la colonización por Staphylococcus aureus, los cambios químicos, la rugosidad de la superficie y la capacidad de recuperarse después de la aplicación de una carga capaz de causar el colapso de las paredes internas del tubo. Reprocesamiento no afectó la colonización de la superficie de los tubos por Staphylococcus aureus ($p = 0,235$), composición química, rugosidad ($p = 0,621$) y la capacidad de recuperarse después de la deformación ($p = 0,633$). Reprocesamiento hasta tres veces no hace daño a las propiedades y no aumenta la colonización bacteriana en la superficie de los tubos.

Palabras clave: Ácido Peracético. Respiración Artificial. Neumonía Asociada al Ventilador. Desinfección.

Efecto del ácido peracético en la adhesión microbiana y en las propiedades de tubos endotraqueales.

INTRODUÇÃO

Tubos endotraqueais são amplamente utilizados em anestésias e equipamentos de ventilação mecânica no âmbito hospitalar. Sabe-se que pacientes intubados por longos períodos tem aumentado o risco de desenvolver pneumonia nosocomial⁽¹⁾, prolongando em mais de cinco dias o tempo de hospitalização⁽²⁾. A pneumonia nosocomial representa uma das causas mais prevalentes de morte em decorrência de infecções hospitalares⁽³⁾. Quando a condição respiratória do paciente está deteriorada, a intubação pode levar o paciente a um risco de aspiração de patógenos até o trato respiratório inferior, levando ao desenvolvimento de pneumonia associada à ventilação mecânica (PAVM). A PAVM ocorre devido à aspiração de secreções da orofaringe, do condensado formado no circuito do respirador ou do conteúdo gástrico colonizado por bactérias patogênicas⁽⁴⁾. Nesse sentido, o tubo endotraqueal por si só proporciona uma superfície passível de colonização bacteriana e formação de biofilme, de onde, posteriormente, microrganismos podem ser broncoaspirados⁽²⁾. Após 72h de intubação já são encontradas cepas de *Staphylococcus aureus* nos tubos endotraqueais e na boca do paciente intubado, sendo esses microrganismos associados à PAVM⁽⁵⁾.

Os tubos para ventilação endotraqueal são classificados como itens semicríticos⁽⁶⁾ e destinados ao uso único. Todavia, é de conhecimento a sua reutilização como forma de redução dos custos de cuidados em saúde⁽⁷⁻⁸⁾. De acordo com a Food and Drug Administration para a reutilização desses aparatos é necessária uma desinfecção de alto nível, podendo essa ser realizada em autoclave ou com soluções desinfetantes⁽⁹⁾.

O ácido peracético tem sido usado na esterilização automatizada de artigos médicos e cirúrgicos, possuindo a vantagem de não ser inativado na presença de matéria orgânica, não deixar resíduos nos materiais e não produzir subprodutos nocivos⁽¹⁰⁻¹¹⁾. O ácido peracético parece ser uma opção na área de biossegurança, especialmente em relação a materiais termossensíveis, e apresenta comprovada capacidade desinfetante, possuindo eficácia contra vírus, bactérias e esporos⁽¹¹⁾.

Contudo, ainda não se sabe o efeito de repetidas imersões em ácido peracético na integridade física e química dos tubos de policloreto de vinila (PVC) utilizados para intubação endotraqueal.

Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do número de imersões em ácido peracético na colonização bacteriana, na composição química, na rugosidade e na capacidade de recuperação após a deformação de tubos endotraqueais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pela Comissão Científica do Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (Projeto nº 130292) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa - Plataforma Brasil (CCAEE nº 27036314.7.0000.5327). Trata-se de um estudo experimental laboratorial *in vitro* realizado com tubos endotraqueais fornecidos pelo Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). O processamento dos tubos foi realizado na Central de Esterilização do HCPA, e os ensaios laboratoriais no Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) e Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Bucal (LABIM), ambos localizados na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram utilizados quatro tubos endotraqueais, não aramados, de calibre 6,5mm, constituídos de PVC (Rüsch®, Teleflex Medical Company).

Processamento com ácido peracético dos tubos e obtenção das amostras

Os tubos foram submetidos a sucessivas imersões em ácido peracético, constituindo quatro grupos: um grupo controle (tubo novo, esterilizado pelo fabricante) e outros submetidos a um, dois ou três ciclos de imersão. O processamento dos tubos foi realizado na Central de Esterilização do HCPA pela enfermeira responsável, utilizando o mesmo protocolo adotado rotineiramente. O

protocolo consiste de imergir completamente o tubo em ácido peracético 0,15%, por 20min, enxaguar e secar com compressas e ar comprimido.

