



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FRANCIELI FAUSTINO

**PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA SEGURA PARA
TRABALHADORES EXPOSTOS A RISCOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICOS**

Londrina, PR
2024

FRANCIELI FAUSTINO

**PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA SEGURA PARA
TRABALHADORES EXPOSTOS A RISCOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a).Renata Perfeito Ribeiro

Co-Orientador(a): Prof(a).Dr(a).Helenize Ferreira Lima Leachi

Londrina PR
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Faustino, Francieli.

Proteção respiratória segura para trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos / Francieli Faustino. - Londrina, 2024.

106 f.

Orientador: Renata Perfeito Ribeiro.

Coorientador: Helenize Ferreira Lima Leachi.

Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, 2024.

Inclui bibliografia.

1. Filtros - Tese. 2. Adsorção - Tese. 3. Compostos Químicos - Tese. 4. Material particulado - Tese. I. Perfeito Ribeiro, Renata . II. Ferreira Lima Leachi, Helenize . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem. IV. Título.

CDU 61

FRANCIELI FAUSTINO

**PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA SEGURA PARA
TRABALHADORES EXPOSTOS A RISCOS QUÍMICOS E
BIOLÓGICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito à obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Orientador(a) Dr(a). Renata Perfeito
Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina-PR

Prof(a). Dr(a). Aline Franco da Rocha
Universidade Estadual de Londrina-PR

Prof(a). Dr(a). Rosangela Marion da Silva
Universidade Federal de Santa Maria/RS

Londrina, 29 de janeiro de 2024.

Dedicatória

As pessoas mais importantes da minha vida:

Minha mãe Genice, meu pai Amilton,
meu esposo Emerson e minha filha

Lara! Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos, permitindo que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização desta dissertação e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do caminho.

A minha orientadora Prof. Dra. Renata Perfeito Ribeiro, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento, grande exemplo de pessoa e pesquisadora. Me orientou com muita sabedoria e paciência, tranquilizando-me e guiando meus passos durante a realização deste trabalho. Obrigada por todos os ensinamentos e pelas palavras de carinho que são encorajadoras.

A Prof^o Dra^o Helenize Leachi que com muita competência e dedicação me guiou no caminho, desde o projeto, rumo à construção de minha pesquisa. Obrigada pelas importantes contribuições no meu estudo, por toda paciência e carinho comigo.

A Prof^o Dra^o Aline Franco da Rocha um exemplo de pessoa, profissional e pesquisadora. Obrigada pelos dias de reflexões e discussões que foram fundamentais para concretização dessa pesquisa.

A Prof. Dra. Rosângela Marion da Silva por aceitar participar da minha banca. Obrigada pela dedicação na leitura, correção do meu trabalho, e pelas valiosas considerações que contribuíram para a melhoria deste estudo.

Aos meus amados pais, Genice e Amilton que apesar de terem pouco estudo, sempre priorizaram a educação em nossas vidas. Obrigada pelo imenso amor e valiosos ensinamentos, afinal, conhecimento é a única coisa que ninguém pode tirar de você.

Ao meu esposo Emerson, que sempre esteve ao meu lado, me incentivando e acreditando no meu potencial.

Aos colegas do curso de mestrado por termos compartilhado tantos momentos bons, alegres e de aprendizado.

Ao Grupo de Pesquisa GeeST pelo apoio, troca de experiências e todo conhecimento compartilhado.

A minha amiga Ariane, que foi um exemplo para mim, esteve comigo a todo tempo desde o início da minha caminhada no mestrado, me dando forças e não me deixando desanimar.

Ao corpo docente do programa de pós-graduação em Enfermagem, o meu muito obrigada, por compartilhar todo o conhecimento de vocês com muita dedicação e carinho.

Obrigada a todos que torceram por mim.

“A persistência é o caminho do êxito.”
Charles Chaplin

FAUSTINO, Francieli. **Proteção respiratória segura para trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos**. 2024. 106 p. Exame de Defesa de Mestrado (Mestrado em Enfermagem) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar as proteções respiratórias eficientes para trabalhadores expostos a riscos ocupacionais químicos e biológicos. Para tanto, foi dividido em dois estudos com os seguintes objetivos: analisar tipos de filtros de proteções respiratórias utilizadas em exposição à riscos químicos e biológicos e analisar as fibras e porosidade dos materiais *Spunbond-Meltblown-Spunbond* e Tecido-Não-Tecido utilizados para confecção de máscaras cirúrgicas para proteção respiratória de trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais químicos e biológicos, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura. Para alcançar o primeiro objetivo foi realizada uma Revisão Sistemática com metanálise, desenvolvida de acordo com as recomendações do *Joanna Briggs Institute*. A busca foi realizada em agosto e setembro de 2023. Foram identificados 1.022 artigos. Após a triagem e elegibilidade, foram incluídos na Revisão Sistemática 47 artigos. Foi demonstrado que a filtração *High Efficiency Particulate Air* teve o melhor resultado e redução das concentrações de Material Particulado de 70% a 80% (dependendo do tamanho da partícula) em aplicações de campo. Sendo assim contribui para a crescente base de evidências de que os produtos de limpeza *High Efficiency Particulate Air* portáteis podem reduzir as concentrações interiores de Material Particulado $2,5\mu\text{m}$ que refere-se à mistura de pequenas partículas e gotículas suspensas no ar, incluindo vários componentes químicos, substâncias inorgânicas e orgânicas, numa variedade de ambientes domésticos e populações. Outros filtros também foram testados como filtros de Teflon, onde foi reduzido o potencial oxidativo, a FiltaMask e a máscara do tipo Hudson, o qual reduziu partículas de $0,02\mu\text{m}$ em relação a concentração do ambiente. Esses achados evidenciaram que, após testados em máscaras esses filtros, podem ser utilizados para proteção de trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos. O objetivo do segundo estudo foi alcançado por meio de estudo analítico, realizado no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise de uma universidade pública. Para compor as amostras, foram adquiridas máscaras cirúrgicas de Tecido-Não-Tecido e máscaras confeccionadas com *Spunbond-Meltblown-Spunbond* a partir do envoltório de esterilização dos materiais utilizados na assistência de pacientes em unidades hospitalares. No laboratório, as amostras foram preparadas para serem avaliadas no microscópio de Microscopia Eletrônica de Varredura, segundo as técnicas descritas na literatura. As análises realizadas nas amostras, com uso da Microscopia Eletrônica de Varredura demonstraram que as máscaras de *Spunbond-Meltblown-Spunbond* apresentam fibras distribuídas de forma aleatória. A camada interna filtrante do *Spunbond-Meltblown-Spunbond*, possui fibras finas e emaranhadas para diminuir a porosidade, com uma variante de $1\mu\text{m}$ a $5\mu\text{m}$ nas aberturas apresentadas e o Tecido-Não-Tecido, apresenta a camada interna filtrante pouco densa, porém os poros são maiores, e as fibras se mantêm com diâmetro entre $1\mu\text{m}$ a $5\mu\text{m}$. A variação dos tamanhos dos poros e das fibras do *Spunbond-Meltblown-Spunbond* e Tecido-Não-Tecido dos materiais analisados, o que pode acarretar a passagem de material particulado pelas fibras do tecido. Essa característica faz com que esses tecidos não protejam os trabalhadores aos riscos ocupacionais gerados

pela fumaça cirúrgica. Porém, segundo a análise realizada esses tecidos apresentam uma barreira microbiana relacionada aos riscos biológicos.

Descritores: Filtros; Adsorção; Compostos Químicos; Material particulado; Riscos Químicos; Riscos Biológicos.

FAUSTINO, Francieli. Evidence for respiratory protection for healthcare workers exposed to chemical and biological occupational hazards 2024. 106 p. Master's Defense Exam (Master's Degree in Nursing) – State University of Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

This study aimed to analyze efficient respiratory protection for workers exposed to chemical and biological occupational risks. To this end, it was divided into two studies with the following objectives: analyzing types of respiratory protection filters used in exposure to chemical and biological risks and analyzing the fibers and porosity of Spunbond-Meltblown-Spunbond and Non-Woven Fabric materials used for manufacturing of surgical masks for respiratory protection of workers exposed to chemical and biological occupational risks, using Scanning Electron Microscopy. To achieve the first objective, a Systematic Review with meta-analysis was carried out, developed in accordance with the recommendations of the Joanna Briggs Institute. The search was carried out in August and September 2023. 1,022 articles were identified. After screening and eligibility, 47 articles were included in the Systematic Review. It was demonstrated that High Efficiency Particulate Air filtration had the best result and reduced Particulate Matter concentrations by 70% to 80% (depending on particle size) in field applications. It contributes to the growing evidence base that portable High Efficiency Particulate Air cleaning products can reduce indoor concentrations of 2.5µm Particulate Matter, which refers to the mixture of small particles and droplets suspended in the air, including various chemical components, inorganic and organic substances, in a variety of domestic environments and populations. Other filters were also tested, such as Teflon filters, where the oxidative potential was reduced, the FiltaMask and the Hudson-type mask, which reduced particles of 0.02µm in relation to the ambient concentration. These findings showed that, after testing these filters on masks, they can be used to protect workers exposed to chemical and biological risks. The objective of the second study was achieved through an analytical study, carried out in the Electronic Microscopy and Microanalysis Laboratory of a public university. To compose the samples, non-woven surgical masks and masks made with Spunbond-Meltblown-Spunbond were purchased from the sterilization wrap of materials used to care for patients in hospital units. In the laboratory, the samples were prepared to be evaluated under the Scanning Electron Microscopy microscope, according to the techniques described in the literature. The analyzes carried out on the samples, using Scanning Electron Microscopy, demonstrated that the Spunbond-Meltblown-Spunbond masks have randomly distributed fibers. The internal filtering layer of Spunbond-Meltblown-Spunbond has fine, tangled fibers to reduce porosity, with a range of 1µm to 5µm in the openings presented, and Non-Woven Fabric has a slightly dense internal filtering layer, but the pores are larger, and the fibers remain with a diameter between 1µm and 5µm. The variation in pore and fiber sizes of the Spunbond-Meltblown-Spunbond and Non-Woven Fabric of the analyzed materials, which can lead to the passage of particulate material through the fabric fibers. This characteristic means that these fabrics do not protect workers from the occupational risks generated by surgical smoke. However, according to the analysis carried out, these tissues present a microbial barrier related to biological richness

Descriptors: Filters; Adsorption; Chemical Compounds; Particulate Matter;
Hazardous Chemical; Biohazards.

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1

Quadro 1- Estratégia de busca nas bases de dados inseridas no estudo.....27

Quadro 2- Caracterização dos estudos incluídos na revisão sistemática segundo as bases de dados, ano de publicação, autores, nível de evidência científica, objetivo, método, tipo, nome, indicação do filtro, tamanho das partículas população, intervenções, principais resultados e comparações.....31

Quadro 3- Avaliação dos artigos incluídos na revisão sistemática de acordo com o instrumento de avaliação de qualidade metodológica do *Institute Joanna Briggs*...64

Quadro 4 - Lista de verificação de avaliação crítica do Institute Joanna Briggs para ensaios clínicos randomizados.....65

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1- Fluxograma segundo o *check list Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses*.....30

Figura 2- Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos na revisão sistemática segundo a ferramenta da *Cochrane Collaboration Risk of Bias*.....73

Figura 3- Gráfico *Forest Plot* para apresentação da Metanálise de estudos homogêneos.....74

Figura 4- Estatística I² de *Higgins e Thompsom* para determinar a heterogeneidade dos estudos para a realização da metanálise desta revisão sistemática.....75

ARTIGO 2

Figura 1- Eletromicrografias e Espectroscopia de Energia Dispersiva por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura nas amostras analisadas de *Spunbond-Meltblown-Spunbond*94

Figura 2 – Eletromicrografias e Espectroscopia de Energia Dispersiva por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura na amostra analisada de Tecido-não-Tecido..95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BC	Carvão negro
BFE	Eficiência de Filtragem Bacteriológica
CC	Centro Cirúrgico
DECS	Descritores em Ciência da Saúde
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EFP	Eficiência de filtragem de Partículas
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FFP	Peças Faciais Filtrantes
FSIQ	Índice de Velocidade de Processamento
GeeST	Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador
<i>HAPI</i>	<i>Home Air in Agriculture Pediatric Intervention</i>
<i>HEPA</i>	<i>High Efficiency Particulate Arrestance</i>
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IMC	Índice de massa corpórea
<i>JBI</i>	<i>Joanna Briggs Institute</i>
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
LMEM	Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise
<i>MEDLINE</i>	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
<i>MESH</i>	<i>Medical Subject Headi</i>
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
<i>NIOSH</i>	<i>National Institute for Occupational Safety e Health</i>
NO	Óxido Nítrico
NO2	Dióxido de nitrogênio
OR	<i>Odds Ratio</i>
PE	Polietileno
PET	Tereftalato de Polietileno
PM	Material Particulado
PP	Polipropileno
<i>PRISMA</i>	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses</i>

<i>PROSPERO</i>	<i>International Prospective Register of Systematic Reviews</i>
QI	Quociente de Inteligência
RNA	Ácido Ribonucleico
RS	Revisão Sistemática
SARS-CoV-2	Coronavirus 2 da síndrome respiratória aguda grave
<i>SMS</i>	<i>Spunbond-Meltblown-Spunbond</i>
TNT	Tecido-Não-Tecido
UEL	Universidade Estadual de Londrina
<i>ULPA</i>	<i>Ultra Low Penetration Air Filters</i>

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	18
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	19
3 RESULTADOS	23
3.1 ESTUDO 1 - FILTROS ADSORVENTES DE PARTÍCULAS QUÍMICAS E BIOLÓGICAS PARA PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA: UMA METANÁLISE.....	23
3.1.1 Resumo.....	23
3.1.2 Introdução	24
3.1.3 Método	25
3.1.4 Resultados	29
3.1.5 Discussão.....	75
3.1.6 Conclusão	82
3.1.7 Referências	82
4 ESTUDO 2 - PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA PARA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A RISCOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS: SPUNBOND-MELTBLOWN-SPUNBOND OU TECIDO-NÃO-TECIDO	89
4.1 RESUMO	89
4.2 INTRODUÇÃO	89
4.3 MATERIAL E MÉTODO.....	92
4.4 RESULTADOS.....	94
4.5 DISCUSSÃO	96
5. CONCLUSÃO	99
5.1 REFERÊNCIAS.....	100
5.2 CONCLUSÕES	104
REFERÊNCIAS.....	105

1 APRESENTAÇÃO

Minha paixão pela área da enfermagem perioperatória surgiu desde a graduação, quando tive o primeiro contato com o Centro Cirúrgico (CC) e a curiosidade aumentava cada vez mais e a vontade de aprofundar meus conhecimentos científicos também.

Quando finalizei a graduação, tive a oportunidade de atuar diretamente neste setor que enche meu coração de orgulho, por poder proporcionar a esperança para muitos pacientes. Porém, percebia que os trabalhadores estavam expostos diariamente a alguns riscos ocupacionais, e de certa forma, me sentia incomodada com aquela realidade na qual eu estava.

Durante essa minha vivência profissional, eu conheci a Professora Dra. Renata Perfeito Ribeiro, onde tive meu primeiro contato com a saúde do trabalhador por meio de pesquisas, e fiquei encantada com esse universo no qual me estiquei a entrar. Este tema de grande importância, que vem se estendendo cada vez mais para todas as áreas, não somente em ambiente de CC, mas também em meios externos, relacionados ao ambiente no qual o indivíduo está.

Iniciei na área acadêmica desde então, para me aprofundar cientificamente nos trabalhadores expostos aos riscos químicos e biológicos onde nós olhamos, nos preocupamos, nos motivamos em prol da saúde desses trabalhadores.

Por isso, inserida no Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeeST), que realiza diversas pesquisas relacionadas com a fumaça cirúrgica, trouxemos a necessidade da realização de uma Revisão Sistemática e um estudo analítico com o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) abordando sobre os filtros adsorventes de partículas químicas e biológicas e analisando os materiais *Spunbond-Meltblown-Spunbond* e *Tecido-Não-Tecido* utilizados para confecção de máscaras cirúrgicas para proteção respiratória de trabalhadores expostos aos riscos químicos e biológicos.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A poluição do ar representa sérias ameaças ao ambiente atmosférico e à saúde humana, o que tem atraído cada vez mais a atenção do público (Zhang, 2021), e de pesquisadores. Os poluentes atmosféricos são derivados principalmente de pós minerais, pós de carvão e carbono (produzidos por emissões industriais), escapamentos de automóveis, vapores químicos e fumaça de incêndios florestais. Além disso, existem alguns poluentes naturais, como pólen, bactérias, microrganismos e aerossóis que transportam vírus (Tanga et al, 2021).

Entre os poluentes atmosféricos que prejudicam gravemente a vida e a saúde humana estão as partículas de tamanho micro, por exemplo o Material Particulado (PM) que refere-se à mistura de pequenas partículas e gotículas suspensas no ar, incluindo vários componentes químicos, substâncias inorgânicas (silicato, sulfato e nitrato) e substâncias orgânicas (compostos orgânicos e carbono elementar) (Cui et al, 2021).

Embora os impactos da poluição atmosférica na saúde a nível da população estejam bem estabelecidos, os mecanismos biológicos específicos que ligam a poluição atmosférica à saúde humana permanecem pouco claros (Xu et al., 2022).

Uma melhor compreensão das vias biológicas é fundamental para identificar populações que são particularmente suscetíveis aos impactos adversos da poluição atmosférica na saúde e direcionar intervenções apropriadas (Rajagopalan et al., 2018). No ambiente hospitalar os trabalhadores da saúde estão constantemente suscetíveis a contaminação atmosférica através da exposição aos riscos ocupacionais químicos e biológicos.

No ambiente do Centro Cirúrgico (CC), os trabalhadores estão expostos diariamente aos riscos provenientes da liberação de material particulado na fumaça cirúrgica liberada pelo uso do eletrocautério que tem a função de coagulação e dissecação dos tecidos (AORN, 2021). Além do material biológico encontrado na fumaça cirúrgica, encontra-se, entre outros, os seguintes compostos químicos, naftaleno, antraceno, tolueno, benzeno, monóxido de carbono e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (Liu, et al 2021).

Esses compostos quando inalados pode desencadear uma inflamação sistêmica, que surge em resposta à penetração de poluentes atmosféricos na

corrente sanguínea, promovendo assim a liberação de citocinas e aumento do estresse oxidativo (Rajagopalan et al., 2018).

A Organização Mundial da Saúde lista PM_{2,5} como cancerígeno primário e confirma que a exposição a longo prazo à poluição particulada de alta concentração pode induzir a várias doenças respiratórias e cardiovasculares (Cui et al, 2021).

O PM_{2,5} denota uma fração tóxica e é reconhecido como uma grande ameaça à saúde humana devido à sua toxicidade química e à sua capacidade de passar além da laringe humana e das vias aéreas ciliadas, podendo penetrar nas regiões alveolares, no sistema circulatório e nos órgãos extrapulmonares, incluindo fígado, baço, coração e cérebro. O PM transportado pelo ar é uma mistura heterogênea de substâncias químicas e biológicas nocivas, incluindo metais pesados, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), fungos, bactérias e vírus (Baalousha, M, 2019).

Como o método mais eficaz e promissor de remoção de partículas, a filtração do ar tem sido estudada por pesquisadores nas últimas décadas. Filtrar o maior número possível de poluentes é um índice importante para avaliar o desempenho da filtração do filtro (Deng et al, 2021).

O Equipamento de Proteção Individual (EPI) inclui máscaras cirúrgicas ou respiradores, que devem ser aliados na proteção dos expostos ao PM. O termo respiradores, no contexto dos EPIs, deve ser entendido como Peças Faciais Filtrantes (FFP), sob a forma de máscaras semifaciais ou faciais, utilizados como proteção para expostos aos agentes nocivos à saúde humana (Ippolito. M, 2020).

Para tanto, é importante a utilização de soluções, baseadas em desenvolvimento tecnológico, para melhoria de máscaras e respiradores eficazes para capturar partículas perigosas. Por esse motivo, a filtração do ar é uma técnica promissora, eficiente e prática usada contra poluentes atmosféricos, onde, grandes esforços são empregados para aprimorar meios filtrantes de ar altamente eficientes, com foco na melhoria da eficiência do filtro (Bian, 2018).

Embora os meios de filtração de ar convencionais, como os filtros de ar particulado de alta eficiência, *High Efficiency Particulate Arrestance* (HEPA), tenham uma alta eficiência de filtração (de aproximadamente 99,97%) para partículas transportadas pelo ar (0,1–0,5 μ m), seu desempenho ainda é baixo para PM (Xiao, 2018).

As máscaras faciais são dispositivos descartáveis e folgados que fornecem barreiras físicas para separar a boca e o nariz do usuário de potenciais poluentes no ambiente circundante. Normalmente, só é eficiente na captura de grandes partículas de poluentes e não é usado para prevenir doenças infecciosas. (Sungnak, 2020). Por outro lado, os respiradores são tipos específicos de EPI projetados para proteger o usuário da inalação de partículas nocivas transportadas pelo ar (incluindo agentes infecciosos, como coronavírus, Síndrome Respiratória Aguda Grave, gases ou vapores) (Wang, 2020).

Os respiradores faciais filtrantes fornecem proteção interna, definida como a capacidade de reduzir a concentração de partículas transportadas pelo ar do ambiente para o lado interno do dispositivo que está em contato com as vias aéreas superiores do usuário. A sua proteção consiste em limitar a transmissão inalatória de gotículas e aerossóis, potencialmente contendo patógenos (Ippolito. M, 2020).

As máscaras geralmente são pré-moldadas, bem ajustadas, aderem com um elástico à cabeça e utilizam filtros para reduzir contaminantes nocivos do ar inalados. Os respiradores são categorizados em respiradores purificadores de ar e respiradores fornecidos com dispositivos de filtragem e aparelhos respiratórios, respectivamente. Em particular, os respiradores ajudam a reduzir a exposição das vias aéreas do usuário a poluentes inaláveis com tamanho inferior a $100\mu\text{m}$ (Zou, et al, 2020).

Atualmente, encontra-se poucos estudos sobre a eficácia de diferentes tipos de proteção respiratória em ambientes de saúde, pois são baseadas em normas e diretrizes internacionais, que são baseadas em evidências científicas limitadas.

A Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora (Portaria GM/MS nº 1.823/ 2012) define princípios diretrizes e as estratégias nas três esferas de gestão do SUS – federal, estadual e municipal, para o desenvolvimento das ações de atenção integral à Saúde do Trabalhador, com ênfase na vigilância, visando a promoção e a proteção da saúde dos trabalhadores e a redução da morbimortalidade decorrente dos modelos de desenvolvimento e dos processos produtivos (Ministério da saúde, 2022).

Diante do exposto, para o desenvolvimento desta dissertação, tem-se a seguinte pergunta de pesquisa: Quais as proteções respiratórias eficientes para trabalhadores expostos a riscos ocupacionais químicos e biológicos?

Para responder a esta questão de pesquisa, tem-se como objetivo geral: analisar as proteções respiratórias eficientes para trabalhadores expostos a riscos ocupacionais químicos e biológicos.

Os resultados dessa dissertação são apresentados em dois artigos científicos:

1. Filtros adsorventes de partículas químicas e biológicas para proteção respiratória: Uma metanálise
2. Spunbond-Meltblown-Spunbond ou Tecido-Não-Tecido para proteção respiratória de trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos

3 RESULTADOS

3.1 ESTUDO 1

Filtros adsorventes de partículas químicas e biológicas para proteção respiratória:

Uma metanálise

3.1.1 RESUMO

INTRODUÇÃO: As máscaras são Equipamentos de Proteção Individual utilizados para proteção respiratória contra riscos químicos e biológicos. Em relação aos riscos biológicos pode-se citar bactérias, vírus, príons e fungos e em relação aos riscos químicos tem-se a exposição a agentes químicos ou as fumaças. Mas para realmente cumprirem o objetivo com proteção eficiente, as máscaras precisam ser confeccionadas com filtros que sejam capazes de adsorverem as partículas a serem filtradas. **Objetivo:** analisar os tipos de filtros de proteções respiratórias utilizadas em exposição à riscos químicos e biológicos. **Método:** Revisão Sistemática da literatura com a pergunta de pesquisa: Quais os filtros adsorvem partículas químicas e/ou biológicas presentes no ar de forma eficiente, quando testados em intervenções científicas? As bases de dados utilizadas foram: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online Web of Science, Scopus, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde, American Chemical Society, Royal Society Chemistry, Sci Finder e Scientific Eletronic Library Online*. Foram incluídos estudos encontrados em todos os idiomas, sem limite de tempo de publicação e com intervenção aleatorizadas ou não. Avaliou-se a qualidades metodológica dos artigos incluídos indicada pelo instrumento do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados, onde três dos artigos são necessários buscar por mais informações devido a falta de clareza, portanto no geral os artigos foram considerados de boa qualidade, pois 44 artigos foram incluídos representando 93,62% apresentando clareza nas respostas das perguntas realizadas. Foi classificado o nível de evidência científica dos estudos como nível 2 de acordo com a Pirâmide de Evidências Científicas. Para a realização da metanálise foi realizada o gráfico de *Forest Plot* onde o resultado final foi de 0.07, mostrando que a evidência científica é fraca, pois os estudos são semelhantes em suas mensurações, porém a metanálise mostrou heterogeneidade dos dados. Foi utilizado o *check list Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* para favorecer todas as etapas necessárias para uma revisão sistemática, além do registrado na plataforma *International Prospective Register of Systematic Reviews*, com número: CRD42023445678. **Resultados:** Foram incluídos nesta revisão 47 estudos nos quais, o filtro *High Efficient Particulate Arrestance* foi testado em 36 estudos. Os seis estudos utilizados para a realização da metanálise se mostraram homogêneos em relação ao método, mas na metanálise apresentaram-se heterogêneos. Portanto, a evidência encontrada foi fraca, porém em relação à qualidade metodológica avaliada, os artigos atenderam a maioria 93,62% dos questionamentos indicados pelo instrumento utilizado, considerado-os artigos com boa qualidade metodológica. **Conclusão:** A filtração realizada com o uso do filtro *High Efficient Particulate Arrestance* apresentou redução das concentrações de material particulado de 70 a 80% nas avaliações e intervenções apresentadas nos estudos incluídos, contribuindo dessa forma para

evidências de que esse tipo de filtro pode reduzir as concentrações de Material Particulado 2,5 em vários ambientes simulados ou reais.

Descritores: Filtros; Adsorção; Compostos Químicos; Material particulado; Riscos Químicos; Riscos Biológicos.

3.1.2 INTRODUÇÃO

As máscaras são consideradas Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e tem a função de proteger o sistema respiratório contra riscos ocupacionais químicos e biológicos (Tcharkhtchi et al, 2021).

Em relação aos riscos químicos, incluem-se os Materiais Particulados (PM) que contém diferentes características físicas (tamanho e número de partículas, área superficial total e propriedades eletrostáticas). A massa de partículas com diâmetro menor que $10\mu m$ (PM10) afeta mais as pessoas de forma contínua do que qualquer outro poluente (Filho, 2023).

Entre os agentes químicos pode-se citar: metais, sílica e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA) (Filho, 2023), matéria mineral (óxidos de alumínio, cálcio, silício, titânio, ferro, magnésio, manganês, sódio e potássio), matéria orgânica, carbono elementar, aerossol inorgânico secundário e oligoelementos, gotículas aerossolizadas, vapores, óxido de etileno, formaldeído, glutaraldeído, metacrilato de metila, subprodutos gasosos, látex e mercúrio (Mohanty A, 2019) e aerossóis inorgânicos secundários (sulfato, nitrato e amônio) (Morakinyo et al, 2016).

Entre os riscos biológicos pode-se citar bioaerossóis (mistura de microrganismos viáveis e inviáveis), esporos de fungos, pólen fragmentado (Zhay.Y, 2018), bactérias, vírus, príons e fungos (Mcdonald et al, 2020).

Portanto, o principal objetivo do uso de máscaras é prevenir a inalação de partículas transportadas pelo ar (naturais ou artificiais) e organismos biológicos, além de reter essas partículas no filtro das máscaras (Mcdonald et al, 2020).

Tanto a exposição química quanto a biológica afetam negativamente a saúde e a qualidade de vida dos expostos, que poderão apresentar intoxicação aguda ou crônica e prolongada com danos no sistema nervoso, hematopoiético ou reprodutivo e ainda patologias neoplásicas (Leso et al, 2019).

Portanto, é necessário que as máscaras faciais possuam os filtros adequados para cada tipo de exposição. Os materiais fibrosos são geralmente utilizados em

filtros para PM e devem ser projetados de acordo com o seu tamanho específico: ultrafino ($<0,1\mu\text{m}$ - $\text{PM}_{0,1}$), fino ($0,1\text{--}2,5\mu\text{m}$ - $\text{PM}_{2,5}$) e grossos ($2,5\text{--}10\mu\text{m}$ - PM_{10}) (Kadam et al., 2018).

As especificações do filtro das máscaras incluem as propriedades inerentes dos materiais usados na máscara, como a composição química do filtro e características como a espessura, densidade e tamanho das fibras no filtro. Além disso, deve-se considerar a velocidade ou fluxo de ar, padrão de fluxo constante ou instável, estado de carga da partícula, frequência da respiração, umidade relativa, temperatura e, tempo de carregamento em eficiência de filtragem da máscara (Tcharkhtchi et al, 2021).

Dessa maneira, se faz necessário verificar se as máscaras utilizadas são eficientes para a adsorção do componente químico e/ou biológico. Para tanto, o presente estudo tem por objetivo: analisar os tipos de filtros de proteções respiratórias utilizadas em exposição à riscos químicos e biológicos.

3.1.3 MATERIAL E MÉTODO

Foi realizada uma Revisão Sistemática (RS) da literatura, desenvolvida de acordo com as recomendações do *Joanna Briggs Institute Manual for Evidence Synthesis* (Tufanaru et al., 2020) para revisões sistemáticas de eficácia e das diretrizes do *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2020).

A busca por estudos foi realizada de forma sistemática, por meio de várias fontes de dados, com o uso de uma estratégia de busca ampla e sensível (*Centre For Reviews And Dissemination*, 2020).

Esse tipo de revisão se baseia em métodos rigorosos, explícitos e reproduzíveis, para minimizar o risco de *viés*, entender as inconsistências dos resultados e então fornecer evidências confiáveis para a tomada de decisão (Chandler, 2019).

Para iniciar essa RS, foi necessária a compreensão das três etapas a manter o rigor metodológico: planejamento, execução e relato. O planejamento é a base estrutural para que o estudo seja bem executado e é composto por 5 etapas: definição da equipe, escolha do tópico, busca por RS anteriores no tópico escolhido,

elaboração da pergunta de pesquisa e agrupamento das informações no protocolo elaborado (Canto, 2020).

Para a elaboração do protocolo de pesquisa, deve-se detalhar todas as etapas relacionadas à execução de uma RS. As etapas da execução são: a busca de estudos nas bases de dados, com o uso do gerenciador de referências; seleção dos estudos; busca por literatura adicional; coleta de dados; análise do risco de viés; metanálise e análise do nível de evidência científica dos artigos incluídos (Canto, 2020).

Portanto, a pergunta de pesquisa desta RS foi elaborada utilizando-se os componentes do acrônimo PICO de fenômeno onde a pergunta relacionada a qualquer aspecto da prática clínica, que geralmente envolve uma população (P) e um resultado (O), mas não uma intervenção ou comparador, onde o P refere-se a população (filtros), I a intervenção, C a comparação e O ao desfecho (adsorção de partículas químicas e biológicas). (Diretrizes Metodológicas, 2021), apresentando como pergunta de pesquisa: Quais filtros adsorvem partículas químicas e/ou biológicas presentes no ar de forma eficiente, quando testados em intervenções científicas?

Com a pergunta de pesquisa definida, realizou-se uma busca na plataforma *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO), uma base de registros de RS, gratuita, mantida pelo *Centre of Reviews and Dissemination*, da Universidade de York e financiada pelo *National Institute for Health Research* (NIHR) (Próspero, 2024). Esta busca se faz necessária para verificar a existência de estudos que respondessem a esta pergunta de pesquisa. Na ausência de respostas a esta pergunta de pesquisa foi realizado o cadastrado na plataforma PROSPERO, com número CRD42023445678 (Prospero, 2020).

O protocolo desta RS definiu as seguintes estratégias: uso de descritores, bem como seus sinônimos, em concordância com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) para a base de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e os descritores da *Medical Subject Headings* (MeSH), nas bases de dados *Clarivate Analytics* (*Web of Science*), *Scopus*, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE via PUBMED), *American Chemical Society*, *Royal Society Chemistry Sci Finder* e *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), além de combinações, empregando descritores controlados, palavras-chave e operadores booleanos AND e OR.

A busca pelos estudos foi realizada em agosto e setembro de 2023, nas seguintes bases de dados: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline via Pubmed), Clarivate Analytics (Web of Science), Scopus, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), American Chemical Society, Royal Society Chemistry, Sci Finder) e Scientific Eletronic Library Online (SciELO). A busca pelos estudos foi realizada em agosto e setembro de 2023, conforme apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Estratégia de busca nas bases de dados inseridas no estudo. Brasil, 2023.

Base de dados	Estratégia de busca
Lilacs	(FILTROS) or ADSORCAO [Palavras] and ((("MATERIAL PARTICULADO") or "COMPOSTOS ORGANICOS") or VIRUS) or BACTERIA [Palavras] and ("ENSAIO CLÍNICO") or "RANDOMIZADO"
Pubmed	(filters) OR (adsorption) Filters: Clinical Trial, Randomized Controlled Trial (((("organic chemicals") OR ("particulate matter")) OR (viruses)) OR (bacteria) Filters: "Clinical Trial", "Randomized Controlled Trial"
SciELO	((filters) OR (adsorption) OR (adsorption)) AND (("organic chemicals") OR ("particulate matter") OR (viruses) OR (bacteria)) AND ("clinical trial") OR ("randomized controlled trial")
Web of Science	(TS=(filters)) OR TS=(adsorption) AND (((TS=("organic Chemicals")) OR TS =("particulate matter")) OR TS= (viruses)) OR TS =(bacteria)AND(TS=("clinical trial")) OR TS=("randomized controlled trial")
Scopus	(filters)OR(adsorption)AND("organic Chemicals")OR("particulate matter")OR(viruses)OR(bactéria)AND("clinical trial")
American Chemical Society	(filters)OR(adsorption)AND("organic Chemicals")OR("particulate matter")OR(viruses)OR(bactéria)AND("clinical trial")
Royal Society Chemistry	(filters)OR(adsorption)AND("organic Chemicals")OR("particulate matter")OR(viruses)OR(bactéria)AND("clinical trial")
Sci Finder	(filters)OR(adsorption)AND("organic Chemicals")OR("particulate matter")OR(viruses)OR(bactéria)AND("clinical trial")

Fonte: elaboração do autor.

Os critérios de inclusão dos estudos para esta RS foram: estudos científicos em todos os idiomas, sem limite de tempo de publicação e estudos de intervenção com ou sem aleatorização. Foram excluídos os artigos de revisão, opinião de especialista, editoriais, dissertações e teses.

Para extração dos dados dos artigos foi utilizado o gerenciador de referências *Ryvan*, no qual foi elaborada uma planilha para inserir os dados dos estudos encontrados. Nesta ferramenta foi realizada a exclusão dos artigos duplicados nas bases de dados, onde os artigos repetidos em mais de uma base de dados foram mantidos na base de dados que apresentou mais artigos na busca realizada (Prospero, 2020).

A seleção dos estudos foi realizada por dois revisores independentes especialistas no assunto em estudo e participantes do Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeeST). Inicialmente foi realizada a avaliação dos títulos e resumos e após a concordância dos avaliadores, foi realizada a leitura dos artigos na íntegra, com inclusão e exclusão dos estudos encontrados.

As discordâncias como: qualidade metodológica, dificuldade de determinar o objetivo do estudo e divergência nos resultados do estudo foram avaliadas e anotadas por um terceiro revisor com *expertise* no assunto estudado e participante do GeeST (Almeida; Goulart, 2017).

Para extração dos dados foi utilizada uma planilha do *Excel* com os seguintes dados subtraídos dos estudos: base de dados, ano, autor, nível de evidência, objetivo, método, tipo, nome e indicação do filtro, tamanho das partículas testadas, população de estudo e principais resultados.

Em relação ao risco de *viés* realizado com o uso da ferramenta *Cochrane Collaboration Risk of Bias*, a ferramenta avalia o risco de *viés* por meio da síntese dos resultados do estudo e não mais pela análise individual do estudo e seus desfechos. É estruturada em cinco domínios que possuem “perguntas sinalizadoras”, que são informações adicionais relevantes para a avaliação do risco de *viés*. As opções de resposta às “perguntas sinalizadoras” são: “sim”, “provavelmente sim”, “provavelmente não”, “não”, “não há informação” e “não aplicável”. As respostas definitivas “sim” e “não” frequentemente indicam que evidências robustas estão disponíveis. A opção “não aplicável” está disponível apenas para perguntas com resposta não obrigatória. Ao longo da aplicação da

ferramenta, as respostas alimentam um algoritmo que determina o risco de viés para cada domínio: alto risco de viés, baixo risco de viés ou presença de alguma preocupação quanto ao viés (Higgins JPT, 2011).

A qualidade metodológica dos artigos incluídos foi avaliada com o uso do instrumento de avaliação crítica do *Institute Joanna Briggs* (JBI) e o nível de evidência dos estudos incluídos, considerou-se o nível 2 de evidência científica, pois todos os estudos incluídos, necessariamente, precisam ser ensaios clínicos com intervenção, aleatorizados ou não (Gurevitch, 2018). Para a avaliação do risco de viés), foi utilizado a Ferramenta *Cochrane RoB 2.0* (Higgins, 2011).

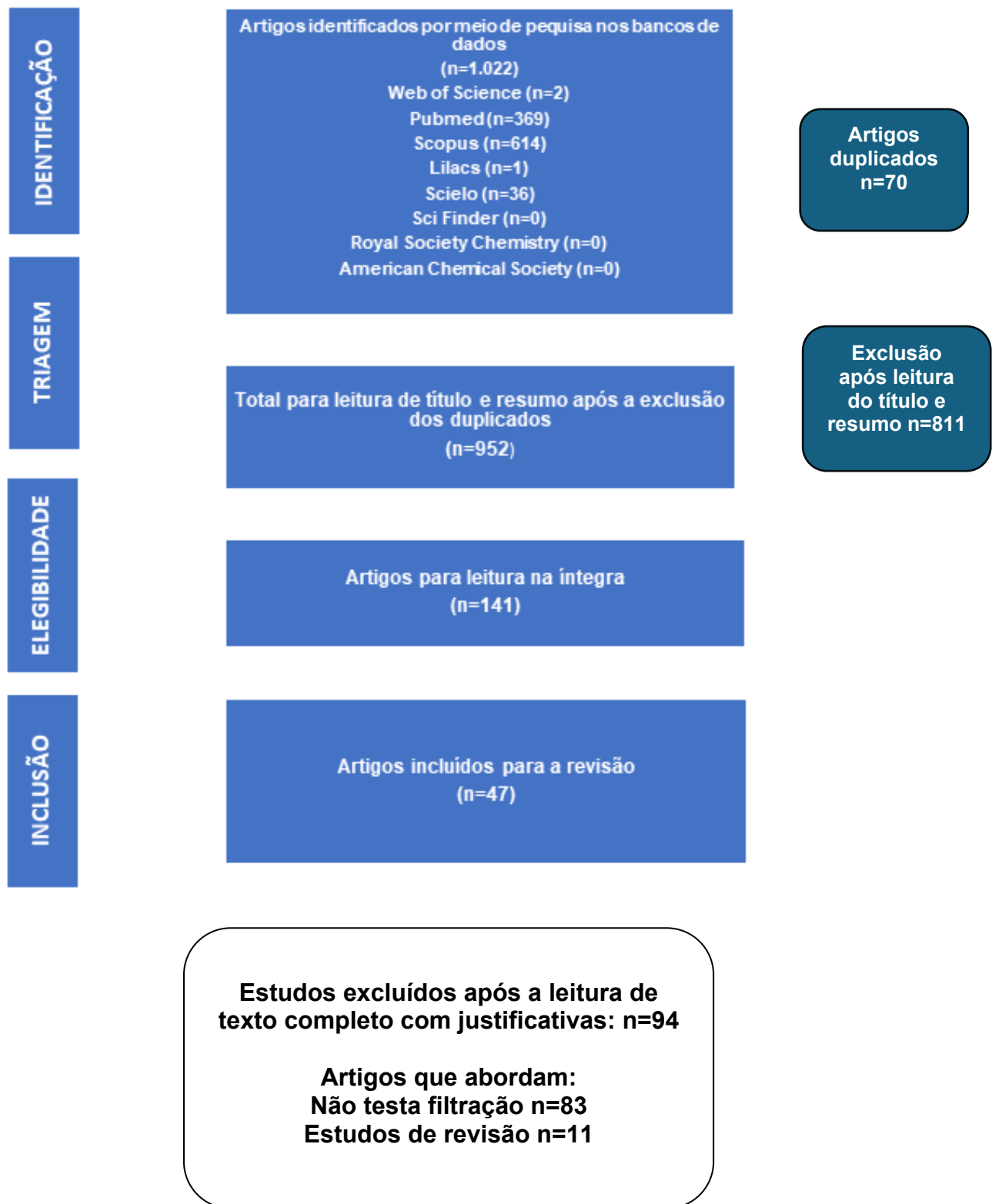
Foram utilizadas as ferramenta *Forest Plot* do *Jamovi* e a Estatística I^2 de *Higgins e Thompsom* para determinar a heterogeneidade dos estudos para a realização da metanálise e para determinar a evidência científica desta Revisão Sistemática.

Este estudo não foi considerado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), pois não necessita de dados pessoais ou opiniões de participantes, pois avalia estudos publicados em bases de dados de conhecimento público. Os avaliadores dos estudos para a RS são *experts* que fazem parte da equipe de trabalho.

3.1.4 RESULTADOS

Com a estratégia e a busca nas bases de dados selecionadas foram incluídos nesta RS 1.022 artigos em oito bases de dados. Na Figura 1, demonstra-se a identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos, seguindo as recomendações do PRISMA (Page et al., 2020).

Figura 1 – Fluxograma segundo o *check list Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses*, Brasil, 2023.



FONTE: Adaptado do fluxograma Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA).

Os estudos incluídos na revisão são apresentados no Quadro 2, segundo as bases de dados, ano de publicação, autores, nível de evidência científica, objetivo método, tipo, nome e indicação do filtro, tamanho das partículas, população e principais resultados.

Quadro 2: Caracterização dos estudos incluídos na revisão sistemática segundo as bases de dados, ano de publicação, autores, nível de evidência científica, objetivo método, tipo, nome e indicação do filtro, tamanho das partículas, população, intervenções, principais resultados e comparações. Brasil, 2023.

Base de Dados, Ano, Autor, nível de evidência	Objetivo	Método	Tipo e Nome do filtro	Indicação	Tamanho das partículas testadas	População	Intervenções	Principais Resultados	Comparações
Pubmed Wai JK, Gomersall CD, 2011 Nível de evidência: 2	Avaliar a eficácia e proteção dos indivíduos em contato com patógenos transportados pelo ar.	Prospectivo cruzado randomizado não cego.	HEPA - <i>FiltaMask</i> e máscara do tipo <i>Hudson</i>	Biológico	0,2 μ m a 1 μ m	9 homens, 13 mulheres	Utilização de duas máscaras de oxigênio diferentes (<i>FiltaMask</i> e tipo <i>Hudson</i>), em dois fluxos diferentes (4 L/min e 8 L/min), durante as atividades.	<i>FiltaMask</i> reduziu a concentração de partículas de 0,02 μ m a 1 μ m dentro da máscara. O grau de redução foi significativamente maior do que o visto com uma máscara de <i>Hudson</i>	A máscara <i>FiltaMask</i> é mais eficaz na filtração de partículas do que a máscara tipo <i>Hudson</i> . Em todas as atividades testadas, a máscara <i>FiltaMask</i> teve uma proporção de contagens de partículas dentro/fora mais baixa do que a máscara tipo <i>Hudson</i> . Isso significa que a máscara <i>FiltaMask</i> foi capaz de bloquear mais partículas de entrar no sistema respiratório do usuário.

