

## Reuso e/ou reprocessamento de máscara respiratória facial tipo N95 ou equivalente: revisão integrativa

Elucir Gir<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-3757-4900>

Mayra Gonçalves Meneguetti<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-7955-4484>

Laelson Rochelle Milanês Sousa<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-6018-5439>

Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-4231-7116>

Milton Jorge de Carvalho<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-6002-1944>

Renata Karina Reis<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0681-4721>

**Objetivo:** analisar as evidências científicas disponíveis sobre os diferentes métodos de reprocessamento e as condições necessárias para reuso de máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente. **Método:** revisão integrativa da literatura. Para elaboração da questão foi utilizada a estratégia PICO. A busca ocorreu em quatro bases de dados PubMed, *Sci Verse Scopus*, *Web of Science* e EMBASE considerando qualquer período de tempo. **Resultados:** foram incluídos 32 estudos dos 561 identificados e apresentados em duas categorias: “condições para reuso” e “reprocessamento das máscaras”. Das pesquisas avaliadas, sete (21,8%) abordaram o reuso da máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente e 25 (78,1%) avaliaram diferentes métodos de reprocessamento: irradiação germicida ultravioleta (14); peróxido de hidrogênio (8); métodos a vapor (14); utilização do calor seco (5) e métodos químicos (hipoclorito de sódio (6), etanol (4) e cloreto de sódio com bicarbonato de sódio e dimetildioxirano (1). Destacamos que um mesmo artigo utilizou diferentes métodos. **Conclusão:** não foram encontradas evidências que sustentam o reprocessamento seguro de máscaras respiratórias faciais. Ainda, o reuso é contraindicado devido ao risco de autocontaminação e vedação inadequada.

**Descritores:** Equipamento de Proteção Individual; Pandemias; Infecções por Coronavírus; Máscaras Faciais; Dispositivos de Proteção Respiratória; Revisão.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Centro Colaborador da OPAS/OMS para o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Centro Universitário Saúde ABC, Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil.

### Como citar este artigo

Gir E, Meneguetti MG, Sousa LRM, Pereira-Caldeira NMV, Carvalho MJ, Reis RK. Reusing and/or reprocessing the N95 face respirator mask or equivalent: An integrative review. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2021;29:e3492. [Access    ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.5135.3492>

## Introdução

O mundo enfrenta uma pandemia considerada o maior problema sanitário do século XXI. Os primeiros casos da doença por coronavírus de 2019 (COVID-19), causada pelo coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2) foram notificados no final do ano de 2019 na China<sup>(1)</sup>. A disseminação sem precedentes do SARS-CoV-2 levou à declaração de uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde em março de 2020<sup>(2)</sup>. Em pouco mais de um ano, até o dia oito de junho de 2021, foram registrados 173.271.769 casos confirmados em todo o mundo, 3.733.980 mortes e 1.900.955.505 doses de vacina administradas<sup>(3)</sup>.

A região das Américas vivenciou um aumento acelerado no número de casos relatados da COVID-19<sup>(3)</sup>. No Brasil, os primeiros casos tiveram início em fevereiro de 2020<sup>(4)</sup>. Desde então, a pandemia avançou de tal modo no país, computando 16.947.062 casos confirmados e 473.404 mortes até oito de junho de 2021<sup>(3)</sup>, tornando-se o terceiro país com o maior número de casos e o segundo em óbitos do mundo<sup>(3)</sup>.

As altas taxas de infecção causaram danos nos sistemas de saúde no mundo todo, ocasionando colapso em muitos deles<sup>(5)</sup>. Diante deste problema mundial, a proteção dos profissionais de saúde que atuam no combate e controle da pandemia emerge como questão central, pois estão em alto risco de infecção<sup>(6)</sup>. A disseminação da COVID-19 nos serviços de saúde é preocupante, com os profissionais de saúde representando um percentual desproporcionalmente elevado de casos confirmados<sup>(7)</sup>.

Estudo epidemiológico realizado no Brasil de março a maio de 2020 identificou 17.414 casos suspeitos, 5.732 confirmados e 134 óbitos em profissionais de enfermagem<sup>(8)</sup>.

Dados da Organização Pan-Americana de Saúde do dia dois de setembro de 2020 apontam que aproximadamente 570 mil profissionais de saúde se infectaram e 2,5 mil morreram por COVID-19 nas Américas<sup>(9)</sup>.

Para a segurança desses profissionais, é necessário garantir as políticas e as boas práticas que minimizem a exposição a patógenos respiratórios, incluindo o SARS-CoV-2, assegurando Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) suficientes e de qualidade. No entanto, a pandemia causada pelo SARS-CoV 2 resultou em uma escassez global de EPIs, entre eles, a máscara respiratória facial (MRF)<sup>(10)</sup>. Em decorrência de a necessidade da MRF ter aumentado em escala global, os preços e a procura aumentaram de forma significativa a ponto de muitas instituições de saúde não conseguirem repor seus estoques.

De fato, com o advento da pandemia da COVID-19, o suprimento da MRF ficou comprometido em muitos países. A falta de EPIs ou o uso de materiais inadequados

para o atendimento aos pacientes tem sido relatada por profissionais de saúde de todas as regiões do Brasil<sup>(11)</sup>. Diante desta crise, em que a escassez dos EPIs não pode ser resolvida reduzindo-se seu uso ou aumentando-se a produção<sup>(8)</sup>, a OMS tem recomendado medidas para o uso racional de EPIs, nos serviços de saúde<sup>(12)</sup>.

De acordo com esta organização, o estoque global de EPIs é insuficiente, diante da demanda global não apenas pelo número de casos da COVID-19, mas também por desinformação, compra de pânico e estocagem, o que agrava a escassez de EPIs globalmente, especialmente para as máscaras de proteção respiratória com eficácia mínima na filtração de 95% de partículas, como a N95 ou equivalente<sup>(12)</sup>.

A escassez global de MRFs levou os centros de saúde em todo o mundo a estender o uso dessas máscaras, apesar de terem sido projetadas para uso único<sup>(13)</sup>. Ademais, a persistência e a infectividade de agentes infecciosos nas MRFs, como o vírus da influenza pandêmica A (H1N1)<sup>(14)</sup>, outros coronavírus<sup>(15)</sup> e, mais recentemente, o SARS-CoV-2, mostram a importância do desenvolvimento de diretrizes e protocolos relacionados à descontaminação destes EPIs e ressaltam a importância do manuseio adequado de equipamentos de proteção individual durante e após o uso em ambientes de alto risco para minimizar a probabilidade de transmissão por fômite<sup>(16)</sup>.

Embora não exista recomendação para reprocessamento e reuso das MRFs, como a N95 ou equivalente, como padrão de rotina de atendimento convencional, estas medidas podem ser necessárias durante os períodos de escassez para garantir a disponibilidade contínua durante uma pandemia. No entanto, ressalta-se que para o reprocessamento das MRFs é fundamental que o método seja eficaz e capaz de reduzir a carga de patógenos, manter a função da máscara respiratória facial e não apresentar risco químico residual<sup>(17)</sup>.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), frente à pandemia da COVID-19, recomenda que as instituições de saúde estabeleçam seus protocolos sobre a utilização dos EPIs baseados nos riscos de exposição (por exemplo, tipo de atividade) e na dinâmica de transmissão do patógeno (por exemplo, contato, gotícula ou aerossol). Quanto às máscaras N95 ou equivalentes, a ANVISA tem orientado os profissionais de saúde a utilizarem por um período maior que o indicado pelos fabricantes, desde que a máscara esteja íntegra, limpa e seca e ressalta que tal indicação é necessária, já que muitos profissionais relatam baixos estoques para atender os pacientes graves em Unidade de Terapia Intensiva<sup>(18)</sup>.

A busca por soluções para enfrentar o desafio da escassez da MRF é urgente<sup>(19)</sup>. Na literatura há uma variedade de métodos potenciais de desinfecção da MRF, como: (1) métodos energéticos (por exemplo, calor ultravioleta, seco e úmido e vapor gerado por micro-ondas), ou (2) métodos químicos (por exemplo, álcool, óxido de etileno, alvejante e peróxido de hidrogênio vaporizado)<sup>(20-21)</sup> e alguns métodos, tais como a irradiação germicida ultravioleta, o vapor de peróxido de hidrogênio e o calor úmido têm sido considerados como promissores<sup>(17)</sup> enquanto outros como o álcool e a luz ultravioleta causam degradação funcional em diferentes graus na MRF<sup>(20)</sup>.

Diante deste contexto, evidencia-se a necessidade de uma ampla revisão da literatura para identificação das evidências sobre os métodos seguros para reprocessamento e evidências que sustentem ou não o reuso de máscaras N95 ou equivalente.

## Objetivo

Analisar as evidências científicas disponíveis sobre os diferentes métodos de reprocessamento e as condições necessárias para reuso de máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente.

## Método

### Tipo de estudo

Revisão integrativa da literatura desenvolvida de acordo com as etapas: seleção da pergunta para a revisão; amostragem (busca dos estudos segundo os critérios de inclusão e exclusão); extração das características das pesquisas primárias (extração dos dados); análise dos dados; interpretação dos resultados; relato da revisão<sup>(22)</sup>.

Ainda, foram seguidas as recomendações do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)<sup>(23)</sup>. Realizou-se o registro na plataforma *Fig Share* sendo o DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14515251>.

Para o delineamento da questão norteadora foi utilizada a estratégia PICO<sup>(24)</sup>. Sendo P (Paciente/população): máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente, I (Intervenção): reuso ou reprocessamento da máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente, C (Comparação): não se aplica, O (*Outcomes/Desfecho*): condições necessárias para o reuso e métodos indicados de reprocessamento da máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente, originando a questão norteadora: Quais são as evidências científicas disponíveis sobre os diferentes métodos de reprocessamento e as condições necessárias para reuso de máscara respiratória facial do tipo N95 ou equivalente?

## Critérios de seleção

O critério utilizado para a inclusão e seleção dos estudos embasou-se em pesquisas que fizeram uso de algum método para reuso e/ou reprocessamento das máscaras respiratórias faciais do tipo N95 ou equivalente. Não houve restrição de idioma. As técnicas de reprocessamento não necessariamente precisam testar o microrganismo SARS-CoV-2 para ser um método potencial para o reprocessamento de máscaras. Foi por este motivo que optamos por não limitar o tempo para a busca e nem restringir apenas aos testes realizados com o SARS-CoV-2.

## Coleta de dados

A busca dos estudos ocorreu por pares em junho de dois mil e vinte nas bases de dados PubMed (*US National Library of Medicine*), *Scopus*, *Web of Science* e EMBASE por meio da utilização de descritores controlados e palavras-chave com o auxílio dos operadores booleanos AND e OR. A estratégia de busca empregada para todas as bases de dados foi [("Respiratory Protective Devices" OR "N95 respirator" OR "N95 mask" OR "filtering facepiece respirator" OR "FFP2" OR "PPE") AND ("reprocessing" OR "reuse" OR "decontamination" OR "disinfection" OR "sterilization")].

Os resultados das buscas foram inseridos no aplicativo *web Rayyan* para seleção dos estudos. Procedeu-se à leitura de título e resumo e seleção por dois pesquisadores. As discordâncias referentes à seleção dos artigos foram solucionadas por um terceiro revisor. Sequencialmente foi realizada a leitura na íntegra dos artigos selecionados na primeira etapa, também por dois revisores. Um terceiro revisor avaliou as discordâncias dos artigos incluídos. Reuniões de consenso foram realizadas nas duas etapas.

Para a avaliação do nível de evidência dos estudos foi considerado o desenho metodológico de cada um deles, e como todos os estudos descritivos abordavam questões clínicas de intervenção/tratamento ou diagnóstico/teste diagnóstico, a classificação utilizada foi a de sete níveis, sendo: nível I- evidências provenientes de revisões sistemáticas ou metanálises de múltiplos estudos clínicos controlados e randomizados; nível II- evidências oriundas de pelo menos um ensaio clínico randomizado controlado bem delineado; nível III- evidências decorrentes de ensaios clínicos bem delineados sem randomização; nível IV- evidências de pesquisas bem delineadas de coorte e de caso-controle; nível V- evidências resultantes de revisões sistemáticas por meio de metodologias descritivas e qualitativas; nível VI- evidências provenientes de apenas um estudo descritivo ou qualitativo; nível VII- evidências com origem em conceitos de autoridades e/ou relatório de comitês de especialistas<sup>(25)</sup>.

