



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS

ANDRÉ LUIS DE MELO SALES

**A EFICÁCIA DO USO DE MÁSCARAS FACIAIS E RESPIRADORES NO
COMBATE À COVID-19**

RECIFE
2022

ANDRÉ LUIS DE MELO SALES

**A EFICÁCIA DO USO DE MÁSCARAS FACIAIS E RESPIRADORES NO
COMBATE À COVID-19**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Dijanah Cota Machado

RECIFE

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Sales, André Luis de Melo.

A Eficácia do Uso de Máscaras Faciais e Respiradores no Combate à
COVID-19 / André Luis de Melo Sales. - Recife, 2022.

37 : il., tab.

Orientador(a): Dijanah Cota Machado

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2022.

1. Transmissão por Aerossóis. 2. Biossegurança. 3. COVID-19. 4. Máscaras.
5. Equipamentos de Proteção Individual. I. Machado, Dijanah Cota. (Orientação).
II. Título.

610 CDD (22.ed.)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, que apesar do tempo limitado demonstrou apoio, atenção, entusiasmo e me incentivou durante todo o percurso de desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai, Ricardo, à minha mãe, Denise e à minha irmã, Gabriela, por me terem me dado a oportunidade de sair do meu estado para estudar e por terem sempre apoiado a minha escolha. Agradeço por todo o amor, carinho e incentivo que recebi durante todo esse tempo, assim como pela tranquilidade de saber que tenho um porto seguro.

Agradeço à Gabrielle, que esteve comigo durante boa parte desse percurso, compartilhando experiências, alegrias e dificuldades, me apoiando e me dando o privilégio de crescer e amadurecer ao teu lado ao longo desses anos.

Agradeço aos amigos que fizeram parte dessa jornada, Carla, Larissa, Lícy, Mary, Júlia Souza, Braga, Raul, Bianca, Keren, Sérgio, Bruno e Karinne, pelas risadas, pelo acolhimento nessa nova cidade e por todas as boas lembranças que levarei comigo.

Por último, agradeço à toda a equipe do Hospital Barão de Lucena, pelo acolhimento, dedicação e pela oportunidade de fechar esse ciclo de aprendizado com chave de ouro.

SALES, André. **A eficácia do uso de máscaras faciais e respiradores no combate à COVID-19**. 2022. 38 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

RESUMO

O uso de máscaras e respiradores foi implementado de forma ampla pelos governos e órgãos de saúde de diversos países do mundo como uma maneira de tentar conter a propagação do SARS-CoV-2, coronavírus descoberto na cidade de Wuhan no ano de 2019, de forma a mitigar os impactos socioeconômicos causados pela pandemia de COVID-19, doença por ele causada. Apesar da literatura presente acerca do uso de proteção facial em outros contextos epidêmicos, como em surtos de influenza, estudos direcionados fizeram-se necessários para possibilitar a análise e compreensão do impacto do uso de tal intervenção de forma generalizada na população, assim como para determinar as características e limitações dos diversos tipos de peças de proteção facial disponíveis atualmente. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi sumarizar os achados mais recentes acerca desse tema na forma de uma revisão da literatura, realizada por meio da busca de artigos publicados entre os anos de 2020 e 2022 nas bases de dados Google Scholar; PubMed e Scielo, utilizando os descritores COVID-19; Máscaras; Respiradores; N95; PFF2; Transmissão e Pandemia, assim como seus respectivos correspondentes em inglês. Foram obtidos 34 artigos, dos quais 14 foram selecionados após a aplicação de critérios de inclusão e exclusão. Dos artigos selecionados, 3 realizaram simulações matemáticas computadorizadas, que sugeriram unanimemente que máscaras teriam um efeito significativo na contenção do SARS-CoV-2; 10 avaliaram diretamente a eficiência das máscaras ou respiradores e seu impacto na propagação da COVID-19, obtendo resultados que corroboraram com as previsões dos 3 primeiros artigos e demonstrando que as peças de proteção facial mais eficientes são os respiradores do tipo N95 e PFF2; e o último artigo realizou um teste de ajuste das máscaras do tipo KF94 (equivalentes às KN95), concluindo que apesar da estrutura similar à dos respiradores N95, esse tipo de máscara não fornece uma proteção equivalente devido à sua vedação insatisfatória. Os dados levantados por este trabalho corroboram com a hipótese de que máscaras e respiradores são eficazes na contenção da propagação do SARS-CoV-2, resultado que talvez possa ser extrapolado para outros patógenos que possuem formas similares de transmissão por gotículas e aerossóis.

Palavras-Chave: COVID-19. SARS-CoV-2. Transmissão. Máscaras. N95.

SALES, André. **The effectiveness of face masks and respirators usage in the fight against COVID-19**. 2022. 38 pages. Final paper (Graduation in Biomedicine) – Federal University of Pernambuco, Recife, 2022.

ABSTRACT

The use of masks and respirators has been widely implemented by governments and health organizations in several countries around the world in an attempt to contain the spread of SARS-CoV-2, a coronavirus discovered in the city of Wuhan in the year 2019, to mitigate the socioeconomic impacts of the COVID-19 pandemic, disease caused by SARS-CoV-2. Despite the present literature on face protection usage in other epidemic contexts, such as in influenza outbreaks, targeted studies were necessary in order to enable the analysis and understanding of the impact of such non-pharmacological interventions in a wide and generalized scale among the population, as to determine the characteristics and limitations of the various types of face protection equipment currently available. Thus, the objective of this study was to summarize the most recent findings in this topic in the form of a literature review, carried out by searching for articles published between 2020 and 2022 in the Google Scholar; PubMed and Scielo databases, using the descriptors COVID-19; Masks; Respirators; N95; PFF2; Transmission and Pandemic, as well as their respective Portuguese counterparts. Thirty-four articles were obtained, from which fourteen were selected after applying the inclusion and exclusion criteria. Of the selected articles, 3 performed computerized mathematical simulations, which unanimously suggested that masks and respirators would have a significant effect on containing SARS-CoV-2; 10 directly assessed the efficiency of masks and respirator and their impact on the spread of COVID-19, obtaining results that corroborate with the predictions of the first 3 articles and demonstrating that the most efficient face protection equipment are the N95 and PFF2 respirators; and the last article performed a fit test of the KF94 type masks (equivalent to KN95), concluding that despite the similar structure to N95 respirators, this type of mask does not provide equivalent protection due the absence of a satisfactory seal. The data collected by this study support the hypothesis that masks and respirators are effective in containing the spread of SARS-CoV-2, a result that may be extrapolated to other pathogens that have similar forms of transmission by droplets and aerosols.

Keywords: COVID-19. SARS-CoV-2. Transmission. Masks. N95.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais métodos de fabricação dos materiais TNT utilizados na confecção de máscaras cirúrgicas. (A) Esquema de produção de TNT melt-blown; (B) Esquema de produção de TNT spunbond.....	16
Figura 2 - Camadas de uma máscara cirúrgica de tripla camada do tipo SMS.....	17
Figura 3 - Máscaras cirúrgicas. (A) Máscara cirúrgica de amarração; (B) Máscara cirúrgica com elásticos de orelha; (C) Máscara cirúrgica ajustada com máscara de tecido.	18
Figura 4 - (A) Estrutura de um respirador tipo N95; (B) Válvula exalatória de um respirador N95.	19
Figura 5 - Máscara do tipo KN95.....	20
Figura 6 - (A) Esquema de um Respirador Elastomérico Semifacial; (B) Respirador Elastomérico Semifacial; (C) Respirador Elastomérico Facial Completo com cartuchos de proteção contra substâncias químicas.	21
Figura 7 - Protetor Facial.....	20
Figura 8 - Visualização instantânea de fluxo a 180° dentro do ciclo respiratório para os casos: (A) sem máscara, (B) KN95 e (C) máscara cirúrgica.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados dos artigos selecionados.	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
COVID-19	Doença do Coronavírus de 2019 (<i>Coronavirus Disease of 2019</i>)
ECA2	Enzima Conversora de Angiotensina 2
EF	Eficiência de Filtração
EPI	Equipamento de Proteção Individual
HCoV	Coronavírus Humano (<i>Human Coronavirus</i>)
MERS	Síndrome Respiratória do Oriente Médio (<i>Middle East Respiratory Syndrome</i>)
MERS-CoV	Coronavírus causador da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (<i>Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus</i>)
NPR	Nível de Proteção Respiratória
NTD	Domínio N-Terminal (<i>N-Terminal Domain</i>)
OSHA	Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (<i>Occupational Safety and Health Administration</i>)
PFF2	Peça Facial Filtrante tipo 2
PFF3	Peça Facial Filtrante tipo 3
RBD	Domínio de Ligação do Receptor (<i>Receptor Binding Domain</i>)
RCT	Teste Controlado e Randomizado (<i>Randomized Controlled Trial</i>)
SARS	Síndrome Respiratória Aguda Grave (<i>Severe Acute Respiratory Syndrome</i>)
SARS-CoV	Coronavírus causador da Síndrome Respiratória Aguda Grave (<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus</i>)
SARS-CoV-2	Coronavírus 2 causador da Síndrome Respiratória Aguda Grave (<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i>)
SMS	<i>Spunbond-meltblown-spunbond</i>
SPPC	Síndrome Persistente Pós-COVID
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TNT	Tecido não tecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	COVID-19	11
2.1.1	Características estruturais do SARS-CoV-2 e manifestações clínicas da COVID-19	11
2.1.2	Variantes de preocupação do SARS-CoV-2	12
2.1.3	Transmissão	12
2.1.4	COVID Longa ou Síndrome Persistente Pós-COVID (SPPC)	13
2.2	Biossegurança	14
2.2.1	Máscaras	14
2.2.2	Ventilação de ambientes e distanciamento social	22
3	OBJETIVOS	24
3.1	Objetivos Gerais	24
3.2	Objetivos Específicos	24
4	METODOLOGIA	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, o aparecimento de novas doenças infecciosas foi uma constante para a humanidade, podendo ficar restrita a grupos isolados, resultando em surtos epidêmicos, ou se dispersando em larga escala, causando pandemias. Somente entre os séculos XX e XXI a humanidade enfrentou duas pandemias de cólera (1899 e 1961), quatro de influenza, sendo elas a gripe espanhola H1N1 (1918), a gripe asiática H2N2 (1957), a gripe de Hong Kong H3N2 (1968) e a gripe suína H1N1 (2009), e três de coronavírus, sendo elas a SARS (2002), causada pelo SARS-CoV, a MERS (2015), causada pelo MERS-CoV e a COVID-19 (2019), causada pelo SARS-CoV-2 (PIRET; BOIVIN, 2021).

