

Reutilización y/o reprocesamiento de la mascarilla facial tipo N95 o equivalente: revisión integradora


Elucir Gir¹

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


Mayra Gonçalves Meneguetti¹

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


Laelson Rochelle Milanês Sousa¹

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


Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira¹

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

Milton Jorge de Carvalho²

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

Renata Karina Reis¹

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





Objetivo: analizar la evidencia científica disponible sobre los diferentes métodos de reprocesamiento y las condiciones necesarias para la reutilización de una mascarilla respiratoria facial N95 o equivalente. **Método:** revisión integradora de la literatura. Para elaborar la pregunta se utilizó la estrategia PICO. La búsqueda se realizó en cuatro bases de datos PubMed, *Sci Verse Scopus*, *Web of Science* y EMBASE sin límite de tiempo. **Resultados:** de los 561 estudios identificados 32 fueron incluidos y presentados en dos categorías: “condiciones de reutilización” y “reprocesamiento de mascarillas”. De las investigaciones evaluadas, siete (21,8%) abordaron la reutilización de la mascarilla respiratoria facial N95 o equivalente y 25 (78,1%) evaluaron diferentes métodos de reprocesamiento: irradiación germicida ultravioleta (14); peróxido de hidrógeno (8); métodos de vapor (14); uso de calor seco (5) y métodos químicos hipoclorito de sodio (6), etanol (4) y cloruro de sodio con bicarbonato de sodio y dimetildioxirano (1). Cabe destacar que en un mismo artículo se utilizaron métodos diferentes. **Conclusión:** no se encontró evidencia que apoye el reprocesamiento seguro de las mascarillas respiratorias. Además, la reutilización está contraindicada debido al riesgo de autocontaminación y sellado inadecuado.

Descriptores: Equipo de Protección Personal; Pandemias; Infecciones por Coronavirus; Máscaras Faciales; Dispositivos de Protección Respiratoria; Revisión.

¹ Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Centro Colaborador de la OPS/OMS para el Desarrollo de la Investigación en Enfermería, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

² Centro Universitário Saúde ABC, Faculdade de Medicina do ABC, Santo André, SP, Brasil.

Cómo citar este artículo

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>

Introducción

El mundo se enfrenta a una pandemia considerada el mayor problema sanitario del siglo XXI. Los primeros casos de enfermedad por coronavirus de 2019 (COVID-19), causada por el síndrome respiratorio agudo severo del coronavirus 2 (SARS-CoV-2) se notificaron a fines de 2019 en China⁽¹⁾. La propagación sin precedentes del SARS-CoV-2 llevó a que la Organización Mundial de la Salud en marzo de 2020⁽²⁾ declare una pandemia. En poco más de un año, hasta el 8 de junio de 2021, se registraron 173.271.769 casos confirmados a nivel mundial, 3.733.980 defunciones y 1.900.955.505 dosis de vacuna administradas⁽³⁾.

El continente americano ha experimentado un rápido aumento en el número de casos notificados de COVID-19⁽³⁾. En Brasil, los primeros casos comenzaron en febrero de 2020⁽⁴⁾. Desde entonces, la pandemia ha avanzado a tal punto en el país que hasta el 8 de junio de 2021⁽³⁾ se habían registrado 16.947.062 casos confirmados y 473.404 defunciones, convirtiéndose en el tercer país con mayor número de casos y el segundo en defunciones a nivel mundial⁽³⁾.

Las altas tasas de infección causaron daños a los sistemas de salud de todo el mundo, provocando el colapso de muchos de ellos⁽⁵⁾. Ante este problema global, la protección de los profesionales de la salud que trabajan para combatir y controlar la pandemia surge como un tema central, ya que tienen un alto riesgo de contagio⁽⁶⁾. La diseminación de COVID-19 en los servicios de salud es motivo de preocupación, y los profesionales de la salud representan un porcentaje desproporcionadamente alto de casos confirmados⁽⁷⁾.

Un estudio epidemiológico realizado en Brasil de marzo a mayo de 2020 identificó 17.414 casos sospechosos, 5.732 confirmados y 134 muertes en profesionales de enfermería⁽⁸⁾.

Datos de la Organización Panamericana de la Salud al 2 de septiembre de 2020 indican que aproximadamente 570 mil profesionales de la salud se infectaron y 2,5 mil murieron por COVID-19 en América⁽⁹⁾.

Para garantizar la seguridad de estos profesionales, es necesario garantizar políticas y buenas prácticas que minimicen la exposición a patógenos respiratorios, incluido el SARS-CoV-2, asegurando el suministro de Equipos de Protección Personal (EPP) suficientes y de calidad. Pero, la pandemia causada por el SARS-COV 2 generó una escasez global de EPP, incluida la mascarilla respiratoria facial (MRF)⁽¹⁰⁾. Como consecuencia del aumento de la necesidad de MRF a nivel mundial, los precios y la demanda aumentaron considerablemente, a tal punto que muchas instituciones sanitarias no han podido reponerlas.

De hecho, con el advenimiento de la pandemia de COVID-19, el suministro de MRF se vio comprometido en muchos países. Profesionales de la salud de todas las regiones de Brasil han informado la falta de EPP o el uso de materiales inapropiados para la atención del paciente⁽¹¹⁾. Ante esta crisis, en la que la escasez de EPP no puede resolverse reduciendo su uso o aumentando la producción⁽⁸⁾, la OMS ha recomendado medidas para el uso racional del EPP en los servicios de salud⁽¹²⁾.

Según esta organización, el *stock* global de EPP es insuficiente, dada la demanda global no solo por la cantidad de casos de COVID-19, sino también por desinformación, compra y almacenamiento por pánico, lo que agrava la escasez de EPP a nivel mundial, especialmente de las mascarillas de protección respiratoria con una eficiencia mínima en la filtración del 95% de partículas, como N95 o equivalente⁽¹²⁾.

La escasez mundial de MRF ha llevado a los centros de salud de todo el mundo a extender el uso de estas mascarillas, a pesar de que están diseñadas para un solo uso⁽¹³⁾. Además, la persistencia e infectividad de agentes infecciosos en las MRF, como la influenza pandémica A (H1N1)⁽¹⁴⁾ y otros coronavirus⁽¹⁵⁾, y más recientemente el SARS-CoV-2, muestran la importancia del desarrollo de guías y protocolos relacionados con la descontaminación de estos EPP y enfatizan la importancia del manejo adecuado del equipo de protección personal durante y después de su uso en ambientes de alto riesgo para minimizar la probabilidad de transmisión por fómite⁽¹⁶⁾.

Aunque no existan recomendaciones para reprocesar y reutilizar las MRF, como N95 o equivalente, como un estándar de rutina de atención convencional, estas medidas pueden ser necesarias durante períodos de escasez para asegurar la disponibilidad continua durante una pandemia. Sin embargo, cabe destacar que, para el reprocesamiento de las MRF, es fundamental que el método sea efectivo y capaz de reducir la carga de patógenos, que mantenga la función de la mascarilla respiratoria facial y no presente riesgo químico residual⁽¹⁷⁾.

En Brasil, la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA), ante la pandemia COVID-19, recomienda que las instituciones de salud establezcan sus protocolos sobre el uso de EPP en función de los riesgos de exposición (por ejemplo, tipo de actividad) y de la dinámica de transmisión del patógeno (por ejemplo, contacto, gotita o aerosol). En cuanto a las mascarillas N95 o equivalentes, ANVISA les aconsejó a los profesionales de la salud que las utilicen durante un periodo más prolongado del indicado por los fabricantes, siempre que la mascarilla esté intacta, limpia y seca, y enfatiza que dicha indicación es necesaria, ya que muchos profesionales informan bajas existencias para la atención de pacientes críticos en la Unidad de Terapia Intensiva⁽¹⁸⁾.

La búsqueda de soluciones para enfrentar el desafío de la escasez de MRF es urgente⁽¹⁹⁾. En la literatura hay una variedad de métodos potenciales de desinfección de MRF, tales como: (1) métodos energéticos (por ejemplo, ultravioleta, calor seco y húmedo y vapor generado por microondas), o (2) métodos químicos (por ejemplo, alcohol, óxido de etileno, lejía y peróxido de hidrógeno vaporizado)⁽²⁰⁻²¹⁾ y algunos métodos como la irradiación germicida ultravioleta, el vapor de peróxido de hidrógeno y el calor húmedo se han considerado prometedores⁽¹⁷⁾, mientras que otros como el alcohol y la luz ultravioleta causan degradación funcional de la MRF en diferentes grados⁽²⁰⁾.

Por consiguiente, es evidente que es necesario realizar una amplia revisión de la literatura para identificar evidencia sobre métodos seguros para el reprocesamiento y evidencia que apoye o no la reutilización de N95 o mascarillas equivalentes.

Objetivo

Analizar la evidencia científica disponible sobre los diferentes métodos de reprocesamiento y las condiciones necesarias para la reutilización de una mascarilla respiratoria facial tipo N95 o equivalente.

Método

Tipo de estudio

Revisión integradora de la literatura llevada a cabo según los siguientes pasos: selección de la pregunta para la revisión; muestreo (búsqueda de estudios según criterios de inclusión y exclusión); extracción de las características primarias de la investigación (extracción de datos); análisis de los datos; interpretación de los resultados; informe de revisión⁽²²⁾.

Además, se siguieron las recomendaciones del *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)⁽²³⁾. El registro se realizó en la plataforma *Fig Share* con DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14515251>.

Para redactar la pregunta orientadora, se utilizó la estrategia PICO⁽²⁴⁾. Donde P (Paciente/población): mascarilla tipo N95 o equivalente, I (Intervención): reutilización o reprocesamiento de la mascarilla tipo N95 o equivalente, C (Comparación): no aplica, O (*Outcomes/Resultado*): condiciones necesarias para la reutilización y métodos indicados de reprocesamiento de la mascarilla respiratoria facial tipo N95 o equivalente, dieron lugar a la pregunta orientadora: ¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre los diferentes métodos de reprocesamiento y las condiciones necesarias para la reutilización de una mascarilla respiratoria facial tipo N95 o equivalente?

Criterio de selección

Los criterios utilizados para la inclusión y selección de estudios se basaron en investigaciones que utilizaron algún método para la reutilización y/o reprocesamiento de las mascarillas respiratorias faciales tipo N95 o equivalentes. No hubo restricción de idioma. Las técnicas de reprocesamiento no necesitan testear obligatoriamente el microorganismo SARS-CoV-2 para que sea un método potencial para el reprocesamiento de las mascarillas. Fue por ello que optamos por no limitar el tiempo de búsqueda, ni restringirlo solo a las pruebas realizadas con el SARS-CoV-2.