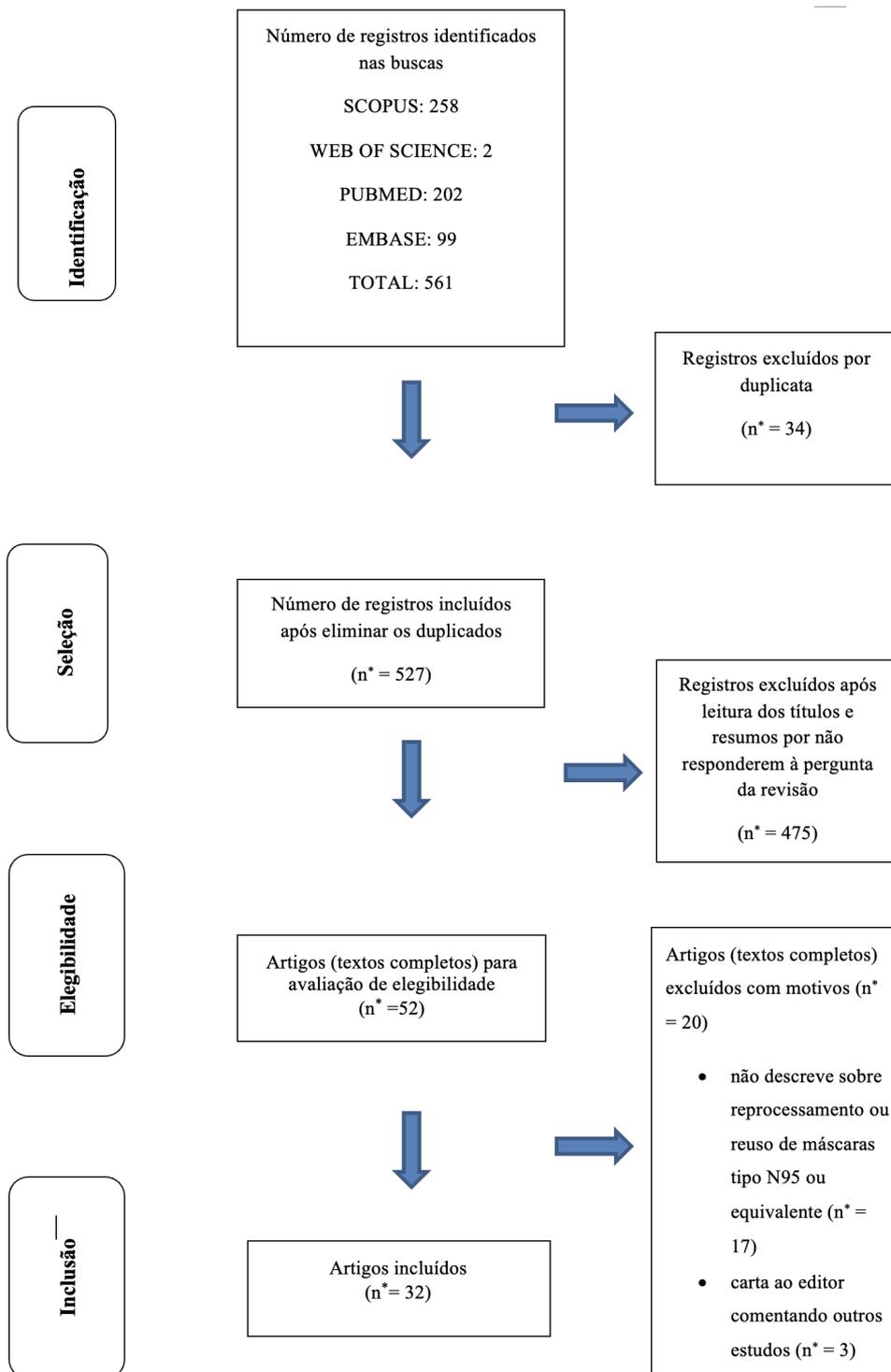
## Extração dos dados

Os artigos envolvidos na análise tiveram suas informações extraídas com o auxílio de um roteiro proposto<sup>(26)</sup>, que determina os principais dados a serem extraídos. No presente estudo, foram extraídas as seguintes informações: título; ano de publicação; reuso/reprocessamento; método empregado no reprocessamento; recomendações dos autores e nível de evidência dos estudos.

A síntese dos dados foi descritiva. As condições de reuso e reprocessamento identificadas foram analisadas, agrupadas e comparadas. Nesta etapa, dois revisores independentes foram responsáveis pela extração, análise e síntese das informações.

## Resultados

A seleção dos estudos seguiu as recomendações do PRISMA<sup>(23)</sup> (Figura 1).



\*n = número de artigos

Figura 1 - Diagrama de busca e seleção dos estudos de acordo com o PRISMA<sup>(23)</sup>

Foram incluídos 32 estudos que avaliaram o reuso e reprocessamento das máscaras respiratórias faciais tipo N95 ou equivalente, sendo a maioria dos estudos realizados nos Estados Unidos (26 = 81,3%). Os níveis de evidência foram em sua maioria VI (25 = 78,1%).

Quanto ao idioma dos artigos, 31 (96,9%) estavam no idioma inglês. A Figura 2 apresenta as características dos estudos segundo autores, ano de publicação/país, método empregado no reprocessamento, tipo de estudo e nível de evidência.

Autores	Ano/país	REPROCESSAMENTO		
		Método empregado	Tipo de estudo	Nível de evidência
Viscusi, et al. <sup>(27)</sup>	2009/ Estados Unidos	Irradiação germicida ultravioleta: Gabinete de fluxo laminar Sterilgard III equipado com uma luz UV-C <sup>†</sup> . Exposição de quinze minutos para cada lado (externo e interno), 176–181 mJ/cm <sup>2</sup> para cada lado da MRF <sup>†</sup> ; Óxido de etileno: Steri-Vac 5XL - exposição ao óxido de etileno por 1 hora seguida por 4 horas de aeração; Vapor de peróxido de hidrogênio: STERRAD <sup>®</sup> 100S; irradiação para forno de micro-ondas - 2 minutos de exposição total (1 minuto de cada lado da MRF <sup>†</sup> ) e alvejante: trinta minutos de submersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio a 0,6%.	Estudo descritivo	VI
Bergman, et al. <sup>(28)</sup>	2010/ Estados Unidos.	Irradiação germicida ultravioleta: Lâmpada de bancada (UV-C <sup>†</sup> , 254 nanômetro, 40 W). Exposição de 45 minutos e intensidade 1,8 mW/cm <sup>2</sup> ; óxido de etileno: <i>Amsco<sup>®</sup>Eagle<sup>®</sup> 3017 (STERISCorp.)</i> 1 hora de exposição ao óxido de etileno (736,4 miligramas por litro), seguida por 12 horas de aeração; plasma de gás com peróxido de hidrogênio: <i>STERRAD<sup>®</sup> 100S</i> ; vapor de peróxido de hidrogênio; vapor gerado por forno de micro-ondas; hipoclorito de sódio; peróxido de hidrogênio líquido e incubação por calor úmido (pasteurização). Uma submersão de quatro horas de Respirador de Filtro Facial (RFF <sup>†</sup> ) em água deionizada 3 vezes foi realizada para comparação (controle).	Estudo caso controle	IV
Rengasamy, Fisher, Shaffer <sup>(29)</sup>	2010/ Estados Unidos	No primeiro conjunto de experiências, amostras circulares de aproximadamente 5 centímetros foram retiradas das máscaras e armazenadas a 22°C <sup>§</sup> e 30% de umidade relativa e as partículas de vírus recuperadas às 0, 8 e 20 horas. Um segundo conjunto de amostras foi armazenado a 37°C <sup>§</sup> e 80% de umidade relativa por 0, 2 e 4 horas.	Estudo descritivo	VI
Salter, et al. <sup>(30)</sup>	2010/ Estados Unidos	Peróxido de hidrogênio a 3%; Hipoclorito de sódio 0,6%; Oxidantes mistos: 10% de oxone, 6% de cloreto de sódio e 5% de bicarbonato de sódio; Dimetildioxirano: 10% oxone, 10% acetona, 5% bicarbonato de sódio; Óxido de Etileno – <i>AmscoEagle 3017</i> ; Vapor de peróxido de hidrogênio - <i>STERRAD<sup>®</sup> 100S</i> ; Luz Ultravioleta.	Estudo descritivo	VI
Heimbuch, et al. <sup>(31)</sup>	2010/ Estados Unidos	Seis modelos de MRF <sup>†</sup> disponíveis comercialmente foram contaminados com o vírus influenza H1N1 como aerossóis ou gotículas que são representativas das secreções respiratórias humanas. Um subconjunto das MRF <sup>†</sup> foi descontaminado por vapor gerado por micro-ondas: 1250 W, por calor úmido: 65°C <sup>§</sup> e por irradiação germicida ultravioleta (254 nanômetro) - 1.6-2.0 mW/cm <sup>2</sup> .	Estudo descritivo	VI
Fisher, Shaffer <sup>(32)</sup>	2010/ Estados Unidos	Descontaminação por ultravioleta-C (UV-C <sup>†</sup> , 254 nanômetro). Os tempos de exposição específicos do modelo para atingir essa dose variaram de 2 a 266 minutos.	Estudo descritivo	VI
Fisher, Williams, Shaffer <sup>(33)</sup>	2011/ Estados Unidos	As MRFs <sup>†</sup> foram descontaminadas com vapor gerado por micro-ondas, seguindo as instruções do fabricante e, em seguida, avaliadas quanto à eficiência da absorção e filtração da água em até três exposições ao vapor.	Estudo descritivo	VI
Viscusi, et al. <sup>(34)</sup>	2011/ Estados Unidos	Irradiação germicida ultravioleta, incubação por calor úmido ou descontaminação por vapor gerado por micro-ondas. As avaliações subjetivas dos participantes sobre o odor, conforto e facilidade de vestir uma MRF <sup>†</sup> foram capturadas usando uma pesquisa visual em escala analógica.	Estudo descritivo	VI
Lore, et al. <sup>(35)</sup>	2012/ Estados Unidos	Irradiação germicida ultravioleta: uma lâmpada foi colocada em um gabinete de fluxo laminar; comprimento de onda da lâmpada UV-C <sup>†</sup> variou entre 1,6 mW cm <sup>2</sup> e 2,2 mW cm <sup>2</sup> ; vapor gerado por micro-ondas: 1250 W (2450 MHz) com irradiação de 2 minutos em potência máxima e calor úmido: um recipiente selável de 6l (19 x 19 x 17 centímetros) foi preenchido com 1 litro de água da torneira, colocado em um forno e aquecido a 65 ± °C <sup>§</sup> por 3 horas. A MRF <sup>†</sup> foi tratada no forno por 20 minutos.	Estudo descritivo	VI
Heimbuch, et al. <sup>(36)</sup>	2014/ Estados Unidos	Três modelos de MRF <sup>†</sup> foram contaminados com aerossóis de mucina ou <i>Staphylococcus aureus</i> viável e depois limpos com hipoclorito, cloreto de benzalcônio ou toalhas antimicrobianas. Após a limpeza, as MRFs <sup>†</sup> foram separadas em componentes (almofada nasal, tecidos e tiras) e os contaminantes foram extraídos e quantificados. O desempenho da filtração foi avaliado quando as MRFs <sup>†</sup> estavam limpas.	Estudo descritivo	VI