O SARS-CoV-2 foi primeiramente identificado em 2019 na cidade de Wuhan, na China, e sua suposta origem zoonótica foi determinada pela similaridade genética do vírus com coronavírus encontrados em morcegos e pangolins da região (ASSELAH et al., 2020), o que corrobora com a análise espacial de dispersão realizada por Worobey et al. (2022), que apontou o *Huansan Seafood Wholesale Market* como o epicentro inicial da COVID-19. No período de produção deste trabalho, a doença já havia atingido todo o globo e, de acordo com a Organização Mundial da Saúde, ultrapassou os 420 milhões de casos e 5,8 milhões de óbitos confirmados, com duas principais variantes em circulação, a Delta (B.1.617.2) e a Omicron (B.1.1.529) (OMS, 2022).

Ao contrário do que foi inicialmente presumido, o tempo de viabilidade SARS-CoV-2 em superfícies é curto, portanto, a probabilidade de transmissão por tal via mostrou-se muito pequena no mundo real, não sendo possível confirmar casos provenientes por essa via de transmissão e, portanto, medidas como a higienização de superfícies acabaram tendo pouco impacto na contenção da doença. A principal via de transmissão se dá pelo contato próximo com pessoas infectadas, quando há a exposição de mucosas à uma quantidade suficiente de gotículas suspensas e aerossóis que carregam os vírus ainda ativos (MEYEROWITZ; RICHTERMAN; GANDHI, 2021).

A pandemia de COVID-19 causou profundos impactos sanitários e socioeconômicos nos mais diversos países, afetando diretamente o estilo de vida de diversas populações, além das possíveis sequelas e óbitos advindos da progressão da doença no organismo (BUHEJI et al., 2020; RAVEENDRAN; JAYADEVAN; SASHIDHARAN, 2021).

Entender a dinâmica de transmissão da doença é de suma importância para definir e implementar formas efetivas de contenção do contágio, com a finalidade de minimizar tanto os riscos para a saúde da população quanto o impacto socioeconômico resultante. O uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) como máscaras faciais, respiradores, óculos de proteção e protetores faciais (*face shields*) visa minimizar a exposição do usuário aos agentes nocivos externos. No entanto, avaliar o impacto de cada tipo de equipamento de forma isolada é um desafio, tendo em vista que, na prática, dois ou mais desses equipamentos podem e são utilizados em conjunto, resultando em uma sobreposição de dados (BO et al., 2020).

Estudos mostram que o uso de respiradores e máscaras faciais de forma geral pela população foi responsável por desacelerar a progressão da pandemia significativamente (LI et al., 2020). Porém, cada tipo de máscara ou respirador confere um nível de proteção diferente, que é afetado por fatores como a capacidade de filtração do material utilizado, o ajuste ao rosto, e o conforto durante o uso (SHAH et al., 2021). Desta forma, é importante caracterizar e definir o melhor tipo de respirador aplicável para cada situação com a finalidade de minimizar o risco de transmissão do SARS-CoV-2 nos diversos contextos presentes no dia a dia.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 COVID-19

2.1.1 Características estruturais do SARS-CoV-2 e manifestações clínicas da COVID-19

O SARS-CoV-2 é um vírus de RNA que faz parte da subfamília *Coronavirinae*, contido na família *Coronaviridae*, que têm morcegos como seus principais reservatórios na natureza (PAULES; MARSTON; FAUCI, 2020). Sua partícula viral tem cerca de 0,1 µm (60-140 nm) de diâmetro e sua estrutura consiste em uma fita simples de RNA de polaridade positiva, envolta por um capsídeo, composto pela proteína nucleocapsídeo (N), que é então revestido pelo envelope viral, composto por proteínas de membrana (M), proteínas de envelope (E) e glicoproteínas spike (S) (WANG et al., 2020; ZHU et al., 2020).

A subfamília *Coronavirinae* pode ser dividido em quatro gêneros: alfa, beta, delta e gama, sendo os dois primeiros responsáveis pelas infecções em humanos, dos quais quatro espécies (HCoV 229E, NL63, OC43 e HKU1) estão relacionadas com endemias de resfriados pelo mundo. Em 2002 houve o surgimento da síndrome respiratória aguda grave (SARS) na província chinesa de Guangdong, tratando-se de uma pneumonia atípica causada pelo betacoronavírus SARS-CoV. Os betacoronavírus MERS-CoV e SARS-CoV-2, originados respectivamente em 2012 e 2019, também causam pneumonias atípicas semelhantes (PAULES; MARSTON; FAUCI, 2020).

A infecção respiratória causada pelo SARS-CoV-2 é denominada de COVID-19, a qual apresenta variadas manifestações clínicas que podem afetar diversos sistemas além do sistema respiratório, podendo causar complicações neurológicas (ex. mialgias, tontura, confusão), gastrointestinais (ex. diarreia, lesões hepáticas), cardiovasculares (ex. lesões no miocárdio, arritmias) e de coagulação (ex. tromboembolismo) (WANG et al., 2020).

A maioria das pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2 cursam com casos de COVID-19 assintomáticos ou leves, podendo apresentar sintomas semelhantes aos de um resfriado comum, enquanto pessoas com COVID-19 grave geralmente cursam com dispneia e queda da saturação de oxigênio (<93%) e frequentemente necessitam de suporte respiratório com suplementação de oxigênio (SERAFIM et al., 2021). Pacientes graves podem evoluir para casos críticos, podendo cursar com falha

múltipla dos órgãos, choque séptico, trombose venosa profunda, acidose sistêmica não compensada e síndrome do desconforto respiratório agudo (WANG et al., 2020).

2.1.2 Variantes de preocupação do SARS-CoV-2

Novas mutações seguem aparecendo no SARS-CoV-2, devido às altas taxas de transmissão desde seu aparecimento, gerando variantes que acumulam pequenas mutações em diversas estruturas virais (WANG et al., 2020). Atualmente, as variantes de preocupação mais conhecidas são as linhagens Sul-Africana (B1.351), Inglesa (B1.1.7), Gama (P1 ou variante brasileira), Delta (B1.617.2 ou variante indiana) e Omicron (B.1.1.529) (HAQUE; PANT, 2022).

As mutações mais preocupantes são as que afetam as proteínas Spike e as proteínas de nucleocapsídeo, pois são estes os principais agentes imunogênicos do vírus presentes nas vacinas (DOBAÑO et al., 2022). A proteína Spike é responsável pela adesão do SARS-CoV-2 às células-alvo, ligando-se às enzimas conversoras de angiotensina 2 (ECA2), que são proteínas transmembrana presentes em diversas células, como nas de revestimento do sistema respiratório. Mutações no seu domínio de ligação ao receptor (RBD) e no domínio N terminal (NTD) também podem afetar a transmissibilidade do vírus (NUGENT, 2022).

A exposição primária ao SARS-CoV-2 pode não conferir proteção total contra reinfecções, como sugerido pelos vários casos reportados pelo mundo. Casos de reinfecção podem estar ligados a diversos fatores, sendo alguns deles: baixa produção de anticorpos neutralizantes; exposição a maiores cargas virais; exposição a variantes mais virulentas; perda de eficiência dos anticorpos neutralizantes devido a mutações nos RBDs e NTDs virais (FAKHROO et al., 2021).

2.1.3 Transmissão

O principal mecanismo de transmissão do SARS-CoV-2 se dá por meio de gotículas e aerossóis suspensos no ar, que carregam vírus ativos. Essas partículas são emitidas naturalmente durante atividades do dia a dia, como falar, tossir, espirrar ou durante a respiração normal. Gotículas maiores do que 10 µm tendem a atingir o solo rapidamente, podendo chegar a distâncias de até 2 ou 3 metros, enquanto os aerossóis (menores do que 5 µm) são carregados pelas correntes de ar e, dependendo do ambiente, podem ficar suspensos por horas (TELLIER, 2022).

De acordo com um estudo realizado por Doremalen et al. (2020), cópias infecciosas do SARS-CoV-2 podem permanecer ativas por mais de 3 horas em aerossóis, com sua concentração relativamente preservada (redução em cerca de 20%), e por até 72 horas em superfícies como plástico e aço, mas com grande perda de titulação (redução em cerca de 80%). Com base na queda da quantidade de vírus ativos e na falta de evidências acerca da transmissão do SARS-CoV-2 por meio de superfícies, pode-se afirmar que essa via de transmissão tem um papel secundário na transmissão da doença (MOSCHOVIS et al., 2021).

Pessoas com quadros assintomáticos e pré-sintomáticos cursam com cargas virais mais baixas, sendo menos contagiosas, mas representam uma grande proporção do total de casos de infecção pelo SARS-CoV-2. Estima-se que cerca de metade dos novos casos de COVID-19 são provenientes de fontes assintomáticas de transmissão, indicando que o acompanhamento e controle desses casos é essencial para a contenção do espalhamento do vírus (GAO et al, 2021).

Estudos apontam que tanto uma capacidade de depuração viral reduzida quanto a exposição a maiores cargas virais do SARS-CoV-2 estão associadas à evolução para quadros mais graves da doença. Pode-se inferir uma relação entre idade e capacidade de depuração viral devido à imunossenescência, indicando que pacientes idosos estão mais propensos a desenvolver um quadro grave de COVID (GRUVER; HUDSON; SEMPOWSKI, 2007; GAO et al., 2020).

2.1.4 COVID Longa ou Síndrome Persistente Pós-COVID (SPPC)

A Síndrome Persistente Pós-COVID (SPPC), ou COVID longa, trata-se de um conjunto abrangente de sintomas que persistem após o término da fase aguda da infecção pelo SARS-CoV-2, dentre eles: fadiga, dispneia, distúrbios de sono, distúrbios cognitivos, distúrbios cardíacos, dores musculares, dores articulares, distúrbios de equilíbrio, anosmia persistente, ansiedade, depressão, entre outros (CROOK et al., 2021; ORONSKY et al., 2021; RAVEENDRAN; JAYADEVAN; SASHIDHARAN, 2021).