<p>Pubmed</p> <p>Au SS; Gomersall CD; Leung P; Li PT; 2010</p> <p>Nível de evidência: 2</p>	<p>Comparar a capacidade de filtração in vivo de máscaras Totobobo aparadas, mas não testadas, com uma máscara N95 testada (1860 ou 1860). ou 1862; 3 M, St Paul, MN, EUA).</p>	<p>Cruzado controlado randomizado prospectivo não cego</p>	<p>HEPA (Totobobo) e N-95</p>	<p>Biológico</p>	<p>Entre $0,02\mu m$ e $1\mu m$</p>	<p>22 indivíduos</p>	<p>Uso de duas máscaras diferentes: Totobobo e N95. Foi realizado um protocolo padrão para o ajuste de máscara e foi comparado a contagem de partículas dentro e fora do dispositivo de proteção durante uma série de atividade.</p>	<p>A redução mediana (intervalo interquartil) nas contagens de partículas no ar foi significativamente maior 193 vezes para máscaras N95 do que para máscaras de Totobobo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre a proporção de indivíduos que alcançaram uma redução de $>$ ou $=100$ vezes entre as máscaras N95 (19/22) e Totobobo (16/22). Concluimos que o uso da máscara Totobobo sem testes de ajuste não pode ser recomendado, mas seu desempenho é suficientemente promissor para justificar uma investigação mais aprofundada.</p>	<p>Foi realizada a comparação entre a eficiência de filtragem, perda de pressão e o conforto entre as duas.</p>
---	---	--	-------------------------------	------------------	---	----------------------	--	--	---

Pubmed MARTINEZ P.LT, et al 2015 Nível de evidência: 2	Melhorar a qualidade do ar interno que pudesse ter um efeito positivo nos marcadores de risco de doenças cardiovasculares.	Ensaio cruzado randomizado e duplo-cego	HEPA	Químico	0,007 μ m e 3 μ m	20 indivíduos	Foram realizadas duas intervenções: utilização do filtro HEPA para filtração de partículas de alta eficiência e a Filtração simulada, que não remove as partículas do ar.	Não encontramos evidências de que a filtração tenha melhorado a pressão arterial ou marcadores sanguíneos de inflamação ou coagulação.	Foi realizada a comparação dos efeitos da filtração HEPA e da filtração simulada na saúde dos participantes.
Pubmed WEICHEN THAL. S, et al 2013 Nível de evidência: 2	Caracterizar os níveis de poluição do ar interno em uma comunidade das Primeiras Nações e examinar o impacto da filtragem do ar interno nas mudanças agudas na função pulmonar, pressão arterial e função endotelial.	Crossover duplo-cego randomizado	3M Filtrete FAP03-RS Ultra Clean Air Purifier	Químico	PM10 μ m, PM2,5 μ m, PM1 μ m	37 residentes em 20 casas	Dois tipos de filtro de ar: filtros funcionais e filtros placebo Período de três semanas: uma semana com cada tipo de filtro e uma semana sem filtro. Atribuição aleatória na ordem dos filtros: os participantes não sabiam qual tipo de filtro estavam usando a cada semana.	Os filtros de ar portáteis podem ajudar a aliviar esses efeitos, reduzindo efetivamente os níveis internos de material particulado.	Foram comparados entre a eficácia na remoção de partículas, redução de poluentes, melhora da qualidade do ar interno e impacto na saúde.
Pubmed HOLTON. J; WEBB. A	Determinar e comparar a eficiência de retenção microbiana de	Prospectivo randomizado	Hygrobac , Hygroster e Ultipor BB50	Biológico	Não informado no artigo	Pacientes de uma Unidade de terapia intensiva	Não informada no artigo	Os 3 tipos de filtro HME foram filtros microbianos eficazes e comparáveis na	Os três tipos de filtros testados foram eficazes e comparáveis na retenção microbiana.

1994 Nível de evidência: 3	3 tipos de filtros de troca de calor e umidade (HME).							sua retenção microbiana as propriedades de retenção microbiana dos filtros higroscópico-hidrofóbicos (Hygroster e Hygrobac) foram equivalentes às do filtro hidrofóbico (Ultipor BB50) in vitro pode-se esperar que o uso de filtros HME proteja os pacientes de patógenos residentes no ventilador, bem como proteja o ventilador da contaminação do paciente.	
Pubmed KAROTTKI . D.G, Et al 2013 Nível de evidência: 2	Testar a hipótese de que a intervenção prolongada com filtragem de ar interno de PM em casa melhora a MVF e a função	Intervenção randomizado , duplo-cego e cruzado	HEPA classe H11 (EN1822)	Químico	0,3 μ m	Quarenta e oito indivíduos não fumantes	Exposição ao ar interno reticulado filtrado por partículas ou filtrado simuladamente na casa dos participantes -Medição da Motricidade Voluntária	Os filtros de partículas reduziram a concentração mediana de PM _{2,5} μ m de aproximadamente 8 para 4 μ g/m ³ e a concentração do número de partículas de	Os três tipos de filtros foram comparados quanto a: -Retenção microbiana -Retenção de partículas - Custo -Disponibilidade

	<p>pulmonar em uma população representativa de idosos não fumantes, incluindo pessoas que tomam drogas vasoativas e outras drogas.</p>						<p>Funcional e da função pulmonar e todos os biomarcadores pela manhã no início do estudo, antes do início da recirculação do ar e nos dias 2, 7 e 14 de cada cenário de exposição.</p>	<p>7669 para 5352 partículas/cm³. Não foram observados efeitos estatisticamente significativos de filtração como categoria na função microvascular e pulmonar ou nos biomarcadores de inflamação sistêmica entre todos os indivíduos, ou nos subgrupos que tomam (n = 11) ou não tomam drogas vasoativas (n = 37). No entanto, a eficácia da filtração foi variável e a função microvascular foi significativamente aumentada dentro de 2 dias com a diminuição real de PM_{2,5}μm no quarto, especialmente entre 25 indivíduos que não tomavam</p>	
--	--	--	--	--	--	--	---	--	--

								nenhum medicamento.	
Pubmed CUI. X, et al 2020 Nível de evidência: 2	Descobrir quais alterações fisiopatológicas nas pequenas vias aéreas estão associadas ao uso de dispositivo de remoção de $PM_{2,5\mu m}$ nos quartos de crianças com asma.	Randomizado duplo-cego e cruzado	HEPA	Químico	$2,5\mu m$ ou menores de diâmetro $PM_{2,5\mu m}$	43 crianças com asma leve ou moderada	Durante a verdadeira sessão de filtração, foi utilizado intacto um purificador de ar portátil disponível comercialmente (<i>Atmosphere; Amway</i>). Conforme e listado na direção do fluxo de ar, este dispositivo consistia em um pré-filtro (removendo partículas grossas), um filtro HEPA (removendo partículas finas) e um filtro de carvão ativado (removendo certos gases)	A redução da exposição a partículas finas em espaços vivos por meio da intervenção de filtração do ar foi associada à melhoria da mecânica das vias aéreas, limitação do fluxo de ar e inflamação respiratória em crianças com asma.	Os três filtros compararam: -Eficiência de filtração -Redução de poluentes -Efeitos na saúde
Pubmed CHEN. R, et al 2015 Nível de	Avaliar se uma intervenção de curto prazo com purificador de ar interno melhora a saúde	Ensaio Randomizado de Crossover Duplo-Cego	modelo FAP04, 3M Filtrete	Químico	$PM_{2,5\mu m}$	35 estudantes universitários	-Purificador de ar real de alta qualidade - Purificador de ar simulado sem a tela filtrante	Purificação do ar resultou em uma redução de 57% na concentração de $PM_{2,5\mu m}$ de $96,2\ \mu g/m^3$ para $41,3\ \mu g/m^3$ dentro de horas	Os dois filtros compararam os impactos na função pulmonar e nos biomarcadores de vasoconstrição

evidência: 2	cardiopulmonar.							de operação.	
Pubmed SHI. J, et al 2017 Nível de evidência: 2	Avaliar os efeitos de curto prazo na saúde cardiovascular do uso de respiradores na China.	Ensaio Crossover Randomizado	Respiradores particulados descartáveis (8210V; 3M™)	Químico	< 2,5µm	24 jovens adultos saudáveis	Uso de respiradores com filtro de partículas por 48 horas, alternando com um intervalo de lavagem de 3 semanas -Monitoramento contínuo da variabilidade da frequência cardíaca e da pressão arterial -Coleta de amostras de sangue no final de cada período de intervenção para medir biomarcadores circulantes de inflamação	O uso a curto prazo de respiradores de filtragem de partículas pode produzir benefícios cardiovasculares na melhoria da função nervosa autonômica e na redução dos níveis de PA.	Comparou e avaliou a eficiência de filtragem dos dois tipos de filtros em um ambiente controlado.
Pubmed MORISHITA A. M, Et al 2018 Nível de evidência: 2	Investigar a eficácia da filtragem do ar na redução da exposição pessoal a PM _{2,5} µm e na mitigação dos efeitos relacionados à saúde entre adultos mais	Estudo de intervenção cruzada randomizado e duplo-cego	HEPA de baixa intensidade	Químico	menor que 2,5µm	40 Idosos	-Exposição ao ar ambiente não filtrado (filtração simulada) -Filtração do tipo HEPA de baixa eficiência -Filtração HEPA verdadeira de alta eficiência	O uso de curto prazo de sistemas portáteis de filtragem de ar reduziu as exposições pessoais a partículas finas e pressão arterial sistólica em idosos	Compara o efeito de 2 sistemas de filtragem de ar versus um sistema simulado não filtrado nas exposições pessoais a partículas finas e pressão arterial entre adultos mais velhos em uma área urbana

	velhos em uma localização urbana típica dos EUA.								
Pubmed HUDDA. N, et al 2021 Nível de evidência: 2	Avaliar se a redução da exposição a poluição atmosférica relacionada ao tráfego limitando a infiltração em ambientes fechados e implantando a filtração HEPA por um curto período, poderia ter um efeito benéfico na PA.	Ensaio cruzado de 3 exposições randomizadas e 3 períodos	HEPA	Químico	PM _{2.5} μm definido como partículas com diâmetro aerodinâmico <2,5μm	77 Indivíduos	Foram realizadas 3 exposições e 3 períodos, no qual os participantes participaram de três sessões de exposição de 2 horas de duração (1 para exposição baixa, média e alta em ordem aleatória)	A redução das concentrações internas da poluição atmosférica relacionada ao tráfego foi eficaz na prevenção de aumentos agudos na Pressão Arterial Sistêmica.	Comparou a eficiência na filtração e impacto na saúde.
Pubmed RIEDERE R. A, Et al 2021. Nível de evidência: 2	Comparar a eficácia dos filtros de ar portáteis HEPA na redução do material particulado em ambientes internos.	Estudo de intervenção cruzada randomizado	Austin Air Pet Machine 410®, Austin Air Systems Ltd e HEPA	Químico	0,3μm	71 Famílias	Foram colocados dois limpadores HEPA portáteis internos. O dispositivo compreende filtragem de 4 estágios, incluindo dois pré-filtro projetados para capturar partículas grandes, um filtro de	HEPA portáteis podem reduzir as concentrações internas de PM _{2.5} μm em uma variedade de ambientes domésticos e populações, incluindo comunidades agrícolas rurais.	Foram comparadas concentrações de PM _{2,5} e NH ₃ e a consideração de múltiplos fatores domésticos que podem influenciar a qualidade do ar interior.

							carbono/zeólita para remover NH ₃ e outros odores de animais de estimação e um verdadeiro filtro HEPA		
Pubmed GAO. X, et al 2019 Nível de evidência: 2	Avaliar os efeitos de curto prazo do sistema de ventilação com ar fresco filtrado no ar interno da sala de aula e biomarcadores em saliva e amostras nasais em crianças pré-escolares	Estudo de intervenção cruzada randomizado	HEPA	Biológico	PM _{2,5} µm	54 Crianças	o FAVS-HEPA foi aberto em uma sala de aula por 2 dias contínuos, e a outra sala foi mantida normalmente sem uso do FAVS-HEPA. Monitoramento em tempo real (24 horas por dia) de poluentes atmosféricos e fatores climáticos (PM _{2,5} µm , temperatura, umidade relativa (UR) foi realizada ao longo do estudo. As amostras de saliva e mucosa interna nasal foram coletadas antes e ao final da intervenção em cada cenário.	O uso do HEPA foi eficaz na diminuição do PM _{2,5} µm interno da sala de aula.	Foram comparados os filtros para caracterizar as comunidades bacterianas.

Pubmed JAMES.C, et al 2020 Nível de evidência: 2	Avaliar o impacto de uma filtragem de ar particulado de alta eficiência (HEPA) nas concentrações de partículas de tráfego e o efeito resultante em crianças com asma.	Estudo cruzado e randomizado duplo-cego	(Whirlpool I Whispure ; Modelo AP51030 K, Austin, TX) e HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	43 Participante s	Os participantes foram designados aleatoriamente para o grupo de filtro HEPA (Whirlpool Whispure; Modelo AP51030K, Austin, TX) ou purificador de ar "fictício" placebo (o mesmo filtro de ar com o filtro HEPA removido) por um mês	Concentração interna de partículas no ar relacionadas ao tráfego pode ser reduzida com o uso da filtração HEPA	Foi avaliado o impacto de uma filtragem de ar particulado de alta eficiência (HEPA) nas concentrações de partículas de tráfego e o efeito resultante em crianças com asma.
Pubmed BETTERM AN. S, et al 2012 Nível de evidência: 2	Avaliar a eficácia dos filtros de ar HEPA na redução das concentrações de PM e determinando os efeitos nas concentrações de PM e no desempenho do filtro.	Ensaio controlado randomizado	HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	126 famílias de baixa renda de crianças com asma	Foram colocados um filtro de ar independente que foi colocado no quarto da criança e um pré-filtro impregnado de carbono, um filtro HEPA, quatro configurações de velocidade do ventilador	A instalação de um ar-condicionado de sala no quarto, destinado a limitar as taxas de troca de ar, juntamente com um filtro de ar, não baixou os níveis de PM mais do que o filtro sozinho.	Eficiência na redução de PM, influência de ar-condicionado central e influência do ambiente.
Pubmed TAMANA. S.K, et al 2021 Nível de evidência:	Avaliar o impacto da redução da exposição gestacional ao PM no índice de massa corporal (IMC) aos dois anos	Ensaio controlado randomizado de grupo cego e paralelo	Filtro HEPA ou nenhum purificador de ar.	Químico	PM _{2,5} µm	540 mulheres grávidas não fumantes	O grupo de intervenção recebeu um ou dois produtos de limpeza HEPA (Coway AP-1009CH) para usar desde a inscrição até o	Reduzir a poluição do ar durante a gravidez pode melhorar a saúde cardiometabólica das crianças	Os dois filtros compraram a redução da exposição à poluição atmosférica particulada durante a gravidez.

2	de idade.						final da gravidez (logo após o nascimento ou morte fetal). O grupo controle não recebeu filtros de ar. Foram instalados produtos de limpeza HEPA nas casas de intervenção logo após a inscrição.		
Pubmed MAESTAS. M.M, Et al 2019 Nível de evidência: 2	Avaliar o uso de unidades portáteis de filtragem de ar interno como um meio prático para reduzir a exposição pessoal a $PM_{2,5\mu m}$	Estudo de intervenção com randomização	(HE: true-HEPA) e baixa eficiência (LE: tipo HEPA)	Químico	$PM < 2,5\mu m$ de diâmetro	40 indivíduos	Os participantes foram expostos ao ar não filtrado (sem filtro instalado na unidade de filtração), LE (filtro "tipo HEPA", modelo HAPF30D-U2, Holmes, Boca Raton, FL, EUA), e HE (filtro "True-HEPA", modelo HAPF300D-U2, Holmes, Boca Raton, FL, EUA).	As exposições pessoais a $PM_{2,5\mu m}$ foram reduzidas em 53 e 31% usando filtros HE e LE, respectivamente, quando comparadas com o cenário de controle	Os filtros foram comparados quanto a eficiência na retenção de PM.
Pubmed BAM.P,et al 2018 Nível de	Avaliar o efeito do uso de filtro de ar particulado portátil de alta eficiência (HEPA)	Ensaio controlado randomizado cego	(HE: true-HEPA) e baixa eficiência (LE: tipo HEPA)	Químico	$PM < 2,5\mu m$ de diâmetro	540 mulheres grávidas não fumantes	Os participantes do grupo de intervenção receberam um ou dois filtros de ar portáteis com filtro HEPA (AP-	Purificador de ar do filtro HEPA em um ambiente de alta poluição foi associado a maior peso ao nascer apenas entre	Foram avaliados e comparados o impacto dos filtros de ar HEPA nas concentrações de $PM_{2,5\mu m}$ e de cádmio no sangue entre mulheres grávidas em

evidência: 2	durante a gravidez no crescimento fetal.						1009CH, Coway, Coreia), dependendo do tamanho do apartamento, e os filtros de ar foram usados desde a primeira visita domiciliar até o parto. E o grupo controle não receberam filtro de ar.	bebês nascidos a termo.	Ulaanbaatar
Pubmed BAM.P,et al 2018. Nível de evidência: 2	Quantificar o impacto do uso do filtro de ar HEPA durante a gravidez nas $PM_{2,5} \mu m$ residenciais internas e nas concentrações de cádmio no sangue.	Ensaio controlado randomizado cego	(HE: true-HEPA) e baixa eficiência (LE: tipo HEPA)	Químico	$PM_{2,5} \mu m$	540 mulheres grávidas não fumantes	Os participantes do grupo de intervenção receberam um ou dois filtros de ar portáteis com filtro HEPA (AP-1009CH, Coway, Coreia) e o grupo de controle não recebeu filtros de ar	Os filtros de ar com filtro HEPA portáteis podem reduzir as concentrações internas de $PM_{2,5} \mu m$ e as exposições em ambientes altamente poluídos.	A principal comparação é a eficiência na remoção de partículas finas do ar.
Pubmed JIANG.M, et al 2021 Nível de evidência: 2	Investigar as diferenças na inflamação respiratória e no estresse oxidativo, na função pulmonar, na inflamação sistêmica e nas respostas ao estresse	Estudo cruzado randomizado	Máscara N95	Químico	$PM_{2,5} \mu m$	52 estudantes universitários saudáveis	Os participantes usaram uma máscara facial reutilizável com filtro N95 e usaram máscaras faciais reutilizáveis sem o filtro.	O uso a curto prazo de máscaras faciais N95 pareceu reduzir efetivamente os níveis de declínios da função pulmonar, o estresse respiratória-oxidante e a	Comparam as máscaras faciais na redução do estresse oxidativo respiratório induzido por PM

	oxidativo entre participantes que usavam máscaras faciais reais e falsas.							inflamação sistêmica/estresse e oxidativo que pode ser induzido pela exposição a curto prazo à PM. Usar máscaras faciais em dias poluídos ($PM_{2,5} > 75 \mu g/m^3$) apresentou efeitos benéficos maiores na saúde cardiopulmonar do que em dias limpos ($PM_{2,5} < 75 \mu g/m^3$).	
Pubmed KAIBAFZA DEH, M, et al 2015 Nível de evidência: 2	Avaliar e comparar os efeitos do $PM_{2,5}$ relacionado ao trânsito e à fumaça de lenha na função endotelial e na inflamação sistêmica proteína C reativa, interleucina-6 e células em banda entre adultos saudáveis em Vancouver,	Estudo de Intervenção com randomização	HEPA	Químico	$PM_{2,5}$	83 indivíduos adultos	Foi realizado uma filtração HEPA com dispositivo na sala de estar (Modelo 50300; Honeywell, Morristown, NJ) enquanto nos outros 7 dias não houve filtro HEPA na unidade sendo usado filtro placebo.	A filtração HEPA foi associada a uma diminuição de 40% nas concentrações internas de $PM_{2,5}$.	Fou utilizado uma intervenção aleatória de filtro HEPA para comparar os impactos cardiovasculares subclínicos dessas duas principais fontes de combustão PM.