Recolección de datos

La búsqueda de estudios se realizó por pares en junio de dos mil veinte en las bases de datos PubMed (*US National Library of Medicine*), *Scopus*, *Web of Science* y EMBASE mediante el uso de descriptores controlados y palabras clave con la ayuda de los operadores booleanos AND y OR. La estrategia de búsqueda utilizada para todas las bases de datos fue [(“Respiratory Protective Devices” OR “N95 respirator” OR “N95 mask” OR “filteringfacepiece respirator” OR “FFP2” OR “PPE”) AND (“reprocessing” OR “reuse” OR “decontamination” OR “disinfection” OR “sterilization”)].

Para seleccionar los estudios, los resultados de la búsqueda se ingresaron en la aplicación *web Rayyan*. El título y el resumen fueron leídos y seleccionados por dos investigadores. Un tercer revisor resolvió los desacuerdos con respecto a la selección de artículos. Posteriormente, fue realizada la lectura completa de los artículos seleccionados en la primera etapa, también por dos revisores. Un tercer revisor evaluó los desacuerdos sobre los artículos incluidos. Se llevaron a cabo reuniones de consenso en ambas etapas.

Para evaluar el nivel de evidencia de los estudios se consideró el diseño metodológico de cada uno de ellos, y como todos los estudios descriptivos abordaban aspectos clínicos de intervención/tratamiento o diagnóstico/prueba diagnóstica, la clasificación utilizada fue de siete niveles, a saber: nivel I- evidencia de revisiones sistemáticas o metaanálisis de múltiples estudios clínicos controlados y aleatorios; nivel II: evidencia de al menos un ensayo clínico controlado aleatorio bien diseñado; nivel III: evidencia de ensayos clínicos bien diseñados sin aleatorización; nivel IV: evidencia de investigaciones bien diseñadas de cohorte y de caso-control; nivel V - evidencia resultante de revisiones sistemáticas a través de metodologías descriptivas y cualitativas; nivel VI: evidencia de un solo estudio descriptivo o cualitativo; nivel VII - evidencia proveniente de conceptos de autoridades y/o informe de comité de expertos⁽²⁵⁾.

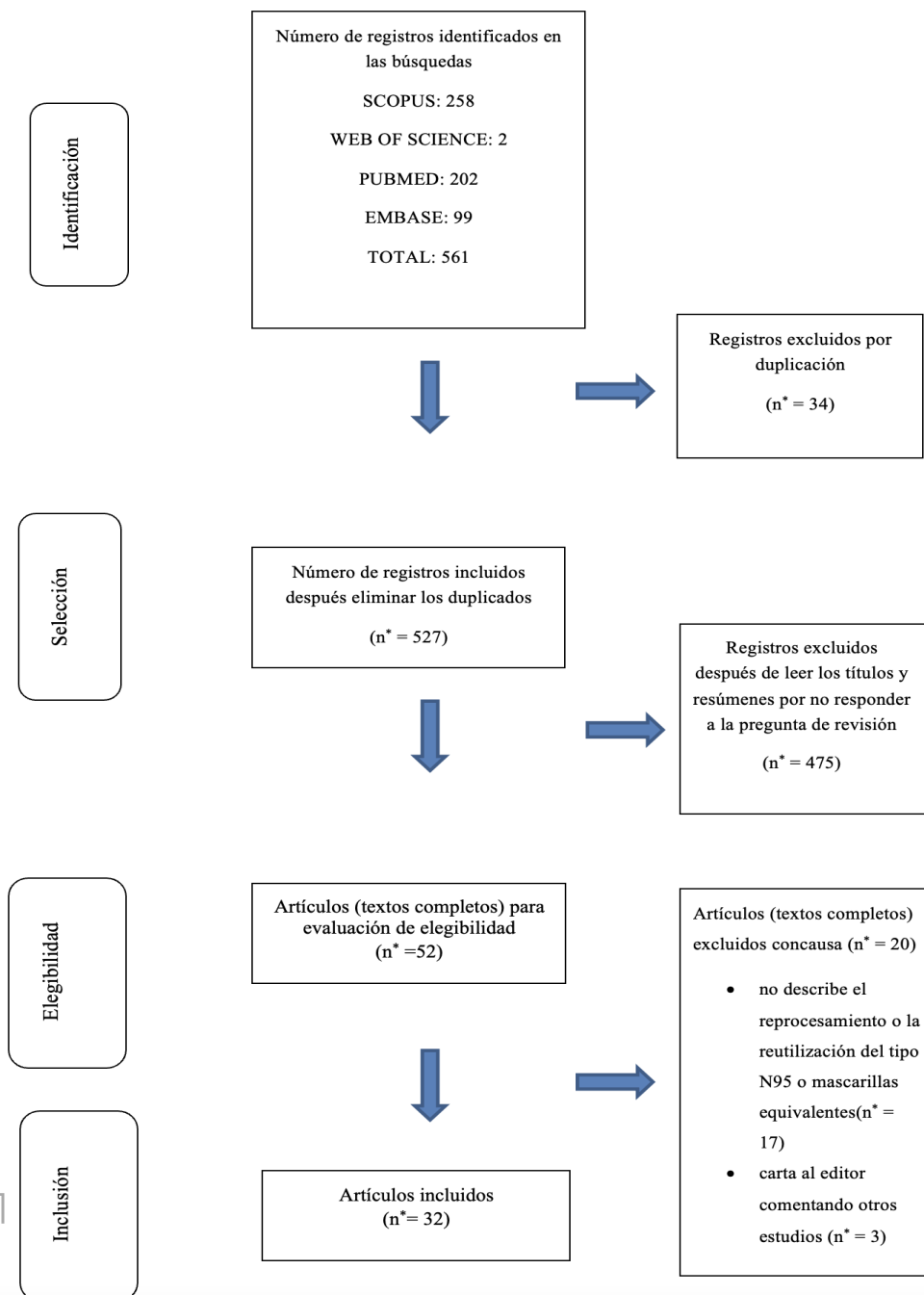
Extracción de datos

Se extrajo la información de los artículos involucrados en el análisis con la ayuda de una guía propuesta⁽²⁶⁾, que determina qué datos principales serán extraídos. En el presente estudio se extrajo la siguiente información: título; año de publicación; reutilización/reprocesamiento; método utilizado en el reprocesamiento; recomendaciones de los autores y nivel de evidencia de los estudios.

La síntesis de datos fue descriptiva. Las condiciones de reutilización y reprocesamiento identificadas se analizaron, agruparon y compararon. En esta etapa, dos revisores independientes se encargaron de extraer, analizar y sintetizar la información.

Resultados

La selección de estudios siguió las recomendaciones de PRISMA⁽²³⁾ (Figura 1).



*n = número de artículos

Figura 1 - Esquema de búsqueda y selección de estudios según PRISMA⁽²³⁾

Se incluyeron 32 estudios que evaluaron la reutilización y el reprocesamiento de mascarillas faciales N95 o equivalentes, la mayor parte de los estudios se

realizó en Estados Unidos (26 = 81,3%). La mayoría presentó niveles de evidencia VI (25 = 78,1%). En cuanto al idioma de los artículos, 31 (96,9%) estaban en inglés.

En la Figura 2 se muestran las características de los estudios según autor, año de publicación/país, método utilizado en el reprocesamiento, tipo de estudio y nivel de evidencia.

REPROCESAMIENTO				
Autor	Año/país	Método empleado	Tipo de estudio	Nivel de evidencia
Viscusi, et al. ⁽²⁷⁾	2009/ Estados Unidos	Irradiación germicida ultravioleta: cabina de flujo laminar Sterilgard III equipada con una luz UV-C†. Quince minutos de exposición de cada lado (externo e interno), 176–181 mJ/cm² para cada lado de la MRF; Óxido de etileno: Steri-Vac 5XL: exposición al óxido de etileno durante 1 hora seguida de 4 horas de aireación; Vapor de peróxido de hidrógeno: STERRAD® 100S; irradiación en horno de microondas: 2 minutos de exposición total (1 minuto a cada lado del MRF) y lejía: treinta minutos de inmersión en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 0,6%.	Estudio descriptivo	VI
Bergman, et al. ⁽²⁸⁾	2010/ Estados Unidos	Irradiación germicida ultravioleta: lámpara de mesa (UV-C†, 254 nanómetros, 40 W). Exposición de 45 minutos e intensidad 1,8 mW/cm²; óxido de etileno: Amsco® Eagle® 3017 (STERISCorp.) 1 hora de exposición al óxido de etileno (736,4 miligramos por litro), seguida de 12 horas de aireación; plasma de peróxido de hidrógeno: STERRAD® 100S; vapor de peróxido de hidrógeno; vapor generado por horno microondas; hipoclorito de sodio; peróxido de hidrógeno líquido e incubación con calor húmedo (pasteurización). Se realizó una inmersión de cuatro horas del respirador con filtro facial (RFF†) en agua desionizada 3 veces para comparación (control).	Estudio caso-control	IV
Rengasamy, Fisher, Shaffer ⁽²⁹⁾	2010/ Estados Unidos	En la primera serie de experimentos, se extrajeron de las mascarillas muestras circulares de aproximadamente 5 centímetros y se almacenaron a 22°C ^s y 30% de humedad relativa y las partículas de virus se recuperaron a las 0, 8 y 20 horas. Un segundo conjunto de muestras se almacenó a 37°C ^s y 80% de humedad relativa durante 0, 2 y 4 horas.	Estudio descriptivo	VI
Salter, et al. ⁽³⁰⁾	2010/ Estados Unidos	Peróxido de hidrógeno al 3%; hipoclorito de sodio al 0,6%; oxidantes mixtos: 10% de oxone, 6% de cloruro de sodio y 5% de bicarbonato de sodio; dimetildioxirano: 10% de oxone, 10% de acetona, 5% de bicarbonato de sodio; óxido de etileno - AmscoEagle 3017; vapor de peróxido de hidrógeno - STERRAD® 100S; luz ultravioleta.	Estudio descriptivo	VI
Heimbuch, et al. ⁽³¹⁾	2010/ Estados Unidos	Seis modelos MRF [†] disponibles comercialmente se contaminaron con el virus de la influenza H1N1 en forma de aerosoles o gotitas que son representativos de las secreciones respiratorias humanas. Un subconjunto del MRF [†] fue descontaminado por vapor generado por microondas: 1250 W, por calor húmedo: 65°C ^s y por irradiación germicida ultravioleta (254 nanómetros) – 1,6-2,0 mW/cm².	Estudio descriptivo	VI
Fisher, Shaffer ⁽³²⁾	2010/ Estados Unidos	Descontaminación ultravioleta-C (UV-C†, 254 nanómetros). Los tiempos de exposición específicos del modelo para alcanzar esta dosis oscilaron entre 2 y 266 minutos.	Estudio descriptivo	VI
Fisher, Williams, Shaffer ⁽³³⁾	2011/ Estados Unidos	Los MRF [†] se descontaminaron con vapor generado por microondas, siguiendo las instrucciones del fabricante, y luego se evaluó la absorción de agua y la eficiencia de filtración en hasta tres exposiciones al vapor.	Estudio descriptivo	VI
Viscusi, et al. ⁽³⁴⁾	2011/ Estados Unidos	Irradiación germicida ultravioleta, incubación con calor húmedo o descontaminación con vapor de microondas. Las calificaciones subjetivas de los sujetos sobre el olor, la comodidad y la facilidad de uso de la MRF [†] se capturaron mediante una encuesta con escala visual analógica	Estudio descriptivo	VI
Lore, et al. ⁽³⁵⁾	2012/ Estados Unidos	Irradiación germicida ultravioleta: se colocó una lámpara en una cabina de flujo laminar; la longitud de onda de la lámpara UV-C† osciló entre 1,6 mW/cm² y 2,2 mW/cm²; vapor generado por microondas: 1250 W (2450 MHz) con irradiación durante 2 minutos a máxima potencia y calor húmedo: se llenó un recipiente hermético de 6 l (19 x 19 x 17 centímetros) con 1 litro de agua del grifo, se colocó en un horno y se calentó a 65 ± °C ^s durante 3 horas. La MRF [†] se trató en un horno durante 20 minutos.	Estudio descriptivo	VI
Heimbuch, et al. ⁽³⁶⁾	2014/ Estados Unidos	Tres modelos de MRF [†] se contaminaron con aerosoles de mucina o <i>Staphylococcus aureus</i> viable y luego se limpiaron con hipoclorito, cloruro de benzalconio o toallas antimicrobianas. Después de la limpieza, las MRF [†] se separaron en componentes (almohadilla nasal, tela y tiras) y los contaminantes se extrajeron y cuantificaron. El rendimiento de la filtración se evaluó cuando las MRF [†] estaban limpias.	Estudio descriptivo	VI
Lindsley, et al. ⁽³⁷⁾	2015/ Estados Unidos	Se descontaminaron cuatro modelos de MRF [†] tipo N95 con dosis ultravioleta de 120-950 J/cm. Luego, se probaron la penetración de partículas, la resistencia al flujo y la resistencia a la rotura de las capas individuales de la MRF [†] y la resistencia a la rotura de las tiras de estas mascarillas.	Estudio descriptivo	VI
Lin, et al. ⁽³⁸⁾	2017/ China	Descontaminación física utilizando una olla arrocera tradicional taiwanesa para proporcionar calor seco; descontaminación física usando un autoclave para proporcionar calor húmedo; descontaminación química a baja temperatura con etanol; descontaminación química a baja temperatura usando etanol con isopropanol y descontaminación química a baja temperatura usando etanol con lejía.	Estudio descriptivo	VI

