

Situação: O preprint não foi submetido para publicação

Utilização de têxteis impregnados com antimicrobianos nos serviços de saúde: revisão integrativa

Guilherme Schneider, Felipe Lazarini Bim, Álvaro Francisco Lopes de Sousa, Evandro Watanabe, Denise de Andrade, Inês Fronteira

DOI: 10.1590/SciELOPreprints.260

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- O autor submissor declara que todos os autores responsáveis pela elaboração do manuscrito concordam com este depósito.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa estão descritas no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints.
- Os autores declaram que no caso deste manuscrito ter sido submetido previamente a um periódico e estando o mesmo em avaliação receberam consentimento do periódico para realizar o depósito no servidor SciELO Preprints.
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores estão incluídas no manuscrito.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que caso o manuscrito venha a ser postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo estará disponível sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- Caso o manuscrito esteja em processo de revisão e publicação por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.

Data de submissão: 2020-04-29

Data: 2020-05-05

Utilização de têxteis impregnados com antimicrobianos nos serviços de saúde: revisão integrativa

Guilherme Schneider¹, Felipe Lazarini Bim¹, Álvaro Francisco Lopes de Sousa², Evandro Watanabe³, Denise de Andrade¹, Inês Fronteira²

¹Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

²Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa

³Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

Objetivo: Descrever a evidência existente acerca da viabilidade de utilizar têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas na prevenção da transmissão microbiana em serviços de saúde. **Método:** Revisão integrativa, utilizando as bases de dados *Medline*, *Web of Science*, CINAHL, SCOPUS e LILACS para responder ao questionamento: “A utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas nos serviços de saúde é uma alternativa viável na redução da carga microbiana?” **Resultados:** As nanopartículas de prata e o óxido de cobre foram as principais substâncias antimicrobianas utilizadas para impregnação de têxteis. A utilização desses têxteis pelos pacientes, como roupas de hotelaria e vestuário, demonstrou maior eficácia na redução da carga microbiana em comparação ao uso como uniforme por profissionais de saúde. **Conclusão:** A impregnação de têxteis com substâncias antimicrobianas, sobretudo destinados ao uso por pacientes, pode ser considerada uma alternativa viável na prevenção da transmissão microbiana nos serviços de saúde.

Descritores: Contenção de Riscos Biológicos; Serviços de Saúde; Roupas de Proteção; Têxteis; Anti-Infeciosos

Use of textiles impregnated with antimicrobials in health services: integrative review

Objective: To describe the evidence about the feasibility of using textiles impregnated with antimicrobial substances to prevent microbial transmission in health services. **Method:** Integrative review, using the *Medline*, *Web of Science*, CINAHL, SCOPUS and LILACS databases to answer the question: "Is the use of textiles impregnated with antimicrobial substances in health services a viable alternative in reducing the microbial load?" **Results:** Silver nanoparticles and copper oxide were the main antimicrobial substances used for the impregnation of textiles. The use of these textiles by patients, such as hospitality clothes and

clothing, demonstrated greater effectiveness in reducing the microbial load compared to the use as a uniform by health professionals. **Conclusion:** The impregnation of textiles with antimicrobial substances, especially intended for use by patients, can be considered a viable alternative to prevent microbial transmission in health services.

Descriptors: Containment of Biohazards; Health Services; Protective Clothing; Textiles; Anti-Infective Agents

Introdução

As Infecções Relacionadas a Assistência à Saúde (IRAS) são responsáveis por um aumento das taxas de morbimortalidade, prolongamento do período de hospitalização, aumento direto sobre os custos da assistência, além de favorecer a seleção e disseminação de microrganismos multirresistentes⁽¹⁾. Neste sentido, a biossegurança definida como um conjunto de ações direcionadas para prevenção, controle, mitigação ou eliminação dos riscos inerentes às atividades referentes a pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico, ensino e prestação de serviços, principalmente relacionadas a assistência à saúde, deve ser planejada como um conjunto de práticas, equipamentos e instalações visando preservar a saúde das pessoas, bem como, garantir a proteção ao meio ambiente e a qualidade dos serviços prestados⁽²⁾.

As condições de trabalho dos profissionais da área da saúde merecem atenção considerando a sua exposição a diversos riscos durante a sua jornada de trabalho⁽³⁾. Dentre os riscos, há o biológico ocasionado pelos microrganismos, o qual apresenta elevada capacidade de propagação para diferentes ambientes, fômites, profissionais e pacientes por contaminação cruzada⁽⁴⁾.

Os diversos têxteis presentes nos serviços de saúde possuem importante papel na contaminação e transmissão microbiana, tanto em relação aqueles utilizados pelos profissionais como os jalecos e uniformes quanto em relação aqueles utilizados pelos pacientes como vestuários e roupas de hotelaria⁽⁵⁾.

O uso de jalecos é amplamente empregado em todos os níveis de atenção à saúde como barreira de proteção à exposição dos profissionais a fluidos corporais e agentes infecciosos, todavia, por muitas vezes, vem a ter o seu papel de protetor contra a contaminação microbiana como superestimado^(6,7). Deve-se atentar para a possibilidade de contaminação do jaleco e vestuário, especialmente na negligência da higienização das mãos, uma vez que este procedimento tem importância decisiva para romper a cadeia de transmissão microbiana^(8,9).

Outro aspecto a ser levado em consideração remete a frequência de lavagem desses jalecos. Segundo os dados compilados em um estudo de revisão sistemática desenvolvido por

Goyal et al. (2019), de 5 a 65% dos profissionais de saúde relataram lavar seus jalecos apenas uma única vez a cada duas semanas. No que concerne aos estudantes da área da saúde, a frequência de lavagem reportada foi ainda menor, a cada três semanas e meia⁽¹⁰⁾. Este fato é preocupante, pois a baixa frequência de higienização destes jalecos pode potencializar a proliferação microbiana nos mesmos e, o seu uso nos serviços de saúde, conseqüentemente, aumentará o risco de participação na cadeia de infecção.

