

ARTIGO DE REVISÃO

**Reprocessamento de máscaras N95 ou equivalente:
uma revisão narrativa***Reprocessing of N95 masks or equivalent: a narrative review**Reprocesamiento de máscaras N95 o equivalentes: una revisión narrativa*Bianca Fontana Aguiar,¹Jolline Lind,¹Harli Pasquini Netto,¹Yohanna Ramires,¹Moacir Pires Ramos,¹Jaime Luis Lopes Rocha.^{1,2}¹Instituição onde o trabalho foi executado: Unimed Curitiba – Sociedade Cooperativa de Médicos, Curitiba, PR, Brazil.²Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), Curitiba, PR, Brasil.

Recebido em: 20/04/2020

Aceito em: 21/04/2020

Disponível online: 21/04/2020

Autor correspondente:

Bianca Fontana Aguiar

bianca.aguiar@unimedcuritiba.com.br

RESUMO

Justificativa: Durante a pandemia de COVID-19, ocorre uma escassez de máscaras N95. **Objetivo:** Reunir evidências sobre a possibilidade de uso estendido e reprocessamento de máscaras N95 e equivalentes. **Métodos:** Revisão narrativa, com busca performada nas bases PubMed e Scholar Google. **Conteúdo e Conclusão:** Foram incluídas quatorze publicações, entre elas artigos, notas técnicas: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Conselho Federal de Enfermagem e pareceres de outras agências internacionais de Saúde. Evidenciou-se a existência de alguns métodos de reprocessamento, tais como: vapor gerado por micro-ondas, calor úmido quente, calor a seco, irradiação ultravioleta germicida, peróxido de hidrogênio, entre as recomendações. Em situações de falta de EPIs, as máscaras N95 ou equivalente podem ser usadas além da data de vencimento designada pelo fabricante, também se recomenda o uso prolongado ou alternado das máscaras pelo mesmo profissional. Quanto aos métodos de reprocessamento, os mesmos não devem alterar a carga eletrostática das máscaras. A lavagem e a esterilização a vapor, demonstraram degradá-las, já a esterilização em até duas vezes com peróxido de hidrogênio forneceu resultados aceitáveis, visto que procedimentos de desinfecção e reutilização podem ser necessários para combater a escassez desses materiais. Como alternativa ao peróxido de hidrogênio, existem evidências para o calor a seco, mas desde que se utilize em temperatura adequada.

Palavras-chave: Equipamentos de Proteção Individuais; Máscaras; Esterilização; COVID-19.

ABSTRACT

Background: During the COVID-19 pandemic, there was a shortage of N95 masks. **Objective:** To gather evidence on the possibility of reprocessing N95 masks and equivalents. **Methods:** Narrative review, with search performed on PubMed and Scholar Google. **Content and Conclusions:** Fourteen publications were included, including articles, technical notes: National Health Surveillance Agency, Federal Nursing Council and opinions from other international health agencies. The existence of some reprocessing methods was evidenced, such as: microwave-generated steam, hot moist heat, dry heat, germicidal ultraviolet irradiation, hydrogen peroxide, among the recommendations. In situations of lack of PPE, N95 masks or equivalent can be used beyond the expiration date designated by the manufacturer, prolonged or alternate use of masks by the same professional is also recommended. As for the reprocessing methods, they must not alter the electrostatic charge of the masks. Washing and steam sterilization have been shown to degrade them, while sterilization up to two times with hydrogen peroxide has provided acceptable results, since disinfection and reuse procedures may be necessary to combat the shortage of these materials. As an alternative to hydrogen peroxide, there is evidence for dry heat, but as long as it is used at an appropriate temperature.

Keywords: Personal Protective Equipment; Masks; Sterilization; COVID-19.

RESUMEN

Antecedentes: Durante la pandemia de COVID-19, hubo una escasez de máscaras N95. **Objetivo:** reunir evidencia sobre la posibilidad de reprocesar máscaras y equivalentes N95. **Métodos:** Revisión narrativa, con búsqueda realizada en PubMed y Scholar Google. **Contenido y Conclusión:** Se incluyeron catorce publicaciones, incluidos artículos, notas técnicas: Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, Consejo Federal de Enfermería y opiniones de otras agencias internacionales de salud. Se evidenció la existencia de algunos métodos de reprocesamiento, tales como: vapor generado por microondas, calor húmedo y caliente, calor seco, irradiación ultravioleta germicida, peróxido de hidrógeno, entre las recomendaciones. En situaciones de falta de PPE, se pueden usar máscaras N95 o equivalentes después de la fecha de vencimiento designada por el fabricante, también se recomienda el uso prolongado o alternativo de las máscaras por el mismo profesional. En cuanto a los métodos de reprocesamiento, no deben alterar la carga electrostática de las máscaras. Se ha demostrado que el lavado y la esterilización con vapor los degradan, mientras que la esterilización hasta dos veces con peróxido de hidrógeno ha proporcionado resultados aceptables, ya que los procedimientos de desinfección y reutilización pueden ser necesarios para combatir la escasez de estos materiales. Como alternativa al peróxido de hidrógeno, hay evidencia de calor seco, pero siempre que se use a una temperatura adecuada.

