UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM DE RIBEIRÃO PRETO

FELIPE LAZARINI BIM

**Tecidos de poliéster e suas implicações para confecção de
jalecos**

RIBEIRÃO PRETO
2019

FELIPE LAZARINI BIM

**Tecidos de poliéster e suas implicações para confecção de
jalecos**

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental.

Linha de pesquisa: Fundamentação teórica, metodológica e tecnológica do processo de cuidar

Orientador: Prof. Dr. Evandro Watanabe

RIBEIRÃO PRETO
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Bim, Felipe Lazarini

Tecidos de poliéster e suas implicações para confecção de jalecos.
Ribeirão Preto, 2019.
51 f.: il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Enfermagem de
Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Enfermagem Fundamental.
Orientador: Evandro Watanabe

1. Jaleco. 2. Infecção cruzada. 3. *Pseudomonas aeruginosa*. 4. *Staphylococcus aureus*. 5. Biossegurança.

BIM, Felipe Lazarini

Tecidos de poliéster e suas implicações para confecção de jalecos

Dissertação apresentada à Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental.

Aprovado em:

Presidente

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Comissão Julgadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

A presente pesquisa foi realizada com o apoio (bolsa de mestrado) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

DEDICATÓRIA

A Deus, por estar sempre comigo e ter colocado pessoas incríveis no meu caminho, tornando minha passagem por este plano físico mais leve e iluminada.

Aos meus pais, Julio Cesar Bim e Luciana de Lima Lazarini Bim, por me educarem, pelos conselhos e pelo amor que sempre foi a base da nossa relação. Obrigado por apoiarem minhas decisões e serem meu porto-seguro, principalmente nos momentos de dificuldade, obrigado por compreenderem minha ausência. Amo muito vocês!

Ao meu irmão Lucas Lazarini Bim, pela cumplicidade e amizade, não consigo imaginar minha existência sem a sua.

Ao meu irmãozinho José Encrycco Bim, pelos sorrisos sinceros e pelo amor incondicional que temos um pelo outro!

Às minhas avós, Ana Maria de Lima Lazarini, Rosa Ribeiro Bim, em especial à Neiva Gonçalves Ventrice, pelas palavras de sabedoria e amor, que tanto me deram forças.

Ao meu Avô Francisco Ventrice, *in memoriam*, por fazer parte da minha vida e contribuir para a construção do meu caráter.

À minha prima Tereza Krystine Lazarini da Silva, por ser tão especial em minha vida, tenho sorte em tê-la sempre por perto!

Ao meu padrasto Amarildo Cesar Leoncini, pela relação respeitosa comigo e meus familiares.

À minha madrastra Alyne Carriel, pelos “papos cabeças” e conversas descontraídas. Obrigado “boadrasta” por trazer ao mundo o meu irmãozinho.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da minha bolsa de mestrado.

À Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto – USP (EERP-USP) e ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental da EERP-USP, pela infraestrutura e suporte oferecidos durante o desenvolvimento da minha dissertação de mestrado.

Aos integrantes do Núcleo de Estudos de Prevenção e Controle de Infecção nos Serviços de Saúde (NEPECISS) da EERP-USP, pelos momentos de aprendizado e de descontração proporcionados.

À Gisele Taís Roldão e família, por terem me ensinado um pouco mais sobre amizade e o amor.

À Rachel Maciel Monteiro, pelo forte laço de amizade que construímos, por estar sempre próxima e disposta a ajudar. Obrigado pelos conselhos e por escutar meus desabafos.

À Miyeko Hayashida, pela realização das análises estatísticas desta pesquisa.

Aos meus amigos Marcela Padilha Facetto Azevedo, Álvaro Francisco Lopes de Souza, Artur Acelino Francisco Luz Queiroz, Marinila Buzanelo Machado, Herica Emília Félix de carvalho e Pedro Castania Amadio Domingues, por terem colaborado de alguma forma para a realização desta etapa em minha vida e por terem tornado os momentos que passamos juntos mais agradáveis.

Ao André Pereira dos Santos, por ter sido essencial na fase final do mestrado me auxiliando com paciência e serenidade. Pela amizade, pela motivação e pela tranquilidade que me inspira.

Ao Rodrigo Ferreira Silva, pelo preparo das amostras e análise por meio da microscopia eletrônica de varredura.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Evandro Watanabe por me orientar, por ser paciente e compreensivo diante das minhas dificuldades e pelas conversas inspiradoras.

À Profa. Dra. Denise de Andrade, pelo comprometimento com a minha formação desde a Iniciação Científica e pelas tardes de conversas.

RESUMO

BIM, Felipe Lazarini. **Tecidos de poliéster e suas implicações para confecção de jalecos**. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

A literatura científica reporta a contaminação microbiana dos jalecos utilizados por profissionais da saúde, no entanto não há consenso relacionando seu uso com a redução da exposição microbiana por risco ocupacional. O objetivo desta pesquisa foi avaliar tecidos de poliéster (oxford e microfibras) utilizados na confecção de jalecos, quanto à função de barreira física contra fluido e bactérias, nas perspectivas e desafios do controle de infecção na área da saúde. Trata-se de um estudo do tipo experimental / laboratorial *in vitro* realizado em três etapas. Na primeira etapa, os tempos de passagem do fluido através dos tecidos foram cronometrados e registrados em segundos desde o início do escoamento do fluido até as formações e quedas das últimas gotas. Na segunda etapa (microbiológica), inóculos padronizados das bactérias padrão de *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) foram adicionadas ao fluido. Decorrida a passagem do fluido através dos tecidos, alíquotas de 50µL *in natura* e diluídas (10^{-1} a 10^{-5}) foram semeadas na superfície de placas de Petri (60x15mm) com meios de cultura seletivos, incubadas a 37°C por 24h e o número de unidades formadoras de colônia das bactérias expresso por mililitro do fluido (UFC/mL). Na terceira etapa, as características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana foram analisadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov–Smirnov e Shapiro–Wilk) e, posteriormente, ao teste de *U* de Mann–Whitney por meio do software *IBM SPSS Statistics* (versão 25) e nível de significância $\alpha=5\%$. A comparação entre as medianas dos tempos de passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibras demonstrou diferença estatisticamente significativa ($p<0,001$) independente das variáveis envolvidas (tecidos limpos ou limpos e passados, e tecidos autoclavados ou não autoclavados). Na etapa microbiológica, não foi observada diferença entre as medianas das cargas bacterianas dos tecidos de oxford e microfibras após a passagem do fluido com *S. aureus* ($p=0,056$) e *P. aeruginosa* ($p=0,320$). As análises por MEV permitiram evidenciar estruturas com formas irregulares e de cristal, bem como espaços (macroporos) entre os fios dos tecidos de oxford, que permitiram um menor tempo de passagem do fluido através do tecido. No entanto, não foi constatada a presença bacteriana na superfície dos tecidos. Em conclusão, diante dos dois tipos de tecidos utilizados na confecção de jalecos, o de microfibras apresentou maior tempo de passagem do fluido comparado ao de oxford, em decorrência das diferenças estruturais desses tecidos. Entretanto, a função de barreira física bacteriana após a passagem do fluido através dos tecidos não foi observada, o que reforça a necessidade de substituição do jaleco quando esse entra em contato com fluidos biológicos, visando à biossegurança: controle de contaminação/infecção na área da saúde.

Palavras-chave: Jaleco. Infecção cruzada. *Pseudomonas aeruginosa*. *Staphylococcus aureus*. Biossegurança.

ABSTRACT

BIM, Felipe Lazarini. **Polyester cloths and their implications for making white coats**. 2019. 51 f. Dissertation (Master of Science) – School of Nursing of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

Scientific literature reports contamination of white coats used by health professionals, but there is not a consensus relating its usage to reduction of microbial exposure by occupational risk. The objective of this study was to evaluate Oxford and microfiber cloths used for making white coats, regarding its function as physical barrier to fluid and bacteria, in perspectives and challenges of infection control in health field. It is an *in vitro* experimental / laboratory study carried out in three stages. In the first stage, fluid passage times through the pieces of cloths were measured and registered in seconds since the beginning of fluid flow until formations and falls of the last drops. In the second stage (microbiological), standardized inocula of standard bacteria of *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) were added to the fluid. After the passage of fluid through the pieces of cloths, *in natura* and diluted 50µL aliquots (10^{-1} to 10^{-5}) were seeded on the surface of Petri dishes (60x15mm) with selective culture mediums, incubated at 37°C for 24h and the number of colony forming units of bacteria expressed by milliliter of fluid (CFU/mL). In the third stage, structural characteristics of cloths and bacterial retention were analyzed through scanning electron microscopy (SEM). The obtained data were submitted to normality tests (Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk) and, later, to Mann–Whitney *U* test through *IBM SPSS Statistics* (version 25) software and $\alpha=5\%$ significance level. Comparison between medians of the fluid passage time through oxford and microfiber cloths showed statistically significant difference ($p<0.001$) independent of the involved variables (clean or clean and ironed cloths, and autoclaved or non-autoclaved cloths). In the microbiological stage, difference was not observed between medians of bacterial loads of Oxford and microfiber cloths after the passage of the fluid with *S. aureus* ($p=0.056$) and *P. aeruginosa* ($p=0.320$). The analyses by SEM allowed evidence structures with irregular and crystal shapes as well as gaps (macropores) between the threads of pieces of Oxford cloth, that allowed a shorter fluid passage time through the cloth. However, bacterial presence on the surface of cloths were not noticed. In conclusion, before the two types of cloths used for making white coats, the microfiber one presented longer fluid passage time compared to the Oxford one, due to the structural differences of these cloths. However, the functionality as bacterial physical barrier after fluid passage through the pieces of cloths were not observed, which reinforces the need to replace the white coat when it comes in contact with biological fluids, aiming at biosafety: contamination/infection control in health field.