Após os processos de imersão em ácido peracético (uma, duas ou três vezes), os tubos imersos e o controle (sem imersão) foram seccionados transversalmente de forma que se obtivessem 10 corpos de prova cilíndricos, com 10mm de altura, para cada um dos grupos, totalizando 40 cilindros. Posteriormente, cinco cilindros de cada grupo foram seccionados no longo eixo do tubo, de forma a se obter 10 semi-cilindros, que foram posteriormente planificados para facilitar os ensaios. A manipulação dos tubos para o preparo dos corpos de prova foi feita sob condições estéreis em capela de fluxo laminar. Dos 10 semi-cilindros, para cada grupo experimental, cinco foram destinadas ao ensaio de contaminação da superfície com *Staphylococcus aureus* e cinco para os ensaios de infravermelho e rugosidade. Os cinco cilindros restantes de cada grupo experimental foram utilizados no ensaio de recuperação após deformação.

Contaminação dos tubos com *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus (ATCC 29213) foram reativados a partir de estoques congelados em Brain Heart Infusion (BHI) e 10% de glicerol. Alíquotas de 100µL dos estoques foram inoculadas em placas de Agar Sangue (AS) suplementada com 5% de sangue de carneiro desfibrilado, e incubadas a 37°C, por 24 horas. Em seguida, colônias bacterianas foram coletadas e transferidas para um tubo contendo meio BHI suplementado com 0,5% de glicose e incubado a 37°C, por 24 horas. Os corpos de prova para os quatro grupos experimentais foram assepticamente transferidos para uma placa de 24 poços e cobertos por 2,0mL de meio BHI + 0,5% glicose. Cerca de 500µL da suspensão bacteriana foi adicionada a cada poço⁽¹²⁾. A placa foi incubada a 37°C, por 72 horas. A cada 24 horas, o meio de cultura de cada poço foi coletado e substituído por meio BHI/glicose fresco.

Após 72 horas, os corpos de prova foram assepticamente removidos dos poços e

transferidos para tubos contendo NaCl (0,9%) estéril. As amostras foram vortexadas e seriadamente diluídas. Alíquotas das diluições foram plaqueadas em AS e incubadas a 37°C, por 24 horas. Após esse período, as unidades formadoras de colônia (UFC) foram contadas e a média para cada grupo, registrada como o número de bactérias viáveis, sendo os valores convertidos em uma escala logarítmica.

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A superfície externa dos tubos foi analisada por espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) para verificar alterações químicas após os diferentes reprocessamentos. A superfície externa de cada amostra foi posicionada em contato com o cristal de diamante de um dispositivo de refletância total atenuada (Platinum ATR-QL, Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha), acoplado a um espectrofotômetro de infravermelho (Vertex 70, Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha). As amostras foram irradiadas 16 vezes e um detector de infravermelho-médio (MIR ATR A225 Diamont, Bruker Optics, Ettlingen, Alemanha) capturou a radiação refletida. Espectros de absorvância foram obtidos com uma resolução de 4cm^{-1} e comparados entre os grupos.

Rugosidade

Os mesmos corpos de prova utilizados para análise por FTIR tiveram a rugosidade da superfície externa aferida com rugosímetro de superfície portátil (SJ-201, Mitutoyo, Japão). Foi adotado o parâmetro de Rugosidade Ra, no qual a rugosidade é dada pela área dos picos e vales dividida pela distância percorrida ($0,25\mu\text{m}$) pelo sensor na superfície da amostra. A rugosidade Ra de cada amostra foi dada pela média aritmética de três leituras no sentido transversal e três leituras no sentido longitudinal do tubo.

