



Reuso de barreira estéril de tecido de algodão na prática clínica: estudo longitudinal observacional*


Berendina Elaina Bouwman^{1,2}

 <https://orcid.org/0000-0001-8677-7715>


Dayane de Melo Costa³

 <https://orcid.org/0000-0003-1855-061X>

Francesco Tessarolo⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-4022-5602>

Anaclara Ferreira Veiga Tipple³

 <https://orcid.org/0000-0002-0812-2243>

Destaques: (1) O uso clínico e o processamento têm impacto no sistema de barreira estéril de tecido. (2) Houve a perda de peso, a diminuição do tamanho e o aumento no volume de absorção de água. (3) Quanto maior o tempo de uso, maior o número de fibras soltas. (4) A penetração de micro-organismos não aumentou ao longo dos 15 meses de estudo. (5) As alterações físicas do tecido não interferiram nos eficiência da barreira do tecido.

Objetivo: analisar as características de barreira física e biológica de campos de algodão, que são utilizados como sistema de barreira estéril, após múltiplos usos e processamentos na prática clínica.

Método: estudo longitudinal observacional de acompanhamento e de avaliação de tecido 100% algodão que foi utilizado como sistema de barreira estéril em um hospital de médio porte. Amostras foram coletadas antes do uso (após três lavagens) e com três, seis, nove, 12 e 15 meses de uso e avaliadas quanto ao número, à espessura e à integridade dos fios, peso, absorção de água e penetração úmida de micro-organismos. **Resultados:** após 85 lavagens, o número de fios permaneceu inalterado, porém aumentaram-se as fibras desfiadas e o volume de água absorvido. O teste microbiológico utilizando metodologia padrão alemão obteve resultado negativo; já o de penetração de úmida de micro-organismos não apresentou mudanças significativas ao longo do tempo, embora uma fração das células microbianas tenham passado pelas amostras de dupla camada.

Conclusão: as propriedades físicas do tecido 100% algodão, utilizado como sistema de barreira estéril, alteraram com usos/processamentos; entretanto essas não interferiram significativamente nos resultados obtidos pelos testes realizados na barreira microbiológica até 85 lavagens.

Descritores: Embalagem de Produtos; Têxteis; Monitoramento; Produtos Médico-Hospitalares; Esterilização; Assepsia.

* Artigo extraído da tese de doutorado "Propriedades de aventais, campos cirúrgicos e sistema de barreira estéril confeccionados em tecido 100% algodão utilizados na prática clínica monitorados por 15 meses", apresentada à Faculdade de Enfermagem, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

¹ Universidade Federal de Jataí, Jataí, GO, Brasil.

² Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, Brasil.

³ Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Enfermagem, Goiânia, GO, Brasil.

⁴ University of Trento, Department of Industrial Engineering, Trento, Trentino-Alto Adige, Italy.

Como citar este artigo

Bowman BE, Costa DM, Tessarolo F, Tipple AFV. Reusing sterile cotton fabric barriers in the clinical practice: an observational and longitudinal study. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2023;31:e3990 [cited ____]. Available from: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6645.3990>

ano mês dia

URL

Introdução

Os Produtos para Saúde (PPS) classificados como críticos, ou seja, utilizados em procedimentos invasivos, devem ser submetidos à esterilização. Trata-se de processo capaz de destruir todas as formas de vida microbiana⁽¹⁾, cujo método mais comumente utilizado é o Vapor Saturado sob Pressão (VSP). Para manutenção da esterilidade, os PPS devem ser acondicionados em Sistema de Barreira Estéril (SBE) para armazenamento.

No Brasil, a escolha do SBE que é utilizado para esse fim deve ser regularizada junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 15, de 15 de março de 2012⁽²⁾. Esta dispõe que o SBE deve fornecer uma barreira eficiente para os micro-organismos, as partículas e os fluidos de modo a permitir a apresentação asséptica do PPS e possibilitar a entrega adequada do conteúdo, preservando-os de possíveis contaminações.

Os SBE indicados para a esterilização ao VSP são classificados em descartáveis (papéis grau cirúrgico e crepado e tecido não tecido) e reutilizáveis (tecido de algodão e contêiner rígido). O tecido de algodão é um dos mais antigos e o mais utilizados em todo o mundo, até o surgimento do tecido não tecido; no Brasil, seu uso é recomendado e permanece comum em instituições de saúde, entretanto, não tem sido objeto de estudos na última década⁽²⁻³⁾.

Em instituição de saúde, o tecido 100% algodão não é utilizado apenas como SBE, mas para confecção de aventais e campos cirúrgicos⁽⁴⁾. Estudo recente que comparou o tecido de algodão de aventais cirúrgicos com tecido descartável concluiu que a adoção de aventais reutilizáveis pode resultar em maior proteção e significativa economia de custos devido a sua superior durabilidade e sustentabilidade quando comparados aos itens descartáveis⁽⁵⁾.

Para o emprego do tecido, recomenda-se o uso em duplas camadas ou de forma mista, isto é, uma camada de tecido e outro SBE descartável⁽⁶⁾ e, após cada uso, deve ser lavado para remover sujidades decorrentes do armazenamento, do transporte e do uso, desse modo restaura a hidratação das fibras⁽³⁾. Entretanto, compreende-se que a fricção a que são submetidos, os produtos da limpeza utilizados, as variações de temperatura durante a esterilização, dentre outros elementos no decorrer do processamento, podem resultar em variação na sua capacidade de resistência à penetração de micro-organismos, de acordo com o número de utilizações, de ciclo de lavagens e de esterilização⁽⁷⁾. Nesse sentido, estudos têm investigado a durabilidade e a perda da barreira microbiológica de SBE de tecido de algodão no Brasil; todavia seus achados são divergentes quanto ao número ideal de processamentos (lavagem e esterilização) seguro para o uso⁽⁸⁻⁹⁾. Além disso,

há dificuldades para o registro confiável da frequência de processamento de cada têxtil cirúrgico⁽¹⁰⁻¹¹⁾.

