

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS EXATAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA TÊXTIL
CURSO DE ENGENHARIA TÊXTIL

Ana Aline Mendes Paim

Mapeamento e análise bibliométrica das publicações científicas de têxteis para proteção aplicados durante pandemias

BLUMENAU

2021

Ana Aline Mendes Paim

Mapeamento e análise bibliométrica das publicações científicas de têxteis para proteção aplicados durante pandemias

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Têxtil do Centro Tecnológico de Ciências Exatas e Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Têxtil.
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Steffens.
Coorientadora: Dr.^a Morgana Carneiro de Andrade

BLUMENAU

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Paim, Ana Aline Mendes

Mapeamento e análise bibliométrica das publicações científicas de têxteis para proteção aplicados durante pandemias. / Ana Aline Mendes Paim ; orientadora, Fernanda Steffens, coorientadora, Morgana Carneiro de Andrade, 2021.

77 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau,
Graduação em Engenharia Têxtil, Blumenau, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Têxtil. 2. Têxteis técnicos. 3. Sars-CoV
2. 4. Revisão sistemática. 5. ProKnow-C. I. Steffens,
Fernanda . II. Andrade, Morgana Carneiro de . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Têxtil. IV. Título.

Ana Aline Mendes Paim

Mapeamento e análise bibliométrica das publicações científicas de têxteis para proteção aplicados durante pandemias.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Têxtil” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Têxtil.

Blumenau, 17 de maio de 2021.

Prof.^a Catia Rosana Lange de Aguiar, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Fernanda Steffens, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Morgana Carneiro de Andrade, Dr.^a
Coorientadora
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof.^a Caroline Rodriguez Vaz, Dr.^a
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Rita de Cassia Siqueira Curto Valle, Dr.^a
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à memória de meu pai Júlio Rogério de Campos Paim, um dos pilares na minha formação como ser humano.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, a Deus e à minha família, em especial à minha mãe Maria de Lourdes Mendes, cujo apoio e auxílio foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Às minhas queridas orientadora Fernanda Steffens e co-orientadora Morgana Carneiro de Andrade, por todo apoio e disposição para me orientar da melhor maneira possível, o que foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina e a todos os professores do Departamento de Engenharia Têxtil, pelo comprometimento com o curso e pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

Agradeço também aos amigos que fiz durante o curso e a tudo que aprendi com eles.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Um dos principais segmentos dos têxteis técnicos refere-se aos materiais têxteis aplicados ao contexto das Ciências da Saúde, que são produtos de elevado valor agregado desenvolvidos especialmente para atender demandas da área da saúde, combinando a tecnologia têxtil com a Medicina. Esses produtos são comumente empregados em vestuário de proteção pessoal para profissionais da saúde e pacientes com a finalidade de minimizar ou evitar os riscos da exposição a substâncias perigosas e infecções cruzadas. Durante a ocorrência de pandemias existe a disseminação mundial de uma epidemia causando um excessivo número de mortes. Em dezembro de 2019, ocorreram os primeiros casos da Síndrome Respiratória Aguda Grave, causada por um novo tipo de coronavírus, chamado SARS-CoV-2, dando início a Pandemia de Coronavírus. Nesse sentido, e tendo em vista o papel dos têxteis médicos para proteção pessoal, o objetivo deste trabalho foi mapear e investigar os principais focos de pesquisa relacionados ao uso de materiais têxteis para proteção em pandemias, nos últimos cinco anos, e a partir disso construir conhecimento acerca do tema. Para isso, utilizou-se da metodologia de construção de conhecimento *ProKnow-C*, seguindo todas as etapas desde a seleção de bases de dados e palavras-chave, até a obtenção e análise bibliométrica de um portfólio bibliográfico com 16 artigos. A partir desse portfólio, foi possível obter conhecimento acerca do tema da pesquisa, identificar os autores e periódicos mais relevantes e também compreender o foco principal das pesquisas no momento atual: o desenvolvimento de máscaras de proteção respiratória. Foram identificados os principais mecanismos de filtração, formas de desinfecção de respiradores N95, acabamentos com sais com efeito antimicrobiano durável, além de diversos estudos propondo métodos de avaliar a eficiência de filtração de diferentes materiais, bem como o efeito de combinações de diferentes tecidos. Ainda como resultado da pesquisa, percebe-se a sinergia entre a Engenharia Têxtil e a Ciência dos Materiais para solucionar problemas da área da saúde relacionado à proteção, indicando a potencialidade do tema no desenvolvimento de inovações têxteis aplicadas em tempos de pandemia.

Palavras-chave: Têxteis técnicos. Sars-CoV-2. Revisão sistemática. *ProKnow-C*.

ABSTRACT

One of the main segments of technical textiles refers to textile materials applied in the medical field, which are products of high added value specifically developed to meet the demands of healthcare applications, combining textile technology with medical science. These products are commonly used in personal protective clothing for healthcare professionals and patients in order to minimize or avoid the risks of exposure to dangerous substances and cross-infections. During the occurrence of pandemics, there is a worldwide spread of an epidemic causing an excessive number of deaths. In December 2019, there were the first cases of Severe Acute Respiratory Syndrome, caused by a new type of coronavirus, called SARS-CoV-2, beginning the Coronavirus Pandemic. In that regard, and in view of the role of medical textiles for personal protection, the purpose of this work was to map and investigate the main research focuses related to the use of textile materials for protection in pandemics, in the last five years, and from that build knowledge about the topic. For this, the ProKnow-C knowledge-building methodology was used, following all steps from the selection of databases and keywords, to obtaining and bibliometric analysis of the final portfolio with 16 articles. From this portfolio, it was possible to gain knowledge about the research topic, identify the most relevant journals and authors and also understand the main focus of research at the moment: the development of respiratory protection masks. The main filtration mechanisms, forms of disinfection of N95 respirators, finishes with salts with a durable antimicrobial effect were identified, in addition to several studies proposing methods to evaluate the filtration efficiency of different materials, as well as the effect of combinations of different fabrics. Still as a result of the research carried out, the synergy between Textile Engineering and Materials Science is perceived to solve problems related to personal protection in the Medicine field, indicating the potential of the theme in the development of textile innovations applied in times of pandemic.

Keywords: Technincal textiles. Sars-CoV-2. Systematic review. ProKnow-C.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes áreas de atuação dos têxteis técnicos.....	20
Figura 2 – Passos para a realiza�o de uma revisão sistemática.	24
Figura 3 – Procedimentos e etapas do <i>ProKnow-C</i>	27
Figura 4 – Métodos bibliométricos.....	33
Figura 5 – Etapas da análise bibliométrica.....	35
Figura 6 – Processo de filtragem e sele�o do conjunto de artigos brutos.....	38
Figura 7 – Rede de coautoria dos autores mais citados do portfólio.....	47
Figura 8 – Rede de co-cita�o dos autores mais citados nas referências dos artigos do portfólio.	49
Figura 9 – Rede de coocorrência de palavras-chave.	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de artigos por periódico.....	41
Gráfico 2 – Periódicos mais citados nas referências do PB.	42
Gráfico 3 – Relevância dos periódicos de acordo com os índices do <i>Scimago Journal Rankings</i>	43
Gráfico 4 – Relevância dos periódicos pelos indicadores SJR e JCR.	44
Gráfico 5 – Participação dos países no portfólio bibliográfico.	50
Gráfico 6 – Número de ocorrência das principais palavra-chave.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.	36
Tabela 2 – Artigos do portfólio bibliográfico.....	39
Tabela 3 – Autores mais citados do PB.....	46
Tabela 4 – Autores mais citados pelas referências do portfólio.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO	–	Algodão
COVID-19	–	<i>Corona Virus Disease</i>
JCR	–	<i>Journal Citations Report</i>
K ₂ SO ₄	–	Sulfato de Potássio
KCl	–	Cloreto de Potássio
LabMCDA	–	Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão
LaPES	–	Laboratório de Pesquisa em Engenharia de <i>Software</i>
NaCl	–	Cloreto de Sódio
PA	–	Poliamida
PB	–	Portfólio Bibliográfico
PES	–	Poliéster
PP	–	Polipropileno
<i>ProKnow-C</i>	–	<i>Process Knowledge Development – Constructivist</i>
PUR	–	Elastano
PVDF	–	Fluoreto de Polivinilideno
SJR	–	<i>Scimago Journal Rankings</i>
SK	–	Seda
SMS	–	<i>Spunbound - Meltblown - Spunbound</i>
StArt	–	<i>State of the Art through Systematic Review</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.1.1	Objetivos Específicos	15
1.2	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	PANDEMIAS	17
2.2	TÊXTEIS TÉCNICOS.....	19
2.2.1	Têxteis médicos	21
2.3	A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	23
2.3.1	<i>Knowledge Development Process – Constructivist (ProKnow-C)</i>	26
3	METODOLOGIA.....	29
3.1	DEFINIÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	29
3.1.1	Escolha das bases de dados.....	29
3.1.2	Escolha das palavras-chave	30
3.1.3	Critérios de busca	31
3.2	ANÁLISE BILIOMÉTRICA.....	32
3.3	ANÁLISE SISTÊMICA	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO: Filtragem e seleção dos artigos.....	36
4.1	ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	40
4.1.1	Análise dos Periódicos.....	40
4.1.2	Análise dos autores	46
4.1.3	Análise dos países.....	50
4.1.4	Análise das palavras-chave.....	51
4.2	ANÁLISE SISTÊMICA	54
4.2.1	Tipos de materiais.....	55

4.2.2	Acabamentos.....	60
4.2.3	Reutilização	62
5	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A – Síntese do conteúdo dos artigos do PB.....	71

1 INTRODUÇÃO

O uso de materiais têxteis na área da Medicina tem registros desde os tempos mais remotos, em suturas, curativos e bandagens. As principais vantagens dos substratos têxteis, que os tornam propícios para este fim, são sua flexibilidade, leveza e conforto de modo que podem ser utilizados até mesmo em implantes e reparação de diversos tecidos (SINGH; WONG; WANG, 2015). Os têxteis utilizados nessa área são chamados de têxteis médicos, sendo considerados uma classe de têxteis técnicos (ZHANG; MA, 2018).

Os têxteis técnicos são materiais têxteis desenvolvidos para atender aplicações específicas em que um elevado desempenho técnico é necessário, de modo que suas propriedades funcionais têm muito mais relevância do que sua aparência ou estética (GOMES, 2016; MATUSO, 2008; PATNAIK, 2020). Assim, os têxteis médicos são produtos de elevado valor agregado, desenvolvidos especialmente para atender demandas da área da saúde, combinando as principais vantagens dos substratos têxteis, como flexibilidade, leveza e conforto (SINGH; WONG; WANG, 2015) com as necessidades da Medicina (ZHANG; MA, 2018).

Um dos principais usos de têxteis médicos é em vestuário de proteção pessoal para profissionais da saúde e pacientes, como macacões, coberturas para calçados, luvas, jalecos, aventais cirúrgicos, máscaras cirúrgicas e toucas. Suas principais finalidades consistem em mitigar os riscos da exposição às substâncias perigosas, como fluidos corporais, e minimizar o risco de infecções cruzadas (KARIM *et al.*, 2020).

As máscaras cirúrgicas e respiradores possuem a função de criar barreiras para fluidos e materiais particulados. Seu uso não se restringe apenas ao meio hospitalar, visto que o uso de máscaras é muito recomendado em pandemias de doenças transmitidas por partículas expiratórias (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020; YIN *et al.*, 2020). Esse fato foi observado durante a pandemia da Gripe Espanhola de 1918, onde máscaras feitas de várias camadas de algodão foram amplamente utilizadas por profissionais da saúde e pelo público em geral. O mesmo ocorreu nas décadas de 1930 e 1940, onde o uso de máscaras de gaze e tecido também foi adotado por profissionais da saúde para se protegerem da tuberculose (CHUGHTAI; SEALE; MACINTYRE, 2020).

As pandemias ocorrem quando existe a disseminação mundial de uma epidemia causando um excessivo número de doenças e mortes (AKIN; GÖZEL, 2020; PIRET; BOIVIN, 2021). Em dezembro de 2019, ocorreram os primeiros casos da Síndrome Respiratória Aguda

Grave causada por um novo tipo de coronavírus, denominado SARS-CoV-2, dando início a Pandemia de Coronavírus (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020; WOON; LEUNG; SUN, 2020). É comum que pandemias ocorram com patógenos que causam infecções respiratórias, visto que essas doenças são provocadas por vírus ou infecções bacterianas-virais mistas de disseminação rápida. A maior parte das doenças respiratórias agudas é transmitida por gotículas expiratórias, através do contato ou por aerossóis dessas partículas a curta distância (AKIN; GÖZEL, 2020), o que justifica a recomendação do uso de máscaras faciais (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020).

Diferentemente da época da Gripe Espanhola, nos dias atuais os avanços tecnológicos e científicos nas áreas têxtil e química permitem a obtenção do conhecimento necessário para aprimorar o desempenho de máscaras de tecido. Razão pela qual, nos últimos anos, houve um aumento expressivo de pesquisas voltadas para essa temática (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020). Nesse sentido, o mapeamento de publicações científicas sobre o uso de materiais têxteis para proteção durante pandemias, identificando os principais tipos de materiais utilizados, bem como recentes avanços e descobertas nessa área são essenciais para delinear o panorama atual desses materiais para proteção individual, cujo impacto tem reflexos exponenciais.

Tendo em vista o acontecimento da Pandemia de Corona Virus Disease (COVID-19), ou seja, doença do Coronavírus, e o papel dos têxteis médicos para proteção, elaborou-se a seguinte pergunta de pesquisa: Quais são os principais focos de pesquisa relacionados ao uso de materiais têxteis para proteção pessoal em situações de pandemia? Dessa forma este trabalho tem por objetivo responder a essa pergunta através da realização de uma revisão sistemática de literatura acerca desta temática.

A realização de uma revisão sistemática da literatura permite a construção de uma base sólida e confiável de conhecimento, a partir da qual é possível construir novas hipóteses dentro de uma área já pesquisada ou encontrar novas oportunidades de pesquisa (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Como se trata de uma síntese do conhecimento registrado em vários estudos acerca de um tema, essas revisões são consideradas fontes de elevada qualidade. Com o aumento exponencial da quantidade de artigos disponíveis, o uso da revisão sistemática como metodologia de investigação tem ganhado uma importância significativa, na medida em que sintetizam uma grande quantidade de informações, a partir da seleção dos documentos mais relevantes ao tema (DONATO; DONATO, 2019; HARRIS *et al.*, 2013).

Existem muitas metodologias e ferramentas propostas na literatura para auxiliar o desenvolvimento de revisões sistemáticas, sendo que geralmente são desenvolvidas visando atender diferentes áreas de pesquisa (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Neste trabalho a metodologia escolhida foi o *Process Knowledge Development – Constructivist (ProKnow-C)*, desenvolvida na Universidade Federal de Santa Catarina, pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) para auxiliar pesquisadores da área de análise de desempenho (AFONSO et al., 2011; CASTELLI, 2018). A escolha dessa metodologia se deve ao fato de sua estrutura metodológica se adequar ao objetivo desta pesquisa que é a geração de conhecimento e identificação de novas oportunidades de pesquisa na área estudada, além disso até o presente momento não existem registros do uso da mesma em pesquisas na área têxtil, de modo que o desenvolvimento deste trabalho, tem potencial para resultar em novas pesquisas e descobertas na área.

1.1 OBJETIVO GERAL

A partir desses fatos, o objetivo geral do presente trabalho consiste em realizar o mapeamento e a análise bibliométrica das publicações científicas sobre o uso de materiais têxteis para proteção em pandemias. Então, a partir disso realizar uma revisão sistemática, com o auxílio da ferramenta *ProKnow-C*, para construir conhecimento acerca dessa temática, identificando quais foram os principais focos de pesquisa relacionados ao tema, bem como os principais tipos de materiais utilizados e os recentes avanços e descobertas nessa área. Nas seções abaixo estão descritos os objetivos específicos deste TCC.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para consecução do objetivo deste estudo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) definir um portfólio bibliográfico acerca do tema;
- b) realizar e interpretar análises bibliométricas identificando os principais autores, periódicos e os países de destaque do portfólio;
- c) analisar a literatura científica sobre o tema; e

- d) identificar aspectos relevantes no desenvolvimento de máscaras de proteção em ambiente de pandemias.

1.2 ESTRUTURA DA PESQUISA

Este trabalho está estruturado em seis seções, nesta seção inicial introduz-se o tema estudado, e a seguir são apresentados os objetivos do estudo. A Seção 2, Referencial teórico, discorre sobre os principais tópicos abordados no estudo: pandemias, têxteis técnicos, têxteis médicos, revisão sistemática da literatura e a ferramenta de intervenção *ProKnow-C* utilizada neste trabalho. Na Seção 3, Metodologia, estão descritas todas as etapas e procedimentos empregados no desenvolvimento deste estudo. Na Seção 5, Resultados e Discussão, tem-se os resultados obtidos e a discussão dos resultados e, finalmente na Seção 6, a conclusão do estudo e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem por objetivo contextualizar teoricamente o desenvolvimento do presente trabalho, por meio da definição de conceitos essenciais ao entendimento do mesmo. Inicialmente, discorre-se sobre pandemias, em seguida têxteis técnicos e têxteis médicos, que compreendem a temática principal do trabalho. Em seguida, aborda-se a definição de revisão sistemática e sobre a metodologia *ProKnow-C*, conceitos importantes para a compreensão dos procedimentos metodológicos empregados.

2.1 PANDEMIAS

Pandemias são caracterizadas pela disseminação global de uma epidemia, gerando um número excessivo de sequelas e mortes, além de causar perturbação social e econômica nos países afetados. Ao longo da história da humanidade diversas pandemias foram relatadas, sendo que os fatores em comum entre elas são a rápida propagação através da mobilização humana (como tropas militares e viagens internacionais) e a severidade dos sintomas, que geralmente é maior em pessoas com doenças crônicas. Entre as pandemias mais severas de que se tem registro estão a Peste Negra (1347) e a Gripe Espanhola (1918), e as mais recentes são a Gripe Suína (2009) e a Pandemia de COVID-19 (2019) (AKIN; GÖZEL, 2020; PIRET; BOIVIN, 2021).

A Peste Negra foi uma das pandemias mais marcantes da história da humanidade. O surto de peste bubônica originou-se na China em 1334, chegou à Europa em 1347, seguindo a Rota da Seda. Estima-se que essa pandemia dizimou cerca de 60% da população Europeia e ao total, aproximadamente, 150 milhões de pessoas morreram durante os 50 anos de predominância da peste (HUREMOVIĆ, 2019). Essa doença apenas foi compreendida em sua natureza no século XIX quando descobriu-se a origem do organismo causador da peste, a *Yersinia pestis*, presente nas pulgas *Xenopsylla cheopis*, transportadas por ratos orientais. A peste bubônica foi transmitida pela picada dessas pulgas, que ao se alimentarem do seu hospedeiro, liberavam o agente patogênico. Quando um humano é infectado, o mesmo pode transmitir a doença por meio de suas gotículas expiratórias, as quais, ao serem inaladas por outro indivíduo, causam uma grave infecção pulmonar, levando a ocorrência da peste pneumônica (HUREMOVIĆ, 2019; PIRET; BOIVIN, 2021).