Recuperação após deformação

Cinco cilindros com 10mm de altura de cada grupo, obtidos pela secção transversal dos tubos, foram submetidos a uma carga compressiva de 150N, por 60s, provocando o completo contato das paredes internas. O diâmetro interno, dos tubos foi aferido antes da aplicação da carga e após 60s da sua remoção. Para aferição do diâmetro, os tubos foram posicionados a uma distância de 100mm de uma máquina fotográfica digital (DSC-W55, Sony, Brasil) e imagens com uma resolução de 72dpi foram adquiridas. As imagens foram transferidas para um software (Irfan Skiljan, Wiener Neustadt, Austria) e o diâmetro interno, medido no sentido da aplicação da carga, foi aferido em pixels. A medida do diâmetro final (D_f) em relação ao diâmetro inicial (D_i) caracterizou a recuperação após a deformação (Rec) de cada amostra, em percentual, conforme a equação a seguir:

$$\text{Rec (\%)} = (D_f / D_i) \times 100.$$

Análise estatística

Diferenças entre o número de bactérias viáveis, a rugosidade e a recuperação após a deformação entre os grupos foram analisadas utilizando-se ANOVA de uma via em um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a contagem de bactérias viáveis aderidas à superfície dos tubos, a rugosidade e a recuperação após a deformação obtida para os diferentes grupos. O número de bactérias viáveis ($p=0,235$), a rugosidade ($p=0,621$) e a recuperação após a deformação ($p=0,633$) não foram influenciadas pelo número de imersões. A análise por FTIR (figura 1) mostrou espectros

característicos do PVC e revelou o desaparecimento do pico na região de 2360cm^{-1} , referentes ao CO_2 retido no polímero, não evidenciando alterações da química significativas nos tubos. Os espectros obtidos para cada amostra de um mesmo grupo foram consistentes quanto aos picos presentes.

Tabela 1. Contagem de bactérias viáveis, rugosidade e recuperação após deformação (%) de acordo com o número de imersões em ácido peracético.

Número de imersões	(logUFC/ml)	Rugosidade (μm)	Recuperação após deformação (%)
Controle	$1,07 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,04$	$89,20 \pm 6,14$
1	$1,07 \pm 0,02$	$0,17 \pm 0,07$	$92,20 \pm 5,67$
2	$1,05 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,11$	$90,00 \pm 5,20$
3	$1,07 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,04$	$86,80 \pm 8,53$

Fonte: Laboratório de Materiais Dentários - LAMAD; Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Bucal - LABIM.

Não houve diferença estatisticamente significativa para o número de bactérias viáveis ($p=0,235$), rugosidade ($p=0,621$) e recuperação após deformação ($p=0,633$).