Considerando a falta de consenso quanto ao número seguro de usos e de processamentos, além dos desafios para avaliar a manutenção das propriedades do tecido de algodão para as instituições e profissionais de saúde, sobretudo o enfermeiro - historicamente o responsável técnico pela unidade de Centro de Material e Esterilização (CME) -, estabeleceu-se para este estudo, pioneiro na avaliação das propriedades de tecidos de algodão em uso na prática clínica, a seguinte pergunta norteadora: Ocorrem alterações nas características físicas e barreira biológica dos campos de tecidos 100% algodão quando utilizados como sistema de barreira estéril e submetidos a múltiplos usos e processamentos em relação aos novos? E como objetivo: Analisar as características de barreira física e biológica de campos de algodão utilizados como sistema de barreira estéril, após múltiplos usos e processamentos na prática clínica.

Método

Delineamento do estudo

Estudo longitudinal observacional de acompanhamento e avaliação de amostras de SBE confeccionados com tecido 100% algodão e em uso na prática clínica, durante o período de 15 meses. O guia *The Strengthening the Reporting of OBservational Studies in Epidemiology* (STROBE) foi utilizado para o relato da investigação.

Contexto

O estudo foi realizado entre fevereiro de 2018 e maio de 2020, em um hospital filantrópico de médio porte (n = 60 leitos), de Jataí, região Sudoeste do estado de Goiás (GO), Brasil. Foram analisadas amostras de tecido 100% algodão simples e duplos de campos utilizados como SBE, tanto novos quanto após subseqüentes processamentos. As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Bacteriologia e Micologia do Curso de Biomedicina da Universidade Federal de Jataí e no *Department of Medicine Laboratory, Provincial Health Services Trust of Trento/Italy - Santa Chiara Hospital - Trento - Italy*.

Definição das amostras

Tendo como base as demandas de cirurgias da instituição (média de 101 cirurgias mensais), foram confeccionados 104 campos de tecido 100% algodão novos [1,20 metros (m) x 1,20 m], acrescidos de 30% para as reposições no decorrer da pesquisa (31 campos).

Utilizou-se tecido que atendia à norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - Norma Brasileira (NBR) 14027/9⁽¹²⁾, da marca Santista®, classificado por Solasol na cor azul *royal* (518/193952TC D), 100% algodão, textura de aproximadamente 39,63 fios por centímetro quadrado (cm²), peso de 260 gramas por metro quadrado (g/m²) e ligamento sarja 3/1. Embora a referida norma indique ligamento 2/1, utilizou-se apresentação 3/1 para o alcance do peso recomendado.

Em cada peça foi impresso um quadro contendo 120 espaços com a finalidade de monitorar o número de lavagens às quais a mesma seria submetida. Assim, ao receber os campos da lavanderia, na área destinada à dobradura do CME era preenchido um espaço com caneta indelével preta pelo técnico de enfermagem⁽¹³⁾. A etapa foi acompanhada diariamente por uma pesquisadora e/ou auxiliares (dois) de pesquisa, que foram previamente treinados, durante o período de 15 meses do estudo. Antes do primeiro uso, os campos novos foram lavados três vezes para a retirada do amido.

Coleta de dados

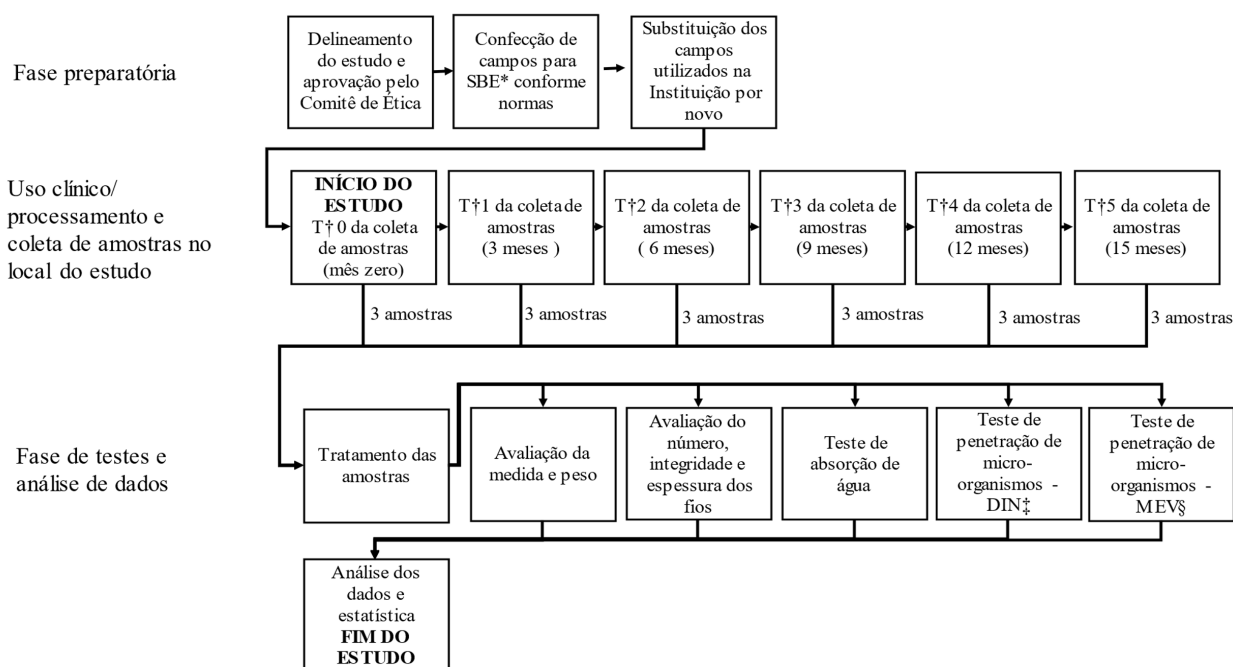
Amostras para as análises foram coletadas no CME, na área de dobradura, quando os têxteis eram recebidos

da lavanderia, selecionando três campos distintos (uma amostra era cortada de cada um dos três campos) a cada coleta, sendo selecionados aqueles que continham o registro de maior número de lavagens. Os momentos de coleta foram: Tempo "zero" - após a terceira lavagem e antes do primeiro uso; Tempo 1- com três meses de uso; Tempo 2 - com seis meses de uso; Tempo 3 - com nove meses de uso; Tempo 4 - com 12 meses de uso e Tempo 5 - com 15 meses de uso.

Todos os campos novos foram lavados três vezes antes do primeiro uso, para remover o amido usado no processo de engomadura realizado pelo fabricante. Três campos foram selecionados aleatoriamente nesta fase, como amostras para o grupo controle (não submetidas ao uso/processamentos).

