

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.

Submetido em (AAAA-MM-DD): 2020-04-29

Postado em (AAAA-MM-DD): 2020-10-02

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

Guilherme Schneider<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-4244-6217>

Felipe Lazarini Bim<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-4190-536X>

Álvaro Francisco Lopes de Sousa<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-2710-2122>

Evandro Watanabe<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-5674-2589>

Denise de Andrade<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3336-2695>

Inês Fronteira<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1406-4585>

<sup>1</sup>Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

<sup>2</sup>Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa

<sup>3</sup>Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

## Resumo

**Objetivo:** analisar as evidências existentes sobre a viabilidade de utilizar têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas na prevenção e no controle da transmissão microbiana em serviços de saúde. **Método:** revisão integrativa, utilizando as bases de dados MEDLINE (via PubMed), *Web of Science*, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), Scopus e Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde (LILACS), sem restrição de idioma e período de publicação. Após a busca na literatura científica, foram selecionados sete estudos para análise quanto ao tipo de têxtil e substância utilizada para a impregnação, a aplicabilidade no serviço de saúde e a redução da carga microbiana. **Resultados:** nanopartículas de prata e óxido de cobre foram as principais substâncias antimicrobianas utilizadas para a 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 utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas, sobretudo pelos pacientes, pode ser considerada uma alternativa viável na prevenção e no controle da transmissão microbiana nos serviços de saúde. Todavia, a implementação destes têxteis, como uniforme para profissionais de saúde, ainda necessita de maiores investigações quanto à redução da carga microbiana na prática clínica.

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

## **The use of antimicrobial-impregnated fabrics in health services: an integrative review**

### **Abstract**

**Objective:** to analyze evidence concerning the feasibility of antimicrobial-impregnated fabrics in preventing and controlling microbial transmission in health services. **Method:** an integrative review using the following databases: MEDLINE (via PubMed), Web of Science, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), Scopus, and Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), regardless of language and date of publication. Seven studies were included in the analysis to verify the types of fabrics and substances used to impregnate the fabrics, applicability in health services, and decrease in microbial load. **Results:** silver nanoparticles and copper oxide are the main antimicrobial substances used to impregnate the fabrics. The patients' use of these fabrics, such as in bed and bath linens and clothing, was more effective in reducing antimicrobial load than in health workers' uniforms. **Conclusion:** the use of these antimicrobial-impregnated textiles, especially by patients, is a viable alternative to prevent and control microbial transmission in health services. Implementing these fabrics in health workers' uniforms requires further studies, however, to verify its effectiveness in decreasing microbial load in clinical practice.

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

## **Utilización de textiles impregnados con antimicrobianos en los servicios sanitarios:**

### **revisión integradora**

#### **Abstracto**

**Objetivo:** analizar las evidencias existentes sobre la viabilidad de utilizar textiles impregnados con sustancias antimicrobianas en la prevención y control de la transmisión microbiana en servicios sanitarios. **Método:** revisión integradora, utilizando las bases de datos MEDLINE (vía PubMed), *Web of Science*, *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), Scopus y *Literatura Latino-Americana em Ciências da Saúde* (LILACS), sin restricción de idioma y período de publicación. Después de la búsqueda en la literatura científica, fueron seleccionados siete estudios para análisis en

cuanto al tipo de textil y sustancia utilizada para impregnación, aplicabilidad en el servicio sanitario y reducción de la carga microbiana. **Resultados:** nanopartículas de plata y óxido de cobre fueron las principales sustancias antimicrobianas utilizadas para la impregnación de textiles. La utilización de esos textiles por los pacientes, como ropa de hotel y ropa, demostró mayor eficacia en la reducción de la carga microbiana en comparación al uso como uniforme por profesionales sanitarios. **Conclusión:** la utilización de textiles impregnados con sustancias antimicrobianas, sobre todo por los pacientes, puede ser considerada una alternativa viable en la prevención y control de la transmisión microbiana en los servicios sanitarios. Sin embargo, la implementación de estos textiles como uniforme para profesionales de la salud todavía necesita de mayores investigaciones en cuanto a la reducción de la carga microbiana en la práctica clínica.

***Descriptor:** Contención de Riesgos Biológicos; Control de Infecciones; Servicios de Salud; Ropa de Protección; Textiles; Antiinfecciosos*

## **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 a disseminação de microrganismos multirresistentes<sup>(1)</sup>. Nesse sentido, faz-se imprescindível o direcionamento de um alerta para os diversos têxteis presentes nos serviços de saúde, visto que apresentam um importante papel na contaminação e transmissão microbiana, tanto em relação àqueles utilizados pelos profissionais, como os jalecos e uniformes, quanto em relação àqueles utilizados pelos pacientes, como os vestuários e as roupas de hotelaria<sup>(2)</sup>.

O uso de jalecos é amplamente empregado em todos os níveis de atenção à saúde como barreira de proteção à exposição dos profissionais aos fluidos corporais e aos agentes infecciosos. Todavia, por muitas vezes, a sua funcionalidade protetora contra a contaminação microbiana é superestimada<sup>(3-4)</sup>. Assim, deve-se atentar para a possibilidade de contaminação

do jaleco e do vestuário, especialmente na negligência da higienização das mãos, uma vez que este procedimento tem uma importância decisiva para romper a cadeia de transmissão microbiana<sup>(5-6)</sup>.