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO				
Autores	Ano/país	Método empregado	Tipo de estudo	Nível de evidência
Lindsley, et al. <sup>(37)</sup>	2015/ Estados Unidos	Quatro modelos de MRF <sup>†</sup> tipo N95 foram descontaminadas com doses de ultravioleta de 120-950 J/cm. Em seguida, foram testadas a penetração de partículas, a resistência ao fluxo e as forças de ruptura das camadas individuais da MRF <sup>†</sup> e a força de ruptura das tiras destas máscaras.	Estudo descritivo.	VI
Lin, et al. <sup>(38)</sup>	2017/ China	Descontaminação física usando uma panela elétrica tradicional de arroz feita em Taiwan para fornecer calor seco; descontaminação física usando uma autoclave para fornecer calor úmido; descontaminação química de baixa temperatura usando etanol; descontaminação química de baixa temperatura usando etanol com isopropanol e descontaminação química de baixa temperatura usando etanol com alvejante.	Estudo descritivo	VI
Lin, et al. <sup>(39)</sup>	2018/ China	Etanol com várias concentrações e volumes foi adicionado ao centro da superfície da N95; alvejante: um volume de 0,4 mililitros de alvejante à base de cloro com várias concentrações; UV-C <sup>‡</sup> : uma máscara N95 foi colocada 10 centímetros abaixo de um UV-C <sup>‡</sup> portátil com lâmpada de 6 W que emitia um comprimento de onda de 254 nm ou 365 nm. Ambos os lados da N95 foram expostos a diferentes tempos - 1, 2, 5, 10 e 20 minutos; Autoclave: A N95 foi aquecida por 15 minutos a 121°C <sup>§</sup> ; Panela de arroz elétrica tradicional: A N95 foi colocada em uma panela elétrica de arroz para aquecimento por 3 minutos (149-164°C <sup>§</sup> , sem adição de água).	Estudo descritivo	VI
Mills, et al. <sup>(40)</sup>	2018/ Estados Unidos	A peça facial e alça da máscara N95 foram cobertas com um agente de sujidade - saliva artificial ou óleo de pele artificial. Para cada agente de sujidade, três máscaras foram contaminadas e tratadas com 1 J/cm <sup>2</sup> de irradiação germicida ultravioleta por aproximadamente 1 minuto.	Estudo descritivo	VI
Cadnum, et al. <sup>(41)</sup>	2020/ Estados Unidos	Três métodos: luz ultravioleta-C (UV-C <sup>‡</sup> ), um gabinete de desinfecção de alto nível que gera ácido peracético em aerossol e peróxido de hidrogênio e calor seco a 70°C <sup>§</sup> por 30 minutos.	Estudo descritivo	VI
Grossman, et al. <sup>(42)</sup>	2020/ Estados Unidos	Desinfecção com vapor de peróxido de hidrogênio. Uma sala com vapor de peróxido de hidrogênio fechada e selada. O ciclo de desinfecção do <i>Bioquell Z-2</i> é iniciado (as configurações iniciais são 20°C <sup>§</sup> , 40% de umidade relativa e 10 gramas por unidade de volume de peróxido de hidrogênio, <i>Bioquell</i> ), com duração de 4,5 horas para atingir pelo menos 700 partes por milhão de vapor de peróxido de hidrogênio.	Estudo descritivo	VI
Xiang, Qifa, Gu <sup>(43)</sup>	2020/ China	Foi aplicado calor seco a 60°C <sup>§</sup> e 70°C <sup>§</sup> por 1 hora nas máscaras usadas. Em seguida, avaliaram a extensão da descontaminação pelo teste de esterilidade para 7 bactérias patogênicas. Também foram realizados teste de ajuste e teste de eficiência de filtragem usando bactérias em aerossóis para as máscaras que foram descontaminadas.	Estudo descritivo	VI
Perkins, et al. <sup>(44)</sup>	2020/ Estados Unidos	Vapor de peróxido de hidrogênio.	Estudo descritivo.	VI
Fischer, et al. <sup>(45)</sup>	2020/ Estados Unidos	Luz ultravioleta (260–285 nm), calor seco a 70°C <sup>§</sup> , etanol a 70% e vapor de peróxido de hidrogênio.	Estudo descritivo	VI
Schwartz, et al. <sup>(46)</sup>	2020/ Estados Unidos	As máscaras N95 foram dispostas em <i>racks</i> e expostas a vapor de peróxido de hidrogênio com nível de 480 partes por milhão com um tempo de "gaseamento" de 25 minutos e um tempo de espera de 20 minutos.	Estudo descritivo	VI
Ozog <sup>(47)</sup>	2020/ Estados Unidos	As superfícies internas e externas da máscara N95 foram irradiadas pelo <i>Daavlin Desktop</i> - Irradiação germicida ultravioleta com uma dose de 1,5 J/cm <sup>2</sup> para cada lado.	Estudo descritivo	VI
Boop, et al. <sup>(48)</sup>	2020/ Estados Unidos	Exposições em autoclave de 115°C <sup>§</sup> por 60 minutos ou 121°C <sup>§</sup> por 30 minutos.	Estudo descritivo	VI
Li, et al. <sup>(49)</sup>	2020/ Estados Unidos	Panela de arroz a vapor, incluindo 8 a 10 minutos de aquecimento e 5 minutos de vapor <i>versus</i> calor seco a 100°C <sup>§</sup> por 15 minutos em forno para descontaminação.	Estudo descritivo	VI
Carrillo, et al. <sup>(50)</sup>	2020/ Estados Unidos	Descontaminação a vapor de uso imediato, usando <i>SterisAmsco</i> . As máscaras foram empacotadas em embalagens plásticas-papel compatíveis com o equipamento utilizado.	Estudo descritivo	VI
Liao, et al. <sup>(51)</sup>	2020/ Estados Unidos	Etanol (75%) – imersão e ar seco até secar; solução à base de cloro (2%) – <i>spray</i> e ar seco; calor seco (75°C <sup>§</sup> ) – forno de ar estático; vapor – copo de água em ebulição; irradiação germicida ultravioleta (254 nanômetro, 8 W) – cabine de descontaminação.	Estudo descritivo	VI

<sup>†</sup>Máscara Respiratória Facial; <sup>‡</sup>Ultravioleta-C; <sup>§</sup>Respirador de Filtro Facial; <sup>§</sup>Graus Celsius; <sup>¶</sup>Bacteriófago MS2

Figura 2 - Descrição dos estudos quanto aos autores, ano de publicação, país, método empregado no reprocessamento, tipo de estudo e nível de evidência. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

A Figura 3 elenca os dados dos autores, ano de publicação/país, dados sobre o reuso, tipo de estudo e nível de evidência.

REUSO				
Autores	Ano/país	Dados sobre o reuso	Tipo de estudo	Nível de evidência
Duarte, et al. <sup>(52)</sup>	2010/ Brasil	Foram realizadas observações padronizadas das condições de MRF <sup>*</sup> do tipo PFF-2 recolhidas após terem sido utilizadas por auxiliares de enfermagem após um, cinco, 15 e 30 dias consecutivos de uso.	Estudo descritivo	VI
Sakaguchi, et al. <sup>(53)</sup>	2010/ Japão	O vírus da gripe A (0,5 mililitros) foi depositado na superfície de uma luva de borracha, uma máscara com filtro N95, uma máscara cirúrgica feita de tecido não tecido, um avental feito em Tyvek, uma mesa de madeira revestida e uma de aço inoxidável. Cada amostra foi deixada por 1, 8 e 24 horas. Hemaglutinação e dose infecciosa foram medidas.	Estudo descritivo	VI
Roberge, et al. <sup>(54)</sup>	2012/ Estados Unidos	Três modelos de N95 foram testadas em relação a colocação e retirada de 15 minutos e o desgaste foi avaliado.	Estudo descritivo	VI
Bergman, et al. <sup>(55)</sup>	2012/ Estados Unidos	Foram realizadas colocações consecutivas e o fator de ajuste foi avaliado.	Estudo descritivo	VI
Fisher, et al. <sup>(56)</sup>	2012/ Estados Unidos	MRF <sup>*</sup> foram contaminadas usando bacteriófagos como substituto para vírus patogênicos no ar. Bacteriófagos foram aplicados as máscaras como gotículas ou núcleos de gotículas. A concentração dos bacteriófagos aplicados na máscara foi de 10 <sup>4</sup> ou 10 <sup>5</sup> unidades formadoras de colônia por cm <sup>2</sup> . Foram realizados para quantificar o número total de vírus ressuspensos da máscara durante a simulação de tosse.	Estudo descritivo	VI
Brady, et al. <sup>(57)</sup>	2017/ Estados Unidos	As máscaras N95 foram pulverizadas cinco vezes em aproximadamente 10 segundos com <i>spray</i> contendo 100 mililitros de suspensão de MS2 <sup>  </sup> . As máscaras foram colocadas em um exaustor para secar por 1 hora. Depois de secas foram seladas em sacos plásticos e armazenados a 4°C <sup>§</sup> durante a noite. Quatro máscaras foram contaminadas para cada sujeito. Três das quatro máscaras foram usadas para simular cenários de uso das máscaras e a quarta foi usada para determinar a carga viral.	Estudo descritivo	VI
Suen, et al. <sup>(58)</sup>	2020/ Hong Kong	Cento e quatro estudantes de enfermagem participaram e realizaram procedimentos de enfermagem por 10 minutos ao usar MRF <sup>*</sup> . O ajuste da máscara e a percepção da usabilidade das MRF <sup>*</sup> foram avaliados.	Estudo descritivo	VI

\*Máscara Respiratória Facial; §Graus Celsius; ||Bacteriófago MS2

Figura 3 - Descrição dos estudos quanto aos autores, ano de publicação/país, dados sobre o reuso, tipo de estudo e nível de evidência. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

Foram apresentadas as descrições dos estudos quanto aos autores, objetivos, tipo de máscara, método de reprocessamento, tipo e tamanho dos microrganismos,

eficácia de cada tipo de reprocessamento, efeito do reprocessamento na estrutura das máscaras e risco químico, conforme a Figura 4.