Análise e estatística

A Figura 1 representa o desenho do estudo, desde a fase preparatória, o período de coleta e a quantidade das amostras, os testes analíticos realizados, até a análise dos dados. A Figura 2 apresenta os testes analíticos efetuados, o local de realização, a quantidade, o tamanho, o formato e as camadas de tecido das amostras.



*Sistema de barreira estéril; †Tempo; ‡Metodologia Padrão Alemão; §Microscopia eletrônica de varredura

Figura 1 - Distribuição sequencial do desenho do estudo contendo a fase preparatória, o período de coleta das amostras de tecido de algodão e a quantidade, os testes analíticos realizados e a análise dos dados. Jataí, GO, Brasil, 2018-2020

Testes	Formato e tamanho da amostra	Camadas de tecido	Número de amostras de campos					
			Meses de uso					
			0	3	6	9	12	15
Avaliação da medida e do peso*	Quadrado (15 cm ²)	Simple	3	3	3	3	3	3
Avaliação do número de fios*	Círculo (12 mm de diâmetro)	Simple	1	1	1	1	1	1
Avaliação da integridade e da espessura dos fios [†]	Círculo (12 mm de diâmetro)	Simple	1	1	1	1	1	1
Teste de absorção de água [†]	Retângulo (1,5 cm x 8 cm)	Simple	3	3	3	3	3	3
Teste de penetração de suspensão de micro-organismos - metodologia padrão alemão 58.953*	Quadrado (10 cm x 10 cm)	Duplo	3	3	3	3	3	3
Teste de penetração de suspensão de micro-organismos – Microscopia eletrônica de varredura - MEV [†]	Círculo (24 mm de diâmetro)	Duplo	3	3	3	3	3	3

*Laboratório de Bacteriologia e Micologia do Curso de Biomedicina da Universidade Federal de Jataí (UFJ); [†]Department of Medicine Laboratory, Provincial Health Services Company of Trento/Italy- Santa Chiara Hospital - Trento, Italy

Figura 2 - Testes analíticos efetuados, local de realização, tamanho, formato e quantidade tanto das camadas de tecido quanto das amostras utilizadas. Jataí, GO, Brasil, 2018-2020

A verificação da medida dos campos foi realizada nos tempos determinados, utilizando uma régua com precisão de 1 milímetro (mm). Calculou-se a média dos três campos em m², de cada período analisado. O peso das amostras, por unidade de área de tecido (g/m²), foi obtido pesando um corpo de prova de 15×15 cm² em balança eletrônica (EduTec®/Brasil), com resolução de 0,001 g, também pela média obtida pelas três amostras. A contagem do número de fios na trama e urdume foi realizada com uma lupa (Foldable Magnifier®/Brasil).

Por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (FEI® Quanta 200 F- Estados Unidos), foram analisadas a espessura e a integridade dos fios (direção do urdume e da trama), bem como as mudanças ocorridas nos diferentes tempos de uso. De cada amostra foram realizadas três imagens da frente e do verso com ampliação de 100× e 250×, e uma imagem com 500× [tensão de 5 quilovolt (kV) e pressão de 0,45 Torr]. Para mensurar a espessura dos fios, utilizou-se o programa *Image J* (National Institutes of Health). Realizaram-se seis medições em diferentes locais da parte anterior e posterior da amostra, calculando a média obtida em cada amostra e, após, a média obtida das três amostras com o mesmo tempo de uso.

Para a avaliação da absorção de água, considerou-se a média dos três pesos obtidos das amostras (tiras de 8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura), com o mesmo tempo de uso. Utilizou-se microbalança Wilhelmy Método de Placa (DCA 322 Cahn™, Holanda) e água de alta pureza [0,2 micro-Siemens por centímetro (µS/cm)]. A tira de tecido foi pendurada no gancho da microbalança e a ponta livre foi colocada em contato com a água. Foi registrado o aumento de peso com o tempo de absorção de água. A equação modificada de Washburn foi utilizada para ajustar a dependência linear do quadrado da massa

de água *versus* tempo. Esta abordagem permitiu calcular um coeficiente linear, o que descreveu as características de absorção de água das amostras que podem ser afetadas pelo uso e pelo processamento devido às mudanças na absorção do tecido e na estrutura capilar.

Na análise da barreira microbiana, foram utilizadas duas metodologias: Metodologia Padrão Alemão (*Deutsches Institut für Normung-DIN*) 58.953 - parte seis (2016), para avaliar semiquantitativamente a penetração microbiana através das amostras de tecido de algodão (ambos testados em camada simples e dupla), bem como um novo protocolo de teste baseado em MEV e desenvolvido para este estudo.

Para a metodologia DIN, amostras de tecido com 10 cm² foram marcadas, após esterilizadas, com cinco círculos, utilizando-se caneta indelével. De forma asséptica, em capela com fluxo laminar sobre placas de Petri estéreis e com auxílio de uma pipeta automática, procedeu-se à aplicação de 100 microlitros (µl) de suspensão *Staphylococcus aureus* (ATCC®25923) em 10 mililitros (mL) de solução salina estéril 0,9% (cloreto de sódio), obtida a partir da diluição 1/100 da escala 0,5 de McFarland, em cada círculo demarcado na amostra. Posteriormente, as amostras permaneceram por seis horas na capela, com fluxo laminar com sistema de ventilação.

Ao término desse período, o verso das amostras do tecido foi pressionado por cinco segundos, com o auxílio de outra placa de Petri média estéril sobre a superfície de uma placa contendo ágar nutriente. Em seguida, o meio de cultura foi incubado a 35 graus Celsius (°C), por 72 horas. Realizou-se a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) nas placas a cada 24 horas, calculando a média das três amostras. Conforme estabelecido pela metodologia, o resultado do teste é considerado positivo quando se obtém mais de 5 UFC em uma amostra.