Apesar das manifestações não respiratórias mais preocupantes e da fibrose estarem associadas aos casos graves e críticos da doença, pacientes que cursaram com COVID-19 leve ou moderada também desenvolvem sintomas da SPPC (RAVEENDRAN; JAYADEVAN; SASHIDHARAN, 2021).

O mecanismo causador da SPPC ainda não foi esclarecido, mas a persistência dos sintomas pode estar relacionada a mecanismos similares aos da Síndrome Pós-Sepse e da Síndrome Pós-Tratamento Intensivo, assim como à persistência de um quadro inflamatório crônico, à extensão dos danos aos órgãos, à indução de respostas autoimunes, entre outros (ORONSKY et al., 2021; RAVEENDRAN; JAYADEVAN; SASHIDHARAN, 2021).

Devido às altas taxas de infecção ao longo da Pandemia de COVID-19 e ao quantitativo de pessoas que já foram e continuam sendo infectadas, o seu impacto a longo prazo é preocupante. A incidência de problemas de saúde crônicos de forma disseminada na população pode sobrecarregar os sistemas de saúde, além de levar a consequências socioeconômicas ainda não quantificáveis (CROOK et al., 2021; RAVEENDRAN; JAYADEVAN; SASHIDHARAN, 2021).

2.2 Biossegurança

2.2.1 Máscaras

Com o descobrimento dos microrganismos, por Louis Pasteur, e da sua atuação como agentes causadores de infecção, por Joseph Lister, na segunda metade do Século XIX, o conceito de assepsia começou a ser desenvolvido e aplicado na prática médica na forma da esterilização de instrumentos e lavagem das mãos, como uma forma de evitar complicações para os pacientes após procedimentos cirúrgicos (STRASSER; SCHLICH, 2020).

Após algumas décadas, o bacteriologista Carl Flügge conseguiu demonstrar experimentalmente que gotículas provenientes da fala e da respiração carregam bactérias, o que possibilitou ao cirurgião Johann Mikulicz desenvolver a primeira máscara facial de algodão que cobrisse a boca, o nariz e a barba, sendo a mesma usada por ele pela primeira vez em 1897. Em 1935, a maioria dos cirurgiões já havia adotado o uso das máscaras reutilizáveis durante procedimentos cirúrgicos, que viriam a ser substituídas por máscaras descartáveis na década de 1960 (STRASSER; SCHLICH, 2020).

A adoção do uso de diversos tipos de máscaras de proteção foi preconizada durante a Pandemia de COVID-19, tanto em ambientes intra-hospitalares quanto extra-hospitalares, em conjunto com outras medidas de proteção, como o isolamento social e a higienização das mãos, com a finalidade de desacelerar a propagação do SARS-CoV-2 (LIANG et al., 2020; FAZIO et al., 2021; KWON et al., 2021).

2.2.1.1 Máscaras Caseiras

O uso de máscaras caseiras foi recomendado para a população em geral no início da Pandemia de COVID-19 devido à escassez de opções mais eficientes, como máscaras cirúrgicas ou respiradores PFF2, cujo uso estava sendo direcionado aos profissionais da área de saúde (OMS, 2020).

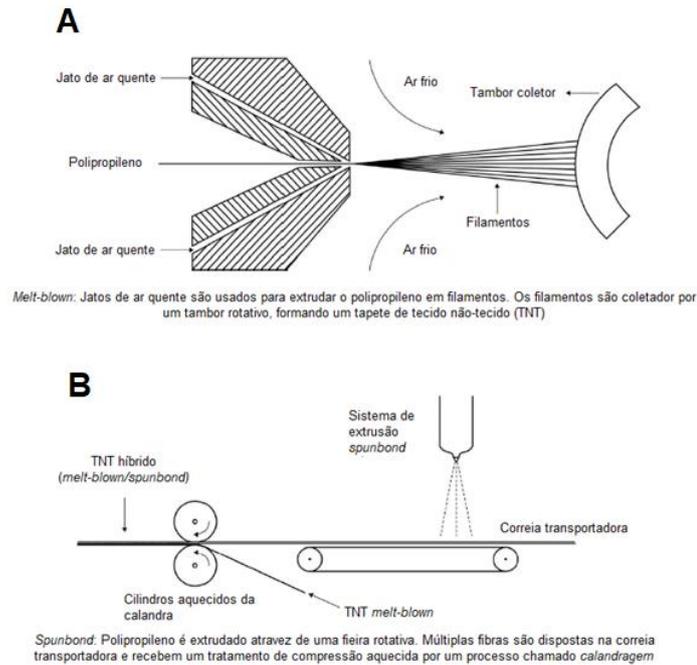
Devido à falta de padronização quanto aos materiais utilizados e técnicas de produção, a taxa de proteção conferida por máscaras de tecido não regulamentadas é altamente variável. Máscaras produzidas com tecidos de algodão têm baixas taxas de filtração de partículas menores do que 5 μm , enquanto as produzidas com materiais não-tecidos (TNT) podem atingir taxas de filtração mais altas, a depender do seu número de camadas (KWONG et al, 2021).

Atualmente sabe-se que as máscaras caseiras não fornecem ao usuário graus de proteção adequados contra aerossóis, mas limita o alcance das gotículas por ele emitidas, podendo assim auxiliar no controle das fontes de transmissão de doenças respiratórias quando opções mais eficientes não estiverem disponíveis (SHAH et al, 2021).

2.2.1.2 Máscaras Cirúrgicas

Máscaras cirúrgicas são tipicamente feitas com 3 camadas de TNTs sintéticos compostos pela sobreposição de pequenos filamentos de polipropileno, que podem ser obtidos por via de dois principais métodos de fabricação, *melt-blown* (Figura 1A) e *spunbond* (Figura 1B).

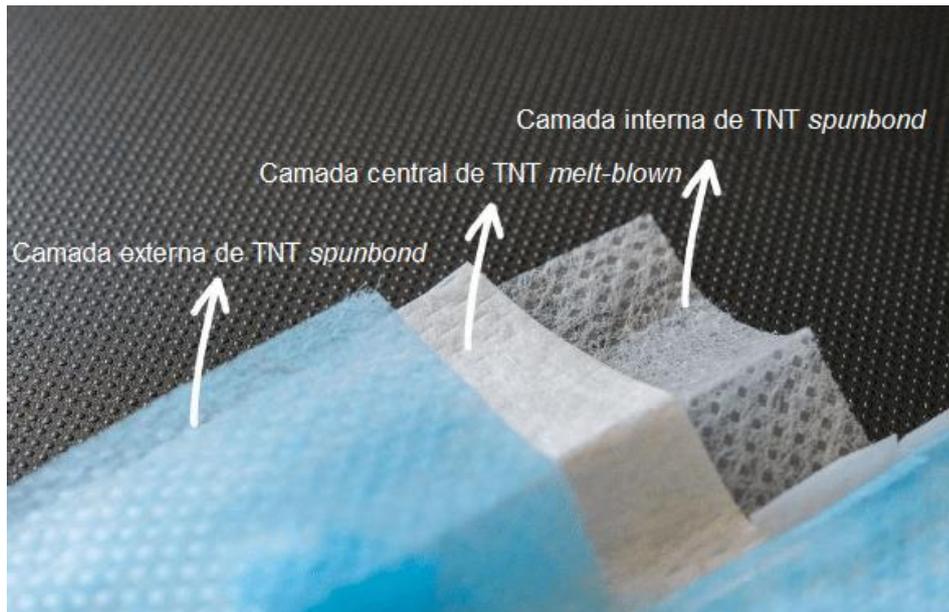
Figura 1 - Principais métodos de fabricação dos materiais TNT utilizados na confecção de máscaras cirúrgicas. (A) Esquema de produção de TNT *melt-blown*; (B) Esquema de produção de TNT *spunbond*.



Fonte: Adaptado de YAM; KEUNG (2020).

O tecido *spunbond* tende ter filamentos mais grossos, sendo mais resistente à tensão, calor e umidade, enquanto o tecido *melt-blown* é composto por fibras mais finas e tem ótimas capacidades filtrantes. As máscaras normalmente são de tripla camada do tipo SMS (*spunbond-meltblown-spunbond*), tendo as camadas interna e externa de polipropileno *spunbond* e a camada filtrante central de polipropileno *meltblown*, como demonstrado na Figura 2 (YAM; KEUNG, 2020).

Figura 2 - Camadas de uma máscara cirúrgica de tripla camada do tipo SMS.

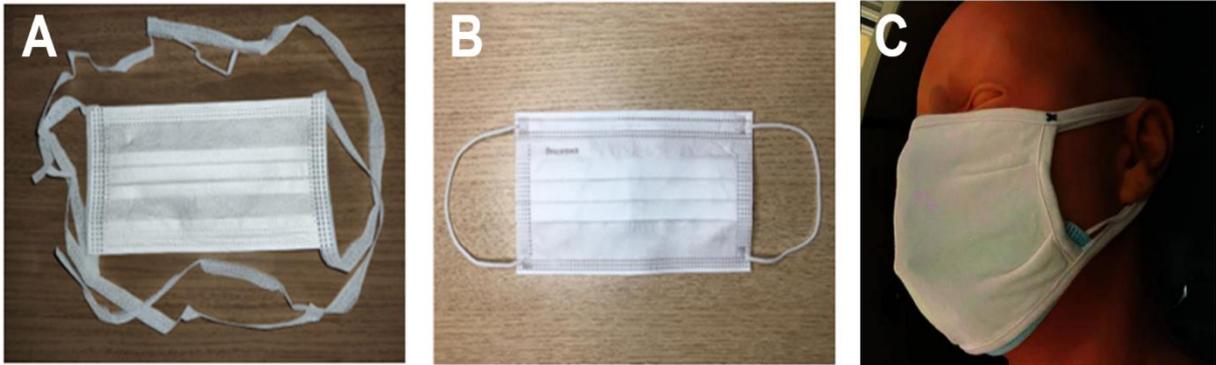


Fonte: Adaptado de YAM; KEUNG (2020).