A Gripe Espanhola foi a primeira pandemia a nível global e ocorreu nas duas primeiras décadas do século XX, especificamente entre 1918 e 1920. Causada por uma nova cepa do Vírus da Gripe, o *Influenzavirus* H1N1, se alastrou pelo mundo em meses desde a constatação do seu surgimento. As regiões mais afetadas foram os Estado Unidos, diversos países da Ásia, África e as Ilhas do Pacífico (AKIN; GÖZEL, 2020; HUREMOVIĆ, 2019). A taxa de mortalidade da Gripe Espanhola variou entre 10% e 20%, sendo que a mortalidade era maior entre indivíduos jovens e saudáveis. Mais de um quarto da população mundial contraiu a gripe em algum momento e o número de mortos ultrapassou os 50 milhões. A origem dessa pandemia ainda é desconhecida, dado que ocorreu durante a Primeira Guerra Mundial, onde os meios de locomoção já estavam mais avançados e o número de viagens intercontinentais aumentava consideravelmente. Além disso, a maioria dos países envolvidos na guerra sofriam censura na imprensa, o que minimizava as notícias sobre a pandemia (HUREMOVIĆ, 2019).

Em 2009, teve-se outra pandemia com um novo tipo de *Influenzavirus* H1N1 (*Influenzavirus* H1N1/09), cujos primeiros casos foram registrados no México e em semanas alcançaram proporções pandêmicas, infectando mais de 10% da população global (AKIN; GÖZEL, 2020). A pandemia ficou conhecida como Gripe Suína, pela suspeita de ser uma nova variedade de *Influenzavirus* presentes em humanos, aves e suínos. O número estimado de mortos varia de 20.000 a 500.000. Apesar da sua menor taxa de mortalidade, o vírus foi considerado muito ameaçador porque afetava desproporcionalmente adultos jovens e saudáveis, muitas vezes levando rapidamente a um grave comprometimento respiratório, assim como na Gripe Espanhola. No final de 2009, os casos foram diminuindo e em maio de 2010 a pandemia foi declarada encerrada (HUREMOVIĆ, 2019).

A Pandemia de COVID-19 teve início em dezembro de 2019 e foi detectada inicialmente na China, na província de Hubei, causada por um novo tipo de coronavírus denominado de SARS-CoV-2. A doença rapidamente se espalhou pelo mundo todo, sendo declarada como pandemia pela Organização Mundial da Saúde em 12 de março de 2020 (WOON; LEUNG; SUN, 2020). A infecção por SARS-CoV-2 é assintomática em até 40% dos casos, mas pode causar um amplo espectro de sintomas, desde leves até complicações com risco de vida (PIRET; BOIVIN, 2021).

Essa pandemia é muito semelhante à Gripe Espanhola e Suína em termos de disseminação mundial. A COVID-19 é transmitida de pessoa para pessoa, principalmente através de partículas expelidas ao tossir ou espirrar (AKIN; GÖZEL, 2020). A aerossolização do vírus pode ser uma das várias causas que explica a propagação do COVID-19 no mundo em

um período tão curto de tempo. Desse modo, o uso de máscaras faciais com tecnologia de filtração de partículas virais pode ser considerado como uma forma de defesa primordial para reduzir a propagação dessas partículas aerotransportadas (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020; WOON; LEUNG; SUN, 2020).

É comum que pandemias ocorram com patógenos que ocasionam infecções respiratórias, pois esses tipos de doenças são causados por vírus ou infecções bacterianas-virais mistas de disseminação rápida. A maior parte das doenças respiratórias agudas são transmitidas por gotículas, através do contato (incluindo a contaminação das mãos seguida de autoinoculação) ou por aerossóis de partículas respiratórias a curta distância (AKIN; GÖZEL, 2020). Apesar dos avanços na Medicina, a globalização e a mudança de hábitos e estilo de vida da população atual facilitam a propagação de agentes patológicos por todo o mundo (AKIN; GÖZEL, 2020; PIRET; BOIVIN, 2021). Assim, cada vez mais são necessárias medidas eficazes para a prevenção e contenção dessas infecções limitando consequentemente o surgimento de novas disseminações globais (PIRET; BOIVIN, 2021). Nesse se contexto destacam os têxteis técnicos que podem ser utilizados para proteção.

2.2 TÊXTEIS TÉCNICOS

Dentro da indústria têxtil existem dois grandes segmentos, o de têxteis tradicionais, ou também chamados de convencionais, subdivididos em vestuário, cama, mesa e banho, que visam atender necessidades mais básicas, e o segmento de têxteis técnicos. Os têxteis técnicos se diferem dos tradicionais, pois o desenvolvimento de produtos desse segmento visa atender aplicações específicas onde um elevado desempenho técnico é necessário, de modo que suas propriedades funcionais têm muito mais relevância do que sua aparência ou estética (GOMES, 2016; MATUSO, 2008; PATNAIK, 2020).

O crescimento da demanda por produtos têxteis capazes de atender aplicações de desempenho cada vez mais específicas fez a indústria têxtil se voltar para a busca de novos materiais e tecnologias, capazes de solucionar problemas específicos, suprindo as novas exigências (GOMES 2016). A tendência para o desenvolvimento de têxteis técnicos se concentra cada vez mais no desenvolvimento de produtos que contribuam com redução de custos, gerem economia de energia e proporcionem sustentabilidade (ALVARADO *et.al.*,

2019). De acordo com a área de aplicação os têxteis técnicos podem ser categorizados em 12 segmentos, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Diferentes áreas de atuação dos têxteis técnicos.



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Assim, os têxteis técnicos podem ser definidos como materiais têxteis projetados para possuir um nível elevado de propriedades mecânicas, térmicas e ou químicas, com a finalidade de serem utilizados em aplicações específicas, podendo ser observado nas mais variadas áreas como na automotiva, aplicados por exemplo em filtros e no interior de veículos para absorção sonora; na construção civil, na forma de materiais isolantes e geotêxteis; no esporte, com o objetivo de proteger e garantir/melhorar o desempenho do atleta; e na área da saúde, onde são denominados têxteis médicos, sendo utilizados em curativos, suturas, máscaras, próteses entre outros (PATNAIK, 2020).

2.2.1 Têxteis médicos

O uso de têxteis para aplicações médicas pode ser rastreado desde tempos mais remotos, desde sua utilização em suturas, como no tratamento de feridas a partir de curativos. A flexibilidade desses materiais os torna muito propícios para esse tipo de aplicação, seja na forma de fibra ou tecido, tanto que alguns podem exibir propriedades semelhantes aos tecidos humanos, que também apresentam componentes fibrosos. Outra vantagem dos substratos têxteis é a possibilidade de serem projetados de acordo com a utilização (desde a fibra até a formação do tecido), de modo que possam ser modificados para reproduzir um comportamento específico, como mecânico, possuindo propriedades de elasticidade, resistência, rigidez, permeabilidade a fluidos, entre outros, em consonância ao objetivo que devem cumprir. Esses fatores tornam os têxteis vantajosos na área de reparação de tecidos moles e implantes cardiovasculares, utilizados na substituição ou reparo de artérias (SINGH; WONG; WANG, 2015).

Os principais requisitos dessa classe de materiais incluem a não toxicidade; não carcinogênicos; hipoalergênicos; possibilidade de ser esterilizado e biocompatibilidade (principalmente no caso de materiais implantáveis) (PATNAIK, 2020). Em termos de estrutura, os têxteis médicos podem ser encontrados na forma de tecidos planos, tecidos de malha, entrançados ou não tecidos. Têxteis médicos na forma de não tecidos constituem mais da metade do total nesse segmento, sendo geralmente descartáveis. A tecnologia de malharia, tecelagem e entrançados constituem uma porcentagem menor, entretanto, possibilitam o desenvolvimento de têxteis médicos de elevado valor agregado, como vasos sanguíneos artificiais e estruturas para engenharia de tecidos (ADANUR, 2017; ZHANG; MA, 2018).

O uso de têxteis médicos também pode ser observado na produção de vestuário de proteção pessoal para profissionais da saúde, bem como para os pacientes. Suas principais finalidades consistem em amenizar os riscos da exposição às diversas substâncias perigosas, reduzindo o risco de infecções (KARIM *et al.*, 2020). Além disso, devem proporcionar conforto ao usuário e não restringir seus movimentos (ADANUR, 2017). Existem diversos tipos de produtos de vestuário médico, como macacões, coberturas para calçados, luvas, mangas separadas, jalecos, aventais cirúrgicos, máscaras e toucas (ADANUR, 2017; KARIM *et al.*, 2020).

As roupas de proteção médica geralmente são produzidas a partir de fibras sintéticas, devido às suas melhores propriedades de repelência a líquidos, e podem ser fabricadas

utilizando as tecnologias de não tecidos, tecelagem ou malharia. Os mais utilizados, no entanto, são os não tecidos por possuírem altos níveis de esterilidade e controle de infecção, além de deterem um processo de manufatura relativamente rápido e acessível quando comparados às demais técnicas. Assim, os não tecidos são comumente utilizados na fabricação de utensílios descartáveis como toucas, máscaras e aventais cirúrgicos. Já os tecidos planos utilizados normalmente são feitos de algodão (CO) ou misturas de poliéster (PES) e CO, sendo mais empregados na fabricação de pijamas cirúrgicos. Outra aplicação é na fabricação de cortinas e roupas de cama para ambientes hospitalares, bem como curativos, bandagens e outros produtos (KARIM *et al.*, 2020).

Os não tecidos utilizados normalmente são de polipropileno (PP) e dependendo da aplicação, são constituídos por três camadas: *spunbond – meltblown – spunbond* (SMS), sendo que o nome faz referência a técnica utilizada na fabricação de cada camada (KARIM *et al.*, 2020; WIBISONO *et al.*, 2020; YIN *et al.*, 2020). A tecnologia SMS é projetada de modo que cada uma das camadas possua uma finalidade: a camada externa possui um acabamento hidrofóbico que repele partículas; a camada do meio, por ser formada por fibras muito finas, age como elemento filtrante; e a camada interna possui propriedades hidrofílicas, para conforto do usuário (WIBISONO *et al.*, 2020; YIN *et al.*, 2020).

Portanto, analisando especificamente as máscaras de proteção, estas possuem a função de criar uma barreira para fluidos e materiais particulados. Apesar de terem sido inicialmente concebidas para uso cirúrgico pelos profissionais da saúde, o uso de máscaras é muito recomendado em pandemias de doenças transmitidas por partículas expiratórias, como no caso da Pandemia de COVID-19, onde sua utilização se tornou onipresente em todo o mundo. Essa é uma forma de evitar que uma pessoa contaminada espalhe o patógeno, assim como diminui a exposição do usuário as partículas biológicas patogênicas transportadas pelo ar (BEESON; BEHARY; PERWUELZ, 2020; YIN *et al.*, 2020). Devido ao aumento expressivo de artigos científicos voltadas para essa temática, a obtenção de literatura através um processo estruturado e sistemático para seleção e análise de estudos representativos que formam a base de conhecimento dessa temática se torna essencial.

2.3 A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Os artigos de revisão de literatura são uma forma de pesquisa que busca, por meio de fontes de informações bibliográficas, obter os resultados de pesquisas de outros autores para com isso fundamentar teoricamente um objetivo, ou avaliar o estado da arte de determinado tema (ROTHER, 2007). Normalmente, as revisões bibliográficas de caráter exploratório são o ponto de partida de um estudo científico, pois permitem criar familiaridade com o problema. No entanto, para pesquisas avançadas, onde existem uma maior exigência de originalidade, as revisões devem ser conduzidas de forma sistemática e rigorosa, para que assim contribuam no desenvolvimento de uma base sólida e confiável de conhecimento. Dessa forma, seus resultados podem ser utilizados para a construção de novas hipóteses em áreas já pesquisadas, ou para identificar novas oportunidades de pesquisas dentro de uma temática (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

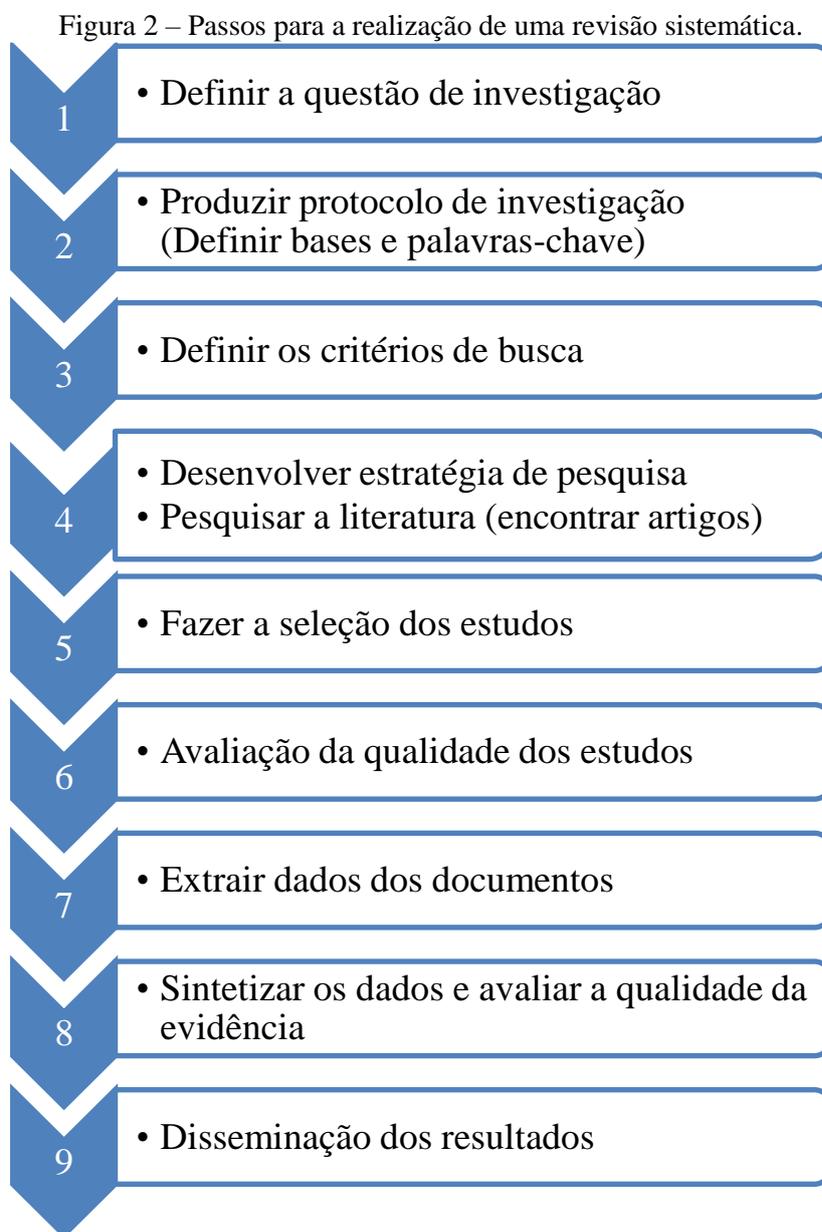
Uma revisão sistemática é considerada um trabalho original, que possui um maior rigor metodológico, sendo transparente e replicável. Visa responder a uma pergunta específica através de métodos explícitos e sistemáticos de seleção, mapeamento e avaliação de estudos, onde são coletados e analisados os dados dos estudos incluídos na revisão (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011; HARRIS *et al.*, 2013; ROTHER, 2007; SAMPAIO; MANCINI, 2007). Por meio da realização de uma revisão sistemática, o pesquisador pode compilar dados, refinar hipóteses, estimar o tamanho de amostras, definir o melhor método de pesquisa a ser adotado além de definir direções para futuras pesquisas (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

A principal diferença de uma revisão sistemática para uma revisão narrativa tradicional é que essa última não informa a metodologia para a busca de referências, nem os critérios utilizados para seleção dos estudos, sendo mais subjetivas e propensas a um maior número de erros, vieses e interpretações (DONATO; DONATO, 2019; ROTHER, 2007). A adoção de uma abordagem sistemática para a realização de uma revisão de literatura permite obter resultados imparciais com melhores níveis de confiabilidade e torna o trabalho metodologicamente abrangente, transparente e replicável (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011; DONATO; DONATO, 2019; HARRIS *et al.*, 2013).

Uma revisão sistemática pode ser definida em três passos principais: a “entrada”, onde os documentos a serem processados são obtidos e a estratégia de pesquisa definida; o

“processamento” onde são executadas as técnicas e ferramentas definidas na estratégia; e a “saída” onde os resultados são obtidos e sintetizados (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011).

Um dos principais critérios para o desenvolvimento de uma revisão sistemática é a realização de uma pesquisa exaustiva da literatura visando encontrar todos os artigos relevantes sobre o tema. Para isso, é importante que a estratégia de pesquisa, formulada com base em critérios definidos de forma sistemática, possua uma elevada sensibilidade, de modo a encontrar todos os potenciais artigos relevantes. Uma revisão sistemática pode ser realizada em etapas, conforme ilustrado na Figura 2, sendo que todos os passos devem ser explicitamente descritos (DONATO; DONATO, 2019).



Fonte: Elaborada a partir de Donato e Donato (2019)

As revisões sistemáticas são frequentemente utilizadas no desenvolvimento de pesquisas em áreas que possuem uma grande quantidade de informações, como na área da saúde e estudos demográficos, de modo que a aplicação de um método rigoroso permite uma melhor análise e integração dessas informações, contribuindo na tomada de decisões e acuracidade dos resultados obtidos (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). O ponto inicial é a definição da pergunta de pesquisa, que é um passo muito importante, pois a depender da restrição da questão podem haver muitas limitações. Por outro lado, se for uma questão muito abrangente, pode ser mais difícil chegar a uma conclusão (DONATO; DONATO, 2019).

O resultado de uma revisão sistemática deve incluir um embasamento teórico e científico acerca do tema da pesquisa e demonstrar a contribuição da pesquisa dentro do corpo de conhecimento já existente (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Por serem uma síntese do conhecimento adquirido em vários estudos acerca de um tema, essas revisões são consideradas fontes de elevada qualidade. O aumento exponencial da quantidade de informações disponíveis na literatura nos últimos tempos torna o uso da revisão sistemática, como metodologia de investigação, extremamente importante, na medida em que sintetiza uma grande quantidade de informações, a partir da seleção dos documentos mais relevantes ao tema (DONATO; DONATO, 2019; HARRIS *et al.*, 2013).

Existem diversas metodologias e ferramentas propostas na literatura para auxiliar o desenvolvimento desse tipo de revisão, sendo geralmente desenvolvidas para as diferentes áreas de pesquisa (CONFORTO; AMARAL; SILVA, 2011). Exemplos são a *State of the Art through Systematic Review* (StArt), ferramenta desenvolvida pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de *Software* (LaPES) da Universidade Federal de São Carlos, que visa dar suporte ao processo de revisão sistemática da Literatura (ZAMBONI *et al.* 2010); Prisma (Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises), que se refere a um guia desenvolvido por um grupo internacional com foco na seleção de relatos de meta-análises de ensaios clínicos randomizados (MOHER *et al.* (2015); e a metodologia de construção de conhecimento *Process Knowledge Development – Constructivist (ProKnow-C)*, desenvolvida na Universidade Federal de Santa Catarina, pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) para auxiliar pesquisadores da área de análise de desempenho. Metodologia a ser adotada neste estudo por seu propósito de geração de conhecimento e identificação de novas oportunidades de pesquisa (AFONSO *et al.*, 2011; CASTELLI, 2018).