Além dos jalecos, os demais têxteis utilizados pelos pacientes nos serviços de saúde representam uma importante fonte de contaminação cruzada e de transmissão microbiana⁽⁵⁾, acarretando na preocupação e investimentos tecnológicos das indústrias que possam contribuir na implementação de recursos, inclusive com atividade antimicrobiana^(11,12).

Atualmente, têxteis com funcionalidades aprimoradas estão disponíveis no mercado para as mais diversas aplicabilidades, sendo de grande interesse para os ambientes de assistência à saúde devido a sua capacidade de prevenir ou inibir o crescimento de microrganismos, inibir a formação de biofilmes, impedir a disseminação microbiana e remover as fontes de infecção^(13,14). Entretanto, vale ressaltar o hiato na produção de conhecimento científico sobre o uso destes diferentes têxteis nos serviços de saúde, o seu potencial ou não para redução da contaminação microbiana e a associação as suas possíveis aplicabilidades.

Ressalta-se, ainda, que o desenvolvimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) com funcionalidades aprimoradas como jalecos impregnados de antimicrobianos a serem utilizados por profissionais de saúde, bem como a utilização de têxteis com essas propriedades pelos pacientes internados em serviços hospitalares pode vir a se tornar uma potencial alternativa para auxiliar na mitigação da pandemia em curso por COVID-19, infecção respiratória causada pelo agente etiológico SARS-CoV-2, a qual já ocasionou 198.668 óbitos até o dia 27 de abril 2020⁽¹⁵⁾, visto que o modo de transmissão parece ocorrer, principalmente, através de gotículas respiratórias⁽¹⁶⁾ as quais podem se depositar em superfícies, inclusive as têxteis, e permanecer viáveis, ainda por tempo indeterminado. Deste modo, abre-se a indagação quanto a inviabilização da infectividade do SARS-CoV-2 quando em contato com têxteis impregnados de antimicrobianos.

Diante do exposto, objetivou-se descrever a evidência existente sobre a viabilidade de utilizar têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas na prevenção da transmissão microbiana em serviços de saúde.

Método

Trata-se de um estudo de revisão integrativa, visando responder à questão: “A utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas nos serviços de saúde é uma alternativa viável na redução da carga microbiana?” Esse tipo de estudo é caracterizado pela capacidade de agrupamento e síntese das evidências científicas relevantes sobre um demarcado tema ou questão norteadora, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento e sua melhor compreensão por fornecer um retrato da literatura naquele momento^(17,18).

Para o desenvolvimento do estudo, foram seguidas as etapas: elaboração de uma questão norteadora clara e objetiva; definição dos critérios de inclusão e seleção dos estudos; representação dos estudos selecionados por meio de quadros ou tabelas; análise crítica; interpretação dos resultados e descrição das evidências encontradas⁽¹⁸⁾.

O levantamento bibliográfico procedeu-se em meados de abril de 2019 e foi realizada, concomitantemente por dois pesquisadores, nas seguintes bases de dados: *Medline* via portal *PubMed* da *US National Library of Medicine*, *Web of Science* (WoS), *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), SCOPUS e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) via portal Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

Foi utilizada a seguinte combinação de palavras-chaves: (roupa* OR têxt*) AND impregna* AND antimicrob* (Português) e (cloth* OR textil*) AND impregna* AND antimicrobial* (Inglês). Não houve a utilização de filtros em relação ao tipo de estudo, data de publicação e idioma, com o intuito de ampliar a busca bibliográfica.

A busca bibliográfica nas diferentes bases de dados totalizou 285 artigos (Quadro 1).

Quadro 1 – Quantitativo de estudos primários recuperados nas respectivas bases de dados sobre a utilização, nos serviços de saúde, de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas.

Bases de Dados	Nº
<i>MedLine</i>	49
<i>Web of Science</i>	90
CINAHL	14
SCOPUS	131
LILACS	1
TOTAL	285

Para a seleção dos estudos foram considerados como elegíveis aqueles que apresentavam como delineamento a intervenção, e os estudos *in vitro* com têxteis impregnados

e previamente destinados a uso em serviços de saúde. Dentre os critérios de exclusão, foram excluídas publicações duplicadas, revisões de literatura, artigos editoriais, artigos de opinião, relatos de experiência, cartas, e artigos que não atendessem ao escopo da presente revisão integrativa da literatura.

Do total de estudos, 120 duplicações foram excluídas. Assim, 165 artigos foram analisados quanto ao potencial de inclusão na presente revisão a fim de responder à questão norteadora, com base nos títulos e resumos, sem restrição de idiomas e limite de tempo. Nesta etapa, a amostra foi reduzida a 76 artigos. Em seguida, optou-se por selecionar apenas aqueles estudos que se relacionavam com a assistência/serviços de saúde, o que resultou na seleção de sete artigos para a leitura na íntegra e inclusão na Revisão. Essas etapas podem ser observadas de forma sintética e resumida no fluxograma apresentado na Figura 1.