O teste de penetração microbiana úmida, usando microscopia eletrônica de varredura, consistiu em adicionar nas amostras circulares de 24 mm de tecido duplas, com auxílio de uma pipeta eletrônica, 100 µl de suspensão de *S. aureus* (ATCC®6538) contendo 6 mL de água destilada estéril (absorbância de 0,55). Após 30 minutos, foi examinado por MEV (tensão de 5 kV, ampliação de 6.000× e pressão de 0,68 Torr) para a conferência de penetração de bactérias através do tecido, no verso da segunda camada das amostras, em locais aleatórios. Calculou-se a média de células cocos visualizadas no campo de visão (2130 micrômetros quadrados-µm²) nas três amostras de cada período do estudo.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico Prism 5 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA). As variáveis categóricas foram expressas em porcentagens. Nos resultados das variáveis contínuas, utilizaram-se a mediana e o Intervalo Interquartil (IQR). Os valores medianos, que foram obtidos dos diferentes períodos, foram comparados qualitativamente para avaliar tendências potenciais (aumento, diminuição ou nenhuma mudança) das variáveis de interesse.

A significância das diferenças entre cada grupo de teste e o grupo de controle foi analisada com o teste Mann-Whitney U para variáveis contínuas e o teste exato

de Fisher, para variáveis dicotômicas. A correção *post-hoc* de Bonferroni-Holms foi considerada para comparações múltiplas. Com isso, foram considerados testes bilaterais e o nível de significância estatística foi definido para $p < 0,05$.

Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (Protocolo de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética nº 64541517.3.0000.5083) e teve a anuência da direção do hospital e dos responsáveis técnicos pelo CME e Centro Cirúrgico⁽¹⁴⁾.

Resultados

A média de lavagens dos campos de algodão utilizados com SBE em cada período do estudo foi: 24 vezes - três meses; 42 vezes - seis meses; 57 vezes - nove meses; - 70 vezes - 12 meses; 85 vezes - 15 meses.

A Tabela 1 apresenta uma síntese comparativa entre os resultados obtidos dos testes analíticos para a caracterização de campos de tecido 100% algodão utilizados como sistema de barreira estéril de algodão sem uso em equivalência com os utilizados na prática clínica e processados.

Tabela 1 - Síntese comparativa dos resultados obtidos de testes analíticos para a caracterização de campos de tecido 100% algodão, utilizados como sistema de barreira estéril, sem uso (grupo controle) e utilizados em diferentes períodos de tempo de uso/processamento na prática clínica. Jataí, GO, Brasil, 2018-2020

Variável de interesse	Amostras sem uso*	Amostras usadas e processadas** % alterações em relação as amostras sem uso					Tendência Variável†
		Tempo de uso das amostras (meses)					
		3	6	9	12	15	
Medida (m ²)	1,44 (1,44-1,44)	1,33 (1,32-1,33) -7,6% P<0,001	1,32 (1,32-1,32) -8,3% P<0,001	1,30 (1,29-1,32) -9,7% P<0,001	1,31 (1,30-1,32) -9,0% P<0,001	1,29 (1,29-1,30) -10,4% P<0,001	↓
Peso (g/m ²)	284 (283-285)	287 (285-288) +1,1%	284 (281-286) 0,0%	276 (274-276) -2,7% P=0,035	274 (271-276) -3,4%	267 (267-269) -5,9% P=0,003	↓
Número de fios	40 (40-40)	40 (40-40) 0%	40 (40-40) 0%	40 (40-40) 0%	40 (40-40) 0%	40 (40-40) 0%	↔
Medida do fio na trama (µm)	1003 (984-1044)	816 (808-834) -18,6% P=0,003	726 (708-766) -27,6% P<0,001	763 (749-769) -23,9% P<0,001	704 (693-715) -29,8% P<0,001	734 (726-764) -26,8% P<0,001	↓
Medida do fio no urdume (µm)	1937 (1934-1942)	2009 (1934-2015) +3,7%	1925 (1881-1946) -0,7%	1919 (1881-1946) -1,0%	1797 (1785-1836) -7,2% P=0,005	1754 (1732-1770) -9,5% P<0,001	↓
Teste de absorção de água (mg ² /s)	289 (287-290)	2579 (2448-2627) +792% P<0,001	2778(2719-2784) +861% P<0,001	2755 (2685-2797) +853% P<0,001	2617 (2532-2629) +806% P<0,001	2435 (2059-2600) +743% P=0,016	↑
Teste de penetração de suspensão de micro-organismos - metodologia padrão alemão 58.953 (n° de amostras positivas)	0 (0-0) 0%	0 (0-0) 0%	0 (0-0) 0%	0 (0-0) 0%	0 (0-0) 0%	0 (0-0) 0%	↔
Teste de penetração de suspensão de micro-organismos - microscopia eletrônica de varredura (células bacterianas /6000x visualizadas nas amostras)§	13 (9-17)	18 (11-23) +39%	17 (9-18) -31%	10(9-20) -23%	8 (7-14) -39%	13 (12-15) 0%	↔

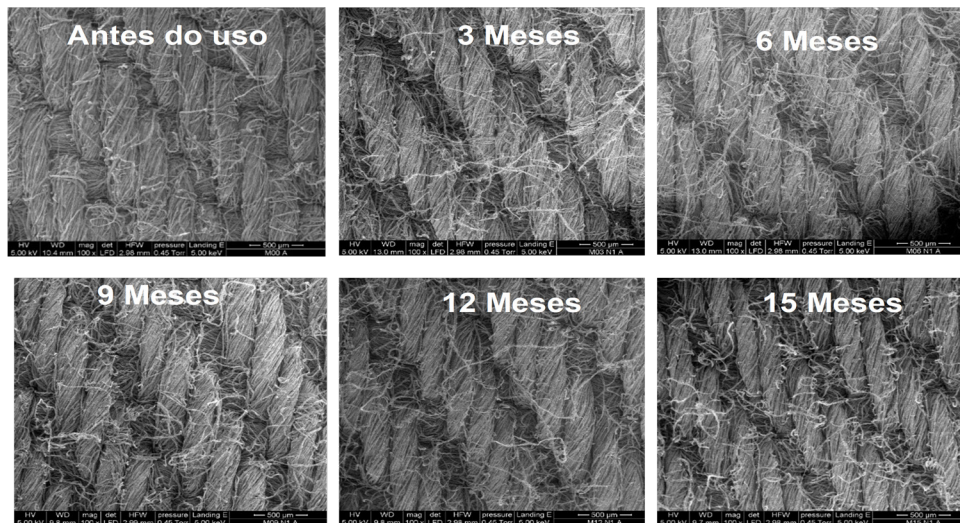
*Valores expressos como mediana (primeiro quartil-terceiro quartil) da distribuição dos valores experimentais; †Valores são relatados em negrito, quando significativamente diferentes do grupo controle, $p < 0,05$; ‡Comparação qualitativa dos valores das variáveis ao longo de todo o ciclo de vida do dispositivo: ↑ aumento; ↔ sem alteração; ↓ diminui; §O campo de visão de 6000× correspondia a uma área de 0,00213 mm²

A avaliação do peso relacionado ao tamanho (g/m^2) dos campos tanto antes quanto nos períodos subsequentes de uso, em meses, demonstrou que ocorreu um encolhimento dimensional progressivo em todos os campos e, paralelamente a isso, um aumento de peso de até três meses de uso, de 1,1% (g/m^2), quando comparados àqueles sem uso. Após esse período, verificou-se uma diminuição gradativa de 5,9% (g/m^2) em até 15 meses de uso (Tabela 1).