2.3.1 Knowledge Development Process – Constructivist (*ProKnow-C*)

O *ProKnow-C* é uma metodologia de construção de conhecimento amplamente utilizada em revisões sistemáticas (CARVALHO *et al.*, 2020). O uso dessa metodologia tem por objetivo adquirir informações relevantes acerca de um tema de pesquisa de forma clara, objetiva e com rigor científico e então, a partir disso, construir conhecimento sobre o mesmo. Para isso, busca-se encontrar um portfólio bibliográfico relevante ao tema de pesquisa, a partir de uma série de procedimentos pré-estabelecidos onde os documentos serão filtrados e selecionados para compor esse portfólio (AFONSO *et al.*, 2011; CASTELLI, 2018; ENSSLIN *et al.*, 2014; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

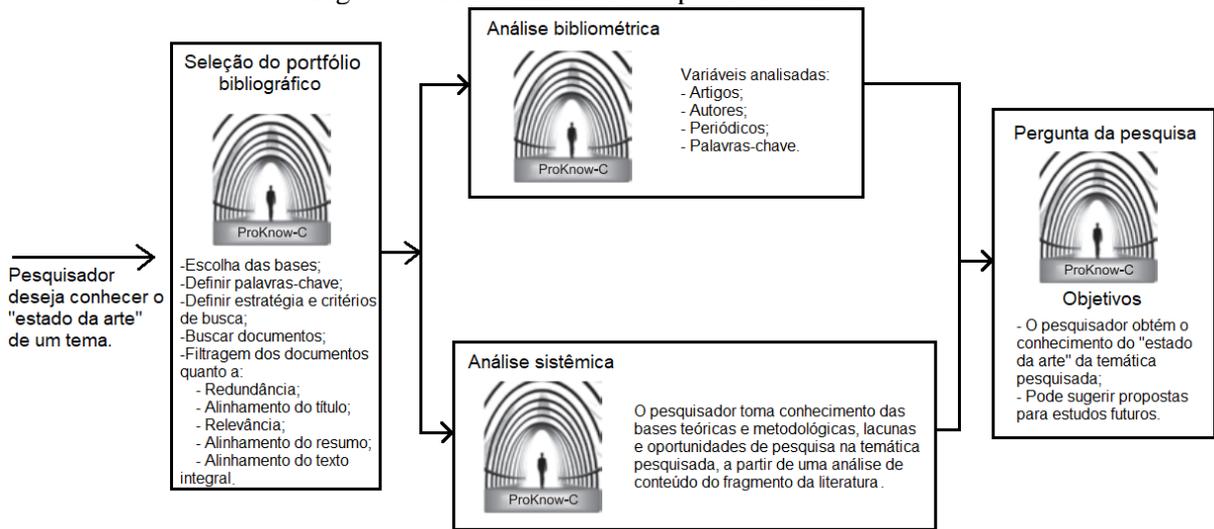
O *ProKnow-C* parte do interesse de um pesquisador por uma determinada temática, que por intermédio de restrições intrínsecas do contexto acadêmico, busca por documentos relevantes para a construção de conhecimento a partir de um “fragmento selecionado da literatura”. Sua principal característica é o objetivo de construção de conhecimento, através de buscas cujo foco e amplitude são delimitados pelo pesquisador, com base em seus interesses e visão de mundo (CASTELLI, 2018; ENSSLIN *et al.*, 2014).

Essa metodologia é estruturada em quatro etapas, sendo elas (AFONSO *et al.*, 2011; CARVALHO *et al.*, 2020):

- 1 – Seleção do portfólio bibliográfico (PB);
- 2 – Análise bibliométrica do PB;
- 3 – Análise sistêmica dos artigos do PB;
- 4 – Identificação de possibilidades de pesquisa¹.

Em cada uma dessas etapas uma série de procedimentos sequenciais devem ser realizados, conforme ilustrado na Figura 3.

¹ A autora, na fase final de elaboração deste estudo, identificou que em 2021 foi publicado artigo com adequação das fases do método (NASCIMENTO; ENSSLIN, 2021). No entanto, as informações presentes no documento não foram suficientes para que fossem produzidas alterações no modelo atual, assim como a constatação de que as alterações de 2021 não comprometem o resultado final deste estudo. Dessa forma, optou-se em manter as quatro fases aqui exploradas.

Figura 3 – Procedimentos e etapas do *ProKnow-C*.

Fonte: Adaptada de Ensslin *et al.* (2014)

O *ProKnow-C* inicia com a escolha das bases de dados e definição das palavras-chave. As bases de dados constituem-se de sistemas de indexação de documentos publicados, como livros, periódicos, anais de eventos, teses e relatórios, servindo de plataformas que facilitam a busca de referências bibliográficas sendo de grande utilidade para a realização de pesquisas futuras. A escolha das bases de dados é o primeiro passo na condução de uma revisão de literatura, e esta etapa é importante, pois a partir dela obtém-se um conjunto de documentos disponíveis para análise, delimitando-se assim o campo amostral da pesquisa (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

A partir disso, uma pesquisa preliminar é realizada nas bases escolhidas com as palavras-chave selecionadas para testar a aderência das mesmas com o tema da pesquisa, bem como encontrar outras possíveis palavras-chave relevantes. Na sequência, iniciam-se os processos de filtragem, eliminando arquivos duplicados. Na sequência inicia-se a leitura de todos os títulos das publicações do banco de artigos de brutos, remove-se aqueles que não estão alinhados com o tema da pesquisa (CARVALHO *et al.*, 2020).

O próximo filtro utiliza-se de índices de relevância com base na contagem de citações, no tempo de publicação (no caso de artigos publicados nos últimos dois anos) e na importância do autor. Nessa etapa, são identificadas todas as contagens de citações de artigos, que pode ser realizado no Google Scholar. Em seguida, é aplicado um critério de representatividade, onde recomenda-se que apenas as publicações com mais de 80% da contagem acumulada de citações sejam consideradas relevantes e as demais são eliminadas. Esse critério se baseia em uma

generalização do princípio de Pareto, que afirma que 80% de um efeito é explicado por 20% das causas (CARVALHO *et al.*, 2020; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

No contexto da pesquisa, significa que a minoria de artigos mais citados representa a maior parte das citações. O *ProKnow-C* não especifica um percentual de corte, sendo que o mesmo pode ser influenciado pelo tema da revisão. Entretanto, boa parte dos artigos que o utilizam recomendam que se busque uma representatividade de aproximadamente 85%. Também é recomendado que além dos artigos que demonstram relevância científica, sejam considerados os artigos recentes (com menos de dois anos) sem relevância comprovada (CASTELLI, 2018; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). Por fim, os artigos são filtrados pela leitura dos resumos e a seguir pela leitura do texto integral. Os artigos que não tiveram sua relevância científica comprovada e foram publicados a mais de dois anos são reavaliados utilizando como parâmetro seus autores, de modo que recuperam-se aqueles que são de autoria de algum pesquisador já presente no grupo dos artigos alinhados quanto ao resumo e com relevância científica. Esses têm seus resumos e o texto integral avaliados para confirmação de alinhamento à pesquisa. Confirmando o alinhamento, eles são integrados ao portfólio bibliográfico (CARVALHO *et al.*, 2020; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012).

O próximo passo corresponde à análise bibliométrica dos artigos do portfólio, com o objetivo de evidenciar quantitativamente alguns parâmetros desse conjunto de artigos e de suas referências, como número de citações, palavras-chave, autores e relevância dos periódicos (CASTELLI, 2018; LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). No *ProKnow-C* determina-se que a análise seja feita tanto nos artigos como em suas referências, e dessas análises podem ser extraídas informações como: quais são os autores mais prolíferos; quais são os periódicos mais relevantes ao tema; quais as publicações de maior destaque; o fator de impacto da produção e a coocorrência de palavras-chave (CASTELLI, 2018).

A seguinte etapa compreende uma análise sistêmica dos artigos do portfólio, por meio da qual é realizada uma análise do conteúdo desses artigos a partir da visão de mundo do pesquisador, estabelecida e explicitada por suas lentes. Assim, é possível dar início a quarta e última etapa, onde são identificadas lacunas e oportunidades de estudos futuros dentro da temática pesquisada (CASTELLI, 2018).

3 METODOLOGIA

O objetivo desta seção é descrever todas as etapas e procedimentos empregados no desenvolvimento deste trabalho para possibilitar a compreensão de como a pesquisa foi delineada e executada, dando-lhe sustentação metodológica.

Este trabalho pode ser definido como uma pesquisa de natureza teórica exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema; e descritiva, por descrever as características do fenômeno explorado relacionando variáveis (BERLATO; FIGUEIREDO; FERREIRA, 2018). Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura utilizando a metodologia de construção de conhecimento *ProKnow-C*. Com esse propósito, buscou-se artigos científicos sobre o uso de materiais têxteis para proteção durante pandemias, analisando-os quantitativamente, por meio de análises bibliométricas e qualitativamente, por meio de uma análise sistêmica do conteúdo dos artigos selecionados.

Essa abordagem tem por objetivo promover maior entendimento da complexidade do tema, expondo-o de forma clara e objetiva. A combinação de análises quantitativas e qualitativas permite identificar e qualificar o conhecimento adquirido na literatura, de forma mais abrangente, organizada e com maior aprofundamento (CASTELLI, 2018).

3.1 DEFINIÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO

O *ProKnow-C* inicia com a escolha das bases de dados e definição das palavras-chave. Feito isso, as buscas são realizadas e obtém-se o banco de artigos brutos o qual é exportado para um gerenciador de referências. Em seguida, iniciam-se os processos de filtragem e seleção de artigos, inicialmente removendo-se os arquivos duplicados, na sequência pela leitura do título dos artigos, depois pelo reconhecimento científico, leitura do resumo e por fim pela leitura do texto na íntegra.

3.1.1 Escolha das bases de dados

Para realizar a escolha das bases de dados, inicialmente, pesquisou-se no Portal de Periódicos da Capes por uma base de dados específica de Engenharia Têxtil para ser utilizada, supondo que uma base estritamente relacionada com a área têxtil apresentaria resultados

alinhados com o objetivo da pesquisa, entretanto, não foi encontrada. Dessa forma, realizou-se uma pesquisa preliminar pela base de dados Google Scholar, por se tratar de um motor de busca que proporciona uma pesquisa mais abrangente e permite verificar a origem dos artigos encontrados. Nessa pesquisa preliminar buscou-se artigos relacionados com o tema da pesquisa, com os termos *textile* (têxteis), *fabric* (tecido) e *pandemic* (pandemia), produzidos nos últimos cinco anos.² As buscas foram realizadas com os termos em inglês para se obter uma maior abrangência.

O resultado gerado pelo Google Scholar apresenta os artigos encontrados por ordem de relevância. A partir desse procedimento, foram analisados por resumo e título os artigos das primeiras dez páginas (totalizando cerca de 100 artigos) com o intuito de verificar as bases de dados onde os artigos alinhados ao tema estavam indexados. Também foram verificadas as referências citadas em alguns desses artigos, e as bases de dados nas quais era possível encontrá-las.

Após essa análise, observou-se que a maior parte dos artigos relacionados com o tema poderiam ser encontrado nas bases Scopus e PubMed. A base de dados Web of Science também apresentou uma quantidade significativa de artigos relacionados ao tema e, por se tratar de uma base multidisciplinar muito conhecida e utilizada, também foi incluída nesta pesquisa. Com isso selecionou-se essas três bases de dados com o intuito de fazer uma pesquisa abrangente, sendo duas bases multidisciplinares bastante conhecidas e complementares e a base PubMed, específica da área da Medicina.

3.1.2 Escolha das palavras-chave

A escolha das palavras-chave foi realizada de modo a contemplar o assunto abordado de forma específica, entretanto, mantendo certa amplitude para não restringir demasiadamente os resultados. A seleção dessas palavras realizou-se tendo em vista o tema da pesquisa, que busca publicações que relacionam o uso de materiais têxteis para fins de proteção durante pandemias. Portanto, a pesquisa possui dois eixos, sendo um deles voltado para materiais têxteis e o outro sobre pandemias.

² Esse intervalo buscou contemplar artigos voltados ao contexto da Pandemia do Covid, no entanto para que o período não se restringisse ao espaço de dois anos, a busca retroagiu a cinco anos de forma a abarcar os últimos avanços tecnológicos de materiais têxteis utilizados na Saúde.

Durante a realização da pesquisa preliminar, para escolha das bases de dados, buscou-se observar também os termos mais utilizados nos trabalhos que se relacionavam com o tema da pesquisa. A partir dos resultados obtidos, pôde-se verificar a recorrência de alguns termos em diversos trabalhos como *fabric*, *fiber*, *cloth* e *mask*. Essas palavras foram adotadas com adição do termo fibra em inglês britânico (*fibre*) e todas as variações da palavra roupa (*cloth**).

Para testar a aderência das palavras-chave, as mesmas foram utilizadas na base de dados Scopus (por ser a base que apresenta a maior cobertura entre as bases escolhidas), relacionando os termos da seguinte forma: “(*textiles OR fiber OR fibre OR fabric OR cloth* OR mask*) AND (*pandemic*)”. Portanto, buscou-se artigos que relacionassem qualquer palavra do primeiro grupo (têxteis, fibras, roupa, tecido ou máscara) com o termo pandemia. Esse primeiro teste resultou em uma quantidade significativa de documentos (2.447). Diante do volume recuperado, selecionou-se os 30 primeiros artigos (relevantes), que tiveram seus títulos e resumos lidos, em que se constatou que muitos que relacionavam apenas o termo *mask* com *pandemic* não estavam alinhados com o objetivo da pesquisa, que é a procura pelo uso de materiais têxteis para proteção durante pandemias. Os artigos que estavam de fato mais ajustados, além de *mask*, tinham presentes também alguns dos termos do primeiro grupo. Por conta disso, a palavra *mask* foi desconsiderada.

Mais uma vez as palavras foram aferidas na Scopus e observou-se em alguns trabalhos a presença da palavra *garment* (vestuário), de modo que a mesma também foi adicionada. Assim, foram definidos os seguintes termos, com aplicação em língua inglesa: *Textiles; Fiber / Fibre; Cloth; Fabric; Garment; Pandemic*.

3.1.3 Critérios de busca

Após a escolha das bases e da definição das palavras-chave, a próxima etapa consistiu em realizar as buscas nas bases, utilizando-se os operadores booleanos *AND* (e), *OR* (ou) e *AND NOT* (e não) para elaboração das estratégias de busca. Outros critérios também foram definidos, como o período de busca que foi limitado aos últimos cinco anos. Além disso, somente artigos foram considerados, de modo que não foram incluídas revisões de literatura do tipo narrativas e outros documentos como livros, cartas e patentes. Não foram aplicadas restrições de idioma. Utilizou-se como parâmetro de busca artigos que possuíssem esses termos em um dos seguintes campos: título, resumo, palavras-chave ou, ainda, em tópicos, como no caso da Web of Science.

Depois de simular os termos novamente nas bases selecionadas, observou-se que, relacionando o termo fibra com pandemia ocorriam alguns resultados desalinhados, como artigos voltados para a área de nutrição, relacionando a ingestão de fibras com a melhora da imunidade em períodos de pandemia. Esse tipo de artigo foi observado com mais recorrência nas bases Scopus e PubMed. Para evitar esse resultado, algumas restrições foram aplicadas a essas bases, utilizando-se o operador booleano *AND NOT*, para excluir artigos com os termos *diet* (dieta) e *nutrition* (nutrição). A pesquisa bibliográfica foi realizada no período de 12 a 15 de março de 2021, com a seguinte combinação das palavras-chave:

- a) Scopus: (*textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment*) AND *pandemic AND NOT (diet OR nutrition)*;
- b) Web of Science: (*Textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment*) AND *pandemic AND NOT (diet OR nutrition)*; e
- c) Medline (PubMed): (*Textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment*) AND *pandemic AND NOT (diet OR nutrition)*.

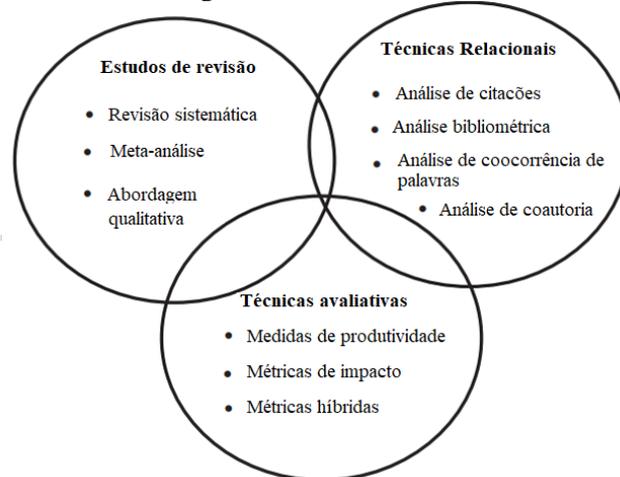
Os resultados obtidos das bases foram exportados para o *software* gerenciador de referências Zotero[®]. Esse gerenciador, de uso livre, é voltado para a gestão e compartilhamento de referências. Possui diversas funcionalidades, como captura automática de informações de citações de páginas da web, armazenamento de documentos em formato PDF, arquivos, imagens, links e páginas inteiras da web, incluindo pesquisas salvas (AHMED; AL DHUBAIB, 2011).

3.2 ANÁLISE BILIOMÉTRICA

A análise bibliométrica pode ser definida como uma “[...] ferramenta para a recuperação da informação, avaliação de periódicos, produtividade de autores, medida de qualidade de uma dada informação, medida do fluxo de informação em uma unidade, sociologia da ciência, indicador de estruturas e tendências científicas, entre outras” (GUEDES; BORSCHIVER, 2005, p. 13).

Os estudos bibliométricos podem ser categorizados em estudos de revisão, estudos de avaliação e estudos relacionais (Figura 4). Neste estudo será adotado o estudo bibliométrico relacional.

Figura 4. Métodos bibliométricos.



Fonte: Ali Koseoglu *et al.* (2016)

A análise bibliométrica foi realizada com o auxílio do VOSviewer[®], um *software* que cria mapas para a análise de redes bibliométricas a partir de dados de arquivos extraídos de bases de dados como Scopus, Web of Science e PubMed ou a partir de organizadores bibliográficos como o Mendley[®], Zotero[®] ou EndNote[®]. O VOSviewer^{®3} apresenta uma interface de fácil utilização e os seus mapas permitem a visualização de redes de coautoria, co-citação, acoplamento bibliográfico e de coocorrência de palavras-chave. O *software* foi desenvolvido com foco na visualização e fácil interpretação das redes geradas (ECK; WALTMAN, 2010). As tabelas obtidas por meio das análises realizadas a partir do VOSviewer[®] foram transferidas para o Microsoft[®] Excel para a elaboração de gráficos.