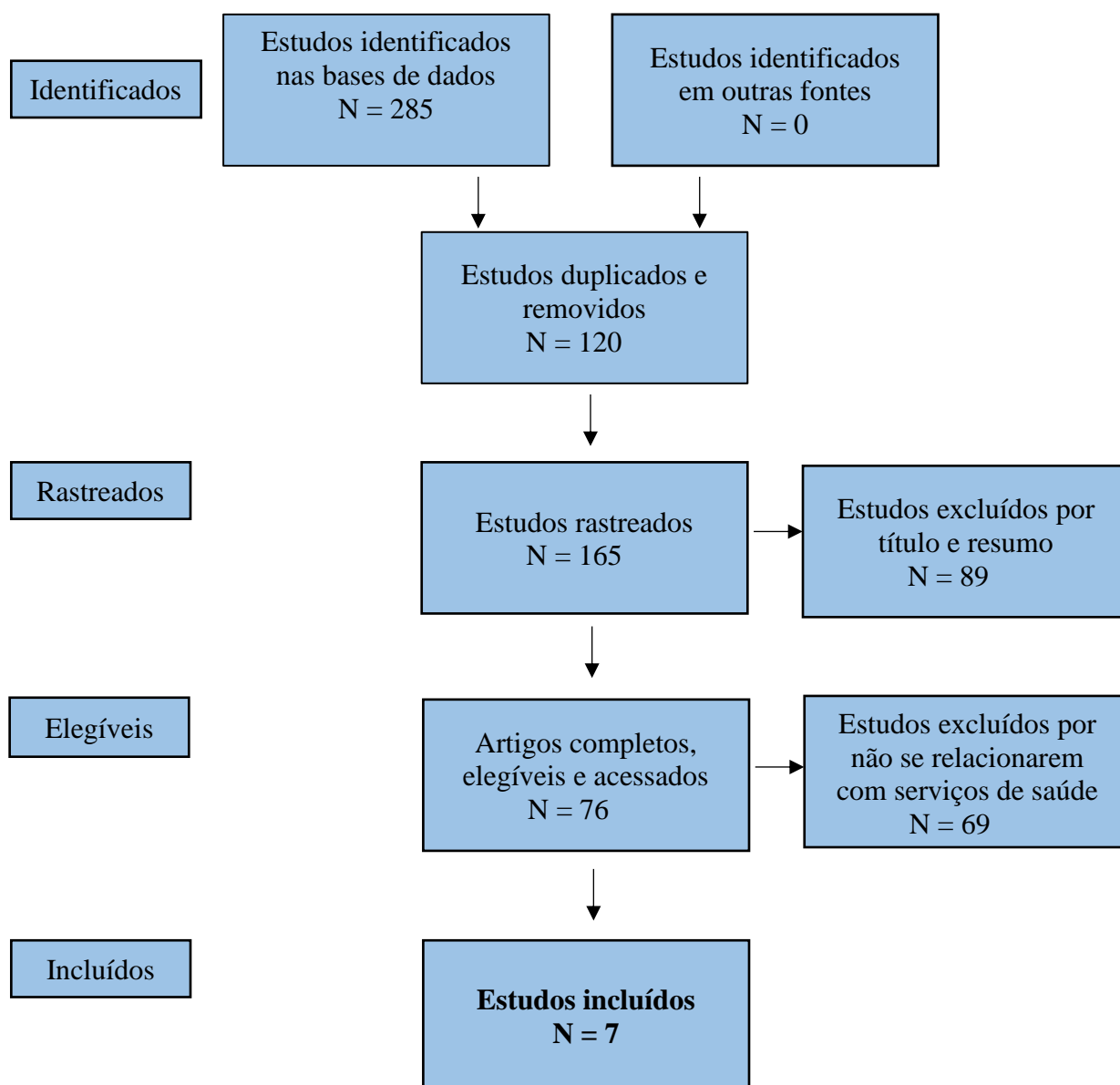


Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos recuperados nas bases de dados sobre a utilização, nos serviços de saúde, de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas.

Foram realizadas reuniões para discussão e consenso entre os pesquisadores acerca da inclusão ou exclusão dos estudos na pesquisa. Para quaisquer discordâncias que não pudessem ser resolvidas por consenso, um terceiro revisor seria acionado, entretanto não houve a necessidade.

Os estudos selecionados foram analisados quanto ao potencial de inclusão na presente revisão, avaliando-se a sua capacidade de responder à pergunta norteadora, o tipo de pesquisa desenvolvida, objetivos, materiais e métodos, resultados principais. Além disso, foram

categorizados em relação ao tipo de têxtil impregnado, ao tipo de substância utilizada para a impregnação e à específica aplicabilidade/utilização deste têxtil no serviço de saúde.

Resultados

A busca na literatura ao questionamento quanto ao impacto da impregnação de têxteis com substâncias antimicrobianas na assistência à saúde, resultou na identificação de sete estudos. Todas as publicações foram escritas no idioma inglês e publicadas no período de 2010 a 2017. Houve uma concentração de artigos na base de dados PubMed – *MedLine* de aproximadamente 86%. As principais informações extraídas destes artigos originais estão apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa por título, ano de publicação, delineamento do estudo, têxtil, substância utilizada para impregnação, aplicabilidade e desfechos.

