

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENFERMAGEM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM**

**Daniela Silva dos Santos Schneider**

**VIABILIDADE E CUSTO-BENEFÍCIO NO REÚSO DE RESPIRADORES PFF2  
DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UM ESTUDO MULTIMÉTODOS**

**Porto Alegre**

**2023**

**Daniela Silva dos Santos Schneider**

**VIABILIDADE E CUSTO-BENEFÍCIO NO REÚSO DE RESPIRADORES PFF2  
DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UM ESTUDO MULTIMÉTODOS**

Tese para obtenção do título de Doutora do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Área de concentração:** Políticas e práticas em saúde e enfermagem

**Eixo temático:** Gestão/gerenciamento de serviços de saúde e enfermagem. Segurança em Saúde

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Müller Magalhães

**Porto Alegre**

**2023**

CIP - Catalogação na Publicação

Silva dos Santos Schneider, Daniela  
VIABILIDADE E CUSTO-BENEFÍCIO NO REÚSO DE  
RESPIRADORES PFF2 DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UM  
ESTUDO MULTIMÉTODOS / Daniela Silva dos Santos  
Schneider. -- 2023.  
295 f.  
Orientadora: Ana Maria Müller de Magalhães.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Escola de Enfermagem, Programa de  
Pós-Graduação em Enfermagem, Porto Alegre, BR-RS,  
2023.

1. Infecções por Coronavirus. 2. Enfermagem Baseada  
em Evidências. 3. Esterilização. 4. Administração de  
Serviços de Saúde. 5. Equipamento de Proteção  
Individual. I. Müller de Magalhães, Ana Maria, orient.  
II. Título.

DANIELA SILVA DOS SANTOS SCHNEIDER

**VIABILIDADE E CUSTO-BENEFÍCIO NO REUSO DE RESPIRADORES PFF2  
DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19: UM ESTUDO MULTIMÉTODOS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Enfermagem da Escola de Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Enfermagem.

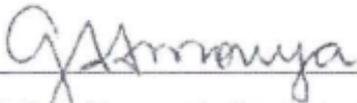
Aprovada em Porto Alegre, 05 de janeiro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

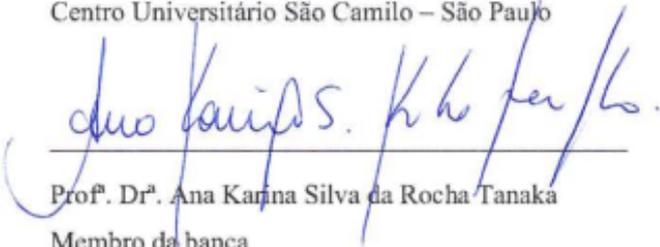
Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ANA MARIA MULLER DE MAGALHAES  
Data: 06/01/2023 11:37:38-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria Müller de Magalhães  
Presidente da Banca – Orientadora  
PPGENF/UFRGS

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giovana Abrahão de Araújo Moriya  
Membro da banca

Centro Universitário São Camilo – São Paulo

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Karina Silva da Rocha Tanaka  
Membro da banca

EENF/UFRGS

  
Prof. Dr. João Lucas Campos de Oliveira  
Membro da banca

PPGENF/UFRGS

"Ciência e vida cotidiana não podem e não devem ser separadas."

Rosalind Franklin

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais, Osmar e Adenir, por sempre me incentivarem a estudar e a buscar respostas às minhas inquietudes desde a minha infância. Obrigada, mãe, por me dizer para ir atrás dos meus sonhos, por me perguntar, por me ouvir e estar presente em todos os momentos decisivos. Obrigada, pai, por ser um exemplo de ser humano e de profissional, no qual sempre me espelhei. Muito obrigada pelos conselhos e pelo incentivo.

Ao Alberto, pelo apoio incondicional nos momentos em que tivemos que fazer escolhas, por me encorajar a voltar a estudar e me tornar uma pessoa melhor. Por ter um olhar crítico "não pesquisador" sobre este trabalho. Obrigada pela compreensão e pelas inúmeras horas cedidas ao nosso desenvolvimento, afinal, esta e outras conquistas durante esses 4 anos não seriam possíveis sem tu estar ao meu lado!

Aos meus padrinhos e afilhadas, Andressa, Isabelle e Giulia, por me tornarem uma pessoa preocupada em dar o melhor exemplo a vocês, em busca de um mundo melhor.

Ao meu irmão e cunhada, meu sentimento de gratidão por terem me apoiado ao longo da minha vida.

À minha família e aos meus sogros, pessoas especiais que sempre transmitem energias positivas e me apoiaram em todos os momentos. Agradeço a compreensão das minhas ausências.

Ao programa de Pós-Graduação em Enfermagem da UFRGS, professores e colegas, pelo aprendizado e trocas, tanto presenciais quanto remotas.

À minha orientadora, Profa.<sup>a</sup> Ana Maria Muller de Magalhães, meu eterno agradecimento e admiração. Obrigada por ter aceitado o desafio de mudarmos o tema da tese em meio a tantas incertezas no início desta pandemia. Muito obrigada pelos conhecimentos transmitidos, por me encorajar a pesquisar, por ser compreensiva e dedicada. Sei que também foi um desafio para você conhecer a área de processamento de materiais. Espero termos muitos momentos de pesquisas e trocas em um futuro próximo.

À prof.<sup>a</sup> Carlise, por ter me ensinado sobre os primeiros passos na construção de uma revisão sistemática.

Ao prof. João, por ter me acolhido como doutoranda na editoração da Revista Gaúcha de Enfermagem e ser meu tutor no estágio de docência, é um grande mestre. Aprendi muito sobre metodologia e desenvolver o olhar crítico sobre a qualidade das pesquisas que consumimos e que escrevemos.

Aos meus colegas de PPGENF, orientandos da profa. Ana, Denilse, Deise, Andrieli, Caren e Luciano, pela parceria, pela amizade e pelas trocas em todos os momentos dessa trajetória que escolhemos.

Aos colegas do Núcleo de Estudos sobre Gestão em Enfermagem, NEGE, agradeço pelas sugestões durante os seminários, foram contribuições ímpares no aprimoramento deste trabalho. À bolsista Gabriela pela ajuda e contribuição nesta etapa final.

À Vânia pela paciência, pelo pronto aceite e apoio estatístico.

Ao Vinícius e à Juliane, pela revisão da pesquisa final.

À Direção do Hospital de Clínicas e ao Grupo de Enfrentamento da pandemia da COVID-19, por terem me instigado a pensar em uma alternativa diante de um momento de muitas incertezas no início de 2020, aquele momento foi o início da produção que entrego ao Hospital como minha contribuição e eterna gratidão de tudo que vivi e conquistei nestes 10 anos de HCPA.

Às minhas chefias do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em especial as professoras do Serviço de Enfermagem em Centro Cirúrgico - SECC Lia, Ana Karina, Simone Algeri e Carlise, agradeço pela parceria, pelo companheirismo, pelos conselhos, por incentivar a sair da zona de conforto. Carinho especial a prof.<sup>a</sup> Elisabeth Thomé e a prof.<sup>a</sup> Lia, que em 2018 me incentivaram a fazer a seleção do doutorado, em um momento em que eu estava quase desistindo. Aprendi e aprendo muito com vocês.