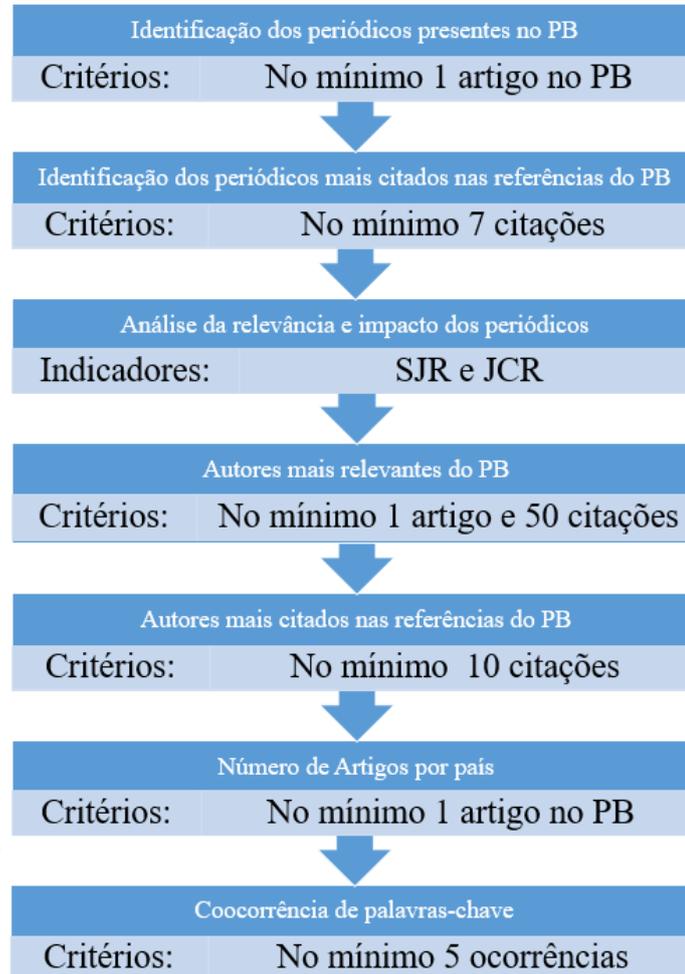
A análise realizada pelo VOSViewer[®] pode sofrer alterações quanto aos itens analisados, ou seja, os resultados exportados de organizadores bibliográficos são limitados quanto aos itens a serem utilizados. Enquanto que, quando exportados diretamente das bases de dados, a possibilidade de análises de maior número de itens é ampliada. Dessa forma, buscou-se identificar se os 16 artigos resultantes da busca nas três bases eram contemplados por uma única base. Nesse sentido, identificou-se que os 16 artigos constavam na base Scopus, razão pela qual exportou-se os dados no formato CSV diretamente dessa base para serem analisados pelo VOSviewer[®]. Em seguida, os artigos passaram pelas seguintes análises bibliométricas:

³ Para criação das redes bibliométricas o software permite estabelecer parâmetros como o número mínimo de documentos (por autor/periódico); número mínimo de citações (de autores/periódicos); número mínimo de ocorrências (palavras-chave) (ECK; WALTMAN, 2010).

- a) em relação a origem dos artigos do PB. Foram mensurados o número de artigos por periódico e o número de citações desses periódicos. Como se trata de um portfólio pequeno e desejava-se saber todos os periódicos presentes, estabeleceu-se como parâmetro no *software* que o número mínimo de artigos por periódico seria um, e o número mínimo de dez citações por periódico, o que abrangeu todos os periódicos do PB;
- b) em relação aos periódicos mais citados nas referências. Para isso, estabeleceu-se como parâmetro um número de corte de no mínimo sete citações, ou seja, apenas periódicos com sete ou mais citações foram considerados. O corte foi estabelecido visando obter um número de periódicos não muito elevado, para que de fato apenas os mais relevantes fossem analisados;
- c) após obter os periódicos mais relevantes foi verificado o fator de impacto dos mesmos, utilizando-se dos índices definidos pelas bases Web of Science, por meio do *Journal of Citations Report* (JCR), e Scopus, pelo *Scimago Journal Ranking* (SJR);
- d) para descobrir os autores de maior relevância do portfólio, os parâmetros foram definidos considerando os autores com no mínimo um artigo no portfólio, e no mínimo 50 citações, pois, assim, restringiu-se de fato os de maior relevância. Desse modo, todos os autores do portfólio foram avaliados pelo número de citações. Também foi elaborada uma rede de coautoria, visando compreender como colaboram entre si;
- e) os autores mais citados nas referências e o número de vezes que foram citados também foi obtido, assim como a relação de cocitação entre eles. Para isso apenas foram considerados relevantes autores com, no mínimo, dez citações, pois dessa forma foi possível obter um número não muito grande de autores, sendo esses, de fato, relevantes para o tema e também para facilitar a visualização da rede de cocitação;
- f) também foram captados o número de documentos por país, com base nas afiliações institucionais dos autores; e
- g) a coocorrência de palavras-chave foi obtida, considerando-se todas as palavras-chave (do autor e da base), com no mínimo cinco ocorrências. A partir dos resultados obtidos criou-se uma rede de coocorrência desses termos. O número de corte foi escolhido para gerar uma quantidade significativa de termos, entretanto, sem comprometer a visualização e compreensão da rede. Além disso, para um portfólio de dezesseis artigos a ocorrência de um termo em pelo menos cinco artigos significa que o mesmo está presente em 31,2% dos artigos do PB, um valor significativo.

As etapas do desenvolvimento da análise bibliométrica e os critérios aplicados estão descritos na Figura 5.

Figura 5 – Etapas da análise bibliométrica.



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

3.3 ANÁLISE SISTÊMICA

Nessa etapa realizou-se uma análise sistêmica para identificar possíveis lacunas na área pesquisada. Para isso, o conteúdo dos artigos foi analisado e, a partir disso e de acordo com os objetivos da pesquisa, definiu-se as lentes, ou seja, os critérios sob os quais o conteúdo seria avaliado e as possíveis lacunas identificadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Á seguir são apresentados os resultados alcançados nas buscas realizadas entre os dias 12 e 15 de março de 2021. A estratégia de busca com a combinação de palavras-chave utilizadas (algoritmo de busca) para a pesquisa bibliográfica em cada base, bem como o número de documentos obtidos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Estratégias de busca utilizadas nas bases de dados.

Bases	Algoritmo de busca	Critérios	Quantidade de artigos
Scopus	<i>(textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment) AND (pandemic) AND NOT (diet OR nutrition)</i>	Article title; abstract; keywords.	370
Web of Science	TS= <i>((Textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment) AND (pandemic) AND NOT (diet OR nutrition)) AND AB= ((Textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment) AND (pandemic) AND NOT (diet OR nutrition)) OR TI= ((Textiles OR cloth* OR fabric OR fiber OR fibre OR garment) AND (pandemic) AND NOT (diet OR nutrition))</i>	Tópico, título e resumo.	169
PubMed	<i>((Textiles) OR (cloth*) OR (fabric) OR (fiber) OR (fibre) OR (garment)) AND (pandemic)) AND NOT (diet OR nutrition).</i>	“Title/abstract”	145
Total			684

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

4.1 PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO: FILTRAGEM E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

O total de 684 documentos obtidos foi exportado para o *software* gerenciador de referências Zotero[®], para então passar pelos processos subsequentes de filtragem e seleção. Após organizar os arquivos em pastas no Zotero[®], de acordo com a base de dados de onde foram exportados, foi identificado um total de 261 artigos duplicados, os quais foram excluídos. Na sequência, os 421 documentos restantes passaram por mais uma filtragem, onde a partir da leitura dos títulos dos trabalhos identificou-se aqueles que estavam alinhados com o tema da pesquisa, excluindo-se os demais. Após essa etapa foram excluídos 321 artigos cujos títulos não estavam alinhados com o tema, restando 100 artigos para a etapa seguinte.

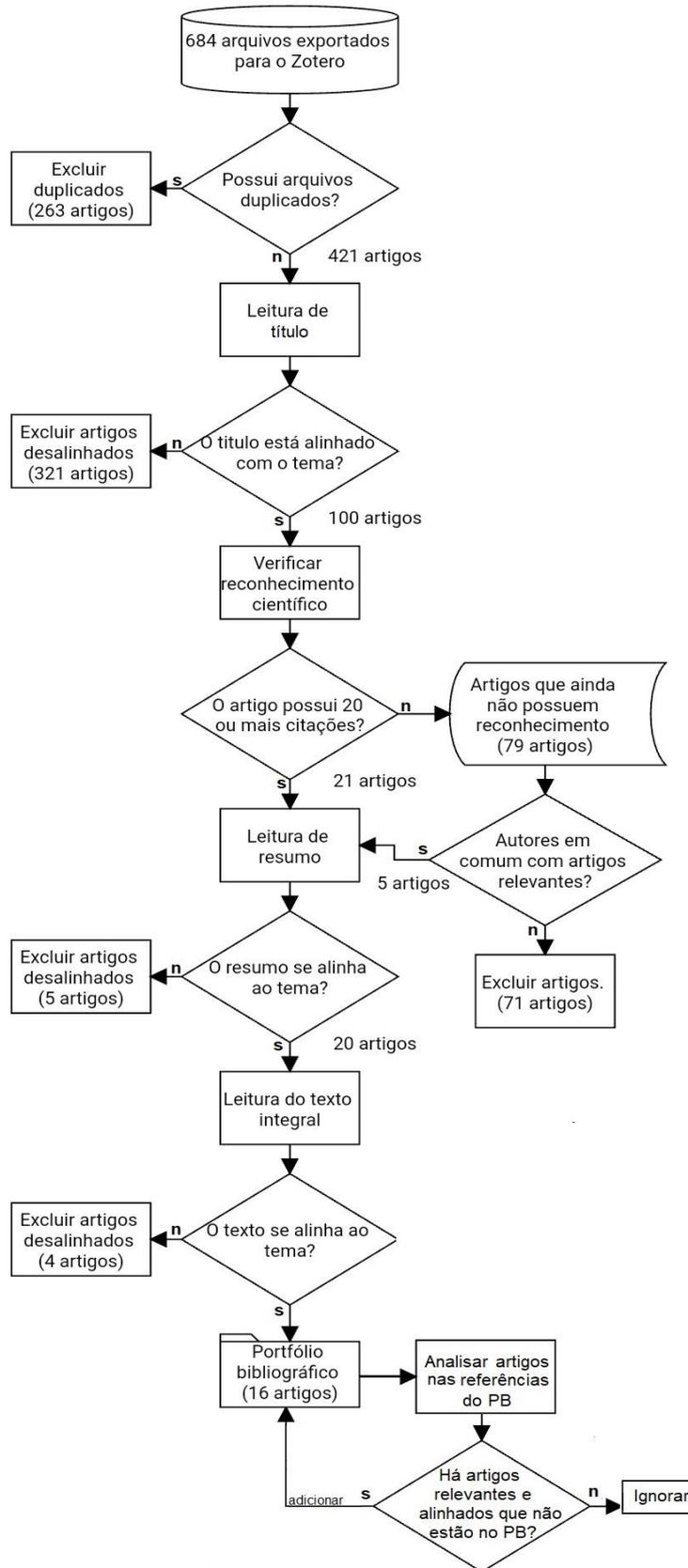
O próximo passo consistiu em verificar o número de citações dos 100 artigos restantes, para isso utilizou-se o Google Scholar, onde os artigos foram consultados e o número de citações obtido. Após posicionar os artigos em ordem decrescente por número de citações, foi aplicado o critério de corte, onde apenas foram selecionados os artigos com cerca de 85% de

representatividade das citações. Para a definição deste percentual, somou-se o total de citações de todos os 100 artigos, resultando em 1.801 citações. A partir disso, obteve-se o percentual de citações de cada artigo em relação ao número total de citações. Com isso, concluiu-se que todos os artigos com 20 ou mais citações (um total de 21 artigos) correspondiam a 84,7% de todas as citações. Este foi o critério de corte.

Os 21 artigos que passaram no corte pelo número de citações tiveram seus resumos lidos para verificar o alinhamento com o tema da pesquisa, onde cinco deles foram eliminados restando 16 artigos. A metodologia do *ProKnow-C* estabelece que artigos com menos de dois anos de publicação devem ter seus resumos avaliados mesmo sem ter passado pelo filtro de relevância com base no número mínimo de citações. Entretanto, neste trabalho, os artigos foram buscados dentro de um período de cinco anos e a grande maioria dos documentos foi publicada entre 2019 e 2021. Assim, ao invés de recuperar artigos com menos de dois anos, buscou-se recuperar aqueles que possuíam autores em comum com qualquer um dos 16 artigos com relevância científica comprovada, previamente selecionados após a leitura dos resumos. Feito isso, verificou-se que cinco artigos possuíam um ou mais autores em comum aos autores dos artigos até então selecionados. Partiu-se então para a leitura dos resumos desses cinco artigos, sendo que um deles foi eliminado por não estar alinhado ao tema da pesquisa. Os demais passaram para a última etapa de filtragem.

Os 20 artigos até então selecionados passaram pela leitura do texto integral visando verificar se de fato estavam adequados ao tema e aos objetivos da pesquisa. Ao fim dessa etapa restaram 16 artigos que compõem o portfólio bibliográfico (PB). Após a identificação, as referências desses artigos foram analisadas com o objetivo de identificar trabalhos relevantes que não estavam presentes no conjunto de artigos preliminares. Após essa análise não foram encontrados pela autora outros artigos relevantes e dentro dos objetivos e delimitações da pesquisa os quais pudessem ser acrescentados ao portfólio. A Figura 6 ilustra todas as etapas realizadas para filtrar e selecionar os artigos, até se definir o PB.

Figura 6 – Processo de filtragem e seleção do conjunto de artigos brutos.



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Após os 684 documentos exportados das bases de dados passarem pelos processos de filtragem, obteve-se o portfólio bibliográfico composto por 16 artigos. A Tabela 2 contém as referências dos artigos do portfólio bibliográfico, identificados pelo número sequencial, e a quantidade de citações que constava no Google Scholar até o dia 25 de março de 2021, em ordem decrescente, do mais ao menos citado. A identificação numérica será útil mais adiante na análise sistêmica dos artigos.

Tabela 2 – Artigos do portfólio bibliográfico.

N.º	Referência	Citações
1	KONDA, A. <i>et al.</i> Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks. ACS Nano , v. 14, n. 5, p. 6339–6347, 2020.	335
2	LIAO, L. <i>et al.</i> Can N95 Respirators be reused after disinfection? How many times? ACS Nano , v. 14, n. 5, p. 6348–6356, 2020.	138
3	DBOUK, T.; DRIKAKIS, D. On respiratory droplets and face masks. Physics of Fluids , v. 32, n. 6, p. 1- 11, 2020.	88
4	ZHAO, M. <i>et al.</i> Household materials selection for homemade cloth face coverings and their filtration efficiency enhancement with triboelectric charging. Nano Letters , v. 20, n. 7, p. 5544–5552, 2020.	71
5	ASADI, S. <i>et al.</i> Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities. Scientific Reports , v. 10, n. 1, p. 1-13, 2020.	52
6	QUAN, F.-S. <i>et al.</i> Universal and reusable virus deactivation system for respiratory protection. Scientific Reports , v. 7, p. 1-10, 2017.	51
7	ZANGMEISTER, C. D. <i>et al.</i> Filtration Efficiencies of nanoscale aerosol by cloth mask materials used to slow the spread of SARS-CoV-2. ACS Nano , v. 14, n. 7, p. 9188–9200, 2020.	47
8	LUSTIG, S. R. <i>et al.</i> Effectiveness of common fabrics to block aqueous aerosols of virus-like nanoparticles. ACS Nano , v. 14, n. 6, p. 7651–7658, 2020.	39
9	MUELLER, Amy V. <i>et al.</i> Quantitative method for comparative assessment of particle removal efficiency of fabric masks as alternatives to standard surgical masks for PPE. Matter , v. 3, n. 3, p. 950-962, 2020.	35
10	LEUNG, W. W. F.; SUN, Q. Electrostatic charged nanofiber filter for filtering airborne novel coronavirus (COVID-19) and nano-aerosols. Separation and Purification Technology , v. 250, p. 1-17, 2020.	33
11	DAS, O. <i>et al.</i> The need for fully bio-based facemasks to counter coronavirus outbreaks: A perspective. Science of the Total Environment , v. 736, p. 1-7, 2020.	29
12	RODRIGUEZ-PALACIOS, A. <i>et al.</i> Textile masks and surface covers—A spray simulation method and a “universal droplet reduction model” against respiratory pandemics. Frontiers in Medicine , v. 7, p. 1-11, 2020.	29
13	DAESCHLER, S. C. <i>et al.</i> Effect of moist heat reprocessing of N95 respirators on SARS-CoV-2 inactivation and respirator function. CMAJ , v. 192, n. 41, p. 1189–1197, 2020.	20
14	LEE, H. R. <i>et al.</i> Three-dimensional analysis of particle distribution on filter layers inside N95 respirators by deep learning. Nano Letters , v. 21, n. 1, p. 651–657, 2021.	4
15	RODRIGUEZ-PALACIOS, A.; CONGER, M.; COMINELLI, F. Germ-free mice under two-layer textiles are fully protected from bacteria in sprayed microdroplets: A functional in vivo test method of facemask/filtration materials. Frontiers in Medicine , v. 7, p. 1-10, 2020.	2
16	RUBINO, I. <i>et al.</i> Salt coatings functionalize inert membranes into high-performing filters against infectious respiratory diseases. Scientific Reports , v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.	2

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

A maior parte dos artigos do portfólio foi publicada a partir de 2020, sendo apenas um em 2017, o que reflete os resultados das buscas realizadas nas bases, em que foi possível observar um aumento expressivo de publicações voltadas a esse tema no último ano, devido a Pandemia de Coronavírus que estimulou pesquisas voltadas à proteção contra a transmissão do vírus.

Os 16 artigos que compõem o PB foram obtidos de forma criteriosa com base em seu alinhamento com a proposta da pesquisa e em sua relevância científica. Sendo assim, compõem um fragmento da literatura que reflete as principais tendências das pesquisas realizadas nos últimos cinco anos sobre o uso de materiais têxteis para proteção em tempos de pandemia. Como é possível observar, a maioria dos artigos foi publicada entre 2019 e 2021 durante o decorrer da atual Pandemia de COVID-19. A partir do PB percebe-se que o principal foco de pesquisa nessa temática são os dispositivos de proteção respiratória. O que é justificado pelo momento atual, quando o uso de máscaras se tornou obrigatório em todos os lugares. Com isso, esses estudos apresentam desde formas de ensaios de eficácia de máscaras utilizando diferentes composições e tipos de tecidos ou combinações de distintos substratos, a desinfecção de respiradores cirúrgicos do tipo N95, e até mesmo métodos computacionais para compreender o comportamento de partículas expiratórias e o mecanismo de filtração de máscaras.