As máscaras cirúrgicas foram desenvolvidas para proteger o usuário contra o contato direto com líquidos ou gotículas, como os provenientes de um espirro, e para evitar a transmissão de bactérias para o paciente via gotículas de saliva. Apesar da boa capacidade filtrante do material, vírus e aerossóis que estiverem suspensos no ambiente podem ser carregados pelas correntes de ar que passam pelas frestas existentes entre a máscara e o rosto (TCHARKHTCHI et al., 2021).

Máscaras cirúrgicas de amarração (Figura 3A) tendem a manter um ajuste melhor ao rosto, mas o ajuste das máscaras com elásticos de orelha (Figura 3B) pode ser melhorado com o uso de uma máscara de tecido bem ajustada por cima (Figura 3C), de forma a minimizar os vazamentos de ar e, conseqüentemente, melhorar a taxa de proteção final obtida (BROOKS et al., 2021).

Figura 3 - Máscaras cirúrgicas. (A) Máscara cirúrgica de amarração; (B) Máscara cirúrgica com elásticos de orelha; (C) Máscara cirúrgica ajustada com máscara de tecido.



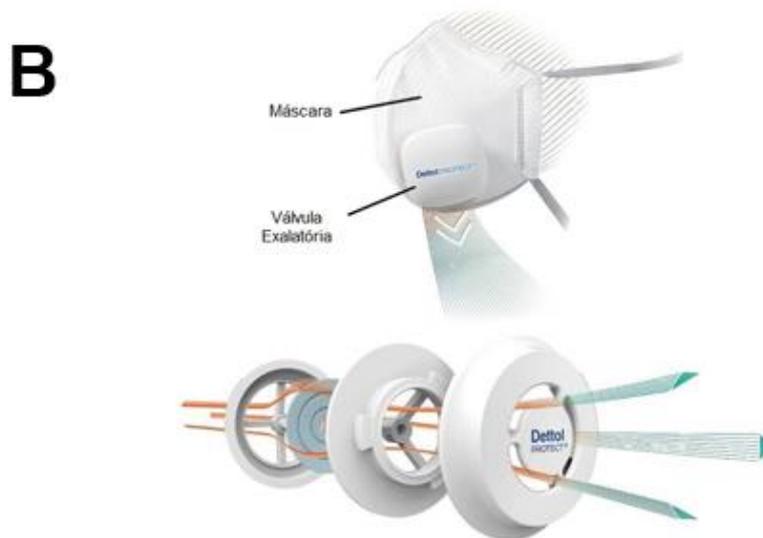
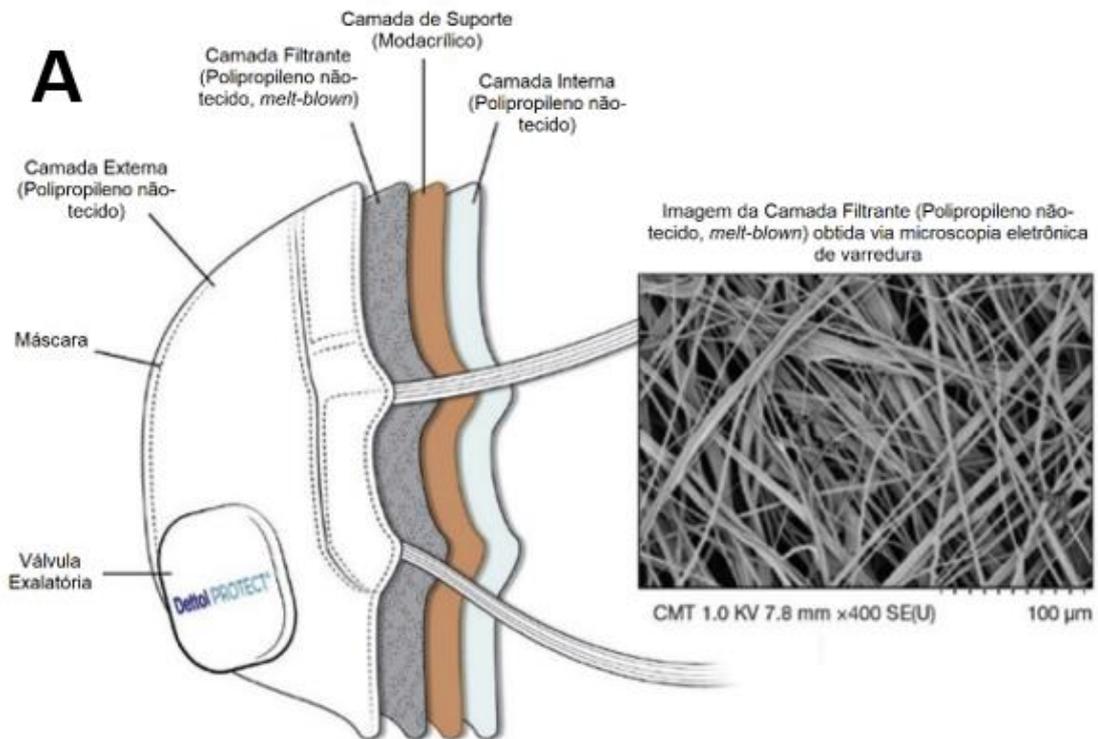
Fonte: figuras (A) e (B) são de autoria própria; figura (C) retirada de BROOKS et al. (2021).

2.2.1.3 Respiradores PFF2 (BR) e similares

Os respiradores do tipo PFF2 (equivalente à N95 norte-americana) e PFF3 são projetados para filtrar, respectivamente, mais de 95% e mais de 99% dos aerossóis com diâmetros entre 0,3 e 0,6 μm , conferindo proteção tanto contra as partículas suspensas no ar quanto contra o contato direto com outros líquidos e secreções não-oleosas. No entanto, para que tal taxa de proteção seja atingida é necessário minimizar o vazamento de ar não filtrado para dentro da máscara, sendo preconizada a realização de um teste de vedação após o correto ajuste do respirador no rosto (OSHA, 2004; REGLI; SOMMERFIELD; UNGERN-STERNBERG, 2020).

Os respiradores PFF2 são compostos por quatro camadas como disposto na Figura 4A, com elásticos que devem ser posicionados por trás da cabeça e podendo ou não possuir uma válvula exalatória. A válvula tem como finalidade dar mais conforto respiratório ao usuário, fornecendo uma via facilitada para a saída de ar exalado não filtrado, como pode ser observado na Figura 4B. A presença da válvula reduz a eficiência do respirador como um controle de fonte de infecção ao permitir a liberação de aerossóis advindos do usuário e, por essa razão, o uso de respiradores valvulados não é recomendado no contexto da Pandemia de COVID-19 (ZHOU et al., 2018; STAYMATES, 2020).

Figura 4 - (A) Estrutura de um respirador tipo N95; (B) Válvula exalatória de um respirador N95.



Fonte: Adaptado de Zhou et al. (2018).

Os respiradores dos tipos KN95 (modelo chinês) e KF94 (modelo coreano) possuem estruturas semelhantes aos respiradores do tipo PFF2, com o diferencial de possuírem elásticos de fixação que prendem nas orelhas (Figura 5). Essa forma de fixação resulta em um ajuste menos firme, comprometendo parcialmente a proteção conferida devido à pior vedação (YANG et al., 2021).

Figura 5 - Máscara do tipo KN95.



Fonte: Autoria própria.

A reutilização desses respiradores não é recomendada pelos órgãos de saúde, mas devido à escassez de EPIs durante os primeiros estágios da Pandemia de COVID-19, o seu reuso foi permitido contanto que a integridade do equipamento fosse preservada e que o equipamento fosse sempre utilizado pelo mesmo usuário (ANVISA, 2020).

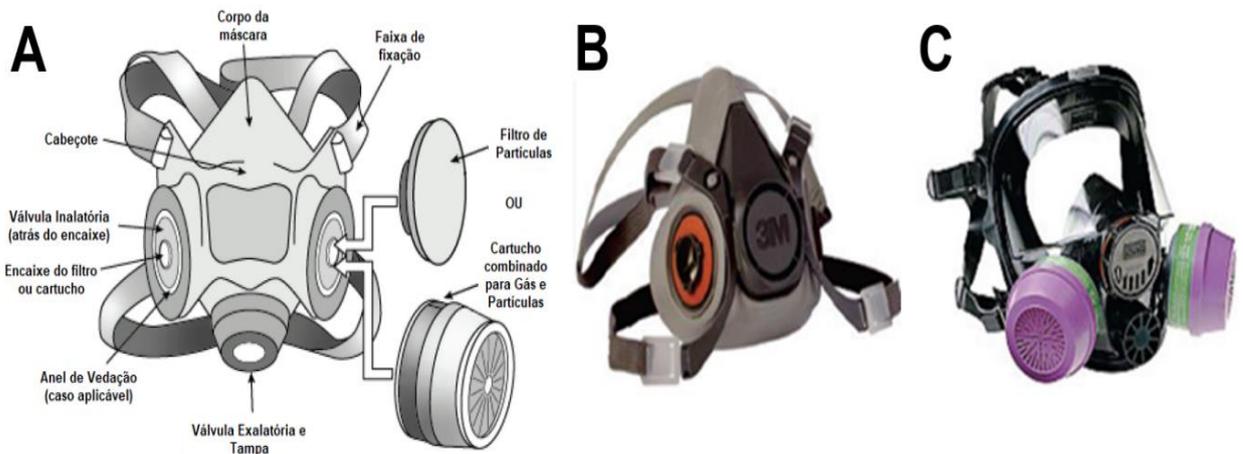
Diversos métodos de higienização foram avaliados, com resultados variados, concluindo-se que qualquer método que cause danos ao respirador, deixe resíduos potencialmente nocivos, comprometa a carga eletrostática presente na camada de polipropileno *melt-blown* filtrante ou falhe em desinfetar satisfatoriamente o equipamento não deve ser utilizado (HOSSAIN et al., 2020; KHAN et al., 2020).