<p>Título Ano de publicação</p>	<p>Delineamento do estudo</p>	<p>Têxtil Substância para impregnação Aplicabilidade</p>	<p>Resultados principais</p>
<p>Reduction of health care– associated infection indicators by copper oxide– impregnated textiles: Crossover, double-blind controlled study in chronic ventilator-dependent patients⁽¹⁹⁾. (2017)</p>	<p>Estudo de intervenção, controlado, cruzado e duplo-cego realizado durante sete meses (dois períodos de três meses separados por um mês de lavagem dos têxteis), com pacientes crônicos dependentes de ventilação mecânica, internados em duas enfermarias de um hospital de longa permanência. Durante o 1º período, uma das enfermarias recebeu têxteis impregnados com óxido de cobre e a outra recebeu os têxteis-controle, no 2º período a enfermaria que recebeu os têxteis impregnados recebeu os têxteis-controle e vice-versa. Os resultados foram analisados por meio da comparação entre os distintos períodos quanto aos dias febris, ao início de antibioticoterapia, aos dias de tratamento e à dosagem diária.</p>	<p>- Linho. - Óxido de cobre a 1%. - Têxteis utilizados pelos pacientes: roupas e toalhas.</p>	<p>O estudo demonstrou que o uso de têxteis impregnados com óxido de cobre, em um hospital de longa permanência, reduziu os indicadores de IRAS (55,5% nos dias em que os pacientes apresentaram febre, 29,3% no início de antibioticoterapia, 23% nos dias de tratamento e 27,5% na dosagem diária), em relação ao período de emprego dos têxteis-controle.</p>
<p>Antimicrobial functionalization of cotton fabric with silver nanoclusters/silica</p>	<p>Estudo <i>in vitro</i> e controlado, no qual foi confeccionado um revestimento composto por nanopartículas de prata embutidas em matriz de sílica, por meio de co-pulverização em emissão de radiofrequência. Esse revestimento foi aplicado em tecido de algodão destinado a aventais cirúrgicos. As propriedades</p>	<p>- Tecido de algodão. - Nanopartículas de prata embutidas em matriz de sílica. - Aventais cirúrgicos.</p>	<p>O tecido revestido apresentou atividade antimicrobiana contra os microrganismos avaliados. As amostras de tecidos revestidos apresentaram halo de inibição de 2 a 3 mm contra <i>Staphylococcus aureus</i> e de 1 a 2 mm</p>

<p>composite coating via RF co-sputtering technique⁽²⁰⁾. (2017)</p>	<p>antimicrobianas das amostras de tecidos revestidos e tecidos controle (não revestidos) foram avaliadas por meio do teste de halo de inibição contra bactérias gram-positivas (<i>Staphylococcus aureus</i>) e gram-negativas (<i>Escherichia coli</i>), bem como contra uma levedura (<i>Candida albicans</i>). Além disso, o tecido revestido foi caracterizado no que tange suas propriedades físicas e desempenho funcional.</p>		<p>contra <i>Candida albicans</i>. Por outro lado, não houve inibição completa do crescimento de <i>Escherichia coli</i> pela técnica empregada. Ademais, os tecidos controle demonstraram ausência de atividade antimicrobiana contra as cepas avaliadas, bem como crescimento microbiano sobre a superfície das amostras.</p>
<p>The Antimicrobial Scrub Contamination and Transmission (ASCOT) Trial: A Three-Arm, Blinded, Randomized Controlled Trial With Crossover Design to Determine the Efficacy of Antimicrobial Impregnated Scrubs in Preventing Healthcare Provider Contamination⁽²¹⁾. (2017)</p>	<p>Estudo de intervenção, controlado, cruzado, randomizado e cego realizado com enfermeiros de duas UTIs de um hospital terciário. Os enfermeiros participantes do estudo receberam três diferentes aventais cirúrgicos: de algodão-poliéster padrão (controle), impregnados com liga de prata, e impregnados com organosilano de amônio quaternário e emulsão de copolímero de fluoroacrilato hidrofóbico. Os enfermeiros utilizaram cada um dos aventais cirúrgicos durante turnos de 12 horas consecutivas, de modo que cada enfermeiro participou do grupo controle e das duas intervenções. A carga microbiana dos aventais cirúrgicos dos enfermeiros participantes do estudo foi determinada antes e após o término de cada turno de trabalho.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Algodão e poliéster. - Intervenção 1: Liga de prata. - Intervenção 2: organosilano de amônio quaternário e emulsão de copolímero de fluoroacrilato hidrofóbico. - Aventais cirúrgicos. 	<p>Os aventais cirúrgicos impregnados com antimicrobianos não foram eficazes na redução da contaminação microbiana dos enfermeiros, quando comparados aos aventais cirúrgicos padrão, durante turnos de 12 horas em UTIs.</p>
<p>Wide-spectrum activity of a silver-impregnated fabric⁽²²⁾. (2016)</p>	<p>Estudo <i>in vitro</i> e controlado no qual comparou-se a atividade antimicrobiana de amostras de tecidos de algodão impregnados com prata com amostras de tecidos de algodão sem impregnação (tecido controle), após 2, 4 e 24 horas de exposição dos tecidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tecido de algodão. - Prata. - Uniformes utilizados pelos profissionais de 	<p>O tecido impregnado com prata apresentou eficácia antimicrobiana contra todos os microrganismos avaliados. Os esporos de <i>Clostridium difficile</i> foram os mais</p>