Keywords: White coat. Cross-infection. *Pseudomonas aeruginosa*. *Staphylococcus aureus*. Biosafety.

RESUMEN

BIM, Felipe Lazarini. **Tejidos de poliéster y sus implicaciones para la confección de batas**. 2019. 51 h. Disertación (Maestría en ciencias) – Escuela de Enfermería de Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

La literatura científica informa sobre la contaminación microbiana de las batas utilizadas por profesionales de la salud, pero no hay acuerdo relacionando su utilización con la reducción de la exposición microbiana por riesgo ocupacional. El objetivo de esta investigación fue evaluar tejidos de poliéster (Oxford y microfibr) utilizados en la confección de batas, en cuanto a la función de barrera física contra líquidos y bacterias, desde las perspectivas y retos del control de infección en el área de la salud. Se trata de un estudio del tipo experimental/ laboratorio *in vitro* llevado a cabo en tres etapas. En la primera etapa, los tiempos de pasaje a través de los tejidos fueron cronometrados y registrados en segundos desde el inicio del escurrimiento del líquido hasta las formaciones y caídas de las últimas gotas. En la segunda etapa (microbiológica), los inoculantes estandarizados de las bacterias estándar de *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) se añadieron al líquido. En el proceso de pasaje del líquido a través de los tejidos, alícuotas de 50µL *in natura* y diluidas (10^{-1} a 10^{-5}) se sembraron en la superficie de placas de Petri (60x15mm) con medios de cultivo selectivos, incubadas a 37 °C durante 24h, siendo el número de unidades formadoras de colonia de las bacterias expresado por mililitro del líquido (UFC/ml). En la tercera etapa, las características estructurales de los tejidos y la retención bacteriana fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Los datos obtenidos se sometieron a las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) y, subsecuentemente, a la prueba de U de Mann-Whitney a través del programa informático IBM SPSS Statistics (versión 25) y nivel de significación $\alpha=5\%$. La comparación entre las medianas de los tiempos de pasaje de los tejidos Oxford y microfibr demostró diferencia estadísticamente significativa ($p<0,001$) independientemente de las variables implicadas (tejidos limpio o limpio y pasado, y tejidos autoclavados o no autoclavados). En la etapa microbiológica, no se notó diferencia entre las medianas de las cargas bacterianas de los tejidos de Oxford y microfibr después de la pasaje de los líquidos con *S. aureus* ($p=0,056$) y *P. aeruginosa* ($p=0,320$). Los análisis por MEB posibilitaron la visualización de estructuras con formas irregulares y de cristal, así como espacios (macroporos) entre los hilos de los tejidos Oxford, que posibilitaron un menor tiempo de pasaje del líquido a través del tejido. Sin embargo, no se comprobó la presencia bacteriana en la superficie de los tejidos. Se concluye que, ante los dos tipos de tejidos utilizados en la confección de batas, el de microfibr presentó mayor tiempo de pasaje del líquido comparado al Oxford, como consecuencia de las diferencias estructurales de esos tejidos. Sin embargo, la función de barrera física bacteriana después de la pasaje del líquido a través de los tejidos no fue notada, lo que refuerza la necesidad de sustitución de la bata cuando se entra en contacto con líquidos biológicos, centrándose en la bioseguridad: control de contaminación/infección en el área de la salud.

Palabras clave: Bata de laboratório. Infección cruzada. *Pseudomonas aeruginosa*. *Staphylococcus aureus*. Bioseguridad.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.1.1	Objetivos específicos	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1	Local de estudo.....	16
3.2	Delineamento do estudo.....	16
3.3	Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos.....	18
3.4	Etapa microbiológica.....	19
3.4.1	Preparação das amostras.....	20
3.4.2	Padronização dos inóculos bacterianos.....	20
3.4.3	Avaliação dos tecidos como barreira física bacteriana.....	21
3.4.4	Análise das características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	23
3.5	Análise estatística.....	25
3.6	Procedimentos éticos em pesquisa.....	25
4	RESULTADOS	26
4.1	Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos.....	26
4.2	Avaliação do tecido como barreira física bacteriana.....	28
4.3	Análise das características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	29
5	DISCUSSÃO	37
6	CONCLUSÃO	44
7	REFERÊNCIA	46
8	APÊNDICE	51

1 INTRODUÇÃO

Biossegurança é definida como o conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços. Tais riscos podem comprometer a saúde do homem, animais, meio ambiente e/ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos (VASILIKI; ANTONAKI, 2013).

Vale ressaltar que o profissional da área da saúde está exposto a diversos riscos durante a sua jornada de trabalho em diferentes instituições. Dentre esses riscos, há o biológico: micro-organismos invisíveis ao olho nu, que são facilmente transmitidos para outros ambientes, fômites, profissionais e pacientes por contaminação cruzada (SOUSA et al., 2016).

O risco de aquisição de micro-organismos pelo profissional por meio da assistência à saúde do paciente e, conseqüentemente, contatos com lesões cutâneas, mucosas e fluidos corporais é uma realidade que não pode ser negligenciada. A necessidade do uso de barreiras de proteção dependerá das condições de exposição (contatos com a face, mãos ou corpo), tipo de exposição (fluidos, gotículas ou aerossóis), quantidade de sangue ou fluido corporal e duração da exposição dos profissionais aos riscos durante a realização de diferentes procedimentos invasivos ou não (MARKKANEN et al., 2015).

Nesse contexto, o Equipamento de Proteção individual (EPI) é fundamental para a proteção dos profissionais e pacientes contra o risco de contaminação cruzada e deve ser empregado tanto nos procedimentos de assistência aos pacientes clínicos como cirúrgicos.

Dentre os EPIs, os jalecos se destacam, uma vez que são amplamente utilizados como barreira de proteção pelos profissionais da saúde diante da exposição de fluidos corporais e agentes biológicos.

Do século IX até a década de 1970, os tecidos utilizados para confecção de jalecos eram leves e maleáveis, mas extremamente porosos, com permeabilidade elevada aos fluidos e fragmentos celulares de até 60µm, irritantes e com geração de muitos fiapos. Posteriormente optou-se pelo tecido do tipo percal (poliéster e algodão) com característica hidrofóbica que, no entanto, apresentou uma vida útil reduzida após os ciclos de reprocessamento. Nos anos 1980, novos tecidos de poliéster foram desenvolvidos para melhorar a qualidade e aceitação dos jalecos pelos profissionais

da saúde. Como características relevantes, apresentaram taxa reduzida de: amarrotamento (resiliência), inflamabilidade e geração de fiapos; resistência à tração (tenacidade) e aumento da funcionalidade como barreira e de durabilidade aos diversos ciclos de uso e reprocessamento (KAZORY, 2008; GOMES; COSTA; MOHALLEM, 2016).

O *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) afirma que o profissional da saúde deve usar jaleco durante a assistência direta à saúde de pacientes colonizados com micro-organismos epidemiologicamente relevantes, pois representa uma forma de barreira para contenção da transmissão microbiana. Com esse intuito, o jaleco deve estar limpo, mas não necessariamente esterilizado (CDC, 2003).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2014) alinhada às políticas de Segurança do Paciente da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2009ab) e do CDC reitera as seguintes recomendações para o uso de jalecos e aventais:

- ✓ Devem ser de cor branca; adaptarem aos contornos do corpo humano do profissional e oferecerem conforto; permitir a maleabilidade e reprocessamento; não se tornarem obstáculos aos procedimentos; não ocasionarem acúmulo de calor corporal e, por conseguinte, indução de erros nos procedimentos e sudorese excessiva; e não devem induzir processos alérgicos.
- ✓ Devem ser utilizados para a proteção individual dos profissionais nos casos de contato direto ou indireto com sangue, fluidos corporais, mucosas e pele não íntegra dos pacientes, visando à segurança do profissional, paciente e meio ambiente.
- ✓ Devem ser substituídos diariamente ou em caso de presença de sujidade visível, e restritos à assistência à saúde no ambiente de trabalho.

Questionamentos acerca das condições microbiológicas após o uso de jalecos, bem como os seus reprocessamentos continuam ainda sem respostas conclusivas. Então, diferentes técnicas laboratoriais foram desenvolvidas com o intuito de avaliar as características dos tecidos (composição, espessura, permeabilidade ao ar, penetração de vapor), as propriedades impermeabilizantes (a uma grande variedade de fluidos, incluindo água e sangue) e penetração de micro-organismos (em aerossóis ou em fluidos).

Os tecidos de jalecos em contato com determinadas áreas do corpo humano (tórax, antebraço, abdome) estão sujeitos a uma maior pressão e estresse das fibras,

resultando em um maior desgaste e, conseqüentemente, em uma maior permeabilidade nessas áreas. Outrossim, a passagem de fluidos através de tecidos dos jalecos depende da pressão exercida, do tempo de contato e do tipo de tecido. Ressalta-se que as áreas mais vulneráveis quanto à contaminação microbiana são as regiões dos punhos, antebraços e abdome dos jalecos utilizados pelos profissionais da saúde (STULL, 2010).