Outro aspecto a ser levado em consideração remete à frequência da lavagem de jalecos. Dados compilados em um estudo de revisão sistemática demonstraram que cinco a 65% dos profissionais de saúde realizam a lavagem de seus jalecos apenas uma única vez a cada duas semanas. No que concerne aos estudantes da área da saúde, a situação é ainda mais crítica, uma vez que a frequência de lavagem reportada foi ainda menor, a cada três semanas e meia<sup>(7)</sup>. Este fato é preocupante, pois a baixa frequência da higienização de jalecos pode potencializar a proliferação e a veiculação microbiana, de modo que a sua utilização, nos serviços de saúde, conseqüentemente, aumentará o risco de participação dele na cadeia de infecção.

Além dos jalecos, os demais têxteis utilizados pelos pacientes nos serviços de saúde representam uma importante ameaça como fonte de contaminação cruzada, e de transmissão microbiana<sup>(2)</sup>, o que acarreta preocupação e investimentos tecnológicos das indústrias que possam contribuir na implementação de recursos e opções alternativas, inclusive com atividade antimicrobiana<sup>(8-9)</sup>.

Atualmente, têxteis com funcionalidades aprimoradas estão disponíveis no mercado para as mais diversas formas de aplicabilidades, sendo de grande interesse para os ambientes de assistência à saúde devido à sua capacidade de prevenir ou inibir o crescimento de microrganismos, inibir a formação de biofilmes, impedir a disseminação microbiana e, assim, remover as fontes de infecção<sup>(10-11)</sup>. Entretanto, vale ressaltar o hiato na produção de conhecimento científico sobre o uso desses diferentes têxteis nos serviços de saúde, o seu potencial ou não para a redução da contaminação microbiana e a associação às 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 também uma potencial alternativa para auxiliar na mitigação da pandemia em curso pela doença por Coronavírus 2019/*Coronavirus Disease 2019* (COVID-19), infecção respiratória causada pelo agente etiológico Coronavírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave/*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2), a qual já ocasionou globalmente 680.894 óbitos até o dia 2 de agosto de 2020<sup>(12)</sup>, visto que o modo de transmissão parece ocorrer, principalmente, por meio de gotículas respiratórias<sup>(13)</sup> que podem se depositar em superfícies, inclusive, as têxteis.

O período de viabilidade do SARS-CoV-2 varia de acordo com as características da superfície na qual o mesmo se encontra, sendo a carga viral indetectável no segundo dia em contato com superfícies têxteis<sup>(14)</sup>. Desse modo, o vestuário dos pacientes e os uniformes utilizados por profissionais de saúde podem ser considerados veículos transmissores do SARS-CoV-2<sup>(15)</sup>, mesmo que por um período relativamente curto.

No caso dos Estados Unidos da América (EUA), atual epicentro da pandemia de COVID-19, foram registrados 120.467 casos de infecção por SARS-CoV-2 entre profissionais de saúde, até 2 de agosto de 2020<sup>(16)</sup>, apesar das recomendações quanto à necessidade de expansão dos testes diagnósticos<sup>(17)</sup>. Mesmo que não haja como presumir quais foram os reais fatores que alavancaram estes dados epidemiológicos, infere-se que a utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas, nos serviços de saúde, possivelmente, pode inviabilizar a infectividade do SARS-CoV-2 e, conseqüentemente, promover a proteção biológica necessária destes profissionais e pacientes.

Diante do exposto, objetivou-se analisar as evidências existentes sobre a viabilidade de utilizar têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas na prevenção e controle da transmissão microbiana em serviços de saúde.

## **Método**

Trata-se de um estudo de revisão integrativa, o qual 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<sup>(18)</sup>.

Para o desenvolvimento do estudo, foram percorridas cinco etapas, a saber: elaboração de uma questão de pesquisa clara e objetiva a partir da identificação de um problema; busca de estudos primários na literatura científica; avaliação dos estudos segundo os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos; análise crítica e caracterização dos estudos selecionados para compor a revisão; apresentação da revisão<sup>(18)</sup>.

A pergunta de pesquisa foi construída com o auxílio da estratégia PICO<sup>(19)</sup>, de modo que:

- *Problem (P)* = Carga microbiana;
- *Intervention (I)* = Utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas;
- *Context (Co)* = Serviços de saúde.

Assim, definiu-se a seguinte pergunta de pesquisa: “A utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas nos serviços de saúde é uma alternativa viável na redução da carga microbiana?”.

A busca na literatura científica foi realizada em abril de 2020, 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).

Norteadas pelos termos adotados na estratégia PICO, a busca empregou a seguinte combinação de palavras-chaves: (roupa\* OR têxt\*) AND impregna\* AND antimicrob\* (Português) e (cloth\* OR textil\*) AND impregna\* AND antimicrobial\* (Inglês), respeitando as especificidades das bases e dos buscadores. Com o intuito de ampliar a busca bibliográfica, não houve a utilização de filtros em relação ao tipo de estudo, a data de publicação e/ou idioma.