Palabras-clave: Equipo de Protección Personal; Máscarillas; Esterilización; COVID-19

INTRODUÇÃO

A doença do coronavírus de 2019 (COVID-19) se espalhou por todo o mundo em 2020, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), que resultou em um grande espectro de apresentação, incluindo síndrome respiratória aguda grave. Foi considerada uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março, bem como uma emergência de saúde pública de importância internacional.¹⁻⁴

As diretrizes da OMS sobre prevenção e controle do surto de COVID-19 recomendam higiene pessoal e respiratória e equipamentos de proteção individual (EPI), como máscaras N95 ou equivalente, para profissionais de saúde e pacientes suspeitos de SARS-coV-2. Como resultado da rápida disseminação do COVID-19, houve um rápido consumo desses materiais e a escassez mais importante de máscaras faciais já foi instalada. Nos hospitais, a falta de EPI causará aceleração da pandemia com muitos surtos hospitalares.⁵⁻⁷

As máscaras N95 são os principais EPIs usados para controlar infecções transmitidas pelo ar. O COVID-19 é uma doença com alto risco de transmissão e prevendo escassez desses EPIs, o Ministério da Saúde do Brasil recomenda que as máscaras cirúrgicas e N95 sejam priorizadas para todos os profissionais de saúde durante a assistência em saúde.⁸⁻¹¹

Com a disseminação global da pandemia de SARS-CoV-2, houve uma escassez internacional de máscaras faciais. A falta de equipamento de proteção individual (EPI) é causada pela baixa capacidade global de fabricação, principalmente na China e pela maior demanda por profissionais de saúde.¹²⁻¹⁵ A falta desse equipamento causa grande preocupação pelos serviços de saúde.^{16,17}

De acordo com a literatura médica, existem três principais tipos diferentes de máscaras de uso diário: máscaras cirúrgicas, máscaras N95 e respiradores elastoméricos (o único adequado para a esterilização em autoclave).¹⁸

- Máscaras cirúrgicas: máscaras feitas de tecido, projetadas para uso único e para proteger de gotículas grandes,

respingos ou borrifos de fluidos corporais ou outros. Nas máscaras cirúrgicas, podem ocorrer vazamentos nas bordas e podem não fornecer um nível confiável de proteção respiratória contra pequenas partículas em suspensão.¹⁹

- Máscaras de respiradores elastoméricos: possuem cobertura facial total ou parcial, com elementos de filtro removíveis projetados para serem reutilizáveis. Alguns tipos podem ser esterilizados em autoclave, no entanto, a maioria dos estudos recomenda que outros métodos de descontaminação sejam mais rápidos e com menos danos aos elementos da máscara.¹⁸

- Máscaras N95: são máscaras seladas e bem ajustadas. A classificação N95 é designada pela eficiência de filtração mínima de 95%, ela é composta por várias camadas de tecido não tecido (TNT) de polipropileno.⁹ A eficiência deste modelo é observada pela capacidade de filtração, ocasionada pela carga eletrostática proporcionada pela fibra de polipropileno, cuja ação é fundamental para garantir a proteção de quem a utiliza.²⁰ Demonstrou-se que métodos de descontaminação, como esterilização a vapor, lavagem e esterilização, degradam esses tipos de máscaras respiratórias.¹⁸

Para enfrentar esse cenário, muitas estratégias foram sugeridas, como uso prolongado e reprocessamento de máscaras faciais N95 e equivalentes. O objetivo desta revisão é reunir publicações relevantes sobre esse assunto.

MÉTODOS

Para reunir a literatura relevante sobre o reprocessamento de máscaras, foi realizada uma revisão narrativa. Esse método é considerado a base da produção científica.²¹ Além disso, é descrito como: “artigos de revisão narrativa são publicações amplas apropriadas para descrever e discutir o desenvolvimento ou ‘estado da arte’ de um determinado assunto, do ponto de vista teórico ou conceitual”.²² Finalmente, são textos que constituem a análise da literatura científica na interpretação e análise crítica do autor.

Estudos publicados até 17 de abril, em português, inglês ou espanhol foram considerados para análise. Os bancos de dados utilizados foram o Google Scholar e o PubMed, que inclui o Medline e o PubMed Central, onde foram aplicadas as seguintes palavras-chave, vinculadas pelos operadores booleanos (AND, OR): “máscaras”, “máscaras N95”, “reprocessamento”. As listas de referência dos artigos incluídos também foram exploradas para identificar artigos relevantes não encontrados em pesquisas eletrônicas. A busca de Notas Técnicas e diretrizes foi realizada na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) e em outras agências internacionais de saúde. Não foram realizadas revisões por pares nem análises estatísticas. Comitê de Ética não é aplicável a revisões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta revisão, quatorze publicações foram incluídas, entre elas artigos^{18,29,31,34,35}, notas técnicas: ANVISA²⁵, COFEN²⁶ e pareceres de outras agências internacionais de saúde.^{12,27,28,30,32,33,36} O intervalo do ano de publicação foi entre 2010 e 2020.

Métodos de descontaminação¹⁸

Vapor gerado por microondas (MGS)

Para descontaminar, reservatórios de plástico com tampas perfuradas são preenchidos com 50 mL de água da torneira à temperatura ambiente, a máscara N95 contaminada

é colocada no topo do centro de montagem e carregada em um forno de microondas disponível comercialmente e exposta à radiação por dois minutos (um minuto em cada lado da máscara). O uso desse método resultou em uma redução média de 5,06 logs de vírus viáveis (Figura 1a).¹⁸

Calor úmido quente (WMH)

Um recipiente selável é preenchido com cerca de um litro de água da torneira. Um suporte é colocado no recipiente e este conjunto deve ser aquecido a 65° por 3 horas em um forno, depois a máscara é colocada no suporte e retorna ao forno por mais 30 minutos. O uso desse método resultou em uma redução média de 4,81 log de vírus viáveis (Figura 1b).¹⁸

Irradiação germicida ultravioleta (UVGI):

Uma lâmpada UV-C (80W, 254 nm) é usada para expor à radiação UV (média de 18 kJ/m²) por 15 minutos em cada lado da máscara (externa e interna). O uso de UVGI resultou em uma redução média de 4,81 logs de registros viáveis de vírus. Ao usar qualquer procedimento de desinfecção, os profissionais de saúde não devem estar sujeitos a métodos incapazes de atingir níveis ótimos de reutilização (ou seja, uma redução média de 6 log viáveis de vírus). No entanto, à medida que a luta contra o Covid-19 avança, os procedimentos de desinfecção e reutilização devem ser utilizados para combater a escassez aguda desse material.^{18,23,24}