À equipe do Laboratório de Engenharia Biomédica e ao eng. Paulo Sanches, por ter se disponibilizado a fazer o estudo piloto, que embasou o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de chefia do SECC, às enfermeiras, à Ana Claudia, e à equipe do Centro de Material e Esterilização (CME), meu sentimento de gratidão por terem me apoiado para me dedicar intensamente à tese, em meio à mudança da nossa estrutura e de todos os desafios que vivemos nestes 4 anos. Em especial à enf. Crislaine, por ter me ajudado nos experimentos.

Aos professores Giovana, Ana Karina, Rodrigo e João que aceitaram participar das bancas, as sugestões contribuíram para aprimorar o resultado desta pesquisa.

Agradeço a todos que participaram desta fase da minha vida e tornaram possível a concretização deste trabalho.

Minha gratidão eterna!

**SCHNEIDER, D.S.S.** Viabilidade e custo-benefício no reuso de respiradores PFF2 durante a pandemia da COVID-19: um estudo multimétodos. Teses (Doutorado em Enfermagem) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2023.

## RESUMO

No final do primeiro trimestre de 2020 a Organização Mundial da Saúde reconheceu a contaminação pelo novo SARS-Cov2 como uma pandemia. Diante disso, encontrar alternativas diante das dificuldades de fornecimento de EPIs, incluindo aqueles de difícil fabricação e considerados descartáveis, como os respiradores do tipo N95 e/ou PFF2, tornou-se uma das tarefas difíceis e primordiais para garantir assistência aos pacientes com a doença do coronavírus (COVID-19). **Objetivo:** Avaliar a segurança no uso de respiradores descontaminados do tipo PFF2, equipamentos de proteção individual (EPIs) considerados de uso único por profissional de saúde em situações de pandemia. **Método:** Pesquisa de abordagem de multimétodos. O estudo foi dividido em três desdobramentos metodológicos: uma revisão sistemática com metanálise, um estudo com desenho quase-experimental e um estudo de caso. O relatório da revisão sistemática com metanálise foi desenvolvido em oito bases científicas, de acordo com as orientações de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*, com busca de publicações entre janeiro de 2020 e agosto de 2022. A pergunta norteadora foi: o reuso e/ou descontaminação de máscaras N95 viabiliza a manutenção da integridade e eficiência de filtração para os profissionais de saúde na prevenção da COVID-19? A meta-análise foi realizada usando meta-regressão, com variação inversa. A avaliação metodológica dos artigos foi realizada através do instrumento *Joanna Briggs critical appraisal* para ensaios experimentais não randomizados. O quase-experimento e o estudo de caso foram realizados na Central de Materiais e Esterilização (CME), em um hospital público, universitário e federal da região Sul do Brasil. Foi definido o cálculo do tamanho amostral mínimo de seis respiradores PFF2 para cada tipo de intervenção e tempo de uso para o desenvolvimento do quase-experimento. Este cálculo foi baseado no estudo piloto com máscaras novas com simulação de uso, com análise de potência de 90%, com dois desvios-padrão e com nível de confiança de 95%. As amostras foram coletadas de forma não aleatória, com recrutamento sequencial em duas unidades: Unidade de Terapia Intensiva (UTI não-COVID), na qual os profissionais utilizavam respiradores PFF2 por 42 horas, e a UTI-COVID, na qual as máscaras PFF2 foram utilizadas por 6 horas. O período da coleta foi de 60 dias, entre os meses de abril e junho de 2021. Os critérios de inclusão foram: respiradores do tipo PFF2 fornecidos pela instituição para uso profissional contra agentes biológicos, com laudos de certificação de eficiência bacteriológica, e usados pelos profissionais das UTIs COVID e não-COVID, conforme o protocolo. Os critérios de exclusão foram: respiradores com deformidades ou danificados, com perda de integridade aparente, com marcações que não fossem decorrentes de uso, respiradores valvulados, bem como respiradores da UTI não-COVID descartados com tempo de uso inferior ou superior às 42 horas (7 plantões de 6 horas) preconizadas. Os grupos foram divididos por tempo de uso e tipo de intervenção: Grupo Controle, composto de respiradores novos, e nove grupos experimentais adicionais. Foram consideradas como variáveis dependentes quantitativas: os resultados dos testes de resistência à respiração, à penetração do filtro e à inflamabilidade relacionada à segurança do usuário após o processo de descontaminação de respiradores PFF2. Como variáveis independentes qualitativas foram considerados os tipos de processo de descontaminação. As amostras foram analisadas em laboratório tecnológico de materiais e produtos para o controle da qualidade na cidade de São Paulo, certificado pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE), com base na norma ABNT NBR 13698/2022, avaliando resistência à respiração com fluxo contínuo de inalação e exalação, penetração através do filtro e inflamabilidade. Os dados foram analisados por meio

de estatística descritiva. Para analisar se o respirador permaneceu seguro para o uso após a descontaminação em relação ao grupo controle, foi empregado o teste t Student, para verificar a diferença da resistência à respiração (inalação e exalação) e à penetração do filtro da PFF2 entre os grupos foi utilizado o teste *Anova*. Foram considerados significativos os valores de  $p < 0,05$ . Para o estudo de caso, foram aplicadas fontes institucionais, registros de tempo e recursos utilizados para a descontaminação de respirador PFF2. Baseado no modelo de IOWA, foi elaborado o fluxo do processo com a identificação das etapas para viabilizar a descontaminação dos respiradores. Posteriormente, foi elaborada uma planilha para coleta dos dados e comparação dos custos diretos no período pré e durante a pandemia. Quanto aos preceitos bioéticos, esta pesquisa foi orientada pela legislação, aprovada pelo comitê de ética da instituição, CAAE 702207717.4.0000.5327, parecer de aprovação n.2.183.123. **Resultados:** Como resultados da revisão sistemática, sete artigos foram incluídos na extração dos dados e avaliação crítica, e três na meta-análise. Quatro estudos avaliaram a integridade por inspeção visual e dois por microscopia eletrônica. Não se constatou associação entre o aumento do número de ciclos e a redução da filtração em até 10 ciclos. Nenhum estudo foi considerado de alta qualidade metodológica. Quanto aos resultados do quase-experimento, a resistência à respiração da PFF2 se manteve dentro dos limites preconizados pela norma para os diferentes fluxos de pressão ( $p \leq 0,001$ ) na comparação entre as máscaras novas e usadas, independente do tempo de uso. Em relação à manutenção da filtração da PFF2, verifica-se que todos os grupos se mantiveram dentro do limite preconizado de penetração (<6%) utilizando cloreto de sódio em um fluxo contínuo de 95l/min. No entanto, constata-se diferença significativa ( $p=0,002$ ) entre as máscaras descontaminadas e as novas, independentemente do tipo de tratamento no requisito de penetração. Ao avaliar o tempo de uso, as máscaras descontaminadas e utilizadas por 42h apresentaram, quando comparadas às máscaras novas, diferença significativa na penetração ( $p=0,012$ ). Em relação ao estudo de caso, afirma-se que, no cenário analisado, o custo do processo de descontaminação de respiradores do tipo PFF2 de uso único durante a pandemia da COVID-19 não é justificável em períodos em que não há escassez de recursos. **Conclusão:** A partir da revisão sistemática, há evidências da manutenção da integridade e filtração após reuso de respiradores N95/PFF2 para prevenir a COVID-19. O quase-experimento ratificou alguns achados da revisão sistemática, mostrando que a descontaminação de máscara PFF2 é viável nos tipos de descontaminações propostos neste estudo, em situações de pandemia, quando avaliados os requisitos de resistência e manutenção da filtragem em acordo com a norma preconizada. Resíduos de suor e/ou maquiagem não se configuraram como fatores impeditivos para manutenção da filtragem dos respiradores PFF2, além de não terem influenciado no risco de maior ou menor inflamabilidade da máscara. Quanto ao custo do processo de descontaminação desses respiradores, a única justificativa viável para a prática da descontaminação seria a indisponibilidade e o desabastecimento deste EPI.