A análise realizada para verificar o número de fios no urdume e na trama das amostras não apresentou

alterações, permanecendo 40 fios por cm^2 . Todavia, quanto maior o tempo de uso maior o número de fibras dos fios do tecido desfiadas, como pode ser verificado nas imagens das amostras obtidas por MEV, apresentadas na Figura 3.

A espessura dos fios na trama das amostras de três meses apresentou uma diminuição de $187 \mu\text{m}$ (-18,6%), isso em relação às amostras antes do início do uso (três lavagens). Com 12 meses (M: 70 lavagens), observou-se uma diminuição de $299 \mu\text{m}$ (-29,8%). Este resultado foi estatisticamente significativo (Tabela 1).



*Department of Medicine Laboratory, Provincial Health Services Company of Trento/Italia - Santa Chiara Hospital - Trento, Italy

Figura 3 - Imagens obtidas por meio de microscopia eletrônica de varredura de amostras de campos de tecido 100% algodão destinados para sistema de barreira estéril antes e nos períodos subsequentes de uso em meses [três (Média - M): 24 lavagens), seis (M: 42 lavagens), nove (M: 57 lavagens), 12 (M: 70 lavagens) e 15 (M: 85 lavagens)], em um hospital geral de médio porte. Jataí, GO, Brasil, 2018-2020

Houve diferença no volume da absorção de água, estatisticamente significativa, entre as amostras antes do início do uso e aquelas com três, seis, nove, 12 e 15 meses de uso (Tabela 1). Porém, a diferença entre o volume de absorção de água não apresentou significância estatística nos intervalos de tempo após uso.

Os resultados dos testes microbianos, de acordo com a metodologia DIN, demonstraram que a fração de células que passaram pelo campo de tecido de algodão foi de no máximo 0,002% (2 UFC/105 células), sendo considerados negativos (<5 UFC). O que significa que todas as amostras atenderam aos requisitos do teste, tanto para amostras simples como duplas de tecido, conforme apresentado na Tabela 1.

A análise da penetração de micro-organismos, por meio de MEV de amostras de tecido duplo (Tabela 1), revelou que houve transpasse de bactérias nas amostras testadas em todos os períodos analisados no estudo. A média do número de bactérias visualizadas aumentou proporcionalmente ao tempo de uso até o sexto mês (média

de 42 lavagens), quando apresentou o maior número de penetração, com média de 17 bactérias. As amostras de nove meses (média de 70 lavagens) e de 12 meses de uso (média de 85 lavagens) apresentaram menor média de bactérias, de dez a oito bactérias. Esses resultados não apresentaram diferença estatisticamente significante.

Discussão

A análise dos campos utilizados como SBE, em uso clínico e controle do número de usos e processamentos, evidenciou que houve um aumento de peso (g/m^2) em até três meses de uso, apesar do encolhimento dimensional, quando comparados aos campos sem uso. E, após esse período, uma perda gradativa até 15 meses de uso. Esses resultados assemelham-se aos de um estudo experimental que seguiu as fases de lavagem e de esterilização de campos para SBE duplos de algodão, no qual as amostras (100 cm^2) demonstraram aumento do peso (g/m^2) até a 25ª lavagem e após diminuição gradual até a 75ª⁽⁹⁾. Além

do mais, os resultados também correspondem ainda a outra pesquisa⁽⁴⁾, realizada com amostras de tecido 100% algodão de campos e aventais cirúrgicos com as mesmas características deste estudo e submetidos aos múltiplos usos e processamentos na prática clínica.

Ademais, outro estudo foi realizado em Unidade Básica de Saúde (UBS), com campos de tecido de algodão utilizados na Unidade como SBE, provenientes de três fabricantes; o tecido foi processado em lavadoras e secadoras comerciais, além de esterilizado em autoclave a vapor saturado sob pressão de 21 litros. Avaliaram-se amostras (4 cm²) submetidas a 65 processamentos, o que evidenciou que as amostras de dois fabricantes (ligamentos/trama 2x1) apresentaram diminuição no peso (g/m²), enquanto a de um fabricante (ligamentos/trama 3x1) apresentou aumento⁽¹⁵⁾.

Quanto à perda de peso dos têxteis, um estudo⁽⁹⁾ - em que os campos foram processados em lavadora, centrífuga e secadora hospitalares por uma empresa terceirizada e não utilizados na prática clínica - mostrou que a média de perda que começou após a 25ª lavagem foi de 5,1% após 65 lavagens. Em mais outro estudo⁽¹⁵⁾, em que os tecidos foram processados em lava-roupa e em secadora comerciais e utilizados como SBE em UBS, a perda média de peso dos campos de dois fabricantes foi de 0,1% e 0,5%, após 65 lavagens. Logo, evidencia valores menores que aquele encontrado nesta pesquisa (média de 8,4%), cujos campos utilizados com SBE passaram pelo processamento em lavadora, centrífuga e secadora (15 meses de uso, média 85 lavagens), demonstraram que houve um maior desgaste dos tecidos utilizados na prática clínica em hospital.

Apesar da diminuição média de 8,4% no peso dos campos nesta pesquisa, o tecido apresentou conformidade referente ao peso mínimo estabelecido pela NBR 14027 (campos simples), pesando mais que 210 g/m²⁽¹²⁾. Ressalta-se que essa propriedade foi testada exclusivamente no tecido avaliado neste estudo, não permitindo inferir o mesmo para outros têxteis, apesar de ser presumível para aqueles que seguem as mesmas especificações.