	Colúmbia Britânica, Canadá, usando ar particulado de alta eficiência. (HEPA) para introduzir gradientes de exposição PM _{2,5} μ m internos.								
Pubmed GAPARINI. G 2022. Nível de evidência: 2	Investigar se um sistema de capacete cirúrgico estéril disponível comercialment e pode ser considerado protetor contra COVID-19 e, portanto, seguro para uso.	Estudo controlado randomizado duplo-cego	ViVi® SSHS ViVi® High Filtration Hood) com um filtro de ar particulado de alta eficiência	Biológico	Não informado no artigo	40 indivíduos	Capacete de alta filtração que é feito de material estéril e possui um sistema de filtragem que remove 99,97% das partículas do ar e um teste de ajuste qualitativo para as máscaras respiratórias foram designados para o grupo placebo e foram expostos a uma solução salina normal nebulizada e 19 foram expostos a uma solução de sacarina sódica	ViVi® SSHS equipado com Hood protege contra gotículas respiratórias, aumentando a proteção contra vários microrganismos, incluindo o vírus que causa a COVID-19	Comparação de dois filtros cirúrgicos projetados para proteção contra propagação de gotículas respiratórias.
Pubmed ULZIIKHU	Identificar as características das crianças	Ensaio controlado randomizado	HEPA	Químico	PM _{2,5} μ m	540 mulheres grávidas	O grupo intervenção recebeu um ou	Os benefícios de reduzir a poluição do ar durante a	O uso de filtros de ar durante a gravidez aumentou a média do

U.B, et al 2023 Nível de evidência: 2	com os maiores aumentos no QI Quociente de Inteligência em escala real depois que suas mães usaram filtros de ar com filtro HEPA durante a gravidez.					não fumantes	dois limpadores HEPA (Coway AP-1009 CH), dependendo do tamanho da casa. O grupo controle não recebeu produtos de limpeza HEPA.	gravidez no desenvolvimento do cérebro podem ser maiores para crianças cujas mães que não tomam vitaminas, experimentam mais estresse ou têm menos educação.	FSIQ aos quatro anos de idade em 2,8 pontos (IC 95%: 0,0; 5,7 pontos) e que a intervenção foi mais benéfica para crianças com pontuações mais baixas no FSIQ
Scopus WAI.J, et al 2011 Nível de evidência: 2	Comparar a capacidade de filtração in vivo da HEPA FiltaMask e uma máscara de oxigênio padrão (tipo Hudson).	Estudo prospectivo cruzado randomizado não cego	FiltaMask N95 (HEPA) e HUDSON	Biológico	0,2 μ m a 1 μ m	22 voluntários asiáticos saudáveis	Os participantes receberam oxigênio suplementar através das 2 máscaras de oxigênio a 4 L/min e 8 L/min. A medição das concentrações de partículas seguiu um protocolo padrão de ajuste de máscara.	Nossos resultados demonstram que a FiltaMask reduziu a concentração de partículas de 0,02 μ m a 1 μ m dentro da máscara em relação à concentração ambiente.	O estudo comparou a eficiência dos dois filtros na redução da concentração de partículas de 0,2 a 1 μ m.
Scopus ALLEN.R, et al 2011 Nível de evidência: 2	Avaliar o impacto de uma intervenção nas exposições a partículas e na função endotelial entre adultos saudáveis em	Desenho cruzado randomizado	(modelo 50300; Honeywell, Morristown, NJ)/ (Honeywell 18150) e HEPA	Químico	2,5 μ m	Indivíduos com 19 anos ou mais; indivíduos que residiam em domicílios autodeclarados	Um filtro HEPA (modelo 50300; Honeywell, Morristown, NJ) foi operado na sala de atividades principal e um filtro HEPA mais silencioso (Honeywell 18150) foi	Os filtros HEPA portáteis reduziram as concentrações médias de PM _{2,5} μ m em ambientes fechados em 60% e foram associados à melhora da	Usamos filtros HEPA em um desenho cruzado randomizado para avaliar a relação entre concentrações relativamente baixas de PM _{2,5} μ m e função endotelial microvascular, nosso desfecho primário, e estresse oxidativo e

	uma comunidade afetada pela fumaça de lenha.					fumantes foram excluídos da participação	operado na casa do participante junto a um filtro placentado.	função endotelial e à diminuição das concentrações de biomarcadores inflamatórios, mas não de marcadores de estresse oxidativo, entre adultos saudáveis que residem em um reservatório de ar dominado pela fumaça de lenha.	inflamação sistêmica, nossos desfechos secundários, entre adultos saudáveis em um reservatório de ar fortemente influenciado por madeira residencial combustão.
Scopus KAROTTKI . D, et al 2013 Nível de evidência: 2	Testar a hipótese de que a intervenção prolongada com filtragem de ar interno de PM em casa melhora a função pulmonar em uma população representativa de idosos não fumantes, incluindo pessoas que tomam drogas vasoativas e outras drogas.	Estudo de intervenção cruzado, randomizado, duplo-cego,	Filtro HEPA classe H11 (EN1822)	Químico	2,5 μ m	Quarenta e oito indivíduos não fumantes (51 a 81 anos) em 27 domicílios foram incluídos neste estudo de intervenção	O ar interior foi reticulado dentro de cada período de exposição utilizando unidades personalizadas com ou sem a inclusão de um filtro HEPA classe H11 (EN1822) colocado na sala e no quarto de cada casa. No período com filtração simulada, utilizou-se um filtro fictício que conferiu a mesma queda de pressão e nível de ruído.	Os filtros de partículas reduziram a concentração mediana de PM _{2,5} μ m de aproximadamente 8 para 4 μ g/m ³ e a concentração do número de partículas de 7669 para 5352 partículas/cm ³ .	a eficácia da filtração foi variável e a função microvascular esteve significativamente associada no prazo de 2 dias com a diminuição real de PM _{2,5} μ m alcançada no quarto particularmente entre indivíduos que não tomavam quaisquer medicamentos sugerindo que os efeitos positivos da filtração requerem contrastes substanciais de exposição especialmente no quarto e possivelmente não confundindo com a ingestão de

									medicamentos ou doença existente.
Scopus MUALA. A, et al 2014 Nível de evidência: 2	Avaliar a eficácia de diferentes filtros de entrada de ar da cabine de veículos na redução das respostas sintomáticas induzidas pela exaustão do diesel em indivíduos saudáveis.	Estudo randomizado, duplo-cego, cruzado e controlado	Dois filtros de partículas selecionados, um com carvão ativo e outro sem carvão ativo	Químico	massa de $PM_{10\mu m}$	Trinta indivíduos saudáveis participaram de um estudo	Os indivíduos foram expostos separadamente ao ar filtrado ou exaustão de diesel, filtrado e não filtrado, em quatro ocasiões separadas, de maneira cruzada, aleatória, duplo-cega e controlada	Um filtro de partículas de entrada de ar de cabine, incluindo um componente ativo de carvão, foi altamente eficaz na redução de componentes particulados e gasosos	os filtros de entrada de ar para cabine têm a capacidade de reduzir substancialmente as partículas derivadas dos gases de escape que penetram na cabine do veículo. Já o filtro combinado reduziu substancialmente os sintomas em seres humanos expostos ao escapamento de diesel e pode, portanto, reduzir os efeitos adversos à saúde tanto para motoristas quanto para passageiros.
Scopus LAMPOR. D, et al 2023 Nível de evidência: 2	Investigar os efeitos do uso de um purificador de ar nos resultados do sono e no humor em 30 adultos saudáveis.	Ensaio duplo-cego, randomizado e cruzado	HEPA	Químico	$PM_{2,5\mu m}$	Trinta indivíduos com idades entre 25 e 65 anos foram recrutados	Uma condição de filtro purificador com filtro de ar particulado de alta eficiência (HEPA); e uma condição de filtro placebo que consistia no mesmo tecido que a condição de filtro, mas o tecido foi cortado para permitir que o ar passasse sem ser filtrado.	Esta intervenção cruzada em adultos saudáveis mostra que o uso de um purificador de ar no quarto durante um período de 2 semanas está associado a alguns benefícios nos resultados do sono, especificamente aumento do TST e TIB em relação a um purificador	Em relação a uma condição de controle com filtro placebo, o purificador foi associado a alguns benefícios nos resultados do sono.

								com filtro placebo.	
Scopus CUI. X, et al 2018 Nível de evidência: 2	Examinar a resposta cardiorrespiratória ao uso doméstico durante a noite de um dispositivo portátil de filtragem de ar em jovens adultos saudáveis não fumantes que vivem em Xangai.	Estudo cruzado duplo-cego randomizado	(Atmosphere®, Amway, EUA) e HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	70 adultos saudáveis	Uma condição de filtro purificador com filtro de ar particulado de alta eficiência (HEPA); e uma condição de filtro placebo que consistia no mesmo tecido que a condição de filtro, mas o tecido foi cortado para permitir que o ar passasse sem ser filtrado.	Uma única filtragem de ar residencial durante a noite, capaz de reduzir substancialmente as concentrações internas de partículas, pode levar a uma melhor mecânica das vias aéreas e a um risco reduzido de trombose.	Em relação a uma condição de controle com filtro placebo, o purificador foi associado a alguns benefícios nos resultados do sono.
Scopus DONG.W, et al 2019 Nível de evidência: 2	Examinar a eficiência de purificação do purificador na redução de PM fracionado por tamanho e carbono negro	Estudo cruzado randomizado e duplo-cego	HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	44 crianças	Antes do estudo, seis purificadores de ar de ionização foram instalados cerca de 1,2 m abaixo do teto, em posição idêntica em cada sala de aula. Foram empregados dois tratamentos diferentes, purificação "real" (máquina ligada) e "sham" (máquina desligada), em ordem aleatória com um período	Melhora na função pulmonar, redução da inflamação das vias aéreas, menos estresse oxidativo e um risco potencial de isquemia miocárdica reduzido após a purificação.	O purificador utilizado neste estudo apresentou alta eficiência na redução de PM e BC fracionados por tamanho em relação ao filtro placebo.

							de washout de 2 meses.		
Scopus JAMES. C, et al 2020 Nível de evidência: 2	Avaliar o impacto de uma filtragem de ar particulado de alta eficiência (HEPA) nas concentrações de partículas de tráfego e o efeito resultante em crianças com asma.	Estudo cruzado e randomizado duplo-cego, controlado por placebo	Whirlpool Whispure ; Modelo AP51030 K, Austin, Austin, TX e HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	43 indivíduos	Os participantes foram designados aleatoriamente para o grupo de filtro HEPA (Whirlpool Whispure; Modelo AP51030K) ou purificador de ar "fictício" placebo (o mesmo filtro de ar com o filtro HEPA removido) por 1 mês, seguido por um período de lavagem de um mês, antes de cruzar para o braço de tratamento alternativo de 1 mês.	Partículas no ar relacionadas ao tráfego pode ser reduzida com o uso da filtração HEPA	Este estudo demonstrou que o tratamento HEPA foi eficaz na melhoria do controle da asma e dos escores de qualidade de vida entre participantes com controle deficiente e qualidade de vida prejudicada.
Scopus MYERS. N, et al 2022 Nível de evidência: 2	Avaliar associações entre a detecção do RNA do SARS-CoV-2 no ar e as cargas virais na saliva dos participantes e seus sintomas	Ensaio cruzado randomizado usando filtração de ar	(PAC; Medify Air; MA-40) e HEPA	Biológico	0,3µm	17 indivíduos em duas salas	A amostragem foi realizada em participantes' residências por dois períodos consecutivos de 24 horas (Dia 1 e Dia 2) com o PAC operado em "filtração" (filtro HEPA instalado) ou "farsa" (filtro	O uso de purificadores de ar para reduzir a exposição ao SARS-CoV-2 deve ser considerado para orientações futuras sobre como cuidar de pacientes com COVID-19 em	O estudo mostra que a taxa de amostras positivas de aerossol em residências de pacientes infectados foi reduzida ao comparar "filtração" para "falsa" períodos na sala de isolamento primário

							HEPA removido).	ambientes internos residenciais e comunitários	
--	--	--	--	--	--	--	-----------------	---	--

<p>Scopus HANSEL. N, et al 2022 Nível de evidência: 2</p>	<p>Determinar se a colocação de filtros de ar particulados portáteis ativos de alta eficiência pode melhorar a morbidade respiratória em ex-fumantes.</p>	<p>Ensaio clínico randomizado e controlado</p>	<p>(Austin HealthMate HM400) e HEPA</p>	<p>Químico</p>	<p>PM_{2,5}μm</p>	<p>116 indivíduos randomizados</p>	<p>Os participantes receberam dois filtros de ar portáteis (Austin HealthMate HM400) com HEPA e filtros de carbono para a redução de PM e NO₂ ou dois filtros de ar falsos e foram acompanhados por 6 meses. Os filtros de ar simulados tiveram filtros HEPA internos e de carbono removidos, mas apresentaram ruído, fluxo de ar e aparência geral semelhantes em comparação com os filtros de ar ativos.</p>	<p>O uso de purificadores de ar HEPA portáteis melhorou vários resultados respiratórios, particularmente entre aqueles com mais de 80% de conformidade com o purificador de ar</p>	<p>O uso do filtro de ar HEPA portátil melhorou vários resultados respiratórios, especialmente entre aqueles com adesão superior a 80% ao filtro de ar em comparação ao filtro falso.</p>
---	---	--	---	----------------	--	------------------------------------	---	--	---

<p>Scopus MAESTAS. M, et al 2019 Nível de evidência: 2</p>	<p>Avaliar os benefícios para a saúde cardiovascular e $PM_{2,5\mu m}$ pessoal reduções de exposição por meio de sistemas de filtragem de ar portáteis internos entre idosos em Detroit, Michigan.</p>	<p>Estudo randomizado cruzado de intervenção</p>	<p>(HE: true-HEPA) / (LE: tipo HEPA)</p>	<p>Químico</p>	<p>$PM_{2,5\mu m}$</p>	<p>40 indivíduos</p>	<p>Os participantes foram expostos a três cenários em ordem aleatória: ar não filtrado (sem filtro instalado na unidade de filtração), LE (filtro “tipo HEPA”, modelo HAPF30D-U2, Holmes, Boca Raton, FL, EUA), e HE (filtro “True-HEPA”, modelo HAPF300D-U2, Holmes, Boca Raton, FL, EUA).</p>	<p>Filtragem de ar interno usando filtros HE ou LE reduziu imensuravelmente e as concentrações internas de $PM_{2,5\mu m}$</p>	<p>Este estudo cruzado de intervenção de filtragem de ar interno mostrou que o uso de filtros HE ou LE disponíveis comercialmente em unidades portáteis de filtragem de ar diminuiu significativamente a $PM_{2,5}$ concentrações (60 e 52%, respectivamente) e exposição pessoal a $PM_{2,5}$ (53 e 31%, respectivamente) em comparação com nenhuma filtração.</p>
<p>Scopus BREHMER . C, et al 2020 Nível de evidência: 2</p>	<p>Avaliar os elementos e fontes associados ao potencial oxidativo da exposição doméstica “interna”, ambiental e pessoal de crianças com asma ao $PM_{2,5\mu m}$ em um subúrbio de Xangai, China.</p>	<p>Estudo duplo-cego, randomizado e cruzado</p>	<p>Filtros de PTFE (Teflon) de 37mm</p>	<p>Químico</p>	<p>$PM_{2,5\mu m}$</p>	<p>43 crianças</p>	<p>Foram coletadas amostras em filtros de PTFE (Teflon) de 37mm usando Monitores Ambientais Pessoais (PEMs; SKC, EUA) com AirChek XR5000 bombas (SKC, EUA e a filtragem “falsa”, apenas o pré-filtro foi instalado, mas fora isso as unidades pareciam idênticas aos</p>	<p>O purificador de ar interno reduziu o potencial oxidativo medido da exposição interna e pessoal ao $PM_{2,5\mu m}$.</p>	<p>O filtro de ar interno reduziu o potencial oxidativo medido da exposição interna e pessoal a $PM_{2,5\mu m}$ em comparação com o filtro falso.</p>

							purificadores de ar funcionais.		
Scopus DUONG.Q, et al 2020 Nível de evidência: 2	Analisar a eficácia da máscara facial da Lamdong Medical	Estudo prospectivo e randomizado	Máscara facial cirúrgica convenci onal ou à máscara facial da Lamdong Medical College (LMC)	Biológico	Não informado no artigo	67 participante s	Os indivíduos foram então randomizados para usar a máscara LMC ou a máscara convencional (GreetMed, ANJ International Corp., Reino Unido) com as mesmas atividades administrativas.	Os indivíduos designados para a máscara LMC tiveram um FENO reduzido ($p<0,05$) em comparação com as máscaras faciais convencionais após o uso da máscara. Indivíduos com uso de máscara LMC relataram maior conforto ($p<0,05$), respirabilidade ($p<0,05$) e menores sintomas de alergia ($p<0,05$). A máscara LMC tem visualmente menos crescimento de microrganismos no meio de cultura, medido pelo raio do anel estéril.	A máscara facial LMC é igual em eficácia e talvez superior em comparação com as máscaras faciais cirúrgicas vendidas internacionalmente
Pubmed MUALA. A, et al	Avaliar a capacidade de novos filtros de entrada de ar para cabine	Estudo randomizado , duplo-cego, cruzado e controlado	Não informad o no artigo	Químico	0,014 μ m a 0,660 μ m	Doze indivíduos saudáveis do sexo masculino	Os indivíduos foram expostos separadamente ao ar filtrado ou ao escapamento	O uso de um filtro de entrada de ar na cabine, especialmente quando	Os filtros A e B foram selecionados para o estudo de exposição humana. Esses filtros compartilham o mesmo

2014. Nível de evidência: 2	de veículos em reduzir sintomas e marcadores de inflamação induzidos pela exaustão de diesel em seres humanos.					participaram deste estudo (idade média de 22,5 anos).	de diesel, filtrado e não filtrado, em quatro ocasiões distintas, de maneira cruzada, aleatória, duplo-cega e controlada	combinado com um componente de carvão ativo, foi altamente eficaz na redução da exposição a PM, NO e hidrocarbonetos provenientes do escapamento do motor; com evidências de que o filtro combinado também modificou a toxicidade das partículas filtradas, tornando-as menos pró-inflamatórias in vitro após a filtração.	meio filtrante eficaz, mas o filtro B contém adicionalmente um componente de carvão ativo. A adição de carvão ativo a um filtro já demonstrou ser benéfica na redução dos sintomas após a exposição ao escapamento de diesel
Pubmed GENT.J. F, et al 2023 Nível de evidência: 2	Testar se a exposição reduzida ao NO ₂ doméstico ou a partículas finas resulta na redução dos sintomas entre crianças com asma persistente.	Ensaio triplo de intervenção randomizado e controlado	HEPA	Químico	0,3 μ m	Crianças de 5 a 11 anos com asma persistente que vivem em casas com fogões a gás e níveis de NO ₂ de 15 ppb ou mais, recrutadas	Purificadores de ar com configuração personalizada foram usados para três tratamentos de intervenção. Todas as máquinas eram idênticas em aparência e peso (configurada para fornecer filtragem	Embora o tratamento de redução de NO ₂ tenha sido mais eficaz na redução do NO ₂ doméstico do que o outro tratamento e controle, ainda não se sabe se é possível configurar um filtro de ar para atingir um nível	Nem os tratamentos redutores de NO ₂ nem os de redução de partículas resultaram em reduções na morbidade da asma em comparação com o controle. No entanto, na análise controlando o NO doméstico medido ₂ , houve 1,8%

						em Connecticut e Massachusetts	simulada de partículas e NO simulado Purificador de ar 3: controle esfregado com mídia inerte. configurado para fornecer filtragem de partículas finas (com um filtro HEPA) e NO falso Purificador de ar 2: redução de partículas). (Doraville, GA) (® esfregar com mídia Purafil configurado para fornecer filtragem simulada de partículas e real NÃO redução Purificador de ar 1: NÃO).	de redução de NO ₂ grande o suficiente para observar um efeito clinicamente significativo.	
Pubmed CHUANG. HC, et al 2017 Nível de evidência: 2	Avaliar esta questão científica e avaliar se as melhorias a longo prazo na qualidade do ar interior através da filtração do ar condicionado	Estudo de intervenção cruzada randomizado	Não informado no artigo	Químico	2,5 μ m de diâmetro	200 donas de casa	Durante a intervenção de filtragem do ar, os participantes foram instruídos a fechar as janelas, a equipe de pesquisa acrescentou um filtro de ar condicionado	A exposição à poluição do ar estava associada a inflamação sistêmica, estresse oxidativo e pressão arterial elevada. A filtragem a longo prazo da poluição do ar com um	Nosso estudo não apenas fornece evidências de que a exposição à poluição do ar está associada à pressão arterial elevada, à inflamação sistêmica e ao estresse oxidativo, mas também apoia a declaração da American Heart

	são benéficas para a saúde cardiovascular.						verdadeiro (Filtrete™ A/C Filter, 3M, MN, EUA) ao seu ar condicionado, e os participantes deixaram o ar condicionado ligado todos os dias durante o período de estudo (aproximadamente um ano). Para a fase de intervenção de controle, os participantes também foram instruídos a fechar as janelas, mas a equipe de pesquisa adicionou um filtro falso de ar condicionado	filtro de ar condicionado foi associada à saúde cardiovascular dos adultos.	Association sobre o mecanismo que liga a poluição do ar às doenças cardiovasculares o que não ocorreu no filtro placebo.
.Pubmed TAMANA.S K, et al 2021 Nível de evidência: 2	Avaliar o impacto da redução da exposição gestacional ao PM no índice de massa corporal (IMC) aos dois anos de idade.	Ensaio controlado randomizado	Filtro HEPA ou nenhum purificador de ar.	Químico	2,5µm de diâmetro	540 mulheres grávidas não fumantes	O grupo de intervenção recebeu um ou dois produtos de limpeza HEPA (Coway AP-1009CH) para usar desde a inscrição até o final da gravidez (logo após o nascimento ou	Nenhum benefício de reduzir a poluição do ar por partículas internas durante a gravidez nos comportamentos relatados pelos pais em crianças.	Descobrimos que o uso de filtros de ar portáteis durante a gravidez estava associado a melhorias nos resultados relacionados à obesidade aos dois anos de idade, embora as estimativas dos efeitos não fossem precisas.

							morte fetal). O grupo controle não recebeu filtros de ar.		
Pubmed ULZIIKHU U. B, et al 2021. Nível de evidência: 2	Procuramos quantificar o impacto da redução da exposição ao material particulado (MP) durante a gravidez no desempenho cognitivo das crianças aos 4 anos de idade.	Ensaio controlado randomizado de grupo cego e paralelo	Filtro HEPA ou nenhum purificador de ar.	Químico	2,5 μ m de diâmetro	540 mulheres grávidas não fumantes	Implantamos um ou dois limpadores HEPA (AP-1009CH; Coway) nas casas dos participantes do grupo de intervenção. Esses produtos de limpeza HEPA têm uma taxa de fornecimento de ar limpo para fumaça de tabaco. O grupo controle não recebeu produtos de limpeza HEPA.	Reduzir a poluição do ar durante a gravidez pode melhorar a saúde cárdio metabólica das crianças.	