**Palavras-Chave:** Infecções por Coronavírus; Enfermagem; Enfermagem Baseada em Evidências; Esterilização; Administração de Serviços de Saúde; Equipamento de Proteção Individual; Dispositivos de Proteção Respiratória.

## ABSTRACT

At the end of the first quarter of 2020, the World Health Organization recognized the contamination by the new SARS-Cov2 as a pandemic. Finding alternatives for the difficulties in providing PPE, including those that are difficult to manufacture and are considered disposable, such as N95 and/or PFF2 respirators, became one of the hardest and fundamental tasks to ensure assistance to patients with coronavirus disease (COVID-19). **Objective:** To evaluate the safety in the use of PFF2 respirators decontaminated type, personal protective equipment (PPE) considered for one-time use by a health professional in pandemic situations. **Method:** Research was based on a multimethod approach. This study was developed in three methodological unfoldings: a systematic-metanalysis review, a study with a quasi-experimental design and a case-study. The systematic-metanalysis review report was developed based on the orientations of the *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)* on eight scientific basis, looking for publications between January of 2020 and August of 2022. The guiding question was: does the reuse and/or decontamination of N95 masks enable to maintain the integrity and efficiency of filtration for health professionals in the COVID-19 prevention? The metanalysis was carried out using meta-regression with inverse variance. The articles methodological evaluation was performed through the tool *Joanna Briggs critical appraisal* for not randomized experimental tests. The quasis-experiment and the case study were carried out at the Materials and Sterilization Center, in a public, federal and university hospital in the southern region of Brazil. It was established the sample size calculation minimum of six PFF2 respirators for each type of intervention and time of use for the development of the quasis-experiment. The calculation was based on the pilot study with new masks with simulated use, with power analysis of 90%, with two standard deviations and confidence level of 95%. The samples were collected non-randomly, with sequential recruitment in two units: Intensive Care Unit (non-COVID ICU), in which professionals used PFF2 respirators for 42 hours, and the ICU-COVID, in which PFF2 masks were used for 6 hours. The collection period was of 60 days between the months of April and June of 2021. As inclusion criteria, were used PFF2 respirators for professional use against biological agents provided by the institution, with bacteriological efficiency certification reports, and used by professionals of COVID and non-COVID ICUs, according to the protocol. Exclusion criteria were respirators with deformities or damaged, with apparent loss of integrity, with marks that were not due to use, valved respirators, as well as non-COVID ICU respirators discarded with time of use less than or greater than 42 hours (7 shifts of 6 hours) recommended. The groups were divided by time of use and type of intervention: Control Group, composed of new respirators, and nine additional experimental groups. The following quantitative dependent variables were considered: results of breath resistance tests, of filter penetration and of flammability related to user safety after the decontamination process of PFF2 respirators. As qualitative independent variables, the types of decontamination process were considered. The samples were analyzed in a materials and products technological laboratory for quality control in the city of São Paulo, certified by the *Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE)*, based on the ABNT NBR 13698/2022 norm, evaluating the resistance of breathing with a continuous flow of inhalation and exhalation, penetration through the filter and flammability. Data were analyzed using descriptive statistics. To analyze if the respirator remained safe for use after decontamination compared to the control group *T Student* test was used to verify the difference of breathing resistance (inhalation and exhalation) and to the penetration of the PFF2 filter was used the ANOVA test. Values of  $p < 0.05$  were considered significant. For the case study, institutional sources, time registrations and resources used for the decontamination of PFF2 respirator were applied. Based on the IOWA model, the process flow was elaborated with the identification stages to enable respirators decontamination. Afterwards, a spreadsheet was

made to collect data and to compare direct costs in the periods of before and during the pandemic. As for the bioethical precepts, this research was guided by the legislation, approved by the institution's ethics committee, CAAE 702207717.4.0000.5327, approval opinion n.2.183.123. **Results:** As systematic review results, seven articles were included in the data extraction and critical evaluation, and three articles in the metanalysis. Four studies evaluated the integrity by visual inspection and two studies by electronic microscopy. There was not observed any association between the increase in the number of cycles and the filtration reduction in up to ten cycles. Any study was considered of high methodological quality. As for the quasi-experiment results, the PFF2 breathing resistance remained within the limits recommended by the norm for the different pressure flows ( $p \leq 0.001$ ) in the comparison between new and used masks, regardless of the time of use. Regarding the PFF2 filtration maintenance, it is verified that all groups remained within the recommended penetration limit (<6%) using sodium chloride in a continuous flow of 95l/min. However, there is a significant difference ( $p=0.002$ ) between decontaminated and new masks, regardless of the type of treatment in the penetration requirement. When evaluating the time of use, the masks decontaminated and used for 42 hours presented, when compared to new masks, a significant difference in penetration ( $p=0.012$ ). Regarding the case study, it is stated that, in the scenario analyzed, the costs of PFF2 respirators decontamination process of single use during the COVID-19 pandemic is not justifiable in periods where there is no resource shortage. **Conclusion:** From the systematic review, there is integrity and filtration maintenance evidence after the reuse of N95/PFF2 respirators to prevent COVID-19. The quasi-experiment ratified findings of systematic review, showing that PFF2 mask decontamination is practicable in the types of decontamination proposed in this study, in pandemic situations, when the resistance and filtering maintenance requirements were evaluated in accordance with the recommended norm. Sweat and/or makeup residues were not configured as deterrent factors for the filtering of PFF2 respirators maintenance, as well as not influencing the risk of greater or lesser flammability of the mask. In terms of decontamination process cost of single-use PFF2 respirators, the only viable justification for the practice of PFF2 masks decontamination would be the unavailability and shortage of this PPE.

**Keywords:** Coronavirus Infections; Nursing; Evidence-Based Nursing; Sterilization; Health Services Administration; Personal Protective Equipment; Respiratory Protective Devices.