A busca nas diferentes bases de dados científicas resultou na identificação de 285 estudos (MEDLINE = 49, *Web of Science* = 90, CINAHL = 14, Scopus = 131, LILACS = 1), os quais foram exportados e selecionados manualmente para a inclusão nesta revisão, com o auxílio do *software Microsoft Excel*<sup>®</sup>, versão 2016.

Para a etapa de avaliação dos estudos, os critérios de inclusão e exclusão foram também formulados com base na estratégia PICO. Assim, definiram-se como critérios de inclusão: estudos com delineamento de intervenção ou *in vitro* que abordassem têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas previamente destinados ao uso em serviços de saúde, em relação à avaliação da carga microbiana e/ou taxas de ocorrência de IRAS, os quais foram publicados até o ano de 2020 em qualquer idioma e apresentavam-se disponíveis eletronicamente na íntegra. Em contrapartida, os critérios de exclusão foram: revisões de literatura; editoriais; artigos de opinião de especialistas; relatos de experiência; cartas e demais artigos que não atendessem ao escopo desta revisão.

Dessa forma, procedeu-se à seleção dos estudos para compor a amostra final desta revisão, sendo realizada por dois pesquisadores com *expertise* na temática. A avaliação dos estudos ocorreu em duas fases distintas, a saber: avaliação dos títulos e resumos e avaliação dos textos na íntegra, ambas realizadas de forma independente pelos pesquisadores. No decorrer das respectivas fases, após o término da avaliação por cada um dos pesquisadores, foram

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

Do total de estudos identificados, 120 duplicações foram excluídas. Assim, 165 estudos foram analisados quanto ao potencial de inclusão nesta revisão a fim de responder à questão norteadora, com base nos títulos e resumos, sem restrição de idiomas e limite de tempo. Dessa forma, a amostra foi reduzida a 76 estudos, dos quais, após a leitura na íntegra, foram excluídos 69 estudos devido ao fato de não se relacionarem com serviços de saúde, ou seja, nestas pesquisas, os têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas não foram utilizados por pacientes ou profissionais nos serviços de saúde, ou os autores não especificaram se estes têxteis aprimorados com funcionalidades eram previamente destinados ao uso em serviços de assistência à saúde. Desse modo, sete estudos foram incluídos na amostra final desta revisão.

Com o intuito de evitar vieses metodológicos, os estudos selecionados foram analisados e caracterizados por dois pesquisadores. Desse modo, foi realizada uma leitura criteriosa desses estudos a fim de, em seguida, iniciar a extração dos dados considerados de suma relevância para responder à questão de pesquisa. O direcionamento a respeito de quais dados deveriam ser extraídos dos estudos foi proporcionado por meio de um quadro previamente elaborado para este fim no qual consta o englobamento das seguintes informações coletadas: identificação (referência); método; tipo de têxtil impregnado; tipo de substância utilizada para a impregnação específica; aplicabilidade/utilização deste têxtil no serviço de saúde; resultados principais; limitações e qualidade da evidência.

A qualidade da evidência dos estudos incluídos nesta revisão foi avaliada por meio do sistema *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)*<sup>(20)</sup>, o qual qualifica as evidências em: alta, moderada, baixa ou muito baixa.

## Resultados

A busca de respostas conclusivas na literatura científica para o questionamento quanto à viabilidade da utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas nos serviços de assistência à saúde resultou na seleção de sete estudos, conforme apresentado na figura 1, a seguir.