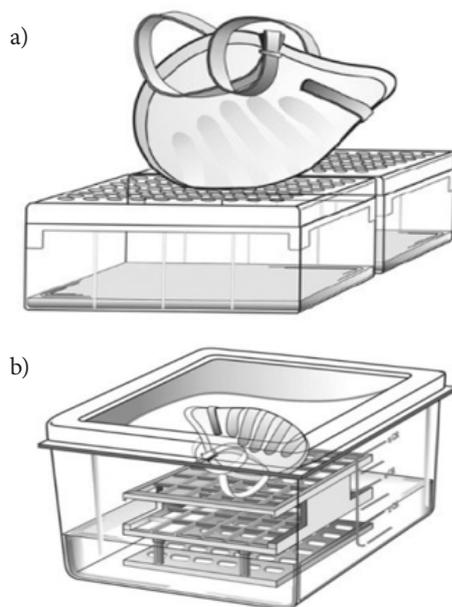


Figura 1. Métodos de descontaminação: **a)** Vapor gerado por microondas (MGS); **b)** Calor úmido quente (WMH).

Source: Mechler (2020).¹⁸

Diretrizes e recomendações brasileiras

Nota técnica GVIMS / GGES / ANVISA nº 04/2020 (21.03.2020):²⁵

Devido à falta de EPIs para profissionais de saúde que lidam com casos suspeitos ou confirmados de COVID-19, as máscaras N95 ou equivalente podem ser usadas além da data de vencimento designada pelo fabricante. No entanto, eles podem não atender aos requisitos para os quais foram certificados, pois podem se degradar, comprometendo a qualidade do ajuste e da vedação. Esta orientação foi elaborada apenas

devido à demanda urgente causada pela emergência de saúde pública do COVID-19. Usuários que usam essas máscaras por períodos mais longos devem tomar as seguintes medidas de precaução antes de usar as máscaras N95 no local de trabalho:

- Inspeccionar a máscara N95 para verificar sua integridade (não podem ser usadas máscaras úmidas, sujas, rasgadas, amassadas ou amassadas).

- Verificar se componentes como tiras, ponte nasal e material de espuma nasal não se degradaram.

- Para remover a máscara, primeiro remova-a pelas faixas elásticas, tomando muito cuidado para não tocar na superfície interna.

- Armazenar em um saco de papel ou envelope com os elásticos abertos, para facilitar a remoção da máscara.

- Não colocar a máscara usada em um saco plástico, pois ela pode ficar úmida e potencialmente contaminada.

Lavar cuidadosamente as mãos antes de tocar nas máscaras
Não tocar seus olhos, nariz ou boca

Usar óculos de proteção ou protetores faciais

- Não se deve tentar limpar a máscara N95 usada ou equivalente com qualquer produto, pois elas são descartáveis e não podem ser limpas ou desinfetadas para uso posterior e, quando molhadas, perdem sua capacidade de filtragem.

O Conselho Federal de Enfermagem (COFEN)²⁶ fornece no livreto “Diretrizes sobre colocação e remoção de equipamentos de proteção individual (EPI)” as seguintes informações:

- As máscaras cirúrgicas não devem ser sobrepostas as máscaras N95 ou equivalente.

- Excepcionalmente, em situações de falta de suprimentos, a máscara N95 ou equivalente pode ser reutilizada pelo mesmo profissional, desde que sejam tomadas medidas obrigatórias para remover a máscara sem contaminação interna.

Se disponível, um protetor facial pode ser usado e, se a máscara estiver intacta, limpa e seca, pode ser usada várias vezes durante o mesmo turno pelo mesmo profissional por até 12 horas ou conforme definido pela Comissão de Controle Infecção Hospitalar (CCIH) do serviço de saúde.

Diretrizes e recomendações internacionais

Orientação Nebraska Medicine COVID-19:²⁷

Recomendações temporárias, desde que haja escassez nacional e internacional de equipamentos de proteção.

- O uso prolongado é preferível à reutilização, supondo que seja mais seguro para o funcionário deixar a máscara e a proteção ocular no local, para reduzir o risco de auto-contaminação por meio da colocação e remoção frequentes do mesmo equipamento.

- As máscaras N95 podem ser reutilizadas ou usadas por um longo período de tempo, desde que sejam capazes de selar, não tenham sido usadas durante um procedimento de geração de aerossóis ou estejam sujas, danificadas ou úmidas devido ao suor ou à perda de líquido insensível pela respiração.

- Todos os suprimentos (N95) devem ser armazenados em áreas designadas, trancadas ou protegidas (por exemplo, Gerente de Unidade / Supervisor / Escritório de Líderes ou Gerente de Laboratório) e serão emitidos para a equipe com um saco de papel ou um recipiente adequado que permita respirabilidade.

- O saco de armazenamento da N95 deve estar com o nome do profissional para evitar a reutilização por outra pessoa.

Centro Europeu de Prevenção e Controle de Doenças (ECDC):²⁸ “Máscaras de pano e esterilização de máscaras como opções em caso de falta de máscaras cirúrgicas e respiradores”:

- As evidências disponíveis mostram que as máscaras

de pano oferecem menos proteção que as cirúrgicas e podem até aumentar o risco de infecção devido à umidade, difusão de fluidos e retenção de vírus. É relatado que a penetração de partículas através do tecido é alta. Em um estudo controlado randomizado por cluster, os casos de doença semelhante à influenza e doença viral confirmada em laboratório foram significativamente maiores entre os profissionais de saúde que usavam máscaras de pano em comparação com aqueles que usavam máscaras cirúrgicas. No total, máscaras comuns de tecido não são consideradas protetoras contra vírus respiratórios e seu uso não deve ser incentivado para profissionais que cuidam de pacientes com COVID. No entanto, pode ser considerado para o grupo administrativo de trabalhadores se a escassez de máscaras cirúrgicas estiver em vigor

- No contexto de escassez severa de equipamentos de proteção individual (EPI), e somente se as máscaras cirúrgicas ou N95 não estiverem disponíveis, as máscaras de pano são propostas como uma solução temporária.