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO				
Autor	Año/país	Método empleado	Tipo de estudio	Nivel de evidencia
Lin, et al. ⁽³⁹⁾	2018/ China	Se añadió etanol de diversas concentraciones y volúmenes al centro de la superficie del N95; lejía: un volumen de 0,4 mililitros de lejía a base de cloro a varias concentraciones; UV-C†: se colocó una mascarilla N95 10 centímetros por debajo de una lámpara portátil de 6 W UV-C† que emitía una longitud de onda de 254 nm o 365 nm. Ambos lados del N95 fueron expuestos a diferentes tiempos: 1, 2, 5, 10 y 20 minutos; autoclave: se calentó la N95 durante 15 minutos a 121°C‡; olla arrocera eléctrica tradicional: la N95 se colocó en una olla arrocera para calentarla durante 3 minutos (149-164°C§, sin agregar agua).	Estudio descriptivo	VI
Mills, et al. ⁽⁴⁰⁾	2018/ Estados Unidos	La pieza facial y la tira de la mascarilla N95 se cubrieron con un agente de suciedad: saliva artificial o aceite de piel artificial. Para cada agente de suciedad, se contaminaron tres mascarillas y se trataron con 1 J/cm² de irradiación germicida ultravioleta durante aproximadamente 1 minuto.	Estudio descriptivo	VI
Cadnum, et al. ⁽⁴¹⁾	2020/ Estados Unidos	Tres métodos: luz ultravioleta-C (UV-C†), un gabinete de desinfección de alto nivel que genera ácido peracético en aerosol y peróxido de hidrógeno y calor seco a 70°C§ por 30 minutos.	Estudio descriptivo	VI
Grossman, et al. ⁽⁴²⁾	2020/ Estados Unidos	Desinfección con vapor de agua oxigenada. Una sala de vapor de peróxido de hidrógeno cerrada y sellada. Se inicia el ciclo de desinfección de <i>Bioquell Z-2</i> (los ajustes iniciales son 20°C§, 40% de humedad relativa y 10 gramos por unidad de volumen de peróxido de hidrógeno, <i>Bioquell</i>), con una duración de 4,5 horas para alcanzar al menos 700 partes por millón de vapor de peróxido de hidrógeno.	Estudio descriptivo	VI
Xiang, Qifa, Gu ⁽⁴³⁾	2020/ China	Se aplicó calor seco a 60°C§ y 70°C§ durante 1 hora en las mascarillas utilizadas. Luego, se evaluó el grado de descontaminación mediante la prueba de esterilidad para 7 bacterias patógenas. También se realizaron pruebas de ajuste y pruebas de eficacia de filtración con bacterias en aerosoles para las mascarillas descontaminadas.	Estudio descriptivo	VI
Perkins, et al. ⁽⁴⁴⁾	2020/ Estados Unidos	Vapor de peróxido de hidrógeno.	Estudio descriptivo	VI
Fischer, et al. ⁽⁴⁵⁾	2020/ Estados Unidos	Luz ultravioleta (260–285 nm), calor seco a 70°C§, etanol al 70% y vapor de peróxido de hidrógeno.	Estudio descriptivo	VI
Schwartz, et al. ⁽⁴⁶⁾	2020/ Estados Unidos	Las mascarillas N95 se pusieron en <i>racks</i> se expusieron a vapor de peróxido de hidrógeno a un nivel de 480 partes por millón con un tiempo de "gasificación" de 25 minutos y un tiempo de espera de 20 minutos.	Estudio descriptivo	VI
Ozog ⁽⁴⁷⁾	2020/ Estados Unidos	Las superficies internas y externas de la mascarilla N95 fueron irradiadas por <i>Daavlin Desktop</i> - irradiación germicida ultravioleta con una dosis de 1,5 J/cm² para cada lado.	Estudio descriptivo	VI
Boop, et al. ⁽⁴⁸⁾	2020/ Estados Unidos	Exposiciones en autoclave a 115°C§ durante 60 minutos o a 121°C§ por 30 minutos.	Estudio descriptivo	VI
Li, et al. ⁽⁴⁹⁾	2020/ Estados Unidos	Olla arrocera vaporera, que incluye de 8 a 10 minutos de calentamiento y 5 minutos de vapor versus calor seco a 100°C§ durante 15 minutos en un horno para descontaminación.	Estudio descriptivo	VI
Carrillo, et al. ⁽⁵⁰⁾	2020/ Estados Unidos	Descontaminación por vapor de uso inmediato con 100°C§. Las mascarillas fueron empacadas en envases de papel plástico compatibles con el equipo utilizado.	Estudio descriptivo	VI
Liao, et al. ⁽⁵¹⁾	2020/ Estados Unidos	Etanol (75%) - inmersión y aire seco hasta que se seque; solución a base de cloro (2%) - spray y aire seco; calor seco (75°C§) - horno de aire estático; vapor - recipiente con agua en ebullición; irradiación germicida ultravioleta (254 nanómetros, 8 W) - cabina de descontaminación.	Estudio descriptivo	VI

*Mascarilla Respiratoria Facial; †Ultravioleta-C; ‡Respirador con Filtro Facial; §Grados Celsius; ††Bacteriófago MS2

Figura 2 - Descripción de los estudios según autor, año de publicación, país, método utilizado en el reprocesamiento, tipo de estudio y nivel de evidencia. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

La Figura 3 presenta el autor, año de publicación/país, datos sobre reutilización, tipo de estudio y nivel de evidencia.

REUTILIZACIÓN				
Autor	Año/país	Datos sobre la reutilización	Tipo de estudio	Nivel de evidencia
Duarte, et al. ⁽⁵²⁾	2010/ Brasil	Se realizaron observaciones estandarizadas de las condiciones de la MRF tipo PFF-2 recolectadas luego de ser utilizadas por asistentes de enfermería después de uno, cinco, 15 y 30 días consecutivos de uso.	Estudio descriptivo	VI
Sakaguchi, et al. ⁽⁵³⁾	2010/ Japón	El virus de la influenza A (0,5 mililitros) se depositó en la superficie de un guante de goma, una mascarilla con filtro N95, una mascarilla quirúrgica hecha de tela no tejida, un delantal de Tyvek, una mesa de madera revestida y una de acero inoxidable. Cada muestra se dejó durante 1, 8 y 24 horas. Se midieron la hemaglutinación y la dosis infecciosa.	Estudio descriptivo	VI
Roberge, et al. ⁽⁵⁴⁾	2012/ Estados Unidos	Se probaron tres modelos N95 en una colocación y extracción de 15 minutos y se evaluó el desgaste.	Estudio descriptivo	VI
Bergman, et al. ⁽⁵⁵⁾	2012/ Estados Unidos	Se realizaron colocaciones consecutivas y se evaluó el factor de ajuste.	Estudio descriptivo	VI
Fisher, et al. ⁽⁵⁶⁾	2012/ Estados Unidos	Las MRF se contaminaron utilizando bacteriófagos como sustituto de virus patógenos transportados por el aire. Los bacteriófagos se aplicaron a las mascarillas como gotitas o núcleos de gotitas. La concentración de bacteriófagos aplicados a la mascarilla fue de 10 ⁴ o 10 ⁵ unidades formadoras de colonias por cm ² . Se realizaron para cuantificar el número total de virus resuspendidos de la mascarilla durante la simulación de tos.	Estudio descriptivo	VI
Brady, et al. ⁽⁵⁷⁾	2017/ Estados Unidos	Las mascarillas N95 se pulverizaron cinco veces en aproximadamente 10 segundos con un spray que contenía 100 mililitros de suspensión MS2 [¶] . Las mascarillas se colocaron en una campana para que se secasen durante 1 hora. Una vez secas, se sellaron en bolsas de plástico y se almacenaron a 4°C [§] durante la noche. Se contaminaron cuatro mascarillas para cada sujeto. Tres de las cuatro mascarillas se utilizaron para simular escenarios de uso de mascarillas y la cuarta se utilizó para determinar la carga viral.	Estudio descriptivo	VI
Suen, et al. ⁽⁵⁸⁾	2020/ Hong Kong	Participaron 104 estudiantes de enfermería que realizaron procedimientos de enfermería durante 10 minutos utilizando MRF. Se evaluó el ajuste de la mascarilla y la usabilidad percibida de MRF.	Estudio descriptivo	VI

*Mascarilla Respiratoria Facial; §Grados Celsius; ¶Bacteriófago MS2

Figura 3 - Descripción de los estudios según autor, año de publicación/país, datos sobre reutilización, tipo de estudio y nivel de evidencia. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

Se presentaron descripciones de los estudios según autor, objetivos, tipo de mascarilla, método de reprocesamiento, tipo y tamaño de microorganismos, efectividad de cada tipo de reprocesamiento, efecto del reprocesamiento sobre la estructura de la mascarilla y riesgo químico, como se muestra en la Figura 4.