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Viscusi, et al. <sup>(27)</sup> / 2009	Avaliar cinco métodos de descontaminação usando nove modelos de MRF <sup>+</sup> para determinar quais métodos devem ser considerados para futuras pesquisas.	Nove modelos de máscaras foram testados, sendo seis MRFs <sup>+</sup> [três modelos N95 FFR <sup>+</sup> (N95-A, N95-B e N95-C) e três respiradores cirúrgicos N95 (SN95 <sup>+</sup> -D, SN95 <sup>+</sup> -E e SN95 <sup>+</sup> -F)].	Irradiação em forno de micro-ondas; irradiação germicida ultravioleta; óxido de etileno; vapor de peróxido de hidrogênio; alvejante à base de cloro.	Não se aplica.	Não foi testado	A irradiação em forno de micro-ondas derreteu amostras de dois modelos de MRF <sup>+</sup> . Três amostras testadas de MRF <sup>+</sup> apresentaram penetrações de aerossóis de filtro >5%. O restante das amostras de MRFs <sup>+</sup> que foram descontaminadas tinham níveis esperados de filtração e resistência do fluxo de ar do filtro.	O aroma de alvejante permaneceu perceptível após a secagem e níveis de gás cloro também permaneceram. Irradiação germicida ultravioleta, óxido de etileno e vapor de peróxido de hidrogênio foram os métodos de descontaminação mais promissores; no entanto, permanecem preocupações sobre os resíduos deixados após descontaminação.
Bergman, et al. <sup>(28)</sup> / 2010	Investigar o processamento por oito diferentes métodos.	Nove modelos de máscaras foram testadas, sendo seis MRFs <sup>+</sup> [três modelos N95 FFR <sup>+</sup> (N95-A, N95-B e N95-C) e três respiradores cirúrgicos N95 (SN95 <sup>+</sup> -D, SN95 <sup>+</sup> -E e SN95 <sup>+</sup> -F)].	Irradiação germicida ultravioleta; óxido de etileno; plasma de gás com peróxido de hidrogênio: STERRAD <sup>®</sup> 100S; vapor de peróxido de hidrogênio; vapor gerado por forno de micro-ondas; hipoclorito de sódio; peróxido de hidrogênio líquido e incubação por calor úmido.	Não se aplica.	Não foi testado.	Somente o plasma gasoso com peróxido de hidrogênio resultou em níveis médios de penetração >5% para quatro dos seis modelos de MRF <sup>+</sup> . As MRFs <sup>+</sup> tratadas pelos outros métodos tinham níveis de penetração do aerossol do filtro (<5%) e resistência ao fluxo de ar do filtro. O hipoclorito danificou estruturas da máscara. A descontaminação por ultravioleta foi o único método que não causou alterações físicas observáveis nas MRFs <sup>+</sup> .	O hipoclorito deixou odor residual.
Salter, et al. <sup>(30)</sup> / 2010	Medir a quantidade de produtos químicos residuais criados ou depositados em seis modelos de MRF <sup>+</sup> após o tratamento por cada uma das 7 tecnologias simples de descontaminação.	MRFs <sup>+</sup> do tipo N95 e respiradores cirúrgicos.	Peróxido de hidrogênio; hipoclorito de sódio; oxidantes mistos: oxone, cloreto de sódio e bicarbonato de sódio; dimetildioxirano: oxone, acetona, bicarbonato de sódio; óxido de etileno; vapor de peróxido de hidrogênio; luz ultravioleta.	Não se aplica.	Não foi testado.	O alvejante, os oxidantes mistos e o dimetildioxirano corroeram as partes metálicas das MRFs <sup>+</sup> .	Os dados deste estudo demonstram todos os métodos, com exceção do óxido de etileno, não depositam quantidades significativas de resíduos tóxicos nas MRF <sup>+</sup> . Todas as MRF <sup>+</sup> tratadas com alvejante, oxidantes mistos e o dimetildioxirano mantiveram odores.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Heimbuch, et al. <sup>(31)</sup> / 2010	Avaliar a capacidade do vapor gerado por micro-ondas, do calor úmido e da irradiação germicida ultravioleta a 254 nm para descontaminar o vírus da influenza H1N1 <sup>s</sup> .	Seis modelos de MRFs*.	Vapor gerado por micro-ondas; calor úmido e irradiação germicida ultravioleta.	Vírus H1N1 <sup>s</sup> . O vírus H1N1 <sup>s</sup> foi diluído em 30 mililitros de solução tampão. A concentração foi de 8 log <sub>10</sub> usando um ensaio de dose infecciosa de cultura de tecidos 50/ mililitros.	Todos os métodos utilizados forneceram redução > que 4-log do vírus H1N1 <sup>s</sup> . Em 93% das máscaras, o vírus foi reduzido para níveis abaixo do limite de detecção do método utilizado.	Não foi avaliado.	Não foi avaliado.
Fisher, Shaffer <sup>(32)</sup> / 2010	Desenvolver um método para avaliar parâmetros para descontaminação por ultravioleta-C de MRFs*.	Modelo Cardinal N95-ML; Modelo Wilson SAF-T-FIT Plus; 8210 3M; 1860 3M; 1870 3M e Kimberly-Clark PFR95-174.	Descontaminação por ultravioleta-C.	Partículas aerossolizadas contendo MS2 <sup>II</sup>	As informações apresentadas neste estudo fornecem um método eficaz para calcular doses ultravioletas para a descontaminação de MRF*.	Não se aplica.	Não se aplica.
Fisher, Williams, Shaffer <sup>(33)</sup> / 2011	Avaliar o uso de dois sacos a vapor para descontaminação de MRF*.	3M 1860; 3M 8210; Cardinal Health N95; 3M 1870; Kimberly-Clark PFR95 e Moldex 2200.	Sacos a vapor para descontaminação.	Vírus MS2 <sup>II</sup> . Título inicial entre 10 <sup>7</sup> e 10 <sup>10</sup> por máscara	Os sacos de vapor testados mostraram 99,9% de eficácia na inativação do bacteriófago para descontaminação de MRF*.	O vapor teve pouco efeito no desempenho da MRF*, uma vez que a eficiência de filtração permaneceu acima de 95%.	Não se aplica.
Viscusi, et al. <sup>(34)</sup> / 2011	Determinar se a irradiação germicida ultravioleta, incubação por calor úmido ou descontaminação por vapor gerado por micro-ondas afeta as características de ajuste, odor, conforto ou facilidade de uso da MRF*.	3M 8000; 3M 8210; Moldex 2200; 3M 1860; 3M 1870; Kimberly Clark PFR95-270.	Irradiação germicida ultravioleta; calor úmido; vapor gerado por micro-ondas.	Não se aplica.	Não realizado.	Duas das seis MRFs* demonstraram uma redução estatisticamente significativa no ajuste após a descontaminação por incubação por calor úmido. No entanto, para esses dois modelos de MRF*, os fatores de ajuste médios pós-descontaminação ainda eram ≥100.	Uma das máscaras demonstrou um aumento relativamente pequeno, embora estatisticamente significativo na resposta ao odor após a descontaminação por incubação por calor úmido.
Lore, et al. <sup>(35)</sup> / 2012	Avaliar a capacidade virucida de três métodos de descontaminação energética: irradiação germicida ultravioleta, vapor gerado por micro-ondas e calor úmido.	N95 convencional; N95; P100; MRF* com válvula de exalação; MRF* tratada com antimicrobiano à base de iodo.	Irradiação germicida ultravioleta; vapor gerado por micro-ondas e calor úmido.	Vírus bacteriófago MS2 <sup>II</sup> ; bactéria vegetativa <i>Bacillus atrophaeus</i> e esporos de <i>B. atrophaeus</i> .	Os três métodos de descontaminação foram eficazes, reduzindo a carga de vírus em mais de 4 log. A irradiação germicida ultravioleta resultou em níveis mais baixos de RNA viral detectável do que nos outros dois métodos.	Nenhuma redução profunda na filtração das máscaras foi identificada. Não foram testados vedação e ajuste das máscaras.	Não realizado.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Heimbuch, et al. <sup>(36)</sup> / 2014	Avaliar a capacidade dos produtos de limpeza disponíveis no mercado para limpar MRF <sup>+</sup> contaminados por agentes infecciosos ou não infecciosos	3M 1860;3M 1870; Kimberly-Clark PFR.	Hipoclorito; cloreto de benzalcônio ou toalhas antimicrobianas.	<i>Staphylococcus aureus</i> foi inoculado em uma placa de ágar de soja e houve diluição em um tampão de saliva artificial.	A remoção de mucina foi menor que 1 log para todos os produtos de limpeza em todos os componentes. Toalhetes inertes alcançaram atenuação de aproximadamente 1 log para <i>S. aureus</i> viável em tecidos de todos os modelos de MRF <sup>+</sup> - a remoção foi menos eficaz das almofadas nasais e das bordas. Ambos os lenços antimicrobianos alcançaram uma atenuação de 3-5 log na maioria dos componentes, com reduções menores nas almofadas nasais e maiores reduções nas tiras.	A penetração de partículas após a limpeza produziu valores médios <5%. O hipoclorito gerou oxidação das máscaras.	O hipoclorito criou problemas de odor.
Lindsley, et al. <sup>(37)</sup> / 2015	Estudar os efeitos da irradiação germicida ultravioleta no desempenho da filtração e na integridade estrutural de MRF <sup>+</sup> tipo N95.	3M 1860; 3M 9210; GE 1730; KC 46727; Kimberly-Clark.	Irradiação germicida ultravioleta.	Não se aplica.	Não realizado	A exposição a ultravioleta levou a um pequeno aumento na penetração de partículas (até 1,25%) e teve pouco efeito na resistência ao fluxo. Nas doses mais altas de ultravioleta, a força das camadas do material da MRF <sup>+</sup> foi substancialmente reduzida (em alguns casos >90%). O número máximo de ciclos de desinfecção será limitado pelo modelo da máscara e pela dose de ultravioleta necessária para inativar o patógeno.	Não realizado.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Lin, et al. <sup>(38)</sup> / 2017	Investigar os efeitos de cinco métodos de descontaminação na qualidade do filtro de três MRFs disponíveis no mercado - máscaras do tipo N95, Gauze e Spunlace.	N95, Gauze e Spunlace.	Panela elétrica tradicional de arroz para fornecer calor seco; Autoclave para fornecer calor úmido; Etanol; Etanol com isopropanol e Etanol com alvejante.	Não se aplica.	Não realizado.	A descontaminação elevou a queda de pressão, exceto para as máscaras tipo N95 e Gaze que foram descontaminadas usando uma autoclave. A descontaminação reduziu a qualidade do filtro, exceto quando se usou uma autoclave ou panela de arroz, porém este processo criou dobras observáveis nas máscaras.	Não realizado.
Lin, et al. <sup>(39)</sup> / 2018	Determinar a sobrevivência relativa de esporos de <i>Bacillus subtilis</i> em MRFs após cinco métodos de descontaminação.	N95 (8210, 3M).	Etanol; alvejante à base de cloro com várias concentrações; ultravioleta-C; autoclave; panela de arroz elétrica tradicional.	Esporos de <i>Bacillus subtilis</i> .	A sobrevivência relativa do <i>Bacillus subtilis</i> caiu para 20% com etanol 80%. Nenhuma colônia foi recuperada em todas as concentrações de alvejante e com ultravioleta-C por 5 minutos. A sobrevivência relativa permaneceu acima de 20% após 20 minutos de irradiação por ultravioleta-A. A panela de arroz elétrica tradicional apresentou eficácia em 3 minutos.	Não realizado.	Não realizado.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Mills, et al. <sup>(40)</sup> /2018	Avaliar a eficiência de descontaminação por Irradiação germicida ultravioleta de MRF <sup>1</sup> contaminados por influenza na presença de sujidade.	Foram usados 15 modelos de N95 FFR <sup>1</sup> ; 3M 1860, 3M 1870, 3M VFlex 1805, Alpha Protech695, Gerson 1730, Kimberly-Clark PFR, Moldex 1512, Moldex 1712, MoldexEZ-22, Preceito 65-3395, Prestige Ameritech RP88020, Sperian HC-NB095, Sperian HC-NB295F, Segurança dos Estados Unidos AD2N95A, Segurança dos Estados Unidos AD4N95.	Irradiação germicida ultravioleta.	Influenza H1N1 <sup>§</sup> A/PR/8/34 (VR-1469; <i>American Type Culture Collection, Manassas, VA</i> )	Reduções significativas na viabilidade do vírus influenza nas duas condições de sujidade foram observadas em peças faciais de 12 dos 15 modelos testados e em relação às tiras 7 de 15 modelos. Esses dados sugerem que a descontaminação e a reutilização da máscara N95 usando irradiação germicida ultravioleta podem ser eficazes. No entanto deve haver consideração cuidadosa do modelo, tipo e material da máscara.	Não foi avaliado.	Não foi avaliado.
Cadnum, et al. <sup>(41)</sup> /2020	Examinar a eficácia da luz ultravioleta-C, e um gabinete de desinfecção de alto nível para a descontaminação de MRF <sup>1</sup> com filtro N95.	3M 1860S, Moldex 1517 e Kimberly-Clark 46727.	Luz ultravioleta-C; cabine de desinfecção de alto nível que gera ácido peracético aerossolizado e peróxido de hidrogênio e calor seco a 70°C <sup>1</sup> por 30 minutos.	Bacteriófagos Phi6 e MS2 <sup>1</sup> e <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à metilina	A administração de ultravioleta-C reduziu a contaminação, mas não atendeu aos critérios de descontaminação em todos os locais nas MRFs <sup>1</sup> . O gabinete de desinfecção de alto nível foi eficaz na descontaminação com ciclo prolongado de 31 minutos. O calor seco a 70°C <sup>1</sup> por 30 minutos não foi eficaz na descontaminação dos bacteriófagos.	Nenhuma mudança visível foi observada em qualquer um dos respiradores após 3 ou mais ciclos de tratamento com a cabine de descontaminação da sala de ultravioleta-C ou com a caixa de ultravioleta-C.	Não foi avaliado.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Grossman, et al. <sup>(42)</sup> /2020	Apresentar um processo criado para a desinfecção de MRF com filtro N95 usando vapor de peróxido de hidrogênio.	Não se aplica.	Peróxido de hidrogênio vaporizado.	Não se aplica.	A colocação da bolsa Tyvek em posição plana ao invés de em pé diminuiu o número de MRF que poderiam ser descontaminadas durante cada ciclo, mas essa mudança levou a uma desinfecção de maior qualidade.	Algumas MRF submetidas a um ou mais ciclos de vapor de peróxido de hidrogênio passaram com êxito no teste de ajuste quantitativo.	Não se aplica.
Xiang, Qifa, Gu <sup>(43)</sup> /2020	Otimizar a temperatura da pasteurização por calor seco para obter descontaminação eficiente de MRF.	Não especificado.	Pasteurização por calor seco por uma hora a 70°C <sup>f</sup> .	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Corynebacterium pseudodiphtheriae</i> , e <i>Candida albicans</i> e H1N1 <sup>s</sup> como vírus indicador.	O calor seco a 60°C <sup>f</sup> e 70°C <sup>f</sup> por 1 hora poderia matar com sucesso 6 espécies de bactérias respiratórias e uma espécie de fungo, além de inativar o vírus indicador H1N1 <sup>s</sup> .	Após serem aquecidos a 70°C <sup>f</sup> por 1, 2 e 3 horas, os respiradores N95 e as máscaras faciais cirúrgicas não apresentaram alterações em sua forma e componentes. A eficiência de filtragem das MRF foi de 98%, 98% e 97% após serem aquecidos por 1, 2 e 3 horas, respectivamente. A eficiência de filtragem para máscaras cirúrgicas foi de 97%, 97% e 96% por 1, 2 e 3 horas de aquecimento, respectivamente.	Não se aplica.
Perkins, et al. <sup>(44)</sup> /2020	Descrever o desenvolvimento de um processo para selecionar e implementar o uso de vapor de peróxido de hidrogênio como método viável para reprocessar MRF com filtro N95.	3M 1860 e 1870 N95s.	Vapor de peróxido de hidrogênio.	Não se aplica.	O instrumento empregado na sala foi um Bioquell Clarus gerador de vapor de peróxido de hidrogênio usando solução a 30% de peróxido de hidrogênio. O gerador de vapor de peróxido de hidrogênio possui as seguintes fases: Condicionamento (10 minutos), Pré-gaseamento, Gasificação (83 minutos), Resfriamento de gás (36 minutos) e Aeração.	Não avaliado.	Um sensor de peróxido de hidrogênio PortaSens III é usado para garantir que o vapor de peróxido de hidrogênio na sala esteja abaixo de 1,0 partes por milhão antes da entrada do pessoal na sala.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Fischer, et al. <sup>(45)</sup> /2020	Analisar quatro métodos de descontaminação quanto à eficácia da inativação do coronavírus-2 da síndrome respiratória aguda grave e efeito no desempenho da filtração de MRF <sup>1</sup> .	Não especificado.	Luz ultravioleta, calor seco de 70°C <sup>1</sup> , etanol 70% e peróxido de hidrogênio a vapor.	SARS-CoV-2 <sup>1</sup> .	MRF <sup>1</sup> podem ser descontaminadas e reutilizadas até três vezes usando luz ultravioleta e vapor de peróxido de hidrogênio. Podem ser desinfetadas 1-2 vezes usando calor seco. O tratamento com peróxido de hidrogênio a vapor teve a melhor combinação de inativação rápida do vírus SARS-CoV-2 <sup>1</sup> e preservação da integridade da MRF <sup>1</sup> sob as condições experimentais.	Testes de ajuste quantitativo mostraram que o desempenho da filtração MRF <sup>1</sup> não foi significativamente reduzido após uma única descontaminação para qualquer um dos quatro métodos de descontaminação.	Não avaliado.
Schwartz, et al. <sup>(46)</sup> /2020	Avaliar a potencial aplicabilidade do vapor de peróxido de hidrogênio para o processamento de MRF <sup>1</sup> com filtro N95.	3M (St. Paul, MN, Estados Unidos) 1860 N95s.	Vapor de peróxido de hidrogênio.	Não se aplica.	Não houve avaliação microbiológica.	Foi realizado teste de ajuste quantitativo para garantir seu desempenho contínuo e foram testados em 2 indivíduos com estruturas faciais diferentes sem perda de ajuste ou vedação.	Em aproximadamente 4 horas, os níveis de peróxido de hidrogênio diminuíram abaixo do nível de detecção (0 partes por milhão).
Ozog <sup>(47)</sup> /2020	Verificar o ajuste da MRF <sup>1</sup> após o processamento com irradiação germicida ultravioleta.	3M N95 1860, 3M N95 9210, 3M N95 8210, Respirador N95 R/S da Cardinal Health USA, Respirador Moldex N95 2300N95, Respirador Moldex N95 1511, Respirador Moldex N95 1512, Respirador 3M N95 9010, Respirador N95A-S da Cardinal Health Estados Unidos, Respirador GB2626-2206 KN95.	Irradiação germicida ultravioleta.	Não se aplica.	Não houve avaliação microbiológica.	3M N95 1860 foi o único modelo que passou em 20 testes de ajuste, cinco modelos não passaram por nenhum teste, dois modelos suportaram dois testes e dois modelos passaram apenas por um teste de ajuste. As MRF <sup>1</sup> devem ser examinadas fisicamente antes e depois dos ciclos de descontaminação para verificar sinais de degradação.	Não foi avaliado.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Boop, et. al. <sup>(48)</sup> /2020	Examinar a eficácia da autoclavagem para a reutilização de MRFs.	3M 1860 moldados, 3M 1805 dobrados e 3M 1870/1870.	Autoclave.	Não se aplica.	Não houve avaliação microbiológica.	Foram observadas alterações desprezíveis na funcionalidade e integridade das MRF 3M 1805 e 3M 1870/1870 após três ciclos de autoclave. Foi observada uma leve perda de elasticidade nas tiras de borracha com cada tratamento em autoclave. Além disso, as máscaras que passaram por 5 processamentos falharam no teste de ajuste. Máscaras como a 3M 1860 falharam nos testes de ajuste após um único ciclo da autoclave.	Não se aplica.
Li, et al. <sup>(49)</sup> /2020	Examinar o reprocessamento a vapor e por calor seco para reutilização de MRFs.	3M 1860.	Vapor aplicado por meio de uma panela elétrica de arroz e calor seco.	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina e o bacteriófago MS2 <sup>II</sup> de vírus de RNA de fita simples sem envelope.	O reprocessamento a vapor resultou em uma maior redução de 5 log <sub>10</sub> no bacteriófago MS2 <sup>II</sup> e <i>S. aureus</i> resistente à meticilina, enquanto o calor seco a 100°C <sup>F</sup> por 15 minutos não resultou em uma redução superior a 3 log <sub>10</sub> de qualquer organismo.	Não foram observadas alterações visíveis em nenhuma das máscaras 3M 1860 após cinco ciclos de descontaminação. Não se examinou o efeito do reprocessamento no desempenho do respirador.	Não se aplica.
Carrillo, et al. <sup>(50)</sup> /2020	Avaliar se a descontaminação a vapor de uso imediato altera a integridade e eficácia estrutural de MRFs.	3M 1870 e M3 1870+ (3M, Saint Paul, MN).	Esterilização a vapor de uso imediato usando uma autoclave.	Não se aplica.	Não houve testes microbiológicos.	As máscaras mantiveram sua integridade estrutural e eficácia. Para cada sujeito, um teste de ajuste foi realizado antes do ciclo da autoclave pronto uso como um controle. Os testes de ajuste foram realizados novamente após três ciclos. Em todos os casos, as máscaras mantinham sua integridade e eficácia estrutural.	Foi utilizado um indicador químico e um indicador biológico para cada ciclo de autoclave, confirmando que nenhuma contaminação biológica ou química está presente nas máscaras.