- O N95 geralmente é descartado após o uso, mas também pode ser reutilizado por um tempo limitado, a menos que haja risco de contaminação por deposição de partículas infecciosas na superfície. Até agora, os fabricantes não tiveram motivos ou incentivos para desenvolver métodos de descontaminação ou para introduzir máscaras reutilizáveis.

- O SARS-CoV-2, o vírus que causa o COVID-19, sobrevive no ambiente, inclusive em superfícies de vários materiais, como ferro, papelão e tecido. Isso explica que existe o risco de que a superfície externa das máscaras usadas no atendimento ao paciente possa ser rapidamente contaminada. A contaminação da superfície dos respiradores e máscaras cirúrgicas acarreta risco de infecção ao reutilizar uma máscara cirúrgica ou N95.

- Um relatório de 2006 da Academia Nacional de Ciências dos EUA sobre a possibilidade de reutilizar o N95 durante uma pandemia de influenza desencoraja essa prática por várias razões. Primeiro, o comitê não conseguiu identificar os métodos existentes que efetivamente removem a ameaça viral, são inofensivos ao usuário e não comprometem a integridade dos vários elementos da máscara facial. O relatório recomendou abordagens alternativas, como uso prolongado. A contaminação da superfície do respirador pode ser evitada colocando uma máscara simples sobre ela ou usando um protetor facial lavável.

- Devido à grande escassez de máscaras, vários métodos podem ser considerados para a esterilização de máscaras usadas. A esterilização a vapor é um procedimento usado rotineiramente em hospitais. A deformação da máscara ou o teste de falha após a esterilização a vapor a 134 ° C foram relatados em um estudo realizado na Holanda, dependendo do tipo de máscara FFP2 usada. A esterilização a vapor em temperaturas mais baixas está sendo estudada.

- Um estudo encomendado pela *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA mostrou que o vapor de peróxido de hidrogênio (HPV) era eficaz na descontaminação do N95 de um único organismo ao longo de vários ciclos de descontaminação. O respirador manteve sua função mesmo após 10 a 20 ciclos de HPV, mas mostrou sinais de degradação depois disso. Um estudo piloto na Holanda indicou que o método é eficaz para dois ciclos de descontaminação sem deformação, mantendo a capacidade de filtração avaliada por um teste rápido de ajuste, sugerindo que as máscaras FFP2 testadas (modelos sem celulose) possam ser reutilizadas até duas vezes. Uma possível ressalva desse método é que concentrações nocivas de peróxido de hidrogênio possam permanecer na máscara por dias após a descontaminação. Outra preocupação é que mais ciclos de descontaminação podem levar à deformação. Além disso, a

filtração não foi avaliada adequadamente.

- A irradiação gama é um método usado para esterilização em larga escala de dispositivos médicos. O equipamento necessário geralmente não está disponível em hospitais. Um estudo indicou que uma dose de 20kGy (2MRad) é suficiente para a inativação do coronavírus. Estudos em andamento sobre o uso de irradiação gama com uma dose de 24kGy para esterilizar respiradores demonstraram a possível deformação da máscara, comprometendo a camada de filtração interna e o encaixe da máscara na face. Um estudo na Holanda não mostrou deformação de uma máscara de FFP2 após irradiação gama com 25kGy, mas o teste de ajuste após o processo de descontaminação falhou.

- Outros métodos como descontaminação do ozônio, irradiação germicida ultravioleta e óxido de etileno também foram considerados. Esses métodos são considerados apenas como último recurso no caso de uma escassez iminente de EPI. Eles devem ser aplicados somente após avaliação cuidadosa da situação e após explorar a possibilidade de uso racional e consciente dos recursos. As autoridades nacionais de saúde pública e os grupos que estudam esses métodos são incentivados a compartilhar seus resultados assim que estiverem disponíveis.

Recomenda-se a limpeza de equipamentos reutilizáveis antes da esterilização, mas os dados sobre métodos de limpeza eficazes e não prejudiciais para equipamentos de uso único não estão disponíveis.

Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente (RIVM):¹²

- Em um estudo piloto, é encontrado um método de reprocessamento que leva a uma qualidade aceitável de máscaras faciais reprocessadas. A ressalva é que apenas pesquisas limitadas foram feitas sobre a retenção de partículas por máscaras faciais reprocessadas. Este estudo mostra que as máscaras faciais de FFP2 mantiveram sua forma e foram capazes de reter partículas em um teste 'rápido' após a esterilização (uma e duas vezes) com peróxido de hidrogênio.

- Essas máscaras consistem principalmente de polipropileno e não contêm celulose.

- Processos aplicados ao reprocessamento: as máscaras FFP2 não utilizadas foram reprocessadas no Departamento Central de Esterilização do *University Medical Center Utrecht* usando os seguintes processos (duas máscaras por condição):

1. Processo de limpeza a 60 ° Celsius (12 minutos) com etapa de secagem, sem detergente e sem desinfecção química.
2. Processo de limpeza com etapa de secagem, sem detergente, desinfecção térmica a 90 ° C (5 minutos).
3. Processo de limpeza com etapa de secagem, com agente de limpeza (MediClean forte), desinfecção térmica a 90 ° C (5 minutos).
4. Esterilização a gás sob baixa pressão de peróxido de hidrogênio vaporizado (ciclo Sterrad NX 100 Express com toda a tecnologia limpa (fase de secagem)); Aplicado até quatro vezes.
5. Esterilização a vapor a 134 ° C.