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Viscusi, et al. ⁽²⁷⁾ / 2009	Evaluar cinco métodos de descontaminación utilizando nueve modelos MRF para determinar qué métodos se deben considerar para futuras investigaciones.	Se probaron nueve modelos de mascarilla, seis MRF (tres modelos N95 FFR [†] (N95-A, N95-B y N95-C) y tres respiradores quirúrgicos N95 (SN95 [‡] -D, SN95 [‡] -E y SN95 [‡] -F)).	Irradiación con horno microondas; irradiación germicida ultravioleta; óxido de etileno; vapor de peróxido de hidrógeno; lejía a base de cloro.	No se aplica.	No fue testeado	La irradiación del horno de microondas derritió muestras de dos modelos MRF. Tres muestras analizadas de la MRF tenían penetraciones de aerosol de filtro > 5%. El resto de las muestras de MRF que se descontaminaron tenían los niveles esperados de filtración y resistencia al flujo de aire del filtro.	Después del secado se percibía el olor del cloro y también se mantuvieron los niveles de cloro gaseoso. La irradiación germicida ultravioleta, el óxido de etileno y el vapor de peróxido de hidrógeno fueron los métodos de descontaminación más prometedores; sin embargo, sigue siendo preocupante que queden residuos después de la descontaminación.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Bergman, et al. ⁽²⁸⁾ / 2010	Investigar el procesamiento mediante ocho métodos diferentes.	Se probaron nueve modelos de mascarilla, seis MRF ⁺ [tres modelos N95 FFR ⁺ (N95-A, N95-B y N95-C) y tres respiradores quirúrgicos N95 (SN95 ⁺ -D, SN95 ⁺ -E y SN95 ⁺ -F)].	Irradiación germicida ultravioleta; óxido de etileno; plasma de peróxido de hidrógeno: STERRAD [®] 100S; vapor de peróxido de hidrógeno; vapor generado por horno microondas; hipoclorito de sodio; peróxido de hidrógeno líquido e incubación con calor húmedo.	No se aplica.	No fue testeado.	Solo el plasma de peróxido de hidrógeno dio como resultado niveles de penetración promedio >5% para cuatro de los seis modelos de MRF ⁺ . Las MRF ⁺ tratadas con los otros métodos tenían niveles de penetración de aerosoles en el filtro (<5%) y resistencia al flujo de aire del filtro. El hipoclorito dañó la estructura de la mascarilla. La descontaminación ultravioleta fue el único método que no causó cambios físicos observables en las MRF ⁺ .	El hipoclorito dejó olor residual.
Salter, et al. ⁽³⁰⁾ / 2010	Medir la cantidad de productos químicos residuales creados o depositados en seis modelos de MRF ⁺ después del tratamiento con cada una de las 7 tecnologías simples de descontaminación.	MRF ⁺ tipo N95 y respiradores quirúrgicos.	Peróxido de hidrogeno; hipoclorito de sodio; oxidantes mixtos: oxone, cloruro de sodio y bicarbonato de sodio; dimetildioxirano: oxone, acetona, bicarbonato de sodio; óxido de etileno; vapor de peróxido de hidrógeno; luz ultravioleta.	No se aplica.	No fue testeado.	La lejía, los oxidantes mezclados y el dimetildioxirano corroyeron las partes metálicas del MRF ⁺ .	Los datos de este estudio demuestran que todos los métodos, a excepción del óxido de etileno, no depositan cantidades significativas de residuos tóxicos en las MRF ⁺ . Todas las MRF ⁺ tratadas con lejía, oxidantes mixtos y dimetildioxirano quedaron con olor.
Heimbuch, et al. ⁽³¹⁾ / 2010	Evaluar la capacidad del vapor generado por microondas, el calor húmedo y la irradiación germicida ultravioleta a 254 nm para descontaminar el virus de la influenza H1N1 [§] .	Seis modelos de MRF ⁺ .	Vapor generado por microondas; calor húmedo e irradiación germicida ultravioleta.	Virus H1N1 [§] . El virus H1N1 [§] se diluyó en 30 mililitros de solución tampón. La concentración fue de 8 log ₁₀ utilizando un ensayo de dosis infecciosa en cultivo de tejidos 50/mililitros.	Todos los métodos utilizados proporcionaron una reducción > 4-log del virus H1N1 [§] . En el 93% de las mascarillas, el virus se redujo a niveles por debajo del límite de detección del método utilizado.	No fue evaluado.	No fue evaluado.
Fisher, Shaffer ⁽³²⁾ / 2010	Desarrollar un método para evaluar los parámetros de descontaminación ultravioleta-C de las MRF ⁺ .	Modelo Cardinal N95-ML; Modelo Wilson SAF-T-FIT Plus; 8210 3M; 1860 3M; 1870 3M y Kimberly-Clark PFR95-174.	Descontaminación ultravioleta-C.	Partículas en aerosol que contienen MS2 .	La información presentada en este estudio proporciona un método eficaz para calcular dosis ultravioleta para la descontaminación de MRF ⁺ .	No se aplica.	No se aplica.
Fisher, Williams, Shaffer ⁽³³⁾ / 2011	Evaluar el uso de dos bolsas de vapor para descontaminación de MRF ⁺ .	3M 1860; 3M 8210; Cardinal Health N95; 3M 1870; Kimberly-Clark PFR95 y Moldex 2200.	Bolsas de vapor para descontaminación.	Virus MS2 . Título inicial entre 10 ⁷ y 10 ¹⁰ por mascarilla.	Las bolsas de vapor probadas mostraron una efectividad del 99,9% en la inactivación del bacteriófago para la descontaminación de MRF ⁺ .	El vapor tuvo poco efecto en el rendimiento de la MRF ⁺ dado que la eficiencia de filtración se mantuvo por encima 95%.	No se aplica.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Viscusi, et al. ⁽³⁴⁾ / 2011	Determinar si la irradiación germicida ultravioleta, la incubación con calor húmedo o la descontaminación con vapor generado por microondas afectan las características de ajuste, olor, comodidad o facilidad de uso de la MRF.	3M 8000; 3M 8210; Moldex 2200; 3M1860; 3M1870; Kimberly-Clark PFR95-270.	Irradiación germicida ultravioleta; calor húmedo; vapor generado por microondas.	No se aplica.	No realizado.	Dos de las seis MRF* demostraron una reducción estadísticamente significativa en el ajuste después de la descontaminación por incubación con calor húmedo. Sin embargo, para estos dos modelos de MRF*, los factores de ajuste promedio posteriores a la descontaminación aún eran ≥ 100 .	Una de las mascarillas demostró un aumento relativamente pequeño, pero estadísticamente significativo en la respuesta al olor después de la descontaminación mediante incubación con calor húmedo.
Lore, et al. ⁽³⁵⁾ / 2012	Evaluar la capacidad viricida de tres métodos de descontaminación energética: irradiación germicida ultravioleta, vapor generado por microondas y calor húmedo.	N95 convencional; N95; P100; MRF* con válvula de exhalación; MRF* tratada con antimicrobiano a base de yodo.	Irradiación germicida ultravioleta; vapor generado por microondas y calor húmedo.	Virus bacteriófago MS2 [†] ; bacteria vegetativa <i>Bacillus atrophaeus</i> esporas de <i>B. atrophaeus</i> .	Los tres métodos de descontaminación fueron efectivos, reduciendo la carga de virus en más de 4 log. La irradiación germicida ultravioleta dio como resultado niveles más bajos de ARN viral detectable que los otros dos métodos.	No se identificó una reducción profunda en la filtración de la mascarilla. No se probaron el sellado y el ajuste de las mascarillas.	No realizado.
Heimbuch, et al. ⁽³⁶⁾ / 2014	Evaluar la capacidad de los productos de limpieza disponibles para limpiar MRF* contaminadas por agentes infecciosos o no infecciosos.	3M 1860; 3M 1870; Kimberly-Clark PFR.	Hipoclorito; cloruro de benzalconio o toallas antimicrobianas.	Se inoculó <i>Staphylococcus aureus</i> en una placa de agar de soja y se diluyó en un tampón de saliva artificial.	La eliminación de mucina fue menor a 1 log para todos los limpiadores en todos los componentes. Las toallitas inertes lograron una atenuación de aproximadamente 1 logaritmo para <i>S. aureus</i> viable en los tejidos de todos los modelos de MRF*; la eliminación fue menos efectiva en las almohadillas nasales y en los bordes. Ambas toallitas antimicrobianas lograron una atenuación de 3-5 log en la mayoría de los componentes, con menores reducciones en las almohadillas nasales y mayores reducciones en las tiras.	La penetración de partículas después de la limpieza produjo valores medios $< 5\%$. El hipoclorito generó oxidación de las mascarillas.	El hipoclorito ha creado problemas de olor.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Lindsley, et al. ⁽³⁷⁾ / 2015	Estudiar los efectos de la irradiación germicida ultravioleta sobre el rendimiento de la filtración y la integridad estructural de MRF* tipo N95.	3M 1860; 3M 9210; GE 1730; KC 46727; Kimberly-Clark.	Irradiación germicida ultravioleta.	No se aplica.	No realizado	La exposición a los rayos UV dio lugar a un pequeño aumento en la penetración de partículas (hasta 1,25%) y tuvo poco efecto sobre la resistencia al flujo. A dosis más altas de ultravioleta, la resistencia de las capas del material de la MRF* se redujo sustancialmente (en algunos casos > 90%). El número máximo de ciclos de desinfección estará limitado por el modelo de mascarilla y la dosis de UV necesaria para inactivar el patógeno.	No realizado.