(continua na próxima página...)

REPROCESSAMENTO							
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Método de reprocessamento	Tipos e tamanhos dos microrganismo testado	Eficácia de cada tipo de reprocessamento na descontaminação das MRFs	Efeito do reprocessamento na estrutura tecidual das MRFs	Risco químico
Liao, et al. <sup>(51)</sup> /2020	Investigar vários esquemas de descontaminação comumente usados na eficiência de filtragem de partículas de 95%.	3M 8210 (NIOSH N95), 4C Air, Inc. (GB2626 KN95), ESound (GB2626 KN95) e Onnuriplan (KFDA KF94).	Tratamento térmico, tratamento a vapor, tratamento com álcool, tratamento com solução de cloro, irradiação germicida ultravioleta.	Não se aplica.	Não houve testes microbiológicos.	Soluções à base de etanol e cloro degradaram drasticamente a eficiência da filtração para níveis inaceitáveis. Etanol: 56.33%; solução à base de cloro: 73.11%. Calor seco: 96.67%; copo de água em ebulição: 95.16%; irradiação germicida ultravioleta: 95.50%. A eficiência de filtração foi mantida > 95% após 20 ciclos de tratamento térmico, mesmo em um ambiente úmido.	Não realizado.

\*Máscara Respiratória Facial; †Respirador de Filtro Facial; ‡Respiradores Cirúrgicos; §Influenza A subtipo H1N1; ||Bacteriófago MS2; ¶Graus Celsius; \*\*Severe acute respiratory syndrome coronavirus-2; ††Respirador N95; †††Centers for Disease Control and Prevention

Figura 4 - Descrição dos estudos quanto aos autores, objetivos, tipo de máscara, método de reprocessamento, tipo e tamanho dos microrganismos, eficácia de cada tipo de reprocessamento, efeito do reprocessamento na estrutura das máscaras e risco químico. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

As descrições dos estudos quanto aos autores, objetivos, tipo de máscara, tipo e tamanho dos microrganismos, efeito do reuso na estrutura das máscaras e recomendação a respeito do reuso estão apresentados na Figura 5.

REUSO					
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Tipo e tamanho do microrganismo testado	Efeito do reuso na estrutura das MRF*	Recomendação a respeito do reuso
Sakaguchi, et al. <sup>(53)</sup> /2010	Determinar se o vírus influenza A (H1N1 <sup>§</sup> ) cultivado em laboratório mantém infectividade nas superfícies dos equipamentos de proteção individual e roupas usadas em estabelecimentos de saúde.	Luva de borracha; máscara com filtro N95; máscara cirúrgica; avental feito em Tyvek; mesa de madeira revestida e mesa de aço inoxidável.	Vírus da gripe A (0,5 mililitros).	Não se aplica.	O vírus influenza A manteve a infectividade nas superfícies da máscara cirúrgica e do respirador de partículas N95 por pelo menos 8 h.. A infeciosidade do vírus influenza foi mantida por 8 horas na superfície de todos os materiais, com exceção da luva de borracha cuja infectividade foi mantida por 24 horas.
Duarte, et al. <sup>(52)</sup> /2010	Quantificar os danos impostos a respiradores PFF-2 <sup>††</sup> ao longo do tempo de uso e estimar seu período de validade na prática clínica.	Máscaras PFF-2 <sup>††</sup> (3M).	Não se aplica.	Marcas de identificação pessoal foram encontradas em todas as MRF já no primeiro dia de uso. A partir do quinto dia, todas as máscaras apresentavam sujeiras e 80% tinham dobras.	O prazo de validade da MRF <sup>††</sup> tipo PFF-2 <sup>††</sup> , embora não seja conveniente reutilizá-lo, deve-se limitar a cinco dias.

(continua na próxima página...)

REUSO					
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Tipo e tamanho do microrganismo testado	Efeito do reuso na estrutura das MRF <sup>+</sup>	Recomendação a respeito do reuso
Roberge, et al. <sup>(54)</sup> /2012	Avaliar a degradação de dispositivos de amarração de três modelos de MRF <sup>+</sup> submetidos à tensão de cinco períodos de desgaste de 15 minutos intercalados com períodos de 15 minutos sem desgaste.	N95 3M 9210, Moldex 2301 e 3M 1860S. Não se aplica.	Não se aplica.	Declínio progressivo nas cargas geradas nos três modelos de MRF <sup>+</sup> testados ao longo de várias colocações simuladas em um período de 2,5 horas. O maior decréscimo nas cargas ocorreu dentro dos primeiros 15 minutos. Os decréscimos médios nas cargas da colocação inicial simulada (zero minuto) até o final da quinta colocação simulada de 15 minutos foi de 23,5%, 6,4% e 17,9%, respectivamente, para os modelos 3M 9210, Moldex 2301 e 3M 1860S para a parte inferior e de 29,1%, 12,5% e 19,3%, para a parte superior.	Não se aplica.
Fisher, et al. <sup>(56)</sup> /2012	Verificar a reaerosolização de partículas de bacteriófagos de MRFs <sup>+</sup> após simulação da tosse.	N95 (Gerson 1730).	Bacteriófago MS2 <sup>  </sup> como substituto para vírus patogênicos transportados pelo ar. A concentração de MS2 <sup>  </sup> aplicada foi de 10 <sup>4</sup> ou 10 <sup>5</sup> unidades formadoras de placa/centímetro <sup>-2</sup> .	Uma pequena porcentagem de bacteriófagos viáveis foi reaerosolizada a partir das máscaras N95 pelo fluxo de ar reverso.	Os riscos devido à reaerosolização associada ao uso prolongado podem ser considerados insignificantes, embora as avaliações de risco devam ser atualizadas à medida que novos vírus respiratórios emergem e melhores dados de avaliação de exposição no local de trabalho se tornam disponíveis.
Bergman, et al. <sup>(55)</sup> /2012	Investigar o impacto de vários ganhos no ajuste da peça facial de 6 modelos de MRF <sup>+</sup> usando um grupo de 10 sujeitos de teste experientes por modelo.	N95 (Moldex 2200); 3M 8000; 3M 8210 e 3 cirúrgicos N95 Kimberly Clark PFR95-270; 3M 1860 e 3M 1870.	Não se aplica.	Várias paramentações e desparamentações tiveram um impacto no ajuste para os modelos N95 avaliados. Ajustes consecutivos causaram danos como a quebra da alça de cabeça.	Cinco paramentações consecutivas podem ser realizadas antes que as falhas de ajuste das MRF <sup>+</sup> caiam consistentemente abaixo de 100. Este valor é obtido por meio da razão da concentração de partículas no ambiente dividida pela concentração de partículas na máscara
Brady, et al. <sup>(57)</sup> /2017	Caracterizar a transferência do bacteriófago MS2 <sup>  </sup> e fluoresceína entre MRF <sup>+</sup> e as mãos do usuário durante três cenários de uso simulado.	Máscara N95.	Bacteriófago MS2 <sup>  </sup> .	Manipulação de máscaras contaminadas com gotículas resultou em níveis mais altos de transferência de vírus para as mãos dos profissionais, com diferença estatística, em comparação com núcleos de gotículas, para os três tipos de máscara.	As conclusões deste artigo apoiam as recomendações do CDC <sup>22</sup> que permite a reutilização da máscara N95 e o uso prolongado em situações de pandemia. A técnica adequada de retirada da N95 é um passo essencial para evitar a contaminação.