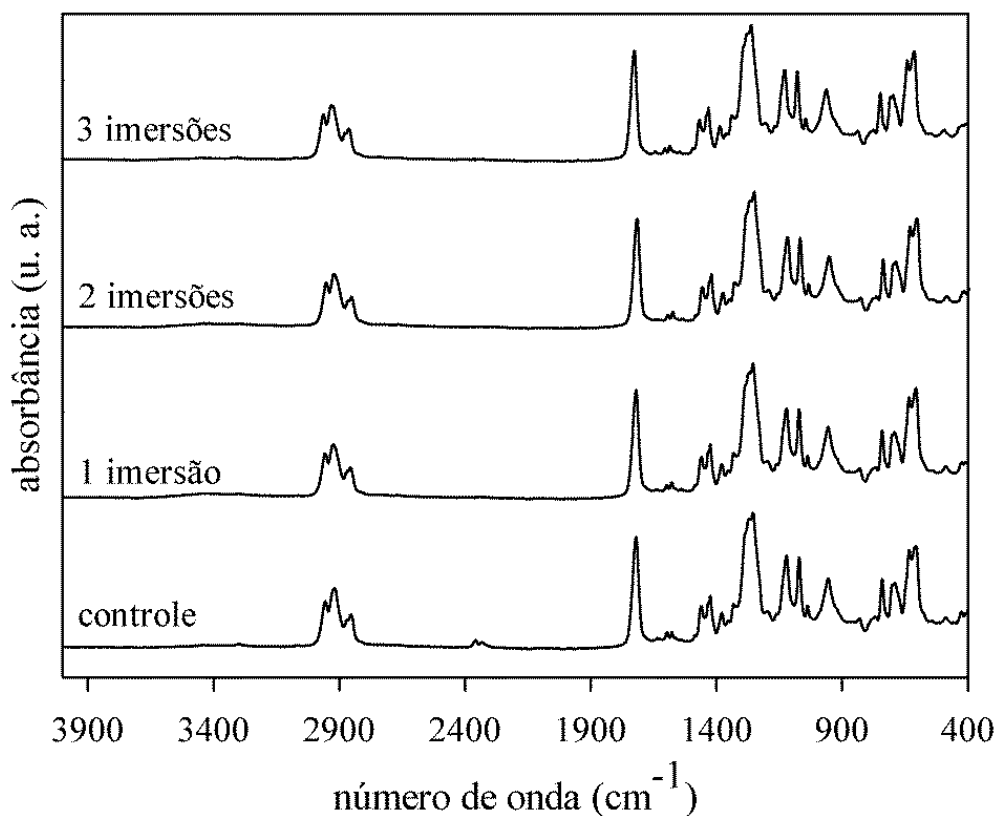


Figura 1. Espectro representativo dos tubos endotraqueais após os diferentes processamentos dos tubos. Pode-se observar em todos os espectros os picos característicos do policloreto de vinila. Os picos nas bandas 2950cm⁻¹ e 2930cm⁻¹ são referentes ao estiramento da ligação -CH₂- e -CH-, o pico em 1725cm⁻¹ refere-se a ligação C-C, entre as bandas 1100cm⁻¹ e 1030cm⁻¹ notam-se os picos relativos às ligações C-Cl. Bandas relativas a vibrações angulares -CH₂- no plano, podem ser observadas na região de 1450cm⁻¹. O pico 2360cm⁻¹, presente no espectro do grupo controle refere-se a ligações do CO₂ retido no polímero durante o processo de fabricação do tubo⁽¹³⁻¹⁴⁾. Fonte: Laboratório de Materiais Dentários - LAMAD.

DISCUSSÃO

Quando há necessidade de ventilação mecânica por intubação, seja para realização de cirurgias com anestesia geral ou por um estado crítico do paciente com dificuldade de respiração,

aumenta o risco de aspiração de patógenos até o trato respiratório inferior⁽⁴⁾. Os tubos endotraqueais representam a adição de uma ampla superfície passível de colonização bacteriana na cavidade bucal, podendo ser responsáveis por até 73% do total de bactérias na cavidade bucal⁽¹⁵⁾, o que leva a uma preocupação maior em casos de internação por longos períodos⁽⁴⁾. Portanto, faz-se necessária a desinfecção de tubos antes de sua reutilização, de maneira que suas propriedades sejam preservadas. No presente estudo o processamento em ácido peracético por até três vezes não influenciou a capacidade de colonização da superfície dos tubos por *Staphylococcus aureus*, nem alterou a estrutura química, a rugosidade ou a capacidade de recuperar-se após receber uma carga que coloque em contato as paredes internas do tubo.

A contaminação por *Staphylococcus aureus* dos grupos experimentais não foi influenciada pelo número de imersões em ácido peracético. As análises por FTIR e de rugosidade mostraram que, mesmo após três imersões de 20min, no desinfetante, a estrutura química do tubo e a sua topografia superficial não foram alteradas. Tal fato justifica o padrão de colonização bacteriana semelhante entre os grupos. Além disso, a avaliação da deformação do tubo pode indicar que também não ocorreu nenhum tipo de degradação interna no polímero. A manutenção das dimensões do tubo é importante para que após a sua instalação, a passagem de ar não seja comprometida por eventuais compressões ao longo do tubo, afetando a ventilação do paciente.

Em relação à reutilização de dispositivos médicos há três preocupações básicas de segurança: segurança da esterilização, integridade mecânica e de forma. A FDA decidiu no ano de 2000 que não proibiria a reutilização de aparatos inicialmente propostos para uso único, desde que o reprocessamento atendesse aos padrões originais do fabricante de garantia de qualidade e critérios de segurança⁽⁹⁾. Além disto, em uma época na qual há grande preocupação com o desenvolvimento sustentável, torna-se necessário reduzir a produção de resíduos sólidos⁽⁹⁾.

Glutaraldeído, peróxido de hidrogênio, óxido de etileno e ácido peracético, têm sido utilizados para desinfecção de alto nível de tubos endotraqueais. Uma avaliação da aderência de

biofilme e integridade física de tubos endotraqueais esterilizados com glutaraldeído e óxido de etileno sugere que ambos os desinfetantes previnem a infecção cruzada, porém podem comprometer a integridade física dos tubos. Alterações na integridade física dos tubos endotraqueais foram constatadas após cinco reprocessamentos com glutaraldeído e três reprocessamentos com óxido de etileno⁽¹⁶⁾. De acordo com os resultados do presente estudo, os tubos podem ser processados em ácido peracético por até três vezes, com segurança no que se refere aos ensaios executados neste trabalho. Ainda, o ácido peracético apresenta-se como uma alternativa de menor custo em relação aos demais desinfetantes químicos e é seguro para o operador e para o meio ambiente, não apresentando problemas de descarte, uma vez que o ácido peracético decompõe-se em água, peróxido de hidrogênio, oxigênio e ácido acético⁽¹⁰⁾.