Lin, et al. ⁽³⁸⁾ / 2017	Investigar los efectos de cinco métodos de descontaminación en la calidad del filtro de tres MRF* disponibles en el mercado: mascarillas de tipo N95, Gauze y Spunlace.	N95, Gauze y Spunlace.	Olla arrocera tradicional para proporcionar calor seco; autoclave para proporcionar calor húmedo; etanol; etanol con isopropanol y etanol con lejía.	No se aplica.	No realizado.	La descontaminación aumentó la disminución de la presión, excepto para el tipo N95 y Gauze que se descontaminaron mediante autoclave. La descontaminación redujo la calidad del filtro, excepto cuando se usó un autoclave o una olla arrocera, pero este proceso creó pliegues visibles en las mascarillas.	No realizado.
Lin, et al. ⁽³⁹⁾ / 2018	Determinar la supervivencia relativa de las esporas de <i>Bacillus subtilis</i> en las MRF* después de cinco métodos de descontaminación.	N95 (8210, 3M).	Etanol; lejía a base de cloro en varias concentraciones; ultravioleta-C; autoclave; olla arrocera eléctrica tradicional.	Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> .	La supervivencia relativa del <i>Bacillus subtilis</i> se redujo al 20% con etanol al 80%. No se recuperaron colonias en todas las concentraciones de lejía y con UV-C durante 5 minutos. La supervivencia relativa se mantuvo por encima del 20% después de 20 minutos de irradiación ultravioleta-A. La olla arrocera eléctrica tradicional fue efectiva con 3 minutos.	No realizado.	No realizado.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Mills, et al. ⁽⁴⁰⁾ /2018	Evaluar la eficiencia de la descontaminación mediante irradiación germicida ultravioleta de MRF [*] contaminadas con influenza en presencia de suciedad.	Se usaron 15 modelos de N95 FFR [†] ; 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, Seguridad de los Estados Unidos AD2N95A, Seguridad de los Estados Unidos AD4N95.	Irradiación germicida ultravioleta.	Influenza H1N1 [§] A/PR/8/34 (VR-1469; <i>American Type Culture Collection</i> , Manassas, VA)	Se observaron reducciones significativas en la viabilidad del virus de la influenza bajo las dos condiciones de suciedad en las partes que van en el rostro de 12 de los 15 modelos probados y en cuanto a las tiras 7 de 15 modelos. Estos datos sugieren que la descontaminación y la reutilización de la mascarilla N95 mediante irradiación germicida ultravioleta pueden ser eficaces. Sin embargo, se debe prestar especial atención al modelo, tipo y material de la mascarilla.	No fue evaluado.	No fue evaluado.
Cadnum, et al. ⁽⁴¹⁾ /2020	Examinar la efectividad de la luz ultravioleta-C y de un gabinete de desinfección de alto nivel para la descontaminación de MRF [*] con filtro N95.	3M 1860S, Moldex 1517 y Kimberly-Clark 46727.	Luz ultravioleta-C; cabina de desinfección de alto nivel que genera ácido peracético en aerosol y peróxido de hidrógeno y calor seco a 70°C [¶] por 30 minutos.	Bacteriófagos Phi6 y MS2 y <i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la meticilina	La administración de ultravioleta-C redujo la contaminación, pero no cumplió con los criterios de descontaminación en todas las partes de la MRF [*] . El gabinete de desinfección de alto nivel fue eficaz en la descontaminación con un ciclo extendido de 31 minutos. El calor seco a 70°C [¶] durante 30 minutos no fue eficaz en la descontaminación de los bacteriófagos.	No se observaron cambios visibles en el respirador después de 3 o más ciclos de tratamiento con la cabina de descontaminación de la sala UV-C o con la cajaultravioleta-C.	No fue evaluado.
Grossman, et al. ⁽⁴²⁾ /2020	Presentar un proceso creado para la desinfección de MRF [*] con filtro N95 utilizando vapor de peróxido de hidrógeno.	No se aplica.	Peróxido de hidrógeno vaporizado.	No se aplica.	Colocar la bolsa Tyvek en una posición horizontal en lugar de una posición vertical disminuyó la cantidad de MRF [*] que podían ser descontaminadas durante cada ciclo, pero este cambio condujo a una desinfección de mayor calidad.	Algunas MRF [*] sometidas a uno o más ciclos de vapor de peróxido de hidrógeno superaron con éxito la prueba de ajuste cuantitativo.	No se aplica.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Xiang, Qifa, Gu /2020 ⁽⁴³⁾	Optimizar la temperatura de pasteurización por calor seco para obtener una descontaminación eficiente de MRF.	No especificado.	Pasteurización por calor seco durante una hora a 70°C ¹ .	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Corynebacterium pseudodiphtheria</i> , y <i>Candida albicans</i> y H1N1 ⁵ como virus indicador.	El calor seco a 60°C ¹ y 70°C ¹ durante 1 hora podría matar con éxito 6 especies de bacterias respiratorias y una especie de hongo, además de inactivar el virus indicador H1N1 ⁵ .	Después de ser calentados a 70°C ¹ durante 1, 2 y 3 horas, los respiradores N95 y las mascarillas quirúrgicas no mostraron cambios en su forma y componentes. La eficiencia de filtración de las MRF fue del 98%, 98% y 97% después de calentarse durante 1, 2 y 3 horas, respectivamente. La eficiencia de filtración de las mascarillas quirúrgicas fue del 97%, 97% y 96% para 1, 2 y 3 horas de calentamiento, respectivamente.	No se aplica.
Perkins, et al. /2020 ⁽⁴⁴⁾	Describir el desarrollo de un proceso para seleccionar e implementar el uso de vapor de peróxido de hidrógeno como método viable para reprocesar MRF con filtro N95.	3M 1860 y 1870 N95s.	Vapor de peróxido de hidrógeno.	No se aplica.	El instrumento utilizado en la sala fue un generador de vapor de peróxido de hidrógeno Bioquell Clarus usando una solución de peróxido de hidrógeno al 30%. El generador de vapor de peróxido de hidrógeno tiene las siguientes fases: Acondicionamiento (10 minutos), Pregasificación, Gasificación (83 minutos), Enfriamiento de gas (36 minutos) y Aireación.	No fue evaluado.	Se utiliza un sensor de peróxido de hidrógeno PortaSens III para garantizar que el vapor de peróxido de hidrógeno en la habitación sea inferior a 1,0 partes por millón antes de que el personal ingrese a la habitación.
Fischer, et al. /2020 ⁽⁴⁵⁾	Analizar cuatro métodos de descontaminación para determinar la eficacia de la inactivación del coronavirus-2 del síndrome respiratorio agudo severo y el efecto sobre el rendimiento de filtración de MRF.	No especificado.	Luz ultravioleta, calor seco a 70°C ¹ , etanol al 70% y vapor de peróxido de hidrógeno.	SARS-CoV-2 ¹ .	La MRF se puede descontaminar y reutilizar hasta tres veces con luz ultravioleta y vapor de peróxido de hidrógeno. Se puede desinfectar 1-2 veces con calor seco. El tratamiento con vapor de peróxido de hidrógeno tuvo la mejor combinación de inactivación rápida del virus SARS-CoV-2 ¹ y preservación de la integridad de la MRF en las condiciones experimentales.	Las pruebas de ajuste cuantitativas demostraron que el rendimiento de la filtración de las MRF no se redujo significativamente después de una única descontaminación con cualquiera de los cuatro métodos de descontaminación.	No fue evaluado.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Schwartz, et al. ⁽⁴⁶⁾ /2020	Evaluar la aplicabilidad potencial del vapor de peróxido de hidrógeno para el procesamiento de MRF* con filtro N95.	3M (St. Paul, MN, Estados Unidos) 1860 N95s.	Vapor de peróxido de hidrógeno.	No se aplica.	No hubo evaluación microbiológica.	Se realizaron pruebas de ajuste cuantitativas para garantizar su rendimiento continuo y se probaron en 2 personas con diferentes estructuras faciales sin pérdida de ajuste o sellado.	En aproximadamente 4 horas, los niveles de peróxido de hidrógeno disminuyeron por debajo del nivel de detección (0 partes por millón).
Ozog ⁽⁴⁷⁾ /2020	Comprobar el ajuste de la MRF* después del procesamiento con irradiación germicida ultravioleta.	3M N95 1860, 3M N95 9210, 3M N95 8210, Respirador N95 R/S de Cardinal Health USA, Respirador Moldex N95 2300N95, Respirador Moldex N95 1511, Respirador Moldex N95 1512, Respirador 3M N95 9010, Respirador N95A-S de Cardinal Health Estados Unidos, Respirador GB2626-2206 KN95.	Irradiación germicida ultravioleta.	No se aplica.	No hubo evaluación microbiológica.	3M N95 1860 fue el único modelo que pasó 20 pruebas de ajuste, cinco modelos no pasaron ninguna prueba, dos modelos resistieron dos pruebas y dos modelos pasaron solo una prueba de ajuste. Los MRF deben examinarse físicamente antes y después de los ciclos de descontaminación para detectar signos de degradación.	No fue evaluado.
Boop, et al. ⁽⁴⁸⁾ /2020	Examinar la eficacia del autoclave para la reutilización de las MRF*.	3M 1860 moldeados, 3M 1805 plegados y 3M 1870/1870.	Autoclave.	No se aplica.	No hubo evaluación microbiológica.	Se observaron cambios insignificantes en la funcionalidad y la integridad de las MRF* 3M 1805 y 3M 1870/1870 después de tres ciclos de autoclave. Se observó una ligera pérdida de elasticidad en las tiras de goma con cada tratamiento en autoclave. Además, las mascarillas que han pasado por 5 ciclos no pasaron la prueba de ajuste. Las mascarillas como la 3M 1860 no pasaron las pruebas de ajuste después de un solo ciclo de autoclave.	No se aplica.