Apesar da contaminação microbiana dos jalecos provenientes de profissionais da saúde representar um fato alarmante, a literatura científica ainda não apresenta consenso nessa problemática, no que tange ao tipo de microbiota, bem como o tempo de permanência e o potencial em acarretar contaminação cruzada dos micro-organismos por meio dos jalecos (NAIK et al., 2016). Além disso, a redução do risco de contaminação microbiana destes profissionais que usam jalecos sobrepostos aos uniformes continua sem resposta definitiva (VERBEEK et al., 2016).

Dessa forma, embora o uso do jaleco seja recomendado, questionamentos quanto à sua eficácia na proteção dos profissionais têm surgido, vinculando a sua importância à identificação do profissional da área da saúde em vez do controle do risco ocupacional inerente à prática assistencial (LOVEDAY et al., 2007; SOUZA; PADOVEZE, 2017). Fomentados por essa problemática embasada na literatura científica, questiona-se a classificação do jaleco como EPI, visto que a Norma Regulamentadora 6 (NR6) preconiza a necessidade do certificado de aprovação (CA) para que um equipamento seja considerado de fato um EPI (BRASIL, 1978; SOUZA; PADOVEZE, 2017). Com esse propósito, esta pesquisa pretende avançar no conhecimento dessa temática, com vistas à biossegurança: controle de contaminação/infecção na área da saúde.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

- ✓ Avaliar diferentes tipos de tecidos utilizados na confecção de jalecos, quanto à função de barreira física a fluidos e bactérias, nas perspectivas e desafios do controle de infecção na área da saúde.

2.1.1 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar o tempo de passagem de um fluido através dos tecidos;
- ✓ Determinar a retenção da carga bacteriana por tecidos de oxford e microfibra, após a passagem de um fluido intencionalmente contaminado;
- ✓ Analisar as características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana com auxílio de microscopia eletrônica de varredura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório do Núcleo de Estudos de Prevenção e Controle de Infecção nos Serviços de Saúde (NEPECISS) da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (EERP-USP), sendo que o processamento (metalização) e a análise das amostras (microscopia eletrônica de varredura – MEV) foram realizados no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP), pertencente ao Programa de Equipamentos Multiusuários da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – (Processo n.º 04/09320-9).

3.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo experimental / laboratorial *in vitro* realizado em três etapas (primeira etapa: avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos; segunda etapa: avaliação da retenção da carga bacteriana por tecidos de oxford e microfibras, após a passagem de um fluido intencionalmente contaminado; e terceira etapa: análise das características estruturais de tecidos e a retenção bacteriana por meio de MEV).

Para a execução das duas primeiras etapas, os pesquisadores desenvolveram um suporte de madeira contendo dez abraçadeiras metálicas fixadas e distribuídas lado a lado (Figura 1).

Figura 1 – Vista panorâmica do suporte de madeira com abraçadeiras metálicas. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Para a realização dos experimentos, o meio de cultura *Brain Heart Infusion* - BHI (BD Difco, Sparks, MD, Estados Unidos) foi utilizado como fluido. Além disso, dois tipos de tecidos constituídos de 100% de poliéster, de gramaturas diferentes (oxford: 150g/m² e microfibras: 173g/m²) e amplamente empregados na confecção de jalecos para uso na assistência à saúde foram selecionados por conveniência para compor esta pesquisa.

Os tecidos foram recortados em fragmentos (6cm²) e fixados com auxílio de abraçadeiras metálicas às extremidades de canos de policloreto de polivinila (PVC de 3/4") com 10cm de comprimento. Em seguida, esses conjuntos foram acoplados às abraçadeiras metálicas do suporte de madeira (Figura 2).

Figura 2 – Vista panorâmica dos conjuntos de canos de PVC e tecidos fixados ao suporte de madeira. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

3.3 Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos

Grupos experimentais foram criados a partir da seleção amostral randomizada das seguintes variáveis: tipo de tecido (oxford ou microfibra), tecidos limpo ou limpo e passado, e tecidos autoclavado ou não autoclavado.

Cabe ressaltar que os tecidos foram limpos por meio de reprocessamento comum em máquina de lavar com água encanada e sabão em pó, e as amostras de tecidos “limpo e passada” foram submetidas individualmente à passadoria com ferro de passar roupas por cinco segundos.

Para a realização desta primeira etapa, um total de 240 amostras foram utilizadas, sendo que 120 para cada tipo de tecido foram distribuídas em grupos conforme as figuras 3 e 4.

Figura 3 – Fluxograma da distribuição em grupos das amostras de tecido (oxford) referente à primeira etapa da pesquisa (tempo de passagem de um fluido através dos tecidos). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 4 – Fluxograma da distribuição em grupos das amostras de tecido (microfibras) referente à primeira etapa da pesquisa (tempo de passagem de um fluido através dos tecidos). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Com a definição dos grupos experimentais, cada conjunto (fragmento de tecido fixado à extremidade de cano de PVC) foi acoplado ao suporte de madeira. Para cada amostra, 5mL de BHI foram aspirados com auxílio de uma seringa de 20mL. Em seguida, o êmbolo da seringa foi removido e o fluido escoou por gravidade no lúmen do cano de PVC.

Os tempos passagem do fluido através dos tecidos foram cronometrados e registrados em segundos desde o início do escoamento do fluido contida na seringa até a formação e queda da sua última gota através do tecido.

Salienta-se que por se tratar de uma avaliação observacional, um único pesquisador foi responsável pelo procedimento de cronometragem dos tempos (Apêndice A).

3.4 Etapa microbiológica

A etapa microbiológica desta pesquisa foi executada em Cabine de Segurança Biológica Classe II tipo A1 (VECO, Campinas, SP, Brasil) seguindo os princípios básicos de assepsia e biossegurança: controle de contaminação / infecção.

3.4.1 Preparação das amostras

Com a finalidade de minimizar o risco de contaminação das amostras, as extremidades dos canos de PVC opostas aos tecidos foram protegidas em papel alumínio. Posteriormente, os conjuntos foram embalados em papel grau cirúrgico (Figura 5) e submetidos ao processo de esterilização em autoclave (Phoenix, Araraquara, SP, Brasil) a 120°C por 20 minutos.

Decorrido o período de esterilização, as embalagens foram secas em forno de Pasteur (QUIMIS®, Diadema, SP, Brasil) a 60°C por 24 horas.

Figura 5 – Vista panorâmica dos conjuntos de canos de PVC com tecidos e papel alumínio embalados em papel grau cirúrgico para esterilização. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

3.4.2 Padronização dos inóculos bacterianos

Culturas recentes de cepas bacterianas padrão de *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) foram obtidas a partir da semeadura em placas Petri (15x90mm) com *Muller Hinton Agar* (BD Difco, Sparks, MD, Estados Unidos) e incubação a 37°C por 24h.

Cada inóculo bacteriano foi transferido para tubo de ensaio (150x25mm), contendo pérolas de vidro e 10mL de solução salina a 0,85%, com auxílio de uma alça de poliestireno esterilizada. Ainda, a homogeneização dos inóculos foram efetuadas em agitador de tubos AP-56 (Phoenix, Araraquara, SP, Brasil) durante 1min.

A padronização dos inóculos bacterianos (10^8 UFC/mL) de *S. aureus* e *P. aeruginosa* foi realizada por meio de espectrofotômetro – modelo 22PC (Spectrumlab, China) em absorbância entre 0,080 e 0,100 e comprimento de onda de 625nm.

3.4.3 Avaliação dos tecidos como barreira física bacteriana

Nesta segunda etapa (microbiológica), a metodologia empregada foi semelhante à descrita no item 3.3 *Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos*, diferenciando-se apenas quanto ao preparo das amostras e às variáveis envolvidas (tipo e carga bacteriana).

Um total de 60 amostras, sendo 30 para cada tipo de tecido, foi utilizado nesta etapa, segundo a figura 6.

Figura 6 – Fluxograma da distribuição em grupos das amostras de tecidos (oxford e microfibra) referente à segunda etapa da pesquisa (retenção da carga bacteriana por tecidos, após a passagem de um fluido intencionalmente contaminado). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Cada um dos conjuntos foi fixado ao suporte de madeira e o papel alumínio retirado para expor o lúmen do cano de PVC (Figura 7).

Figura 7 – Vista panorâmica da fixação dos conjuntos ao suporte de madeira e da retirada dos papéis alumínio para a exposição dos lúmens dos canos de PVC, seguindo os princípios básicos de assepsia. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Em um frasco de vidro com 60mL de BHI foi acrescido 1% do inóculo bacteriano padronizado. Em seguida, aspirou-se 5mL do conteúdo contido no frasco com o auxílio de uma seringa de 20mL. Com a seringa posicionada no lúmen do cano de PVC, o êmbolo da seringa foi removido para que o fluido escoasse por gravidade.