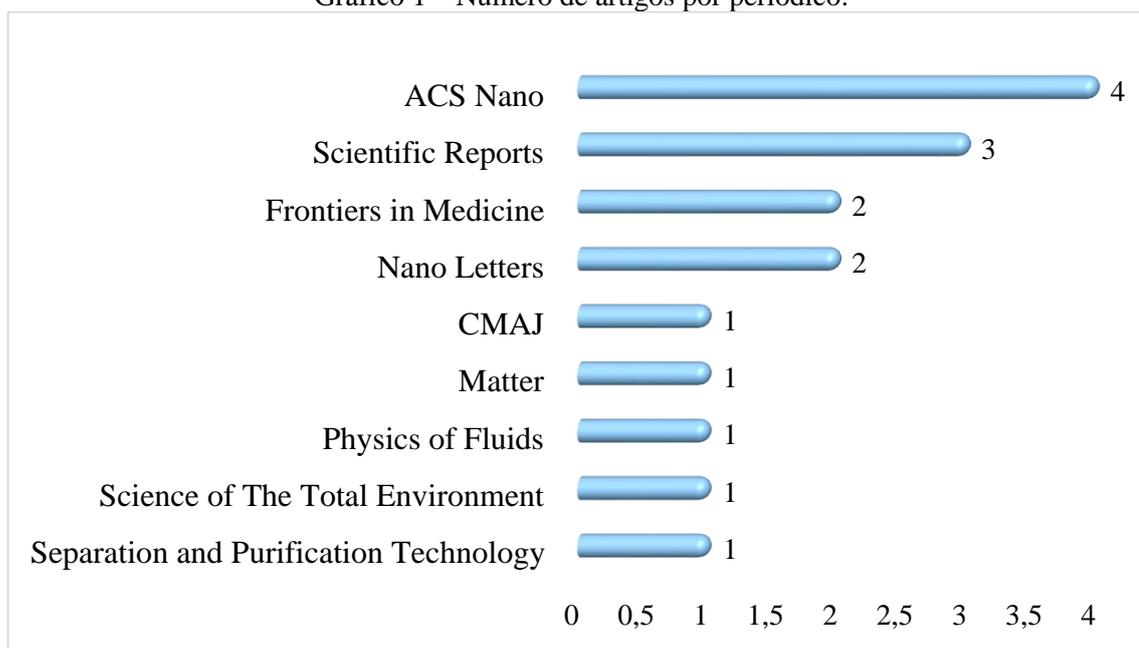
4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Nesta seção, serão apresentados os resultados e discussões das análises bibliométricas realizadas nos artigos do PB.

4.1.1 Análise dos Periódicos

Em relação a origem dos artigos, identificou-se um total de sete títulos de periódicos no portfólio. A distribuição dos artigos por periódico pode ser visualizada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Número de artigos por periódico.

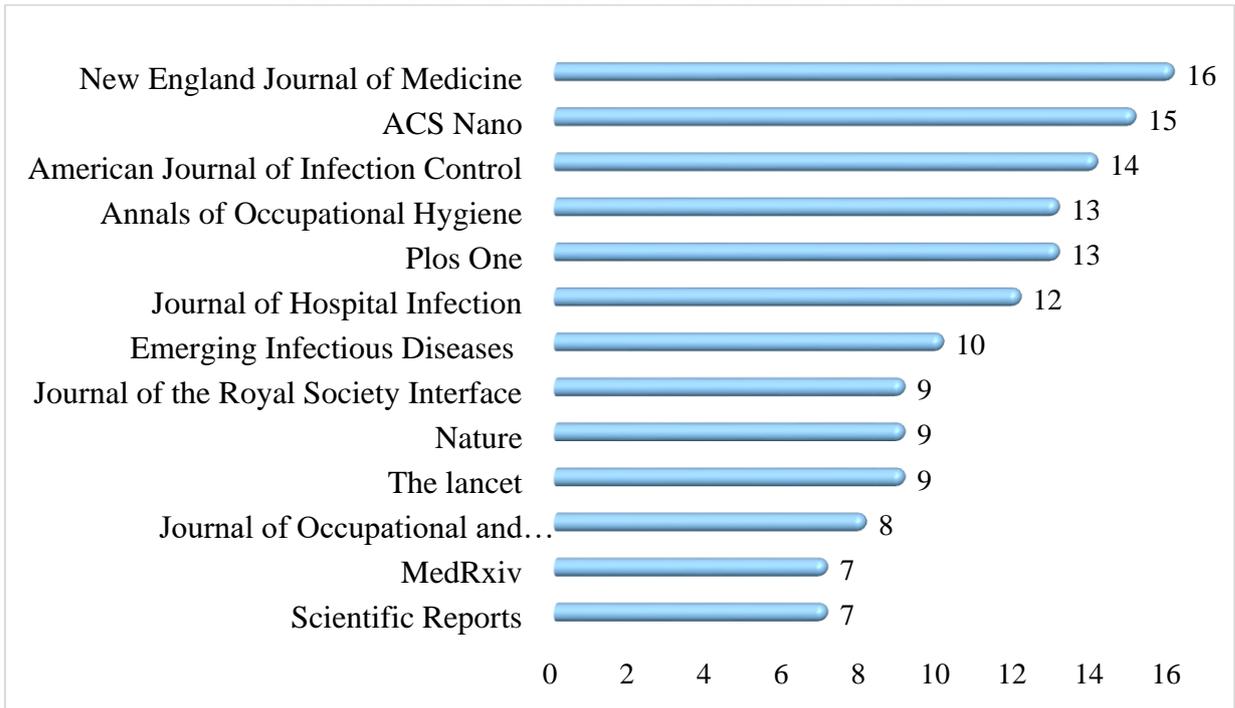


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O periódico *ACS Nano* possui a maior participação no portfólio, com quatro artigos publicados (25%). Pela Tabela 2 é possível perceber também que os dois artigos com maior número de citações foram publicados nesse periódico. O segundo periódico de destaque é o *Scientific Reports* com três publicações (18,7%), seguido de *Frontiers in Medicine* e *Nano Letters*, ambos com duas publicações. Os demais periódicos contam com apenas uma publicação, em que se destaca o *Physics of Fluids*, cujo artigo é o terceiro mais citado do portfólio.

A análise em relação ao número de periódicos mais citados nas referências dos artigos do portfólio encontrou treze periódicos com sete ou mais citações. O resultado pode ser visualizado no Gráfico 2 que contém o número total de citações de cada fonte.

Gráfico 2 – Periódicos mais citados nas referências do PB.



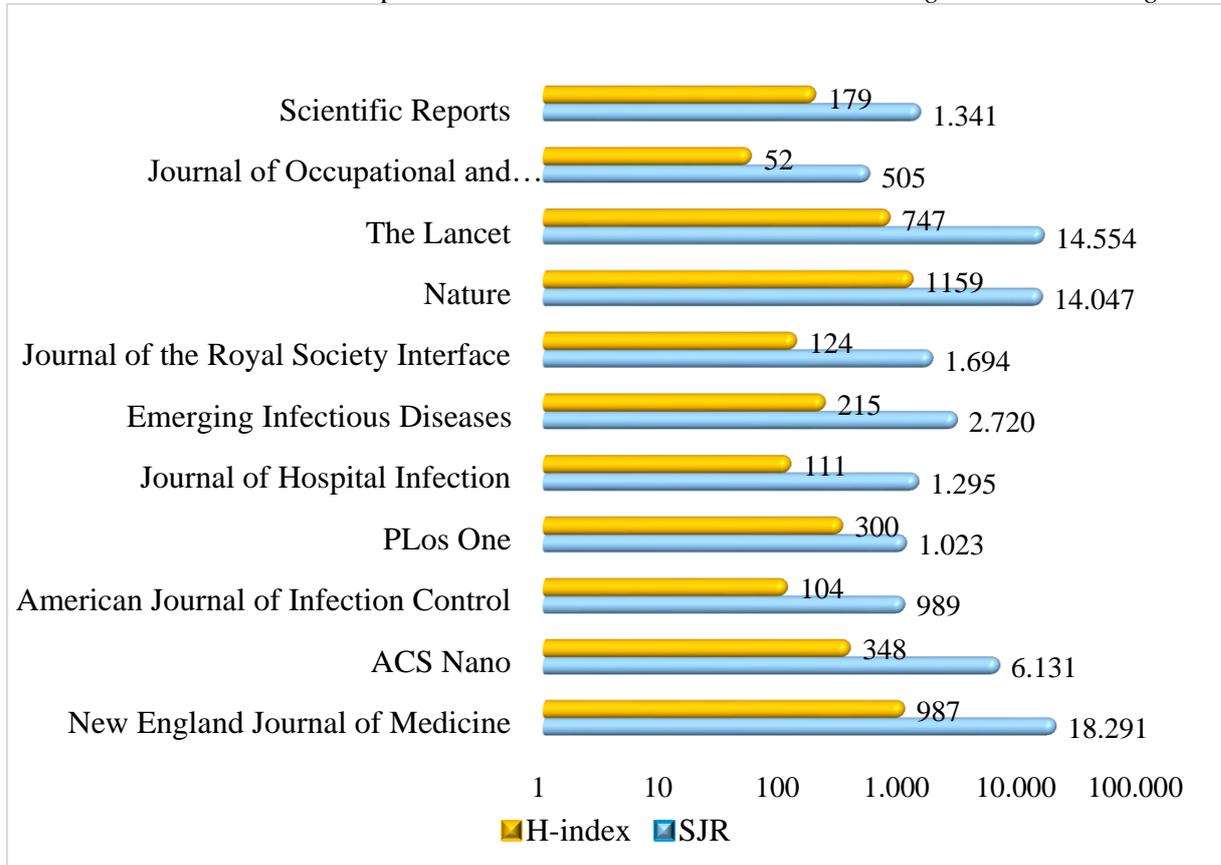
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

O periódico mais citado nas referências do portfólio é o *New England Journal of Medicine* com 16 citações, seguido pela *ACS Nano* com 15 citações. Em terceiro lugar, com 14 citações, está o *American Journal of Infection Control*, o quarto lugar é ocupado pelos periódicos *Annals of Occupational Hygiene* e *PLos One*, ambos com 13 citações cada. Dentre os periódicos das referências mais citados estão presentes no portfólio o *ACS Nano* e o *Scientific Reports*.

O fator de impacto dos periódicos foi obtido pela base de dados Scopus, através do indicador *Scimago Journal Rankings* (SJR) que mede o prestígio científico de periódicos baseado no número médio de citações que os artigos publicados em determinado periódico receberam nos últimos três anos. Outro índice utilizado, fornecido pela mesma base, é o *H-index*. Esse índice expressa o número (x) de artigos de um periódico que recebeu pelo menos x citações, ou seja, a quantidade de artigos que recebeu um número de citações maior ou igual a esse número (por exemplo, um *H-index* = 300 indica que naquele periódico 300 artigos receberam 300 ou mais citações). Assim, ele busca quantificar a produtividade científica e o impacto científico do periódico.

Os resultados obtidos para o SJR e *H-index* estão expressos no Gráfico 3. Não foi possível obter valores para *Medrxiv*⁴.

Gráfico 3 – Relevância dos periódicos de acordo com os índices *do Scimago Journal Rankings*.



Fonte: Elaborado pela autora com bases nos dados do SJR (2021)

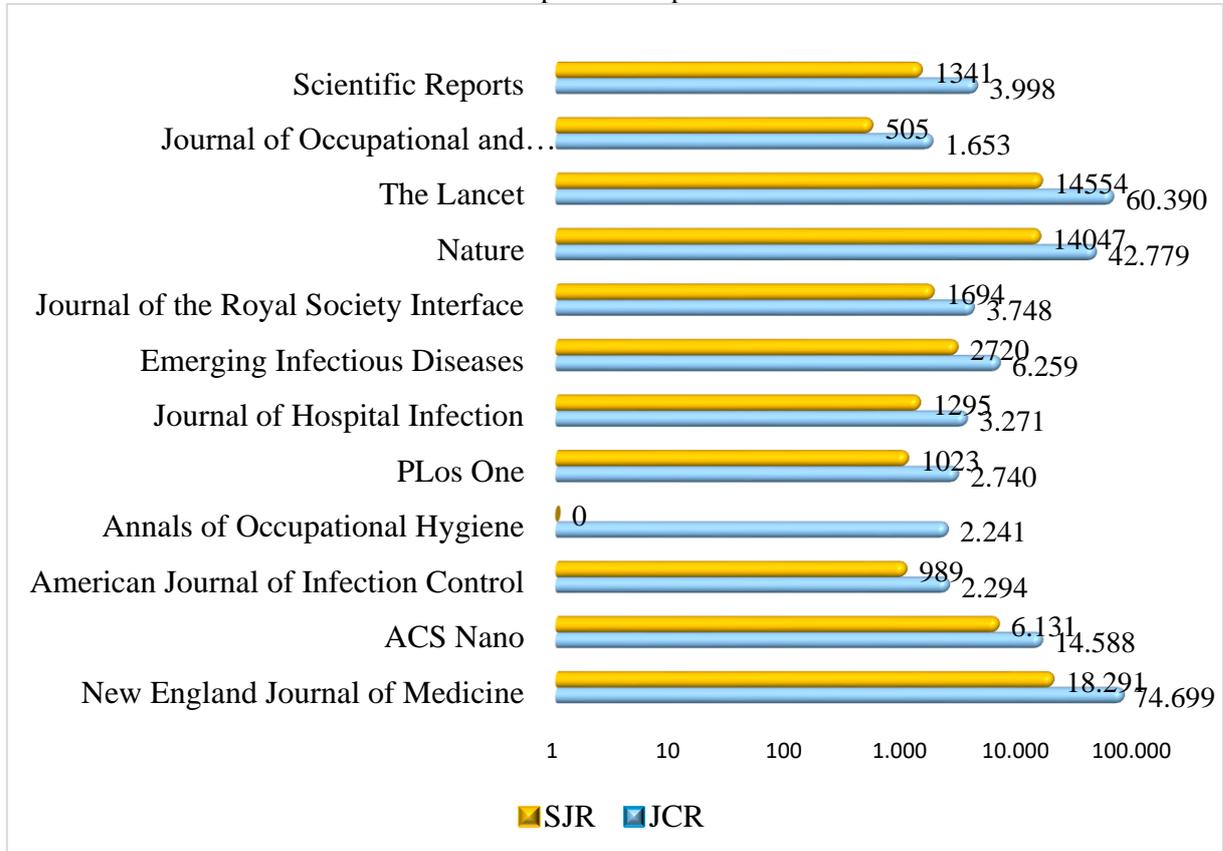
No Gráfico 3 é possível observar os periódicos de maior destaque, e o de maior fator de impacto pelo índice SJR é o *New England Journal of Medicine* (18.291). Na sequência se destacam também *The Lancet* (14.554), *Nature* (14.047) e *ACS Nano* (6.131). Observando-se o *H-index*, a revista *Nature* apresenta o maior índice (1.159), estando o *New England Journal of Medicine* em segundo lugar (987) e *The Lancet* em terceiro (747). Baseando-se na definição de ambos os índices, isso indica que o *New England Journal of Medicine* e *The Lancet* são os periódicos de maior prestígio, enquanto que a revista *Nature*, embora com menor prestígio, possui maior produtividade e impacto científico.

Outro indicador observado foi o JCR da base de dados Web of Science que mede o número médio de citações dos artigos publicados no periódico recentemente. No Gráfico 4 é

⁴ O *Medrxiv* é um repositório que armazena e disponibiliza artigos da área da saúde em sua versão *Preprint*.

possível visualizar os dois índices, JCR e SJR. Foi possível encontrar o fator de impacto do *Annals of Occupational Hygiene* apenas no JCR.

Gráfico 4 – Relevância dos periódicos pelos indicadores SJR e JCR.



Fonte: Elaborado pela autora com bases nos dados do JCR e SJR (2021)

Nota: o periódico *Annals of Occupational Hygiene* não consta da base da SJR

Por conta de serem indicadores que possuem um método de cálculo específico, os valores não são comparáveis. Entretanto, é possível perceber que em ambos os indicadores se destacam os mesmos periódicos, com o maior fator de impacto para o *New England Journal of Medicine*, seguido dos periódicos *The Lancet* e *Nature*.

O periódico *ACS Nano* se mostra, após todas as análises, ser um dos mais relevantes ao tema da pesquisa. Além de boa parte dos artigos do portfólio serem publicados nesse periódico, ele também é um dos mais citados pelas referências do portfólio. *ACS Nano* está entre os quatro mais prestigiados e com maior produtividade. Esse periódico é publicado pela *American Society of Chemistry (ACS)* e é voltado para nanotecnologia e nanociência, englobando as áreas de Engenharia, Ciência dos Materiais, Física e Química.

Outro periódico de destaque é o *New England Journal of Medicine*, um dos mais conceituados da área de Medicina, publicado pela *Massachusetts Medical Society*. Embora

não esteja presente no portfólio é o periódico mais presente nas referências dos artigos analisados e também o de maior prestígio.

Os periódicos *The Lancet* e *Nature* também se destacam pelos índices SJR, *H-index* e JCR, além de possuírem um número significativo de citações no portfólio (9 citações cada).

Boa parte dos artigos foi publicada em periódicos das áreas de Engenharia e Ciência dos Materiais, como *ACS Nano*, *Nano Letters*, *Separation and Purification Technology*, *Matter* e *Physics of Fluids*. Os estudos publicados nesses periódicos, em sua maioria, tratam de avaliar a eficiência de diferentes tipos de tecidos para filtrar partículas aerossolizadas, como é o caso do estudo de Konda et al. (2020), que é também o artigo mais citado do PB. Outros temas abordados por periódicos dessa área é a desinfecção de respiradores N95, estudado por Liao et al. (2020), o segundo artigo mais citado do portfólio, e o desenvolvimento de um filtro eletrostaticamente carregado para aumentar a eficiência de captura de partículas de máscaras, elaborado por Leung e Sun (2020).

Destaca-se também o *Scientific Reports*, que é multidisciplinar, com dois estudos, sendo um deles o desenvolvimento de um sistema de revestimentos com sal para desativação de vírus, proposto por Quan et al. (2020) e o estudo de Asadi et al. (2020) que testou a eficácia de alguns tipos de máscaras na redução da emissão de partículas. Apenas dois periódicos são da área da Medicina: o *CMAJ* e o *Frontiers in Medicine*. Percebe-se que todos os estudos publicados nesses periódicos utilizaram patógenos, como os estudos de Rodriguez-Palacios, Conger e Cominelli (2020) e Rodriguez-Palacios et al. (2020) que testaram a eficiência de tecidos para barrar a contaminação de bactérias contidas nos aerossóis pulverizados sobre eles. Já o estudo de Daeschler et al. (2020) utilizou o SARS-CoV-2 para inocular respiradores N95 e assim testar métodos de desinfecção.

Dentre os periódicos mais citados nas referências do PB a grande maioria pertence ao domínio da Medicina, com destaque para os periódicos mais renomados da área como o *New England Journal of Medicine* e *The Lancet*. Embora sejam trabalhos desenvolvidos nas áreas de Engenharia e Ciência dos Materiais, visam estudar a eficácia de materiais têxteis para atender uma demanda específica da Medicina.