(continúa en la página siguiente...)

REPROCESAMIENTO							
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Método de reprocesamiento	Tipos y tamaños de microorganismos probados	Efectividad de cada tipo de reprocesamiento en la descontaminación de las MRF	Efecto del reprocesamiento sobre la estructura del tejido de las MRF	Riesgo químico
Li, et al. ⁽⁴⁹⁾ /2020	Examinar el reprocesamiento por vapor y calor seco para la reutilización de MRF.	3M 1860.	Vapor aplicado a través de una olla arrocera eléctrica y calor seco.	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la metilina y el bacteriófago MS2 de virus de ARN monocatenario sin envoltura.	El reprocesamiento por vapor dio como resultado una reducción mayor a 5 log ₁₀ del bacteriófago MS2 y <i>S. aureus</i> resistente a la metilina, mientras que el calor seco a 100°C [¶] durante 15 minutos dio como resultado una reducción no mayor a 3 log ₁₀ de ninguno de los organismos.	No se observaron cambios visibles en ninguna de las mascarillas 3M 1860 después de cinco ciclos de descontaminación. No se ha examinado el efecto del reprocesamiento en el rendimiento del respirador.	No se aplica.
Carrillo, et al. ⁽⁵⁰⁾ /2020	Evaluar si la descontaminación por vapor de uso inmediato altera la integridad estructural y la eficacia de las MRF.	3M 1870 y M3 1870+ (3M, Saint Paul, MN).	Esterilización por vapor de uso inmediato en autoclave.	No se aplica.	No hubo evaluación microbiológica.	Las mascarillas mantuvieron su integridad estructural y efectividad. Para cada sujeto, se realizó una prueba de ajuste antes del ciclo de autoclave de uso inmediato como control. Las pruebas de ajuste se realizaron nuevamente después de tres ciclos. En todos los casos, las mascarillas mantuvieron su integridad estructural y efectividad.	Se utilizó un indicador químico y un indicador biológico para cada ciclo de autoclave, confirmando que no hay contaminación biológica o química presente en las mascarillas.
Liao, et al. ⁽⁵¹⁾ /2020	Investigar varios esquemas de descontaminación usados comúnmente en la eficiencia de filtración de partículas del 95%.	3M 8210 (NIOSH N95), 4C Air, Inc. (GB2626 KN95), ESound (GB2626 KN95) y Onnuriplan (KFDA KF94).	Tratamiento térmico, tratamiento con vapor, tratamiento con alcohol, tratamiento con solución de cloro, irradiación ultravioleta.	No se aplica.	No hubo evaluación microbiológica.	Las soluciones a base de etanol y cloro han degradado drásticamente la eficiencia de filtración a niveles inaceptables. Etanol: 56,33%; solución a base de cloro: 73,11%. Calor seco: 96,67%; recipiente con agua en ebullición: 95,16%; irradiación germicida ultravioleta: 95,50%. La eficiencia de filtración se mantuvo > 95% después de 20 ciclos de tratamiento térmico, incluso en un ambiente húmedo.	No realizado.

*Mascarilla Respiratoria Facial; †Respirador con Filtro Facial; ‡Respiradores Quirúrgicos; §Influenza A subtipo H1N1; ||Bacteriófago MS2; ¶Grados Celsius; **Severe acute respiratory syndrome coronavirus-2; ††Respirador N95; ††Centers for Disease Control and Prevention

Figura 4 - Descripción de los estudios según autor, objetivos, tipo de mascarilla, método de reprocesamiento, tipo y tamaño de microorganismos, efectividad de cada tipo de reprocesamiento, efecto del reprocesamiento sobre la estructura de la mascarilla y riesgo químico. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

Las descripciones de los estudios en cuanto a autor, objetivos, tipo de mascarilla, tipo y tamaño de microorganismos, efecto de la reutilización en la estructura

de la mascarilla y recomendaciones sobre reutilización se presentan en Figura 5.

REUTILIZACIÓN					
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Tipo y tamaño de microorganismo probado	Efecto de la reutilización en la estructura de la MRF*	Recomendación sobre reutilización
Sakaguchi, et. al. ⁽⁶³⁾ /2010	Determinar si el virus de la influenza A (H1N1 ^s) cultivado en laboratorio mantiene la infectividad en las superficies del equipo de protección personal y la ropa que se usa en los establecimientos de salud.	Guante de goma; mascarilla con filtro N95; mascarilla quirúrgica; delantal fabricado en Tyvek; mesa de madera revestida y mesa de acero inoxidable.	Virus de la gripe A (0,5 mililitros).	No se aplica.	El virus de la influenza A mantuvo su infectividad en las superficies de la mascarilla quirúrgica y el respirador de partículas N95 durante al menos 8 h. La infectividad del virus de la influenza se mantuvo por 8 horas en la superficie de todos los materiales, excepto en el guante de goma que se mantuvo por 24 horas.
Duarte, et al. ⁽⁶²⁾ /2010	Cuantificar el daño que sufren los respiradores PFF-2 ⁺ durante el tiempo de uso y estimar su período de validez en la práctica clínica.	Mascarillas PFF-2 ⁺ (3M).	No se aplica.	Se encontraron marcas de identificación personal en todas las MRF* desde el primer día de uso. A partir del quinto día, todas las mascarillas estaban sucias y el 80% tenía pliegues.	La vida útil de la MRF* tipo PFF-2 ⁺ , aunque no sea conveniente reutilizarla, debe limitarse a cinco días.
Roberge, et al. ⁽⁶⁴⁾ /2012	Evaluar la degradación de los dispositivos para sujetar las mascarillas de tres modelos de MRF* sometidos a la tensión de cinco períodos de desgaste de 15 minutos intercalados con períodos de 15 minutos sin desgaste.	N95 3M 9210, Moldex 2301 y 3M 1860S.	No se aplica.	Disminución progresiva de las cargas generadas en los tres modelos de MRF* probados en varias ubicaciones simuladas durante un período de 2,5 horas. La mayor disminución de cargas se produjo en los primeros 15 minutos. Las disminuciones promedio en las cargas desde la colocación inicial simulada (minuto cero) hasta el final de la quinta colocación simulada de 15 minutos fueron 23,5%, 6,4% y 17,9%, respectivamente, para los modelos 3M 9210, Moldex 2301 y 3M 1860S para la parte inferior y 29,1%, 12,5% y 19,3% para la parte superior.	No se aplica.

(continúa en la página siguiente...)

REUTILIZACIÓN					
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Tipo y tamaño de microorganismo probado	Efecto de la reutilización en la estructura de la MRF ¹	Recomendación sobre reutilización
Fisher, et al. ⁽⁵⁶⁾ /2012	Verificar la reaerosolización de las partículas de bacteriófagos de las MRF ¹ después de la simulación de tos.	N95 (Gerson 1730).	Bacteriófago MS2 ^{II} como sustituto de los virus patógenos transmitidos por el aire. La concentración de MS2 ^{II} que se aplicó fue de 10 ⁴ o 10 ⁵ unidades formadoras de placa/centímetro ⁻² .	Se volvió a aerosolizar un pequeño porcentaje de bacteriófagos viables a partir de mascarillas N95 mediante flujo de aire inverso.	Los riesgos debidos a la reaerosolización asociados con el uso a largo plazo pueden considerarse insignificantes, aunque las evaluaciones de riesgos deben actualizarse a medida que surgen nuevos virus respiratorios y se dispone de mejores datos de evaluación de la exposición en el lugar de trabajo.
Bergman, et al. ⁽⁵⁵⁾ /2012	Investigar el impacto de varias mejoras en el ajuste de la pieza facial de 6 modelos de MRF ¹ utilizando un grupo de 10 sujetos de prueba con experiencia por modelo.	N95 (Moldex 2200); 3M 8000; 3M 8210 y 3 quirúrgicos N95 Kimberly. Clark PFR95-270; 3M 1860 y 3M 1870.	No se aplica.	Varias colocaciones y remociones incidieron en el ajuste de los modelos N95 evaluados. Los ajustes consecutivos causaron daños como la rotura de la tira de la cabeza.	Se pueden realizar cinco colocaciones antes de que los fallos de ajuste de la MRF ¹ caigan sistemáticamente por debajo de 100. Este valor se obtiene mediante la relación de la concentración de partículas ambientales dividida por la concentración de partículas de la mascarilla.
Brady, et al. ⁽⁵⁷⁾ /2017	Caracterizar la transferencia del bacteriófago MS2 ^{II} y fluoresceína entre la MRF ¹ y las manos del usuario durante tres escenarios de uso simulados.	Mascarilla N95.	Bacteriófago MS2 ^{II} .	La manipulación de mascarillas contaminadas con gotitas dio como resultado niveles más altos de transferencia de virus a las manos de los profesionales, con una diferencia estadística en comparación con los núcleos de gotitas para los tres tipos de mascarillas.	Las conclusiones de este artículo respaldan las recomendaciones de los CDC ²² que permiten la reutilización de la mascarilla N95 y el uso prolongado en situaciones de pandemia. La técnica adecuada de remoción de la N95 es un paso esencial para evitar la contaminación.
Suen, et al. ⁽⁵⁸⁾ /2020	Evaluar el ajuste de la MRF ¹ antes y después de los procedimientos de enfermería. También se examinaron las propiedades físicas de estas MRF ¹ .	3M N95 FFR ¹ y N95 de nanofibra FFR ¹	No se aplica	La MRF ¹ de nanofibra demostró una usabilidad significativamente superior a la de la MRF ¹ 3M. Ninguno de los respiradores pudo brindar una protección constante para el usuario, según lo detectado por la fuga del sello facial después de realizar los procedimientos de enfermería.	Es necesario seguir mejorando el diseño del prototipo para aumentar el cumplimiento y garantizar la protección respiratoria de los usuarios.

(continúa en la página siguiente...)

REUTILIZACIÓN					
Autor/Año	Objetivo	Tipo de mascarilla	Tipo y tamaño de microorganismo probado	Efecto de la reutilización en la estructura de la MRF*	Recomendación sobre reutilización
Sakaguchi, et al. ⁽⁵³⁾ /2010	Determinar si el virus de la influenza A (H1N1 [§]) cultivado en laboratorio mantiene la infectividad en las superficies del equipo de protección personal y la ropa que se usa en los establecimientos de salud.	Guante de goma; mascarilla con filtro N95; mascarilla quirúrgica; delantal fabricado en Tyvek; mesa de madera revestida y mesa de acero inoxidable.	Virus de la gripe A (0,5 mililitros).	No se aplica.	El título de hemaglutinación del virus de la influenza A no disminuyó en ninguno de los materiales probados, incluso después de 24 horas. La infectividad del virus de la influenza se mantuvo por 8 horas en la superficie de todos los materiales, a excepción del guante de goma, en el que se mantuvo por 24 horas.