O produto da passagem do fluido através dos tecidos foi recuperado em um frasco coletor esterilizado posicionado embaixo do conjunto referente a cada amostra. A partir do fluido recuperado (Figura 8), alíquotas de 50µL foram submetidas à diluição decimal seriada (10^{-1} a 10^{-5}), sendo que as amostras *in natura* e diluídas foram semeadas na superfície de placas de Petri (60x15mm) com meios de cultura seletivos para *S. aureus* – *Mannitol Salt Agar* (BD Difco, Sparks, MD, Estados Unidos) – (Figura 8) e para *P. aeruginosa* – *Cetrimide Agar* (BD Difco, Sparks, MD, Estados Unidos).

Decorrido o período de incubação a 37°C por 24h das amostras, a carga bacteriana foi quantificada com auxílio de estereomicroscópio trinocular – modelo AQZ-DS4-TRI70 (Tecnival) e o número de unidades formadoras de colônia das bactérias expresso por mililitro do fluido (UFC/mL).

Figura 8 – Vista panorâmica da: A) recuperação da amostra em frasco coletor esterilizado, após passagem do fluido com inóculo bacteriano através dos fragmentos de tecidos; e B) semeadura de alíquotas de 50µL das amostras na superfície de placas de Petri (60x15mm) com meios de cultura seletivos. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

3.4.4 Análise das características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na terceira etapa desta pesquisa, fragmentos dos tecidos com cerca de 1cm² referentes a cada grupo experimental (Figura 9) foram recortados e transferidos para uma placa de poliestireno de 24 poços contendo 2mL de glutaraldeído a 2,5%.

Figura 9 – Representação do conjunto (tecido fixado à extremidade de cano de PVC por abraçadeira metálica), fragmento de tecido recortado para análise por microscopia eletrônica de varredura e referência a cada grupo experimental. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor

Após o período de fixação em glutaraldeído a 2,5% por pelo menos 12h, as amostras foram submetidas ao processo de desidratação em série de álcoois a 15, 30, 50, 70, 95 e 100%, durante 15 minutos em cada concentração. Uma vez desidratadas, as amostras foram reservadas em uma placa de 24 poços com perfurações e armazenados em dessecador com sílica, a fim de se evitar a presença de umidade.

As amostras foram fixadas em suportes metálicos (*stubs*) com auxílio de fita dupla face e gotas de cola condutora nas extremidades dos fragmentos dos tecidos. Devido à característica isolante das amostras, elas foram submetidas a três etapas de evaporação com carbono (corrente elétrica: 2,0A) e uma etapa de metalização com ouro sob pressão de 0,1mbar por 180s, em um equipamento: Bal-Tec SCD 050 Sputter Coater (Principado de Liechtenstein) para que se tornassem condutoras.

As amostras foram analisadas em um microscópio eletrônico de varredura Zeiss EVO 50 (Cambridge, Reino Unido) em modo de baixo vácuo (Figura 10). O sistema de detecção por elétrons secundários (SE) permitiu o registro de micrografias no modo topográfico.

Figura 10 - Vista panorâmica do microscópio eletrônico de varredura Zeiss EVO 50; Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos nos experimentos (de difusão e bacteriológicos) descritos nos itens 3.3 *Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos* e 3.4.3 *Avaliação dos tecidos como barreira física bacteriana*, foram tabulados e codificados adequadamente em planilha por dupla digitação. Ainda, os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e, posteriormente, ao teste estatístico não paramétrico para amostras independentes (U de Mann-Whitney) por meio do software *IBM SPSS Statistics* (versão 25) e nível de significância $\alpha=5\%$.

3.6 Procedimentos éticos em pesquisa

Este estudo não foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, considerando tratar-se de um experimento no modelo *in vitro*.

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação do tempo de passagem de um fluido através dos tecidos

Para responder ao primeiro objetivo específico desta pesquisa, a quantificação do tempo de passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibra foi determinada.

Os resultados da tabela 1 demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) entre as medianas dos tempos de passagem do fluido através do tecido limpo e limpo e passado, independentemente, se as amostras foram autoclavadas ou não autoclavadas.

Com relação aos tecidos autoclavados, os valores foram de $p=0,918$ e $p=0,107$ para os tecidos de oxford e microfibra, respectivamente. Outrossim, resultados semelhantes foram observados para os tecidos não autoclavados de oxford ($p=0,193$) e microfibra ($p=0,483$).

Tabela 1 – Comparação entre as medianas dos tempos (em segundos) de passagem de um fluido através dos tecidos limpo e limpo e passado (autoclavados ou não autoclavados). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Variáveis	Limpo	Limpo e passado	Valor de p^*
Oxford autoclavado	7,33	7,76	0,918
Microfibra autoclavado	32,45	37,89	0,107
Oxford não autoclavado	7,67	7,40	0,193
Microfibra não autoclavado	33,53	31,70	0,483

Legenda: *teste de U de Mann-Whitney.

Na tabela 2, a comparação entre as medianas dos tempos de passagem do fluido através dos tecidos autoclavado e não autoclavado permitiu inferir que não houve diferença estatisticamente significativa nem para os tecidos limpos de oxford ($p=0,333$) nem para os de microfibra ($p=0,836$).

Quanto aos tecidos limpos e passados, as medianas dos tempos de passagem do fluido através dos tecidos de oxford (autoclavado e não autoclavado) não demonstraram diferença estatisticamente significativa ($p=0,723$). Entretanto, a mediana do tempo de passagem do fluido através do tecido de microfibra autoclavado foi maior do que a do tecido de microfibra não autoclavado ($p=0,008$).

Tabela 2 – Comparação entre as medianas dos tempos (em segundos) de passagem do fluido através dos tecidos autoclavado e não autoclavado (limpo ou limpo e passado). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Variáveis	Autoclavado	Não autoclavado	Valor de p^*
Oxford limpo	7,33	7,67	0,333
Microfibra limpo	32,45	33,53	0,836
Oxford limpo e passado	7,76	7,40	0,723
Microfibra limpo e passado	37,89	31,70	0,008

Legenda: *teste de U de Mann-Whitney.

No que diz respeito à comparação entre as medianas dos tempos de passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibra, todos os grupos avaliados (autoclavado limpo, não autoclavado limpo, autoclavado limpo e passado, e não autoclavado limpo e passado) indicaram diferenças estatisticamente significantes ($p<0,001$) – tabela 3.

Tabela 3 – Comparação entre as medianas dos tempos (em segundos) de passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibra (autoclavado limpo, não autoclavado limpo, autoclavado limpo e passado, e não autoclavado limpo e passado). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Variáveis	Oxford	Microfibra	Valor de p^*
Autoclavado limpo	7,33	32,45	<0,001
Não autoclavado limpo	7,67	33,53	<0,001
Autoclavado limpo e passado	7,76	37,89	<0,001
Não autoclavado limpo e passado	7,40	31,70	<0,001

Legenda: *teste de U de Mann-Whitney.

4.2 Avaliação do tecido como barreira física bacteriana

Com o intuito de responder ao segundo objetivo específico desta pesquisa, a retenção da carga bacteriana pelos tecidos foi avaliada, após a passagem do fluido com inóculo bacteriano.

Na tabela 4, os resultados da comparação entre as medianas da carga bacteriana de *Staphylococcus aureus* (UFC/mL), após a passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibras não demonstraram diferença estatisticamente significativa ($p=0,056$).

Tabela 4 – Avaliação da carga de *Staphylococcus aureus*, após a passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibras. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Amostras	UFC/mL		Valor de p^*
	Oxford	Microfibras	
1	1.240.000	1.500.000	0,056
2	1.040.000	1.120.000	
3	920.000	1.800.000	
4	1.140.000	1.780.000	
5	1.260.000	1.960.000	
7	300.000	1.000.000	
8	1.040.000	2.800.000	
9	940.000	1.660.000	
10	1.160.000	1.180.000	
11	1.000.000	1.940.000	
12	1.200.000	1.520.000	
13	880.000	1.140.000	
14	1.880.000	570.000	
15	1.200.000	1.102.000	
Mediana	1.140.000	1.520.000	

Legenda: UFC/mL, unidades formadoras de colônia por mililitro de fluido; *teste de U de Mann-Whitney.

De acordo com a tabela 5, não houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,320$) na comparação entre os resultados das medianas da carga bacteriana de *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/mL), após a passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibra.

Tabela 5 – Avaliação da carga de *Pseudomonas aeruginosa*, após a passagem do fluido nos tecidos de oxford e microfibra. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Amostras	UFC/mL		Valor de p^*
	Oxford	Microfibra	
1	108.000	100.000	0,320
2	21.200	296.000	
3	92.000	1.440.000	
4	4.400	144.000	
5	27.600	14.000	
7	26.000	30.000	
8	400.000	80.000	
9	100.000	20.000	
10	440.000	1.800.000	
11	260.000	120.000	
12	600.000	26.000.000	
13	1.080.000	16.000.000	
14	580.000	20.000.000	
15	760.000	800.000	
Mediana	260.000	296.000	

Legenda: UFC/mL, unidade formadora de colônia por mililitro do fluido; *teste de U de Mann-Whitney.

4.3 Análise das características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Visando responder ao terceiro objetivo específico desta pesquisa, as características estruturais dos tecidos e a retenção bacteriana foram analisadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) – figuras 10 a 14.

As diferenças dos tecidos de oxford e microfibra ficaram evidentes quanto à quantidade de fios e às características estruturais notadas nas eletromicrografias (100x) panorâmicas (Figuras 11 e 12).