Scopus MORISHIT A. M, et al 2018 Nível de evidência: 2	Investigar a eficácia da filtragem do ar na redução da exposição pessoal a $PM_{2,5}$ e na mitigação dos efeitos relacionados à saúde entre adultos mais velhos em uma localização urbana típica dos EUA.	Estudo de intervenção cruzada randomizado e duplo-cego	Baixa eficiência (LE), alta eficiência (HEPA)	Químico	menor que $2,5\mu m$	40 participantes	As intervenções incluíram três cenários cegos em ordem aleatória gerada por computador: exposição ao ar ambiente não filtrado (filtração simulada), filtração do tipo HEPA de baixa eficiência (LE) e filtração HEPA verdadeira de alta eficiência (HE) do ar ambiente usando sistemas de purificação de ar no quarto e na sala principal de cada residência.	O uso a curto prazo de sistemas portáteis de filtragem de ar reduziu as exposições pessoais a $PM_{2,5}$ e a PA sistólica.	o uso de filtragem de ar portátil interna de alta eficiência por 3 dias levou a reduções significativas na PAS em adultos idosos comparado ao de baixa eficiência. Nossas descobertas sugerem que esta abordagem prática e relativamente barata pode ser uma ferramenta eficaz para reduzir os efeitos à saúde relacionados ao $PM_{2,5}$.
Scopus HUDDA. N,et al	Investigar os efeitos da redução da exposição a	Ensaio Crossover Randomizado	filtros de ar HEPA foram usadas	Químico	Partículas $<0,1\mu m$	77 participantes	Foi um ensaio cruzado de 3 exposições e 3 períodos, no qual	É importante para os benefícios para a saúde das intervenções do	Os resultados é que a redução da exposição ao TRAP, restringindo a infiltração e usando

<p>2021</p> <p>Nível de evidência: 2</p>	<p>poluição atmosférica relacionada ao tráfego nas alterações de curto prazo na PA.</p>		<p>em ambos os locais: IQ Air Health Pro e Austin Air Healthmate 400 estágios com carvão ativado granular e zeólita).</p>				<p>os participantes participaram de três sessões de exposição de 2 horas de duração (1 para exposição baixa, média e alta em ordem aleatória), todas no mesmo dia da semana, separados por períodos de eliminação de 1 semana. Foram realizadas vinte e quatro sessões de cada tipo, e os participantes foram designados para as sessões de exposição usando um desenho de quadrado latino. Dois a quatro participantes compareceram a cada sessão de exposição.</p>	<p>filtro de ar.</p>	<p>filtros HEPA independentes e disponíveis comercialmente, pode ter efeitos benéficos na PAS em um estudo de curto prazo. Nossos resultados sugerem que o uso da filtração HEPA pode ser uma intervenção eficaz para reduzir o risco cardiovascular da exposição ao TRAP.</p>
<p>Scopus</p> <p>COX. J, et al</p> <p>2018</p>	<p>Determinar a eficácia da remoção de carbono negro (um substituto para partículas relacionadas</p>	<p>Design cruzado randomizado controlado por placebo</p>	<p>HEPA filtros de politetrafluoretileno (PTFE)</p>	<p>Químico</p>	<p>Carbono negro (BC), PM_{2.5}μm, partículas absorventes ultravioleta</p>	<p>Não informado no artigo</p>	<p>Os participantes foram selecionados aleatoriamente para receber tratamento "HEPA" ou um</p>	<p>As concentrações medidas para carbono negro, PM_{2.5}μm ultravioleta e esporos fúngicos foram</p>	<p>A fração interna de BC/PM_{2.5}μm foi significativamente reduzida devido ao limpador HEPA, indicando que o carbono negro foi</p>

Nível de evidência: 2	ao tráfego) e outros aerossóis preocupantes no ambiente interno com a utilização de um filtro de ar HEPA em condições reais.				s (UVPM)		período “fictício” de placebo primeiro, que durou quatro semanas. O período simulado foi um controle placebo no qual o pré-filtro de carbono permaneceu no filtro de ar, mas o filtro HEPA foi removido; o dispositivo foi ligado durante o período de 4 semanas,	significativamente reduzidas após a filtração HEPA, mas não após o período fictício. A fração interna de BC/PM _{2.5} μm foi significativamente reduzida devido ao limpador HEPA, indicando que o carbono negro foi particularmente afetado pela filtragem HEPA. Este estudo demonstra que a purificação do ar HEPA pode resultar em uma redução significativa de aerossóis relacionados ao tráfego e outros em diversos ambientes residenciais.	particularmente impactado pela filtração HEPA. Este estudo demonstra que a purificação do ar HEPA pode resultar em uma redução significativa de aerossóis relacionados ao tráfego e outros ambientes residenciais quando comparado ao filtro placebo.
Scopus RIEDERE R. A. M, et al 2021	Descrever a eficácia dos produtos de limpeza HEPA neste ambiente	Ensaio de intervenção randomizado	Limpadores HEPA portáteis internos (Austin Air Pet Machine 410@,	Químico	PM _{2.5} μm	71 famílias	O grupo de intervenção recebeu dois produtos de limpeza HEPA portáteis internos (Austin Air Pet Machine 410@,	HEPA portáteis podem reduzir as concentrações internas de PM _{2.5} μm em uma variedade de ambientes domésticos e	O estudo HAPI contribui para a crescente base de evidências de que os produtos de limpeza HEPA portáteis podem reduzir as concentrações de PM em ambientes

Nível de evidência: 2			Austin Air Systems Ltd.)				Austin Air Systems Ltd.), um para a área de dormir da criança e outro para a área de estar principal e um verdadeiro filtro HEPA observado pelo fabricante como classificado para remoção de 99,97% de partículas	populações,	internos em vários ambientes domésticos e populações, incluindo comunidades agrícolas rurais quando comparado com o placebo.
Scopus PARQUE. KH, et al 2020 Nível de evidência: 2	Avaliar os efeitos dos purificadores de ar equipados com filtros de ar particulado de alta eficiência (HEPA) na rinite alérgica em pacientes adultos, realizamos um estudo multicêntrico, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo.	Estudo Multicêntrico, Randomizado, Duplo-cego e Controlado por Placebo	HEPA	Químico	PM _{2,5} µm	44 Pacientes	44 pacientes foram aleatoriamente designados para grupos de purificador ativo (AP, n = 22) ou purificador modelo (placebo) (MP, n = 22).	Filtros HEPA pode mitigar os requisitos de medicação para pacientes com rinite alérgica induzida por pólen, esporos de fungos, alérgenos de ácaros do pó doméstico. Também determinamos que a purificação do ar intervencionista reduziu significativamente os níveis internos de PM _{2.5} µm e PM ₁₀ µm, independentemente da localização	Os resultados deste estudo elaborado demonstram claramente que os purificadores de ar são benéficos para adultos com RA persistente, sublinhando a importância da poluição do ar interior como uma questão ambiental crítica. Apesar do aparente efeito placebo refletido em medidas subjetivas, confirmamos ganhos objetivos nas pontuações de medicação AR para usuários de purificadores de ar ativos, em oposição a dispositivos simulados.

								da sala, garantindo um ambiente mais saudável em geral.	
Scopus GAO. X, et al 2019 Nível de evidência: 2	Investigar os efeitos da instalação de sistemas de ventilação de ar fresco com filtro de ar particulado de alta eficiência (HEPA) na redução de $PM_{2,5\mu m}$ no interior da escola e indicadores de saúde infantil, tanto qualitativa como quantitativa-mente.	Estudo de intervenção cruzada randomizado	HEPA	Químico	$PM_{2,5\mu m}$	43 crianças	Duas salas de aula (na mesma série, no mesmo andar de um prédio) foram convenientemente e selecionadas e os sistemas FAVS-HEPA (QH-J77LN, Qinhai Company, China) foram instalados. O FAVS-HEPA foi aberto em uma sala de aula por 2 dias contínuos, e a outra sala foi mantida normalmente sem uso do FAVS-HEPA.	O uso do HEPA foi eficaz na diminuição do $PM_{2,5\mu m}$	Neste estudo, a aplicação de FAVS com filtro HEPA foi eficaz na redução da PM do ar interno da escola comparado as salas que não tinham o filtro HEPA.

Fonte: elaboração do autor.

Apesar de não ser o objetivo desta RS, encontrou-se nos artigos avaliados alterações orgânicas associadas a exposição à poluição atmosférica, como: aumento da frequência cardíaca, aumento da pressão arterial, aumento da inflamação, alterações da função pulmonar, função microvascular, alterações nos níveis de biomarcadores, resistência das vias aéreas, reatividade das vias aéreas, Capacidade Vital Forçada (CVF).

Estas alterações orgânicas encontradas têm sido tema de estudos do GeeST e serão utilizadas e outros estudos previstos pelo grupo que estuda sinais e sintomas de trabalhadores expostos de forma ocupacional ao risco químico relacionado à fumaça cirúrgica (Bieniek, AA, et al. 2022).

8. O acompanhamento foi completo e, caso contrário, as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento foram adequadamente descritas e analisadas?	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
9. Os participantes foram analisados nos grupos para os quais foram randomizados?	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S
10. Os resultados foram medidos da mesma forma para os grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
11. Os resultados foram medidos de forma Confiável?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
12. Foi utilizada análise estatística adequada?	S	S	S	S	S	S	S	S	NC	NC
13. O desenho do ensaio foi apropriado e quaisquer desvios do desenho padrão do ECR (randomização individual, grupos paralelos) foram considerados na condução e análise do ensaio?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
TOTAL	4/10	8/13	11/13	12/13	11/13	13/13	12/13	12/13	12/13	12/13
I=INCLUIR E=EXCLUIR BI=BUSCAR MAIS INFORMAÇÕES	BI	I	I	I	I	I	I	I	I	I
S= SIM N= NÃO NC= NÃO CLARO NA= NÃO SE APLICA										

Fonte: elaboração do autor.

Quadro 4 - Lista de verificação de avaliação crítica do Institute Joanna Briggs para ensaios clínicos randomizados.

Lista de verificação de avaliação crítica do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados

11. Os resultados foram medidos de forma Confiável?	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S
12. Foi utilizada análise estatística adequada?	NC	S	S	S	S	NC	S	S	NC	S
13. O desenho do ensaio foi apropriado e quaisquer desvios do desenho padrão do ECR (randomização individual, grupos paralelos) foram considerados na condução e análise do ensaio?	S	NC	S	S	S	S	S	S	NC	S
TOTAL	12/13	9/13	13/13	13/13	12/13	12/13	10/13	12/13	8/13	11/13
I=INCLUIR E=EXCLUIR BI=BUSCAR MAIS INFORMAÇÕES	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
S= SIM N= NÃO NC= NÃO CLARO NA= NÃO SE APLICA										

Lista de verificação de avaliação crítica do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados

ITENS	Gasparini G, et al	Uziikhuu B, et al	Wai, J.K.M, et al	Allen, R.W, et al	Karotki, D.G, et al	Muala, A, et al	Lamport, D.J, et al	Cui, X, et al	Dong, W, et al	James, C, et al
1.A verdadeira randomização foi usada para atribuição de participantes a grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2. A atribuição aos grupos de tratamento foi ocultada?	S	S	NC	N	S	S	S	S	S	S
3. Os grupos de tratamento eram semelhantes no início do estudo?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
4. Os participantes ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S
5. Aqueles que administraram o tratamento estavam cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	N	N	N	S	S	S	S	S	NC
6. Os avaliadores dos resultados ficaram cegos quanto à atribuição	S	N	NC	NC	S	NC	S	S	S	S

do tratamento?										
7. Os grupos de tratamento foram tratados de forma idêntica, exceto na intervenção de interesse?	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S
8. O acompanhamento foi completo e, caso contrário, as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento foram adequadamente descritas e analisadas?	S	S	NC	S	S	S	S	S	S	S
9. Os participantes foram analisados nos grupos para os quais foram randomizados?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
10. Os resultados foram medidos da mesma forma para os grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
11. Os resultados foram medidos de forma Confiável?	S	S	NC	S	S	S	S	S	S	S
12. Foi utilizada análise estatística adequada?	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S
13. O desenho do ensaio foi apropriado e quaisquer desvios do desenho padrão do ECR (randomização individual, grupos paralelos) foram considerados na condução e análise do ensaio?	S	S	N	S	S	S	S	S	S	NC
TOTAL	13/13	10/13	4/13	9/13	13/13	12/13	13/13	13/13	13/13	11/13
I=INCLUIR E=EXCLUIR BI=BUSCAR MAIS INFORMAÇÕES	I	I	BI	I	I	I	I	I	I	I
S= SIM N= NÃO NC= NÃO CLARO NA= NÃO SE APLICA										

Lista de verificação de avaliação crítica do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados

ITENS	Myers, N.T, et al	Hansel, N.N, et al	Maestas, M.M, et al	Brehmer, C, et al	Duong-Quy, S, et al	Muala A, et al	Gent JF, et al	Chuang HC, et al	Tamana SK, et al	Ulziikhuu B, et al
1.A verdadeira randomização foi usada para atribuição de participantes a grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2. A atribuição aos grupos de tratamento foi ocultada?	S	S	S	S	NC	S	S	N	NC	NC
3. Os grupos de tratamento eram semelhantes no início do estudo?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
4. Os participantes ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	S	S	S	NC	S	S	N	S	S
5. Aqueles que administraram o tratamento estavam cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	NC	N	S	NC	S	S	N	NC	NC
6. Os avaliadores dos resultados ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	S	S	S	NC	S	S	NC	NC	NC
7. Os grupos de tratamento foram tratados de forma idêntica, exceto na intervenção de interesse?	S	S	S	S	NC	S	S	S	S	S
8. O acompanhamento foi completo e, caso contrário, as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento foram adequadamente descritas e analisadas?	S	S	NC	S	N	S	S	S	S	S
9. Os participantes foram analisados nos grupos para os quais foram randomizados?	S	S	S	S	S	S	S	NC	S	S
10. Os resultados foram medidos da mesma forma para os grupos de tratamento?	S	S	S	S	N	S	NC	S	S	S

11. Os resultados foram medidos de forma Confiável?	S	S	S	S	NC	S	S	S	S	S
12. Foi utilizada análise estatística adequada?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
13. O desenho do ensaio foi apropriado e quaisquer desvios do desenho padrão do ECR (randomização individual, grupos paralelos) foram considerados na condução e análise do ensaio?	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S
TOTAL	13/13	12/13	11/13	13/13	4/13	13/13	12/13	8/13	10/13	10/13
I=INCLUIR E=EXCLUIR BI=BUSCAR MAIS INFORMAÇÕES	I	I	I	I	BI	I	I	I	I	I
S= SIM N= NÃO NC= NÃO CLARO NA= NÃO SE APLICA										

Lista de verificação de avaliação crítica do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados

ITENS	Morishita, M, et al	Hudda, N, et al	Cox, J, et al	Riederer, A.M, et al	Park, K.H, et al	Gao, X, et al
1.A verdadeira randomização foi usada para atribuição de participantes a grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S
2. A atribuição aos grupos de tratamento foi ocultada?	S	S	S	NC	S	NC
3. Os grupos de tratamento eram semelhantes no início do estudo?	S	S	S	S	S	S
4. Os participantes ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	S	S	NC	S	NC
5. Aqueles que administraram o tratamento estavam cegos quanto	S	S	S	NC	S	S

à atribuição do tratamento?						
6. Os avaliadores dos resultados ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento?	S	S	NC	NC	NC	N
7. Os grupos de tratamento foram tratados de forma idêntica, exceto na intervenção de interesse?	S	NC	S	S	S	S
8. O acompanhamento foi completo e, caso contrário, as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento foram adequadamente descritas e analisadas?	S	S	S	S	S	NC
9. Os participantes foram analisados nos grupos para os quais foram randomizados?	S	NC	S	S	S	S
10. Os resultados foram medidos da mesma forma para os grupos de tratamento?	S	S	S	S	S	S
11. Os resultados foram medidos de forma Confiável?	S	S	S	S	S	S
12. Foi utilizada análise estatística adequada?	S	S	S	S	S	S
13. O desenho do ensaio foi apropriado e quaisquer desvios do desenho padrão do ECR (randomização individual, grupos paralelos) foram considerados na condução e análise do ensaio?	S	S	S	S	S	S
TOTAL	13/13	11/13	12/13	9/13	12/13	9/13
I=INCLUIR E=EXCLUIR BI=BUSCAR MAIS INFORMAÇÕES	I	I	I	I	I	I
S= SIM N= NÃO NC= NÃO CLARO NA= NÃO SE APLICA						

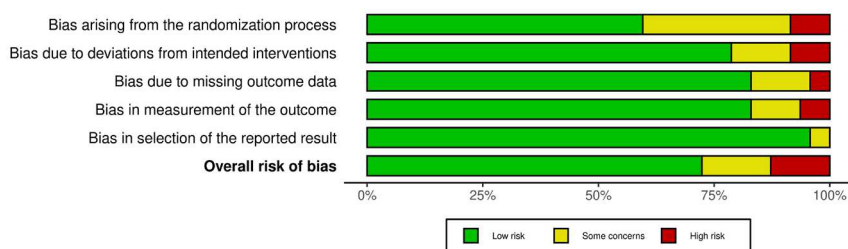
Fonte: Instrumento de Avaliação *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados.

Os artigos incluídos nesta RS atenderam a maioria dos questionamentos em relação a avaliação crítica da qualidade metodológica indicada pelo instrumento do *Institute Joanna Briggs* para ensaios clínicos randomizados, onde 3 representando (6,38%) dos artigos são necessários buscar por mais informações, pois não ficou claro a atribuição dos grupos de tratamento, não ficou claro o seguimento dos grupos de tratamento, não ficou claro se os avaliadores dos resultados ficaram cegos quanto à atribuição do tratamento, o acompanhamento não foi completo e/ou as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento não foram adequadamente descritas e analisadas e os resultados não foram medidos da mesma forma para os grupos de tratamento, portanto no geral os artigos foram considerados de boa qualidade, pois 44 artigos foram inclusos representando 93,62% apresentando clareza nas respostas das perguntas realizadas.

Em relação ao risco de *viés* realizado com o uso da ferramenta *Cochrane Collaboration Risk of Bias*, apresenta-se os resultados na Figura 2.

A ferramenta avalia o risco de *viés* por meio da síntese dos resultados do estudo e não mais pela análise individual do estudo e seus desfechos. É estruturada em cinco domínios que possuem “perguntas sinalizadoras”, que são informações adicionais relevantes para a avaliação do risco de *viés*. As opções de resposta às “perguntas sinalizadoras” são: “sim”, “provavelmente sim”, “provavelmente não”, “não”, “não há informação” e “não aplicável”. As respostas definitivas “sim” e “não” frequentemente indicam que evidências robustas estão disponíveis. A opção “não aplicável” está disponível apenas para perguntas com resposta não obrigatória. Ao longo da aplicação da ferramenta, as respostas alimentam um algoritmo que determina o risco de *viés* para cada domínio: alto risco de *viés*, baixo risco de *viés* ou presença de alguma preocupação quanto ao *viés* (Higgins JPT, 2011).

Figura 2: Avaliação do risco de viés dos estudos incluídos na Revisão Sistemática segunda a ferramenta da *Cochrane Collaboration Risk of Bias*. Brasil, 2023.



Study	Risk of bias domains					Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	
Study 1	-	-	-	+	+	-
Study 2	+	-	+	+	+	+
Study 3	+	+	+	+	+	+
Study 4	+	+	-	+	+	+
Study 5	+	+	+	+	+	+
Study 6	+	+	+	+	+	+
Study 7	-	+	+	-	+	-
Study 8	+	+	-	+	+	+
Study 9	+	+	+	+	+	+
Study 10	+	+	-	+	+	+
Study 11	-	+	+	+	+	+
Study 12	+	+	+	+	+	+
Study 13	+	+	+	+	+	+
Study 14	+	+	+	+	+	+
Study 15	+	+	+	+	-	+
Study 16	-	+	+	+	+	+
Study 17	-	+	+	+	+	+
Study 18	+	+	+	+	+	+
Study 19	+	+	+	+	+	+
Study 20	+	+	-	-	+	-
Study 21	-	+	+	+	+	+
Study 22	+	+	+	-	+	+
Study 23	-	-	+	+	+	-
Study 24	+	+	+	+	+	+
Study 25	+	+	+	-	+	-
Study 26	+	+	+	+	+	+
Study 27	+	+	+	+	+	+
Study 28	+	+	+	+	+	+
Study 29	+	+	+	+	+	+
Study 30	+	+	+	+	+	+
Study 31	+	+	+	+	+	+
Study 32	+	+	+	+	+	+
Study 33	-	+	+	+	+	+
Study 34	+	-	+	+	+	+
Study 35	+	+	+	+	+	+
Study 36	-	+	+	-	+	+
Study 37	+	+	+	+	+	+
Study 38	+	+	+	+	+	+
Study 39	+	+	+	+	+	+
Study 40	+	+	+	+	+	+
Study 41	+	+	+	+	-	+
Study 42	-	-	+	+	+	-
Study 43	-	+	+	+	+	+
Study 44	-	+	+	+	+	+
Study 45	-	+	+	+	+	+
Study 46	+	+	+	+	+	+
Study 47	-	-	+	+	+	-

Domains:
D1: Bias arising from the randomization process.
D2: Bias due to deviations from intended intervention.
D3: Bias due to missing outcome data.
D4: Bias in measurement of the outcome.
D5: Bias in selection of the reported result.

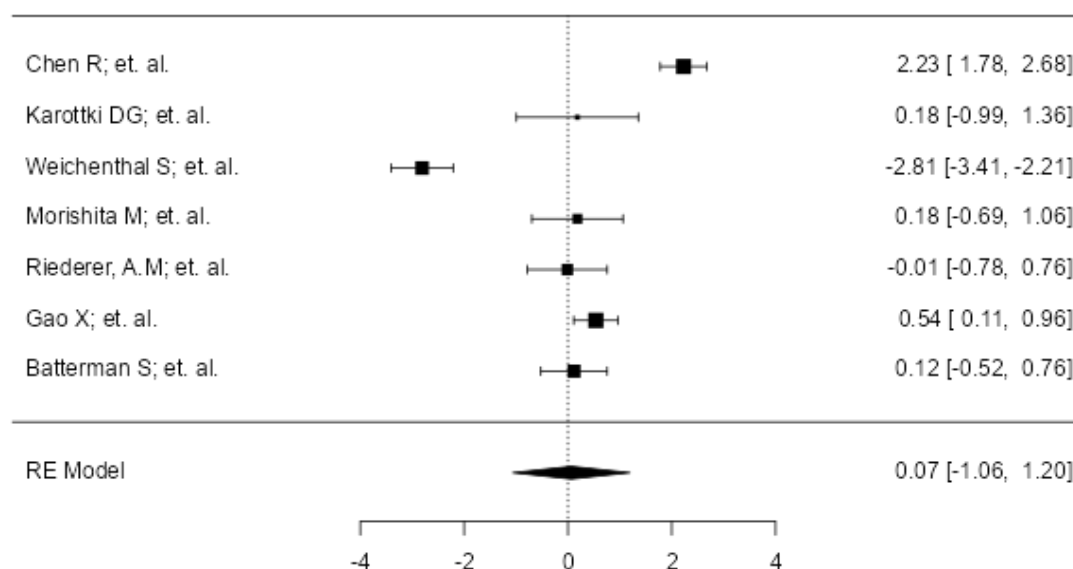
Judgement:
High (Red circle with X)
Some concerns (Yellow circle with -)
Low (Green circle with +)

FONTE: Ferramenta da *Cochrane Collaboration Risk of Bias* (Higgins JPT, 2011)

Esta avaliação demonstrou que 7 (14,87%) estudos apresentaram-se como pouco claro, 6 (12,75%) estudos apresentaram alto risco de viés e 34 (72,38%) estudos apresentaram baixo risco de viés.

Na Figura 3 apresenta-se a metanálise dos artigos selecionados, com o uso da ferramenta *Forest Plot*.

Figura 3: Gráfico *Forest Plot* para apresentação da Metanálise dos estudos homogêneos. Brasil, 2024.



Fonte: Ferramenta *Forest Plot* do Jamovi.