2.2.1.4 Respiradores Elastoméricos

Os respiradores elastoméricos (Figura 6) são equipamentos laváveis que podem ser do tipo facial completo, cobrindo todo o rosto, ou semifacial, cobrindo apenas o nariz e a boca. Eles constam com filtros descartáveis com taxas de filtração equivalentes às dos respiradores PFF2 e PFF3 e que são compatíveis com o uso prolongado. Como possuem um revestimento siliconado em suas bordas, permitem um ótimo ajuste ao rosto e conseqüentemente uma ótima vedação. No entanto, esses respiradores, além de dificultarem a fala, têm válvulas exalatórias sem filtro, o que

pode comprometer a sua eficácia como controle de fontes de infecção (LIVERMAN et al., 2019; BOWDLE et al., 2021).

Figura 6 - (A) Esquema de um Respirador Elastomérico Semifacial; (B) Respirador Elastomérico Semifacial; (C) Respirador Elastomérico Facial Completo com cartuchos de proteção contra substâncias químicas.



Fonte: Adaptado de LIVERMAN et al. (2019).

2.2.1.5 Protetores faciais e Óculos de proteção

Protetores faciais (*face shields*) e óculos de proteção foram desenvolvidos para funcionarem como barreiras físicas protetoras para as mucosas faciais do usuário, principalmente os olhos, retendo respingos diretos e gotículas (Figura 7). Devido à ausência de propriedades filtrantes, os protetores faciais não são indicados para a proteção contra aerossóis suspensos no ar, não servindo como substitutos para máscaras e respiradores no contexto da Pandemia de COVID-19 (ZHANG et al., 2020).

Os protetores faciais podem ser utilizados como uma segunda linha de proteção, protegendo os olhos de respingos infectantes, também servindo para aumentar a vida útil de respiradores ao reduzir sua chance de contaminação. A presença de uma barreira física também pode desestimular o usuário a levar a mão ao rosto ou aos olhos (ZHANG et al., 2020).

Figura 7 - Protetor Facial



Fonte: Adaptado de SINGH et al. (2021).

2.2.2 Ventilação de ambientes e distanciamento social

Os diferentes tamanhos de partículas e aerossóis emitidos por uma pessoa infectada podem atingir distâncias variadas, com as gotículas maiores tendendo a atingir o solo mais rápido do que os aerossóis menores. Quando em um ambiente fechado, os aerossóis que ficam suspensos no ar por períodos mais longos de tempo tendem a se acumular, formando um ambiente propício para a transmissão da COVID-19 (LAU et al., 2020; SHAH; et al., 2021).

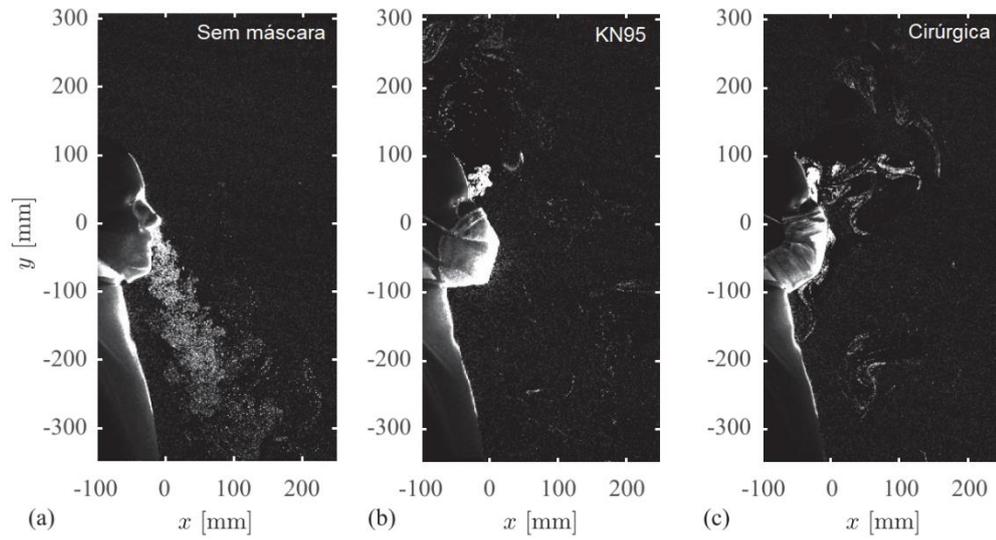
Como demonstrado por LAU et al. (2020), em um ambiente sem correntes de ar a concentração de partículas infectantes tende a ser maior quanto mais próximo se está da pessoa infectada. Dessa forma, medidas de distanciamento social, como evitar frequentar locais fechados e manter uma distância mínima de 1 metro entre as pessoas, foram recomendadas com a intenção de reduzir os riscos de transmissão do SARS-CoV-2 (OMS, 2021).

Apesar das recomendações, um distanciamento social de 1 ou 2 metros entre as pessoas não é suficiente quando se trata de ambientes fechados. Garantir uma melhor circulação e renovação de ar é essencial para evitar o acúmulo e dispersar os aerossóis infectantes suspensos no ambiente. O uso de máscaras pode reduzir o raio de transmissão do SARS-CoV-2, pois além de reter parte das gotículas, também redireciona o fluxo de ar proveniente da respiração, reduzindo o *momentum linear*¹

¹ Grandeza física referente à quantidade de movimento de um corpo, tratando-se do produto entre sua massa e sua velocidade e sendo expressa em quilogramas metro por segundo (kg·m/s).

das gotículas e aerossóis exalados (Figura 8) (LAU et al., 2020; UEKI et al., 2020; SHAH et al., 2021).

Figura 8 - Visualização instantânea de fluxo a 180° dentro do ciclo respiratório para os casos: (A) sem máscara, (B) KN95 e (C) máscara cirúrgica.



Fonte: Adaptado de SHAH et al. (2021).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos Gerais

Realizar um levantamento das descobertas mais recentes acerca do impacto do uso de máscaras e respiradores, assim como as diferenças entre os níveis de proteção conferidos por seus diferentes tipos e sua eficiência na contenção da transmissão de doenças respiratórias no contexto da Pandemia de COVID-19.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar o impacto da ampla implementação do uso de máscaras e respiradores faciais na transmissão do SARS-CoV-2, com e sem a adoção de outras medidas não farmacológicas.
- Avaliar as vantagens e limitações de diferentes tipos de máscaras e respiradores faciais utilizados durante pandemia de COVID-19.
- Sumarizar de forma compreensível quais os fatores que influenciam na proteção individual conferida por cada máscara ou respirador, assim como no seu efeito à nível comunitário.

4 METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em uma revisão de literatura por meio da análise de ensaios teóricos e empíricos, bem como estudos com diferentes abordagens metodológicas (quantitativa e qualitativa).

Essa revisão obedeceu ao seguinte processo: 1) escolha do tema; 2) busca na literatura; 3) critérios para a categorização do estudo (coleta de dados); 4) avaliação dos estudos incluídos nos resultados; 5) discussão do resultado; e 6) apresentação da revisão.

A revisão de literatura foi realizada por meio de buscas eletrônicas nas plataformas PubMed, SciELO e Google Acadêmico, por artigos científicos publicados entre 2020 e 2022, nos idiomas português e inglês.

Foram utilizados os seguintes descritores combinados, bem como seus correspondentes em inglês, nas bases de dados: COVID-19 (*COVID-19*); Máscaras (*Masks*); Respiradores (*Respirators*); N95 (*N95*); PFF2 (*PFF2*); Transmissão (*Transmission*); Pandemia (*Pandemic*). Foram excluídos os i) artigos que não obedeceram aos critérios mencionados acima; ii) artigos de revisão, monografias, dissertações e teses acadêmicas; e iii) artigos que apareceram repetidamente nas bases.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de artigos nos bancos de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico – utilizando os descritores (com seus correspondentes em inglês) COVID-19 (*COVID-19*); Máscaras (*Masks*); Respiradores (*Respirators*); N95 (*N95*); PFF2 (*PFF2*); Transmissão (*Transmission*); Pandemia (*Pandemic*) – resultou em 34 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 14 artigos, sumarizados na Tabela 1.

Dentre os artigos selecionados estão: 5 estudos experimentais controlados, 3 simulações por modelo matemático computadorizado, 2 estudos observacionais, 1 estudo controlado e randomizado, 1 estudo randomizado em cluster, 1 estudo aberto randomizado e 1 estudo ecológico. Dos 14 estudos avaliados, 13 obtiveram resultados que sugerem que os diferentes tipos de máscaras faciais têm eficiências variadas, mas sempre positivas, na contenção da transmissão do SARS-CoV-2.

Os resultados obtidos por Strutt et al. (2020), através de simulações por modelo matemático computadorizado, sugerem que a recomendação de uso de proteção facial para toda a população é mais eficaz do que a recomendação apenas para as pessoas sintomáticas, também indicando que quanto maior a proteção fornecida pela peça de proteção facial, menor é a taxa de adesão ao seu uso necessária para que se atinja um nível de transmissão controlável ($R_0 < 1$) do SARS-CoV-2. Esses resultados condizem com os achados obtidos por Rosenstrom et al. (2021) e Li et al. (2020), que realizaram simulações computadorizadas com modelos matemáticos distintos.

Os achados de Li et al (2020) também sugerem que a adoção concomitante do uso de máscaras com outras medidas não farmacológicas, como o distanciamento social e a lavagem das mãos, resulta em taxas de transmissão mais baixas do que as obtidas apenas com a adoção do uso de peças de proteção facial.

No estudo realizado por Abaluck et al. (2022), pôde-se observar que a distribuição de máscaras, cirúrgicas ou de tecido, e a introdução de recomendações, a nível comunitário ou familiar, para o seu uso, teve um impacto significativo nas taxas de adesão da população (42,3% no grupo que sofreu intervenções e 13,3% no grupo controle). Isto indica que a adoção de tais estratégias de intervenção é uma importante ferramenta para combater a disseminação de doenças transmitidas por via respiratória, como a COVID-19.

Tabela 1. Resultados dos artigos selecionados.