Na figura 11 ficou evidenciado que o tecido de oxford apresenta menos fios e trama simples (tela ou tafetá), enquanto que o tecido de microfibra exibe uma maior quantidade de fios e estruturas mais bem elaboradas e densas (ligamento sarja).

Figura 11 – Eletromicrografia da superfície do tecido de oxford. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 12 – Eletromicrografia da superfície do tecido de microfibra. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Nas figuras 13 e 14, as mensurações das larguras dos conjuntos dos fios do tecido de oxford (398,4 e 419,3 μ m) foram maiores do que as do tecido de microfibra (208,3 e 278,6 μ m) com auxílio do *software* empregado para a captura das eletromicrografias (100x).

Figura 13 – Eletromicrografia com mensurações das larguras dos conjuntos dos fios do tecido de oxford, bem como de um espaço, em micrômetros (μ m). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 14 – Eletromicrografia com mensurações das larguras dos conjuntos dos fios do tecido de microfibra, em micrômetros (μ m). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Espaços na região de intersecção dos conjuntos dos fios do tecido de oxford foram evidenciados pelas eletromicrografias: (100x) – (104,2 por 132,8 μ m) – figura 13 e (350x) – figura 14. Por outro lado, no tecido de microfibra, a presença de uma quantidade maior de fios e estruturas mais bem elaboradas e densas resultaram em uma trama mais uniforme e sem a presença de espaços (figura 15).

Figura 15 – Eletromicrografias na região de intersecção dos conjuntos dos fios dos tecidos de: A) oxford e B) microfibra. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

As eletromicrografias (100x, 350x, 2.000x e 5.000x) das figuras 16 a 19 permitiram a identificação de estruturas com formas irregulares, independentemente dos grupos avaliados (autoclavado limpo, não autoclavado limpo, autoclavado limpo e passado, e não autoclavado limpo e passado).

A respeito da retenção bacteriana pelos tecidos de oxford e microfibra, após a passagem do fluido, não foi constatada a presença de *S. aureus* (figuras 16 e 17) e *P. aeruginosa* (figuras 18 e 19) na superfície das amostras analisadas por meio de MEV.

Figura 16 – Eletromicrografias do tecido de oxford, após a passagem do fluido acrescido do inóculo bacteriano (*Staphylococcus aureus*). A) vista panorâmica do tecido (100x); B) conjunto de fios que compõem o tecido (350x); C) estruturas irregulares na superfície do fio do tecido (2.000x); D) estruturas irregulares na superfície do fio do tecido (seta) – (5.000x). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 17 – Eletromicrografias do tecido de microfibras, após a passagem do fluido acrescido do inóculo bacteriano (*Staphylococcus aureus*). A) vista panorâmica do tecido (100x); B) conjunto de fios que compõem o tecido (350x); C) cristais na superfície do fio do tecido (setas) – (2.000x); D) estruturas irregulares na superfície do fio do tecido (5.000x). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 18 – Eletromicrografias do tecido de oxford, após a passagem do fluido acrescido do inóculo bacteriano (*Pseudomonas aeruginosa*). A) vista panorâmica do tecido (100x); B) conjunto de fios que compõem o tecido (350x); C) estruturas irregulares na superfície do fio do tecido (2.000x); D) cristal na superfície do fio do tecido (seta) – (5.000x). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 19 – Eletromicrografias do tecido de microfibra, após a passagem do fluido acrescido do inóculo bacteriano (*Pseudomonas aeruginosa*). A) vista panorâmica do tecido (100x); B) conjunto de fios que compõem o tecido (350x); C) estruturas irregulares na superfície do fio do tecido (setas) – (2.000x); D) cristais na superfície do fio do tecido (setas) – (5.000x). Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

Fonte: elaborada pelo autor.

As análises das amostras obtidas por meio da MEV permitiram diferenciar as estruturas dos tecidos de oxford e microfibra e relacionar isso aos resultados dos tempos de passagem do fluido através dos tecidos e à retenção da carga bacteriana.

5 DISCUSSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar diferentes tipos de tecidos utilizados para a confecção de jalecos quanto à função de barreira física para fluidos e bactérias. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) os jalecos representam um equipamento de proteção individual (EPI) e, é amplamente utilizado por profissionais da saúde no contexto de assistência, com o intuito de minimizar o risco de contaminação do profissional e de suas roupas internas por micro-organismos provenientes dos pacientes e do ambiente. Estes micro-organismos podem ser transferidos por via aérea e/ou contatos direto e/ou indireto de gotículas, aerossóis, fluidos corporais, fômites ou superfícies contaminadas (CARVALHO et al., 2009; IDRIS; BAYOUMI, 2016; BRASIL, 2004).

Algumas recomendações são feitas pela ANVISA em consonância com as políticas de Segurança do Paciente da Organização Mundial da Saúde (OMS) e com o *Center for Disease Control and Prevention* (CDC), visando as boas práticas e o uso adequado de jalecos ou aventais (CDC, 2003; WHO, 2009ab; BRASIL, 2014; 2017).

Estudos que investigaram as possíveis rotas de transmissão microbiana de jalecos utilizados por profissionais e estudantes da área da saúde demonstraram carga elevada de contaminação, configurando-os como possíveis meios de veiculação cruzada entre pessoas e ambiente hospitalar e comunitário (TREAKLE et al., 2009; CARVALHO et al., 2009; BANU; ANAND; NAGI, 2012; BALANI; MARCUZ, 2014; QADAY et al., 2015).

Diante da problemática do risco de infecção decorrente da disseminação microbiana por meio de jalecos, várias recomendações foram normatizadas com o objetivo de minimizá-lo. De acordo com a Lei n.º 14.466, de 8/6/2011, é proibido o uso de EPI, em especial os jalecos, fora do ambiente de trabalho (BRASIL, 2011).

Outra discussão que surge diz respeito à denominação dada ao jaleco, uma vez que segundo o disposto na Norma Regulamentadora 6 (NR6) publicada pelo Ministério do Trabalho, em sua Portaria de n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, todo EPI deve apresentar um certificado de aprovação (CA), indicando que o equipamento foi submetido a análises e testes que comprovem a sua eficácia (BRASIL, 1978; SOUZA; PADOVEZE, 2017).

Souza (2017) questiona em sua pesquisa a categorização do jaleco como EPI em vez de uniforme/vestuário e infere que a origem do equívoco decorre do uso do

termo jaleco como sinônimo de avental na língua portuguesa, sob a interpretação semântica errônea dos termos *white coat* e *apron* ou *gown* empregados na língua inglesa.

Outros estudos científicos defendem que o jaleco é uma vestimenta/uniforme e, portanto, exerce mais a função de identificação do profissional do que propriamente a biossegurança dele. Além disso, o jaleco estaria associado por parte dos pacientes a uma maior confiabilidade nos profissionais envolvidos na assistência à saúde (LOVEDAY et al., 2007; LANDRY et al., 2013; SOUZA; PADOVEZE, 2017).

Sem dúvida a temática em pauta é complexa e gera uma série de inquietações quanto ao uso de jalecos como equipamento de proteção individual e incita reflexões face a variabilidade de condições laborais na saúde. Ademais, nos propomos a desenvolver um experimento *in vitro* sobre a barreira física exercida pelos tecidos quando submetidos a fluidos e micro-organismos, e consequentemente contribuir aos desafios inerentes à exposição ocupacional na área da saúde.

Assim sendo, esta pesquisa, proporcionou resultados interessantes quanto a passagem do fluido através dos tecidos de oxford e microfibra reforçando sua ineficácia como barreira, uma vez houve a passagem do fluido em todas as amostras verificadas. Adicionalmente, se constatou notória diferença no tempo de passagem do fluido entre os dois tecidos, sendo que foram registrados tempos maiores para as amostras de microfibra. Há de se considerar que os resultados se mantiveram independentemente de o tecido ter sido limpo, passado ou autoclavado.

Os tecidos de fibras sintéticas proporcionam maior conforto ao profissional e parece influenciar positivamente na aceitação. É importante mencionar que os tecidos de oxford e de microfibra empregados no presente estudo são compostos por fios sintéticos (100% poliéster) produzidos por meio de uma técnica de produção, a reação química entre o ácido tereftálico e do etilenoglicol (WAN; GALEMBECK, E; GALEMBECK, F, 2001). O produto dessa reação passa por um processo de extrusão em uma fieira, que resulta na produção dos fios de multifilamentos sintéticos de poliéster (BORELLI; BITTENCOURT, 2014; GOMES; COSTA; MOHALLEM, 2016).

Dessa forma, nesta pesquisa, a matéria prima utilizada na confecção dos fios dos dois tipos de tecido (oxford e microfibra) foi a mesma e permitiu inferir que as diferenças nos de passagem de fluido através dos tecidos ocorreram em decorrência das particularidades estruturais inerentes a cada tecido.

De um modo geral, os tecidos planos são produzidos pelo entrelaçamento de fios que podem ocorrer de forma simples ou complexa. Ainda, as formas de ligamento entre os fios conferem aos tecidos características distintas no que tangem às questões físicas como flexibilidade, porosidade, sensação ao toque, aspecto visual, entre outras. (BORELLI; BITTENCOURT, 2014).