Quanto maior o tempo de uso e maior a quantidade de lavagens dos campos utilizados como SBE, maior foi o número de fibras desfiadas e desenramadas. Apesar dos danos na estrutura, evidenciou-se que não houve alteração no número de fios, tanto no urdume como na trama, até 15 meses de uso e 85 lavagens. Resultados similares foram relatados em estudo realizado com máscaras de tecido de algodão⁽¹⁶⁾.

O estudo citado anteriormente⁽¹⁵⁾, realizado em UBS, também analisou o número de fibras desfiadas e desenramadas. Por conseguinte, apresentou resultados

similares e evidenciou a manutenção do número e da diminuição na espessura dos fios, além do aumento no desprendimento de fibras de campos duplos de algodão de três fabricantes, após 65 ciclos de processamentos (lavagem e esterilização). Constatou-se, similarmente, que houve diferença no desempenho de degradação entre as amostras avaliadas do mesmo fabricante e de um fabricante para o outro.

Vale ainda destacar que, apesar das alterações físicas identificadas pelos testes analíticos, todas as amostras estavam visualmente íntegras, nenhuma apresentava cerzido, que são condições minimamente esperadas para a vida útil de um SBE de tecido 100% algodão. São fatos que reforçam a importância desses indicadores na definição da finitude deste tipo de SBE na prática assistencial.

A absorção de água foi maior nas amostras que possuíam três meses (24 lavagens), quando comparadas às de antes do início de uso (três lavagens). Considerando-se que a esterilização ao VSP, método a que os PPS embalados com SBE de algodão são submetidos, esse resultado favorece a prerrogativa de um sistema de barreira que deve permitir a penetração e a remoção do agente esterilizante durante o processo de esterilização⁽²⁻³⁾. Entretanto, preconiza-se que ao final do ciclo da esterilização, os pacotes estejam secos e sejam armazenados em locais limpos e secos, manuseados o mínimo necessário e que as condições de estocagem sejam periodicamente inspecionadas, visando à manutenção da esterilidade^(1,17). Diante disso, este resultado reforça a desvantagem de baixa repelência aos líquidos do tecido de algodão⁽³⁾, aspecto que merece ser melhor investigado.

A partir da prerrogativa de que os campos de tecido utilizados como SBE de PPS devem garantir a esterilidade desses produtos no período de armazenamento, na década de 1990, o Ministério da Saúde, no Manual de Processamento de Artigos e Superfícies em Serviços de Saúde⁽¹⁸⁾, recomendava o prazo de validade de sete dias para a armazenamento de PPS embalados em tecidos de algodão, que poderia ser ampliado pela validação das condições de guarda de cada serviço. Nesse sentido, estudos que tiveram como objetivo analisar a manutenção da esterilidade de PPS e, portanto, a barreira oferecida pelo tecido de algodão como SBE, obtiveram resultados que ampliavam o prazo recomendado no referido manual.

Uma pesquisa⁽¹⁹⁾ que avaliou PPS esterilizados ao VPS e embalados em tecido de algodão, concluiu que, após 25 dias de armazenamento em condições controladas, não houve crescimento microbiano nos PPS. Outros dois estudos⁽²⁰⁻²¹⁾ evidenciaram que o tecido 100% algodão duplo manteve a esterilidade dos PPS por um período de 148 dias e 18 dias, respectivamente. Ressalta-se que as recomendações mais atuais quanto ao tempo

de estocagem para PPS submetidos à esterilização consideram que o prazo deve ser baseado nas condições de guarda e de integridade do SBE^(1,3).

O resultado do teste microbiológico para a penetração de micro-organismos - quando utilizada a metodologia DIN 58.953, parte seis⁽²²⁾, com as amostras de campos de SBE simples e duplos -, apresentou resultado negativo, portanto houve manutenção da barreira microbiológica até o final do estudo (85ª lavagem). Esse número de lavagens foi superior ao encontrado no estudo experimental⁽⁹⁾ realizado em laboratório, em que se avaliou a barreira microbiana de campos de algodão duplos, destinados ao SBE, com diferentes números de processamentos, com uso da mesma metodologia (DIN) e inóculo do teste utilizado neste estudo. Com amostras de tecido duplo, os autores identificaram que após 70ª lavagem ocorreu penetração de micro-organismos em quatro campos, sendo 22, 30, 66 e 55 UFC. A partir destes resultados, os autores preconizaram 65 como número limite de lavagens de tecidos utilizados para SBE.

Os campos duplos de algodão avaliados no trabalho citado⁽⁹⁾ não foram empregados na prática clínica, assim como foram os campos avaliados no presente estudo. Devido ao maior desgaste nos campos utilizados neste estudo, decorrente dos usos/processamentos, esperava-se maior número de células bacterianas penetradas através das amostras. Portanto, também foi observado, neste estudo, um aumento no número de fibras desfiadas e desenramadas dos fios das amostras, formando-se uma espécie de "teia" nos poros, o que pode ter dificultado a passagem das bactérias em campos com maior tempo de uso.

Considerando os achados dos estudos que avaliaram o crescimento microbiano em PPS esterilizados em VSP⁽¹⁹⁻²¹⁾ e os resultados do teste da metodologia DIN utilizados na presente pesquisa e no estudo citado anteriormente⁽⁹⁾, pode-se afirmar que o tecido oferece uma barreira microbiológica eficaz, todavia sem um consenso sobre a frequência máxima de lavagens para a sua garantia.

Esses resultados diferem do outro teste realizado nesta pesquisa, que teve a mesma finalidade de avaliação da barreira microbiológica, porém por meio de MEV. As imagens obtidas demonstraram presença de *S. aureus* no verso de todas as amostras testadas. Portanto, presume-se que o tempo de uso e os processamentos não interferiram na penetração de micro-organismos, pois ela aconteceu desde a primeira avaliação (três lavagens).

Se por um lado a metodologia adotada por MEV apresenta a limitação de utilizar micro-organismos em meio líquido, o que facilita o transpasse, sendo esse considerado o pior cenário possível, pois sabe-se que a umidificação de um SBE ocorre exclusivamente durante o ciclo de esterilização⁽³⁾ e que após a embalagem o PPS deve

ser mantido seco, por outro lado, é preciso ressaltar que a metodologia DIN 58.953 parte seis⁽²²⁾ foi desenvolvida para avaliar a barreira de papéis utilizados como SBE, o que pode não ser eficaz para avaliar a barreira de campos de tecido reutilizáveis utilizados como SBE.