De acordo com a metanálise realizada o estudo de Chen R, et al, traz uma significância estatística no estudo, pois mostrou um índice de evidência científica alto, onde o limite inferior é de 2.23, com intervalo de confiança entre 1.78 e 2.68 e limite superior de 2.68. O estudo de Karotki DG, et al o limite inferior foi de 0.18, com intervalo de confiança entre - 0.99 e 1.36 e limite superior de 1.36. Weichenthal S, et al, o limite inferior foi de - 2,81, com intervalo de confiança entre - 3,41 e - 2.21 onde mostrou índice baixo de evidência científica. Morishita M, et al, mostrou que o limite inferior é de 0.18, com intervalo de confiança

entre - 0.69 e 1.06, com limite superior de 1.06. Riederer A. M, et al, o limite inferior foi de - 0, 01, com intervalo de confiança entre - 0.78 e 0.76 e limite superior de 0.76, mostrando baixo nível de evidência científica. Gao X, et al, o limite inferior foi de 0.54, com intervalo de confiança de 0.11 e 0.96 e limite superior de 0.96. Betterman S, et al, mostrou um limite inferior de 0.12, com intervalo de confiança entre - 0.52 e 0.76 e limite superior de 0.76. No geral, o resultado final foi de 0.07, onde mostra que a evidência científica é fraca, pois os estudos são semelhantes em suas mensurações, porém a metanálise mostrou heterogeneidade dos dados.

Na Figura 4 é demonstrado o resultado da análise estatística utilizada para determinar a heterogeneidade dos estudos para a realização da metanálise desta Revisão Sistemática.

Figura 4: Estatística I^2 de *Higgins e Thompsom* para determinar a heterogeneidade dos estudos para a realização da metanálise desta Revisão Sistemática.

Heterogeneity Statistics							
Tau	Tau ²	I^2	H ²	R ²	df	Q	p
1.478	2.183 (SE= 1.3408)	95.62%	22.835	.	6.000	176.501	< .001

Fonte: elaboração do autor.

Apesar dos estudos se mostrarem homogêneos, a metanálise apresentou heterogeneidade entre eles, ou seja, consideramos que a variabilidade entre os estudos não são apenas aleatórias.

3.1.5 DISCUSSÃO

Nos estudos incluídos nesta RS foi demonstrado que a filtração utilizando o filtro do tipo HEPA reduz as concentrações de PM de 70 a 80% (em partículas de tamanhos variados) em aplicações de campo (Du et al. 2011).

Observa-se significância estatística no estudo de *Chen R, et al*, pois mostrou um índice de evidência científica alto, segundo *Forest Plot*. Foi encontrado uma diminuição modesta, mas estatisticamente significativa, na Pressão Arterial (PA)

após a intervenção. Esta descoberta contrasta com a de vários estudos anteriores sobre filtração do ar em países com ar mais limpo, sugerindo que estes benefícios cardiovasculares possam ser mais facilmente alcançados em regiões com graves problemas de poluição atmosférica. Além disso, com a purificação do ar interno, também foi observado melhorias em quase todos os 14 biomarcadores sanguíneos examinados de inflamação, coagulação e vasoconstrição, particularmente para proteínas pró-inflamatórias, como MCP-1, interleucina-1 β e mieloperoxidase, mas não PCR. Este efeito não significativo na PCR é consistente com dois estudos de filtragem de ar domiciliares em Copenhague, mas entra em conflito com outro estudo semelhante em uma comunidade afetada pela fumaça de lenha no Canadá (Weichenthal S, et al, 2012).

Este estudo tem pontos fortes. Primeiro, este desenho cruzado duplo-cego randomizado facilitou inferências causais de purificação do ar, redução de poluentes atmosféricos e melhores indicadores de saúde. Em segundo lugar, foram medidos mais indicadores de saúde cardiorrespiratória do que estudos anteriores, permitindo uma avaliação mais sistemática dos potenciais benefícios para a saúde decorrentes da redução da poluição do ar interior. Em terceiro lugar, o ambiente experimental foi bem controlado, pois apenas o PM_{2,5} foi provavelmente diferente entre os 2 grupos e o erro de medição da exposição foi minimizado. Finalmente, como este estudo de intervenção foi concluído durante um período de 2 semanas, foi evitado possíveis confusões temporais devido a mudanças sazonais e mudanças no comportamento dos participantes (Chen. R, 2015).

A eficácia dos filtros de ar depende do tipo de poluente a ser filtrado, portanto, uma alternativa de escolha pelo filtro *High Efficient Particulate Air* (HEPA) que captura 99,97% das partículas presentes no ar ou do *Ultra Particulate Air* (ULPA) que captura 99,99% dessas partículas, representa uma alternativa segura de proteção contra riscos químicos e biológicos (Kadam, 2016).

A filtração ocorre através de interceptação, impactação inercial, difusão, interações intermoleculares/eletrostáticas/gravitacionais das partículas alvo na superfície do meio filtrante. Para partículas de virion, cujo diâmetro é muito pequeno (cerca de 20–400nm), a difusão browniana é o mecanismo de filtração central (Mao, 2017). O Movimento browniano é um fenômeno pelo qual partículas pequenas suspensas em um líquido tendem a se mover em caminhos pseudoaleatórios ou

estocásticos através do líquido, mesmo se o líquido em questão estiver sem agitação. É o resultado da assimetria nos impactos cinéticos das moléculas que compõem o líquido (Borges, 2021).

No mecanismo de adsorção de partículas químicas e biológicas em filtros de máscaras, as partículas são atraídas para a superfície do filtro por forças eletrostáticas, forças de Van der Waals ou força hidrofóbicas. As forças eletrostáticas são mais fortes e são responsáveis pela adsorção de partículas carregadas positivamente ou negativamente. As máscaras geralmente são feitas de materiais que possuem carga elétrica negativa, o que ajuda a atrair partículas carregadas positivamente, como poeira, pólen e vírus (Leung, C. C, et al, 2020).

As forças de Van der Waals são mais fracas que as forças eletrostáticas, mas ainda são significativas. Elas são causadas pela atração entre as moléculas, mesmo que elas não estejam carregadas. As máscaras geralmente são feitas de materiais que possuem uma superfície rugosa, o que aumenta a área de superfície disponível para as forças de Van der Waals (Zhang, J, et al, 2021).

As forças hidrofóbicas são forças que repelem a água. As máscaras geralmente são feitas de materiais que são hidrofóbicos, o que ajuda a atrair partículas hidrofílicas, como vapor d'água e gotículas. O tamanho das partículas também afeta sua adsorção em filtros de máscaras. Partículas maiores são mais facilmente atraídas para a superfície do filtro do que partículas menores. Isso ocorre porque as partículas maiores têm mais superfície para interagir com as forças de adsorção (Zhang, J, et al, 2021).

A eficiência de um filtro de máscara na adsorção de partículas químicas e biológicas depende de vários fatores, incluindo o tipo de material do filtro, as propriedades da superfície do filtro, o tamanho das partículas e a concentração das partículas (Magalhães, 2018).

Um estudo randomizado, duplo-cego, de intervenção cruzada de três vias, com filtração utilizando o filtro do tipo HEPA de Baixa Eficiência (LE) e filtro HEPA de Alta Eficiência (HE) do ar ambiente usando sistemas de purificação de ar no quarto e na sala principal das residências, evidenciou que o filtro LE remove 99,0% das partículas com tamanho de $2,0\mu m$, enquanto o filtro HE remove 99,97% das partículas com tamanho de $0,3\mu m$, E ainda complementam que esta abordagem

prática e relativamente barata pode ser uma ferramenta eficaz para reduzir os efeitos à saúde relacionados às PM_{2,5} (Morishita, 2018).

Os efeitos adversos à saúde causados pela poluição do ar com partículas finas (PM < 2,5 μ m de diâmetro PM_{2,5}) estão bem documentados, portanto, no intuito de reduzir esta exposição, estudo comparou os filtros HEPA – LE e HEPA – HE na redução destas partículas. Evidenciou-se que as exposições foram reduzidas em 53% com o uso do filtro HE e 31% com o uso do filtro LE (Maestas, 2019). O impacto dos filtros de ar portáteis no crescimento fetal não foi estudado anteriormente, mas seu uso em curto prazo (dias a semanas) pode induzir alterações biológicas relevantes para o crescimento fetal, incluindo melhorias na função endotelial, inflamação e pressão arterial (Weichenthal et al., 2013).

Pesquisador, também utilizando o filtro HEPA (Whirlpool Whispure; Modelo AP51030K, Austin, TX) ou purificador de ar “fictício” como placebo durante um mês, seguido por um período de eliminação de mais um mês, evidenciou que o uso do filtro HEPA foi eficaz na melhoria do controle da asma e dos escores de qualidade de vida entre participantes (James, 2019).

Também foi investigado o papel subjacente do estresse oxidativo e da inflamação em relação às reduções de exposição às PM. Para isso, filtros de ar portáteis foram usados por 7 dias de ar filtrado e não filtrado, com os filtros de ar modelo 50300; Honeywell, Morristown, NJ e Honeywell 18150. Estes reduziram as concentrações internas de partículas finas em 60% e foram associados à melhora da função endotelial e à diminuição das concentrações de biomarcadores inflamatórios, mas não de marcadores de estresse oxidativo, entre adultos saudáveis que residem em um reservatório de ar dominado pela fumaça de lenha (Allen, 2011).

Ainda, evidências demonstram que o uso de máscaras faciais do tipo N-95 por 2 horas durante o pico de tráfego resulta em reduções no óxido nítrico exalado, múltiplas citocinas inflamatórias no condensado do ar exalado, mas nenhum efeito benéfico claro na função endotelial ou sistêmica, com evidências baixas de que o uso deste tipo de EPI reduz a inflamação sistêmica ou o estresse oxidativo (Jiang, 2021), evidenciando-se aqui que são máscaras seladas e bem ajustadas.

A classificação N-95 é designada pela eficiência de filtragem mínima de 95%, ela é composta por várias camadas de Tecido-Não-Tecido (TNT) de polipropileno. A eficiência deste modelo é observada pela capacidade de filtração, ocasionada pela

carga eletrostática proporcionada pela fibra de polipropileno, cuja ação é fundamental para garantir a proteção de quem a utiliza (Liao, 2020).

Porém, resultados indicam que o desempenho de uma máscara Totobobo cortada para se ajustar ao rosto do sujeito, mas não testada, é inferior ao desempenho de uma máscara N-95 testada. Este dado sugere que o uso de máscaras Totobobo, deve ser antecedido por um programa de adaptação da máscara (Au et al., 2010).

Atualmente, mais de 90% da população mundial vive em áreas onde os níveis de poluição do ar exterior excedem os limites permitidos para a saúde. Neste estudo, setenta adultos saudáveis, não fumantes, com idades entre 19 e 26 anos, receberam filtração de ar interna verdadeira e filtração placebo, evidenciando que a filtração verdadeira com o filtro Atmosphere®, Amway (EUA) diminuiu, a concentração interna de PM_{2,5} em 72,4%, podendo levar à melhoria da mecânica das vias aéreas das pessoas e à redução do risco de trombose. Os resultados do estudo também demonstram a utilidade da oscilometria de impulso na detecção de alterações na resistência e impedância das vias aéreas (medidas mais sensíveis da função pulmonar) em resposta à intervenção na qualidade do ar (Cui, 2018).

Poucos estudos examinaram a qualidade do ar interior nas comunidades das Primeiras Nações e o seu impacto na saúde cardiorrespiratória. Foi realizado um estudo cruzado numa reserva das Primeiras Nações em Manitoba, Canadá, incluindo 37 residentes em 20 casas. Em estudo que examinou a qualidade do ar em Primeiras Nações em Manitoba (Canadá), com um filtro de ar eletrostático 3M Filtrete FAP03-RS Ultra Clean Air Purifier e um filtro placebo, verificou que houve melhora nas medidas da função pulmonar, pressão arterial e função endotelial (Weichenthal, 2012).

Ainda um estudo com o uso de respiradores com filtro modelo FAP04, 3M Filtrete de partículas, pode produzir benefícios cardiovasculares, melhorando a função nervosa autônoma e reduzindo a pressão arterial (Shi, 2017).

A eficácia do ViVi® SSHS com um filtro de ar particulado de alta eficiência chamado *HFD Hood* (THI, Total Healthcare Innovation GmbH, Feistritz im Rosental, Áustria) foi testada para proteção contra gotículas respiratórias, demonstrando o aumento da proteção contra diversos microrganismos, incluindo o vírus causador da

COVID-19, permitindo que cirurgiões realizem procedimentos em pacientes COVID-positivos de forma mais confortável e segura (Gasparini, 2022).

Em um estudo prospectivo cruzado randomizado e não cego de 22 voluntários asiáticos saudáveis (9 homens, 13 mulheres) comparou a proporção de contagens de partículas dentro e fora de 2 máscaras de oxigênio: a FiltaMask e uma máscara do tipo Hudson (Well Lead Medical, Guangzhou, China). Os resultados demonstraram que a FiltaMask reduziu a concentração de partículas de $0,02\mu\text{m}$ a $\mu\text{m}12$ dentro da máscara em relação à concentração ambiente. O grau de redução foi significativamente maior do que o observado com uma máscara de Hudson, indicando que a redução não se deveu simplesmente à diluição da concentração de partículas pelo oxigênio (Joey K.M. Wai, 2011).

Outro estudo clínico prospectivo e randomizado, após consentir com o estudo e fornecer dados demográficos, as medições de pico de fluxo e NO exalado foram obtidas de cada sujeito no momento da inclusão. Os indivíduos foram então randomizados para usar a máscara LMC ou a máscara convencional (GreetMed, ANJ International Corp., Reino Unido) com as mesmas atividades administrativas.

A máscara do *Lamdong Medical College* (LMC) é feita de papel de celulose qualificado com quatro papéis de filtro (dois na face externa [1ª e 2ª camadas] ou camadas frontais e dois na face interna [6ª e 7ª camadas] ou camadas posteriores) e dois mata-borrões papéis [3ª e 5ª camadas] colocados no meio separados por uma camada de papel impermeável [4ª camada]. A 3ª e 5ª camadas de papel mata-borrão são colocadas em face externa que contém carvão ativado, solução padronizada de BSI (ácido benzóico, salicílico e filão) de 5% e extrato de óleo vegetal de *Plectranthii amboinicii* de 0,5%. No total, a máscara LMC é composta por quatro camadas de papel filtro, duas camadas de papel mata-borrão e uma camada de papel à prova d'água (Duong. S, 2020).

E a A máscara facial convencional usada para comparar a máscara LMC é uma máscara cirúrgica de carvão ativado de quatro camadas. Este estudo sugere que a máscara facial LMC é igual em eficácia e talvez superior em comparação com os vendidos internacionalmente máscaras faciais cirúrgicas. Além disso, o estudo demonstra que utilizar recursos locais para fabricar máscaras faciais pode ser uma alternativa viável à compra de máscaras faciais internacionais (Duong. S, 2020).

Foram recrutados 43 crianças de 5 a 14 anos de Songjiang, China, um subúrbio de Xangai, para participar de um estudo duplo-cego, randomizado e cruzado. Amostras de PM_{2,5} integradas no tempo de 48 horas foram coletadas em filtros de PTFE (Teflon) de 37mm usando monitores ambientais pessoais (PEMs; SKC, EUA) com bombas AirChek XR5000 (SKC, EUA). Foi descoberto que o filtro de ar interno reduziu o potencial oxidativo medido da exposição interna e pessoal a PM. Utilizando contribuições de fontes do modelo EPA PMF 5.0, foi identificado as fontes de elementos em PM_{2.5} que se infiltraram no ambiente interno e foram reduzidos em ambientes fechados por um filtro de ar. Ao incluir medições de exposição pessoal no modelo de distribuição de fontes, também foi determinado que o filtro de ar interno reduziu a exposição pessoal em duas fontes (ou seja, aerossóis regionais e emissões rodoviárias). Foi descoberto que o filtro de ar interior reduziu o potencial oxidativo medido da exposição pessoal às PM (Brehmer. C, et al, 2020).

Embora as propriedades de aerossol dos bioaerossóis sejam geralmente consideradas semelhantes às dos não-bioaerossóis, a seleção e manutenção do respirador são complicadas pela natureza biológica. Os bioaerossóis incluem bactérias, vírus, fungos, algas e ácaros. Além disso, produtos biológicos como pólen, endotoxinas, proteínas e excrementos animais formam aerossóis. Tanto as formas viáveis como as não viáveis de bioaerossóis podem ser perigosas para a saúde. Os bioaerossóis infecciosos produzem efeitos adversos à saúde devido à sua capacidade de incubar, crescer, multiplicar-se e produzir substâncias tóxicas (Rengasamy.A, 2005).

Alguns estudos mostraram que os filtros de partículas de ar de alta eficiência (HEPA) e N-95 forneceram um nível mais alto de proteção do que os filtros de poeira/névoa e poeira/névoa/fumos. A vazão e a umidade relativa parecem alterar o nível de penetração de microrganismos através dos filtros respiratórios. A relação entre a penetração microbiana através dos filtros respiratórios e o diâmetro aerodinâmico, comprimento ou outras características físicas dos microrganismos permanece discutível (Rengasamy.A, 2005).

Com esse estudo, é possível desenvolver um filtro para a máscara HeLP para proteção de trabalhadores expostos à riscos químicos e biológicos para uso individual, passível de desinfecção, ergonômica e sustentável, podendo, dessa

forma, aumentar a adesão ao seu uso, protegendo o usuário do desenvolvimento de doenças ligadas a estas exposições.

3.1.6 CONCLUSÃO

Foi demonstrado neste estudo que a filtração com a utilização do filtro HEPA apresentou o melhor resultado de redução das concentrações de PM no ar ambiente, pois captura 99,97% das partículas presentes no ar ou do *Ultra Particulate Air* (ULPA) que captura 99,99% dessas partículas, representa uma alternativa segura de proteção contra riscos químicos e biológicos.

Além do filtro HEPA, outros também foram testados, como: Filtros de PTFE (Teflon) de 37mm, apresentando redução no potencial oxidativo medido da exposição interna e pessoal ao PM_{2,5}. A FiltMask N-95 e tipo Hudson em que os resultados demonstram que a FiltMask reduziu a concentração de partículas de 0,02µm a 1µm dentro da máscara em relação à concentração ambiente. As máscaras 3M Filtrete FAP03-RS *Ultra Clean Air Purifier*, podem ajudar a aliviar os efeitos da poluição, reduzindo efetivamente os níveis internos de PM.

3.1.7 REFERÊNCIAS

ALLEN. RW, et al. **Um estudo de intervenção com filtro de ar sobre a função endotelial entre adultos saudáveis em uma comunidade afetada pela fumaça de lenha.** 2011. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-79955495962&doi=10.1164%2frccm.201010-1572OC&origin=inward&txGid=8fcf54ad89cb8a9aab75f18e3a07f432>. Acesso em: 24 set. 2023.

AU. S, et al. **Um estudo piloto randomizado e controlado para comparar o fator de filtração de uma nova máscara facial com filtro de ar particulado de alta eficiência (HEPA) não testada e ajustada com uma máscara N95 testada.** 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7114828/>. Acesso em: 24 set. 2023.

BAALOUSHA, M.; Stoll, S.; Motelica-Heino, M.; Guigues, N.; Braibant, G.; Huneau, F.; Le Coustumer, P. O material particulado suspenso determina a especiação física de Fe, Mn e metais residuais nas águas superficiais da bacia hidrográfica do Loire. **Meio Ambiente. Ciência. Poluição. Res.** 2019, 26 , 5251–5266. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29429112/>. Acesso em: 30 dez. 2023.

BORGES. V. **Movimento browniano e suas aplicações matemáticas na medicina.** 2021. DOI. 10.37885/210504665

BURNETT, R. et al. Estimativas globais de mortalidade associadas à exposição de longo prazo a material particulado fino externo. Proc. Nacional Acad. ciência Unidade. **Estados Am.**, 115 (38) (2018), pp. 9592 - 9597 Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1803222115>. Acesso em: 24 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Diretrizes metodológicas: Sistema GRADE – Manual de graduação da qualidade da evidência e força de recomendação para tomada de decisão em saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2014b. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_sistema_grade.Pdf.

BREHMER, C, Norris, C, Barkjohn, K, et al. **The impact of household air cleaners on the oxidative potential of PM2.5 and the role of metals and sources associated with indoor and outdoor exposure.** 2020. Disponível em: [https://www-sciencedirect.ez78.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0013935119307169?](https://www-sciencedirect.ez78.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0013935119307169?via%3Dihub) Acesso em: 12 jan. 2024.

CANTO, G. de. L. **Revisões sistemáticas da literatura: guia prático.** 1. ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2020.

CENTRE FOR REVIEWS AND DISSEMINATION. **Systematic Reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care [Internet].** 2020. Disponível em: www.york.ac.uk/inst/crd. Acesso em: 09 jul. 2023.

CUI, J, et al. **High performance, environmentally friendly and sustainable nanofiber membrane filter for removal of particulate matter 1.0.** (2021). Acesso em: 04/09/2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021979721004811>. Acesso em: 24 set. 2023.

CUI, J, et al. **Flexible and transparent composite nanofibre membrane that was fabricated via a “green” electrospinning method for efficient particulate matter 2.5 capture.** (2021) Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021979720311188>. Acesso em: 24 set. 2023.

CUI, X, et al. **Efeitos cardiopulmonares da filtração noturna do ar interno em adultos saudáveis não fumantes: um estudo duplo-cego randomizado cruzado.** 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85042182567&doi=10.1016%2fj.envint.2018.02.010&origin=inward&txGid=486b7673da2fbb8663b08ee625c2e86>. Acesso em: 24 set. 2023.

CHANDLER, J. et al. **Chapter I: Introduction.** In: HIGGINS, J. P. T. et al. (ed.). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.0 (updated

August 2019). [S. I.]: Cochrane, 2019. Disponível em: www.training.cochrane.org/handbook. Acesso em: 09 jul. 2023.

CHEN R, Zhao A, Chen H, Zhao Z, Cai J, Wang C, Yang C, Li H, Xu X, Ha S, Li T, Kan H. Cardiopulmonary benefits of reducing indoor particles of outdoor origin: a randomized, double-blind crossover trial of air purifiers. **J Am Coll Cardiol**. 2015 Jun 2;65(21):2279-87. doi: 10.1016/j.jacc.2015.03.553. PMID: 26022815; PMCID: PMC5360574. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5360574/#R14> . Acesso em: 17 jan. 2024.

DIRETRIZES METODOLÓGICAS. Elaboração de revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos e randomizados. Brasília-DF. 2021

DENG. Y, et al. **Bio-based electrospun nanofiber as building blocks for a novel eco-friendly air filtration membrane: A review.** (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586621013319>. Acesso em: 24 set. 2023.

DUONG. S, Ngo-Min.X, et al. **The use of exhaled nitric oxide and peak expiratory flow to demonstrate improved breathability and antimicrobial properties of novel face mask made with sustainable filter paper and folium plectranthii amboinicii oil: Additional option for mask shortage during COVID-19 pandemic(Article).** 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85101519502&doi=10.4081%2fmm.2020.664&origin=inward&txGid=7b462134b81488a3ffe8a13641bc2fde> . Acesso em: 09 jan. 2024.