## LISTA DE ABREVIATURAS

Sars-Cov2	Coronavirus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave
Covid-19	Coronavirus Disease-2019
EPI	Equipamento de Proteção Individual
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
CME	Centro de Material e Esterilização
JCI	Joint Commition International
CTI	Centro de Terapia Intensiva
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios De Ensaio
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
GT	Grupo de Trabalho
UVCI	Ultraviolet C Irradiation
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
LPM	Litros/minuto
BFe	Eficiência bacteriológica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FDA	Food and Drug Administration
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
VHP	Vaporous Hydrogen Peroxide
IB	Indicador biológico
Pa	Pascal
NaCl	Cloreto de Sódio
JBI	Joanna Briggs Institute
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PROSPERO	Prospective Register of Ongoing Systematic Reviews
PAA	Aerosolized Peracetic Acid
H2O2	Peróxido de Hidrogênio
ETO	Ethylene Oxid Gassing
PAF	Peracetic Acid Dry Fogging
LT-HPGP	Low Temperature Hydrogen Peroxide Gas Plasma
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	GERAL.....	17
2.2	ESPECÍFICOS.....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
3.1	COVID-19: A NOVA PANDEMIA DO SÉCULO XXI..... Erro! Indicador não definido.	
3.2	USO DE EPIS INDICADOS PARA O ATENDIMENTO DURANTE A COVID-19 .....	<b>Er</b>
	<b>ro! Indicador não definido.</b>	
3.3	CENTRO DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO E O CONTEXTO DO REÚSO DE PRODUTOS PARA SAÚDE.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4	PROTOSCOLOS PARA O REÚSO DE EPIS EM SITUAÇÕES DE PANDEMIA.. <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>4</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	
	Erro! Indicador não definido.	
4.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>4.1.1</b>	<b>Primeira Etapa: Revisão Sistemática com metanálise.....</b>	
	Erro! Indicador não definido.	
4.1.1.1	Seleção dos estudos.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.1.1.2	Extração de dados.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.1.1.3	Avaliação da qualidade das evidências.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.1.1.4	Síntese dos dados (análise e tratamento dos dados) e Análise Estatística.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>4.1.2</b>	<b>Segunda Etapa: Estudo com Desenho quase-Experimental.....</b>	
	Erro! Indicador não definido.	
4.1.2.1	População e Amostra.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.1.2.3	Variáveis do Estudo.....	
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
4.1.2.4	Procedimentos e Coleta de Dados .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

4.1.2.5	Análise	dos	Dados
	..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>		
4.1.3	<b>Terceira Etapa: Estudo de Caso.....</b>		
	Erro! Indicador não definido.		
4.2	ASPECTOS ÉTICOS.....		
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>		
5	<b>RESULTADOS.....</b>		
	Erro! Indicador não definido.		
5.1	<b>ARTIGO I – Integridade e eficiência de filtração de máscaras N95 descontaminadas durante a pandemia da COVID-19: revisão sistemática e meta-análise.....</b>		
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>		
5.2	<b>ARTIGO II – Viabilidade do Reúso de Respiradores PFF2 Durante a Pandemia da COVID-19 no Brasil: um Estudo Quase-Experimental.....</b>		
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>		
5.3	<b>ARTIGO III – Prática Baseada em Evidências: Análise dos Custos Diretos de Descontaminação de Respiradores PFF2 Durante a Pandemia da COVID-19.....</b>		
	<b>Erro! Indicador não definido.</b>		
6	<b>CONCLUSÕES.....</b>		
	Erro! Indicador não definido.		
	<b>REFERÊNCIAS.....18</b>		
	<b>APÊNDICES</b>		
	.....Erro! Indicador não definido.		
	<b>ANEXOS</b>		
	.....Erro!		
	Indicador não definido.		

## 1 INTRODUÇÃO

No final do primeiro trimestre de 2020, a Organização Mundial da Saúde reconheceu a contaminação pelo novo SARS-Cov2 como uma pandemia. De acordo com os registros mundiais, até o final do primeiro semestre de 2022, mais de 600 milhões de pessoas foram confirmadas com o diagnóstico da COVID-19 (*coronavirus disease 2019*) em todos os continentes, apresentando o período de maior incidência de novos casos/dia entre dezembro de 2021 e abril de 2022, com até 3,8 milhões/dia. Dentre os casos confirmados até o final do primeiro semestre de 2022, identifica-se uma tendência na redução de casos considerados críticos com necessidade de internações e com uso de leitos de terapia intensiva. Esta redução encontra-se na proporcionalidade de aproximadamente 50% de ocorrência quando comparado ao mesmo período de 2021, aproximando-se de situação similar, do mesmo período do primeiro ano da pandemia (WORLDMETERS, 2022; WHO, 2022).

Pela heterogeneidade da pandemia em relação à incidência, velocidade da transmissão, sintomas e à mortalidade dentre os diferentes países e regiões, houve e ainda há a necessidade de estudos, pesquisas e ações imediatas por parte de governantes, instituições e profissionais da saúde (ZHU *et al*, 2020; LI *et al*, 2020). Essa situação e as condições de atendimento dos sistemas de saúde tornaram-se grandes preocupações da Organização Mundial da Saúde. À medida que aumentou a proporção mundial de acometidos pela Doença do Coronavírus (COVID-19), identificou-se a iniquidade da assistência à saúde entre os diferentes continentes, países ou regiões (OMS, 2020).

Devido à procura por atendimento hospitalar e, conseqüentemente, ao aumento do risco de colapso dos sistemas de saúde, houve a necessidade dos hospitais se planejarem para investir tanto em profissionais quanto em insumos, como equipamentos de proteção individual. A falta de planejamento por parte das instituições no auge da crise sanitária e até mesmo no período pós-pandêmico pode resultar em uma série de falhas decorrentes das constantes variações no número de atendimentos e das tendências de recursos de saúde tornarem-se insuficientes (OSHA, 2020).

Dentre todas as estruturas e recursos necessários para o enfrentamento de uma pandemia, os profissionais da saúde são aqueles que apresentam maior potencial de exposição, de forma direta ou indireta, a pacientes, materiais e superfícies contaminadas (KHAN *et al*, 2020). Desta forma, o acesso e o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) tornam-se essenciais para tais profissionais.

A utilização de EPIs recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para atendimento da COVID-19 contemplou e manteve a orientação do uso de aventais, luvas cirúrgicas e de limpeza, máscara cirúrgica, protetor facial, óculos de proteção e respiradores do tipo N95 ou PFF2 (WHO, 2020 (1)). Com o avanço da pandemia, a escassez de EPIs representou um grande desafio em diferentes sistemas de saúde mundial. As instituições precisaram fazer um planejamento e encontrar alternativas diante das dificuldades de fornecimento de EPIs indicados para a proteção dos profissionais da saúde que assistiam aos pacientes com COVID-19, sendo eles aqueles de difícil fabricação, mas também os considerados descartáveis, como respiradores do tipo N95 e/ou PFF2 e aventais impermeáveis (CDC, 2020 (1); ANVISA, 2020 (1)).

Apesar dos respiradores de filtração de 95%, como os PFF2 e os N95, serem produtos descartáveis e reprovados para descontaminação rotineira, durante pandemias com períodos de escassez de sua oferta pode haver a necessidade da prática de descontaminar tais produtos, visando a garantia da disponibilidade de EPIs e, conseqüentemente, a assistência ao paciente (CDC, 2020 (2); FDA, 2020).