(continua na próxima página...)

REUSO					
Autor/Ano	Objetivo	Tipo de máscara	Tipo e tamanho do microrganismo testado	Efeito do reuso na estrutura das MRF*	Recomendação a respeito do reuso
Suen, et al. <sup>(56)</sup> /2020	Avaliar o ajuste MRF antes e após os procedimentos de enfermagem. As propriedades físicas dessas MRF também foram examinadas.	3M N95 FFR <sup>†</sup> e da nanofibra N95 FFR <sup>†</sup>	Não se aplica	A MRF nanofibra demonstrou uma usabilidade significativamente melhor do que a MRF 3M. Nenhum dos respiradores foi capaz de fornecer proteção consistente para o usuário, conforme detectado pelo vazamento de vedação facial após a realização de procedimentos de enfermagem.	É necessário melhorar ainda mais o <i>design</i> do protótipo para aumentar a conformidade e garantir a proteção respiratória dos usuários.
Sakaguchi, et al. <sup>(53)</sup> /2010	Determinar se o vírus influenza A (H1N1 <sup>§</sup> ) cultivado em laboratório mantém infectividade nas superfícies dos equipamentos de proteção individual e roupas usadas em estabelecimentos de saúde.	Luva de borracha; máscara com filtro N95; máscara cirúrgica; avental feito em Tyvek; mesa de madeira revestida e mesa de aço inoxidável.	Vírus da gripe A (0,5 mililitros).	Não se aplica.	O título de hemaglutinação do vírus influenza A não diminuiu em qualquer um dos materiais testados, mesmo após 24 horas. A infecciosidade do vírus influenza foi mantida por 8 horas na superfície de todos os materiais, com exceção da luva de borracha cuja infectividade foi mantida por 24 horas.

\*Máscara Respiratória Facial; <sup>†</sup>Respirador de Filtro Facial; <sup>§</sup>Influenza A subtipo H1N1; <sup>||</sup>Bacteriófago MS2; <sup>¶</sup>Respirador N95; <sup>\*\*</sup>Centers for Disease Control and Prevention

Figura 5 - Descrição dos estudos quanto aos autores, objetivos, tipo de máscara, tipo e tamanho dos microrganismos, efeito do reuso na estrutura das máscaras e recomendação a respeito do reuso. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

## Discussão

Este estudo mostrou a complexidade da realização do reprocessamento efetivo e reuso da MRF do tipo N95.

Um método de descontaminação bem-sucedido deve inativar o vírus, não prejudicar o desempenho da filtragem, não afetar o ajuste da MRF, não apresentar irritação ao usuário devido a produtos químicos residuais e ser facilmente realizado em tempo hábil<sup>(56)</sup>.

Em relação ao reprocessamento da MRF do tipo N95 e equivalentes, observamos que muitos métodos foram utilizados com esta finalidade: a irradiação germicida ultravioleta foi utilizada em 14 estudos<sup>(27-28,30-31,33-35,37,39-41,45,47,51)</sup>. Entre eles, a luz ultravioleta variou de 254 a 302 nanômetros, sendo que as doses variaram de 1 a 950 J/cm<sup>2</sup>. O tempo de exposição oscilou de um a 266 minutos. Autores identificaram<sup>(41)</sup> que a luz ultravioleta administrada como um ciclo de um minuto e de 30 minutos reduziu a contaminação, mas não atendeu aos critérios de descontaminação de todos os locais nas MRF. Outros autores mostraram que as MRFs podem ser descontaminadas e reutilizadas até

três vezes usando luz ultravioleta<sup>(45)</sup>. Foram observadas reduções significativas ( $\geq 3$  log) na viabilidade do vírus influenza em 12 dos 15 modelos testados e em relação às tiras de 7 de 15 modelos<sup>(40)</sup>. Os autores sugerem que a descontaminação da máscara N95 usando ultravioleta pode ser eficaz, mas depende do modelo, tipo e material da MRF. Constataram ainda que a luz ultravioleta foi o único método que não causou alterações físicas observáveis nas MRF<sup>(22)</sup>. No entanto, apenas um único modelo passou em 20 testes de ajuste e cinco modelos não passaram pelo teste<sup>(47)</sup>.

Desta forma a utilização da luz ultravioleta ainda é controversa em termos da descontaminação e efetividade da MRF.

Quanto ao uso do peróxido de hidrogênio, identificamos oito estudos<sup>(27-28,30,41-42,44-46)</sup>. Autores sugerem que este método é promissor em relação à descontaminação das MRFs, porém permaneceram preocupações sobre os resíduos deixados após descontaminação<sup>(27)</sup>. No entanto, investigação apontou que em quatro horas os níveis de peróxido de hidrogênio diminuíram abaixo do nível de detecção (0 partes por

milhão)<sup>(46)</sup>. As MRFs podem ser descontaminadas e reutilizadas até três vezes usando o vapor de peróxido de hidrogênio<sup>(45)</sup>. A eficácia na descontaminação das MRF foi demonstrada com um ciclo prolongado de 31 minutos<sup>(41)</sup>. Além disso, no tratamento com peróxido de hidrogênio gasoso, os níveis médios de penetração foram >5% para quatro dos seis modelos de MRF testados<sup>(28)</sup>.

Este método, apesar de promissor em relação à destruição de micro-organismos, pode comprometer a eficiência de filtração das MRF.

Quanto à utilização dos métodos a vapor, quatro estudos utilizaram a descontaminação por autoclave<sup>(38-39,48,50)</sup>. O tempo de exposição variou de 15 a 60 minutos e a temperatura de 115 a 121°C. Em um dos estudos foi utilizada a descontaminação a vapor de uso imediato<sup>(50)</sup>. Foi observado que a retenção de partículas reduziu após cada ciclo da autoclave, porém foram mantidos os requisitos mínimos no teste de ajuste para até três processos de autoclavagem<sup>(48)</sup>. Além disso, foi observada leve perda de elasticidade nas tiras de borracha com cada tratamento em autoclave. As máscaras que passaram por cinco processamentos falharam no teste de ajuste e apresentaram dobras observáveis<sup>(38)</sup>. Destaca-se ainda que alguns estudos utilizaram temperaturas inferiores a 121°C, com o propósito de esterilizar a MRF, sendo que na fase de esterilização a temperatura prescrita para o ciclo seria de 121 ou 134°C, dependendo do tempo de exposição<sup>(59)</sup>. Ressalta-se que este método causou danos estruturais que podem comprometer a efetividade das MRFs.

Outros estudos também utilizaram o vapor como recurso para descontaminação de MRF. Três deles utilizaram panela de arroz a vapor<sup>(38-39,49)</sup>, seis utilizaram vapor gerado por micro-ondas<sup>(27-28,31,33-35)</sup> e um deles utilizou vapor por meio de copo de água em ebulição<sup>(51)</sup>. Destaca-se que estes métodos apresentaram resultados satisfatórios em relação à descontaminação dos micro-organismos; no entanto, podem causar danos estruturais nas MRFs. Além disso, estes métodos de reprocessamento não são regulamentados para uso em serviços de saúde.

Sobre o calor seco, cinco estudos empregaram este método<sup>(41,43,45,49,51)</sup>. As temperaturas variaram de 60 a 100°C e o tempo de 15 minutos a três horas. O calor seco a 60°C e 70°C por uma hora poderia destruir com sucesso os micro-organismos testados e a eficiência de filtração das MRF foi de 98%, 98% e 97% após serem aquecidos por uma, duas e três horas, respectivamente<sup>(43)</sup>. Já o calor seco a 70°C por 30 minutos não foi eficaz na descontaminação dos bacteriófagos<sup>(41)</sup>. Pesquisadores mostraram que o calor seco a 70°C pode ser utilizado por uma ou duas vezes sem prejuízo na filtração das MRFs<sup>(45)</sup>, corroborando outros achados que evidenciaram

eficiência de filtração de 96.67% ( $\pm 0.65$ ) após o uso do calor seco<sup>(51)</sup>.

Para uma efetiva esterilização dos materiais, a estufa deve ser mantida fechada ininterruptamente durante 60 minutos com a temperatura a 170°C, ou 120 minutos com a temperatura a 160°C. Nenhum dos estudos utilizou estes parâmetros. Desta forma, não é possível se falar em esterilização da MRF<sup>(60)</sup>. Em relação a este método, portanto, há dúvidas quanto à real efetividade deste processo na descontaminação das MRFs.

Quanto à utilização de métodos químicos, oito estudos foram desenvolvidos. Seis utilizaram o hipoclorito de sódio<sup>(27,30,36,38-40,51)</sup>, quatro<sup>(38-39,45,51)</sup> testaram etanol e um estudo utilizou oxidantes mistos. Diferentes concentrações e volumes foram utilizados, mas o odor de soluções à base de cloro se manteve após a descontaminação das MRF; além disso, o alvejante corroeu as partes metálicas das MRF. Este resultado já era esperado, considerando que o cloro é um agente oxidante.

Quanto à eficiência de filtração, foi demonstrado que as soluções à base de etanol e cloro degradaram drasticamente a eficiência da filtração para níveis inaceitáveis, sendo que o etanol foi de 56.33% ( $\pm 3.03$ ) e solução à base de cloro de 73.11% ( $\pm 7.32$ )<sup>(51)</sup>, corroborando outros achados que mostraram que a descontaminação reduziu a qualidade do filtro após o uso do etanol a 70%<sup>(38)</sup>. O etanol é um agente desinfetante de nível intermediário e tem ação sobre os vírus lipídicos como o SARS-CoV-2, entretanto, sua ação depende da fricção, o que pode explicar a degradação da eficiência de filtração. Ressalta-se ainda que, no desenho dos estudos que avaliaram os métodos químicos para descontaminação das MRF, não se levou em consideração o conhecimento prévio sobre os métodos de reprocessamento. É presumível que a exposição de um filtro como o presente na MRF seja alterada ao se utilizarem produtos líquidos para descontaminação como o etanol e o cloro.

Ao analisarmos os métodos para descontaminação das MRF não encontramos evidências suficientes que sustentem o seu reprocessamento. Destacamos ainda que, no Brasil, qualquer artigo a ser reprocessado deve possuir um protocolo de validação segundo a Resolução da Diretoria Colegiada RDC 2606 de 11 de agosto de 2006, que prevê como fases de reprocessamento a limpeza, enxágue, secagem, empacotamento, desinfecção/esterilização, rotulagem e acondicionamento<sup>(61)</sup>.

No caso das MRFs, a limpeza e o enxágue não foram realizados nos estudos analisados, provavelmente pelo risco de danificar o filtro. Ressaltamos ainda que um artigo para ser passível de reprocessamento deve manter suas características, devendo-se avaliar sua eficiência e características físicas. O protocolo de reprocessamento deve ainda ser elaborado para cada marca e em

cada uma das instituições de saúde, considerando as diferentes condições dos equipamentos utilizados para os procedimentos de limpeza/desinfecção/esterilização.

Outro fator a ser discutido é a grande dificuldade para a definição da descontaminação das máscaras N95, pois a determinação da carga microbiana nos diferentes cenários clínicos e atividades é um fator limitante.

Quanto ao reuso da MRF, do total dos estudos identificados apenas sete (21,8%) abordaram este tópico. Uma pesquisa<sup>(57)</sup> mostrou a transferência de microrganismos das MRFs para as mãos dos usuários durante o seu manuseio e reutilização.

O profissional de saúde não deve entrar em contato com a superfície externa da MRF por ser considerada contaminada. Além disso, para evitar a contaminação recomenda-se atenção especial na sequência e técnica adequadas para a remoção da máscara após o seu uso, segurando-a pelas tiras que estão colocadas na parte de trás da cabeça<sup>(14)</sup>.

Para o reuso da MRF, o profissional de saúde deve inspecioná-la quanto à sua integridade, incluindo as tiras e o clipe nasal que podem apresentar alterações na sua estrutura que afetam a qualidade do ajuste e a vedação. Ademais, deve realizar o teste de ajuste imediatamente após a colocação da MRF para verificar adequada vedação na face do usuário de modo que impeça escape de ar. Para tal, em geral este teste é realizado colocando-se as duas mãos sobre a superfície da máscara. A inspeção, colocação e remoção da máscara após o uso implicam em sua manipulação, aumentando a chance de autocontaminação.

O vírus da influenza A manteve a infectividade nas superfícies da máscara cirúrgica e da MRF por pelo menos oito horas<sup>(53)</sup>. Assim, para evitar a contaminação recomenda-se atenção especial na sequência e técnica adequadas para a remoção da máscara após o seu uso<sup>(14)</sup>.