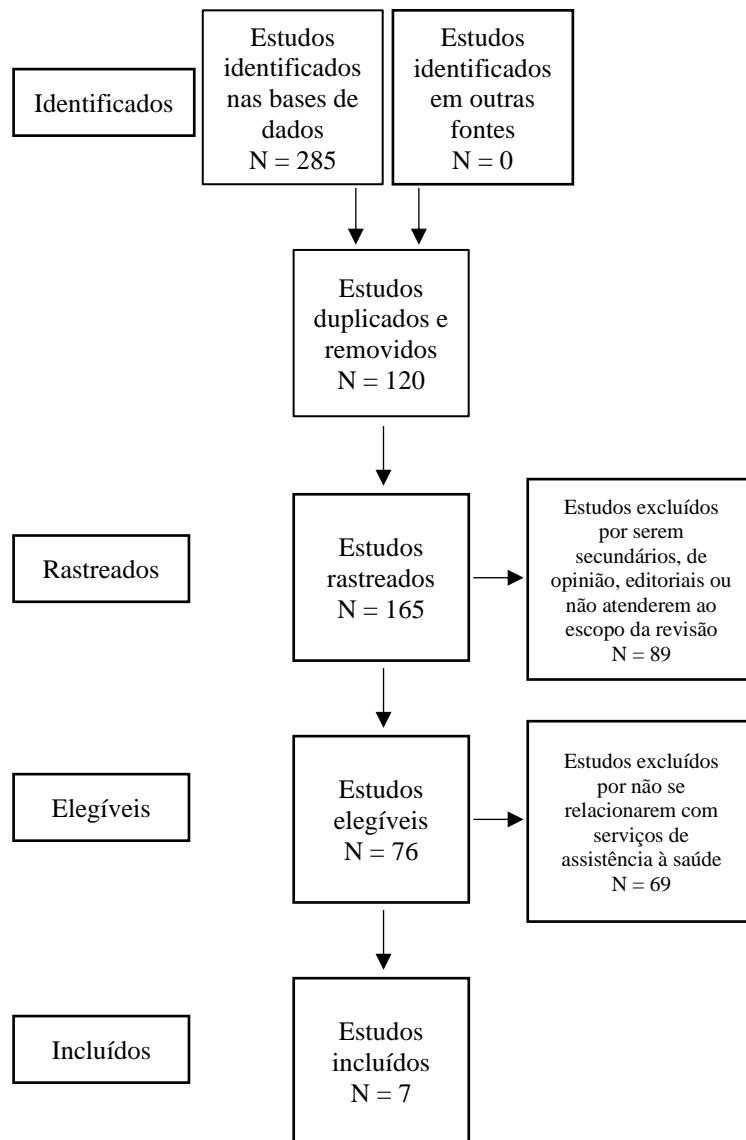


Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos recuperados nas bases de dados, adaptado do *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA), sobre a utilização, nos serviços de saúde, de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas.

Todas as publicações selecionadas para a análise e inclusão nesta revisão integrativa foram escritas no idioma inglês e publicadas no período de 2010 a 2017. Houve uma concentração desses artigos na base de dados MEDLINE - Pubmed de aproximadamente 86%. As informações extraídas dessas pesquisas originais em relação ao método empregado, tipo de têxtil e substância com atividade antimicrobiana utilizada para impregnação, aplicabilidade no serviço de saúde e resultados principais estão apresentadas na figura 2.

Código	Identificação (referência)	Método	Têxtil Substância utilizada na impregnação Aplicabilidade	Resultados principais	Limitações	Qualidade da evidência
A1	Marcus, et al. (2017) <sup>(21)</sup>	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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poliéster.</li> <li>- Óxido de cobre a 1%.</li> <li>- Têxteis utilizados pelos pacientes: roupas e toalhas.</li> </ul>	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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo realizado em apenas duas enfermarias de uma única instituição;</li> <li>- Não foi possível determinar o efeito da intervenção em IRAS* específicas.</li> </ul>	Moderada.
A2	Irfan, et al. (2017) <sup>(22)</sup>	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 copulverização em emissão de radiofrequência. Esse revestimento foi aplicado em tecido de algodão destinado aos aventais cirúrgicos. As propriedades 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 às suas propriedades físicas e desempenho funcional.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algodão.</li> <li>- Nanopartículas de prata embutidas em matriz de sílica.</li> <li>- Aventais cirúrgicos.</li> </ul>	O tecido revestido apresentou atividade antimicrobiana contra os microrganismos avaliados. As amostras de tecidos revestidos apresentaram halo de inibição de dois a 3 mm contra <i>Staphylococcus aureus</i> e de um a 2 mm contra <i>Candida albicans</i> . Por outro lado, não houve inibição completa do crescimento de <i>Escherichia coli</i> pela técnica empregada. Além disso, os tecidos-controle apresentaram ausência de atividade antimicrobiana contra as cepas avaliadas, bem como crescimento microbiano sobre a superfície das amostras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foram realizados testes com apenas duas espécies de bactérias e uma de fungo;</li> <li>- Não foram realizados testes <i>in vivo</i>, apesar da avaliação de toxicidade.</li> </ul>	Muito baixa.

A3	Anderson, et al. (2017) <sup>(23)</sup>	Estudo de intervenção, controlado, cruzado, randomizado e cego realizado com enfermeiros de duas UTIs <sup>†</sup> 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 organossilano 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algodão e poliéster.</li> <li>- Intervenção 1: liga de prata.</li> <li>- Intervenção 2: organossilano de amônio quaternário e emulsão de copolímero de fluoroacrilato hidrofóbico.</li> <li>- Aventais cirúrgicos.</li> </ul>	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 <sup>†</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo realizado em apenas duas UTIs<sup>†</sup> de uma única instituição;</li> <li>- A cultura de microrganismos foi obtida de áreas aleatórias dos aventais cirúrgicos, o que pode ter falhado em demonstrar a real extensão da colonização.</li> </ul>	Moderada.
A4	Gerba, et al. (2016) <sup>(24)</sup>	Estudo <i>in vitro</i> e controlado no qual se comparou a atividade antimicrobiana de amostras de tecidos de algodão impregnados com prata com amostras de tecidos de algodão sem impregnação (tecido controle), após duas, quatro e 24 horas de exposição dos tecidos 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algodão.</li> <li>- Prata.</li> <li>- Uniformes utilizados pelos profissionais de saúde e têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis e fronhas.</li> </ul>	O tecido impregnado com prata apresentou eficácia antimicrobiana contra todos os microrganismos avaliados. Os esporos de <i>Clostridium difficile</i> foram os mais 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram realizados testes <i>in vivo</i>;</li> <li>- Não foi relatada avaliação de toxicidade.</li> </ul>	Muito baixa.
A5	Sifri, Burke, Enfield (2016) <sup>(25)</sup>	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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem descrição do tipo de têxtil.</li> <li>- Óxido de cobre.</li> </ul>	A ala hospitalar nova, em comparação com o período de referência, apresentou uma redução de 78% na incidência de	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo realizado em uma única instituição;</li> </ul>	Moderada.