Os tecidos de oxford e de microfibras, utilizados na presente pesquisa, demonstraram características estruturais diferentes, com ligamentos dos tipos de tela e de sarja, respectivamente, conforme as eletromicrografias (Figuras 11, 12 e 15) obtidas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). A MEV confirmou a presença de espaços (macroporos) entre os fios dos tecidos de oxford o que justificou a menor resistência à passagem do fluido através do tecido por capilaridade (Figura 15), e consequentemente registros de tempos menores (Apêndice A).

Uma outra preocupação refere-se ao reprocessamento de roupas e vestuários utilizados nos serviços de saúde após o uso. Nesse sentido, a ANVISA destaca algumas recomendações no manual intitulado: “Processamento de roupas em serviços de saúde: prevenção e controle de riscos” (BRASIL, 2009).

Segundo o disposto no item 6.3 da NR6, o empregador e a instituição são responsáveis por disponibilizar gratuitamente aos funcionários todos os EPIs necessários para o exercício de suas atividades de forma segura, bem como o reprocessamento das roupas disponibilizadas/utilizadas para/pelos profissionais (BRASIL, 1978; BRASIL, 2009). Cabe destacar que o jaleco é considerado vestuário particular e, portanto, seu reprocessamento fica sob a responsabilidade do profissional.

Nesta pesquisa, optamos por considerar as variáveis: limpo e passado, visando simular o cotidiano quanto ao reprocessamento do jaleco (lavagem/limpo com ou sem passadoria a ferro comum).

Embora não seja objeto de nosso estudo; uma outra questão interessante, refere-se ao reprocessamento frequente (lavagem, secagem e esterilização) dos campos de tecidos (100% de algodão) que ao longo do tempo apresentam mudanças na conformação de suas fibras, comprometendo sua função de barreira contra micro-organismos (RODRIGUES, 2000; SOBEC, 2009; AORN, 2007). O processo de esterilização em autoclave por meio de calor úmido sob pressão, altera as estruturas dos fios dos tecidos em virtude das variações de temperatura e umidade.

Ainda, no que concerne à modificação das fibras do tecido de algodão a Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico (SOBECC) recomenda que a lavagem antes do primeiro uso para remoção da goma (amido) e da sujidade permitindo que o agente esterilizante (calor úmido) da autoclave atue de maneira eficaz no processo de esterilização. Além disso, o reprocessamento do tecido contribui para que o teor de umidade das suas fibras seja restituído, evitando o seu superaquecimento e ressecamento durante o processo de esterilização (SOBECC, 2009).

Diante do exposto, além do reprocessamento do tecido, as variáveis (autoclavado e não autoclavado) foram inseridas nesta pesquisa. A finalidade foi identificar se o processo de esterilização poderia causar alterações nos tecidos de oxford e de microfibra e, portanto, influenciar nos tempos de passagem do fluido e na retenção bacteriana através dos tecidos. A avaliação deste quesito mostrou a manutenção da estrutura do tecido, todavia nos incitou questionamentos acerca do prejuízo aos fios ao longo de repetidos ciclos de reprocessamento. Reforça-se aqui a necessidade de estudos adicionais de maneira que possam revelar a real situação dos jalecos em termos de integridade dos fios e estrutura da trama.

Outro aspecto investigado reporta-se a determinação da retenção da carga bacteriana após a passagem do fluido intencionalmente contaminado. Nas condições experimentais desta pesquisa, não houve retenção da carga bacteriana, independentemente das diferenças estruturais e de gramatura dos tecidos (Tabelas 4 e 5, e Figuras 16 a 19). Nesse sentido, é possível inferir sobre o risco biológico decorrente da exposição em situação real de assistência à saúde desde que ocorra o contato do tecido com um fluido em quantidade suficiente para atravessá-lo.

Especificamente em relação a contaminação da roupa, de capotes e jalecos dos profissionais de saúde, alguns pesquisadores evidenciaram a presença de *Staphylococcus aureus*, principalmente na região da cintura, punhos e bolsos, inclusive por cepas resistentes à metilicina (MRSA). Apesar da regulamentação que proíbe a utilização de jalecos fora do ambiente hospitalar é interessante destacar que os profissionais alegam essa prática para reconhecimento profissional, até para guardar objetos, entre outras justificativas. (TREAKLE et al., 2009).

Em síntese, a literatura científica tem reportado a contaminação microbiana de jalecos de profissionais e/ou estudantes da área da saúde, com ênfase no isolamento de *S. aureus* (WONG; NYE; HOLLIS, 1991; LOH; HOLTON, 2000; TREAKLE et al.,

2009; BANU; ANAND; NAGI, 2012; OLIVEIRA; SILVA; GARBACCIO, 2012; COUTO; MOREIRA; KAISER, 2016; NEVES et al., 2016; RIBEIRO; MARINHO, 2017; SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2017).

Cabe salientar que, no estudo utilizou-se cepas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* devido a sua importância clínica e epidemiológica em ambiente hospitalar e/ou comunidade. Ambas as cepas são reconhecidamente como importantes agentes etiológicos associados a IRAS, com destaque para o surgimento multirresistência aos antimicrobianos. Cabe lembrar que cepas de *S. aureus* faz parte da microbiota de indivíduos saudáveis e *P. aeruginosa* raramente é isolada, no entanto ambas tem demonstrado a capacidade elevada de mudança do perfil de sensibilidade a uma gama de antimicrobianos. Em geral, estão associadas a infecções das vias respiratórias, urinárias, ósseas, cutâneas, subcutâneas, trato gastrointestinal, entre outras (BRASIL, 2004; SANTOS et al., 2007; NSEIR et al., 2011; MADIGAN et al., 2016; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017)

Vários pesquisadores inclusive têm alertado quanto a ocorrência de resistência destas cepas aos antibióticos ou quimioterápicos. A despeito desta multirresistência há uma conscientização, em âmbito mundial, que ameaça a sociedade, particularmente a indústria farmacêutica, que se encontra sem resposta terapêutica (FUENTEFRÍA; FERREIRA; CORÇÃO, 2011; SALES; SILVA, 2012; MADIGAN et al., 2016; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

Em termos históricos sabe-se que a ocorrência do primeiro caso de *cepa* resistente desencadeou intensa preocupação e tornou-se um dos principais problemas de saúde pública com sérias implicações econômicas, sociais e política, cruzando todos os limites ambientais e étnicos.

Em 2018 a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou os primeiros dados de vigilância sobre resistência aos antibióticos e revelou altos níveis de resistência a uma série de infecções bacterianas graves em países de alta e baixa renda. De acordo com o Global Antimicrobial Surveillance System (GLASS), há uma ocorrência generalizada de resistência aos antibióticos entre 500 mil pessoas com suspeita de infecção bacteriana em 22 países. É por isso que a OMS está encorajando os países a criarem bons sistemas de vigilância para detectar a resistência aos medicamentos e fornecer dados para este sistema global" (OPAS, 2018).

Em linhas gerais, a microbiologia tem contribuído ao monitoramento epidemiológico desses eventos ao identificar a origem clonal do microrganismo,

permitindo correlacionar eventuais fatores, como: colonização e infecção, contaminação ambiental e colonização, mudança do padrão de resistência, além de outros. Esses conhecimentos propiciam um melhor equacionamento de medidas de vigilância, prevenção e controle da infecção cruzada e das infecções relacionadas a assistência à saúde (IRAS). Em complementação é de extrema importância que cada instituição defina sua situação em termos de microbiota (LOVEDAY et al., 2014)

A despeito dos avanços de fármacos ou de outras alternativas que possam minimizar a situação da contaminação e da infecção cruzada veiculada por EPI observa-se que o mercado tem sido promissor, a exemplo, da impregnação de insumos e artigos odonto-medico- hospitalares, e até de tecidos com potência antimicrobiana (BALASHANMUGAM; KALAICHELVAN, 2015; LIMPITEEPRAKAN; BABEL, 2016; KHODAPARAST et al., 2018).

O uso de jalecos pelos profissionais da saúde suscita alguns questionamentos quanto à estrutura (padronagem/trama) dos tecidos, que podem facilitar a passagem de micro-organismos. Ademais, a característica de hidrofiliabilidade contribui com o seu “baixo grau de eficiência como barreira microbiana – *bacterial filtration efficiency* (BFE) de 34%” (SOBECC, 2009).

Nesta pesquisa, as análises das amostras realizadas com auxílio de MEV não evidenciaram a retenção bacteriana de *S. aureus* e *P. aeruginosa* nas superfícies dos tecidos, entretanto devido ao sentido do fluxo do fluido através dos tecidos, há a possibilidade de que as bactérias tenham aderido às superfícies internas e/ou opostas dos tecidos. Por outro lado, cristais identificados e registrados nas eletromicrografias (Figuras 16 a 19) podem ter sido provenientes do reprocessamento prévio dos tecidos (água e/ou sabão em pó utilizados).

Com já mencionado, a função de proteção dos jalecos como barreira física contra os micro-organismos é comprometida mediante alguns fatores como: integridade do tecido, formato, gramatura, porosidade, processamento após o uso, bem como devido as exposições a que está sujeito durante as atividades assistenciais em saúde. Nesse sentido, o cuidado de enfermagem destaca-se considerando o volume de procedimentos diretos e/ou indiretos realizados, a saber: higiene corporal (banho no leito ou de aspersão com auxílio); realização de curativos, sondagens, punções e terapias medicamentosas endovenosas, assim como a manutenção do ambiente biologicamente seguro por meio da limpeza de unidade concorrente e

terminal (MOLLER; MAGALHAES, 2015; BERNARDES; BAPTISTA, 2015; PAULELA et al., 2018)

Com relação à confecção/fabricação de jalecos, não há normas e/ou diretrizes nacionais e internacionais, permitindo uma diversidade de ofertas no mercado quanto aos tecidos e modelos. Ademais, há a problemática do profissional da saúde em adquirir o seu próprio tecido sem conhecimento das suas especificações, desde que esse seja branco, para a confecção e/ou customização, sem qualquer tipo de padronização e/ou fiscalização.