4.1.2 Análise dos autores

A próxima análise realizada foi em relação aos autores. A lista dos autores mais citados do PB, com mais de 50 citações, pode ser observada na Tabela 3.

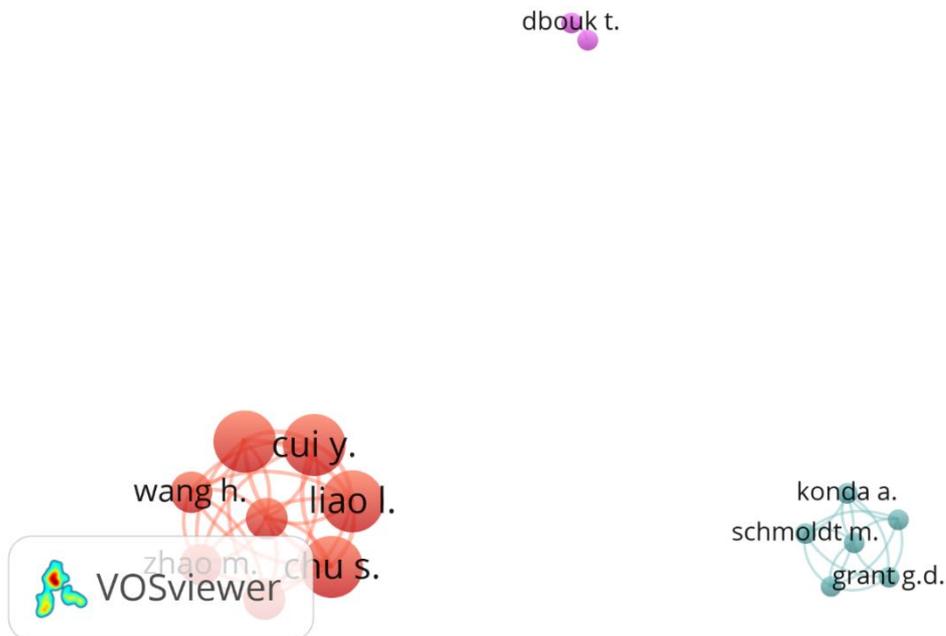
Tabela 3 – Autores mais citados do PB.

Autor	Artigos no portfólio	Citações
Abhinav Prakash	1	176
Abhiteja Konda	1	176
Supratik Guha	1	176
Gregory D. Grant	1	176
Gregory A. Moss	1	176
Michael Schmoldt	1	176
Lei Liao	3	119
Steven Chu	3	119
Wang Xiao	3	119
Yi Cui	3	119
Haotian Wang	2	116
Mervin Zhao	2	116
Qiqi Wang	2	116
Xuanze Yu	2	116
Dimitris Drikakis	1	63
Talib Dbouk	1	63

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Os autores mais citados, com 176 citações, são os responsáveis pelo artigo mais mencionado do portfólio, seguidos dos grupos de autores que têm participação em mais de um artigo do portfólio, com 116 e 119 citações. Por último, estão os autores do terceiro artigo mais citado. Esse fato é evidenciado na rede de coautoria elaborada com esses autores (Figura 7).

Figura 7 – Rede de coautoria dos autores mais citados do portfólio.



Fonte: Elaborado pela autora por intermédio do VOSviewer[®] (2021)

As redes de coautoria mostram os autores que colaboram entre si publicando artigos em conjunto. Cada nó (círculo) representa um autor, o tamanho dos nós indica a quantidade de documentos dos autores na amostra, ou seja, os autores com três publicações são representados pelos círculos maiores, em seguida os autores com dois artigos representam os círculos médios e por último os círculos menores indicam autores com apenas um artigo. A proximidade entre os nós representa a frequência em que os autores publicaram juntos, ou seja, quanto mais próximos, mais artigos publicaram conjuntamente.

Assim, analisando a rede (Figura 7), observa-se que os autores mais citados estão concentrados em diferentes *clusters*⁵ (indicados pelas cores), que representam os grupos de autores que colaboraram juntos. O primeiro *cluster*, na cor vermelha, representa os autores que possuem mais de um artigo (dois e três artigos); é possível observar que todos eles estão relacionados pelas linhas, ou seja, todos publicaram artigos em conjunto. O segundo *cluster*, na cor azul, indica os seis autores mais citados, que são os autores do artigo mais citado do portfólio. O terceiro *cluster*, na cor roxa, contém dois nós que representam os dois últimos autores da Tabela 3, cujo artigo por eles publicado é o terceiro mais citado do portfólio.

⁵ Os clusters são conjuntos de nós (da variável analisada) que se formam por proximidade, ou seja, pela força da interação entre eles (ECK; WALTMAN, 2010).

Outra busca realizada para encontrar autores relevantes ao tema da pesquisa foi nas referências dos artigos do portfólio. Para isso, considerou-se relevantes apenas os autores que foram citados no mínimo dez vezes nas referências do PB. A partir disso, obteve-se oito autores. A relação desses autores e seus respectivos números de citações pode ser vista na Tabela 4.

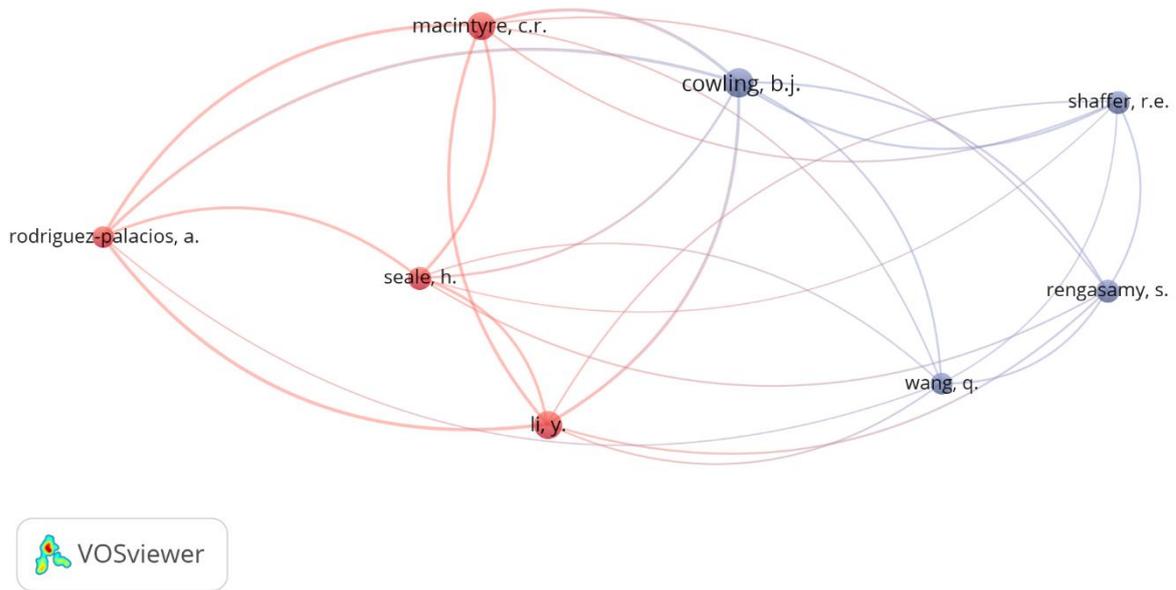
Tabela 4 – Autores mais citados pelas referências do portfólio.

Autor	Citações
Benjamin John Cowling	14
Yiping Li	13
Raina Macintyre	13
Samy Rengasamy	11
Holly Seale	11
Ronald E. Schaffer	11
Alex Rodriguez-Palacios	10
Qiqi Wang	10

Fonte: Elaborada pela autora (2020)

Dentre esses autores, apenas dois deles possuem artigos no portfólio, são eles: Alex Rodriguez-Palacios e Qiqi Wang. Sendo este último um dos autores mais citados do portfólio, com dois artigos e 116 citações. Portanto, embora não esteja entre os autores mais citados do portfólio, Alex Rodriguez-Palacios também pode ser considerado um autor de destaque. Na Figura 8 é possível visualizar a rede de co-citação desses autores, que indica a frequência com que eles foram citados juntos e a relação de conteúdo entre eles.

Figura 8 – Rede de co-citação dos autores mais citados nas referências dos artigos do portfólio.



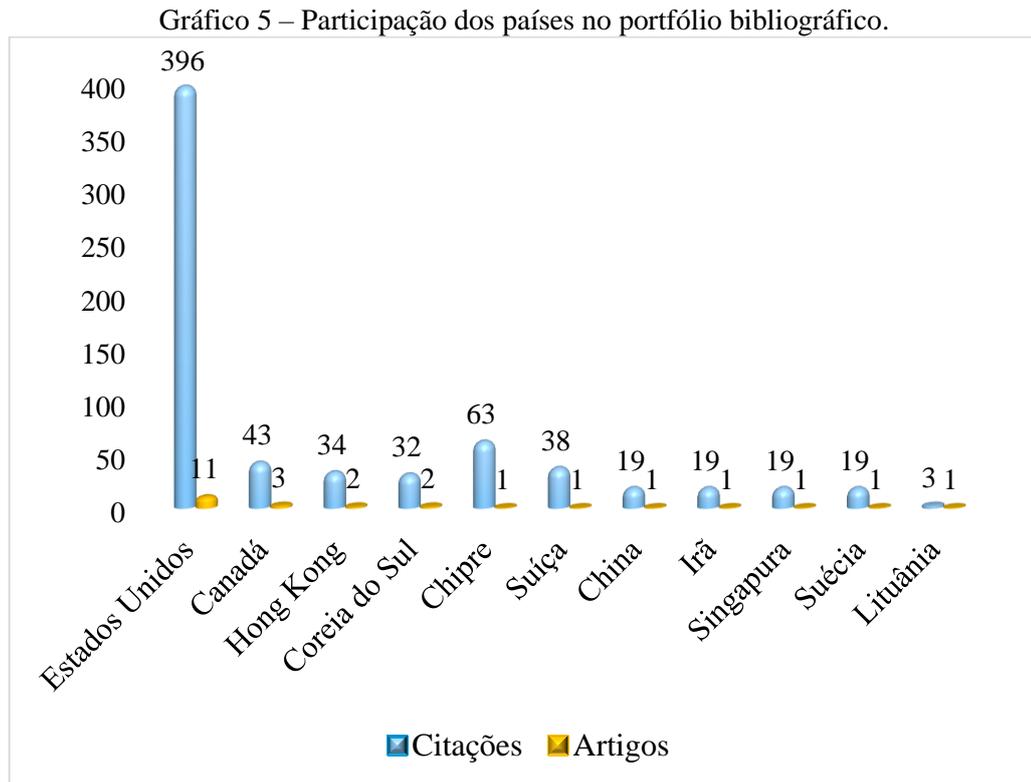
Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Nessa rede, o tamanho dos nós, que representam os autores, é definido pela quantidade de citações de cada autor. Os autores mais citados são representados pelos círculos maiores. A proximidade entre eles indica a frequência com que são citados juntos, sendo que quanto mais próximos mais vezes são co-citados.

Observando-se a Figura 8, verifica-se a formação de dois *clusters*: o primeiro, na cor vermelha, apresenta os seguintes autores (por ordem de citação): Yiping Li (li, y.), Raina Macintyre (macintyre, c.r), Holly Seale (seale, h.) e Alex Rodriguez-Palacios (rodriguez-palacios, a.), que possuem maior proximidade, indicando que seus trabalhos aparecem citados em conjunto com frequência; o segundo *cluster*, em azul, contém os seguintes autores: Benjamin Jonh Cowling (cowling, b. j.); Samy Rengasamy (rengasamy, s.); Ronald E. Shaffer (shaffer, r. e.) e Qiqi Wang (wang, k.). É possível observar na rede que o autor mais citado, Benjamin Jonh Cowling, possui relação de co-citação com os demais autores representados na rede, indicando que ele já foi citado conjuntamente por todos eles, assim como a autora Raina Macintyre. Ambos são co-citados com mais frequência, o que está indicado pela maior proximidade entre os nós. Outro autor que possui relação de co-citação com todos os demais autores representados na rede é Qiqi Wang, encontrado mais frequentemente em co-citação com Samy Rengasamy.

4.1.3 Análise dos países

O Gráfico 5 apresenta a distribuição dos artigos por país, obtida de acordo com a origem das instituições vinculadas aos autores. Por meio dessa análise é possível perceber a participação de diferentes países nos artigos que compõem o PB.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

As barras laranjas indicam quantos artigos do portfólio estão vinculados a cada país (instituições). As barras azuis indicam o número total de citações dos artigos por país. Percebe-se que a maior parte dos estudos aconteceu em instituições norte americanas, sendo os Estados Unidos e o Canadá os países com mais artigos e citações. Em relação ao número de artigos no portfólio, Hong Kong e Coreia do Sul vem em seguida, ambos com dois artigos e 34 e 32 citações, respectivamente. Os demais países possuem apenas um artigo vinculado no portfólio, e por número de citações destacam-se Chipre e Suíça (com 63 e 38 citações, respectivamente). China, Irã, Singapura e Suécia vêm na sequência com 19 citações cada, por último tem-se a Lituânia com apenas três citações.

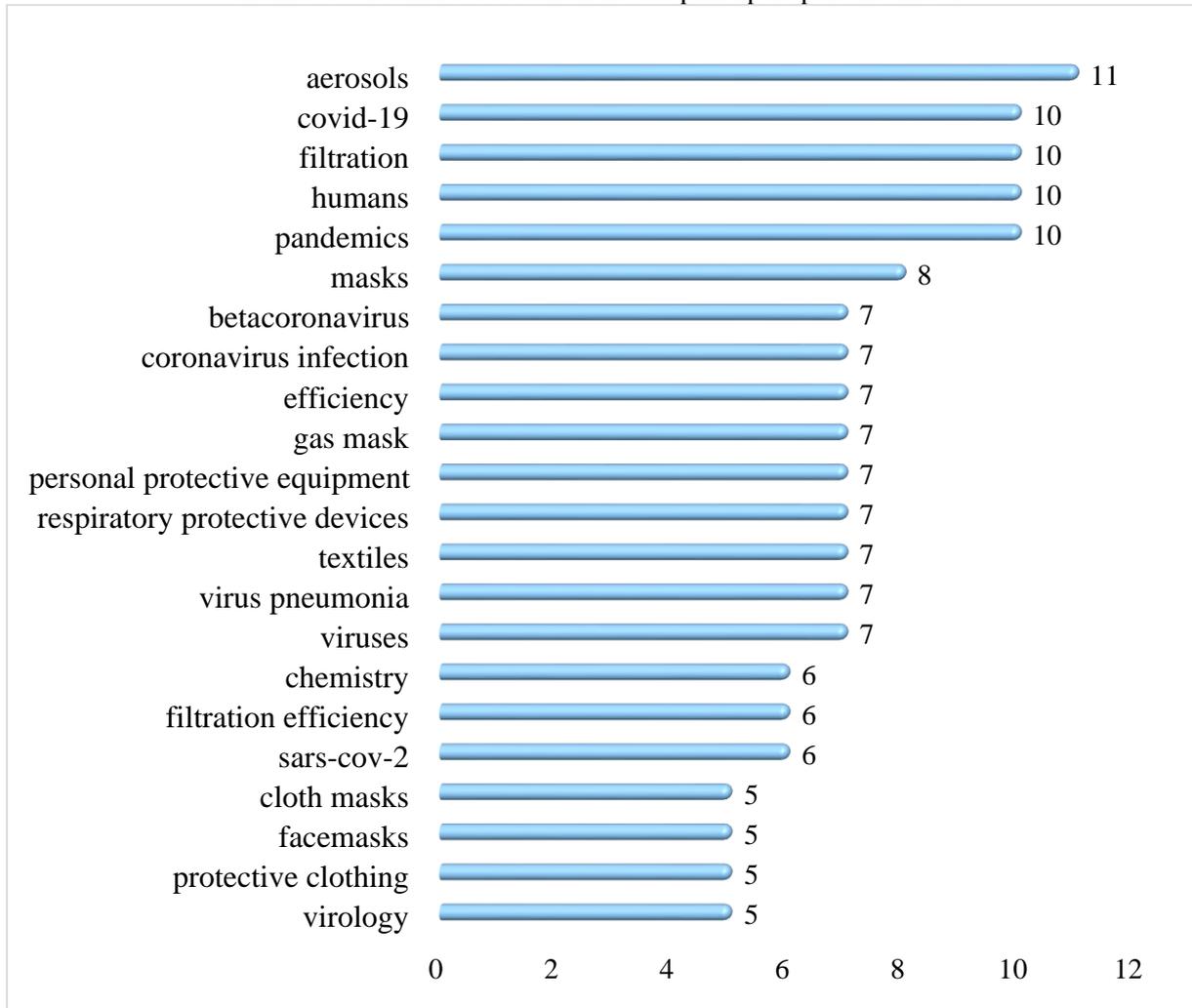
Os países mais envolvidos nos artigos do portfólio, Estados Unidos e Canadá, são também os mais citados. A China, apesar de ser o país onde, conforme indícios, a Pandemia de

COVID-19 teve origem e de ser um dos principais produtores de máscaras descartáveis no mundo, não apresenta grande destaque. Vale salientar que nem todas as afiliações dos autores estão explicitadas nos artigos. Esse resultado pode ser confrontado com o estudo bibliométrico sobre Covid, desenvolvido por Yu et al. (2020), no qual observa-se que pesquisadores chineses têm grande impacto na produção artigos de sobre COVID-19, no entanto, com foco em genoma viral e transmissão da doença. As análises realizadas por Yu et al. (2020) apontam que a maior parte dos estudos focam em vacina, tratamento e na proteína Spike. Esse resultado sugere que este estudo aborda uma temática relevante para diminuição de casos em vista de tantas incertezas sobre essa doença.

4.1.4 Análise das palavras-chave

A análise da coocorrência de palavras-chave indica o número de artigos nos quais é possível encontrar determinado termo, seja no título, resumo ou palavra-chave (nesse caso selecionou-se a opção *all keywords* no VOSviewer© que considera também as palavras-chave definidas pela base de dados bibliográfica). Para facilitar a visualização da rede, apenas palavras com cinco ou mais ocorrências foram consideradas, totalizando 22 termos. A distribuição do número de ocorrências por palavra-chave está indicada no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Número de ocorrência das principais palavra-chave.