		<p>duração da pesquisa foi de 25,5 meses divididos em período de referência (anterior à substituição da ala hospitalar antiga com duração de 12 meses) e período de avaliação (após a substituição da ala hospitalar antiga com duração de dez 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>- Têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis, fronhas, cobertores, toalhas, panos e roupas.</p>	<p>IRAS* ocasionadas por organismos multiresistentes 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>- Não houve cegamento ou randomização dos pacientes; - A vigilância das IRAS* foi realizada retrospectivamente; - Não há como determinar a contribuição relativa dos têxteis e superfícies impregnados na redução das IRAS*.</p>	
A6	Lazary, et al. (2014) <sup>(26)</sup>	<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 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 à taxa de incidência de infecção, bem como os dias febris e de antibioticoterapia. A coleta e a análise microbiológica da área de contato dos lençóis com as costas dos pacientes foram realizadas após seis a sete horas de uso.</p>	<p>- Poliéster. - Óxido de cobre. - Têxteis utilizados pelos pacientes: lençóis, fronhas, cobertores, toalhas e roupas.</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 47% e os de antibioticoterapia em 32,8%. Igualmente, a análise microbiológica demonstrou uma carga bacteriana menor nos têxteis impregnados com óxido de cobre do que nos têxteis sem impregnação.</p>	<p>- Estudo realizado em apenas uma enfermaria de uma única instituição; - Ausência de grupo-controle.</p>	Baixa.
A7	Groß, et al. (2010) <sup>(27)</sup>	<p>Estudo de intervenção realizado com funcionários de uma ambulância por quatro semanas. Durante a 1ª e a 3ª semanas, os funcionários utilizaram uniforme</p>	<p>- Sem descrição do tipo de têxtil. - Prata.</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</p>	<p>- Estudo piloto; - Tamanho amostral reduzido;</p>	Baixa.

		convencional. Em contrapartida, durante a 2ª e 4ª semanas, os funcionários utilizaram uniforme impregnado com prata. A lavagem dos uniformes foi realizada 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.	- Uniformes utilizados pelos profissionais de atendimento de emergência: jaqueta e calça.	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.	- Ausência de grupo-controle.	
--	--	---	---	---	-------------------------------	--

\*IRAS = Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde; †UTIs = Unidades de Terapia Intensiva.

Figura 2 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa quanto ao método, tipo de têxtil e substância com atividade antimicrobiana utilizada para a impregnação, aplicabilidade no serviço de saúde e principais resultados.

De modo geral, os estudos objetivaram, principalmente, a comparação entre os têxteis comuns com os têxteis impregnados de antimicrobianos durante análises laboratoriais ou em situação real de assistência à saúde, quanto ao nível de contaminação microbiana e/ou incidência de IRAS em determinados serviços de saúde. 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 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 as roupas de hotelaria, o vestuário dos pacientes e os uniformes dos profissionais de saúde. A utilização desses têxteis pelos pacientes, como as roupas de hotelaria e o vestuário, demonstrou maior eficácia na redução da carga microbiana em comparação ao uso como o 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.

Dentre os estudos selecionados nesta revisão, três deles (A1, A5 e A6) 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<sup>(21,25-26)</sup>. Dentre os possíveis mecanismos de atividade antimicrobiana do óxido de cobre propostos, destacam-se a indução do estresse oxidativo, principalmente pela formação de peróxidos, os quais destroem a estrutura e DNA microbiano,

e a liberação de íons metálicos das nanopartículas, as quais se aderem, danificam e impermeabilizam a membrana do microrganismo, ocasionando a morte celular<sup>(28)</sup>.

Devido à gama de fatores intrínsecos à cadeia de transmissão de infecção, destaca-se, também, a interpretação equivocada dos resultados das pesquisas (A1, A5, A6), que trouxeram a intervenção com têxteis impregnados de antimicrobianos, sobretudo, óxido de cobre, como diretamente responsável pela redução das IRAS<sup>(21,25-26)</sup>, o que pode acarretar 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<sup>(29-30)</sup>.

As nanopartículas de prata, por sua vez, são amplamente empregadas na confecção dos têxteis com propriedades antimicrobianas. Segundo os dados de uma pesquisa desenvolvida *in vitro*, utilizando diferentes cepas bacterianas, as nanopartículas de prata apresentam ação antimicrobiana por meio do estresse oxidativo provocado e, conseqüentemente, prováveis danos ao DNA do microrganismo<sup>(31)</sup>.

Dentre os estudos incluídos nesta revisão integrativa, quatro deles (A2, A3, A4, A7) abordaram a impregnação de têxteis com nanopartículas de prata<sup>(22-24,27)</sup>, sendo que, apenas durante as duas análises *in vitro* (A2, A4), houve eficácia em termos antimicrobianos<sup>(22,24)</sup>, pois, nos demais estudos (A3, A7), nos 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<sup>(23,27)</sup>. Todavia, deve-se ressaltar que, dentre estes dois estudos de intervenção, devido ao reduzido tamanho amostral utilizado em uma dessas pesquisas (A7), esta não pode ser representativa para uma análise final<sup>(27)</sup>. Dessa forma, apenas um único trabalho científico (A3) demonstrou ineficácia antimicrobiana na utilização de têxteis impregnados com nanopartículas de prata em serviços

de saúde<sup>(23)</sup>, o que evidencia a necessidade de mais pesquisas dessa espécie para a fundamentação de uma conclusão.