Os jalecos são rotineiramente utilizados por muitos profissionais da área da saúde como EPI, entretanto são alvos de pesquisas científicas na biossegurança, visto que podem representar fonte potencial de contaminação cruzada dentro e fora do ambiente de trabalho. Ainda, diante dos resultados deste estudo, podemos inferir que os tecidos de jalecos não funcionarão como barreira bacteriana na presença de fluido e dessa forma devem ser imediatamente substituídos por representarem risco ocupacional.

O modelo experimental *in vitro*, possui limitações, dificultando a extrapolação para a prática clínica, expressas a seguir: a posição horizontal dos tecidos (que diferiu da posição real de uso do jaleco pelo profissional da saúde), a comparação experimental foi restringida pelo emprego de apenas dois tipos de tecidos, os lados opostos dos tecidos não foram analisados por meio de MEV e a dificuldade na obtenção das especificações técnicas dos tecidos pelas lojas e fabricantes (como o número de fios, tipo de trama e composição química).

Há de se considerar que por se tratar de uma metodologia original, desenvolvida para a realização desta pesquisa, está passível de aprimoramentos.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo referente a avaliação de diferentes tipos de tecidos utilizados para confecção de jalecos, quanto à função de barreira física a fluidos e bactérias, bem como suas características estruturais nos conduziram às seguintes conclusões:

- ✓ Os dois tecidos não apresentaram características de barreira física a fluido e a bactérias;
- ✓ Com relação à avaliação do tempo de passagem do fluido através das amostras de tecido, observou-se o registro de tempo maior no tecido de microfibra quando comparado ao de oxford;
- ✓ No que se refere à retenção da carga bacteriana por tecidos de oxford e microfibra, após a passagem do fluido intencionalmente contaminado, ambos não apresentaram características quanto a essa função;
- ✓ As imagens obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV) evidenciaram diferenças estruturais (macroporos) no tecido de oxford, corroborando com os registros de tempos menores de passagem de fluido quando comparados às amostras de microfibra. Ainda, referente a etapa microbiológica não foi constatada a presença dos microrganismos *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* nos campos analisados de cada amostra.

Embora não tenha sido pauta de investigação do estudo, aspectos relativos ao nível de contaminação dos jalecos ao longo da jornada de trabalho em decorrência das práticas assistenciais em saúde, é evidenciado na literatura, configurando-os como possíveis meios de veiculação microbiana. Ainda, nos parece que há escassos investimentos quanto ao risco de contaminação do profissional, em especial ao desenvolverem atividades que possam ocasionar exposição à umidade ou à fluidos corporais.

Acredita-se que os resultados obtidos contribuem para a discussão sobre o uso seguro do jaleco, especialmente no que concerne à segurança ocupacional. Há de se considerar que futuros estudos *in vitro* e em campo são necessários para responder a outros questionamentos que perpetuam quanto à problemática, com vista à biossegurança: controle de contaminação/infecção.

REFERÊNCIAS¹

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente. 1. ed. **ANVISA**, DF; 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente**. 1. ed. ANVISA, DF; 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Medidas de Prevenção de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde**. 2. ed. ANVISA, DF; 2017.

BALANI, K. C.; MARCUZ, F. S. Utilização do jaleco pelos profissionais de saúde de um pronto atendimento do município de Cianorte. **Revista Uningá**. V.17, n.1, p. 35-41, 2014.

BALASHANMUGAM, P; KALAICHELVAN, P. T. Biosynthesis characterization of silver nanoparticles using *Cassia roxburghii* DC. aqueous extract, and coated on cotton cloth for effective antibacterial activity. **International Journal of Nanomedicine**. V. 10, n. 1, p. 87–97, 2015

BANU, A.; ANAND, M.; NAGI, N. White coats as a vehicle for bacterial dissemination. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**. V. 6, n. 8, p. 1381-1384, 2012.

BERNARDES, C. L.; BAPTISTA, P. C. P. Exposições ocupacionais aos fluidos biológicos, repensando estratégias de intervenção: estudo qualitativo. **Online Brazilian Journal of Nursing**. v. 14, n. 3, p. 321-331, 2015.

BORELLI, C.; BITTENCOURT, E. **Estudo das propriedades de conforto em tecidos planos de poliéster. Pesquisas em design, gestão e tecnologia de têxtil e moda: 1º semestre de 2013**. 1ed.São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH/USP, v. 1, p. 107-112, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Processamento de roupas em serviços de saúde: prevenção e controle de riscos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília: Anvisa, 2009.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde**. MOD 1 – Principais Síndromes Infecciosas, 2004.

BRASIL. **Lei nº 14.466, de 08 de Junho de 2011**. Projeto de Lei nº 757/2009, do Deputado Vitor Sapienza – PPS.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego**. Portaria n. 3.214, de 8 junho de 1978. Aprova a norma regulamentadora NR 6.

¹Segundo Diretrizes para apresentação de Dissertações e Teses da USP. 3ª Edição. Revisada, ampliada e modificada, 2016. Parte | (ABNT) e ABNT NBR 6023.

CARVALHO, C. M. R. S.; MADEIRA, M. Z. A.; TAPETY, F. I.; ALVES, E. L. M.; MARTINS, M. C. C.; BRITO, J. N. P. O. Aspectos de biossegurança relacionados ao uso do jaleco pelos profissionais de saúde: uma revisão da literatura. **Texto Contexto Enfermagem**, v.18, n.2, p. 355- 60, 2009.

CENTRAL FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Guidelines for Infection Control in Dental Health-Care Settings. 1. ed. **CDC**, Atlanta, 2003.

COUTO, H. M.; MOREIRA, L. C.; KAISER, T. D. L. Avaliação da contaminação microbiana em jalecos de estudantes da área da saúde. SaBios: **Revista de Saúde e Biologia**. v.11, n.1, p.41-47, 2016.

FUENTEFRÍA, D. B.; FERREIRA, A. E.; CORÇÃO, G. Antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa* from hospital wastewater and superficial water: are they genetically related? **Journal of Environmental Management**. v. 92, n. 1, p. 250-255, 2011.

GOMES, A. V. S.; COSTA, N. R. V.; MOHALLEM, N. D. S. Os Tecidos e a Nanotecnologia. **Química nova escola**. – São Paulo-SP, BR. n. 38, n. 4, p. 288-296, 2016.

IDRIS, A. F.; BAYOUMI, M. Evaluation of Laboratory Biosafety in Khartoum State Primary Health Care Centers, Sudan. **Medical Safety & Global Health**, v.5, n. 126, 2016.

KAZORY, A. Physicians, their appearance, and the white coat. **The American Journal of Medicine**. v. 121, n. 9, p. 825-828, 2008.

KHODAPARAST, Z.; JAHANSHAH, A.; JAHANSHAH, A.; KHALAJ, M. “Antibacterial Aspects of Nanomaterials in Textiles: From Origin to Release”. **Advanced Textile Engineering Materials**. p. 87–123, 2018.

LANDRY, M.; DORNELLES, A. C.; HAYEK, G.; DEICHMANN, R. E. Patient Preferences for Doctor Attire: The White Coat's Place in the Medical Profession. **The Ochsner Journal**. v. 13, n. 3, p. 334-342, 2013.

LIMPITEEPRAKAN, N.; BABEL, S. Leaching potential of silver from nanosilver-treated textile products **Environmental Monitoring and Assessment**. V. 188, N. 3, 2016.

LOH W, Ng. V. V.; HOLTON, J. Bacterial flora on the white coats of medical students. **Journal of Hospital Infection**. v. 45, n. 1, p. 65-8, 2000.

LOVEDAY, H. P. WILSON, J. A.; PRATT, R. J.; GOLSORKHI, M.; TINGLE, A.; BAK, A.; BROWNE, J.; PRIETO, J.; WILCOX, M. Epic3: national evidence-based guidelines for preventing healthcare- associated infections in NHS hospitals in England. **Journal of Hospital Infection**. v. 86, p. S1-S700, 2014.

LOVEDAY, H. P.; WILSON, J. A.; HOFFMAN, P. N.; PRATT, R. J. Public perception and the social and microbiological significance of uniforms in the prevention and

control of healthcare-associated infections: an evidence review. **British Journal of Infection Control**. v. 8, n. 4, p. 10-24, 2007.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock**. 14. Ed. Porto Alegre, 2016. 1006 p.

MARKKANEN, P.; GALLIGAN, C.; LARAMIE, A.; FISHER, J.; SAMA, S.; QUINN, M. Understanding sharps injuries in home healthcare: The Safe Home Care qualitative methods study to identify pathways for injury prevention. **BMC Public Health**. v. 15, n. 1, p. 359, 2015.