A higienização das mãos antes e após a paramentação e desparamentação dos EPIs e durante a assistência para limitar a contaminação dos ambientes de atenção à saúde merece destaque. Em relação ao SARS-CoV-2, estudo mostrou que o tempo de sobrevivência na pele humana é de aproximadamente nove horas e aumenta o risco de transmissão viral da pele para outras superfícies. Por outro lado, o SARS-CoV-2 foi completamente inativado em 15 segundos de exposição a 80% (p/p) de etanol<sup>(62)</sup>.

Nesta mesma direção, estudo sobre a infectividade do vírus influenza em EPI identificou que o mesmo permaneceu ativo na superfície da MRF por pelo menos 8 horas, mostrando que o descarte dos EPI para evitar infecções cruzadas é uma prática importante. Os pesquisadores apontam que o reuso de EPIs pode ser responsável pela transmissão cruzada do vírus influenza e, portanto, recomenda-se descarte da máscara quando estiver suja com sangue e secreções respiratórias,

imediatamente após o uso<sup>(57)</sup> e substituição frequente dos EPIs para cada paciente como uma medida preventiva<sup>(53)</sup>.

Outro aspecto relacionado ao uso prolongado das MRFs contaminadas refere-se ao risco de transmissão aérea de partículas contendo vírus, ou seja, se as mesmas podem servir como uma fonte potencial de riscos de exposição devido à reaerossolização. Pesquisa mostrou que apenas uma pequena porcentagem ( $\leq 0,21\%$ ) de vírus viáveis foi reaerossolizada a partir das MRF testadas pelo fluxo de ar reverso gerado por uma tosse simulada. Os vírus aplicados como aerossóis foram muito mais susceptíveis para reaerossolização do que vírus contaminados com gotículas. Desta forma, os autores apontam que a ameaça potencial da reaerossolização, associada ao uso prolongado da máscara N95, da maioria dos vírus respiratórios parece insignificante e improvável para profissionais de saúde e pacientes e que há a necessidade de estudos à medida que surgem novos patógenos respiratórios<sup>(56)</sup>.

Em relação às investigações que analisaram o potencial de contaminação das MRFs por patógenos e sua transmissão por contato e possibilidade de reaerossolização, todos os estudos foram conduzidos em laboratório e até o momento nenhum deles estudou a permanência e infectividade do SARS-CoV-2.

Outra preocupação com o reuso da máscara N95 refere-se aos danos que as múltiplas colocações e retiradas causam nos seus componentes (tais como as tiras para a cabeça, acessórios para as tiras, pontes ajustáveis do nariz, etc.), que com o tempo podem prejudicar o ajuste na face do usuário e a vedação adequada<sup>(55)</sup>.

A vedação adequada da MRF na face do usuário é fundamental para que a mesma mantenha proteção e conforto adequados. Um estudo mostrou declínio progressivo nas cargas geradas nas tiras superior e inferior dos três modelos analisados de MRFs, testados ao longo de várias simulações de colocação e retirada. O maior decréscimo nas cargas ocorreu dentro dos primeiros 15 minutos de estresse, independentemente do modelo da máscara, e a magnitude do declínio de carga dependia do modelo da máscara para as tiras superiores e inferiores<sup>(54)</sup>.

Pesquisa mostrou que múltiplas colocações e retiradas da MRF têm impacto no ajuste em seis tipos de máscaras analisadas e foi associado ao modelo da máscara. Os dados mostraram que cinco colocações consecutivas podem ser realizadas antes de apresentar falha ( $FF < 100$ )<sup>(55)</sup>.

Estudo avaliou os danos impostos às máscaras com filtro ao longo do tempo de uso e estimou seu período de validade na prática clínica, mostrando que a partir do quinto dia todas as máscaras apresentavam sujidades, enquanto dobraduras foram observadas em mais de 80%

delas<sup>(52)</sup>. Manchas internas e dobras foram mais frequentes após turnos de 12 horas do que plantões de seis horas. E, ainda, identificou que 16,17% das máscaras estavam extraviadas no quinto dia e 38,93% após o 30º dia de uso, mostrando que o uso da MRF deveria ser exclusivo para uso em um plantão de no máximo 12 horas de trabalho ou, se for realmente necessária sua reutilização, que seja respeitado o prazo de validade de cinco dias.

Dada a limitação das evidências encontradas mais pesquisas são necessárias para se estabelecer o tempo do reuso das MRFs, especialmente em ambientes reais de trabalho.

Idealmente, MRFs devem ser descartadas após cada encontro com o paciente e após procedimentos geradores de aerossol, quando danificadas ou deformadas, quando não formam mais uma vedação eficaz no rosto, quando ficam molhadas ou visivelmente sujas, quando a respiração se torna difícil, assim como quando se tornam contaminadas com sangue, secreções respiratórias ou nasais, ou outros fluidos corporais<sup>(14)</sup>.

Para o reuso das MRFs, destaca-se ainda a necessidade de as instituições de saúde proporcionarem local adequado para o seu armazenamento, evitando a sua contaminação.

Outro aspecto identificado nesta pesquisa refere-se à usabilidade da MRF, que é importante porque o desconforto durante o uso pode afetar a conformidade. Assim, estudo que avaliou as propriedades físicas e a usabilidade de diferentes marcas de MRFs identificou que as produzidas com nanofibra demonstraram maior usabilidade do que outros materiais em termos de calor facial, respirabilidade, pressão facial, inteligibilidade da fala, coceira, dificuldade em manter a máscara no lugar e nível de conforto. As MRFs em nanofibra também eram mais finas e leves e apresentaram uma eficiência de filtração bacteriana um pouco maior do que as outras máscaras avaliadas<sup>(58)</sup>.

Os estudos analisados permitem que algumas recomendações sejam listadas, como: 1) a necessidade de capacitação dos profissionais de saúde que atuam na assistência a pacientes com doenças infecciosas, 2) a técnica adequada de paramentação e desparamentação das MRF, pois as mesmas podem ser fômites com potencial de transmissão de patógenos por contato, 3) medidas de prevenção, como as precauções-padrão com ênfase na higienização das mãos e medidas para limitar a contaminação dos ambientes de atenção à saúde, a fim de evitar a transmissão cruzada de microrganismos entre profissionais de saúde e pacientes e 4) o reuso não é indicado devido ao risco de autocontaminação e vedação inadequada.

Assim, à medida que surgem novos patógenos respiratórios (com níveis aumentados e/ou desconhecidos

de virulência), há a necessidade de estudos que enfoquem a possibilidade de reaerossolização. Estudos futuros que avaliem os riscos do uso prolongado da máscara N95 devem considerar fatores como a carga microbiana, a estabilidade do organismo no ambiente, o desempenho dos controles de engenharia existentes e a duração da exposição.

E, ainda, há a necessidade de estudos com enfoque no aperfeiçoamento do *design* das máscaras que favoreçam a usabilidade das MRF.

Destacamos que mais pesquisas são necessárias para a obtenção de evidências especialmente em ambientes reais de trabalho para que o reuso e reprocessamento da MRF sejam ou não recomendados.

As evidências desta revisão são deveras oportunas ao momento de pandemia da COVID-19 que o mundo enfrenta. Refletir e aplicar conhecimentos acerca de reuso e reprocessamento da MRF podem contribuir e enriquecer as decisões de autoridades sanitárias. A segurança no trabalho dos profissionais de saúde é fundamental, frente a um patógeno com elevada transmissibilidade, como o SARS-CoV-2. A adesão às precauções, com destaque para higienização das mãos, uso correto dos EPIs, seja na paramentação e desparamentação, deve ser seguida rigorosamente.

Ao considerar as contribuições deste estudo, algumas limitações devem ser listadas, como a circunstância de os estudos não utilizarem MRFs usadas na prática clínica, de nenhum dos estudos ter realizado os passos necessários para a validação do reprocessamento, como assim também o fato de nenhum dos estudos ter utilizado máscaras contaminadas nos serviços de saúde com o vírus SARS-CoV-2. Também pontuamos que, apesar de termos avaliado o nível de evidência dos artigos, não realizamos a avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão.

## Conclusão

Não foram encontradas evidências que sustentem o reprocessamento seguro de MRFs. Os métodos químicos estudados não devem ser utilizados, pois comprometem a integridade das mesmas. O vapor de peróxido de hidrogênio foi listado como um método efetivo para descontaminar as máscaras e causar menos danos físicos às mesmas. No entanto, ressaltamos que nenhum estudo realizou todos os passos necessários para a validação do reprocessamento. O reuso é contraindicado, no entanto as instituições de saúde realizam tal prática em situações de escassez da MRF. Estudos apontam que a paramentação adequada e higienização das mãos antes e depois da retirada da máscara, bem como armazenamento adequado podem

evitar a contaminação da máscara. Além disso, em até cinco reusos a integridade da máscara pode estar preservada.

## Referências

- Zhu H, Wei L, Niu P. The novel coronavirus outbreak in Wuhan, China. *Glob Health Res Policy*. 2020;5(1):1-3. doi: <https://doi.org/10.1186/s41256-020-00135-6>
- World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020. [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>
- World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Global Situation. [Internet]. Geneva: WHO; 2021 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://covid19.who.int/>
- Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Infecção humana pelo novo coronavírus (2019-nCoV). *Boletim Epidemiológico* 2. [Internet]. Brasília: SVS; 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/07/BE-COE-Coronavirus-n020702.pdf>
- Boškoski I, Gallo C, Wallace MB, Costamagna G. COVID-19 pandemic and personal protective equipment shortage: protective efficacy comparing masks and scientific methods for respirator reuse. *Gastrointest Endosc*. 2020;27(20):34247-4. doi: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.gie.2020.04.048>
- Ye L, Yang S, Liu C. Infection prevention and control in nursing severe coronavirus disease (COVID-19) patients during the pandemic. *Crit Care*. 2020;24(1):388. doi: <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03076-1>
- Nguyen LH, Drew DA, Graham MS, Joshi, AD, Guo CG, Wenjie M, et al. Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: a prospective cohort study. *Lancet Public Health*. 2020;5:e475-83. doi: [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30164-X](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30164-X)
- Duprat IP, Melo GCD. Análise de casos e óbitos pela COVID-19 em profissionais de enfermagem no Brasil. *Rev Bras Saúde Ocup*. 2020;45. doi: <https://doi.org/10.1590/2317-6369000018220>
- Organização Pan Americana de Saúde. Cerca de 570 mil profissionais de saúde se infectaram e 2,5 mil morreram por COVID-19 nas Américas. [Internet]. 2 Set 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://www3.paho.org/pt/noticias/2-9-2020-cerca-570-mil-profissionais-saude-se-infectaram-e-25-mil-morreram-por-covid-19>
- McMichael TM, Currie DW, Clark S, Pogojans S, Kay M, Schwartz NG, et al. Epidemiology of Covid-19 in a long-term care facility in King County, Washington. *N Engl J Med*. 2020;382(21):2005-11. doi: <http://doi.org/10.1056/NEJMoa2005412>
- Conselho Federal de Enfermagem. Denúncias por falta de EPIs entre profissionais de saúde aumentaram. [Internet]. 7 Abr 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: [http://www.cofen.gov.br/denuncias-por-falta-de-epis-entre-profissionais-de-saude-aumentaram\\_78772.html](http://www.cofen.gov.br/denuncias-por-falta-de-epis-entre-profissionais-de-saude-aumentaram_78772.html)
- World Health Organization. Rational use of personal protective equipment for COVID-19 and considerations during severe shortages. [Internet]. 23 Dec 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: [https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)-and-considerations-during-severe-shortages](https://www.who.int/publications/i/item/rational-use-of-personal-protective-equipment-for-coronavirus-disease-(covid-19)-and-considerations-during-severe-shortages)
- Ranney ML, Griffeth V, Jha AK. Critical Supply Shortages — The Need for Ventilators and Personal Protective Equipment during the Covid-19 Pandemic. *N Engl J Med*. 2020;382(18):e41. doi: <http://doi.org/10.1056/NEJMp2006141>
- Coulliette AD, Perry KA, Edwards JR, Noble-Wang JA. Persistence of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) virus on N95 respirators. *Appl Environ Microbiol*. 2013 Apr;79(7):2148-55. doi: <http://doi.org/10.1128/AEM.03850-12>
- Casanova L, Rutala WA, Weber DJ, Sobsey MD. Coronavirus survival on healthcare personal protective equipment. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2010;31(5):560-1. doi: <http://doi.org/10.1086/652452>
- Kasloff SB, Leung A, Strong JE, Funk D, Cutts T. Stability of SARS-CoV-2 on critical personal protective equipment. *Sci Rep*. 2021;11:984. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80098-3>
- Centers for Disease Control and Prevention. Implementing Filtering Facepiece Respirator (FFR) Reuse, Including Reuse after Decontamination, When There Are Known Shortages of N95 Respirators. [Internet]. 2020 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>
- Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota técnica GVIMS/GGTES/ANVISA No 04/2020: Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). 30 Jan 2020. Available from: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/notas-tecnicas/nota-tecnica-gvims\\_ggtes\\_anvisa-04\\_2020-25-02-para-o-site.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/notas-tecnicas/nota-tecnica-gvims_ggtes_anvisa-04_2020-25-02-para-o-site.pdf)
- Rowan NJ, Laffey JG. Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic—Case study from the