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

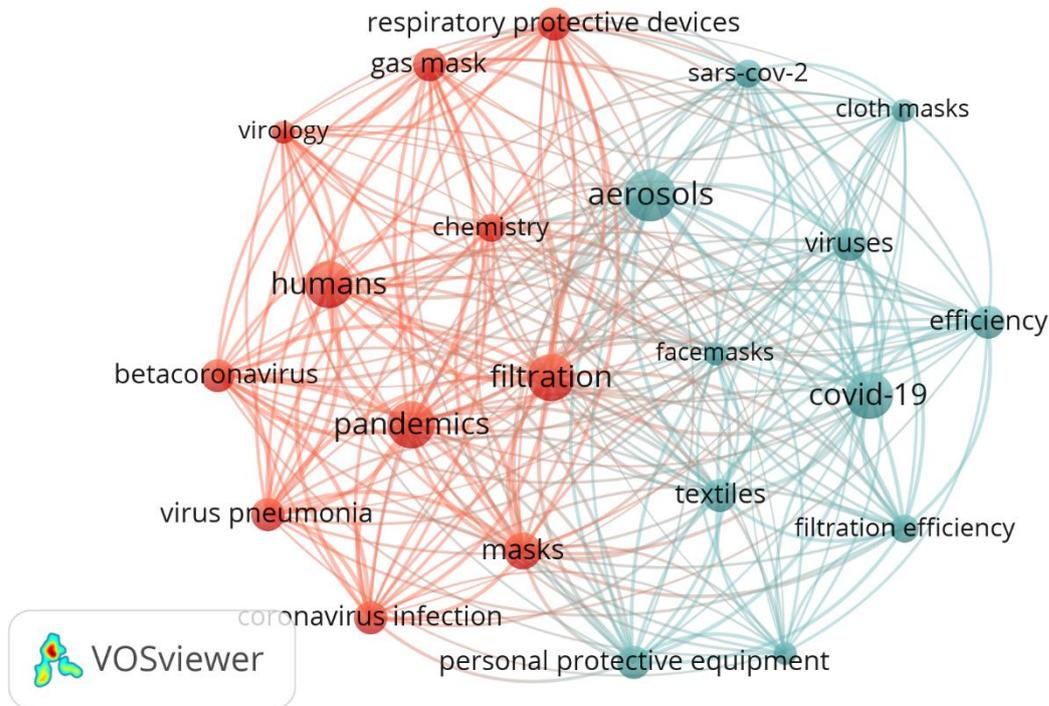
A palavra-chave de maior ocorrência é *aerosols*, em seguida estão os termos COVID-19, *filtration*, *humans* e *pandemics*, todos com dez ocorrências, e o termo *mask* com oito ocorrências. Visto que a maior parte dos trabalhos é recente e foi elaborada durante a Pandemia de Coronavírus, essas palavras refletem a quantidade significativa de estudos que analisam a eficiência de máscaras, que se tornaram de uso obrigatório em todo o mundo para filtrar partículas expiratórias aerossolizadas.

Em quarto lugar, com sete ocorrências, estão os termos *betacoronavirus*⁶, *efficiency*, *gas mask*, *personal protective equipment*, *respiratory protective devices*, *textiles*, *virus pneumonia* e *viruses*. Em seguida, com seis ocorrências observa-se as palavras *chemistry*, *filtration efficiency* e ‘SARS-CoV-2’. E finalmente, os termos com apenas cinco ocorrências:

⁶ Betacoronavírus: um dos quatro gêneros de coronavírus, o SARS-CoV-2 pertence a esse gênero (AGCA; SAGLIK; ENER, 2021).

cloth masks; face masks; protective clothing e virology. Na Figura 9 é apresentada a rede de coocorrência das palavras-chave.

Figura 9 – Rede de coocorrência de palavras-chave.



Fonte: Elaborada pela autora (2021)

Cada nó representa uma palavra-chave. O tamanho dos nós é proporcional ao número de ocorrências e a proximidade entre os nós é equivalente a frequência com que os termos ocorrem simultaneamente (termos frequentemente relacionados). Os termos *aerosol* e *filtration* encontram-se no centro da rede e próximos a eles estão termos relacionados às máscaras como o próprio termo *mask* e os termos *face masks*, *cloth masks* e *respiratory protective devices*. Esse fato reflete o conteúdo central dos artigos do portfólio que estudam o uso de diferentes tipos de máscaras para proteção pessoal e sua eficiência de filtração.

O *software* dividiu a rede em dois *clusters*, cada um com 11 palavras. O primeiro *cluster*, na cor vermelha, contém os termos mais voltados ao segundo eixo da pesquisa, ou seja, pandemias, pois se tratam de termos relacionados a patologias, como *betacoronavirus*, *pneumonia viral*, *coronavirus infection*, *virology* e o próprio termo *pandemics*. A partir desse resultado, é possível perceber que os documentos tratam de doenças infecciosas virais, em especial a recente causada pelo novo Coronavírus, justamente pelo fato de serem documentos publicados recentemente.

Já o segundo *cluster*, na cor azul, agrupa palavras mais relacionadas com o primeiro eixo de pesquisa, que são os materiais têxteis e seu uso para proteção. Isso pode ser observado pelos termos *face masks, cloth masks, textiles, filtration efficacy, personal protective equipment* e *COVID-19*. Assim, percebe-se que materiais têxteis foram pesquisados no sentido de comprovar ou melhorar sua eficácia na proteção contra agentes virais, tudo isso motivado pela Pandemia de COVID-19.

A análise da coocorrência de palavras-chave reflete o principal foco dos trabalhos, que são máscaras faciais e sua eficiência de filtração. Nota-se, também, a frequente menção ao coronavírus e outros vírus em geral, visto que boa parte das epidemias e pandemias que ocorrem são causadas por esse tipo de organismo. Além disso, geralmente a forma de transmissão desses patógenos ocorre pelo contato com gotículas de saliva e aerossóis gerados ao tossir ou espirrar. Isso também justifica o termo aerossol ser o mais frequente, visto que metade dos estudos do PB realizaram ensaios com a geração de partículas de aerossol. Assim, as máscaras são uma forma de contenção dessas doenças e a eficácia delas depende de sua eficiência de filtração.

Outro fator que também pode ser percebido na análise de coocorrência de palavras-chave foi a necessidade do uso de máscaras de tecido (evidenciado pelo termo *cloth masks*). Com o incentivo do uso de máscaras cirúrgicas para proteção durante a Pandemia de Coronavírus, principalmente para os agentes da saúde, teve-se uma escassez desse tipo de máscara, forçando a população a utilizar máscaras de materiais alternativos cuja eficiência não é ainda comprovada. Assim, os estudos buscam estudar os tipos de materiais utilizados e sua eficiência de filtração.

4.2 ANÁLISE SISTÊMICA

Nesta seção serão descritas as análises do conteúdo dos artigos do portfólio de acordo com as lentes de pesquisa estabelecidas a partir da leitura dos mesmos, são elas: os materiais pesquisados; os acabamentos estudados e as formas de desinfecção e higienização (Quadro 1). Para tanto, foi realizada uma análise dos textos do PB com vista a categorizar o seu conteúdo de acordo com objetivos, metodologia, resultados e conclusão (Quadro 1, do Apêndice A). Essa análise contribuiu para identificação das lentes de pesquisa.

Quadro 1 – Lentes de pesquisa.

Lentes	O que busca?
1. Tipos de materiais	Quais tipos de fibra e tecidos são mais utilizados e estudados.
2. Desinfecção e reutilização	Quais materiais podem ser reutilizados, e quais os métodos para sua desinfecção.
3. Tecnologias de acabamento	Quais tecnologias de acabamento para substratos foram estudadas e desenvolvidas.

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

4.2.1 Tipos de materiais

As máscaras cirúrgicas descartáveis atuais são produzidas a partir de fibras sintéticas, provenientes de recursos não renováveis e não biodegradáveis, de modo que podem ser consideradas danosas ao meio ambiente. O fato de serem descartáveis, de uso único e ter aumentado consideravelmente sua utilização nos últimos tempos geraram efeitos nocivos ao meio ambiente devido à deposição significativa de microplásticos, os quais são agentes nocivos e de difícil degradação. Diante desse diagnóstico, Das *et al.* (2020) propõe o desenvolvimento de máscaras biodegradáveis a partir de um biopolímero, o glúten. De acordo com o estudo, é necessário produzir membranas eletrofiadas desse polímero e subsequentemente carbonizá-la a mais de 700°C formando, assim, uma estrutura de rede, a qual pode atuar simultaneamente como meio filtrante e reforço para as máscaras à base de glúten. Como resultado da criação dessas máscaras, será possível obter produtos que sejam simultaneamente eficazes na redução da transmissão de doenças infecciosas e ao mesmo tempo sustentáveis.

Lee *et al.* (2021) estudaram de forma não destrutiva, através de microscopia de raios X e inteligência artificial (*Deep Learning*⁷), as principais características físicas dos respiradores N95, quantificando propriedades como a porosidade e a distribuição de fibras. O mecanismo de filtração foi analisado em termos da distribuição de partículas, por meio de ensaios realizados em várias amostras, variando-se a intensidade de deposição de partículas de aerossóis de cloreto de sódio (NaCl) com diâmetro de aproximadamente 75±20nm (semelhante a partículas virais). As imagens obtidas pela microscopia de raios-X foram reconstruídas e processadas por

⁷ O *Deep Learning* é um subconjunto da aprendizagem de máquina e um subcampo da Inteligência Artificial (Lee *et al.*, 2021).

algoritmos do *Deep Learning*. Os resultados apontam que as partículas se acumulam mais na superfície externa da máscara, sobre a qual eles incidem inicialmente, com isso, a permeabilidade dessa camada é reduzida. Outro fator que afeta significativamente a concentração de partículas contaminantes é a uniformidade de distribuição de fibra, sendo que uma orientação randômica é mais eficiente em capturar partículas. Além disso, conclui-se que o tamanho das fibras também influencia na filtração, de modo que fibras com diâmetro menor de 1.8 μ m apresentaram maior eficiência.

As máscaras de não tecidos geralmente apresentam estruturas fibrosas e porosas como a considerada no estudo de Dbouk e Drikakis (2020), onde modelaram computacionalmente a física do fluxo respiratório de gotículas que surgem a partir da tosse através e ao redor de uma máscara facial. Com esse estudo, conclui-se que um dos fatores mais importantes para a eficácia de máscaras, além das propriedades do material utilizado em sua manufatura, é seu ajuste ao rosto. Conforme os resultados da simulação computacional do incidente de tosse, percebe-se que uma máscara que não se adequa perfeitamente ao rosto pode permitir vazamento de partículas por suas lacunas.

Asadi *et al.* (2020) testaram a eficácia de respiradores KN95, respiradores N95, máscaras cirúrgicas, máscaras de papel e de tecido na redução das taxas de emissão de partículas de aerossol durante a respiração, fala e tosse por indivíduos saudáveis. As máscaras cirúrgicas e os respiradores KN95 reduziram a emissão de partículas para taxas entre 90% e 75% em média durante a fala e tosse, respectivamente, em comparação com a ausência do uso de máscara. Os resultados obtidos por máscaras de tecido produzidas a partir de fibras de CO foram inconclusivos e, em alguns casos onde foram utilizadas, excedeu-se a emissão de partículas quando comparada a não utilização de máscara. Isso levanta a possibilidade de que fibrilas soltas das máscaras de CO contaminadas possam servir como fômites.

Konda *et al.* (2020) testaram a eficiência de máscaras produzidas a partir de diferentes tipos de tecido (diferentes composições), variando o número de camadas, além de combinar camadas de diferentes tecidos. Foram testados tecidos planos de diferentes composições: 100% CO (com 80 e 600 fios por polegada); 65% CO e 35% PES; 100% PES; 100% seda (SK); 52% poliamida (PA), 39% PES e 9% elastano (PUR); estrutura de cetim 97% PES e 3% PUR; 90% PES e 10% PUR e outras diferentes misturas de PES e CO. Os resultados apontam que tecidos de CO com maior número de fios são mais eficientes na filtração das partículas quando comparados com as demais combinações. A filtragem eletrostática de aerossóis foi levada em consideração, assim, três tecidos foram investigados por possuírem um valor moderado de carga

eletrostática: 100% SK, 90% PES e 10% PUR e 65% CO e 35% PES. Os resultados mostram que para esses tecidos o desempenho na filtração de partículas menores de 300nm é superior ao desempenho na faixa de 300nm a 6µm, ou seja, partículas pequenas são mais facilmente capturadas por esses tecidos, o que pode ser justificado pelo efeito eletrostático desses materiais. A combinação de tecidos 100% CO com tecidos de SK, 90% PES e 10% PUR ou 60% CO e 35% PES podem fornecer ampla cobertura de filtração, provavelmente devido aos efeitos combinados de eletrostática (presentes na SK e em fibras sintéticas) e filtração física (do tecido de CO). Konda *et al.* (2020) também reportam que as aberturas e lacunas (como aquelas entre a borda da máscara e o rosto) podem prejudicar o desempenho, sendo necessário o desenvolvimento de mais estudos acerca deste tema.

Lustig *et al.* (2020) realizaram um estudo comparando a eficiência de filtração de 70 diferentes combinações de tecidos com máscaras cirúrgicas e respiradores médicos. O estudo se baseou em condições de teste que emulam métodos ASTM para a medição da transmissão de nanopartículas através dos materiais. Esses métodos permitem alta precisão e reprodutibilidade. Os resultados mostram que diversos sistemas com várias camadas de tecidos exibem transmissão fracionada (contagem de nanopartículas transmitidas através do material, normalizada pela contagem de nanopartículas incidentes) estatisticamente inferior ou equivalente ao respirador N95 composto de cinco camadas. Os sistemas que apresentaram transmissão fracionada estatisticamente inferior ao respirador N95 foram: máscara com filtro de celulose; máscaras combinando duas camadas externas de denim com duas camadas internas de não tecido de PP; e duas camadas de tecido plano de CO (tecidos para acolchoados) com quatro camadas de não tecido de PP. A partir do aumento da densidade de fibra verifica-se um aumento na probabilidade de colisão das gotículas de aerossol com o tecido. As combinações mais eficazes são aquelas que apresentam camadas absorventes e, tendo em vista que a máscara não deve permitir que o vírus seja embebido e entre pela boca, a mesma não deve estar em contato com os lábios, ou deve conter pelo menos uma camada hidrofóbica.

No trabalho de Zangmeister *et al.* (2020), 32 variedades de tecido (14 de CO, um de lã, nove sintéticos, quatro misturas sintéticas e quatro misturas de CO com fibras sintéticas) tiveram sua eficiência de filtração, respirabilidade (diferencial de pressão) e parâmetros de construção (tipo de estrutura, contagem de fios e densidade) avaliados. Os materiais escolhidos eram comumente utilizados na fabricação de máscaras destinadas à proteção contra o vírus SARS-CoV-2. Filtros de PP, máscaras cirúrgicas e respiradores N95 também foram estudados para fins de comparação. Os materiais foram testados com aerossol de NaCl com partículas de

diâmetros entre 50 e 825nm. Os melhores desempenhos foram obtidos com tecidos 100% CO e tecidos sintéticos com elevada densidade de fios. Em contraste com estudos como o de Konda *et al.*, (2020), Muller *et al.* (2020) e Lustig *et al.* (2020), as amostras que utilizam combinações de diferentes tecidos não exibiram uma diferença significativa de eficiência de filtração, quando comparado com o material individual. A eficiência de filtração e o diferencial de pressão aumentaram com acréscimo de camadas no caso de PES/CO (65%/35%), sugerindo que máscaras de várias camadas podem oferecer proteção maior contra aerossóis de tamanho manométrico, entretanto, esse número é limitado pois deve-se manter a respirabilidade a qual é medida em termos do diferencial de pressão, de modo que quanto menor esse diferencial maior a respirabilidade.

Woon, Leung e Sun (2020) se basearam no mecanismo de captura eletrostática de partículas virais (considerando que as mesmas são negativamente carregadas) para desenvolver um filtro de fluoreto de polivinilideno (PVDF) positivamente carregado. Várias combinações de diâmetros e quantidades de nanofibras foram explorados no estudo, bem como a atuação dos diferentes mecanismos de filtração na captura de partículas (eletrostático, difusão e interceptação). Os resultados apontam que, para os filtros desenvolvidos, o mecanismo eletrostático é aparentemente dominante em relação aos mecanismos de captura mecânica, com exceção para os aerossóis de menor diâmetro, os quais eram capturados majoritariamente pelo mecanismo de difusão. Menores diâmetros de nanofibras levaram a uma maior captura mecânica por difusão e interceptação, mas, a captura eletrostática, não teve um aumento significativo com nanofibras de menor diâmetro (84 a 525nm). Os filtros desenvolvidos usando tanto os menores diâmetros de nanofibras, como diâmetros maiores, apresentaram elevado desempenho, sendo que obteve-se mais de 90% deficiência na captura de partículas do ar (aerossóis de NaCl de 100nm).

Conforme indicam os estudos de Konda *et al.* (2020) e Dbouk e Drikakis (2020) não somente as características do tecido utilizado influenciam na eficiência das máscaras, mas também o seu ajuste ao rosto. Nesse sentido, o estudo de Mueller *et al.* (2020) considera a eficiência da máscara como uma função de seu ajuste ao rosto além do tipo de material utilizado. Sua pesquisa teve por objetivo propor um método padronizado de testar o desempenho de máscaras cirúrgicas e de tecido por meio da avaliação da eficiência média de remoção de partículas. Para verificar de forma independente o efeito do ajuste das máscaras ao rosto, as máscaras foram avaliadas quando usadas conforme projetado e também com uma camada fina e elástica de PA sobreposta (a qual ajustava o material ao rosto). As máscaras cirúrgicas

apresentaram eficácia de remoção de partículas entre 50% a 75% quando utilizadas conforme projetado. Em comparação, quando bem ajustadas ao rosto, com a camada de PA, alcançam eficiência entre 86% a 90%, indicando que o ajuste material pode realmente fornecer uma filtragem muito melhor e que as diferenças obtidas entre as marcas (das máscaras utilizadas) se devem mais a qualidade do ajuste do que ao material de composição. Máscaras produzidas no estilo de máscaras cirúrgicas apresentaram elevada variabilidade nos resultados e em geral baixa eficiência (a qual era melhorada com a adição da camada de PA), enquanto que máscaras em formato cônico apresentaram melhor ajuste e conseqüentemente se mostraram mais eficientes. Outro aspecto observado é que uma maior eficiência de filtração era alcançada por máscaras que apresentavam alguma camada com um elemento filtrante como um não tecido, além das duas camadas de CO.

Zhao *et al.* (2020) avaliaram a eficiência de filtração e a respirabilidade de tecidos comuns de origem natural e sintética usando uma versão modificada do procedimento de ensaio padrão NIOSH⁸ com aerossóis de NaCl com diâmetro médio de $0,075 \pm 0,02\mu\text{m}$. Entre os materiais testados estavam três não tecidos de PP fiados por sopro (*meltblown*), com diferentes gramaturas, um não tecido de PP produzidos por fiação contínua (*spunbound*), um tecido plano e duas malhas de CO, um tecido de SK e um tecido de PA. Entre os não tecidos de PP os que se mostraram mais eficientes em termos de filtração foram aqueles utilizados em máscaras cirúrgicas e respiradores (formados pelo método *meltblown*). As malhas de CO foram mais eficientes do que o tecido de CO, o qual possuía uma gramatura menor. Entretanto, entre as amostras de malhas a gramatura não teve influência significativa na filtração. Entre os materiais sintéticos o tecido de PA apresentou a melhor eficiência de filtração, seguido da malha de PES. As eficiências de filtração obtidas durante o ensaio não consideraram possíveis problemas de vedação das máscaras, causadas pelo seu ajuste inadequado ao rosto, como ocorre, por exemplo, com as máscaras cirúrgicas que não têm nenhum mecanismo de encaixe para garantir uma vedação adequada.