Título	Autoria e ano	Contexto	Objetivo	Intervenções Avaliadas	Resultados
Mask or no mask for COVID-19: A public health and market study	LI et al., 2020.	Simulação por Modelo Matemático Computacional Simulação da implementação do uso abrangente de diversos tipos de proteção facial, com ou sem a adoção concomitante de outras intervenções.	Avaliar o impacto do uso de máscaras com base nos dados existentes sobre eficiência de proteção, transmissão da COVID-19 e disponibilidade de EPIs.	Uso de peças de proteção facial com fatores variados de eficiência, adesão e disponibilidade.	Redução significativa da transmissão da COVID-19 após adoção do uso de máscaras, sendo maior quanto mais eficiente o EPI for e quando há a adoção concomitante de outras intervenções.
A modelling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic	STUTT et al., 2020.	Simulação por Modelo Matemático Computacional Simulação da implementação do uso de máscaras somado à adoção do <i>Lockdown</i> , em dois regimes distintos: uso apenas quando sintomático ou a todo momento.	Avaliar a interação dos períodos de <i>Lockdown</i> com o uso de máscaras com níveis de eficiência e adesão variados (0, 25, 50, 75 e 100%).	Uso de proteção facial apenas após o aparecimento de sintomas ou de forma abrangente.	Nível $R_0 < 1$ de transmissão atingido com adesão de 95% da população ao uso de máscaras equivalentes às KN95 apenas após o aparecimento de sintomas (R_0 inicial = 2,2) e com adesão de 50 e 75% da população quando o uso é recomendado a todo momento (R_0 inicial = 2,2 e 4,0, respectivamente).
High-Quality Masks Reduce COVID-19 Infections and Death in the US	ROSENSTROM et al., 2021.	Simulação por Modelo Matemático Computacional Simulação da implementação do uso de máscaras 3,5 meses após o primeiro caso, variando padrões de aderência da população e eficiência das máscaras.	Avaliar o impacto da implementação do uso abrangente de proteção facial na redução da transmissão da COVID-19.	Uso de proteção facial com diversos perfis de eficiência e de adesão pela população.	Redução significativa da transmissão da doença em todos os contextos, sendo mais efetivo quando há uma maior adesão e com o uso de máscaras mais eficientes.
Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A	AYDIN et al., 2020.	Estudo Experimental Controlado Avaliação de 11 tipos de materiais quanto à sua capacidade de retenção de gotículas (com diâmetros entre 0,1mm e 1mm) de uma suspensão de nanopartículas	Avaliar a performance dos tecidos comumente utilizados na manufatura de máscaras caseiras utilizadas durante a	O uso de máscaras caseiras produzidas com materiais diversos (SMS, algodão, poliéster, poliamina e seda) para a	A maioria dos materiais avaliados apresentou uma boa capacidade de retenção de grandes partículas (mediana de eficiência acima de 70%). Máscaras produzidas com duas camadas de tecidos permeáveis apresentaram uma

quantitative mechanistic study		fluorescentes (com 100µm de diâmetro), simulando gotículas carreadoras do SARS-CoV-2.	pandemia de COVID-19.	retenção de grandes partículas infectantes.	eficiência similar às das máscaras cirúrgicas (eficiência maior que 94%).
Methodology for Evaluating the Level of Respiratory Protection Against Particles Similar to Those that Transmit SARS-CoV-2	CHAVEZ et al., 2020.	Estudo Experimental Controlado Avaliação do nível de proteção respiratória conferido por dois tipos de peças de proteção facial (máscaras cirúrgicas e respiradores KN95) por meio da capacidade de retenção de partículas em um ambiente controlado.	Desenvolver uma metodologia de estudo que possibilite avaliar o nível de proteção respiratória conferida pelos diversos tipos de máscaras disponíveis.	A eficiência das peças de proteção facial, levando em consideração a sua taxa de filtração e seu ajuste ao rosto (com e sem modificações).	Observou-se que o bom ajuste ao rosto é essencial para a obtenção de um bom nível de proteção respiratória (NPR). Máscaras cirúrgicas apresentaram um NPR que variou de 91% a 32% (com e sem modificações para melhor ajuste ao rosto, respectivamente), enquanto o NPR das máscaras do tipo KN95 variaram de 97% a 75% (com e sem modificações).
Effectiveness of Face Masks in Preventing Airborne Transmission of SARS-CoV-2	UEKI et al., 2020.	Estudo Experimental Controlado Elaboração de um simulador de emissão de gotículas e aerossóis para avaliar a transmissibilidade das partículas suspensas e o nível de proteção conferido por diversos tipos de máscaras.	Avaliar os impactos de diferentes tipos de máscaras na capacidade de emissão de partículas infectantes por pessoas infectadas pelo SARS-CoV-2.	A eficiência de máscaras de algodão, máscaras cirúrgicas e respiradores do tipo N95 no bloqueio da transmissão do SARS-CoV-2 via emissão de partículas suspensas.	Observou-se que os 3 tipos de máscaras forneceram algum grau de proteção quanto à transmissão do SARS-CoV-2 via partículas suspensas nos ar. Os níveis de proteção foram maiores para as máscaras do tipo cirúrgica e N95 bem ajustadas e quando são utilizadas pelo indivíduo emissor de partículas infectadas.
Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil	MORAIS et al., 2021.	Estudo Experimental Controlado Avaliação de 227 tipos de máscaras usadas no Brasil por meio da aferição de sua eficiência de filtração (EF) e de seu conforto respiratório, por meio da utilização de aerossóis de NaCl com tamanhos variando entre 60 µm e 300 µm.	Avaliar a qualidade dos diversos tipos de máscaras utilizadas no Brasil durante a pandemia de COVID-19.	A eficiência de 227 tipos de máscaras disponíveis no Brasil, sendo as mais comuns as máscaras cirúrgicas, respiradores do tipo N95 e máscaras caseiras de algodão e SMS.	O respirador do tipo N95 mostrou-se a opção mais eficiente (EF de 98%), seguida das máscaras cirúrgicas (EF de 89%) e das máscaras caseiras de SMS (78%), com as máscaras caseiras de algodão apresentando EF variável de 20 a 60%. As máscaras caseiras de SMS apresentaram o melhor conforto respiratório.
Experimental investigation of indoor aerosol dispersion and	SHAH et al., 2021.	Estudo Experimental Controlado Elaboração de um mecanismo emissor de gotículas e aerossóis	Avaliar o impacto do uso de diversos tipos de máscaras e da introdução de	O uso de máscaras cirúrgicas, máscaras de pano e respiradores do	Todas as máscaras ofereceram um certo de grau de proteção imediato, devido à redução do <i>momentum</i> respiratório. Os respiradores do

accumulation in the context of COVID-19: Effects of masks and ventilation		em um ambiente fechado e controlado relativamente grande, de forma a possibilitar a medição da quantidade de partículas suspensas no ar presentes no ambiente ao longo do tempo.	alguns níveis de ventilações no acúmulo de aerossóis e partículas potencialmente contaminantes em um ambiente interno controlado.	tipo N95 e KN95 em um ambiente interno, assim como a introdução de mecanismos de baixa e alta taxas de renovação de ar ambiente.	tipo N95 e KN95 obtiveram as maiores taxas de filtração aparente (60% e 46%, respectivamente), não atingindo a taxa ideal de filtração de seus materiais devido a vazamentos. Baixas taxas de renovação de ar ainda se mostraram mais eficientes do que as máscaras do tipo N95 e KN95 para evitar o acúmulo de aerossóis em ambientes fechados.
Mask Effectiveness for Preventing Secondary Cases of COVID-19, Johnson County, Iowa, USA	RILEY et al., 2022.	Estudo Observacional Análise de dados reportados ao JCPH referente aos casos de contato próximos com pacientes positivados para COVID-19 em Iowa, EUA.	Avaliar a taxa de ataque secundário em relação ao uso de peças de proteção facial.	Uso de proteção facial (tecido 2 camadas, cirúrgicas descartáveis e KN95), distanciamento social.	Redução de 50% na taxa de ataque secundário quando tanto a pessoa contaminada quanto o contato direto usavam proteção facial.
Placing a mask on COVID-19 patients during high-flow nasal cannula therapy reduces aerosol particle dispersion	LI et al., 2021.	Estudo Observacional 9 pacientes internados por COVID-19 foram instruídos a utilizar máscaras cirúrgicas durante o tratamento com cânula nasal de alto fluxo, para que fosse realizada a análise dos índices de emissão de partículas na ausência e na presença do equipamento de proteção.	Avaliar a eficiência do uso de máscaras cirúrgicas em reduzir a emissão de aerossóis e gotículas possivelmente contaminantes durante o tratamento.	O uso de máscaras cirúrgicas pelo paciente durante a terapia com cânula nasal de alto fluxo.	Observou-se a redução na emissão de partículas de diâmetro entre 0,5 e 5 µm a uma distância de 30 cm do rosto do paciente e de partículas entre 1 e 3 µm a uma distância de 90 cm do rosto do paciente quando houve o uso da máscara cirúrgica durante a terapia.
Impact of Community masking on COVID-19: A cluster-randomized trial in Bangladesh	ABALUCK et al., 2022.	Estudo Randomizado em Cluster 600 vilas da zona rural de Bangladesh foram acompanhadas de Novembro de 2020 a Abril de 2021 e receberam recomendações de forma randomizada. As recomendações foram para o uso de máscaras cirúrgicas ou uso de máscaras caseiras, sendo as estratégias de recomendação a	Identificar estratégias que possam aumentar o uso de máscaras de forma persistente e avaliar o seu impacto na incidência de infecções	Uso de máscaras cirúrgicas ou caseiras a nível comunitário.	Foi observado um aumento na adesão ao uso de máscaras no Grupo de Intervenção, que demonstrou 42,3% de adesão, enquanto o Grupo Controle teve adesão de 13,3%. Também foi observada uma redução de 11,6% na quantidade de indivíduos sintomáticos e de 9,5% na prevalência de sintomáticos soropositivos para COVID-19 no