	<p>aos seguintes microrganismos: <i>Escherichia coli</i>, <i>Salmonella choleraesuis</i>, <i>Enterococcus faecium</i> resistente à vancomicina, <i>Klebsiella pneumoniae</i> resistente aos carbapenêmicos, <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina, esporos de <i>Clostridium difficile</i>, <i>Propionibacterium acnes</i>, <i>Trichophyton mentagrophytes</i>, colifago MS2, norovírus morino.</p>	<p>saúde e têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis e fronhas.</p>	<p>resistentes, entretanto houve uma redução de 90% após 96 horas do experimento. Conclui-se que tecidos impregnados com antimicrobianos podem funcionar como barreira no controle da transmissão de microrganismos em serviços de saúde.</p>
<p>Reduced health care-associated infections in an acute care community hospital using a combination of self-disinfecting copper impregnated composite hard surfaces and linens⁽²³⁾. (2016)</p>	<p>Estudo de intervenção, controlado e quase experimental realizado durante a substituição de uma ala clínica antiga por outra nova em um hospital de cuidados agudos. O tempo de duração da pesquisa foi de 25,5 meses, dividido em período de referência (anterior a substituição da ala hospitalar antiga com duração de 12 meses) e período de avaliação (após a substituição da ala hospitalar antiga com duração de 10 meses). Houve um intervalo entre os dois períodos para a implementação das superfícies e têxteis impregnados com óxido de cobre nas unidades da ala hospitalar nova. Durante o período de avaliação foram analisados os pacientes internados em uma ala hospitalar não modificada e na ala hospitalar nova. Então, os períodos foram avaliados e comparados quanto à incidência de IRAS.</p>	<p>- Linho. - Óxido de cobre. - Têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis, fronhas, cobertores, toalhas, panos e roupas.</p>	<p>A ala hospitalar nova em comparação com o período de referência apresentou uma redução de 78% na incidência de IRAS ocasionadas por organismos multirresistentes ou <i>Clostridium difficile</i>. A ala hospitalar não modificada não teve alterações nas taxas de IRAS em relação ao período de referência. Em conclusão, as superfícies e têxteis impregnados com óxido de cobre podem ser tecnologias úteis para a prevenção de IRAS em ambientes hospitalares.</p>
<p>Reduction of healthcare-associated infections in a long-term care brain injury ward by replacing regular</p>	<p>Estudo de intervenção realizado durante dois períodos paralelos de seis meses cada, em uma enfermaria de traumatismo cranioencefálico na qual os pacientes internados são caracterizados por baixo nível de consciência e total dependência. Durante o período A foram avaliados os têxteis</p>	<p>- Poliéster. - Óxido de cobre. - Têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis,</p>	<p>O uso de têxteis impregnados com óxido de cobre em comparação com os que eram comumente empregados na unidade de longa permanência reduziu a taxa de incidência de IRAS em 24%, bem como os dias febris em</p>

<p>linens with biocidal copper oxide impregnated linens⁽²⁴⁾. (2014)</p>	<p>comumente utilizados na enfermaria. Por outro lado, durante o período B, todos os têxteis foram substituídos por têxteis impregnados com óxido de cobre. Realizou-se a comparação entre os períodos A e B quanto a taxa de incidência de infecção, bem como os dias febris e de antibioticoterapia. A coleta e análise microbiológica da área de contato dos lençóis com as costas dos pacientes foi realizada após seis a sete horas de uso.</p>	<p>fronhas, cobertores, toalhas e roupas.</p>	<p>47% e os de antibioticoterapia em 32,8%. Outrossim, a análise microbiológica demonstrou uma carga bacteriana menor nos têxteis impregnados com óxido de cobre do que nos têxteis sem impregnação.</p>
<p>Pilot study on the microbial contamination of conventional vs. silver-impregnated uniforms worn by ambulance personnel during one week of emergency medical service⁽²⁵⁾. (2010)</p>	<p>Estudo de intervenção realizado com funcionários de uma ambulância por quatro semanas. Durante a 1° e 3° semanas, os funcionários utilizaram uniforme convencional. Em contrapartida, durante a 2° e 4° semanas, os funcionários utilizaram uniforme impregnado com prata. A lavagem dos uniformes foi procedida antes do início de cada semana de avaliação. Foram coletadas amostras das jaquetas e calças utilizadas antes dos primeiros turnos e nos terceiros e sétimos dias, após a remoção dos uniformes, e avaliadas quanto à carga bacteriana.</p>	<p>- Sem descrição do tipo de têxtil. - Prata. - Uniformes utilizados pelos profissionais de atendimento de emergência: jaqueta e calça.</p>	<p>Nas jaquetas impregnadas com prata, a carga bacteriana foi 3,8 e 2,3 vezes maior nos terceiros e sétimos dias, respectivamente, em relação às jaquetas convencionais. Além disso, a carga bacteriana para as calças impregnadas com prata foi quase o dobro nos terceiros dias, porém inferior nos sétimos dias, no que tange às calças convencionais. Em suma, não houve redução da carga bacteriana nos uniformes impregnados com prata.</p>

De modo geral, os estudos objetivaram, principalmente, a comparação entre a contaminação microbiana de têxteis comuns com a de têxteis impregnados de antimicrobianos e/ou a avaliação da incidência de IRAS em determinados serviços de saúde, após a utilização destes têxteis com funcionalidades aprimoradas. Dos sete artigos selecionados para análise, cinco deles podem ser classificados como estudos de intervenção e dois como estudos realizados *in vitro*. Os tipos de têxteis impregnados foram: algodão, linho e poliéster. As principais substâncias com propriedades antimicrobianas empregadas para a impregnação desses têxteis foram: óxido de cobre e nanopartículas de prata. A aplicabilidade voltou-se basicamente para roupas de hotelaria, vestuário dos pacientes e uniformes dos profissionais de saúde. A utilização desses têxteis pelos pacientes como roupas de hotelaria e vestuário demonstrou maior eficácia na redução da carga microbiana em comparação ao uso como uniforme por profissionais de saúde.

Discussão

A utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas é relatada na literatura científica com eficácia na redução da carga microbiana tanto em estudos *in vitro* como em estudos de intervenção, especificamente, quando o uso destes têxteis se dá por pacientes em vestuário e roupas de hotelaria nos serviços de saúde, visando, assim, funcionar como uma barreira viável no controle da transmissão microbiana, sobretudo em época de surtos.