*Mascarilla Respiratoria Facial; †Respirador con Filtro Facial; §Influenza A subtipo H1N1; ††Bacteriófago MS2; †Respirador N95; **Centers for Disease Control and Prevention

Figura 5 - Descripción de estudios según autor, objetivos, tipo de mascarilla, tipo y tamaño de microorganismos, efecto de la reutilización en la estructura de la mascarilla y recomendación de reutilización. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2020

Discusión

Este estudio mostró la complejidad de llevar a cabo un reprocesamiento y una reutilización efectivos de MRF tipo N95.

Un método de descontaminación exitoso debe inactivar el virus, no afectar el rendimiento del filtrado, no afectar el ajuste de la MRF, no presentar irritación al usuario debido a los químicos residuales y debe realizarse fácilmente en tiempo y forma⁽⁵⁶⁾.

En cuanto al reprocesamiento de MRF tipo N95 y equivalentes, observamos que se utilizaron muchos métodos para este propósito: la irradiación germicida ultravioleta se utilizó en 14 estudios^(27-28,30-31,33-35,37,39-41,45,47,51). En ellos, la luz ultravioleta osciló entre 254 y 302 nanómetros, con dosis entre 1 y 950 J/cm². El tiempo de exposición osciló entre uno y 266 minutos. Los autores identificaron⁽⁴¹⁾ que la luz ultravioleta administrada como un ciclo de un minuto y un ciclo de 30 minutos redujo la contaminación, pero no cumplió con los criterios para la descontaminación de cada parte de la MRF. Otros autores han demostrado que las MRF se pueden descontaminar y reutilizar hasta tres veces con luz ultravioleta⁽⁴⁵⁾. Se observaron reducciones significativas (≥ 3 log) en la viabilidad del virus de la influenza en 12 de los 15 modelos probados y en cuanto a las tiras en 7 de los 15 modelos⁽⁴⁰⁾. Los autores sugieren que la descontaminación de la mascarilla N95 usando luz ultravioleta puede ser efectiva, pero depende del modelo, tipo y material de la MRF. También constataron que la luz ultravioleta era el único método que no causaba cambios

físicos observables en la MRF⁽²²⁾. Sin embargo, solo un modelo pasó 20 pruebas de ajuste y cinco modelos no pasaron la prueba⁽⁴⁷⁾.

Por lo tanto, el uso de luz ultravioleta sigue siendo controvertido en términos de descontaminación y efectividad de la MRF.

En cuanto al uso de peróxido de hidrógeno, identificamos ocho estudios^(27-28,30,41-42,44-46). Los autores sugieren que este método es prometedor en lo que respecta a la descontaminación de las MRF, pero persisten las preocupaciones sobre los residuos que quedan después de la descontaminación⁽²⁷⁾. Sin embargo, una investigación demostró que en cuatro horas los niveles de peróxido de hidrógeno disminuyeron por debajo del nivel de detección (0 partes por millón)⁽⁴⁶⁾. Las MRF se pueden descontaminar y reutilizar hasta tres veces utilizando vapor de peróxido de hidrógeno⁽⁴⁵⁾. La eficacia en la descontaminación de las MRF se demostró con un ciclo extendido de 31 minutos⁽⁴¹⁾. Además, en el tratamiento con peróxido de hidrógeno gaseoso, los niveles de penetración promedio fueron > 5% para cuatro de los seis modelos de MRF probados⁽²⁸⁾.

Este método, a pesar de ser prometedor en cuanto a la destrucción de microorganismos, puede comprometer la eficiencia de filtrado de la MRF.

En lo que respecta al uso de métodos de vapor, cuatro estudios utilizaron la descontaminación en autoclave^(38-39,48,50). El tiempo de exposición varió de 15 a 60 minutos y la temperatura de 115 a 121°C. En uno de los estudios, se utilizó la descontaminación por vapor de uso inmediato⁽⁵⁰⁾. Se observó que la retención de

partículas se redujo después de cada ciclo de autoclave, pero se mantuvieron los requisitos mínimos en la prueba de ajuste para hasta tres procesos de autoclave⁽⁴⁸⁾. Además, se observó una ligera pérdida de elasticidad en las tiras de goma con cada tratamiento en el autoclave. Las mascarillas que pasaron por cinco procesos fallaron en la prueba de ajuste y presentaron pliegues visibles⁽³⁸⁾. También cabe destacar que algunos estudios utilizaron temperaturas inferiores a los 121°C, con el propósito de esterilizar la MRF, y en la fase de esterilización la temperatura prescrita para el ciclo sería de 121 o 134°C, dependiendo del tiempo de exposición⁽⁵⁹⁾. Es necesario aclarar que este método provocó daños estructurales que podrían comprometer la eficacia de las MRF.

Otros estudios también han utilizado el vapor como recurso para la descontaminación de MRF. Tres de ellos usaron ollas arroceras vaporeras^(38-39,49), seis usaron vapor generado por microondas^(27-28,31,33-35) y uno de ellos usó un recipiente con agua en ebullición⁽⁵¹⁾. Cabe destacar que estos métodos mostraron resultados satisfactorios en relación a la descontaminación de microorganismos; sin embargo, pueden causar daños estructurales a las MRF. Además, estos métodos de reprocesamiento no están regulados para su uso en entornos sanitarios.

Sobre el calor seco, cinco estudios utilizaron este método^(41,43,45,49,51). Las temperaturas variaron de 60 a 100°C y el tiempo de 15 minutos a tres horas. El calor seco a 60°C y 70°C durante una hora podría destruir con éxito los microorganismos probados y la eficiencia de filtración de las MRF fue del 98%, 98% y 97% después de calentarse durante una, dos y tres horas, respectivamente⁽⁴³⁾. Por otro lado, el calor seco a 70°C durante 30 minutos no fue efectivo para descontaminar los bacteriófagos⁽⁴¹⁾. Los investigadores han demostrado que el calor seco a 70°C se puede utilizar una o dos veces sin dañar la filtración de las MRF⁽⁴⁵⁾, lo que coincide con otros hallazgos que demostraron una eficiencia de filtración del 96,67% ($\pm 0,65$) después del uso de calor seco⁽⁵¹⁾.

Para una esterilización eficaz de los materiales, el horno debe mantenerse cerrado ininterrumpidamente durante 60 minutos a una temperatura de 170°C, o 120 minutos a una temperatura de 160°C. Ninguno de los estudios utilizó estos parámetros. Por lo tanto, no es posible hablar de esterilización de las MRF⁽⁶⁰⁾. Por ende, existen dudas sobre la efectividad real del proceso de descontaminación de este método para las MRF.

En cuanto al uso de métodos químicos, se desarrollaron ocho estudios. Seis usaron hipoclorito de sodio^(27,30,36,38-40,51), cuatro^(38-39,45,51) probaron etanol y un estudio usó oxidantes mixtos. Se utilizaron diferentes concentraciones y volúmenes, pero el olor de las soluciones a base de cloro permaneció después de la descontaminación de las MRF. Además, la lejía corroyó

las partes metálicas de las MRF. Ya se esperaba este resultado, dado que el cloro es un agente oxidante.

En cuanto a la eficiencia de filtración, se demostró que las soluciones a base de etanol y de cloro degradaron drásticamente la eficiencia de filtración a niveles inaceptables, la de etanol fue del 56,33% ($\pm 3,03$) y la solución a base de cloro del 73,11% ($\pm 7,32$)⁽⁵¹⁾, lo que coincide con otros hallazgos que mostraron que la descontaminación redujo la calidad del filtro después del uso de etanol al 70%⁽³⁸⁾. El etanol es un agente desinfectante de nivel intermedio y actúa sobre virus lipídicos como el SARS-CoV-2, sin embargo, su acción depende de la fricción, lo que puede explicar la degradación de la eficiencia de filtración. También cabe destacar que, en el diseño de los estudios que evaluaron los métodos químicos para la descontaminación de MRF, no se tuvo en cuenta el conocimiento previo sobre los métodos de reprocesamiento. Se asume que un filtro como el presente en las MRF sufre alteraciones cuando es expuesto a productos líquidos para descontaminación como el etanol y el cloro.

Al analizar los métodos de descontaminación de las MRF no encontramos evidencia suficiente para apoyar su reprocesamiento. También enfatizamos que, en Brasil, cualquier artículo a reprocesar debe tener un protocolo de validación de acuerdo con la Resolución del Consejo Colegiado RDC 2606 del 11 de agosto de 2006 (*Resolução da Diretoria Colegiada*, RDC), que prevé limpieza, enjuague, secado, empaque, desinfección/esterilización, etiquetado y embalaje⁽⁶¹⁾.

En los estudios analizados no se les realizó limpieza ni enjuague a las MRF, probablemente por el riesgo de dañar el filtro. También enfatizamos que un artículo para poder ser reprocesado debe mantener sus características, y se deben evaluar su eficiencia y sus características físicas. El protocolo de reprocesamiento también debe ser elaborado para cada marca y en cada institución de salud, considerando las diferentes condiciones de los equipos utilizados para los procedimientos de limpieza/desinfección/esterilización.

Otro factor a discutir es la gran dificultad que existe para determinar la descontaminación de las mascarillas N95, dado que la determinación de la carga microbiana en diferentes escenarios clínicos y actividades es un factor limitante.

En cuanto a la reutilización de las MRF, del total de estudios identificados, solo siete (21,8%) abordaron este tema. Una investigación⁽⁵⁷⁾ demostró la transferencia de microorganismos de las MRF a las manos de los usuarios durante la manipulación y la reutilización.

El profesional sanitario no debe entrar en contacto con la superficie externa de la MRF ya que se la considera contaminada. Además, para evitar la contaminación, se recomienda prestar especial atención a la secuencia y

técnica adecuadas para remover la mascarilla después de su uso, sujetándola por las tiras que se colocan en la parte posterior de la cabeza⁽¹⁴⁾.

Para la reutilización de la MRF, el profesional de la salud debe inspeccionar su integridad, incluidas las tiras y el clip nasal que pueden presentar cambios en su estructura que afecten la calidad del ajuste y sellado. Además, la prueba de ajuste se debe realizar inmediatamente después de colocar la MRF, para verificar el sellado adecuado en la cara del usuario, a fin de evitar fugas de aire. Para ello, esta prueba generalmente se realiza colocando ambas manos sobre la superficie de la mascarilla. La inspección, colocación y extracción de la mascarilla después de su uso implica su manipulación, aumentando la posibilidad de autocontaminación.

El virus de la influenza A mantuvo su infectividad en las superficies de la mascarilla quirúrgica y de la MRF por al menos ocho horas⁽⁵³⁾. Por lo tanto, para evitar la contaminación, se recomienda especial atención a la secuencia y técnica adecuadas para remover la mascarilla después de su uso⁽¹⁴⁾.