Embora não tenham sido verificadas alterações nas propriedades químicas e mecânicas dos tubos endotraqueais e nem aumento na colonização bacteriana em decorrência das sucessivas imersões em ácido peracético, é importante ressaltar que os tubos foram avaliados após um máximo de três imersões, podendo, um número maior de imersões, comprometer a integridade dos tubos. Cabe ressaltar que os tubos utilizados no presente estudo não foram previamente utilizados em pacientes, e dessa forma, não é possível verificar se as sucessivas imersões em ácido peracético apresentam eficácia para esterilização da microbiota remanescente nos tubos após o primeiro uso. A avaliação da eficácia do reprocessamento nessas condições não é objetivo do presente trabalho e deve ser considerada previamente à reutilização de tubos.

CONCLUSÃO

A repetição de imersões em ácido peracético, por até três vezes, não influenciou a colonização da superfície por *Staphylococcus aureus*, composição química, rugosidade e capacidade de recuperar-se após deformação, de tubos endotraqueais de PVC.

REFERÊNCIAS

1. Fonseca L, Vieira FN, Azzolin KO. Fatores associados ao tempo de ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Gaúcha Enferm.* 2014;35(2):67-72.
2. Raghavendran K, Millote JM, Scannapieccoet FA. Nursing home-associated pneumonia, hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia: the contribution of dental biofilms and periodontal inflammation. *Periodontol.* 2000. 2007;44:164-77.
3. Cavalcanti M, Valencia M, Torres A. Respiratory nosocomial infections in the medical intensive care unit. *Microbes Infect.* 2005;7(2):292-301.
4. Garcia R. A review of the possible role of oral and dental colonization on the occurrence of health care-associated pneumonia: Underappreciated risk and a call for interventions. *Am J Infect Control.* 2005;33:527-541.
5. Pace MA, Watanabe E, Facetto MP, Andrade D. Staphylococcus spp. na saliva de pacientes com intubação orotraqueal. *Rev Panam Infectol.* 2008;10(2):8-12.
6. Rutala WA, Weber DJ. Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities: recommendations of the CDC. Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, Chapel Hill: University of North Carolina School of Medicine. 2008.
7. Stoermer, WB Jr. Reprocessing 'single use' devices--why is there so much debate? *Today's Surg Nurse.* 1999;21(2):27-33.
8. Qian Z, Castaneda WR. Can labeled single-use devices be reused? An old question in the new era. *J Vasc Interv Radiol.* 2002;13(12):1183-6.
9. FDA issues final guidance on requirements governing single-use medical devices. *Rep Med Guidel Outcomes Res.* 2000;11:5-6.

10. Gehr R, Cochrane D, French M. Peracetic acid as a disinfectant for municipal wastewaters: encouraging performance results from physicochemical as well as biological effluents. Protocol of the US water environment federation disinfection conference. 2002.
11. Wessels S, Hanne I. Modes of action of three disinfectant active substances: A review. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2013;33:456-67.
12. Waeiss RA, Negrini TC, Arthur RA, Bottino MC. Antimicrobial effects of drug-containing electrospun mats on osteomyelitis associated biofilms. *Biofouling.* 2014;72(7):1310-19.
13. Petránek V, Kosíková J. Infrared spectroscopy for determination degradation of polymers. Disponível em: <http://www.rusnauka.com>.
14. Souza ML, Corio P, Temperini MLA, Temperini JA. Aplicação de espectroscopias raman e infravermelho na identificação e quantificação de plastificantes em filmes comerciais de pvc esticável. *Quim. Nova.* 2009;32(6):1452-56
15. Oliveira LC, Carneiro PP, Fischer RG, Tinoco EM. A presença de patógenos respiratórios no biofilme bucal de pacientes com pneumonia nosocomial. *Rev Bras Ter Int.* 2007;19(4):428-33.
16. Yoon SZ, Jeon YS, Kim YC, Lim YJ, Bahk JH, Do SH, et al. The safety of reused endotracheal tubes sterilized according to Centers for Disease Control and Prevention guidelines. *J Clin Anesth.* 2007;19(5):360-4.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ácido peracético mostrou-se uma alternativa segura para a desinfecção de tubos endotraqueais no que se refere aos ensaios executados nesse trabalho. Além disso, é um desinfetante seguro para o operador e para o meio ambiente, não apresentando problemas de descarte.