Atualmente, enfrentamos uma pandemia da COVID-19, doença respiratória infectocontagiosa causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2)⁽¹⁵⁾. A transmissão desse vírus ocorre, principalmente, por contato direto (entre mãos contaminadas e mucosas), bem como por gotículas formadas quando o indivíduo infectado fala, tosse ou espirra⁽¹⁶⁾, sendo que as mesmas podem se depositar e contaminar as superfícies e fômites, e, também, por meio de aerossóis^(26,27). Ressalta-se que ainda não existem informações concretas a respeito do tempo de sobrevivência deste novo coronavírus em superfícies inanimadas, todavia as demais cepas de coronavírus responsáveis por causar infecções em humanos podem permanecer viáveis em diferentes superfícies por até nove dias, sendo esperado efeito semelhante ao SARS-CoV-2⁽²⁸⁾. Neste contexto, a utilização de têxteis impregnados com antimicrobianos pode se dar como uma possível alternativa para inviabilizar a infecção deste vírus presente nas superfícies têxteis em contato com os profissionais e pacientes nos serviços de saúde, de modo a minimizar a contaminação, infecção e, por fim, controlar o seu surto.

Dentre os estudos selecionados na presente revisão, três deles demonstraram a impregnação com óxido de cobre, sobretudo em roupas de cama e vestuário utilizados pelos

pacientes, como eficaz na redução da carga microbiana o que, conseqüentemente, contribuiu para a diminuição da ocorrência de IRAS. Dentre os mecanismos de atividade antimicrobiana do óxido de cobre propostos, destaca-se a formação de peróxidos e radicais livres nas superfícies dessas nanopartículas, as quais aderem e danificam a membrana microbiana⁽²⁹⁾, e a liberação de íons de cobre, as quais atravessam a membrana microbiana, desorganizando e causando danos em sua estrutura celular⁽³⁰⁾.

Devido a gama de fatores intrínsecos à cadeia de transmissão de infecção, destaca-se também a interpretação equivocada dos achados nas pesquisas, que trouxeram a intervenção com têxteis impregnados de antimicrobianos como responsável pela redução das IRAS, o que pode acarretar na mudança de prática clínica. Esse tipo de intervenção pode ser responsável pela redução da contaminação microbiana, entretanto não se pode afirmar que tal intervenção foi responsável pela redução de IRAS, considerando que existem outras variáveis direta ou indiretamente atreladas ao desenvolvimento de infecções^(31,32).

As nanopartículas de prata são amplamente empregadas na confecção dos têxteis com propriedades antimicrobianas. Ao entrarem em contato com a umidade da pele ou fluidos corporais, a prata ioniza, alterando a conformação da parede celular, danificando o RNA e o DNA bacteriano e impedindo, assim, a replicação microbiana⁽³³⁾. Dentre os estudos inclusos nesta revisão integrativa, quatro deles abordaram a impregnação de têxteis com nanopartículas de prata, sendo que apenas durante as duas análises *in vitro* houve eficácia em termos antimicrobianos, pois nos demais estudos, os quais os têxteis impregnados com prata eram utilizados por profissionais de saúde como uniformes durante a assistência, não houve eficácia na redução da contaminação microbiana em comparação aos têxteis convencionais. Todavia, deve-se ressaltar que dentre estes dois estudos de intervenção, devido ao reduzido tamanho amostral utilizado por Groß et al (2010), este não pode ser representativo para uma análise final⁽²⁵⁾. Dessa forma, apenas Anderson et al (2017) demonstrou ineficácia antimicrobiana na utilização de têxteis impregnados com nanopartículas de prata em serviços de saúde⁽²¹⁾, o que evidencia a necessidade de mais pesquisas desta espécie para a fundamentação de uma conclusão.

Outro aspecto a ser levado em consideração é o fato de que tais recursos tecnológicos desenvolvidos a fim de prevenir a contaminação microbiana devem contar com a conscientização dos profissionais de saúde a respeito da execução de estratégias indiscutivelmente eficazes na redução da contaminação microbiana, como exemplo: higienização das mãos, desinfecção de superfícies, adequado manuseio de materiais e

equipamentos destinados a assistência aos pacientes, entre outras medidas de assepsia e antisepsia^(31,32).

Vale ressaltar que determinadas substâncias antimicrobianas utilizadas na impregnação de têxteis podem causar efeitos colaterais por contato direto com a pele, à exemplo indução de alergias e alteração da microbiota, além dos riscos de toxicidade⁽³⁴⁾. Com isso, adiciona-se aos achados do estudo as implicações na utilização de substâncias potencialmente tóxicas nos têxteis que acarretam questionamentos quanto a possibilidade de agravos a saúde, pelo contato com o tecido cutâneo. Essa análise é necessária para a fundamentação do risco-benefício com vistas à implementação desses têxteis nos serviços de saúde.

Em termos de aplicabilidade de têxteis impregnados com antimicrobianos na assistência à saúde, observa-se versatilidade, uma vez que podem estar presentes nas vestimentas/uniformes dos profissionais, vestuários e roupas de hotelaria do paciente, e até mesmo nas embalagens de materiais cirúrgicos.

A utilização de têxteis com substâncias antimicrobianas representa uma temática em expansão, entretanto preocupante, especialmente, considerando a natureza da impregnação, o tipo de têxtil, a aplicabilidade e os resultados em termos de redução da carga microbiana, em virtude da escassez de estudos acerca da redução da contaminação por microrganismos em situação real de assistência à saúde, além das controvérsias entre os pesquisadores.

Ainda há de se considerar a inexistência de pesquisas relacionadas à impregnação de têxteis com antimicrobianos destinados à confecção de jalecos. Bim et al (2020) demonstraram *in vitro* que têxteis de poliéster utilizados na confecção de jalecos não apresentaram função de barreira física contra fluídos e bactérias⁽³⁵⁾, tais resultados expressam preocupação e alerta visto que este EPI é amplamente utilizado em todos os níveis de atenção à saúde, entretanto não parece apresentar real proteção aos profissionais os quais fazem uso.