		nível de vila ou a nível domiciliar (casas, mercados, mesquitas), e foram fornecidas máscaras ao Grupo de Intervenção (N = 178,322). O Grupo Controle (N = 163,861) não recebeu nenhuma intervenção.	sintomáticas pelo SARS-CoV-2.		Grupo de Intervenção. A maior redução foi observada entre os idosos com mais de 60 anos (35,3% de redução na incidência de sintomáticos soropositivos).
Respiratory Protection Effect of Ear-loop-type KN94 Masks according to the Wearing Method in COVID-19 Pandemic: a Randomized, Open-label Study	YANG et al, 2021.	Estudo Aberto Randomizado 30 participantes foram instruídos a testar o ajuste de 3 tipos de máscaras KF94 (equivalente coreana à KN95 chinesa), com e sem um clipe que possibilitava prender ambos os elásticos por trás da cabeça.	Avaliar se o ajuste das máscaras do tipo KF94 é aceitável, com ou sem o clipe, para verificar a proteção respiratória fornecida é suficiente para o uso em ambientes hospitalares.	O ajuste de 3 tipos de máscaras KF94 com elásticos de orelha em 2 formas de uso diferentes.	Foi observada a melhora no ajuste das máscaras quando o clipe é utilizado, no entanto, nenhuma das máscaras testadas atingiu os critérios mínimos de ajuste da OSHA (<i>Occupational Safety and Health Administration</i> , parte do <i>United States Department of Labor</i>), provendo uma proteção aquém do esperado para seu uso em ambientes hospitalares.
Effectiveness of Adding a Mask Recommendation to Other Public Health Measures to Prevent SARS-Cov-2 Infection in Danish Mask Wearers	BUNDGAARD et al., 2020.	Estudo Controlado e Randomizado (RCT) Avaliação da incidência de infecção pelo SARS-CoV-2 em um grupo de participantes que foi estimulado a utilizar máscaras cirúrgicas e manter o distanciamento social em um contexto de moderada taxa de transmissão.	Avaliar a efetividade de proteção do uso de máscaras cirúrgicas em um contexto no qual o seu uso é incomum e não está dentro as recomendações dos órgãos públicos de saúde.	A adesão e eficácia do uso de máscaras cirúrgicas.	Observou-se uma redução de menos de 50% nas taxas de infecção do grupo que adotou o uso de máscaras cirúrgicas, sendo compatível com menores graus de proteção pessoal. No entanto, os resultados obtidos foram inconclusivos.
Effectiveness of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 transmission in 190 countries from 23 January to 13 April 2020	BO et al., 2020.	Estudo Ecológico Aplicação das intervenções na população em geral de diversos países.	Observar o impacto das intervenções no crescimento do número de casos.	Uso de proteção facial, quarentena e distanciamento social.	Redução da transmissão da COVID-19 com a adoção de qualquer método de intervenção, sendo maior quando 2 ou mais são usados em conjunto.

Fonte: autoria própria (2022).

Os resultados de Abaluck et al. (2022) também mostraram reduções na incidência de casos com sintomas típicos da COVID-19 e de casos sintomáticos soropositivos (redução de 11,6% e de 9,5%, respectivamente) nos grupos que receberam intervenções para estimular o uso de máscaras, efeito observado de forma mais proeminente na população idosa (>60 anos), considerada de alto risco (redução de 35,3% de sintomáticos soropositivos). Tanto os grupos (vilarejos) que receberam recomendações para o uso de máscaras cirúrgicas quanto os grupos que obtiveram maiores taxas de adesão da população demonstraram maiores reduções na incidência de casos sintomáticos e sintomáticos soropositivos, indicando a obtenção de melhores resultados em contextos de alta colaboração da população e com o uso de máscaras e respiradores de alta qualidade.

Apesar da impossibilidade de comparação direta de resultados devido às diferentes metodologias e limitações de cada estudo, as tendências observadas por Abaluck et al. (2022) corroboram com os achados obtidos por Riley et al. (2022) e Bo et al. (2020). A análise realizada por Riley et al. (2022) demonstra que os índices de ataque secundário de COVID-19 podem ser reduzidos pela metade quando tanto a pessoa infectada quanto o contato direto estão usando máscaras corretamente. Já o estudo ecológico realizado por Bo et al. (2020) concluiu que, apesar da sobreposição de dados dificultar a avaliação isolada de cada método de intervenção não-farmacológica, os quatro tipos analisados (uso obrigatório de máscaras, distanciamento social, quarentena e restrição de tráfego) reduziram as taxas de transmissão do SARS-CoV-2, sendo mais eficazes quando há a adoção conjunta de 2 ou mais métodos.

O estudo realizado por Bundgaard et al. (2020) avaliou a proteção individual fornecida por máscaras cirúrgicas em um ambiente no qual seu uso era incomum, obtendo resultados que indicaram que o seu uso estava associado a baixas taxas de proteção. No entanto, os autores declaram que os resultados encontrados foram inconclusivos e que não foi possível avaliar a eficácia das máscaras cirúrgicas como controles de fonte de infecção. De acordo com Ueki et al. (2020), o impacto na redução da transmissão do SARS-CoV-2 é maior quando a máscara é utilizada pela pessoa infectada, indicando que as peças faciais são especialmente eficazes como controles de fonte de infecção.

Ueki et al. (2020) demonstrou que os três tipos de peças faciais avaliados (máscaras de pano, máscaras cirúrgicas e respiradores N95) forneceram algum nível de proteção pessoal contra a infecção pelo SARS-CoV-2. Esses achados corroboram com as análises realizadas por Shah et al. (2021), que concluíram que quatro tipos de peças faciais testados (máscaras de pano, máscaras cirúrgicas, máscaras KN95 e respiradores N95) foram eficientes em fornecer um certo grau de proteção às pessoas na vizinhança imediata de um

usuário infectado, servindo como um controle de fonte de contágio. Esse efeito está relacionado com a alta capacidade que os materiais têm de reter partículas maiores do que 5 μm , como demonstrado por Aydin et al. (2020) e Morais et al. (2021), assim como do desvio que a barreira física causa nos fluxos de ar provenientes da respiração, reduzindo o *momentum* das partículas emitidas. Esses achados são compatíveis com a redução na taxa de ataque secundário observada por Riley et al. (2020) e com os achados de Li et al. (2021), que observou a redução da concentração de aerossóis nas proximidades de pacientes em tratamento com cânula nasal que usavam máscaras cirúrgicas.

Os testes conduzidos por Morais et al. (2021) apontam que, apesar da vedação falha, máscaras cirúrgicas têm uma capacidade de retenção de partículas de diâmetros entre 60 μm e 300 μm similar à dos respiradores N95 (89% e 98%, respectivamente). Os testes realizados por Chavez et al. (2020) avaliaram a capacidade de retenção de aerossóis com 2,5 μm de diâmetro das máscaras cirúrgicas e KN95 sem modificações (32% e 75%, respectivamente) e com modificações que melhorassem a vedação (91% e 97%, respectivamente). Ueki et al. (2020) também observou que, quando bem vedadas, as máscaras cirúrgicas e os respiradores N95 conferem taxas de proteção similares, o que pode ser resultado de suas estruturas similares. As taxas de filtração aparente encontradas por Shah et al. (2021) para as máscaras KN95 e respiradores N95, sem modificações, foram de, respectivamente, 46% e 60%, resultados que são compatíveis com as observações de Yang et al. (2021) acerca do ajuste insatisfatório das máscaras KF94 (similares às KN95).

Um firme ajuste ao rosto, com boa vedação, é essencial para que se tenha uma boa capacidade de retenção de partículas com diâmetros menores que 5 μm . Isso ocorre pois os aerossóis menores são facilmente carregados pelas correntes de ar que passam pelas frestas deixadas por uma vedação ruim, efeito que não ocorre com partículas grandes devido à sua maior inércia (SHAH, et al., 2021).

Shah et al. (2021) também avaliou o impacto do uso de máscaras e de ventilação ambiente no acúmulo de aerossóis infectantes em locais fechados. Suas análises demonstraram que até sistemas com baixas taxas de renovação de ar são mais eficientes do que a utilização de respiradores de alta qualidade (N95) para essa finalidade, concluindo que a implementação de sistemas de renovação de ar é uma importante ferramenta para reduzir a transmissão do SARS-CoV-2 em ambientes internos.

6 CONCLUSÃO

Por meio da análise de dados da literatura científica, que englobou os estudos mais recentes voltados ao contexto da Pandemia de COVID-19, o uso de máscaras faciais e respiradores mostrou-se um prático e eficaz método para a desacelerar a transmissão de doenças respiratórias transmitidas por via de gotículas e aerossóis suspensos no ar.

Apesar de o uso de peças faciais de alta qualidade (PFF2, PFF3, KN95) ser o preconizado, devido à maior proteção individual conferida ao usuário, o uso de máscaras caseiras ou cirúrgicas também causa um impacto significativo na contenção da dispersão do SARS-CoV-2 a nível comunitário, principalmente devido à sua atuação no controle de fontes de infecção.

É importante salientar que as taxas de filtração aparentes das máscaras regulamentadas foram menores do que a capacidades máximas de filtração dos materiais com os quais são confeccionadas, não sendo possível isolar-se completamente da exposição aos aerossóis infectantes mesmo com o uso das máscaras mais eficientes acessíveis à população. Esse efeito é decorrente majoritariamente do vazamento de ar não filtrado para o interior da máscara/respirador, por consequência de uma filtração não adequada. Desta forma, o uso de máscaras com elásticos que prendem por trás da cabeça é preferível ao uso de máscaras com elásticos de orelha.

O uso de outras intervenções não-farmacológicas, como o distanciamento social, lavagem das mãos e restrições de tráfego, em conjunto com o uso de proteção facial resultaram em um efeito ainda mais impactante sobre as taxas de transmissão do SARS-CoV-2, levando à conclusão de que a adoção de várias medidas em conjunto é o recomendável para o controle de surtos epidêmicos e pandemias respiratórias futuras.

A principal desvantagem da implementação do uso de máscaras é que a sua eficácia é diretamente proporcional às taxas de adesão da população, podendo mostrar-se uma intervenção pouco eficaz em contextos nos quais a população mostra-se particularmente não-cooperativa. Outro obstáculo observado durante o início a Pandemia de COVID-19 é a limitação de oferta de EPIs de qualidade hospitalar, mas que devido à ampliação das infraestruturas de produção pode não ser relevante em contextos pandêmicos futuros.

Também é notório que ambientes fechados são mais propícios para a transmissão de doenças respiratórias, devido ao acúmulo de partículas infectantes suspensas no ar e à maior dificuldade de aplicação de medidas de distanciamento social. Desta forma, a implementação de medidas de renovação de ar e ventilação de ambientes é essencial para reduzir o contágio em tais localidades.

REFERÊNCIAS

ABALUCK, Jason et al. Impact of community masking on COVID-19: A cluster-randomized trial in Bangladesh. **Science**, p. eabi9069, 2021.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA]. NOTA TÉCNICA GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020. **ANVISA** 2020.

Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosd esaude/notas-tecnicas/nota-tecnica-gvims_ggtes_anvisa-04_2020-25-02-para-o-site.pdf. Acesso em: 15 mai, 2022.

ASSELAH, Tarik et al. COVID-19: Discovery, diagnostics and drug development. **Journal of Hepatology**, v. 74, n. 1, p. 168-184, 2021.

AYDIN, Onur et al. Performance of fabrics for home-made masks against the spread of COVID-19 through droplets: A quantitative mechanistic study. **Extreme Mechanics Letters**, v. 40, p. 100924, 2020.

BO, Yacong et al. Effectiveness of non-pharmaceutical interventions on COVID-19 transmission in 190 countries from 23 January to 13 April 2020. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 102, p. 247-253, 2021.

BROOKS, John T. et al. Maximizing fit for cloth and medical procedure masks to improve performance and reduce SARS-CoV-2 transmission and exposure, 2021. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 70, n. 7, p. 254, 2021.

BUHEJI, Mohamed et al. The Extent of COVID-19 Pandemic Socio-Economic Impact on Global Poverty. A Global Integrative Multidisciplinary Review. **American Journal of Economics**, v. 10, n. 4, p. 213-224, 2020.

BUNDGAARD, Henning et al. Effectiveness of adding a mask recommendation to other public health measures to prevent SARS-CoV-2 infection in Danish mask wearers: a randomized controlled trial. **Annals of Internal Medicine**, v. 174, n. 3, p. 335-343, 2021.

CHAVEZ-RUIZ, Manuel et al. Methodology for evaluating the level of respiratory protection of masks and respirators against particles similar to those that transmit SARS-CoV-2. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v. 38, p. 391-398, 2021.

CROOK, Harry et al. Long covid—mechanisms, risk factors, and management. **BMJ**, v. 374, p. 1-18, 2021.

DOBAÑO, Carlota et al. Spike-based COVID-19 immunization increases antibodies to nucleocapsid antigen. **Translational Research**, v. 240, p. 26-32, 2022.

DOREMALEN, Neeltje van et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 16, p. 1564-1567, 2020.

FAKHROO, Aisha et al. Reinfections in COVID-19 Patients: Impact of Virus Genetic Variability and Host Immunity. **Vaccines**, v. 9, n. 10, p. 1168, 2021.

FAZIO, Russell H. et al. Social distancing decreases an individual's likelihood of contracting COVID-19. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 8, 2021.

GAO, Wenjing et al. Role of asymptomatic and pre-symptomatic infections in covid-19 pandemic. **BMJ**, v. 375, p. 1-4, 2021.

GAO, Ya-dong et al. Risk factors for severe and critically ill COVID-19 patients: a review. **Allergy**, v. 76, n. 2, p. 428-455, 2021.

GRUVER, A. L.; HUDSON, L. L.; SEMPOWSKI, G. Immunosenescence of ageing. **The Journal of Pathology: A Journal of the Pathological Society of Great Britain and Ireland**, v. 211, n. 2, p. 144-156, 2007.

HAQUE, Azizul; PANT, Anudeep B. Mitigating Covid-19 in the face of emerging virus variants, breakthrough infections and vaccine hesitancy. **Journal of Autoimmunity**, p. 102792, 2022.

HOSSAIN, Emroj et al. Recharging and rejuvenation of decontaminated N95 masks. **Physics of Fluids**, v. 32, n. 9, p. 093304, 2020.

KHAN, M. A. et al. Decontamination and reuse of N95 masks: A narrative review. **Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology**, v. 2020, 2020.

KWON, Sohee et al. Association of social distancing and face mask use with risk of COVID-19. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2021.

KWONG, Laura H. et al. Review of the breathability and filtration efficiency of common household materials for face masks. **ACS Nano**, v. 15, n. 4, p. 5904-5924, 2021.

LAU, Zechariah et al. Predicting the spatially varying infection risk in indoor spaces using an efficient airborne transmission model. **ArXiv preprint arXiv:2012.12267**, 2020.

LI, Jie et al. Placing a mask on COVID-19 patients during high-flow nasal cannula therapy reduces aerosol particle dispersion. **ERJ Open Research**, v. 7, n. 1, 2021.

LI, Tom et al. Mask or no mask for COVID-19: A public health and market study. **PloS One**, v. 15, n. 8, p. e0237691, 2020.

LIVERMAN, Catharyn T. et al. Reusable Elastomeric Respirators in Health Care: Considerations for Routine and Surge Use. *Elastomeric Respirators*. **Washington (DC): National Academies Press (US)**, 2019.

MEYEROWITZ, Eric A. et al. Transmission of SARS-CoV-2: a review of viral, host, and environmental factors. **Annals of Internal Medicine**, v. 174, n. 1, p. 69-79, 2021.

MORAIS, Fernando G. et al. Filtration efficiency of a large set of COVID-19 face masks commonly used in Brazil. **Aerosol Science and Technology**, v. 55, n. 9, p. 1028-1041, 2021.

MOSCHOVIS, Peter P. et al. Aerosol transmission of SARS-CoV-2 by children and adults during the COVID-19 pandemic. **Pediatric Pulmonology**, v. 56, n. 6, p. 1389-1394, 2021.

NUGENT, Matthew A. The Future of the COVID-19 Pandemic: How Good (or Bad) Can the SARS-CoV2 Spike Protein Get?. **Cells**, v. 11, n. 5, p. 855, 2022.

Occupational Safety and Health Administration [OSHA]. **Appendix A to § 1910.134 - Fit Testing Procedures (Mandatory) Part I. OSHA-Accepted Fit Test Protocols**. 2004. Disponível em: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134AppA>. Acesso em: 15 mai, 2022.

Organização Mundial da Saúde [OMS] (2020). Advice on the use of masks in the context of COVID-19: interim guidance, 6 April 2020. **World Health Organization**. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331693>. Acesso em: 14 mai, 2022.

Organização Mundial da Saúde [OMS]. Considerations for implementing and adjusting public health and social measures in the context of COVID-19: interim guidance, 14 June 2021. **World Health Organization**. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/341811>. Acesso em 15 mai, 2021.

Organização Mundial da Saúde [OMS] (2022). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. **World Health Organization**. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 21 fev. 2022.

ORONSKY, Bryan et al. A review of persistent post-COVID syndrome (PPCS). **Clinical Reviews in Allergy & Immunology**, p. 1-9, 2021.

PAULES, Catharine I.; MARSTON, Hilary D.; FAUCI, Anthony S. Coronavirus infections- more than just the common cold. **JAMA**, v. 323, n. 8, p. 707-708, 2020.

PIRET, Jocelyne; BOIVIN, Guy. Pandemics Throughout History. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 631736, 2021.

RAVEENDRAN, A. V.; JAYADEVAN, Rajeev; SASHIDHARAN, S. Long COVID: an overview. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 15, n. 3, p. 869-875, 2021.

RILEY, Jacob et al. Mask effectiveness for preventing secondary cases of COVID-19, Johnson County, Iowa, USA. **Emerging Infectious Diseases**, v. 28, n. 1, p. 69, 2022.

ROSENSTROM, Erik et al. High-quality masks reduce COVID-19 infections and deaths in the US. **MedRxiv**, p. 2020.09. 27.20199737, 2021.

SERAFIM, Rodrigo B. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with COVID-19 infection: a systematic review. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 27, n. 1, p. 47-54, 2021.

SHAH, Yash et al. Experimental investigation of indoor aerosol dispersion and accumulation in the context of COVID-19: Effects of masks and ventilation. **Physics of Fluids**, v. 33, n. 7, p. 073315, 2021.

SINGH, Preeti et al. Execution and viable applications of face shield “a safeguard” against viral infections of cross-protection studies: A comprehensive review. **Journal of Molecular Structure**, v. 1238, p. 130443, 2021.

- STAYMATES, Matthew. Flow visualization of an N95 respirator with and without an exhalation valve using schlieren imaging and light scattering. **Physics of Fluids**, v. 32, n. 11, p. 111703, 2020.
- STRASSER, Bruno J.; SCHLICH, Thomas. A history of the medical mask and the rise of throwaway culture. **The Lancet**, v. 396, n. 10243, p. 19-20, 2020.
- STUTT, Richard O. J. H. et al. A modelling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic. **Proceedings of the Royal Society A**, v. 476, n. 2238, p. 20200376, 2020.
- TCHARKHTCHI, Abbas et al. An overview of filtration efficiency through the masks: Mechanisms of the aerosols penetration. **Bioactive Materials**, v. 6, n. 1, p. 106-122, 2021.
- TELLIER, Raymond. COVID-19: the case for aerosol transmission. **Interface Focus**, v. 12, n. 2, p. 20210072, 2022.
- UEKI, Hiroshi et al. Effectiveness of face masks in preventing airborne transmission of SARS-CoV-2. **MSphere**, v. 5, n. 5, p. e00637-20, 2020.
- WANG, Mei-Yue et al. SARS-CoV-2: structure, biology, and structure-based therapeutics development. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, p. 724, 2020.
- WANG, Rui et al. Mutations on COVID-19 diagnostic targets. **Genomics**, v. 112, n. 6, p. 5204-5213, 2020.
- WOROBAY, Michael et al. The Huanan market was the epicenter of SARS-CoV-2 emergence. **ZENODO**, 2022.
- YAM, Jeffrey Y. L.; NG, Andy C. K. Basics of face masks and respirators. **Anaesthesia**, p. 1-13, 2020.
- YANG, Hyun Jun et al. Respiratory Protection Effect of Ear-loop-type KF94 Masks according to the Wearing Method in COVID-19 Pandemic: a Randomized, Open-label Study. **Journal of Korean Medical Science**, v. 36, n. 28, 2021.
- ZHANG, Mingzhu et al. Masks or N95 respirators during COVID-19 pandemic—which one should I wear?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 78, n. 12, p. 2114-2127, 2020.
- ZHOU, S. Steve et al. Assessment of a respiratory face mask for capturing air pollutants and pathogens including human influenza and rhinoviruses. **Journal of Thoracic Disease**, v. 10, n. 3, p. 2059, 2018.
- ZHU, Na et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. **The New England Journal of Medicine**, 382, p. 727-733, 2020.