Embora não tenham sido verificadas alterações nas propriedades químicas e mecânicas, nem aumento na colonização bacteriana dos tubos endotraqueais, em decorrência das sucessivas imersões em ácido peracético, é importante lembrar que a avaliação deste trabalho limitou-se a três imersões. O efeito de um número maior de imersões sobre a integridade dos tubos requer outra avaliação. Cabe ressaltar também que os tubos utilizados no presente estudo não haviam sido previamente utilizados em pacientes, o que pode, talvez, representar um desafio maior à manutenção da integridade dos tubos, uma vez que entre os processamentos, o tubo teria sido manipulado, mantido sob variações de umidade, temperatura e pH da região corporal onde está inserido. Além disso, pode haver microbiota remanescente no tubo que poderia interferir nos resultados do trabalho.

Cumpramos ressaltar também que, mesmo não sendo objetivo do presente trabalho, a garantia da eficácia antibacteriana do reprocessamento nas condições de reuso, deve ser a primeira a ser considerada. De nada adianta, o processo ser inócuo no que se refere à manutenção da integridade dos tubos, se houver suspeita de risco à saúde do ser humano.

Acreditamos que, quando da decisão de escolha da opção de reprocessamento de tubos endotraqueais, a relação custo benefício deve ser bem avaliada pelas instituições hospitalares

REFERÊNCIAS

- BRITISH SOCIETY OF GASTROENTEROLOGY ENDOSCOPY COMMITTEE. Cleaning and disinfection of equipment for gastrointestinal endoscopy. **Gut**, London, v. 42, p. 585-593, 1998.
- CAVALCANTI, M.; VALENCIA, M. Respiratory nosocomial infections in the medical intensive care unit. **Microbes Infect.**, Paris, v. 7, no. 2, p. 292-301, Feb. 2005.
- CUTLER, C. J.; DAVIS, N. Improving oral care in patients receiving mechanical ventilation. **Am. J. Crit. Care**, Paris, v. 14, no. 5, p. 389-394, Sept. 2005.
- DERISO, A. J. et al. Chlorhexidine gluconate 0.12% oral rinse reduces the incidence of total nosocomial respiratory infection and nonprophylactic systemic antibiotic use in patients undergoing heart surgery. **Chest**, Fort Wayne, v. 6, no. 109, p. 1556-1556, June 1996.
- FONSECA, L.; VIEIRA, F. N.; AZZOLIN, K. O. Fatores associados ao tempo de ventilação mecânica no pós-operatório de cirurgia cardíaca. **Rev. Gaúcha Enferm.**, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 67-72, 2014.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Enforcement priorities for single-use devices reprocessed by third parties and hospitals**. Rockville, 2000. Disponível em: <<http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm107164.htm>>. Acesso em: 06 abr. 2015.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Issues final guidance on requirements governing single-use medical devices. **Rep. Med. Guidel. Outcomes Res.**, Washington, v. 11, p. 5-6, 2000. Disponível em: <<http://www.fda.gov/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/ReprocessingofSingle-UseDevices/>>. Acesso em: 06 abr. 2015.
- GARCIA, R. A. Review of the possible role of oral and dental colonization on the occurrence of health care-associated pneumonia: Underappreciated risk and a call for interventions. **Am. J. Infect. Control.**, St. Louis, v. 33, no. 9, p. 527-541, Nov. 2005.
- GEHR, R.; COCHRANE, D.; FRENCH, M. Peracetic acid as a disinfectant for municipal wastewaters: encouraging performance results from physicochemical as well as biological effluents. **Proceedings of the Water Environment Federation**, v. 2002, no. 17, p. 182-198, Jan. 2002.
- OLIVEIRA, L. C. et al. A presença de patógenos respiratórios no biofilme bucal de pacientes com pneumonia nosocomial. **Rev. Bras. Ter. Int.**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 428-433, 2007.