Esse estudo apresenta limitações metodológicas importantes. Apesar da grande quantidade de trabalhos desenvolvidos a respeito da impregnação de têxteis com antimicrobianos, poucas publicações foram de estudos de intervenção, ou seja, que permitam uma comparação precisa de efetividade. Os resultados aqui demonstrados expressam apenas um retrato da literatura científica nesse tempo e espaço. No entanto, nosso estudo abre a possibilidade para a implementação, nos serviços de saúde, de têxteis impregnados com agentes antimicrobianos, sobretudo naqueles têxteis utilizados pelos pacientes como vestuário, toalhas e roupas de cama, devido aos resultados demonstrados nos estudos analisados quanto a redução da carga microbiana e de possíveis IRAS.

Conclusão

A impregnação de têxteis com substâncias antimicrobianas, sobretudo aos destinados para o uso por pacientes, pode ser considerada uma alternativa viável na prevenção da transmissão microbiana nos serviços de saúde. Todavia, a implementação deste tipo de intervenção no vestuário dos profissionais de saúde, ainda necessita de maiores avaliações na prática clínica.

Contribuições dos autores

Quadro 3 – Detalhamento da contribuição específica de cada um dos autores.

GS	Conceitualização, metodologia, coleta e análise dos dados, e redação do manuscrito.
FLB	Conceitualização, metodologia, coleta e análise dos dados.
AFLS	Análise dos dados, revisão e considerações finais na escrita do manuscrito.
EW	Revisão e considerações finais na escrita do manuscrito.
DA	Conceitualização, revisão e considerações finais na escrita do manuscrito.
IF	Revisão e considerações finais na escrita do manuscrito.

Todos os autores declaram ter participado e contribuído crítica-reflexivamente para a revisão do conteúdo intelectual e aprovam a versão final a ser publicada.

Financiamento

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Medidas de Prevenção de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde [Internet]. 2º ed. Brasília: ANVISA; 2017. [cited 2020 Feb 15]. Available from: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/3507912/Caderno+4+-+Medidas+de+Preven%C3%A7%C3%A3o+de+Infec%C3%A7%C3%A3o+Relacionada+%C3%A0+Assist%C3%A2ncia+%C3%A0+Sa%C3%BAde/a3f23dfb-2c54-4e64-881c-fccf9220c373>

2. Brasil. Ministério da Saúde. Biossegurança em Saúde: Prioridades e Estratégias de Ação [Internet]. 1º ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2010. [cited 2020 Apr 13]. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/biosseguranca_saude_prioridades_estrategicas_acao_p1.pdf
3. Fronteira I, Ferrinho P. Do nurses have a different physical health profile? A systematic review of experimental and observational studies on nurses' physical health. *J Clin Nurs*. 2011;20(17-18):2404-24. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03721.x>
4. Sousa AFL, Queiroz AAFLN, Oliveira LB, Moura MEB, Batista OMA, Andrade D. Social representations of biosecurity in nursing: occupational health and preventive care. *Rev Bras Enferm*. 2016;69(5):810-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2015-0114>
5. Mitchell A, Spencer M, Edmiston Jr C. Role of healthcare apparel and other healthcare textiles in the transmission of pathogens: a review of the literature. *J Hosp Infect*. 2015;90(4):285-92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2015.02.017>
6. Carvalho CMRS, Madeira MZA, Tapety FI, Alves ELM, Martins MCC, Brito JNPO. Aspectos de biossegurança relacionados ao uso do jaleco pelos profissionais de saúde: uma revisão da literatura. *Texto & Contexto Enferm*. 2009;18(2):355-60. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072009000200020>
7. Vasconcellos M, Castro TN. The use of the coats and biosafety. *Research, Society and Development*. 2020; 9(3):e22932303. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2303>
8. Loveday HP, Wilson JA, Pratt RJ, Golsorkhi M, Tingle A, Bak A, et al. epic3: National Evidence-Based Guidelines for Preventing Healthcare-Associated Infections in NHS Hospitals in England. *J Hosp Infect*. 2014;86:S1-S70. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0195-6701\(13\)60012-2](https://doi.org/10.1016/S0195-6701(13)60012-2)
9. Alvim ALS, Reis LC, Couto BRGM, Starling CEF, Vaz R. Evaluation of hand hygiene practices in three intensive care units. *Rev Epidemiol Controle Infecç*. 2019;9(1):55-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/reci.v9i1.11605>
10. Goyal S, Khot SC, Ramachandran V, Shah KP, Musher DM. Bacterial contamination of medical providers' white coats and surgical scrubs: A systematic review. *Am J Infect Control*. 2019;47(8):994-1001. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.01.012>
11. Perera S, Bhushan B, Bandara R, Rajapakse G, Rajapakse S, Bandara C. Morphological, antimicrobial, durability, and physical properties of untreated and treated textiles using