- Republic of Ireland. *Sci Total Environ*. 2020;138532. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138532>
20. Smith JS, Hanseler H, Welle J, Ratray R, Campbell M, Brotherton T, et al. Effect of various decontamination procedures on disposable N95 mask integrity and SARS-CoV-2 infectivity. *J Clin Transl Sci*. 2020;5(1):e10. doi: <http://doi.org/10.1017/cts.2020.494>
21. Ou Q, Pei C, Chan Kim S, Abell E, Pui DYH. Evaluation of decontamination methods for commercial and alternative respirator and mask materials - view from filtration aspect. *J Aerosol Sci*. 2020 Dec;150:105609. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105609>
22. Ganong LH. Integrative reviews of nursing research. *Res Nurs Health*. 1987;10(1):1-11. doi: <https://doi.org/10.1002/nur.4770100103>
23. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med*. 2009;151(4):264-9. doi: <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
24. Santos CMDC, Pimenta CADM, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2007;15(3):508-11. doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>
25. Melnyk B, Fineout-Overholt E. Evidence-Based Practice in Nursing & Healthcare: A Guide to Best Practice. 4<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019. 782 p.
26. Ursi ES, Galvão CM. Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2006;14(1):124-31. doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-11692006000100017>
27. Viscusi DJ, Bergman MS, Eimer BC, Shaffer RE. Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators. *Ann Occup Hyg*. 2009;53(8):815-27. doi: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mep070>
28. Bergman MS, Viscusi DJ, Heimbuch BK, Wander JD, Sambol AR, Shaffer RE. Evaluation of multiple (3-cycle) decontamination processing for filtering facepiece respirators. *J Eng Fiber Fabr*. 2010;5(4). doi: <https://doi.org/10.1177/155892501000500405>
29. Rengasamy S, Fisher E, Shaffer RE. Evaluation of the survivability of MS2 viral aerosols deposited on filtering facepiece respirator samples incorporating antimicrobial technologies. *Am J Infect Control*. 2010;38(1):9-17. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2009.08.006>
30. Salter WB, Kinney K, Wallace WH, Lumley AE, Heimbuch BK, Wander JD. Analysis of residual chemicals on filtering facepiece respirators after decontamination. *J Occup Environ Hyg*. 2010;7(8):437-45. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2010.484794>
31. Heimbuch BK, Wallace WH, Kinney K, Lumley AE, Wu CY, Woo MH, et al. A pandemic influenza preparedness study: use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets. *Am J Infect Control*. 2011;39(1):e1-e9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2010.07.004>
32. Fisher EM, Shaffer RE. A method to determine the available UV-C dose for the decontamination of filtering facepiece respirators. *J Appl Microbiol*. 2010;110(1):287-95. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04881.x>
33. Fisher EM, Williams JL, Shaffer RE. Evaluation of microwave steam bags for the decontamination of filtering facepiece respirators. *PLoS One*. 2011;6(4):e18585. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018585>
34. Viscusi DJ, Bergman MS, Novak DA, Faulkner KA, Palmiero A, Powell J, et al. Impact of three biological decontamination methods on filtering facepiece respirator fit, odor, comfort, and donning ease. *J Occup Environ Hyg*. 2011;8(7):426-36. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2011.585927>
35. Lore MB, Sebastian JM, Brown TL, Viner AS, McCullough NV, Hinrichs SH. Performance of conventional and antimicrobial-treated filtering facepiece respirators challenged with biological aerosols. *J Occup Environ Hyg*. 2012;9(2):69-80. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2011.640273>
36. Heimbuch BK, Kinney K, Lumley AE, Harnish DA, Bergman M, Wander JD. Cleaning of filtering facepiece respirators contaminated with mucin and *Staphylococcus aureus*. *Am J Infect Control*. 2014;42(3):265-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.09.014>
37. Lindsley WG, Martin SB Jr, Thewlis RE, Sarkisian K, Nwoko JO, Mead KR, et al. Effects of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) on N95 respirator filtration performance and structural integrity. *J Occup Environ Hyg*. 2015;12(8):509-17.
38. Lin TH, Chen CC, Huang SH, Kuo CW, Lai CY, Lin WY. Filter quality of electret masks in filtering 14.6–594 nm aerosol particles: Effects of five decontamination methods. *PLoS One*. 2017;12(10):e0186217. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186217>
39. Lin TH, Tang FC, Hung PC, Hua ZC, Lai CY. Relative survival of *Bacillus subtilis* spores loaded on filtering facepiece respirators after five decontamination methods. *Indoor Air*. 2018;28(5):754-62. doi: <https://doi.org/10.1111/ina.12475>
40. Mills D, Harnish DA, Lawrence C, Sandoval-Powers M, Heimbuch BK. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. *Am J Infect Control*. 2018;46(7):e49-e55. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.018>
41. Cadnum JL, Li DF, Redmond SN, John AR, Pearlmutt B, Donskey CJ. Effectiveness of ultraviolet-C light and a high-level disinfection cabinet for decontamination of N95

- respirators. *Pathog Immun*. 2020;5(1):52. doi: <https://doi.org/10.20411/pai.v5i1.372>
42. Grossman J, Pierce A, Mody J, Gagne J, Sykora C, Sayood S, et al. Institution of a Novel Process for N95 Respirator Disinfection with Vaporized Hydrogen Peroxide in the setting of the COVID-19 Pandemic at a Large Academic Medical Center. *J Am Coll Surg*. 2020;231(2):275-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.04.029>
43. Xiang Y, Song Q, Gu W. Decontamination of Surgical Face Masks and N95 Respirators by Dry Heat Pasteurization for One Hour at 70°C. *Am J Infect Control*. 2020;48(8):880-2. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.026>
44. Perkins DJ, Villescas S, Wu TH, Muller T, Bradfute S, Hurwitz I, et al. COVID-19 global pandemic planning: decontamination and reuse processes for N95 respirators. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2020;45(11):933-9. doi: <http://doi.org/10.1177/1535370220925768>
45. Fischer RJ, Morris DH, Doremalen N, Sarchette S, Matson MJ, Bushmaker T, et al. Effectiveness of N95 Respirator Decontamination and Reuse against SARS-CoV-2 Virus Emerg Infect Dis. 2020;26(9). doi: <https://doi.org/10.3201/eid2609.201524>
46. Schwartz A, Stiegel M, Greeson N, Vogel A, Thomann W, Brown M, et al. Decontamination and reuse of N95 respirators with hydrogen peroxide vapor to address worldwide personal protective equipment shortages during the SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic. *Appl Biosaf*. 2020;25(2):67-70. doi: <https://doi.org/10.1177%2F1535676020919932>
47. Ozog D, Parks-Miller A, Kohli I, Lyons AB, Narla S, Torres AE, et al. The importance of fit testing in decontamination of N95 respirators: A cautionary note. *J Am Acad Dermatol*. 2020;83(2):672-4. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.05.008>
48. Bopp NE, Bouyer DH, Gibbs CM, Nichols JE, Ntiforo CA, Grimaldo MA. Multicycle Autoclave Decontamination of N95 Filtering Facepiece Respirators. *Appl Biosaf*. 2020;25(3). doi: <https://doi.org/10.1177%2F1535676020924171>
49. Li DF, Cadnum JL, Redmond SN, Jones LD, Donskey CJ. It's not the heat, it's the humidity: Effectiveness of a rice cooker-steamer for decontamination of cloth and surgical face masks and N95 respirators. *Am J Infect Control*. 2020;48(7):854-5. doi: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.ajic.2020.04.012>
50. Carrillo IO, Floyd AC, Valverde CM, Tingle TN, Zabaneh FR. Immediate-use steam sterilization sterilizes N95 masks without mask damage. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2020;41(9). doi: <https://doi.org/10.1017/ice.2020.145>
51. Liao L, Xiao W, Zhao M, Yu X, Wang H, Wang Q, et al. Can N95 respirators be reused after disinfection? How many times? *ACS Nano*. 2020;14(5):6348-56. doi: <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c03597>
52. Duarte LRP, Miola CE, Cavalcante NJF, Bammann RH. Maintenance status of N95 respirator masks after use in a health care setting. *Rev Esc Enferm USP*. 2010;44(4):1011-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342010000400022>
53. Sakaguchi H, Wada K, Kajioaka J, Watanabe M, Nakano R, Hirose T, et al. Maintenance of influenza virus infectivity on the surfaces of personal protective equipment and clothing used in healthcare settings. *Environ Health Prev*. 2010;15(6):344-9. doi: <https://dx.doi.org/10.1007%2Fs12199-010-0149-y>
54. Roberge R, Niezgoda G, Benson S. Analysis of forces generated by N95 filtering facepiece respirator tethering devices: A pilot study. *J Occup Environ Hyg*. 2012;9(8):517-23. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2012.695962>
55. Bergman MS, Viscusi DJ, Zhuang Z, Palmiero AJ, Powell JB, Shaffer RE. Impact of multiple consecutive donnings on filtering facepiece respirator fit. *Am J Infect Control*. 2012;40(4):375-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2011.05.003>
56. Fisher EM, Richardson AW, Harpest SD, Hofacre KC, Shaffer RE. Reaerosolization of MS2 bacteriophage from an N95 filtering facepiece respirator by simulated coughing. *Ann Occup Hyg*. 2012;56(3):315-25. doi: <https://doi.org/10.1093/annhyg/mer101>
57. Brady TM, Strauch AL, Almaguer CM, Niezgoda G, Shaffer RE, Yorio PL, et al. Transfer of bacteriophage MS2 and fluorescein from N95 filtering facepiece respirators to hands: measuring fomite potential. *J Occup Environ Hyg*. 2017;14(11):898-906. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1346799>
58. Suen LKP, Guo YP, Ho SSK, Au-Yeung CH, Lam SC. Comparing mask fit and usability of traditional and nanofibre N95 filtering facepiece respirators before and after nursing procedures. *J Hosp Infect*. 2020;104(3):336-43. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.09.014>
59. Laranjeira PR, Bronzatti JAG, Souza RQ, Graziano KU. Esterilização pelo vapor: aspectos fundamentais e recursos técnicos para redução do consumo de água. *Rev SOBCEC*. 2017;22(2):115-20. doi: <http://doi.org/10.5327/Z1414-4425201700020009>
60. Núcleo de Telessaúde Rio Grande do Sul. Quais as diretrizes básicas de esterilização e desinfecção de artigos clínicos e médico-hospitalares? [Internet]. 17 Dez 2008 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://aps.bvs.br/aps/quais-as-diretrizes-basicas-de-esterilizacao-e-desinfeccao-de-artigos-clinicos-e-medico-hospitalares/>
61. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RE nº 2.606, de 11 de agosto de 2006. Dispõe sobre as diretrizes para

elaboração, validação e implantação de protocolos de reprocessamento de produtos médicos e dá outras providências. [Internet]. Diário Oficial da União, 14 Ago. 2006 [cited 2021 Jan 17]. Available from:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2006/res2606\\_11\\_08\\_2006.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2006/res2606_11_08_2006.html)

62. Hirose R, Ikegaya H, Naito Y, Watanabe N, Yoshida T, Bandou R, et al. Survival of SARS-CoV-2 and influenza virus on the human skin: Importance of hand hygiene in COVID-19. Clin Infect Dis. 2020. doi: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1517>

---

### Contribuição dos autores:

**Concepção e desenho da pesquisa:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Obtenção de dados:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Análise e interpretação dos dados:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Redação do manuscrito:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis.

**Todos os autores aprovaram a versão final do texto.**

**Conflito de interesse: os autores declararam que não há conflito de interesse.**

Recebido: 17.01.2021

Aceito: 04.07.2021

Editora Associada:  
Maria Lúcia Zanetti

**Copyright © 2021 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:

Laelson Rochelle Milanês Sousa

E-mail: [laelsonmilanes@gmail.com](mailto:laelsonmilanes@gmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0001-6018-5439>