A eficácia dos processos acima é suficiente para inativar o coronavírus com base no conhecimento da inativação de tais vírus. Os processos de esterilização foram desenvolvidos para inativar todos os microrganismos.

- Máscaras que não foram deformadas visualmente foram posteriormente submetidas a um teste de ajuste no RIVM.

- Os processos de limpeza com uma etapa de desinfecção a 90° Celsius deformaram as máscaras a tal ponto que não

eram mais utilizáveis. Isso também se aplica ao processo de esterilização a vapor. Máscaras esterilizadas quatro vezes com peróxido de hidrogênio também foram deformadas, o que poderia comprometer a usabilidade.

Os testes de ajuste foram realizados em máscaras estéreis uma vez, duas e três vezes com peróxido de hidrogênio e em uma máscara que havia sido limpa sem detergente a 60 ° C, pois essas máscaras não haviam sido deformadas e as faixas elásticas estavam intactas. As máscaras esterilizadas uma vez, duas e três vezes com peróxido de hidrogênio deram um valor médio de teste de ajuste de 151, 103 e 28, respectivamente, indicando que as máscaras podem ser esterilizadas duas vezes com peróxido de hidrogênio e ainda podem ser usadas.

• A máscara que foi limpa a 60 ° C não deu um resultado satisfatório no teste de ajuste. Foi o caso da máscara molhada e da máscara completamente seca no ar. Com base nesses testes e nos resultados exploratórios preliminares, pode-se chegar à conclusão preliminar de que a esterilização uma e duas vezes usando um processo curto de peróxido de hidrogênio fornece um resultado aceitável, tanto após a inspeção visual quanto com base nos resultados do ajuste.²⁹

• No entanto, apenas um teste de ajuste foi realizado e apenas um tipo de máscara facial FFP2 foi testado. Outras máscaras disponíveis podem, por exemplo, conter celulose. A presença de celulose pode ser uma limitação ao usar peróxido de hidrogênio.

• Os processos aplicados não foram validados para o tratamento de máscaras cirúrgicas.

O Departamento de Saúde e Meio Ambiente do Kansas recomenda:³⁰

• Use alternativas aos respiradores N95 (por exemplo, outras classes de máscara facial com filtro, meia máscara elastomérica) sempre que possível;

• Implementar práticas que permitam uso prolongado e / ou reutilização limitada dos respiradores N95, quando aceitáveis;

• Priorizar o uso do N95 para profissionais de saúde com maior risco de contrair infecção ou sofrer complicações decorrentes da infecção.

Estado de conservação dos respiradores PFF-2 após uso na rotina hospitalar:³¹

• O objetivo de um estudo observacional foi quantificar os danos infligidos aos respiradores de PFF-2 ao longo do tempo de uso e estimar seu período de validade na prática clínica.

• Este estudo baseou-se na análise descritiva de máscaras cônicas do tipo PFF-2, coletadas pelos auxiliares de enfermagem após um, cinco, 15 e 30 dias consecutivos de uso, em um hospital de referência para doenças infecciosas.

• A partir do quinto dia, todas as máscaras estavam sujas, enquanto a dobra foi observada em mais de 80% dos equipamentos. Manchas e dobras internas foram mais frequentes após turnos de 12 horas do que turnos de 6 horas (IC 95%, p < 0,05). 16,17% das máscaras foram perdidas no

quinto dia e 38,93% após o trigésimo dia de uso.

A data de validade do respirador PFF-2, embora não seja conveniente reutilizá-lo, deve ser limitada a cinco dias.

A Sociedade de Cirurgiões Gastrointestinais e Endoscópicos Americanos recomenda:³²

• No uso prolongado de N95, há relatos que pode ser seguro por até 8 horas, as mesmas devem ser utilizadas juntamente com o protetor facial.

• Visto que o coronavírus perde sua viabilidade após 72 horas, recomenda-se o uso das estratégias de rotação e reutilização. A medida em que não há sujidade nas máscaras, podendo ser reutilizadas por até cinco vezes.

• Implementa-se a rotação da máscara, ou seja, as mesmas devem ser utilizadas em dias alternados. Assim, possibilita-se que elas sequem e que o vírus não esteja mais com viabilidade (> 72 horas).

• Nesta técnica o armazenamento ideal para as máscaras deve ser em um material respirável, sendo um saco de papel a melhor opção.

• Quanto aos métodos de reprocessamento: orienta-se que a capacidade de filtração e a carga eletrostática não sejam alteradas. Alguns métodos são descritos a seguir:

- Vaporização com Peróxido de Hidrogênio: a descontaminação possibilitou vários ciclos de processamento com preservação da função da N95. O FDA aprovou esta técnica como um método de emergência no caso de escassez de EPI's. Reforça-se que esta forma de reprocessamento, deve ser aplicada apenas em modelos que não contém celulose.

- Tratamento UV: esta medida requer protocolos de dosagem específicos e superfície de iluminação da área para garantir a inativação adequada das partículas virais.

- Calor úmido: O aquecimento a 60-70 ° C e com 80-85% de umidade relativa demonstrou ser eficaz com a redução do vírus da gripe, contudo, os dados são limitados.

- Calor seco: Esta técnica consiste no aquecimento a seco em temperaturas de 70 ° C por 30 minutos, assim possibilita-se que o vírus torne-se inviável, sem alterar a integridade do filtro.

- A utilização de micro-ondas no reprocessamento não é recomendada, visto que a mesma pode ser inflamável.