DU L., Batterman S., Parker E., Godwin C., Chin J.-Y., O'Toole A., Robins T., Brakefield-Caldwell W., Lewis T. **Concentrações de partículas e eficácia do livre filtros de ar permanentes em quartos de crianças com asma em Detroit, Michigan.** Construir. Meio Ambiente. 2011; 46 :2303–2313. doi: 10.1016/j.buildenv.2011.05.012.

FILHO. P. **Asma brônquica: asma e poluição atmosférica.** 2023. Disponível em: <https://www.asma-bronquica.com.br/PDF/poluicao.pdf>. Acesso em: 24 set. 2023.

GASPARINI. G, et al. **O uso de um sistema de capacete cirúrgico com filtro de ar particulado de alta eficiência como possível equipamento de proteção durante a pandemia da doença coronavírus 2019: um estudo duplo-cego de controle randomizado.** 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8923968/> . Acesso em: 24 set. 2023.

GUREVITCH J, Koricheva J, Nakagawa S, Stewart G. Meta-analysis and the science of research synthesis. **Nature**. 2018;555(7695):175-82. Review. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/dxYGQ48zGKmtcRCrYPQF4Rh/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 12 nov. 2023.

HIGGINS JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]. **The Cochrane Collaboration**, 2011. Disponível em: www.handbook.cochrane.org. Acesso em: 02 nov. 2023.

INTERNATIONAL PROSPECTIVE REGISTER OF SYSTEMATIC REVIEWS. PROSPERO, 2020. Disponível em: <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/#aboutpage>.

JAMES. C, et al. **A filtragem HEPA melhora o controle da asma em crianças expostas a partículas transportadas pelo ar relacionadas ao trânsito**. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7895332/>. Acesso em: 24 set. 2023.

JIANG. M, et al. **Os efeitos do uso de máscaras faciais no sistema cardiopulmonar de adultos jovens saudáveis: um estudo duplo-cego, randomizado e cruzado**. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1438463921001218?via%3DiHub> . Acesso em: 24 set. 2023.

JOEY K.M. Wai, Charles D. Gomersall, A controlled crossover human volunteer study of the in vivo filtration efficacy of a high-efficiency particulate air-filtering oxygen mask, **American Journal of Infection Control**, Volume 39, Issue 9, 2011, Pages 782–784, ISSN 0196-6553, Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez78.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0196655311001167?via%3DiHub> Acesso em: 08/01/2024

KADAM, V V, Wang, L, Padhye, R. **Materiais de nanofibras eletrospun para filtrar poluentes do ar – Uma revisão**. 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1528083716676812#body-ref-bibr15-1528083716676812>. Acesso em: 24 set. 2023.

KADAM et al., 2018 VV Kadam , L. Wang , R. Padhye. Materiais de nanofibra eletrofiados para filtrar poluentes atmosféricos – uma revisão. **J. Ind. Texto** , 47 (2018) , pp . Disponível: <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/1528083716676812?src=getftr>. Acesso em: 27 ago. 2023.

KAROTTKI. D, et al. **Um estudo de filtragem de ar interior em lares de idosos: efeitos cardiovasculares e respiratórios da exposição a partículas**. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3893545/>. Acesso em: 24 set. 2023.

KELLY FJ, Fussell JC Tamanho, fonte e composição química como determinantes da toxicidade atribuível ao material particulado ambiental. **Atmos. Meio Ambiente**. 2012; 60 :504–526. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.06.039.

LEGARE, P.; Dwyer, GE; Murphy, A.; Smith, SJ **Dispositivo de filtragem de ar**. US9744493B2; (Patente), 2017. pp. em: <https://patents.google.com/patent/US9744493B2/en>. Acesso em: 24 set. 2023.

LESO V, Ercolano ML, Cioffi DL, Iavicoli I. Exposição ocupacional e risco de câncer de mama de acordo com o status do receptor hormonal: uma revisão sistemática. **Cânceres** (Basileia) 2019; 11 :1882. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8018262/>. Acesso em: 24 set. 2023.

LEUNG. C. C. Ng. A. C. M, Lam. S. K. **“The mechanisms of particle filtration by face masks: A review”**. **Revista Aerosol Science and Technology**. 2020.

MAESTAS. M, et al. **Redução da exposição pessoal a PM 2,5 por meio de sistemas de filtragem de ar interno em Detroit: um estudo de intervenção**. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7021209/>. Acesso em: 24 set. 2023.

MAO, 2017. N. Mao. **6-Filtros de tecido não tecido**. PJ Brown , CL Cox (Eds .) , Fibrous Filter Media , Woodhead Publishing (2017) , pp . Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780081005736000058>. Acesso em: 27 ago. 2023.

MOHANTY A, Kabi A, Mohanty AP. **Health problems in healthcare workers: A review**. **J Family Med Prim Care**. 2019 Aug 28;8(8):2568-2572. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_431_19. PMID: 31548933; PMCID: PMC6753812. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6753812/> Acesso em: 30 dez. 2023.

MORAKINYO.O.M, Mokgobu. N.I, Mukhola. M.S, Hunter. R.P. Resultados para a saúde da exposição a componentes biológicos e químicos de partículas inaláveis e respiráveis. **Int J Environ Res Saúde Pública**. junho de 2016; 13(6): 592. Publicado on-line em 14 de junho de 2016. doi: 10.3390/ijerph13060592. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4924049/>. Acesso em: 24 set. 2023.

MORISHITA. M, et al. **Efeito dos sistemas portáteis de filtragem de ar na exposição pessoal a partículas finas e na pressão arterial entre residentes em uma instalação para idosos de baixa renda**. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6233749/>. Acesso em: 24 set. 2023.

MCDONALD. F, et al. Uso de máscara facial para proteção da comunidade contra desastres de poluição do ar: uma visão ética e uma estrutura para orientar a tomada de decisão da agência
Jornal Internacional de Redução de Risco de Desastres 43 (2020), p. 101376.

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**. 2021;372(71). DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

PROSPERO (**International Prospective Register of Systematic Reviews**). 2024. Disponível em: <https://www.crd.york.ac.uk/prospero/>. Acesso em: 23 ago. 2023.

RAJAGOPALAN. S. et al. **Air Pollution and Cardiovascular Disease**. 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109718383554>. Acesso em: 17 set. 2023.

RENGASAMY. A, et al. **Proteção respiratória contra bioaerossóis: revisão de literatura e necessidade de pesquisa.** 2004. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196655304004481?casa_token=YG4oy7yzYE4AAAAA:zoQU1O1EccxaZ-rxCwqdONdSYSE6DYniahiuIL9QgrefV1Y4eIQ37-3FWBYjrvYE6d3pOsv3iHc. Acesso em: 24 set. 2023.

RIEDERER. A, et al. **Eficácia dos filtros de ar portáteis HEPA na redução de PM 2,5 e NH 3 em ambientes internos em uma coorte agrícola de crianças com asma: um ensaio de intervenção randomizado.** 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8641645/>. Acesso em: 24 set. 2023.

SHIN. J, et al. **Benefícios cardiovasculares do uso de respiradores com filtro de partículas: um ensaio cruzado randomizado.** 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5289918/> Acesso em: 24 set. 2023.

SUNGNACK, W.; Huang, N.; Bécavin, C.; Berg, M.; Rainha, R.; Litvinukova, M.; Talavera-López, C.; Maatz, H.; Reichart, D.; Sampaziotis, F. Os fatores de entrada do SARS-CoV-2 são altamente expressos nas células epiteliais nasais juntamente com os genes da imunidade inata. **Nat. Med.** 2020 , 26 , 681–687. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0868-6>. Acesso em: 01 set. 2023.

TANGA. X, et al. **Polypropylene nonwoven loaded with cerium-doped manganese oxides submicron particles for ozone decomposition and air filtration.** (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586621000344>. Acesso em: 24 set. 2023.

TUFANARU, C. et al. Chapter 3: Systematic reviews of effectiveness. In: AROMATARIS, E.; MUNN, Z. (Editors). **JBI Manual for Evidence Synthesis.** JBI, 2020.

XU. Zhouyang. et al. **Association between gaseous air pollutants and biomarkers of systemic inflammation: a systematic review and meta-analysis.** 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121019187>. Acesso em: 24 set. 2023.

ZHAI Y., Li X., Wang T., Wang B., Li C., Zen G. Uma revisão sobre microrganismos transportados pelo ar em partículas: Composição, características e fatores de influência. **Meio Ambiente Internacional** 2018; 113 :74–90. doi: 10.1016/j.envint.2018.01.007.

ZHANG. JC, **Interfacial assembly of two-dimensional MXenes.** 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jchem.2020.12.036>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2095495621000310>. Acesso em: 24 set. 2023.

ZHANG. J, Wang. Y, Liu. Y. “ The effect of electrostatic charge on the performance of face masks. **Revista Journal of aerosol Science**. 2021.

ZOU, L.; Ruan, F.; Huang, M.; Liang, L.; Huang, H.; Hong, Z.; Yu, J.; Kang, M.; Canção, Y.; Xia, J. Carga viral SARS-CoV-2 em amostras do trato respiratório superior de pacientes infectados. **N. Engl. J. Med.** 2020, 382 , 1177–1179. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2001737>. Acesso em: 24 set. 2023.

WEICHENTHAL. S, et al. **Um estudo cruzado duplo-cego randomizado sobre filtragem de ar interno e mudanças agudas na saúde cardiorrespiratória em uma comunidade das Primeiras Nações**. 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.12019> . Acesso em: 24 set. 2023.

WEICHENTHAL. S, G. Mallach, R. Kulká, Um preto, A. Wheeler, H. Você, M. St-Jean, R. Kwiatkowski, D. Afiado. **Um estudo cruzado duplo-cego randomizado sobre filtragem de ar interno e mudanças agudas na saúde cardiorrespiratória em uma comunidade das primeiras nações**. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ina.12019> Acesso em: 14 jan. 2023.

4 ESTUDO 2

Spunbond-Meltblown-Spunbond ou Tecido-Não-Tecido para proteção respiratória de trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos

4.1 RESUMO

Introdução: Os trabalhadores de saúde prestam assistência ao paciente em ambientes considerados inseguros, podendo se expor a riscos ocupacionais. Dentre eles, encontra-se os riscos do tipo químico e biológico. Frente a esses riscos se faz necessário o uso de proteção respiratória adequada durante as atividades laborais.

Objetivo: analisar as fibras e porosidade dos materiais Spunbond-Meltblown-Spunbond e Tecido-Não-Tecido utilizados para confecção de máscaras cirúrgicas para proteção respiratória de trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais químicos e biológicos, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura. **Método:** Estudo analítico descritivo, com a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura. Realizado no período de março a abril do ano de 2020 no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise de uma universidade estadual do norte do Paraná. Foram utilizadas nessa pesquisa, máscaras confeccionadas com envoltórios de Spunbond-Meltblown-Spunbond para esterilização e máscaras cirúrgicas de Tecido-Não-Tecido que estavam disponíveis no hospital no momento do estudo.

Resultado: a máscara de Spunbond-Meltblown-Spunbond apresenta fibras distribuídas de forma aleatória. A camada interna filtrante, possui fibras finas que variam de 1 a 5 μm e bem emaranhadas que diminuem a porosidade. A máscara de Tecido-Não-Tecido possui três camadas. A camada filtrante é constituída por fibras finas, que variam de 1 a 5 μm , e pouco densa. **Conclusão:** Os resultados deste estudo indicam que há variação dos tamanhos dos poros e das fibras do Spunbond-Meltblown-Spunbond e Tecido-Não-Tecido dos materiais analisados, o que pode acarretar a passagem de materiais particulados pelas fibras do tecido. Esta característica, faz com que o Spunbond-Meltblown-Spunbond e o Tecido-Não-Tecido não protejam os trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais gerado pela fumaça cirúrgica. Segundo a análise realizada, as máscaras de Spunbond-Meltblown-Spunbond e Tecido-Não-Tecido apresentam uma barreira microbiana relacionada aos riscos biológicos.

Descritores: Máscaras; Riscos Biológicos; Riscos químicos; Riscos Ocupacionais; Dispositivos de Proteção Respiratória.

4.2. INTRODUÇÃO

Os trabalhadores de saúde prestam assistência ao paciente em ambientes considerados inseguros, podendo se expor a riscos ocupacionais. Dentre eles, encontra-se os riscos do tipo químico e biológico (Mossburg, 2019).

O trabalhador pode estar exposto ao risco biológico durante o desempenho de suas tarefas ocupacionais, podem ser acidentalmente expostos a fluidos corporais potencialmente contaminados provenientes dos pacientes que cuidam (Koh, 2022). Essas exposições podem ser fonte de transmissão de doenças virais tais como COVID-19, tuberculose e meningites (Plesniak, et al, 2021).

Os riscos químicos têm sido associados a efeitos adversos à saúde a longo prazo. Substâncias químicas, provenientes da fumaça cirúrgica, podem desenvolver no trabalhador exposto intoxicação aguda ou crônica e prolongada, levando a danos no sistema nervoso, respiratório, hematopoiético ou reprodutivo, e ainda o desenvolvimento de patologias neoplásicas (Les, et al, 2019).

Frente aos riscos químicos e biológicos citados, se faz necessário o uso de proteção adequada durante as atividades laborais. Para tanto, deve-se considerar a natureza, o tipo de agente e as características do risco, além da sua concentração no ambiente e os efeitos nocivos ao organismo humano, sendo a barreira respiratória considerada uma medida universal de proteção de trabalhadores (FIOCRUZ, 2021).

A máscara cirúrgica é a mais comumente usada em ambientes perioperatórios e outros ambientes hospitalares. Embora a máscara cirúrgica forneça uma barreira contra respingos e gotículas que impactam o nariz, a boca e o trato respiratório do usuário, ela não fornece proteção contra partículas transportadas pelo ar (aerossol). A maioria das máscaras cirúrgicas são projetadas para filtrar partículas $\geq 5\mu m$ (Coia. J. E, 2013).

O tamanho dos poros e das partículas é um fator importante a ser considerado na escolha de um equipamento de proteção respiratória (EPR). O tamanho dos poros é medido em micrômetros (μm), 1 (um) micrômetro é igual a 1 (um) milionésimo de metro. Os EPRs são classificados de acordo com o tamanho da filtração de suas partículas (Mandell. D,2022).

As partículas menores, como vírus, bactérias e alguns componentes químicos, podem ser facilmente inaladas e causar doenças. Por outro lado, as

partículas maiores, como poeira, podem irritar as vias aéreas e causar problemas respiratórios. (Mandell. D,2022) As partículas finas podem penetrar nos alvéolos e causar danos ao sistema respiratório. As partículas ultrafinas são as mais perigosas, pois podem penetrar profundamente nos pulmões e até mesmo na corrente sanguínea (Mandell. D,2022).

O tamanho das partículas é medido em micrômetros. As partículas menores, como vírus, bactérias e compostos químicos, têm tamanhos de 0,01 a $10\mu m$, e as partículas maiores, como poeira e fumos, têm tamanhos de 10 a $100\mu m$ (NIOSH, 2023).

Devido a necessidade e falta de máscaras cirúrgicas, que são amplamente utilizadas em serviços de saúde durante procedimentos clínicos e cirúrgicos, tem-se observado, em alguns serviços hospitalares, o uso de envoltórios de esterilização de materiais utilizados na assistência prestada aos pacientes. Esses envoltórios são feitos de polipropileno que consistem em fibras de *Spunbond-Meltblown-Spunbond* (SMS). Essas fibras formam uma matriz que evita que os microrganismos penetrem na camada interna do envoltório de esterilização, protegendo de contaminação o material que foi acondicionado e esterilizado (Griggs, et al, 2021).

Além do SMS, também tem sido utilizado o Tecido-Não-Tecido (TNT) que possui uma camada interna e uma camada externa e um elemento filtrante no meio das camadas (SECRETARIA DA SAÚDE, 2020).

Para o uso destes materiais para proteção respiratória, se faz necessário que a camada externa seja resistente à penetração de fluidos transportados pelo ar, tenha uma camada filtrante, fazer cobertura de toda área do nariz e da boca do trabalhador e possuir um clipe nasal de material maleável, permitindo assim, o adequado ajuste ao contorno do nariz e das bochechas (SECRETARIA DA SAÚDE, 2020).

Portanto, pretende-se com este estudo responder a seguinte pergunta de pesquisa: as máscaras cirúrgicas confeccionadas com *Spunbond-Meltblown-Spunbond* e Tecido-Não-Tecido protegem os trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos?

Para responder esta pergunta, apresenta-se o seguinte objetivo: analisar as fibras e porosidade dos materiais *Spunbond-Meltblown-Spunbond* e Tecido-Não-Tecido utilizados para confecção de máscaras cirúrgicas para proteção respiratória

de trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais químicos e biológicos, por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura.

4.3 MATERIAL E MÉTODO

Estudo analítico descritivo, com a utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Realizado no período de março a abril do ano de 2020 no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise (LMEM) de uma universidade estadual do norte do Paraná. Participaram dessa pesquisa professores e alunos do Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeeST), e professores e técnicos do LMEM.

O Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) é um instrumento muito versátil e usado rotineiramente para a análise microestrutural de materiais sólidos. Apesar da complexidade dos mecanismos para a obtenção da imagem, o resultado é uma imagem de fácil interpretação. O aumento máximo conseguido pelo MEV fica entre o microscópio ótico (MO) e o Microscópio Eletrônico de Transmissão (MET) (Askeland; Phule, 2008).

A grande vantagem do MEV em relação ao microscópio ótico é sua alta resolução, na ordem de 2 a 5nm (20 - 50 Ao). Comparado com o MET a grande vantagem do MEV está na facilidade de preparação das amostras. Entretanto, não são apenas estas características que fazem do MEV uma ferramenta tão importante e tão usada na análise dos materiais. A elevada profundidade de foco (imagem com aparência tridimensional) e a possibilidade de combinar a análise microestrutural com a microanálise química são fatores que em muito contribuem para o amplo uso desta técnica (Askeland; Phule, 2008).

Foram utilizadas nessa pesquisa, máscaras confeccionadas com envoltórios de SMS para esterilização e máscaras cirúrgicas de TNT (Innova – tripla camada – JoãoMed) que estavam disponíveis no hospital no momento do estudo.

Para a análise dos materiais SMS e TNT, foram recortadas amostras no tamanho de no máximo 9mm² e foram avaliadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) empregando-se o equipamento FEI Quanta 200 (FEI Company, Holanda) com atmosfera de vácuo de 106 torr. Para a observação em MEV, as

amostras foram colocadas em suportes de alumínio com fita de carbono e pulverizadas com filme de ouro (BALTEC SDC 050, Sputter Coater, Alemanha). Durante a manipulação, os profissionais envolvidos usaram EPIs (máscaras e óculos de proteção).

Para determinação da composição química dos materiais analisados, foi empregado a técnica de Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) em MEV que é uma técnica que usa a interação da radiação eletromagnética com a matéria para obter informações sobre a estrutura ou composição da matéria. A radiação eletromagnética pode ser na forma de luz visível, raios X, raios gama ou outras formas (Askeland; Phule, 2008).

A eletromicrografia é uma técnica que usa um feixe de elétrons para criar imagens de objetos muito pequenos. Eles são produzidos por um tubo de elétrons e acelerados por uma diferença de potencial. O feixe de elétrons é então focalizado por uma lente eletromagnética e direcionado para o objeto a ser estudado. Os elétrons interagem com os átomos do objeto e produzem um sinal que é detectado por um sensor. O sinal é então convertido em uma imagem. As eletromicrografias dadas pelo MEV, foram geradas em modo topográficos (elétrons secundários) a 20 kV em alto vácuo (Askeland; Phule, 2008).

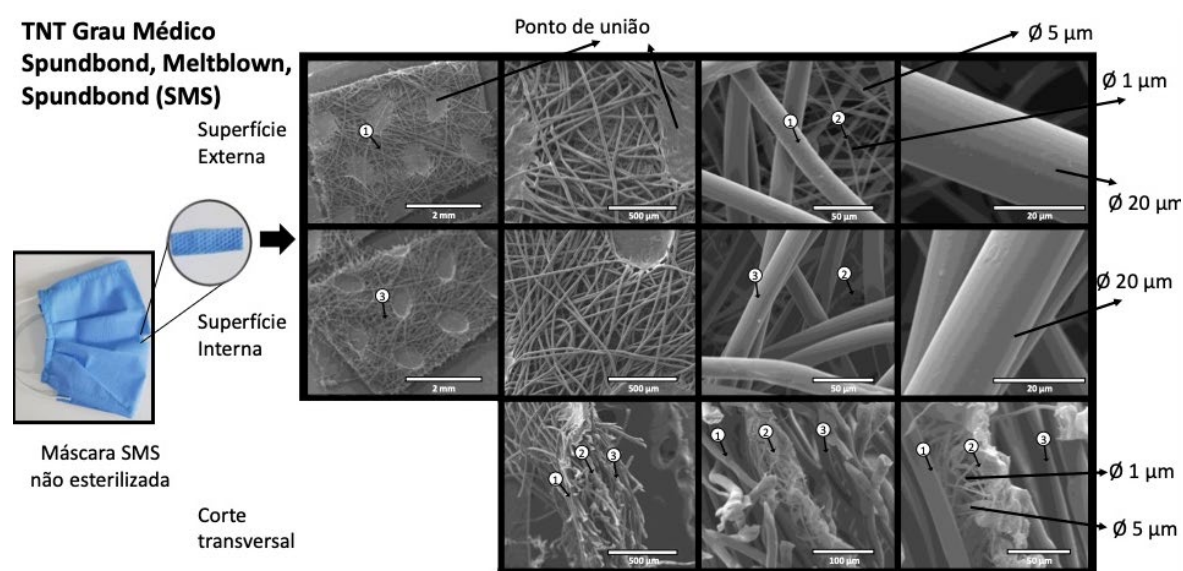
O TNT é uma sigla para tecido não tecido, um material sintético e descartável, composto por fibras que são unidas por calor ou pressão. É um material versátil que pode ser usado para uma variedade de aplicação. O SMS é a abreviação da sigla para *spunbond-meltblown-spunbond*, que é composto por três camadas de fibras sendo que a camada do meio é a principal responsável pela filtração. Ele é utilizado principalmente em aplicações que requerem proteção contra agentes contaminantes. As camadas do SMS são produzidas de diferentes maneiras. A primeira camada, chamada *spunbond*, é produzida a partir de fibras curtas que são depositadas sobre uma superfície quente. A segunda camada, chamada, *meltblown*, é produzida a partir de fibras fundidas que são separadas por um bico fino. A terceira camada, também chamada *spunbond*, é produzida da mesma maneira que a primeira camada (ABNT, 2019).