O intenso trabalho dos profissionais a nível mundial durante a pandemia da COVID-19 trouxe diversos desafios físicos e mentais (SHAUKAT, 2020). A permanente exposição ao vírus no ambiente de assistência deixou números alarmantes de profissionais contaminados e acometidos pela doença, chegando a 3.000 profissionais em um dos primeiros países acometidos pela pandemia, a China (REMUZZI, 2020). Estudos realizados no primeiro ano do evento sanitário identificaram que o risco de morbidades e mortalidade nesta população era de grande preocupação, a ponto de exacerbar a escassez de mão de obra qualificada e conseqüente redução da capacidade produtiva dos sistemas de saúde (RAN, 2020; CAVALLO, 2020). Quanto à saúde mental, as experiências de perturbação social da vida diária, sentimento de vulnerabilidade, do risco de se contaminar e o medo de transmitir a doença aos familiares foram identificados como riscos ocupacionais dos profissionais de saúde como conseqüência do seu papel na assistência aos pacientes com COVID-19 (KOH, 2020). Além disso, inúmeros fatores como turnos intensos e longos de trabalho, familiares diagnosticados com a doença, lesões cutâneas pelo uso prolongado de EPIs auxiliaram o surgimento de elevados níveis de depressão, ansiedade, insônia e angústia entre os profissionais de saúde, principalmente quando se identificou o risco eminente da escassez de recursos e de equipamentos de proteção individual para a atividade laboral e a piora das condições de trabalho seguro (SHAUKAT, 2020).

Diante da situação mundial da COVID-19, considerando que a segurança do profissional está relacionada à capacidade da assistência prestada pela equipe neste momento,

e considerando também que existiu o risco de desabastecimento de equipamentos de proteção individual, pretende-se, com a presente tese, responder às perguntas: Quais as evidências relacionadas à manutenção da integridade e da eficiência de filtração de respiradores N95/PFF2 reutilizados? Em caso de pandemia, a descontaminação dos respiradores do tipo N95 e/ou PFF2 mantém a sua capacidade de filtração? Quais os fatores que podem influenciar no desempenho desse tipo de EPI após a descontaminação? Qual o custo-benefício de um processo de descontaminação de respiradores do tipo N95/PFF2 de uso único em situações de pandemia?

Conjectura-se como tese que a reutilização de respiradores PFF2, em situações de pandemia, configura-se como uma prática viável com preservação dos requisitos de segurança, mesmo com a presença de resíduos como suor e/ou maquiagem, não sendo influenciada pelo tipo de descontaminação, mas caracteriza-se como uma estratégia com custo elevado. O estudo desenvolvido é de relevância peculiar a partir do pressuposto da inovadora proposta de utilizar multimétodos na pesquisa em enfermagem, além disso, há lacunas do conhecimento do uso de equipamento, com a finalidade de limpeza, disponível em Centro de Material e Esterilização, na tentativa de realizar a descontaminação das máscaras PFF2. Acrescido a isso, destaca-se que estudos com respiradores de fabricação brasileira são necessários visando a identificar alternativas para situação de escassez deste EPI em pandemias no cenário nacional. Os resultados oportunizarão a discussão baseada em subsídios da prática baseada em evidências, de planejamento e da revisão de estratégias de contingência para situações de risco de desabastecimento e em situações de crises sanitárias.

Propõe-se como hipóteses do presente estudo:

- h0A: Não há diferença, relacionada à filtração, entre respiradores do tipo PFF2 novos e descontaminados;
- h1A: Respiradores do tipo PFF2 novos, utilizados em atendimento de pacientes com COVID-19, apresentam filtração distinta em relação àqueles reutilizados após descontaminação;
- h0B: A presença de resíduos de suor e/ou maquiagem não são fatores impeditivos na manutenção da filtração dos respiradores PFF2;
- h1B: A presença de resíduos de suor e/ou maquiagem são fatores impeditivos na manutenção da filtração dos respiradores PFF2.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Avaliar a viabilidade e o custo-benefício do processo de descontaminação de equipamentos de proteção individual (EPIs) considerados de uso único, do tipo respiradores do tipo PFF2, em situações de pandemia.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar as evidências relacionadas à manutenção da integridade e da eficiência de filtração após o reúso de respiradores N95 e/ou PFF2 por profissionais da saúde para prevenção da COVID-19.
- Realizar os testes de integridade (resistência) e eficiência (filtração) baseados na norma ABNT 13698:2022, que dispõe sobre as máscaras novas e usadas por profissionais da saúde, após o processo de descontaminação de respiradores PFF2.
- Comparar os resultados dos testes de integridade (resistência) e eficiência (filtração) entre os grupos do estudo com diferentes tempos de uso e processos de descontaminação.
- Verificar os fatores críticos que podem influenciar na filtragem de respiradores PFF2 descontaminados.
- Avaliar os custos-benefícios do processo de descontaminação de respiradores PFF2 em situações de pandemia.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). 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): (atualizada em 08/05/2020). Brasília, DF: ANVISA; 2020. (2)

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). 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. Diário Oficial da União. (2)

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução - RE nº 2605, de 11 de agosto de 2006. Estabelecer a lista de produtos médicos enquadrados como de uso único proibidos de ser reprocessados. Diário Oficial da União.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 185, de 22 de outubro de 2001. Regulamento Técnico que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Diário Oficial da União.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 156, de 11 de agosto de 2006. Dispõe sobre o registro, rotulagem e re-processamento de produtos médicos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. (1)

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 356, de 23 de março de 2020. Dispõe sobre o registro, rotulagem e re-processamento de produtos médicos, e dá outras providências. Diário Oficial da União. (1)

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025 de 12/2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma Brasileira NBR13698 de 09/2022. Equipamento de proteção respiratória - Peça semifacial filtrante para partículas.

Azevedo BL de, Melo ACT de, Lima AFC. Custo direto da inserção de cateter venoso central para realização de hemodiálise convencional. Cogitare enferm [Internet]. 2021 [acesso em 5 out 2022]. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v26i0.73651>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/73651/pdf>.

Battelle. Final Report for the Bioquell Hydrogen Peroxide Vapor (HPV) Decontamination for Reuse of N95 Respirators. Columbus, Ohio: Battelle Memorial Institute. 2016 [acesso em 25 nov 2022]. Disponível em: <https://www.fda.gov/media/136386/download>.

Cai C, Floyd EL. Effects of Sterilization With Hydrogen Peroxide and Chlorine Dioxide on the Filtration Efficiency of N95, KN95, and Surgical Face Masks. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2020 [acesso em 20 nov 2022]; 3 (6) : 1-5. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7296389/?report=reader>.

Centers for Disease Control and Prevention (US). COVID-19: Strategies for Optimizing the Supply of PPE [Internet]. Atlanta: CDC; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/index.html>.

Centers for Disease Control and Prevention (US). Decontamination and reuse of respirators [Internet]. Atlanta: CDC; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>.

Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19: Optimizing Personal Protective Equipment (PPE) Supplies [Internet]. 2020 [acesso em 20 ago 2022]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/index.html>.

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 [acesso em 19 ago 2022]. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/decontamination-reuse-respirators.html>.

Christie-Holmes N, Tyli R, Budyłowski P, Guvenc F, Weiner A, Poon B, et al. Vapourized hydrogen peroxide decontamination in a hospital setting inactivates SARS-CoV-2 and HCoV-229E without compromising filtration efficiency of unexpired N95 respirators. *Am J Infect Control* [Internet]. 2021 [acesso em 23 nov 2022]; 49(10): 1227–31. DOI: 10.1016/j.ajic.2021.07.012. Disponível em: <https://www.ajicjournal.org/action/showPdf?pii=S0196-6553%2821%2900486-7>.

Chu DK, Akl EA, Duda S, Solo K, Yaacoub S, Schünemann HJ. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet* [Internet]. 2020 [acesso em 15 set 2021]; 395: 1973-87. Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2931142-9>.