- silver-nanoparticles. *Colloid Surf A: Physicochem Eng Asp.* 2013;436:975–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.08.038>
12. Radetic M. Functionalization of textile materials with TiO₂ nanoparticles. *J Photochem Photobiol C: Photochem Rev.* 2013;16:62–76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochemrev.2013.04.002>
 13. Boryo DEA. The Effect of Microbes on Textile Material: A Review on the Way-Out So Far. *Int J Eng Sci* [Internet]. 2013 [cited 2019 Oct 01];2(8):9–13. Available from: <http://www.theijes.com/papers/v2-i8/Part.1/B028109013.pdf>
 14. Messaoud M, Chadeau E, Brunon C, Ballet T, Rappenne L, Roussel F, et al. Photocatalytic generation of silver nanoparticles and application to the antibacterial functionalization of textile fabrics. *J Photochem Photobiol A: Chem.* 2010;215(2):147–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2010.08.003>
 15. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Situation Report - 98 [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 Apr 27]. Available from: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200427-sitrep-98-covid-19.pdf?sfvrsn=90323472_4
 16. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun.* In press 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
 17. Melnyk BM, Fineout-Overholt E. *Evidence-based Practice in Nursing & Healthcare: a Guide to Best Practice.* 2^o ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
 18. Ganong LH. Integrative reviews of nursing research. *Res Nurs Health.* 1987;10(1):1-11. DOI: <https://doi.org/10.1002/nur.4770100103>
 19. Marcus EL, Yosef H, Borkow G, Caine Y, Sasson A, Moses AE. Reduction of health care-associated infection indicators by copper oxide-impregnated textiles: Crossover, double-blind controlled study in chronic ventilator-dependent patients. *Am J Infect Control.* 2017;45(4):401-3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.11.022>
 20. Irfan M, Perero S, Miola M, Maina G, Ferri A, Ferraris M, et al. Antimicrobial functionalization of cotton fabric with silver nanoclusters/silica composite coating via RF co-sputtering technique. *Cellulose.* 2017;24(5):2331-45. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10570-017-1232-y>
 21. Anderson DJ, Addison R, Lokhnygina Y, Warren B, Sharma-Kuinkel B, Rojas LJ, et al. The Antimicrobial Scrub Contamination and Transmission (ASCOT) Trial: A Three-Arm, Blinded, Randomized Controlled Trial With Crossover Design to

- Determine the Efficacy of Antimicrobial Impregnated Scrubs in Preventing Healthcare Provider Contamination. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2017;38(10):1147-54. DOI: <https://doi.org/10.1017/ice.2017.181>
22. Gerba CP, Sifuentes LY, Lopez GU, Abd-Elmaksoud S, Calabrese J, Tanner B. Wide-spectrum activity of a silver-impregnated fabric. *Am J Infect Control.* 2016;44(6):689-90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.11.033>
 23. Sifri CD, Burke GH, Enfield KB. Reduced health care-associated infections in an acute care community hospital using a combination of self-disinfecting copper-impregnated composite hard surfaces and linens. *Am J Infect Control.* 2016;44(12):1565-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2016.07.007>
 24. Lazary A, Weinberg I, Vatine JJ, Jefidoff A, Bardenstein R, Borkow G, et al. Reduction of healthcare-associated infections in a long-term care brain injury ward by replacing regular linens with biocidal copper oxide impregnated linens. *Int J Infect Dis.* 2014;24:23-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2014.01.022>
 25. Groß R, Hubner N, Assadian O, Jibson B, Kramer A, Working Section for Clinical Antiseptic of the German Society for Hospital Hygiene. Pilot study on the microbial contamination of conventional vs. silver-impregnated uniforms worn by ambulance personnel during one week of emergency medical service. *GMS Krankenhhyg Interdiszip.* 2010;5(2):Doc09. DOI: [10.3205/dgkh000152](https://doi.org/10.3205/dgkh000152)
 26. Liu Y, Ning Z, Chen Y, Guo M, Liu Y, Gali NK, et al. Aerodynamic Characteristics and RNA Concentration of SARS-CoV-2 Aerosol in Wuhan Hospitals during COVID-19 Outbreak. *bioRxiv.* 2020. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.03.08.982637>
 27. World Health Organization. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 Apr 21]. Available from: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>
 28. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;104(3):246-51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>
 29. Subramanian B, Priya KA, Rajan ST, Dhandapani P, Jayachandran M. Antimicrobial activity of sputtered nanocrystalline CuO impregnated fabrics. *Mater Lett.* 2014;128:1-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2014.04.056>

30. Dizaj SM, Lotfipour F, Barzegar-Jalali M, Zarrintan MH, Adibkia K. Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. *Mat Sci Eng: C*. 2014;44:278-84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.08.031>
31. Rocha JPJ, Lages CAS. O Enfermeiro e a prevenção das infecções do sítio cirúrgico. *Cadernos UniFOA, Volta Redonda* [Internet]. 2016 [cited 2019 Out 01]; 30:117-128. Available from: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/357>
32. Valle DFR, Silveira EC, Zanella R. Disseminação de microrganismos através de dispositivo utilizado na assistência à saúde. *FJH* [Internet]. 2019 [cited 2019 Out 01]; 1(3):185-95. Available from: <https://fjh.fag.edu.br/index.php/fjh/article/view/103>
33. Ristić T, Zemljič LF, Novak M, Kunčič MK, Sonjac S, Cimerman NG, et al. Antimicrobial efficiency of functionalized cellulose fibres as potential medical textiles [Internet]. In: Méndez-Vilas A (ed). *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. Badajoz: Formatex Research Center; 2011 [cited 2019 Out 01]. 36–51. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/e63f/97369af396df1b2affd5f26e23aef0aea87.pdf>
34. Balashanmugam P, Kalaichelvan PT. Biosynthesis characterization of silver nanoparticles using *Cassia roxburghii* DC. aqueous extract, and coated on cotton cloth for effective antibacterial activity. *Int J Nanomedicine*. 2015;10(1):87–97. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJN.S79984>
35. Bim FL, Bim LL, Monteiro RM, Machado MB, Santos AP, Andrade D, et al. Do white coats on polyester fabrics act as a barrier against fluids and bacteria? *Acta Paul Enferm*. In press 2020.