PACE, M. A. et al. Staphylococcus spp. na saliva de pacientes com intubação orotraqueal. **Rev. Panam. Infectol.**, São Paulo, v. 10, no. 2, p. 8-12, 2008.

PAJU, S.; SCANNAPIECO, F. A. Oral biofilms, periodontitis, and pulmonary infections. **Oral Dis.**, Copenhagen, v. 13, no. 6, p. 508-512, Nov. 2007.

PETRÁNEK, V.; KOSÍKOVÁ, J. Infrared spectroscopy for determination degradation of polymers. Disponível em: <http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2008/Stroitelstvo/36388.doc.htm>. Acesso em: 06 abr. 2015.

QIAN, Z.; CASTANEDA, W. R. Can labeled single-use devices be reused? An old question in the new era. **J. Vasc. Interv. Radiol.**, Reston, v. 13, no. 12, p. 1183-1186, Dec. 2002.

RAGRAVENDRAM, K. et al. Nursing home-associated pneumonia, hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia: the contribution of dental biofilms and periodontal inflammation. **Periodontol. 2000**, Copenhagen, v. 44, p. 164-177, 2007.

REICHERT, M.; YOUNG, J. **Sterilization technology for health care facility**. 2. ed. Maryland: Aspen, 1997. Cap. 3.

RUTALA, W. A.; WEBER, D. J. **Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities**: recommendations of the CDC. Chapel Hill: University of North Carolina School of Medicine, 2008.

SHARBAUGH, R. J. Decontamination: principais of disinfection. In: REICHERT, M.; YOUNG, J. **Sterilization technology for health care facility**. 2. ed. Maryland: Aspen, 1997. p. 21-28.

SOUZA, M. L. et al. Aplicação de espectroscopias raman e infravermelho na identificação e quantificação de plastificantes em filmes comerciais de pvc esticável. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1452-1456, 2009.

STOERMER JUNIOR, W. B. Reprocessing 'single use' devices--why is there so much debate? **Today's Surg. Nurse**, Thorofare, v. 21, no. 2, p. 27-33, Mar. 1999.

WAEISS, R. A.; NEGRINI T. C.; ARTHUR R. A.; BOTTINO, M.C. **Antimicrobial effects of drug-containing electrospun mats on osteomyelitis associated biofilms**. Submetido em 2013 `a revista Biofouling.

WEBER, D. J. Microbiology of ventilator-associated pneumonia compared with that of hospital-acquired pneumonia. **Infect .Control Hosp. Epidemiol.**, Chicago, v. 28, no. 7, p. 825-831, July 2007.

WESSELS, S.; HANNE, I. Modes of action of three disinfectant active substances: A review. **Regul. Toxicol. Pharmacol.**, v. 33, no 3, p. 456-467, Dec. 2013.

YOON, S. Z. Y. S. et al. The safety of reused endotracheal tubes sterilized according to Centers for Disease Control and Prevention guidelines. **J. Clin. Anesth.**, New York, v. 19, no. 5, p. 360-364, Aug. 2007.

ANEXO – CARTA DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA EMPESQUISA

**HCPA - HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE
GRUPO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

COMISSÃO CIENTÍFICA

A Comissão Científica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre analisou o projeto:

Projeto: 130292

Data da Versão do Projeto:

Pesquisadores:

EDELA PURCELLI

DEISE PONZONI

SUSANA MARIA WERNER SAMUEL

RODRIGO ALEX ARTHUR

RENATA RIFFEL BITENCOURT

ANA PAULA POLETTI

Título: INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE IMERSÕES EM ÁCIDO PERACÉTICO SOBRE O VOLUME DE BIOFILME ADERIDO NA SUPERFÍCIE DO TUBO ENDOTRAQUEAL E SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos, metodológicos, logísticos e financeiros para ser realizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Esta aprovação está baseada nos pareceres dos respectivos Comitês de Ética e do Serviço de Gestão em Pesquisa.

- Os pesquisadores vinculados ao projeto não participaram de qualquer etapa do processo de avaliação de seus projetos.

- O pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais de acompanhamento e relatório final ao Grupo de Pesquisa e Pós-Graduação (GPPG).

Porto Alegre, 09 de maio de 2014.

Prof. Eduardo Randolf Passos
Coordenador GPPG/HCPA