O Departamento de Saúde e Higiene Mental de Nova York orienta:³³

A escassez crítica de N95s e outros EPIs exigiram algumas mudanças, incluindo a reutilização de itens de uso único. Contudo, os profissionais de saúde podem se contaminar e para reduzir este risco, considerando que o vírus possa sobreviver por 72 horas em determinadas superfícies, sugere-se:

Proteger a N95 com um protetor facial, visto que o risco de reexposição pode ser mínimo.

Usar N95 por dia da semana, com a identificação de quem utilizou.

Após uso armazenar em um saco de papel ou outro recipiente limpo e respirável ao final de cada turno e manter em local quente e seco.

Repete-se a ordem de utilização a cada sete dias.

Tabela 1. Técnicas de reprocessamento.

Método	Integridade Estrutural da máscara	Estabilidade ou Inativação viral	Eficiência da Filtração (%)
UGIV	Desempenho e a aparência não foram afetados	Níveis indetectáveis de infectividade	95.50%
Peróxido de Hidrogênio	Desempenho não foi afetado	Tendência para inativação de patógenos	99.00%
Calor úmido	Houve separação parcial da almofada nasal	Desativação viral	Não avaliado
Óxido de etileno	Desempenho e aparência não foram alterados	Não avaliado	Não avaliado
Calor Seco	Desempenho e aparência não foram alterados (75°C)	Desativação viral	96.21%
Vapor	Houve alateiração	Não avaliado	94.74%

Fonte: Adaptado das referências 9,33,36.

Entre as maneiras de reprocessamento identificadas, as que apresentaram melhores resultados foram Peróxido de Hidrogênio e calor seco, no entanto, esta última técnica não deve ser realizada em altas temperaturas, pois a máscara pode sofrer degradação, a temperatura ideal seria em torno de 75°C por 30 minutos. O uso de esterilizantes com óxido de etileno, se não utilizados adequadamente apresentam risco elevado de toxicidade. Métodos que necessitam de desinfetantes ou calor úmido alteram a carga eletrostática, ou seja, não são indicados.

Para o reprocessamento não recomenda-se a utilização de forno doméstico ou micro-ondas, visto que ambos potencializam o risco de explosão.

Os respiradores N95 podem ser reutilizados após a desinfecção? E quantas vezes?⁹

Os mecanismos de reprocessamento de materiais expostos a bactérias e vírus, possuem as seguintes atuações: desnaturação de proteínas, destaque para produtos com álcool e de fontes de calor, na destruição do DNA / RNA, os agentes são os raios UV, peróxido de hidrogênio e oxidantes.

Alguns testes de possíveis técnicas de reprocessamento foram feitos, os mesmos correspondem aos seguintes resultados:

- aquecimento a seco, e até mesmo o úmido, desde que em temperaturas <100 ° C, mantém as características da máscara N95 sem alterações.
- Já o uso de vapor, em períodos longos de utilização podem degradar o material.
- Os raios UVGI são recomendados apenas se em doses menores que 1000 J / cm².
- Quando se optou por métodos em solução, os mesmos danificaram a filtração das máscaras, não sendo uma opção viável.

Descontaminação e reutilização de respiradores N95 com vapor de peróxido de hidrogênio para solucionar a escassez mundial de equipamentos de proteção individual durante a pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19):³⁴

O reprocessamento com peróxido de hidrogênio foi analisado pela Universidade de Duke, e a apresentou os seguintes resultados:

- Após aplicação da técnica, as máscaras N95 não sofreram alterações, a carga eletrostática não foi comprometida.
- Estudos anteriores corroboram com os achados, e os mesmos afirmam que a capacidade de filtragem se manteve mesmo após 50 ciclos de reprocessamento.

Métodos de limpeza e reutilização das máscaras N95 propostos pelo inventor da N95:³⁵

Um dos desenvolvedores do modelo de máscaras N95, Peter Tsai, indica algumas técnicas de reprocessamento e reutilização, tais como:

- Calor a Seco: Máscaras aquecidas por 30 minutos em 70°C, a eficiência de filtragem permanece entre 92,4% - 98,5% após este método.
- Rotação: Utilização alternada de máscaras durante a semana.
- Não recomenda-se técnicas com produtos alcoólicos, pois alteram a capacidade de filtração.

Final Report for the Bioquell Hydrogen Peroxide Vapor (HPV) Decontamination for Reuse of N95 Respirators:³⁶

Em tempos de falta de EPIs, o peróxido de hidrogênio é uma alternativa de reprocessamento, ele apresenta baixa toxicidade e apresenta bons resultados em frente ao reuso das máscaras N95.

Em um estudo piloto, as máscaras N95 foram submetidas a diversos testes para viabilidade, as amostras analisadas constataram que não houve degradação visível quando as mes-

mas foram submetidas entre 10 ou 20 ciclos. A eficiência da filtração não sofreu alterações, manteve-se em torno de 99%.

Salienta-se que técnicas para a finalidade de reuso são viáveis visto o contexto que a sociedade vivencia neste momento.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar da força das evidências científicas serem considerada baixa devido à impossibilidade de reproduzir sua metodologia, as revisões narrativas podem contribuir para o debate de determinados temas, levantando questões e colaborando na aquisição e atualização de conhecimentos em um curto período de tempo.

CONCLUSÕES

Em situações de falta ou escassez de EPIs, as máscaras de pano são propostas como uma solução temporária e as máscaras N95 ou equivalente podem ser usadas além da data de vencimento designada pelo fabricante. Outra alternativa é o uso prolongado das máscaras pelo mesmo profissional. O período de validade das máscaras N95 deve ser limitado a cinco dias ou conforme definido pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH).

Recomenda-se também as estratégias de rotação das máscaras, em que as mesmas devem ser reutilizadas alternadamente durante a semana. Assim, possibilita-se que elas sequem e que o vírus não esteja mais com viabilidade (> 72 horas).