Uma pesquisa⁽²³⁾ reportou que a penetração de bactérias (*Geobacillus stearothermophilus* e *Bacillus atrophaeus*), aplicadas a seco em três amostras de tecido diferentes e que foram testadas (100% tencel - tecido feito de celulose, com textura sedosa -; 50% algodão/50% poliéster; tecido feito com duas camadas de poliéster e uma de poliuretano), apresentou redução na permeabilidade de micro-organismos, com menor índice encontrado no 50º processamento, quando comparada com as amostras com apenas uma lavagem e esterilização. Os resultados são semelhantes aos encontrados neste estudo, apesar das diferenças relacionadas ao tecido, tipo e uso dos micro-organismos a seco.

Os mesmos autores⁽²³⁾ também avaliaram a manutenção da esterilidade de PPS embalados com os mesmos três tipos de tecido após um, 10, 20, 30 e 50 lavagens. Após a esterilização, os PPS foram armazenados por até três meses em prateleiras e em ambiente com controle da temperatura entre 15 e 30°C e umidade relativa do ar de 30 a 60%. Concluiu-se que os campos submetidos a 50 ciclos de lavagem, utilizados com SBE, exibiram propriedades de barreira microbiana em até três meses de armazenamento, pois, na avaliação dos produtos embalados nesses campos, não houve crescimento microbiano. Portanto, os resultados evidenciaram que as amostras de tecido de todos os períodos testados, e que apresentaram transpasse de micro-organismos no teste de penetração a seco, demonstraram eficiência na manutenção da esterilidade dos PPS neles embalados por até três meses, isso em condições controladas. Tais resultados vão ao encontro dos estudos que avaliaram a manutenção da esterilidade e que foram supracitados⁽¹⁹⁻²⁰⁾.

A preservação da esterilidade de PPS também foi analisada em um estudo⁽²⁴⁾ que teve como objetivo determinar se ocorre contaminação de produtos estéreis quando eles são armazenados em alta temperatura e em alta umidade. Os resultados demonstraram que não houve crescimento microbiano. Assim, em condições adversas, o conteúdo interno das caixas embaladas com campos de tecido de algodão manteve a esterilidade, demonstrando uma barreira eficaz. Todavia, destaca-se que em caso de um evento adverso, em que o material estéril com SBE de tecido de algodão entre em contato com líquidos, pode haver uma contaminação. Como efeito, ele deve ser desprezado devido à capacidade de absorção de líquidos e passagem de micro-organismos em condição úmida, como demonstrado nos resultados deste estudo.

Vale destacar que resultados semelhantes em relação à propriedades físicas e ao desempenho da barreira microbiana foram obtidos testando campos cirúrgicos e aventais por 15 meses, aplicando a mesma metodologia de teste⁽⁴⁾.

Este estudo tem limitação relacionada ao número de amostras disponíveis em cada período, mas que, ainda assim, possibilitou uma ampla abordagem com múltiplos teste analíticos. Outra limitação foi a utilização de testes originalmente desenvolvidos em vez de metodologias padronizadas. Essa abordagem permitiu uma comparação quantitativa mais precisa entre os grupos de teste e de controle, enquanto os testes padrões são mais adequados para verificar a conformidade com os pré-requisitos, muitas vezes usando uma abordagem qualitativa.

Os resultados deste estudo não podem ser estendidos diretamente para outras composições de tecidos, além do que, mais estudos são necessários para avaliar o efeito de métodos e de tecnologias alternativas para processar tecidos reutilizáveis.

Nesse sentido, ao contribuir para a definição de indicadores mínimos para o uso e reuso de SBE confeccionados com tecido 100% algodão e para o dimensionamento dos mesmos em serviço de saúde, este estudo também contribui com o processo de trabalho da equipe de Enfermagem, que é a principal atuante em CME, sobretudo no Brasil. Adicionalmente, ele é relevante para o enfermeiro que compõe o Comitê de Processamento de Produtos para Saúde e a Comissão de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde.

Conclusão

Conclui-se que campos destinados a SBE, confeccionados de tecido de 100% algodão, não alteraram o número de fios das amostras após o uso e os repetidos processos de lavagem e esterilização; entretanto, houve comprometimento da estrutura física do tecido, demonstrado pelo aumento no número de fibras desfiadas dos fios e na média de volume de água absorvido.

Embora tenha sido documentada uma mudança significativa nas propriedades físicas do tecido ao longo dos 15 meses de uso clínico e processamentos, os testes microbiológicos mostraram que não foi observada degradação significativa das propriedades da barreira microbiana ao longo do tempo.

Agradecimentos

Agradecemos à gestão do local do estudo e aos enfermeiros e técnicos de enfermagem do Centro Cirúrgico e Centro de Material e Esterilização, por permitirem e

viabilizarem a realização da pesquisa, apoiando-nos incondicionalmente.

Agradecemos também aos responsáveis pelos laboratórios nos quais as pesquisas foram realizadas.

Referências

1. Association of periOperative Registered Nurses. Guidelines for Perioperative Practice. Denver, CO: AORN; 2020.
2. Ministério da Saúde (BR), Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para reprocessamento de produtos para a saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União [Internet]. 2012 Mar 16 [cited 2023 Jan 9];53:176. Available from: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html
3. Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material de Esterilização: Práticas Recomendadas. 8. ed. São Paulo: SOBECC; 2021.
4. Bouwman BE, Tessarolo F, Braios A, Piccoli F, Maniglio D, Costa DM, et al. Changes in the properties of pure cotton surgical gowns and drapes with clinical use and reprocessing. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2022 Aug 4. <https://doi.org/10.1017/ice.2022.127>
5. McQuerry M, Easter E, Cao A. Disposable versus reusable medical gowns: A performance comparison. *Am J Infect Control* [Internet]. 2021 [cited 2021 Jun 06];49(5):563-70. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196655320309299>
6. World Health Organization. Global guidelines for the prevention of surgical site infection [Internet]. Geneva: WHO; 2016 [cited 2023 Jan 9]. Available from: <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1168437/retrieve>
7. Khomarloo N, Mousazadegan F, Latifi M, Hemmatinejad N. Assessment of Single-Layer and Three-Layer Reusable Surgical Gowns Performance in Terms of Bacterial Penetration in Wet State. *Fibers Polym*. 2019;20(3):555-61. <https://doi.org/10.1007/s12221-019-8299-z>
8. Burgatti JC, Possari JF, Moderno AMB. Avaliação da barreira microbiana do campo cirúrgico simples do algodão. *Rev SOBECC* [Internet]. 2004 [cited 2022 Feb 07];9(1):24-32. Available from: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/286>
9. Rodrigues E, Levin AS, Sinto SI, Mendes CF, Barbosa B, Graziano KU. Evaluation of the use and re-use of cotton fabrics as medical and hospital wraps. *Braz J Microbiol* [Internet]. 2006 [cited 2022 Feb 10];37:113-6. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822006000200003&nrm=iso