Dessa forma foi possível realizar a análise da distribuição das fibras e o tamanho dos poros presentes nos materiais escolhidos para a análise. Os espectros foram gerados em modo quantitativo e *mapping*.

4.4 RESULTADOS

Na Figura 1 apresentam-se as Eletromicrografias e Espectroscopias de Energia Dispersiva por meio da MEV nas amostras analisadas de SMS.

Figura 1. Eletromicrografias e Espectroscopia de Energia Dispersiva por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura nas amostras analisadas de Spunbond- - Meltblown-Spunbond. Paraná – Brasil, 2024



Composição: Três camadas de fibras sintéticas de polipropileno: 1) Spunbond camada externa estrutural; 2) Meltblown camada meio filtrante, 3) Spunbond camada interna estrutural.

Fonte: Laboratório de Microscopia Eletrônica e Microanálise

As análises realizadas nas amostras, com uso da MEV demonstraram que a máscara de SMS apresenta fibras distribuídas de forma aleatória. A camada interna filtrante, possui fibras finas que variam de 1 a 5 μm e bem emaranhadas que diminuem a porosidade.

Na Figura 2 apresentam-se as Eletromicrografias e Espectroscopia de Energia Dispersiva por meio da MEV na amostra analisada de TNT.

4.5 DISCUSSÃO

Com essa pesquisa pode-se observar que tanto a máscara feita com SMS quanto a máscara cirúrgica de TNT possuem três camadas de polipropileno, sendo as camadas externas estruturais para dar sustentação a camada filtrante que fica entre essas duas camadas. A diferença entre os materiais está na densidade e distribuição das fibras.

As máscaras cirúrgicas devem ser composta por pelo menos três camadas, com diferentes espessuras para proteger o usuário de partículas infecciosas (O'dowd, 2020).

As máscaras cirúrgicas, também comumente utilizadas por trabalhadores nos centros cirúrgicos, não oferecem proteção suficiente contra os riscos químicos oferecidos a esses trabalhadores quando expostos a fumaça cirúrgica. Este tipo de máscara não impede a inalação dos gases tóxicos, aerossóis e componentes químicos resultantes da coagulação dos tecidos (Maquet, 2017).

Foi observado que os poros dos tecidos tem uma variação no tamanho, que pode estar entre 1 a 5 μm . Existem vários patógenos que podem ser encontrados em ambientes de saúde, incluindo fungos, bactérias e vírus. Esses patógenos variam em dimensões celulares e morfologia. Em geral, os fungos são maiores que as bactérias (1–5 μm), que, por sua vez, são maiores que os vírus. Os patógenos podem ser transportados por uma variedade de portadores, incluindo gotículas respiratórias expelidas por tosse ou espirro e através da produção da fumaça cirúrgica (Karim. N, 2020).

Além dos componentes biológicos, a fumaça cirúrgica também é formada por vapor de água e compostos químicos, como tolueno, xileno, etilbenzeno, acetato de butila, acrilonitrila, dicloroetano, fenol, cloro, cianeto, cianeto de hidrogênio, monóxido de carbono e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), os quais, em grande parte, possui um potencial carcinogênico humano (Liu, et al, 2021). As partículas podem variar de 0,01 μm a 6 μm (AORN, 2021) e podem penetrar pelas camadas das máscaras, pois verificou-se que os poros são maiores que 0,01 μm .

A composição química da fumaça cirúrgica dispõe o trabalhador exposto a desenvolver sinais e sintomas como: tosse, ardência de faringe, espirros, rinite, lesão de nasofaringe, sensação de corpo estranho na garganta, congestão nasal,

inflamação das vias aéreas, lacrimejamento dos olhos, náuseas, vômitos, dor abdominal, fraqueza, cãibra, dermatite, cefaleia, sonolência, tonturas, irritabilidade,. Destacam-se, ainda, algumas doenças, como: anemia, rinite, conjuntivite, doenças respiratórias e cardiovasculares, hepatite e câncer (Bieniek, et al, 2021).

O material das máscaras pesquisadas não possuem filtragem adequada ou atributos de ajuste para fornecer proteção respiratória aos usuários expostos a fumaça cirúrgica. Pois, partículas menores (compostos químicos) de $0,01 \mu\text{m}$ de diâmetro constituem 77% do material particulado encontrado na fumaça cirúrgica (Liu, 2019).

As máscaras produzidas a partir de envoltórios de esterilização de SMS têm respirabilidade adequada e podem oferecer um nível semelhante de barreira de proteção a gotículas, podendo ser usadas em cenários clínicos com risco de exposição a fluidos em alta velocidade (SAM E.G, et al, 2020). Com isso torna-se uma solução viável quando os suprimentos de máscara são extremamente baixos para garantir que os serviços de saúde continuem a ser prestados, mantendo os profissionais de saúde seguros com barreira de proteção (Bayersdorfer, 2020).

Os envoltórios de esterilização têm uma classificação de eficiência de filtração bacteriana declarada pelo fabricante acima de 95%, usando bactérias de teste de 1 a $3 \mu\text{m}$, conforme indicado por um método da *American Society for Testing and Materials*. (Clark, 2020) Um estudo realizado apresentou que a eficiência de filtragem de partículas da máscara produzida com invólucro de esterilização é muito menor do que a de um respirador N95 aprovado pelo NIOSH, mas está dentro do alcance de uma máscara cirúrgica, com respirabilidade aceitável. A autoclavagem repetida não afetou a eficiência da filtragem de partículas do envoltório de esterilização ou a resistência à respiração (Destiny, 2021).

A eficácia da filtragem de um EPR depende do tamanho dos poros e das partículas. Quanto menor o tamanho dos poros, maior a eficácia da filtragem. No entanto, EPRs com poros muito pequenos podem dificultar a respiração (NIOSH, 2023).

Este estudo apresenta limitação por não ter incluído a realização do teste de filtração de partículas para os materiais analisados. Entretanto, possui potencialidade nos resultados, pois verificou nos materiais SMS e TNT, que as fibras mais emaranhadas, com diminuição da porosidade, têm efeito protetor aos

trabalhadores expostos aos riscos biológicos. Porém nenhum dos materiais testados apresenta proteção a trabalhadores expostos aos riscos químicos, após a análise da porosidade e fibras.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que há variação dos tamanhos dos poros e das fibras do SMS e TNT dos materiais analisados, o que pode acarretar a passagem de materiais particulados pelas fibras do tecido. Esta característica, faz com que o SMS e o TNT não protejam os trabalhadores expostos aos riscos ocupacionais gerado pela fumaça cirúrgica. Segundo a análise realizada, as máscaras de SMS e TNT apresentam uma barreira microbiana relacionada aos riscos biológicos.

Sugere-se que outros tipos de análises, como o teste de filtração, sejam feitos com estes tipos de materiais para a comprovação da proteção respiratória para os trabalhadores expostos a riscos químicos e biológicos ocupacionais.

5.1 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) (2021). **Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA 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).** Brasília, DF. Disponível em: https://ameci.org.br/wp-content/uploads/2021/02/NOTA-TECNICA-GVIMS_GGTES_ANVISA-04_2020-25.02-para-o-site.pdf. Acesso em: 07 jul. 2023.

AORN. (2021). **Management of surgical smoke.** Disponível em: <https://www.aorn.org/guidelines/clinical-resources/tool-kits/non-member-tool-kits/management-of-surgicalsmoke-tool-kit-nonmembers>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BARBOSA M.H. **Influência do tempo de uso de máscaras cirúrgicas descartáveis na sua eficacácia contra barreira microbiana. (2015).** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/SCCMJN4zNK4FSBz3HysZcRw/abstract/?lang=pt#:~:text=Este%20estudo%20prop%C3%B4s%20analisar%20a,de%204%20horas%20de%20uso>. Acesso em: 11 jun. 2023.

BIENIEK A.A, ARONI. P, COSTA.G.R, RIBEIRO.P.R. **Sinais e sintomas relacionados a exposição à fumaça cirúrgica:revisão integrativa, 2021.** Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/692/pdf> Acesso em: 01 jul. 2023

COIA JE, Ritchie L, Adishes A, Makison Booth C, Bradley C, Bunyan D, Carson G, Fry C, Hoffman P, Jenkins D, Phin N, Taylor B, Nguyen-Van-Tam JS, Zuckerman M; Healthcare Infection Society Working Group on Respiratory and Facial Protection. Guidance on the use of respiratory and facial protection equipment. **J Hosp Infect.** 2013 Nov;85(3):170-82. doi: 10.1016/j.jhin.2013.06.020. Epub 2013 Sep 17. PMID: 24051190; PMCID: PMC7114842. Disponível em : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24051190/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

DESTINY. F. et al. Teste de Eficiência de Filtração de Partículas de Invólucro de Esterilização máscaras. **Journal of preventive medicine e public Health.** 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7939758/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

FAN JKM, CHAN FSY, CHU KM. Surgical Smoke. **Asian J Surg.** 2009; 32(4):253-57. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1015-9584\(09\)60403-6](https://doi.org/10.1016/S1015-9584(09)60403-6) Ilce A, Yuzden GE, Giersbergen MYV. The examination of problems experienced by nurses and doctors associated with exposure to surgical smoke and the necessary precautions. **J Clin Nurs.** 2017; 26(11-12): 1555-61.

FENCL JL. **Guideline for surgical smoke safety.** **AORN J.** 2017 May;105(5):488-49. DOI: 10.1016/j.aorn.2017.03.006

FIOCRUZ. (2021). **Proteção Respiratória**. Disponível em:

<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/respiradores.html>. Acesso em: 13 jun. 2023.

GRIGG SE, ZAMPIRON A, AKBARIDOUST F, Chandran D, Holmes NE, Johnson PDR, et al. Are surgical masks manufactured from sterilization wrap safe? **Infection, Disease e Health**, 2021; 26 (2); 104-9, doi; 10.1016/j.idh.2020.11.001

HELIOTERIO, M. C., Lopes, F. Q. R. S., Sousa, C. C., Souza, F. O., Freitas, P. S. P., & Sousa, F. N. F., et al. (2020.) COVID-19: por que a proteção da saúde dos trabalhadores e trabalhadoras da saúde é prioritária no combate à pandemia? **Trabalho, Educação e Saúde**, 18, e00289121. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00289>. Acesso em: 03 jun. 2023.

HOELZEL, C. G. M., & Ribeiro, L. C. M., (2020). Manual do projeto EPI -UFG. Goiânia: **Cegraf UFG**. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1/o/Manual_ficha_catalografica_final.pdf. Acesso em: 03 jun. 2023.

ISHACK, S.; Lipner, SR Aplicações da tecnologia de impressão 3D para lidar com a escassez de suprimentos relacionada ao COVID-19. **Sou. J. Med.** 2020, 133 , 771–773.

KARIM. K. Et al. Roupas de proteção individual sustentáveis para aplicações de saúde: uma revisão. 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsnano.0c05537>. Acesso em: 02 jul. 2023.

KOH, D.; Gan, WH **Textbook of Occupational Medicine Practice** , 5ª ed.; World Scientific Publishing Company: Cingapura, 2022; ISBN 109811245649.

KIMBERLY. C. **Eficiência da filtração bacteriana: invólucro de esterilização Kinguard One Step* em comparação com o invólucro de esterilização Medline Gemini**. 2020. Disponível em: https://www.halyardhealth.in/media/287706/h0486_0701_medlinevskc.pdf. Acesso em: 02 jul. 2023.

KURIAN, BP; Daniel, S.; Ghosh, S.; Paulo, P.; Reddy, MA; Das, L.; Darshan, J.; Roy, AD A necessidade de entender a importância e o uso de máscaras faciais. **J. Curr. Res. Med. Opin.** 2021, 4, 762–772.

LAI, A. C. K., Poon, C. K. M., & Cheung, A. C. T. (2012). Effectiveness of facemasks to reduce exposure hazards for airborne infections among general populations. **Journal of the Royal Society, Interface**, 9(70), 938-948. <https://doi.org/10.1098/rsif.2011.0537>

LESO V, Ercolano ML, Cioffi DL, Iavicoli I. Exposição ocupacional e risco de câncer de mama de acordo com o status do receptor hormonal: uma revisão sistemática. **Cânceres (Basileia)** 2019; 11 :1882. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8018262/>. Acesso em: 07 jul. 2023.

LIU.Y. et al. **Conscientização sobre os perigos da fumaça cirúrgica e aprimoramento da prevenção da fumaça cirúrgica entre os ginecologistas**, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6584931/> Acesso em: 15 jun. 2023.

LIMCHANTRA IV, Fong Y, Melstrom KA. Surgical Smoke Exposure in Operating Room Personnel: A Review. **JAMA Surg.** 2019; 154(10):960-7. Doi: <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2019.2515>

MACINTYRE, C.R., Wang, Q., Rahman, B., Seale, H., Ridda, I., Gao, Z., Yang, P., Shi, W., Pang, X., Zhang, Y., Moa, A., and D.E. Dwyer. Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and co-infection in hospital healthcare workers. **Preventive Medicine.** 62:1-7; 2014.

MALISKA, A. M. Microscopia Eletrônica de Varredura. Disponível em: https://www.usp.br/nanobiodev/wp-content/uploads/MEV_Apostila.pdf Acesso em: 07 jan. 2024.

MANDELL, Douglas y Bennett. **Enfermedades infecciosas.** Principios y práctica. 10.^a edición. Elsevier, 2022.

MAQUET Getinge Group. Smoke evacuation unit: MEDAP- FUMOVAC 900: Surgical smoke endangers the OR team [Internet]. **Rastatt: Getinge Group**; 2017. Available from: Disponível em: https://businessdocbox.com/70860108-Biotech_and_Biomedical/Smoke-evacuation-unitmedap-fumovac-900.html. Acesso em: 15 jun. 2023.

MARZIALE MHP. Ocorrência de acidentes de trabalho causados por material cortopunzante entre trabalhadores de enfermagem em hospitais de la região nordeste de São Paulo, Brasil. **Cienc. enferm.** [Internet] 2003;9(1)Disponível: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532003000100004>

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. Organização Pan-Americana da Saúde no Brasil. Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde; 2016. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/saude-e-seguranca-no-trabalho/>. Acesso em: 07jul.2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO (Br). **Norma regulamentadora – NR 9: riscos ambientais. Programa de prevenção de riscos ambientais.** PortariaNº25 de29.12.94. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho_manual_procedimentos.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

MOSSURG. S, et al. **Riscos ocupacionais entre os profissionais de saúde na África: uma revisão sistemática.** 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6634430/>. Acesso em 11 jun. 2023.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health): <https://www.cdc.gov/niosh/topics/respirators/> Acesso em:14/01/2024

RAI, R. et al. **Exposição a riscos ocupacionais entre profissionais de saúde em países de baixa e média renda: uma revisão de escopo.** 2021. Disponível em: <https://mdpi.com/1660-4601/18/5/2603>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SAM E. Grigg, Andrea Zampiron, Farzan Akbaridoust, Dileep Chandran, Natasha E. Holmes, Paul D.R. Johnson, Ivan Marusic, Daryl Jones. **Are surgical masks manufactured from sterilisation wrap safe?** 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7674969/>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE, 2020. Disponível em: https://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-11/NO_03_MASCARAS_PARA_PROTECAO_DE_AEROSSOL_V4.pdf. Acesso em: 23 jun. 2023.

SILVA, D. M., Rodrigues, N. H., Silva, L. G. A., Souza, E., Oliveira, S. G., & Osório, A. P. (2020). Recomendações para a utilização de máscara em ambiente hospitalar durante a pandemia ocasionada pelo Coronavírus. **Journal of Nursing and Health**, 10 (n.esp), e20104010. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/enfermagem/article/view/18774/11463>. Acesso em: 07 jul. 2023.

SOUZA TS, Virgens LS. Saúde do trabalhador na Atenção Básica: interfaces e desafios. **Rev bras saúde ocup** 2013; 38 (128): 292-301.

SOUZA, A. C. S. et al. Conhecimento dos graduandos de enfermagem sobre equipamentos de proteção individual: a contribuição das instituições formadoras. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.10, n.2, 2015. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/9483/1/Angelica%20Foga%c3%a7a%20Vitch e%20e%20Gabriela%20Correa%20Fabiano.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2023.

WALAWALKAR S, Joshi M, Khattry N, Sapra BK, Khan A, Pujari PK, et al. Particle removal from air by face masks made from Sterilization Wraps: Effectiveness and Reusability. **PLoS ONE**. 2020; 15(10):e0240398. Doi: 10.1371/journal.pone.0240398.

WANG, TC; Camilleri, M.; Lebwohl, B.; Lok, AS; Sandborn, WJ; Wang, KK; Wu, GD **Yamada's Textbook of Gastroenterology**, 7^a ed.; Wiley-Blackwell: Hoboken, NJ, EUA, 2022.

5.2 CONCLUSÕES

Essa dissertação apresenta resultados promissores ao evidenciar, por meio de dois estudos científicos que, ao considerar evidências de que mais de 90% da população mundial vive em áreas onde os níveis de poluição do ar exterior excedem os limites aceitáveis para a manutenção da saúde, o filtro HEPA -LE remove 99,0% das partículas com tamanho de $2,0\mu m$, enquanto o filtro HEPA -HE remove 99,97% das partículas com tamanho de $0,3\mu m$, e podendo ser testados para o uso na área da saúde, promovendo a prevenção do desenvolvimento de doenças em trabalhadores expostos a riscos ocupacionais químicos e biológicos.

E ainda, devido à escassez de máscaras no mercado durante a pandemia COVID-19, surgiu a necessidade de testar as máscaras produzidas com TNT de invólucros utilizados para o acondicionamento materiais para esterilização, assim como as máscaras cirúrgicas produzidas com SMS. Por meio da análise desses materiais com o uso da Microscopia Eletrônica de Varredura, verificou-se que esses materiais podem oferecer um nível semelhante de barreira de proteção a gotículas, podendo ser utilizadas em cenários clínicos com risco de exposição ocupacionais a fluidos corpóreos.

Porém, esses materiais não devem ser empregados para a proteção de trabalhadores expostos de forma ocupacional a riscos químicos, pois a porosidade desses materiais não permite essa proteção.

O Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador (GeeST), após desenvolver uma máscara chamada HeLP para proteção dos trabalhadores da saúde submetidos a riscos químicos e biológicos ocupacionais, de forma confortável e sustentável, busca, por meio de pesquisas científicas, a eficiência da máscara com a adição do filtro que está sendo desenvolvido por este grupo com parcerias de pesquisadores nacionais e internacionais.

Com esse estudo, é possível desenvolver um filtro para a máscara HeLP para proteção de trabalhadores expostos à riscos químicos e biológicos para uso individual, passível de desinfecção, ergonômica e sustentável, podendo, dessa forma, aumentar a adesão ao seu uso, protegendo o usuário do desenvolvimento de doenças ligadas a estas exposições.

6 REFERÊNCIAS

BIAN, Y.; Wang, R.; Wang, S.; Yao, C.; Ren, W.; Chen, C.; Zhang, L. Filtros de nanofibra baseados em estrutura metal-orgânica para controle eficaz da qualidade do ar interno. **J. Mater. Química**. A 2018, 6, 15807–15814. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/ta/c8ta04539a/unauth>. Acesso em: 24 set. 2023.

COHEN. AJ, et al. **Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015**. (2017). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673617305056>. Acesso em: 24 set. 2023.

CUI. J, et al. **High performance, environmentally friendly and sustainable nanofiber membrane filter for removal of particulate matter 1.0**. (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021979721004811>. Acesso em: 24 set. 2023.

DENG. Y, et al. **Bio-based electrospun nanofiber as building blocks for a novel eco-friendly air filtration membrane: A review**. (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586621013319>. Acesso em: 04 set. 2023.

IPPOLITO M, Vitale F, Accurso G, Iozzo P, Gregoretto C, Giarratano A, Cortegiani A. Medical masks and Respirators for the Protection of Healthcare Workers from SARS-CoV-2 and other viruses. **Pulmonology**. 2020 Jul-Aug;26(4):204-212. doi: 10.1016/j.pulmoe.2020.04.009. Epub 2020 Apr 27. PMID: 32362505; PMCID: PMC7184017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S253104372030088X#bib0290>. Acesso em: 04 set. 2023.

LEGARE, P.; Dwyer, GE; Murphy, A.; Smith, SJ **Dispositivo de filtragem de ar**. US9744493B2; (Patente), 2017. pp. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US9744493B2/en>. Acesso em: 04 set. 2023.

SUNGNACK, W.; Huang, N.; Bécavin, C.; Berg, M.; Rainha, R.; Litvinukova, M.; Talavera-López, C.; Maatz, H.; Reichart, D.; Sampaziotis, F. Os fatores de entrada do SARS-CoV-2 são altamente expressos nas células epiteliais nasais juntamente com os genes da imunidade inata. **Nat. Med.** 2020, 26, 681–687. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0868-6>. Acesso em: 04 set. 2023.

TANGA. X, et al. **Polypropylene nonwoven loaded with cerium-doped manganese oxides submicron particles for ozone decomposition and air filtration**. (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586621000344>. Acesso em: 04 set. 2023.

XIAO, J.; Liang, J.; Zhang, C.; Tao, Y.; Ling, G.-W.; Yang, Q.-H. Materiais Avançados para Captura de Material Particulado: Progresso e Perspectivas. **Métodos pequenos** 2018 , 2 , 1800012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smt.201800012>. Acesso em: 04 set. 2023.

ZOU, L.; Ruan, F.; Huang, M.; Liang, L.; Huang, H.; Hong, Z.; Yu, J.; Kang, M.; Canção, Y.; Xia, J. Carga viral SARS-CoV-2 em amostras do trato respiratório superior de pacientes infectados. **N. Engl. J. Med.** 2020, 382 , 1177–1179. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2001737>. Acesso em: 04 set. 2023.

WANG, Q.; Yu, C. O papel das máscaras e proteção respiratória contra SARS-CoV-2. *Infectar. Hospital de Controle.* **Epidemiol.** 2020 , 41 , 746–747. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/infection-control-and-hospital-epidemiology/article/role-of-masks-and-respirator-protection-against-sarscov2/BB222D45A82FB48E01F7CDF2E4084937>. Acesso em: 04 set. 2023.