Quanto aos métodos de reprocessamento, os mesmos não devem alterar a capacidade de filtração e a carga eletrostática das máscaras. Alguns métodos foram testados, como: Vapor gerado por microondas (MGS); Calor úmido quente (WMH), radiação UV. No entanto, vale ressaltar que nenhum desses métodos é capaz de atingir níveis ideais de reutilização. Contudo, procedimentos de desinfecção e reutilização podem ser necessários para combater a escassez desses materiais. A esterilização até duas vezes com peróxido de hidrogênio forneceu um resultado aceitável, porém, apenas um teste de ajuste foi realizado e apenas um tipo de máscara facial N95 foi testado. O FDA aprovou esta técnica visto a possibilidade de escassez de EPI's.

O reprocessamento com o calor a seco, em temperaturas em torno de 70 °C, com duração de 30 minutos, possibilitou a inativação do vírus, sem dano estrutural ou alteração eletrostática.

Até o momento, os fabricantes não tiveram incentivo para desenvolver métodos de descontaminação ou introduzir máscaras reutilizáveis.

PARECER SOBRE AS MÁSCARAS N95

Tendo em vista a situação de demanda excessiva pelo uso de EPI durante o período epidêmico, são aceitáveis as seguintes recomendações:

- A melhor medida é o uso prolongado das máscaras, cujo período de validade deve ser limitado a cinco dias ou conforme definido pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) do serviço de saúde, desde que não haja contaminação ou perda grosseira integridade da máscara.

- Outra estratégia é a rotação das máscaras, em que as mesmas podem ser reutilizadas alternadamente durante a semana.

Nota: As máscaras devem ser manuseadas adequadamente para evitar contaminação e, de preferência, usar proteção facial.

- Em relação às máscaras N95 sem celulose, o proces-

samento é aceitável tendo em visto não haver danos estruturais significativos e nem alteração da carga eletrostática, com capacidade de filtração mantida e com inativação viral. Os métodos sugeridos são:

1. Câmara de peróxido de hidrogênio
2. Calor a Seco (70 °C por 30 minutos)

Nota: Desde que não sejam reprocessados mais de duas vezes. Veja a descrição das técnicas de reprocessamento mencionadas acima.

• Após o reprocessamento, elas devem ser devidamente embaladas e identificadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Unimed Curitiba por seu apoio incondicional ao desenvolvimento de pesquisa e inovação.

REFERENCES

1. World Health Organization. Emergencies. Diseases. Coronavirus disease (COVID-19) Pandemic. WHO; [Internet]. 2020. [citado em 13 de Abril de 2020]. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
2. Wu JT, Leung K, Leung GM. Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: a modelling study. *Lancet* [Internet]. 2020 Jan [citado em 13 de Abril de 2020];395(10225):689-97. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30260-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30260-9)
3. Munster VJ, Koopmans M, Van ND, et al. A novel coronavirus emerging in china — key questions for impact assessment. *N Eng J Med* [Internet]. 2020 Feb [citado em 13 de Abril de 2020];382:692-4. doi:10.1056/NEJMp2000929
4. Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 Feb [citado em 13 de Abril de 2020];382:727-33. doi: <http://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>
5. World Health Organization. Infection prevention and control during health care when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected. WHO; [Internet]. 2020. [citado em 13 de Abril de 2020]. Disponível: [https://www.who.int/publications-detail/infection-prevention-and-control-during-health-care-when-novelcoronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected-20200125](https://www.who.int/publications-detail/infection-prevention-and-control-during-health-care-when-novelcoronavirus-(ncov)-infection-is-suspected-20200125)
6. Ranney ML, Griffith V, Jha AK. Critical Supply Shortages — The Need for Ventilators and Personal Protective Equipment during the Covid-19 Pandemic. *N. Engl. J. Med* [Internet]. 2020. [citado em 13 de Abril de 2020]. doi:10.1056/NEJMp2006141.
7. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada nº 356, de 23 de março de 2020. Dispõe, de forma extraordinária e temporária, sobre os requisitos para a fabricação, importação e aquisição de dispositivos médicos identificados como prioritários para uso em serviços de saúde, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. *Diário Oficial da União*, 23 de março de 2020. Seção I: p. 25.
8. Albuquerque F, Sa BHD, Thiessen FS, et al. Uso de equipamentos de proteção (EPI) por profissionais de saúde. [Internet]. 2019 [citado em 13 de Abril de 2020]. Disponível em: <http://repositorio.saolucas.edu.br/>
9. Liao L, Xiao W, Zhao M, et al. Can N95 respirators be reused after disinfection? And for how many times?. *medRxiv* [Internet]. 2020. [citado em 13 de Abril de 2020]. doi: 10.1101/2020.04.01.20050443
10. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Saúde da Família. Coordenação-Geral de Garantia dos Atributos da Atenção Primária. Nota Informativa nº 3/2020-CGGAP/DESF/SAPS/MS. Brasília, (DF), 2020.
11. World Health Organization. Advice on the use of masks in the context of COVID-19. 2020. WHO; [Internet]. 2020. [citado em 13 de Abril de 2020]. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331693>
12. Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente. Reuse of FFP2 masks [Internet], 2020. [citado em 30 de Março de 2020]. Disponível em: <www.rivm.nl>
13. Benitez-Peche JM. Sobre el uso o no de mascarillas, tan incierto como el nuevo coronavirus. *Revista Experiencia en Medicina del Hospital Regional Lambayeque*, [Internet]. 2020 [citado em 08 de Abril de 2020].v. 6, n. 1. doi: 10.37065/rem.v6i1.435
14. Freitas ARR, Napimoga M, Donalisio. Análise da gravidade da pandemia de Covid-19. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, [Internet]. 2020 [citado em 06 de Abril de 2020]. v. 29, p. e2020119. doi: 10.5123/s1679-49742020000200008
15. Croda JHR, Garcia LP. Immediate Health Surveillance Response to COVID-19 Epidemic. *Epidemiol Serv Saude*. [Internet]. 2020 [citado em 08 de Abril de 2020]. doi: 10.5123/S1679-49742020000100021.
16. Gallasch CH, Cunha ML, Pereira LAS, et al. Prevenção relacionada à exposição ocupacional do profissional de saúde no cenário de COVID-19. *Revista Enfermagem UERJ*, [Internet]. 2020 [citado em 08 de Abril de 2020].v. 28, p. 49596. doi: 10.12957/reuerj.2020.49596
17. Lopez FG, Palotti PLM, Barbosa SCT, et al. Mapeamento dos profissionais de saúde no Brasi: alguns apontamentos em vista da crise sanitária da Covid-19. [Internet]. 2020 [citado em 08 de Abril de 2020]. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/>
18. Mechler S. Covid-19 Pandemic: Disinfection and Sterilization of Face Masks for Viruses [Internet]. 2020. [citado em 31 de Março de 2020]. Disponível em: <https://consteril.com/covid-19-pandemic-disinfection-and-sterilization-of-face-masks-for-viruses/>
19. Franco AG, Franco ABG, Carvalho GAP, et al. Máscaras cirúrgicas em tempos de coronavírus. *InterAmerican Journal of Medicine and Health* [Internet]. 2020 [citado em 13 de Abril de 2020]. v. 3, p. e202003003-e202003003, 2020. doi: 10.31005/iajmh.v3i0.73
20. Pastore ODA, Iramina WS. A influência da temperatura na eficiência de filtros com carga eletrostática usados na proteção respiratória. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, [Internet]. 2009. [citado em 27 de Abril de 2020]. v. 34, n.119, p.28-39. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbso/v34n119/04v34n119.pdf>
21. Ferenhof H, Fernandes RF. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. *Revista ACB*, [Internet]. 2016 [citado em 13 de Abril de 2020]. v. 21, n. 3, p. 550-563. Disponível em: <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1194/pdf>
22. Rother ET. Revisão sistemática X revisão narrativa, *Acta Paulista* [Internet]. 2007 [citado em 13 de Abril de 2020]. doi: 10.1590/S0103-21002007000200001
23. Lindsley WG, Martin SB, Thewlis RE. Effects of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) on N95 respirator filtration performance and structural integrity. *Journal of occupational and environmental hygiene*, [Internet]. 2015. [citado em 13 de Abril de 2020] v. 12, n. 8, p. 509-