Conselho Nacional de Saúde (BR). Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, DF: CNS; 2012.

Cramer AK, Plana D, Yang H, Carmack MM, Tian E, Sinha MS, et al. Analysis of SteraMist ionized hydrogen peroxide technology in the sterilization of N95 respirators and other PPE. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [acesso em 13 out 2022]; 11(1): 1-10. DOI: 10.1038/s41598-021-81365-7. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-81365-7>.

Daeschler SC, Manson N, Joachim K, Chin AWH, Chan K, Chen PZ, et al. Effect of moist heat reprocessing of N95 respirators on SARS-CoV-2 inactivation and respirator function. *CMAJ* [Internet]. 2020 [acesso em 25 nov 2022]; 192 (41): 1189-97. DOI: 10.1503/cmaj.201203. Disponível em:

<https://www.cmaj.ca/content/cmaj/192/41/E1189.full.pdf>.

Food and Drug Administration (US). Personal Protective Equipment infection control: N95 respirators and surgical masks face [Internet]. Washington, DC: FDA; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/n95-respirators-and-surgical-masks-face-masks>.

Gerring J, Thomas CW. Quantitative and qualitative: a question of comparability. In: Badie B, Schlosser DB, Morlino L, editores. *International Encyclopedia of Political Science*. 2011 [acesso em 10 dez 2022]. Disponível em: [http://blogs.bu.edu/jgerring/files/2013/06/QUANTITATIVEANDQUALITATIVE\\_Extended.pdf](http://blogs.bu.edu/jgerring/files/2013/06/QUANTITATIVEANDQUALITATIVE_Extended.pdf).

Golladay GJ, Leslie KA, Zuelzer WA, Cassano AD, Plauny JJ, Daniels FE, et al. Rationale and process for N95 respirator sanitation and reuse in the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2022 [acesso em 24 nov 2022]; 43 (1): 40–4. DOI: 10.1017/ice.2021.37. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8712955/>.

Gonçalves MA, Alemão MM. Avaliação econômica em saúde e estudos de custos: uma proposta de alinhamento semântico de conceitos e metodologias. *Rev Med Minas Gerais* [Internet]. 2018 [acesso em 4 set 2020]; 28 (Supl 5): 185-196. Disponível em: <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/2456>.

Grinshpun SA, Yermakov M, Khodoun M. Autoclave sterilization and ethanol treatment of re-used surgical masks and N95 respirators during COVID-19: impact on their performance and integrity. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020 [acesso em 28 nov 2022]; 105 (4): 608–14. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.06.030. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7320268/>.

Guan W, Ni Z, Hu Y, Liang W, Ou C, He J, et. al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 [acesso em 10 nov 2022]; 382 (18): 1708-20. DOI:10.1056/NEJMoa2002032. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa2002032?articleTools=true>.

Harskamp RE, van Straten B, Bouman J, van Maltha-van Santvoort B, van den Dobbelen JJ, van der Sijp JR, et al. Reprocessing filtering facepiece respirators in primary care using medical autoclave: prospective, bench-to bedside, single-centre study. *BMJ Open* [Internet]. 2020 [acesso em 16 nov 2022]; 10 (8): 1-15. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-039454. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7406112/>.

Huber T, Goldman O, Epstein AE, Stella G, Sakmar TP. Principles and practice for SARS-CoV-2 decontamination of N95 masks with UV-C. *Biophys J* [Internet]. 2021 [acesso em 17 out 2022]; 120 (14): 2927–42. DOI: 10.1016/j.bpj.2021.02.039. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7929787/>.

Jatta M, Kiefer C, Patolia H, Pan J, Harb C, Marr LC, et al. N95 reprocessing by low temperature sterilization with 59% vaporized hydrogen peroxide during the 2020 COVID-19 pandemic. *Am J Infect Control* [Internet]. 2021 [acesso em 22 nov 2022]; 49: 8–14. DOI:

10.1016/j.ajic.2020.06.194. Disponível em:  
<https://www.ajicjournal.org/action/showPdf?pii=S0196-6553%2820%2930576-9>.

John AR, Raju S, Cadnum JL, Lee K, McClellan P, Akkus O, et al. Scalable in-hospital decontamination of N95 filtering face-piece respirator with a peracetic acid room disinfection system. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2021 [acesso em 5 nov 2022]; 42 (6): 678–87. DOI: 10.1017/ice.2020.1257. Disponível em:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7642971/>.

Joint Commission International. Reuse of Single-Use Devices: Understanding Risks and Strategies for Decision-Making for Health Care Organizations. [Internet]. Illinois, US: JCI; 2017 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em:  
[https://www.jointcommissioninternational.org/-/media/feature/news/jci\\_white\\_paper\\_reuse\\_of\\_single\\_use\\_devices2pdf.pdf?db=web&hash=6A41E61718E881E936AF4289BE36DA82](https://www.jointcommissioninternational.org/-/media/feature/news/jci_white_paper_reuse_of_single_use_devices2pdf.pdf?db=web&hash=6A41E61718E881E936AF4289BE36DA82).

Kenney P, Chan BK, Kortright K, Cintron M, Havill N, Russi M, et al. Hydrogen Peroxide Vapor sterilization of N95 respirators for reuse. *medRxiv* [Internet]. 2020. DOI:10.1101/2020.03.24.20041087. Disponível em:  
<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.24.20041087v1.full.pdf>.

Khan S, Nabi G, Han G, Siddique R, Lian S, Shi H, et al. Novel coronavirus: how things are in Wuhan. *Clin Microbiol Infect*. [Internet]. 2020 [acesso em 18 ago 2020]; 26 (4): 399-400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2020.02.005>. Disponível em:  
<https://www.clinicalmicrobiologyandinfection.com/action/showPdf?pii=S1198-743X%2820%2930084-7>.

Kumar A, Kasloff SB, Leung A, Cutts T, Strong JE, Hills K, et al. Decontamination of N95 masks for re-use employing 7 widely available sterilization methods. *PLOS ONE* [Internet]. 2020 [acesso em 25 nov 2022]; 15 (12): 1-16. DOI: 10.1371/journal.pone.0243965. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0243965>.

Lendvay TS, Xu J, Chen J, Clark T, Cui Y. Methylene blue applied to N95 respirators and medical masks for SARS-CoV-2 decontamination: What is the likelihood of inhaling methylene blue? *Am J Infect Control* [Internet]. 2022 [acesso em 24 nov 2022]; 50 (8): 857–62. DOI: 10.1016/j.ajic.2020.06.194. Disponível em:  
[https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553\(22\)00144-4/fulltext](https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553(22)00144-4/fulltext).

Levine C, Grady C, Block T, Hurley H, Russo R, Peixoto B, et al. Use, re-use or discard? Quantitatively defined variance in the functional integrity of N95 respirators following vaporized hydrogen peroxide decontamination during the COVID-19 pandemic. *J Hosp Infect* [Internet]. 2021 [acesso em 2 dez 2022]; 107: 50–6. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.10.007. Disponível em:  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0195670120304679?token=4A6ECC6F40A3657B025354F3F9AB1EAAE478055A649BE704309BF319663657A759081981EBB8988D50DF4446A3707E62&originRegion=us-east-1&originCreation=20221212175033>.