Ao contextualizar esses achados no enfrentamento da pandemia de COVID-19, é primordial considerar que a transmissão do SARS-CoV-2 se dá, principalmente, por contato direto (entre mãos contaminadas e mucosas), bem como por gotículas formadas quando o indivíduo infectado fala, tosse ou espirra<sup>(13)</sup>, sendo que as mesmas podem se depositar e contaminar as superfícies e fômites e, também, por meio de aerossóis<sup>(32-33)</sup>. Desse modo, a paramentação dos profissionais de saúde torna-se uma ferramenta essencial para promover a biossegurança e a qualidade da assistência prestada<sup>(34-35)</sup>.

Em contrapartida, os processos de paramentação e de desparamentação, quando realizados de maneira inadequada, podem potencializar o risco de contaminação e, conseqüentemente, de infecção daquele que os realiza. Desse modo, cria-se um preocupante cenário ao analisar os resultados de um estudo que identificou, por meio de simulação clínica de casos relacionados à COVID-19, as falhas cometidas por profissionais de saúde durante a paramentação e desparamentação<sup>(36)</sup>.

Essa perspectiva é agravada ao considerar que somente a triagem dos profissionais de saúde, baseada nos sinais e sintomas de COVID-19, pode falhar na identificação do quantitativo real de infectados pelo SARS-CoV-2 nessa população, visto que, segundo os dados apresentados em um estudo, aproximadamente metade dos profissionais de saúde diagnosticados laboratorialmente era assintomática ou pré-sintomática no momento de realização dos testes. Vale ressaltar que mesmo os indivíduos com ausência de quadro clínico característico de COVID-19 apresentam potencial de propagação do vírus<sup>(37)</sup>.

Nesse sentido, conforme demonstrado em uma pesquisa, a qual desenvolveu um material têxtil de *polycotton* (constituído por poliéster e algodão) impregnado com nanopartículas de prata e que obteve resultados positivos, em apenas dois minutos, na inibição

em 99% da replicação do SARS-CoV-2 quando em contato com essa superfície têxtil<sup>(38)</sup>, a utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas pode constituir uma 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.

Além disso, diante da atual pandemia de COVID-19, potencializou-se a necessidade da utilização prolongada de EPIs por profissionais de saúde durante as atividades de assistência, principalmente, aos pacientes infectados por SARS-CoV-2, o que pode acarretar distintas reações adversas na pele devido ao calor e ao consequente aumento da umidade provocado pelo suor, conforme demonstrado em um estudo que relatou a ocorrência de pele seca, prurido, erupção cutânea e urticária<sup>(39)</sup>. Desse modo, o têxtil impregnado com nanopartículas de prata, além de apresentar inibição da replicação do SARS-CoV-2, mostrou-se promissor ao não induzir a ocorrência de reações adversas, fotossensibilização e fotoirritabilidade em tecido cutâneo<sup>(38)</sup>.

Todavia, reconhece-se que determinadas substâncias com propriedades antimicrobianas, as quais são utilizadas na impregnação de têxteis, podem causar efeitos colaterais, em curto e/ou longo prazo, devido ao contato direto com a pele, por exemplo: indução de alergias, alterações da microbiota e toxicidade<sup>(40-41)</sup>. Com isso, adicionam-se, aos achados deste estudo, as implicações da utilização de substâncias potencialmente tóxicas na impregnação de têxteis, as quais acarretam questionamentos quanto à possibilidade de agravos à saúde pelo contato com o tecido cutâneo. Essa análise é necessária para a fundamentação do risco-benefício, sobretudo em longo prazo, com vistas à implementação desses têxteis nos serviços de saúde.

Outro aspecto a ser levado em consideração é o fato de que tais recursos tecnológicos, desenvolvidos a fim de prevenir a contaminação microbiana e por SARS-CoV-2, devem contar

com a conscientização dos profissionais de saúde a respeito da execução de estratégias indiscutivelmente eficazes na promoção da biossegurança nos serviços de assistência. São exemplos a higienização das mãos<sup>(5-6)</sup>, a desinfecção de superfícies, o adequado manuseio de materiais e equipamentos destinados à assistência aos pacientes, a utilização de EPIs, entre outras medidas de assepsia e antissepsia<sup>(29-30)</sup>.

Em termos de aplicabilidade de têxteis impregnados com antimicrobianos na assistência à saúde, observa-se uma ampla 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.

Ainda há de se considerar a inexistência de pesquisas relacionadas à impregnação de têxteis com antimicrobianos destinados à confecção de jalecos. A necessidade do desenvolvimento de abordagens envolvendo este tema pode ser confirmada por meio de um estudo realizado *in vitro* no qual os pesquisadores demonstraram que os têxteis de poliéster utilizados na confecção de jalecos não apresentam função de barreira física contra fluidos e bactérias<sup>(42)</sup>. Com isso, 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 uma real proteção aos profissionais que dele fazem uso.