Es fundamental que se realice la higiene de manos antes y después de ponerse y sacarse los EPP y durante los cuidados para limitar la contaminación de los entornos sanitarios. Con respecto al SARS-CoV-2, un estudio mostró que el tiempo de supervivencia en la piel humana es de aproximadamente nueve horas y aumenta el riesgo de transmisión viral de la piel a otras superficies. Por otro lado, el SARS-CoV-2 se inactivó por completo a los 15 segundos de la exposición a etanol al 80% (p/p)⁽⁶²⁾.

Siguiendo la misma línea, un estudio sobre la infectividad del virus de la influenza en el EPP identificó que permaneció activo en la superficie de la MRF por al menos 8 horas, demostrando que el descarte del EPP para evitar infecciones cruzadas es una práctica importante. Los investigadores señalan que la reutilización del EPP puede ser responsable de la transmisión cruzada del virus de la influenza y, por lo tanto, se recomienda desechar la mascarilla cuando esté sucia con sangre y secreciones respiratorias, inmediatamente después de su uso⁽⁵⁷⁾ y reemplazar frecuentemente los EPP con cada paciente como medida preventiva⁽⁵³⁾.

Otro aspecto relacionado con el uso prolongado de MRF contaminadas se refiere al riesgo de transmisión aérea de partículas que contienen virus, es decir, si pueden servir como una fuente potencial de riesgos de exposición por reaerosolización. La investigación mostró que solo un pequeño porcentaje ($\leq 0,21\%$) del virus viable se volvió a aerosolizar de la MRF, esto fue probado por el flujo de aire inverso generado por una tos simulada. Los virus aplicados en forma de aerosoles fueron mucho más susceptibles a la reaerosolización que los virus contaminados por gotitas. Por consiguiente, los autores señalan que la

amenaza potencial de reaerosolización de la mayoría de los virus respiratorios, asociada con el uso prolongado de la mascarilla N95, parece insignificante e improbable, para los profesionales de la salud y los pacientes, y que existe la necesidad de realizar estudios a medida que van surgiendo nuevos patógenos respiratorios⁽⁵⁶⁾.

En cuanto a las investigaciones que analizaron el potencial de contaminación de las MRF por patógenos y su transmisión por contacto y la posibilidad de reaerosolización, todos los estudios se realizaron en el laboratorio y, a la fecha, ninguno estudió la permanencia e infectividad del SARS-CoV-2.

Otra preocupación con la reutilización de la mascarilla N95 es el daño que las múltiples inserciones y extracciones causan a sus componentes (como tiras para la cabeza, accesorios para las tiras, puntas de nariz ajustables, etc.), que con el tiempo pueden afectar el ajuste en la cara del usuario y el sellado adecuado⁽⁵⁵⁾.

El sellado correcto de la MRF a la cara del usuario es esencial para mantener una protección y comodidad adecuadas. Un estudio demostró una disminución progresiva en las cargas generadas en las tiras superior e inferior de los tres modelos analizados de MRF probados en varias simulaciones de colocación y remoción. La mayor disminución de las cargas se produjo dentro de los primeros 15 minutos de estrés, independientemente del modelo de mascarilla, y la magnitud de la disminución de la carga dependió del modelo de mascarilla para las tiras superior e inferior⁽⁵⁴⁾.

La investigación ha demostrado que múltiples colocaciones y remociones de la MRF tienen un impacto en el ajuste en seis tipos de mascarillas analizadas y se asoció con el modelo de mascarilla. Los datos mostraron que se pueden realizar cinco colocaciones consecutivas antes de que presentes fallas ($FF < 100$)⁽⁵⁵⁾.

Un estudio evaluó el daño que sufren las mascarillas con filtro a lo largo del tiempo de uso y estimó su período de validez en la práctica clínica, demostrando que a partir del quinto día todas las mascarillas estaban sucias, y se observó plegamiento en más del 80% de ellas⁽⁵²⁾. Las manchas internas y los pliegues fueron más frecuentes después de los turnos de 12 horas que en las guardias de seis horas. También se identificó que el 16,17% de las mascarillas se extraviaron al quinto día y el 38,93% después del día 30 de uso, lo que demuestra que el uso de MRF debe ser exclusivamente para un turno de como máximo 12 horas de trabajo o, si es realmente necesario reutilizarlas, hay que respetar el período de validez de cinco días.

Dado que la evidencia encontrada es limitada, es necesario que se realicen más investigaciones para establecer el tiempo de reutilización de las MRF, especialmente en entornos de trabajo reales.

Idealmente, las MRF deben desecharse después de cada encuentro con el paciente y después de procedimientos que generan aerosoles, cuando están dañadas o deformadas, cuando ya no forman un sello efectivo en la cara, cuando se mojan o se ensucian visiblemente, cuando la respiración se vuelve difícil, así como también cuando se contaminan con sangre, secreciones respiratorias o nasales u otros fluidos corporales⁽¹⁴⁾.

Para la reutilización de las MRF, también es necesario que las instituciones de salud cuenten con un lugar adecuado para su almacenamiento, evitando su contaminación.

Otro aspecto identificado en esta investigación se relaciona con la usabilidad de la MRF, que es importante porque las molestias durante el uso pueden afectar la conformidad. De hecho, un estudio que evaluó las propiedades físicas y la usabilidad de diferentes marcas de MRF identificó que las producidas con nanofibras mostraron mayor usabilidad que las de otros materiales debido al calor facial, transpirabilidad, presión facial, inteligibilidad del habla, picazón, dificultad para mantener la mascarilla en su lugar y nivel de comodidad. Las MRF de nanofibras también eran más delgadas y livianas y tenían una eficiencia de filtración bacteriana un poco mayor que el resto de las mascarillas evaluadas⁽⁵⁸⁾.

Los estudios analizados permiten enumerar algunas recomendaciones, tales como: 1) capacitar a los profesionales de la salud que trabajan en la atención de pacientes con enfermedades infecciosas, 2) usar una técnica adecuada de colocación y remoción de las MRF, dado que pueden ser fómites con potencial de transmisión de patógenos por contacto, 3) tomar medidas de prevención, como precauciones estándar con énfasis en la higiene de manos y medidas para limitar la contaminación de los ambientes de atención de la salud, con el fin de evitar la transmisión cruzada de microorganismos entre profesionales de la salud y pacientes y 4) no reutilizar las mascarillas debido al riesgo de autocontaminación y sellado inadecuado.

Por lo tanto, a medida que surgen nuevos patógenos respiratorios (con mayores niveles de virulencia y/o desconocidos), es necesario realizar estudios que se centren en la posibilidad de reaerosolización. Los estudios futuros que evalúen los riesgos del uso prolongado de la mascarilla N95 deben considerar factores como la carga microbiana, la estabilidad del organismo en el medio ambiente, el desempeño de los controles de ingeniería existentes y la duración de la exposición.

Y, además, es necesario que se realicen estudios que se centren en mejorar el diseño de mascarillas que favorezcan la usabilidad de la MRF.

Enfatizamos que es preciso que haya más investigaciones para obtener evidencia, especialmente

en entornos de trabajo reales, para determinar si la reutilización y el reprocesamiento de las MRF es o no recomendable.

La evidencia de esta revisión es muy oportuna en este momento, dada la pandemia de COVID-19 que enfrenta el mundo. Reflexionar y aplicar conocimientos sobre la reutilización y el reprocesamiento de las MRF puede contribuir y enriquecer las decisiones de las autoridades sanitarias. La seguridad laboral de los profesionales de la salud es fundamental ante un patógeno de alta transmisibilidad como es el SARS-CoV-2. Se deben seguir rigurosamente las precauciones, especialmente la higiene de manos y el uso correcto del EPP, tanto para su colocación como para su remoción.

Al considerar los aportes de este estudio, se deben enumerar algunas limitaciones, como el hecho de que los estudios no utilizan las MRF que se usan en la práctica clínica, ninguno de los estudios ha realizado los pasos necesarios para la validación del reprocesamiento ni ha utilizado mascarillas contaminadas con el virus SARS-CoV-2 en los servicios de salud. También señalamos que, a pesar de evaluamos el nivel de evidencia en los artículos, no evaluamos la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión.

Conclusión

No se encontraron pruebas que respalden el reprocesamiento seguro de las MRF. Los métodos químicos estudiados no deben utilizarse, ya que comprometen su integridad. El vapor de peróxido de hidrógeno se ha catalogado como un método eficaz para descontaminar las mascarillas y causar menos daño físico a las mismas. Sin embargo, destacamos que ningún estudio llevo a cabo todos los pasos necesarios para la validación del reprocesamiento. La reutilización está contraindicada, aunque las instituciones de salud realizan esta práctica en situaciones de escasez de MRF. Los estudios demuestran que la colocación adecuada y la higiene de manos antes y después de quitarse la mascarilla, así como también el almacenamiento adecuado, pueden prevenir la contaminación de la misma. Además, se puede preservar la integridad de la mascarilla hasta cinco reutilizaciones.

Referencias

1. 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>
2. 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>
3. World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Global Situation. [Internet]. Geneva: WHO; 2021 [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://covid19.who.int/>
 4. 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://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/07/BE-COE-Coronavirus-n020702.pdf>
 5. Bošković 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>
 6. 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>
 7. 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)
 8. 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/10.1590/2317-636900018220>
 9. 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>
 10. McMichael TM, Currie DW, Clark S, Pogosjans 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>
 11. 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
 12. 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)
 13. 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>
 14. 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>
 15. 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>
 16. 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>
 17. 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>
 18. 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
 19. 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, Rattray 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 CMD, 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. 4th 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, Pearlmutter 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, Villescás 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, Ntifofo 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, Kajioka 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, Niezgodá 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, Niezgodá G, Shaffer RE, Yorío 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
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>

Contribución de los autores:

Concepción y dibujo de la pesquisa: Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Obtención de datos:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Análisis e interpretación de los datos:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Redacción del manuscrito:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis. **Revisión crítica del manuscrito en cuanto al contenido intelectual importante:** Elucir Gir, Mayra Gonçalves Meneguetti, Laelson Rochelle Milanês Sousa, Natália Maria Vieira Pereira-Caldeira, Milton Jorge de Carvalho, Renata Karina Reis.

Todos los autores aprobaron la versión final del texto.

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Recibido: 17.01.2021

Aceptado: 04.07.2021

Editora Asociada:
Maria Lúcia Zanetti


Copyright © 2021 Revista Latino-Americana de Enfermagem
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.

Autor de correspondencia:

Laelson Rochelle Milanês Sousa

E-mail: laelsonmilanes@gmail.com

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