Li Q, Guan X, Wu P, Wang X, Zhou L, Tong Y, et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 [acesso em 23 out 2022]; 382 (13): 1199-207. DOI:10.1056/NEJMoa2001316. Disponível

em: 10.1056/NEJMoa2001316.

Lima AFC. Direct cost of monitoring conventional hemodialysis conducted by nursing professionals. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2017 [acesso em 15 abr 2021]; 70(2): 357-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0447>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/JRVCnYj68BKktJqWdHWW9mh/?format=pdf&lang=en>.

Lin T, Chen C, Huang S, Kuo C, Lai C, Lin W, et al. Filter quality of electret masks in filtering 14.6-594 nm aerosol particles: Effects of five decontamination methods. *PloS One* [Internet]. 2017 [acesso em 18 ago 2020]; 12(10): 1-15. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0186217>.

Liu Z, Tong Y, Wu J, Du L, Wei C, Cui W, et al. Chinese Expert Consensus on the Nucleic Acid Detection of SARS-CoV-2. *Ann Transl Med* [Internet]. 2020 [acesso em 15 out 2022]; 8(24): 1-12. DOI: 10.21037/atm-20-4060. Disponível em: <https://atm.amegroups.com/article/view/58272/pdf>.

Mills D, Harnish AD, Lawrence C, Sandoval-Powers M, Heimbuch BK. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. *Am J Infect Control* [Internet]. 2018 [acesso em 23 jun 2022]; 46: 49-55. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.02.018>. Disponível em: <https://www.ajicjournal.org/action/showPdf?pii=S0196-6553%2818%2930140-8>.

Ministério da Saúde (BR). Diretriz Metodológica : estudos de microcusteio aplicados a avaliações econômicas em saúde [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz\\_metodologica\\_microcusteio\\_avaliacoes\\_economicas.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_metodologica_microcusteio_avaliacoes_economicas.pdf).

Ministério do Trabalho (BR). Portaria DSST/SIT n.º 452, de 20 de novembro de 2014. Estabelece procedimentos para o acesso ao sistema CAEPI - Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual - CAEPI, para o cadastro de empresas fabricantes e/ou importadoras de Equipamentos de Proteção Individual e para a emissão e renovação do Certificado de Aprovação - CA de Equipamentos de Proteção Individual - EPI. *Diário Oficial da União* [Internet]. 01 dez 2014 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/participacao-social-mtps/participacao-social-do-trabalho/legislacao-seguranca-e-saude-no-trabalho/item/3401-portaria-451-2014>.

Ministério do Trabalho (BR). Portaria SIT n.º 25, de 15 de outubro de 2001. Norma Regulamentadora n.º 6 (NR 6): Estabelece as disposições relativas aos Equipamentos de Proteção Individual – EPI. *Diário Oficial da União* [Internet]. 17 out 2001 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <http://portalfat.mte.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/NR6.pdf>.

Narla S, Lyons AB, Kohli I, Torres AE, Parks-Miller A, Ozog DM, et al. The importance of the minimum dosage necessary for UVC decontamination of N95 respirators during the COVID-19 pandemic. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* [Internet]. 2020 [acesso em 4 jun 2022]; 36: 324-5. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7262176/pdf/PHPP-36-324.pdf>.

Occupational Safety and Health Administration (US). Guidance on Preparing Workplaces for

COVID-19 [Internet]. 2020 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3990.pdf>.

Occupational Safety and Health Administration. Respiratory Protection [Internet]. 1998 [acesso em 17 out 2022]. Disponível em: <https://www.osha.gov/laws-regs/federalregister/1998-01-08>.

O'Hearn K, Gertsman S, Sampson M, Webster RJ, Tsampalieros A, Ng R, et al. Decontaminating N95 masks with Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI) does not impair mask efficacy and safety: A Systematic Review. *J Hosp Infect* [Internet]. 2020 [acesso em 12 out 2021]; 106: 163-75. DOI: 10.1016/j.jhin.2020.07.014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7367810/pdf/main.pdf>.

Oliveira FL. Triangulação metodológica e abordagem multimétodo na pesquisa sociológica: vantagens e desafios. *Ciências Sociais Unisinos* [Internet]. 2015 [acesso em 9 dez 2022]; 51(2): 133-43. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93841498004>

Ontiveros CC, Sweeney CL, Smith C, MacIsaac S, Bennett JL, Munoz S, et al. Assessing the impact of multiple ultraviolet disinfection cycles on N95 filtering facepiece respirator integrity. *Sci Rep* [Internet]. 2021 [acesso em 30 nov 2022]; 11 (12279): 1-9. DOI: 10.1038/s41598-021-91706-1. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91706-1>.

Organização Mundial da Saúde. Discurso de abertura do diretor-geral da OMS no briefing da mídia sobre COVID-19. Discurso proferido em 29 de maio de 2020.

Organização Pan-Americana de Saúde. OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. 2020 [acesso em 17 out 2022]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>.

Ozog DM, Sexton JZ, Narla S, Pretto-Kernahan CD, Mirabelli C, Lim HW, et al. The effect of ultraviolet C radiation against different N95 respirators inoculated with SARS-CoV-2. *Int J Infect Dis* [Internet]. 2020 [acesso em 14 out 2022]; 100: 224–9. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.08.077. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1201971220307098?token=88327041A143BB72F23BAB835F87FA21F61A835CF296F6C1AD73B719B7E2D54752DC4737C297816EA9AF063F3BAA8218&originRegion=us-east-1&originCreation=20221212184104>.

Padrão J, Nicolau T, Felgueiras HP, Calçada C, Veiga MI, Osório NS, et al. Development of an Ultraviolet-C Irradiation Room in a Public Portuguese Hospital for Safe Re-Utilization of Personal Protective Respirators. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 [acesso em 20 out 2022]; 19 (8): 1-14. DOI: 10.3390/ijerph19084854. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/8/4854>.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* [Internet]. 2021; 372(71): 1-9. DOI: 10.1136/bmj.n71. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/bmj/372/bmj.n71.full.pdf>.

Palmer KS, Brown AD, Evans JM, Marani H, Russell KK, Martin D, et al. Standardising costs or standardising care? Qualitative evaluation of the implementation and impact of a hospital funding reform in Ontario, Canada. *Health Res Policy Sys* [Internet]. 2018 [acesso em 15 jan 2021]; 16 (74): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12961-018-0353-6>. Acesso em: <https://health-policy-systems.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12961-018-0353-6>.

Pereira AS, Mahmud NM, Morais NP, Bruxel F. Cost assessment for the implementation of an intravenous admixture service in a hospital on the southwest border of Brazil. *Rev Bras Farm Hosp Serv Saude* [Internet]. 2022 [acesso em 5 nov 2022]; 13(2): 1-6. DOI: 10.30968/rbfhss.2022.132.0764. Disponível em: <https://rbfhss.org.br/sbrafh/article/view/764/666>.

Pereira RRN, Pascoal LM, Rolim ILTP, Ferreira AGN, da Silva EL. Custo de processamento de produtos para saúde: uma revisão integrativa. *Rev SOBECC* [Internet]. 2020 [acesso em 2 dez 2022]; 25(2): 105-13. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/569>.

Pinto TJ, Graziano KU. Processamento de materiais médico-hospitalares de uso único. In: Fernandes T. *Infecção Hospitalar e suas interfaces na área da saúde*. São Paulo: Atheneu; 2000. p.1070-8.