Este estudo apresenta limitações metodológicas importantes, pois, apesar da grande quantidade de trabalhos desenvolvidos a respeito da impregnação de têxteis com antimicrobianos, poucas publicações apresentavam a intervenção como delineamento de estudo, ou seja, pesquisas que permitam a análise da eficácia em situação real de assistência à saúde. Além disso, os resultados aqui demonstrados expressam apenas um retrato da literatura científica nesse tempo e espaço. Além disso, a inclusão de apenas cinco bases de dados para a busca de estudos pode não ter sido suficiente para exaurir a literatura científica a respeito da temática, o que pode ter levado à não inclusão de pesquisas elegíveis para compor esta revisão.

No entanto, esta revisão integrativa da literatura contribui para a promoção da biossegurança ao abrir a possibilidade para a implementação, nos serviços de saúde, de têxteis impregnados com agentes antimicrobianos, sobretudo naqueles têxteis utilizados pelos pacientes, como o vestuário, as toalhas e as roupas de cama, devido aos resultados demonstrados nos estudos analisados quanto à redução da carga microbiana e de possíveis IRAS. Além disso, essa intervenção, apoiada por políticas públicas de saúde, aplicada na prática clínica, pode vir a se tornar uma potencial ferramenta a auxiliar na mitigação da pandemia em curso por COVID-19.

## Conclusão

A utilização de têxteis impregnados com substâncias antimicrobianas, sobretudo pelos pacientes, pode ser considerada uma alternativa viável na prevenção e no controle da transmissão microbiana nos serviços de saúde. Todavia, a implementação destes têxteis, como o uniforme para os profissionais de saúde, ainda necessita de maiores investigações quanto à redução da carga microbiana na prática clínica.

## Contribuições dos autores

<b>Autores</b>	<b>Contribuições específicas no desenvolvimento do manuscrito</b>
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.

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

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 Apr 13]. 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%Aancia+%C3%A0+Sa%C3%BAde/a3f23dfb-2c54-4e64-881c-fccf9220c373>
2. Bockmühl DP, Schages J, Rehberg L. Laundry and textile hygiene in healthcare and beyond. *Microb Cell*. 2019; 6(7):299-306. DOI: <https://doi.org/10.15698/mic2019.07.682>
3. Chiereghin A, Felici S, Gibertoni D, Foschi C, Turello G, Piccirilli G, et al. Microbial Contamination of Medical Staff Clothing During Patient Care Activities: Performance of Decontamination of Domestic Versus Industrial Laundering Procedures. *Curr Microbiol*. 2020; 77(7):1159-66. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00284-020-01919-2>
4. Riley K, Williams J, Owen L, Shen J, Davies A, Laird K. The Effect of Low-Temperature Laundering and Detergents on the Survival of Escherichia Coli and

- Staphylococcus Aureus on Textiles Used in Healthcare Uniforms. *J Appl Microbiol.* 2017; 123(1):280-6. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.13485>
5. Knepper BC, Miller AM, Young HL. Impact of an Automated Hand Hygiene Monitoring System Combined With a Performance Improvement Intervention on Hospital-Acquired Infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2020;1-7 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1017/ice.2020.182>
  6. Durant DJ, Willis L, Duvall S. Adoption of Electronic Hand Hygiene Monitoring Systems in New York State Hospitals and the Associated Impact on Hospital-Acquired C. Difficile Infection Rates. *Am J Infect Control.* 2020; S0196-6553(20)30206-6 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.04.005>
  7. 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>
  8. Deshmukh SP, Patil SM, Mullani SB, Delekar SD. Silver nanoparticles as an effective disinfectant: a review. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2019; 97:954-65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.12.102>
  9. Rodrigues AG, Gonçalves PJRO, Ottoni CA, Ruiz RC, Morgano MA, Araújo WL, et al. Functional textiles impregnated with biogenic silver nanoparticles from *Bionectria ochroleuca* and its antimicrobial activity. *Biomed Microdevices.* 2019; 21(3):56. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10544-019-0410-0>
  10. Hu R, Zhao Z, Zhou J, Fan T, Liu Y, Zhao T, et al. Ultrasound Assisted Surface Micro-Dissolution to Embed Nano TiO<sub>2</sub> on Cotton Fabrics in ZnCl<sub>2</sub> Aqueous Solution. *Ultrason Sonochem.* 2019; 56:160-6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.04.006>

11. Staneva D, Vasileva-Tonkova E, Grabchev I. A New Bioactive Complex Between Zn(II) and a Fluorescent Symmetrical Benzanthrone Tripod for an Antibacterial Textile. *Materials* (Basel). 2019; 12(21):3473. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma12213473>
12. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Situation Report - 195 [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2020 Aug 03]. Available from: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200802-covid-19-sitrep-195.pdf?sfvrsn=5e5da0c5\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200802-covid-19-sitrep-195.pdf?sfvrsn=5e5da0c5_2)
13. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun.* 2020; 109:102433. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
14. Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, Hui KPY, Yen HL, Chan MCW, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *Lancet Microbe.* 2020; 1(1):e10. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
15. Martín-Vaquero Y, González-Sanz A, Muñoz-Martín B. Safe handling of clothing and hygiene of patients and health professionals: Scoping review. *Enferm Clin.* 2020 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2020.05.014>
16. Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Cases & Deaths among Healthcare Personnel [Internet]. USA: CDC; 2020 [cited 2020 Aug 02]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/cases-updates/cases-in-us.html>
17. Adalja AA, Toner E, Inglesby TV. Priorities for the US Health Community Responding to COVID-19. *Jama.* 2020; 323(14):1343-4. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3413>
18. Whittmore R, Knafl K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs.* 2005; 52(5):546-53. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