10. Kieser DC, Wyatt MC, Beswick A, Kunutsor S, Hooper GJ. Does the type of surgical drape (disposable versus non-disposable) affect the risk of subsequent surgical site infection? *J Orthopaedics* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 19];15(2):566-70. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0972978X18301727>
11. Behera BK, Arora H. Surgical Gown: A Critical Review. *J Ind Textiles*. 2009;38(3):205-31. <https://doi.org/10.1177/1528083708091251>
12. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14.028: Roupa hospitalar - confecção de campo duplo. Rio de Janeiro: ABNT; 1997.
13. Bouwman BE, Melo DS, Neves HCC, Bento CP, Tipple AFV. The monitoring system of surgical textile in health services. *Rev Bras Enferm*. 2022;75(4):1-5. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0508>
14. Ministério da Saúde (BR), Conselho Nacional de Saúde. Resolução 466 de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União [Internet]. 2013 June 13 [cited 2023 Jan 9];12 (seção 2):59. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html
15. Dedavid BA, Stadlober CS, Oliveira DF. Transformações ocorridas no tecido de algodão utilizado como embalagem no processo de esterilização de materiais: um estudo de caso. In: Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais [Internet]; 2016 Nov 6-10; Natal, RN. Natal: UFRN; 2016 [cited 2022 Mar 18]. Available from: <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/506-002.pdf>
16. Sankhyan S, Heinselman KN, Ciesielski PN, Barnes T, Himmel ME, Teed H, et al. Filtration Performance of Layering Masks and Face Coverings and the Reusability of Cotton Masks after Repeated Washing and Drying. *Aerosol Air Qual Res* [Internet]. 2021 [cited 2021 Sept 09];21(11):210117. Available from: <https://aaqr.org/articles/aaqr-21-05-0a-0117.pdf>
17. Tipple AFV, Santos JEM, Costa DM, Bouwman BE, Goulart DMM. Área de armazenamento de produtos para saúde: repensando a frequência da descontaminação de prateleiras/Reusable medical devices storage area: rethinking the shelves decontamination frequency. *Ciênc Cuid Saúde* [Internet]. 2020 [cited 2020 May 06];19:1-7. Available from: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/48223>
18. Ministério da Saúde (BR). Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde [Internet]. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 1994 [cited 2023 Jan 09]. Available from: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/superficie.pdf>
19. Neves ZCP, Melo DS, Souza ACS, Tipple AFV, Rodrigues MAV. Artigos esterilizados em calor úmido: validação do sistema de guarda. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2004 [cited 2020 Feb 22];57(2):152-6. Available from: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71672004000200004&script=sci_arttext&lng=pt
20. Serratine ACP, Gonçalves CS, Luçolli IC. Influência do armazenamento e da embalagem na manutenção da esterilidade do instrumental odontológico. *Rev Eletr Enferm* [Internet]. 2009 [cited 2022 Feb 18];11(1). Available from: <https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/46913>
21. Medeiros AD, Nascimento Medeiros AA, Souza DM, Santos AJM, Pereira PB, Costa KF. Validação do processo de esterilização de artigos cirúrgicos em invólucro de tecido de algodão cru e papel grau cirúrgico de um hospital privado no município de Patos-PB. *Braz J Health Rev*. 2021;4(3):13396-406. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n3-288>
22. Deutsches Institut für Normung. DEUTSCHE NORM 58953-6: Sterilisation - Sterilgutversorgung - Teil 6: Prüfung der Keimdichtigkeit von Verpackungsmaterialien für zu sterilisierende Medizinprodukte. Berlin: NEMED; 2016.
23. Rogina-Car B, Budimir A, Turcic V, Katovic D. Do multi-use cellulosic textiles provide safe protection against the contamination of sterilized items? *Cellulose*. 2014;21(3):2101-9. <https://doi.org/10.1007/s10570-014-0199-1>
24. Bruna CQM, Pinto FMG, Graziano KU. The influence of environmental temperature and air humidity on the maintenance of sterility of surgical instruments sterilized in different wraps. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2012 [cited 2022 Feb 08];33(12):1278-80. Available from: <https://www.cambridge.org/core/journals/infection-control-and-hospital-epidemiology/article/influence-of-environmental-temperature-and-air-humidity-on-the-maintenance-of-sterility-of-surgical-instruments-sterilized-in-different-wraps/103-A000911C6AE2FD39FDE550834705B>

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Berendina Elsiná Bowman, Francesco Tassarolo, Anaclara Ferreira Veiga Tipple. **Obtenção de dados:** Berendina Elsiná Bowman, Anaclara Ferreira Veiga Tipple. **Análise e interpretação dos dados:** Berendina Elsiná Bowman, Dayane de Melo Costa, Francesco Tassarolo, Anaclara Ferreira Veiga Tipple. **Análise estatística:** Berendina Elsiná Bowman, Dayane de Melo Costa, Francesco Tassarolo, Anaclara Ferreira


Veiga Tipple. **Redação do manuscrito:** Berendina Elsiná Bowman, Dayane de Melo Costa, Francesco Tessarolo, Anaclara Ferreira Veiga Tipple. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Berendina Elsiná Bowman, Dayane de Melo Costa, Francesco Tessarolo, Anaclara Ferreira Veiga Tipple. **Todos os autores aprovaram a versão final do texto.** **Conflito de interesse: os autores declararam que não há conflito de interesse.**

Recebido: 09.01.2023
Aceito: 28.06.2023

Editora Associada:
Maria Lucia do Carmo Cruz Robazzi

Copyright © 2023 Revista Latino-Americana de Enfermagem
Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons CC BY.

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.

Autor correspondente:
Berendina Elsiná Bowman
E-mail: berecris@ufj.edu.br
 <https://orcid.org/0000-0001-8677-7715>