Polit DF, Beck CT. *Fundamentos de Pesquisa em Enfermagem*. Porto Alegre: Artmed; 2018.

Price A, Cui Y, Liao L, Xiao W, Yu X, Wang H, et al. Is the fit of N95 facial masks effected by disinfection? A study of heat and UV disinfection methods using the OSHA protocol fit test. *medRxiv* [Internet]. 2020 [acesso em 5 abr 2021]. DOI:10.1101/2020.04.14.20062810. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.14.20062810v1.full.pdf>.

Rengasamy S, Eimer BC, Szalajda J. A Quantitative Assessment of the Total Inward Leakage of NaCl Aerosol Representing Submicron-Size Bioaerosol Through N95 Filtering Facepiece Respirators and Surgical Masks. *J Occup Environ Hyg* [Internet]. 2014 [acesso em 14 maio 2022]; 11:388–96. DOI:10.1080/15459624.2013.866715. Disponível em: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4589201/pdf/UOEH\\_11\\_866715.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4589201/pdf/UOEH_11_866715.pdf).

Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization, and antisepsis: An overview. *American Journal of Infection Control* [Internet]. 2019 [acesso em 18 jul 2021]; 47: 3-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2019.01.018>. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0196655319300598?token=2DC34391100B3E9211020CCCB71B066AAA9BD671286287AC5F3B2BE916FCEE773DE19C2F59712E2396C3F7BCD039F9D8&originRegion=us-east-1&originCreation=20221212155118>.

Sampieri R, Collado CF, Lucio MDPB. *Metodologia de Pesquisa*. Porto Alegre: Grupo A; 2013.

Santos HLPC, Maciel FBM, Junior GMS, Martins PC, Prado NMLB. Gastos públicos com internações hospitalares para tratamento da covid-19 no Brasil em 2020. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2021 [acesso em 7 ago 2022]; 55: 1-12. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/sG4k3BcHvnXvYZznzpfT69p/?format=pdf&lang=pt>.

Schneider, DSS.; Sanches, PRS.; Magalhães, AMM.; Tanaka, AKSR. Desenvolvimento de dispositivo para medida indireta da eficiência de filtração da máscara n95, durante a pandemia de COVID-19. *Clin Biomed Res* [Internet]. 2020 [acesso em 9 jul 2021]; 40 (Supl.). Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/issue/view/4694/1172>.

Sociedade Brasileira de Enfermeiros de Centro Cirúrgico, Recuperação Anestésica e Centro de Material e Esterilização. *Práticas Recomendadas: Centro Cirúrgico, Recuperação Pós-Anestésica e Centro de Material e Esterilização*. 8. ed. São Paulo: SOBECC; 2021.

STERIS Healthcare. Technical Data Monograph - V-PRO maX Low Temperature Sterilization System. 2017 [acesso em 10 nov 2022]; 1-20. Disponível em: <https://ww1.steris.com/onbDocs/V431/1547/823762.pdf>.

Titler MG, Kleiber C, Steelman VJ, Rakel BA, Budreau G, Everett LQ, et al. The Iowa model of evidence-based practice to promote quality care. *Crit Care Nurs Clin North Am* [Internet]. 2001 [acesso em 17 ago 2020]; 13(4): 497-509. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11778337/>.

Tufanaru C, Munn Z, Aromataris E, Campbell J, Hopp L. Chapter 3: Systematic Reviews of Effectiveness. In: Aromataris E, Munn Z, organizadores. *JBIManual for Evidence Synthesis* [Internet]. JBI; 2020 [acesso em 17 out 2022]. Disponível em: <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL/4688621/Chapter+3%3A+Systematic+reviews+of+effectiveness>.

Wang D, Hu B, Hu C, Zhu F, Liu X, Zhang J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 new coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China. *JAMA* [Internet]. 2020 [acesso em 30 nov 2022]; 323 (11):1061-69. (1) DOI:10.1001/jama.2020.1585. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2761044>.

Wang W, Xu Y, Gao R, et al. Detection of SARS-CoV-2 in Different Types of Clinical Specimens. *JAMA* [Internet]. 2020 [acesso em 30 nov 2022]; 323 (18): 1843–4. (2) DOI:10.1001/jama.2020.3786. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762997>.

Weaver DT, McElvany BD, Gopalakrishnan V, Card KJ, Crozier D, Dhawan A, et al. UV decontamination of personal protective equipment with idle laboratory biosafety cabinets during the COVID-19 pandemic. *PloS One* [Internet]. 2021 [acesso em 16 out 2022]; 16 (7):. DOI: 10.1371/journal.pone.0241734. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241734>.

Widmer AF, Richner G. Proposal for a EN 149 acceptable reprocessing method for FFP2 respirators in times of severe shortage. *Antimicrob Resist Infect Control* [Internet]. 2020 [acesso em 18 out 2022]; 9 (1): 88. DOI: 10.1186/s13756-020-00744-3. Disponível em: <https://aricjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13756-020-00744-3>.

World Health Organization. *Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard* [Internet]. Genebra: WHO [s.l.]. Disponível em: <https://COVID19.who.int>.

World Health Organization. *Disease commodity package - Novel Coronavirus (COVID-19)*

[Internet]. Genebra: WHO; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. (1) Disponível em: [https://www.who.int/publications/i/item/disease-commodity-package---novel-coronavirus-\(ncov\)](https://www.who.int/publications/i/item/disease-commodity-package---novel-coronavirus-(ncov)).

World Health Organization. Infection prevention and control in the context of coronavirus disease (COVID-19): A living guideline. Genebra: WHO; 2022 [acesso em 02 dez 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-ipc-guideline-2022.1>.

World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic-and pandemic-prone acute respiratory infections in health care [Internet]. Genebra: WHO; 2014 [acesso em 18 ago 2020]. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf?sequence=1).

World Health Organization. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19): interim guidance. [Internet]. Genebra: WHO; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. (4) Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331498/WHO-2019-nCoV-IPCPPE\\_use-2020.2-eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331498/WHO-2019-nCoV-IPCPPE_use-2020.2-eng.pdf).

World Health Organization. Report of the WHO: China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Internet]. Genebra: WHO; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. (2) Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf>.

World Health Organization. Strengthening the health system response to covid-19: technical guidance #6: Preventing and managing the COVID-19 pandemic across long-term care services in the WHO European Region [Internet]. Genebra: WHO; 2020 [acesso em 18 ago 2020]. (3) Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333067/WHO-EURO-2020-804-40539-54460-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Worldometers. Coronavirus Pandemic [Internet]. 2022 [acesso em 19 ago 2022]. Disponível em: <https://www.worldometers.info/coronavirus>.

Zhang H, Kang Z, Gong H, Xu D, Wang J, Li Z, et al. The digestive system is a potential route of 2019-nCov infection: a bioinformatics analysis based on single-cell transcriptomes. *bioRxiv*. 2020 [acesso em 3 out 2022]; 1-26. DOI:10.1101/2020.01.30.927806. Disponível em: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.01.30.927806v1.full.pdf>.

Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, Bo Yang, Song J, et. al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med* [Internet]. 2020 [acesso em 15 out 2022]; 382: 727-33. DOI:10.1056/NEJMoa2001017. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056%2FNEJMoa2001017>.