19. Pearson A, White H, Bath-Hextall F, Apostolo J, Salmond S, Kirkpatrick P. Methodology for JBI Mixed Methods Systematic Reviews. In: The Joanna Briggs Institute (ed). The Joanna Briggs Institute Reviewers' Manual 2014 [Internet]. Adelaide: The University of Adelaide, 2014. [cited 2020 Aug 05] Available from: <https://nursing.lsuhsu.edu/JBI/docs/ReviewersManuals/Mixed-Methods.pdf>
20. 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>
21. 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>
22. 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>
23. 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>
24. 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>

25. 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>
26. 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: <https://doi.org/10.3205/dgkh000152>
27. Javadhesari SM, Alipour S, Mohammadnejad S, Akbarpour MR. Antibacterial activity of ultra-small copper oxide (II) nanoparticles synthesized by mechanochemical processing against *S. aureus* and *E. coli*. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019; 105:110011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.110011>
28. Lee JJ, Hwang SJ, Huang JF. Review of the Present Features and the Infection Control Challenges of COVID-19 Pandemic in Dialysis Facilities. *Kaohsiung J Med Sci*. 2020 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1002/kjm2.12239>
29. Li Y, Li J, Hu T, Hu J, Song N, Zhang Y, et al. Five-year Change of Prevalence and Risk Factors for Infection and Mortality of Carbapenem-Resistant *Klebsiella Pneumoniae* Bloodstream Infection in a Tertiary Hospital in North China. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020; 9(1):79. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00728-3>
30. Adeyemi OS, Shittu EO, Akpor OB, Rotimi D, Batilha GE. Silver nanoparticles restrict microbial growth by promoting oxidative stress and DNA damage. *EXCLI J*. 2020; 19:492-500. DOI: <https://doi.org/10.17179/excli2020-1244>

31. Liu Y, Ning Z, Chen Y, Guo M, Liu Y, Gali NK, et al. Aerodynamic Analysis of SARS-CoV-2 in Two Wuhan Hospitals. *Nature*. 2020 [Online ahead of print]. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.03.08.982637>
32. 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>
33. Albuquerque LP, Silva RB, Araújo RMS. COVID-19: origin, pathogenesis, transmission, clinical aspects and current therapeutic strategies. *Rev Pre Infec e Saúde* [Internet]. 2020; 6:10432. [cited 2020 Aug 05]. Available from: <https://revistas.ufpi.br/index.php/nupcis/article/view/10432/0>
34. Rodrigues JAP, Stelmachuk AM, Lacerda MR, Galvão CM. Covid-19 containment measures adopted in bone marrow transplantation service. *Rev Bras Enferm*. 2020; 73(Suppl 2):e20200476. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0476>
35. Díaz-Guio DA, Ricardo-Zapata A, Ospina-Velez J, Gómez-Candamil G, Mora-Martinez S, Rodriguez-Morales AJ. Cognitive load and performance of health care professionals in donning and doffing PPE before and after a simulation-based educational intervention and its implications during the COVID-19 pandemic for biosafety. *Infez Med* [Internet]. 2020; 28(Suppl 1):111-7 [cited 2020 Aug 05]. Available from: [https://www.infezmed.it/media/journal/Vol\\_28\\_suppl1\\_2020\\_17.pdf](https://www.infezmed.it/media/journal/Vol_28_suppl1_2020_17.pdf)
36. Kimball A, Hatfield KM, Arons M, James A, Taylor J, Spicer K, et al. Asymptomatic and Presymptomatic SARS-CoV-2 Infections in Residents of a Long-Term Care Skilled Nursing Facility — King County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2020; 69(13):377-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6913e1>

37. Tremiliosi GC, Simoes LGP, Minozzi DT, Santos RI, Vilela DCB, Durigon EL, et al. Ag nanoparticles-based antimicrobial polycotton fabrics to prevent the transmission and spread of SARS-CoV-2. *BioRxiv*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.06.26.152520>
38. Hu K, Fan J, Li X, Gou X, Li X, Zhou X. The adverse skin reactions of health care workers using personal protective equipment for COVID-19. *Medicine*. 2020; 99(24):e20603. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000020603>
39. Prasath S, Palaniappan K. Is using nanosilver mattresses/pillows safe? A review of potential health implications of silver nanoparticles on human health. *Environ Geochem Health*. 2019; 41(5):2295-313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00240-7>
40. Liao C, Li Y, Tjong SC. Bactericidal and Cytotoxic Properties of Silver Nanoparticles. *Int J Mol Sci*. 2019; 20(2):449. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms20020449>
41. 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*. 2020 [In press].