517. doi: 10.1080/15459624.2015.101851822
24. Mills D, Harnish DA, Lawrence C, et al. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. *American journal of infection control*, [Internet]. 2018. [citado em 02 de Abril de 2020]. v. 46, n. 7, p. e49-e55. doi: 10.1016/j.ajic.2018.02.018
 25. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020 [Internet]. Brasília: 2020 [citado em 30 de Março de 2020]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271858/Nota+-T%C3%A9cnica+n+04-2020+GVIMS-GGTES-ANVISA/ab598660-3de4-4f14-8e6f-b9341c196b28>
 26. Conselho Federal de Enfermagem. Orientações sobre a colocação e retirada dos equipamentos de proteção individual (EPIs). [Internet]. Brasília: 2020 [citado em 27 de Março de 2020]. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/cartilha_epi.pdf
 27. Nebraska Medicine. COVID-19 PPE Guidance [Internet]. 2020. [citado em 27 de Março de 2020]. Disponível em: <https://www.nebraskamed.com/for-providers/covid19>.
 28. European Centre for Disease Prevention and Control. Cloth masks and mask sterilisation as options in case of shortage of surgical masks and respirators. [Internet]. 2020. [citado em 30 de Março de 2020]. Disponível em: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/cloth-masks-sterilisation-options-shortage-surgical-masks-respirators>
 29. Kenney P, Chan BK, Kortright K et al. Hydrogen Peroxide Vapor sterilization of N95 respirators for reuse. medRxiv, [Internet]. 2020 [citado em 09 de Abril de 2020]. doi: 10.1101/2020.03.24.20041087
 30. Kansas Department of Health and Environment. Strategies for Optimizing the Supply of N95 Respirators [Internet]. 2020. [citado em 30 de Março de 2020]. Disponível em: <https://www.kdheks.gov/>
 31. Duarte LRP, Miola CE, Cavalcante NJF, et al. Estado de conservação de respiradores PFF-2 após uso na rotina hospitalar. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, [Internet]. 2010 [citado em 27 de Março de 2020]; 44(4): 1011-1016. doi: 10.1590/S0080-62342010000400022
 32. Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. N95 Mask Re-Use Strategies [Internet]. 2020. [citado em 27 de Abril de 2020]. Disponível em: <https://www.sages.org/>
 33. New York City Department of Health and Mental Hygiene. COVID-19: Potential Decontamination Strategies for N95 Respirators [Internet]. 2020. [citado em 27 de Abril de 2020]. Disponível em: <https://coronavirus.health.ny.gov/home>
 34. Schwartz A, Stiegel M, Greeson N, 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. *Journal of ABSA International* [Internet]. 2020. [citado em 27 de Abril de 2020]. doi: 10.1177/1535676020919932
 35. Juang PSC, Tsai P. N95 Respirator Cleaning and Re-Use Methods. Proposed by the Inventor of the N95 Mask. *The Journal of Emergency Medicine* [Internet]. 2020. [citado em 27 de Abril de 2020]. doi: 10.1016/j.jemermed.2020.04.036.
 36. Food and Drug Administration. Final Report for the Bioquell Hydrogen Peroxide Vapor (HPV) Decontamination for Reuse of N95 Respirators. [Internet]. 2020. [citado em 27 de Abril de 2020]. Disponível em: <https://www.fda.gov/media/136386/download>