MOLLER, G; MAGALHAES, A. M. M. Banho no leito: carga de trabalho da equipe de enfermagem e segurança do paciente. **Texto contexto - enferm.**, Florianópolis, v. 24, n. 4, p. 1044-1052, 2015

NAIK, T. B.; UPADHYA, A.; MANE, V.; BIRADAR, A. Microbial Flora on Medical Students' White Coat and an Analysis of its Associated Factors: A Cross Sectional Study. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. v. 5, n. 7, p. 353-363, 2016.

NEVES, J. D. B.; VANDESMET, V. C. S.; MENDES, C. F. C.; JÚNIOR, D. L. S.; SANTOS, N. M.; CORDEIRO, P. M. D.; LEANDRO, L. M. G. Análise bacteriológica de jalecos de profissionais da saúde de uma clínica escola na cidade Juazeiro do Norte, Ceará. **Revista Interfaces**. V. 3, n. 9, p. 50-54, 2016.

NSEIR, S.; ADER, F.; LUBRET, R.; MARQUETTE, C. H. Pathophysiology of Airway Colonization in Critically ill COPD Patient. **Current Drug Targets**. V. 12, n. 4, p. 514-520, 2011.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, M. D. M.; GARBACCIO, J. L. Vestuário de profissionais de saúde como potenciais reservatórios de microrganismos: uma revisão integrativa. **Texto & contexto - enfermagem**. v. 21, n. 3, p. 684-691, 2012.

OPAS. Organização Pan-Americana da saúde. Novos dados revelam níveis elevados de resistência aos antibióticos em todo o mundo. Brasília, DF: **OPAS**, 2018.

PAULELA, D. C.; BOCCHI, S. C.; MONDELLI, A. L.; MARTIN, L. C.; SOBRINHO, A. R. Eficácia do banho no leito descartável na carga microbiana: ensaio clínico. **Acta Paulista de Enfermagem**. v. 31, n. 1, p. 7-16, 2018.

QADAY, J.; SARIKO, M.; MWAKYOMA, A.; KIFARO, E.; MOSHA, D.; TARIMO, R.; NYOMBI, B.; SHAO, E. Bacterial Contamination of Medical Doctors and Students White Coats at Kilimanjaro Christian Medical Centre, Moshi, Tanzania. **International journal of Bacteriology**. v. 2015, p. 1-5, 2015.

Recommended Practices for Selection and Use of Packaging Systems for Sterilization. **AORN**. v. 85, n. 4, p. 801-812, 2007.

RIBEIRO, E. A. M.; MARINHO, P. H. Monitoramento microbiológico de vestimentas hospitalares em profissionais de saúde no ambiente hospitalar. **Journal of Medicine and Health Promotion**. V. 2, n. 4, p. 786-791, 2017.

RODRIGUES, E.; GRAZIANO, K. U. **Reutilização de campos duplos de tecido de algodão padronizado pela ABNT utilizados para embalagem de artigos médico-hospitalares na esterilização por calor úmido**. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SALES, L. M.; SILVA, T. M. Staphylococcus aureus meticilina resistente: um desafio para a saúde pública. **Acta Biomedica Brasiliensia**. V. 3, n. 1, 2012.

SANTOS, A. L.; SANTOS, D. O.; FREITAS, C. C.; FERREIRA, B. L. A.; AFONSO, I. F.; RODRIGUES, C. R.; CASTRO, H. C. Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. v. 43, n. 6, p. 413-423, 2007.

SILVA, G. A. P. F.; SANTOS, J. L.; OLIVEIRA, S. R. Perfil de sensibilidade y resistencia de las bacterias aisladas en batas blancas de estudiantes. **Revista Interdisciplinar**. v. 10, n. 1, p. 156-164, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMEIROS DE CENTRO CIRURGICO, RECUPERAÇÃO PÓS ANESTÉSICA E CENTRAL DE MATERIAL E ESTERILIZAÇÃO- SOBECC, **Manual de Práticas recomendadas**, 5ªed. São Paulo: 2009.

SOUSA, A. F. L.; QUEIROZ, A. A. F. L. N.; OLIVEIRA, L. B.; MOURA, M. E. B.; BATISTA, O. M. A.; ANDRADE, D. Representações sociais da enfermagem sobre biossegurança: saúde ocupacional e o cuidar prevencionista. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v. 69, n. 5, 2016.

SOUZA, V. C.; PADOVEZE, M. C. O Jaleco é um EPI? - Uma questão de conceitos. **Journal of Infection Control**. V. 6, n. 1, p. 26-28, 2017

STULL, J. O. Selection of Personal Protective Equipment (Excluding Respirators and Hearing Protection). 6. ed. **Patty's Industrial Hygiene**. 2010.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre; Artmed, 2017. 935 p.

TREKLE, A. M.; THOM, K. A.; FURANO, J. P.; STRAUSS, S. M.; HARRIS, A. D.; PERENCEVICH, E. N. Bacterial contamination of health care workers' white coats. **American Journal of Infection Control**. V. 37, n. 2, p. 101-105, 2009.

VASILIKI, B.; ANTONAKI, E. Health and safety risks, implications and training in hospitals. **Industrial and Commercial Training**., v. 45, n. 7, p. 420-7, 2013.

VERBEEK, J. H.; IJAZ, S.; MISCHKE, C.; RUOTSALAINEN, J. H.; MÄKELÄ, E.; NEUVONEN, K.; EDMOND, M. B.; SAUNI, R.; KILINC.; BALCI, F. S.; MIHALACHE, R. C. Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to

exposure to contaminated body fluids in healthcare staff. **Cochrane Database Systematic Reviews**. v.19, n. 4, 2016.

WAN, E.; GALEMBECK, E. e GALEMBECK, F. Polímeros Sintéticos. **Cadernos Temáticos Química Nova na Escola**. n.2, Edição Especial, p. 5-8, 2001.

WONG, D.; NYE, k.; HOLLIS, P. Microbial flora on doctors' white coats. **BMJ**. V. 303, p. 21-28, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Hand Hygiene**: Why, How & When? Geneva, 2009a.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **WHO guidelines on hand hygiene in health care**. First global patient safety challenge – clean care is safer care. Geneva, 2009b.

Apêndice A – Avaliação dos tempos passagem de fluidos através dos tecidos (oxford e microfibra) expressos em segundos, bem como décimos e centésimos de segundos. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, 2019.

N	NÃO AUTOCLAVADO		AUTOCLAVADO		N	NÃO AUTOCLAVADO		AUTOCLAVADO	
	Oxford L	Oxford L/P	Oxford L	Oxford L/P		Microfibra L	Microfibra L/P	Microfibra L	Microfibra L/P
1	11,85	7,45	8,55	7,05	1	41,89	38,88	27,22	24,45
2	15,50	8,11	8,57	9,58	2	34,58	37,69	27,41	36,58
3	7,77	7,21	8,67	8,27	3	40,68	33,90	31,94	53,70
4	13,71	6,60	13,48	7,97	4	33,53	27,79	24,69	27,69
5	9,11	7,48	8,93	7,78	5	69,75	33,17	44,46	34,05
6	9,84	7,03	8,56	9,18	6	36,57	47,20	30,17	24,81
7	8,59	7,20	6,92	7,10	7	66,16	31,20	24,80	40,20
8	9,28	7,34	9,28	6,90	8	38,08	49,79	25,26	58,18
9	8,34	5,95	7,12	6,73	9	31,17	28,82	32,11	42,79
10	9,39	7,52	9,46	7,76	10	35,21	52,61	29,91	48,35
11	7,17	7,55	7,75	10,07	11	41,74	23,59	36,51	30,66
12	6,66	11,07	5,93	8,05	12	31,94	32,20	42,20	69,96
13	8,57	7,95	6,09	9,57	13	32,53	44,05	26,94	33,86
14	6,68	7,57	7,44	5,84	14	48,82	29,65	35,41	65,67
15	8,90	7,06	7,40	7,01	15	34,57	26,74	71,62	136,00
16	6,38	6,85	7,22	6,18	16	36,88	22,54	28,41	39,84
17	7,09	8,08	6,91	6,76	17	27,63	26,95	32,79	37,57
18	7,97	7,00	7,40	9,05	18	33,52	26,19	38,80	41,76
19	7,57	9,42	7,36	6,65	19	28,59	28,27	41,38	29,48
20	7,20	7,23	7,11	6,82	20	39,19	26,9	44,98	35,03
21	8,45	7,96	6,62	8,14	21	23,59	33,14	31,42	70,39
22	7,04	6,47	6,91	9,08	22	29,74	34,66	84,06	28,58
23	7,66	9,17	7,18	7,82	23	28,70	28,26	58,58	37,51
24	7,24	6,93	9,24	8,71	24	21,96	36,15	86,74	86,47
25	6,62	8,31	7,21	7,76	25	27,65	43,90	33,52	82,43
26	7,09	7,94	6,55	8,07	26	31,81	44,00	66,82	63,91
27	6,24	6,15	7,29	6,80	27	30,42	44,20	29,07	31,80
28	6,71	8,67	6,23	6,35	28	34,26	29,9	45,17	36,16
29	6,50	5,92	7,51	6,32	29	28,44	24,95	28,78	30,50
30	7,67	6,52	6,09	6,41	30	28,13	29,28	28,19	38,20
MEDIANA	6,67	7,40	7,33	7,76	MEDIANA	33,53	31,70	32,45	37,89

Legenda: L, lavado; L/P, lavado e passado.