Rodriguez-Palacios, Conger e Cominelli (2020) desenvolveram um teste *in vivo* para avaliar a eficiência de tecidos de CO para filtrar partículas que continham bactérias, uma vez que partículas virais geralmente estão associadas a bactérias. Os tecidos utilizados eram compostos de CO com fio penteado, sendo que duas camadas desses tecidos foram utilizadas para cobrir gaiolas contendo camundongos livres de qualquer tipo de germes. Duas gramaturas

⁸ O procedimento de teste padrão do NIOSH determina a eficiência de filtração de partículas para filtros de respiradores e purificadores de ar (Zhao *et al.*, 2020).

foram testadas: 120 e 200g/m². As soluções com bactérias foram então pulverizadas sobre as gaiolas, a partir de um método de simulação de espirro. Os tecidos de ambas as gramaturas foram 100% eficientes em impedir a contaminação dos camundongos. A partir disso, conclui-se que os tecidos testados são eficazes para impedir o cruzamento de gotículas de líquido durante um espirro.

Em outro estudo Rodriguez-Palacios *et al.*, (2020) testaram a eficiência de tecidos de fácil acesso para reduzir a dispersão de gotículas contaminadas com bactérias. Para isso utilizaram novamente um sistema de *spray* simulando um espirro, por meio do qual as partículas contaminadas eram pulverizadas sobre os têxteis. Seis diferentes tipos de têxteis foram testados, incluindo tecido 100% CO penteado, tecido de microfibra 100% PES, dois tecidos 100% CO (um com 140 g/m²; e outro com 115 g/m²) e malha 100% PES. Os resultados dos experimentos indicam que o uso de duas camadas de têxteis são tão eficazes quanto as máscaras médicas na prevenção de dispersão de gotículas no ambiente, sendo que duas camadas de 100% CO penteado, e de malha 100% PES impediram completamente a ejeção de macrogotas e reduziram a ejeção de microgotas em 97,2%.

4.2.2 Acabamentos

Tendo em vista a escassez de máscaras durante períodos de pandemia, e as incertezas em relação a esterilização e reuso das mesmas, Quan *et al.* (2017) propôs um método de funcionalização das fibras das camadas filtrantes de máscaras com sal de NaCl de modo a torná-las reutilizáveis e eficientes na desativação de vírus. O funcionamento desse método é baseado no princípio de recristalização salina. A funcionalização foi realizada na camada intermediária (filtro de microfibra de PP) da máscara cirúrgica composta de três camadas. As soluções de revestimento continham um surfactante para aumentar a absorção da solução salina na superfície do filtro. Os efeitos do revestimento salino foram investigados por meio de testes de estabilidade do vírus H1N1. A eficiência de filtração também foi verificada para aerossóis com diâmetro médio volumétrico entre 2,5–4µm, contendo o vírus H1N1, em diferentes condições de pressão. Experimentos *in vivo* também foram realizados com camundongos intranasalmente infectados com dosagens do vírus H1N1. Os filtros funcionalizados com sal se mostraram altamente eficazes na desativação do vírus da gripe, que foi severamente danificado pelo revestimento. A eficiência de filtração dos filtros revestidos foi muito superior aos filtros sem revestimento, assim como todos os camundongos protegidos pelo filtro funcionalizado sobreviveram a exposição ao vírus H1N1. O mecanismo de inativação de vírus ocorre quando

o filtro revestido de sal é exposto a aerossóis de vírus, e os cristais de sal se dissolvem na gota de aerossol. Devido à evaporação, a concentração de sal na gota aumenta significativamente e atinge o limite de solubilidade, levando à recristalização do sal. Como consequência, as partículas de vírus são expostas a uma pressão osmótica crescente durante o processo de secagem e são fisicamente danificadas pela cristalização.

Outra funcionalização de membranas com sal foi realizada por Rubino *et al.* (2020), com a proposta de aumentar a eficiência de membranas fibrosas de PP de poros grandes na captura de partículas virais, de modo que pudessem ser utilizadas como filtros na confecção de máscara com elevada respirabilidade. Três tipos de sal foram testados NaCl, sulfato de potássio (K_2SO_4) e cloreto de potássio (KCl). As membranas funcionalizadas com sal alcançaram elevada eficiência de filtração em oposição à membrana sem funcionalização, com diferenças de até 48%, mantendo a boa respirabilidade. Os filtros funcionalizados com sal mataram rapidamente aerossóis de bactérias *in vitro*. Todos os tipos de sal em mostraram elevada eficiência de filtração, sendo que o aumento da eficiência de filtração da membrana funcionalizada com NaCl, K_2SO_4 e KCl foi de 50% para 79%, 98% e 81%, respectivamente. Os revestimentos mantiveram a capacidade de inativação de patógenos mesmo em condições ambientais adversas (37°C e umidade relativa de 70%, 80% e 90%).

As máscaras faciais médicas e respiradores são compostas de não tecidos de PP os quais podem ser carregadas através de descarga plasmática do tipo corona ou meios triboelétricos. Esse tipo de funcionalização permite que o material apresente um aumento significativo na sua eficiência de filtração sem adicionar qualquer massa à estrutura. Com base nisso, Zhao *et al.* (2020) investigaram se o carregamento triboelétrico simples poderia elevar as propriedades de filtração de materiais como PP (não tecido, 30g/m²), CO (2 tipos de malhas, 157 e 360g/m², 1 tecido plano, 116g/m²), SK (tecido, 84g/m²), PA (tecido, 164g/m²) e PES (malha, 200g/m²). Para efetuar o carregamento as amostras foram friccionadas durante 30s com um par de luvas de látex e o desempenho de filtração foi registrado antes e imediatamente após o carregamento. As três amostras de CO tiveram um decréscimo ou inalteração da eficiência de filtração, enquanto todas as outras amostras apresentaram um aumento, sendo este superior a 50% nas amostras de SK e no PES. Entretanto, após 30 minutos de ensaio, as amostras tiveram sua carga dissipada devido à adsorção das moléculas de água no ar.

4.2.3 Reutilização

Tendo em vista a escassez de respiradores N95 durante a Pandemia de COVID-19, Daeschler *et al.* (2020) propuseram um método para desinfecção seguro e de baixo custo desses respiradores, sem alterar sua eficiência de filtração. Os resultados mostraram que após o tratamento térmico seco (70°C por 60min), nenhum vestígio de SARS-CoV-2 foi detectado em qualquer um dos respiradores previamente inoculados com vírus. Entretanto, altos níveis de SARS-CoV-2 ainda podiam ser detectados em respiradores que não foram submetidos ao tratamento térmico. Em relação as propriedades dos respiradores, os resultados mostram que mesmo após dez ciclos de desinfecção térmica, o diâmetro médio das fibras permaneceu dentro da faixa estipulada pela patente de N95 dos EUA.

No estudo de Liao *et al.* (2020) vários métodos foram investigados para desinfecção de respiradores N95. Um dos pontos levados em consideração foi a manutenção da carga eletrostática a qual aumenta significativamente a eficiência de filtração dos respiradores. Foram escolhidas cinco maneiras de desinfecção comumente utilizadas e potencialmente escaláveis, sendo elas: aquecimento com diferentes teores de umidade; vaporização (calor de 100°C); álcool 75%; solução doméstica diluída à base de cloro; e irradiação ultravioleta germicida. Os métodos com soluções de cloro e álcool apresentaram os piores resultados, degradando drasticamente a eficiência de filtração para níveis inaceitáveis. O aquecimento se mostrou promissor, sendo que a temperatura mais adequada para uso repetido com eficiência maior ou igual a 95% deve ser inferior a 100°C. Em temperaturas menores de 85°C, a umidade não desempenha um papel crucial nas propriedades de filtração. Em relação a carga eletrostática, caso ela já tenha sido degradada durante o uso, o método de desinfecção não será capaz de recuperá-la, apenas mantém a eficiência de antes da esterilização. O uso de métodos de vapor é eficiente, entretanto, o uso repetido desse tratamento pode degradar a eficiência do respirador a ponto de torná-lo inapropriado. A adequação do método de irradiação ultravioleta germicida depende da dose necessária de radiação para inativar o SARS-CoV-2. As doses utilizadas no estudo não tiveram efeito de degradação nas propriedades filtrantes do respirador, entretanto, podem não ser o suficiente para inativar o vírus.

A partir da análise do conteúdo dos artigos selecionados percebe-se que alguns estudos se concentram nos respiradores, tanto buscando meios de desinfecção e reutilização, como também para efeitos de comparação com outros materiais. No caso de Lee *et al.* (2021) foi realizado um estudo a respeito das características físicas e propriedades dos respiradores N95,

bem como seu mecanismo de filtração. Esses respiradores são produzidos a partir de nãotecidos de microfibras de PP, possuem várias camadas de modo a combinar boa eficiência de filtração e uma respirabilidade razoável. A principal camada de filtragem geralmente é constituída de fibras de PP, fiadas por sopro, e a espessura típica dessa camada é de cerca de 200–400µm (LEE *et al.*, 2021). Além da barreira de filtração física, os respiradores normalmente apresentam uma carga estática em sua superfície, a qual pode ser obtida por meio de descarga plasmática corona ou triboeletricamente. Essa carga auxilia na captura das partículas virais por um mecanismo de atração eletrostática. Assim, existem três mecanismos que realizam a filtração de partículas: a difusão, interceptação e captura eletrostática (LIAO *et al.*, 2020; WOON; LEUNG; SUN, 2020).

Os estudos de Liao *et al.* (2020) e Daeschler *et al.* (2020) recomendam a desinfecção térmica de respiradores N95 em temperaturas entre 100°C e 70°C, visto que o ponto de degradação térmica do PP é 130°C. Essa forma de desinfecção aparentemente é a que provoca menos danos a integridade dos respiradores, de modo que não compromete sua eficiência de filtração, mesmo após dez ciclos. Ainda de acordo com o estudo de Liao *et al.* (2020) métodos de desinfecção com solventes como álcool e cloro danificam significativamente o respirador a ponto de torná-lo inutilizável, desse modo não são aconselhados. Em relação ao mecanismo de captura eletrostática, ressalta-se que a carga eletrostática se dissipa durante o uso do respirador devido à adsorção de moléculas de água no ar ou é descarregada pelo contato com outras superfícies, de modo que a desinfecção não é capaz de restaurá-la.

Os ensaios realizados para verificar a eficiência de filtração de partículas aerossolizadas geralmente utilizam aerossóis de NaCl, visto que o mesmo é amplamente utilizado para testar respiradores de rosto em conformidade com o protocolo de teste NIOSH (KONDA *et al.*, 2020). Em alguns casos utilizou-se aerossóis contendo bactérias, como nos estudos de Rodriguez-Palacios *et al.* (2020), Rodriguez-Palacios, Conger e Cominelli (2020), Rubino *et al.* (2020). Os únicos estudos a utilizarem vírus foram os de Quan *et al.* (2017), que utilizou aerossóis contendo o vírus H1N1, e o de Daeschler *et al.* (2020), que inoculou respiradores N95 com SARS-CoV-2 para testar a eficácia de métodos de esterilização.

Muitos estudos como os de Konda *et al.* (2020) e Zhao *et al.* (2020) concentraram-se em encontrar meios de medir e avaliar a eficiência de filtração de diferentes tipos de tecidos, focando em materiais comumente utilizados em vestuário e tecidos de fácil acesso, visto que esses materiais são utilizados pela população em geral para confeccionar máscaras caseiras. Nos estudos de Rodriguez-Palacios *et al.* (2020) e Rodriguez-Palacios, Conger e Cominelli

(2020) verifica-se que o uso de duas camadas de tecido 100% CO de fio penteado se mostrou 100% eficiente para barrar as partículas contaminadas.

Observa-se que o CO é apontado como um bom tecido para filtração em muitos artigos (como uma barreira de interceptação), enquanto os estudos de Konda *et al.* (2020) sugerem que uma maior gramatura em tecidos planos é mais eficiente, no estudo de Rodriguez-Palacios, Conger e Cominelli (2020) tecidos de diferentes gramaturas apresentaram 100% de eficiência. O estudo de Zhao *et al.* (2020) comparou malhas de CO de 157g/m² e 360g/m² e a diferença na eficiência de ambas foi mínima. Como os métodos de avaliação e as condições nas quais os testes das máscaras de tecido são distintos, os resultados não podem ser comparados quantitativamente. No geral pode-se dizer que na maioria dos ensaios realizados com tecidos de CO apresentaram bons resultados, sendo indicado o uso de duas camadas do mesmo para confecção de máscaras.

Os resultados de Asadi *et al.* (2020) levantam a possibilidade de que partículas de fibras soltas de máscaras de tecido de CO contaminadas possam servir como fontes de fômites em aerossol. Dessa forma, para a reutilização dessas máscaras, é importante que as mesmas sejam sempre higienizadas. Entretanto, conforme sugerido no trabalho de Konda *et al.* (2020), estudos devem ser realizados para verificar o efeito de repetidos ciclos de lavagens, na eficiência de filtração dessas máscaras.

Estudos computacionais de simulação como os de Lee *et al.* (2020) e Dbouk e Drikakis (2020) geram conhecimentos acerca de da dinâmica de filtração dos materiais e do comportamento de partículas expiratórias, os quais podem ser utilizados como base no desenvolvimento de novas máscaras e respiradores mais eficientes. O estudo de Dbouk e Drikakis (2020) identificou a importância do ajuste das máscaras ao rosto na eficiência de filtração de partículas expiratórias, fato esse que também foi relatado no estudo de Konda *et al.* (2020). Mueller *et al.* (2020) abordaram esse problema em seu trabalho utilizando-se de uma camada de PA a qual era sobreposta as máscaras para melhor ajustá-las ao rosto. De fato, existe uma melhora significativa na eficiência de filtração com o ajuste, impedindo que partículas expiratórias saiam por lacunas nos pontos de contato. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de diferentes modelos de máscaras visando encontrar um melhor encaixe que maximize sua eficiência.

Em relação a combinações de diferentes tecidos na confecção de máscaras híbridas Konda *et al.* (2020) sugerem que uma combinação eficaz pode ser obtida com tecido de CO mais SK ou PES devido aos efeitos combinados de eletrostática e filtragem física. Para Lustig

et al. (2020) combinar materiais absorventes como o CO com materiais hidrofóbicos é o mais eficiente, pois a camada hidrofóbica evita que as partículas entrem em contato com o usuário, enquanto as camadas absorventes retêm as partículas. Os resultados do estudo de Mueller *et al.* (2020) apontam que máscaras de tecido de CO que contenham um elemento filtrante de não tecido têm uma maior eficiência de filtração. Já o estudo de Zangmeister *et al.* (2020) não encontra diferenças significativas nas combinações de tecidos em comparação com o material individual. Um ponto em comum entre todos é em relação ao número de camadas de tecido, que quanto maior for, maior sua eficiência de filtração, entretanto, deve-se levar em consideração a manutenção da respirabilidade, a qual é medida em termos de diferencial de pressão.

Para manter a respirabilidade da máscara, Rubino *et al.* (2020) se propuseram a aumentar a eficiência de membranas fibrosas de PP de poros grandes na captura de partículas virais, funcionalizando-as com NaCl, de modo que pudessem ser utilizadas como filtros na confecção de máscaras. Esse tipo de tratamento também foi realizado no trabalho de Quan *et al.* (2017) e em ambos os estudos os filtros mostraram grande eficiência para desativar vírus e bactérias. Os trabalhos relatam que os filtros se mantêm funcionais mesmo após serem conservados em condições adversas, contudo, não se aborda possibilidade de lavar os mesmos.

Outra funcionalização proposta foi no trabalho de Zhao *et al.* (2020) que carregaram triboelétricamente materiais como PP, CO, SK, PA e PES. As amostras de SK e PES tiveram um aumento de mais de 50% na sua eficiência de filtração, visto que são materiais que já possuem uma tendência a acumular carga eletrostática naturalmente. Esse resultado sugere que a captura eletrostática de partículas é muito eficiente. Todavia, essa carga tende a se dissipar conforme partículas vão aderindo ao material e também pelo contato com outras superfícies. Outro estudo que explora o mecanismo eletrostático de captura de partículas é o de Leung e Sun (2020), que para criar um filtro com efeito eletrostático durável, desenvolveram membranas com nanofibras de PVDF, as quais foram positivamente carregadas através de uma descarga plasmática corona. Variando o diâmetro das fibras, a gramatura e o número de camadas, chegou-se a um filtro com eficiência de filtração de 94%.

5 CONCLUSÃO

A partir da realização da revisão sistemática de literatura apoiada pelo método *ProKnow-C* foi possível obter um conjunto de artigos, o qual reflete as principais tendências dos estudos realizados nos últimos cinco anos acerca do uso de materiais têxteis para proteção durante pandemias. Ressalta-se que até o momento não foram encontrados outros trabalhos da área têxtil que realizassem uma revisão utilizando-se do *ProKnow-C*. A partir do conjunto de artigos captados pelo processo estabelecido, foi possível obter conhecimento acerca do tema da pesquisa, e também compreender o foco principal das pesquisas no momento atual. Isso demonstra a eficiência da aplicação das etapas do *ProKnow-C*, que promove uma seleção criteriosa de artigos. Assim, foi possível selecionar os artigos mais relevantes ao tema, em meio a um número elevado de publicações, o que facilita o trabalho do pesquisador.

A partir das análises realizadas foi possível observar quais os trabalhos mais relevantes dentro deste segmento de pesquisa, são eles: Konda *et al.* (2020); Liao *et al.* (2020); e Dbouk e Drikakis (2020). Também foram verificados quais os periódicos mais proeminentes sobre o assunto, com destaque para *ACS Nano*, *New England Journal of Medicine* e *Scientific Reports*. Com base nos estudos selecionados é possível perceber que o uso de materiais têxteis tem fundamental importância em tempos de pandemia, o que foi evidenciado com a recente disseminação do SARS-Cov-2 com a recomendação do uso de máscaras. Como consequência disso houve escassez de máscaras descartáveis de PP. O uso de outros tipos de materiais, como tecidos e malhas de CO e outras fibras, como SK, PES e PA, para a produção de máscaras passou a ser frequente, mesmo sem comprovação científica de sua eficácia. Diante disso, é possível entender a razão para o foco das publicações científicas, sobre uso de materiais têxteis para proteção durante pandemias, estar voltado para máscaras faciais, e sua eficácia de filtração. Os estudos testam diferentes tipos de tecidos e malhas variando desde a composição, padronagem até a gramatura. Boa parte desses estudos sugerem que além do tipo de material utilizado, o correto encaixe das máscaras no rosto influencia em sua eficácia. Acabamentos com NaCl foram estudados visando conferir as máscaras propriedades antimicrobianas, aumentando sua eficiência.

Outro ponto observado é a sugestão de métodos para testar a eficácia de máscaras de tecidos alternativos, e até mesmo modelos de simulação do comportamento de partículas expiratórias para auxiliar no desenvolvimento de novos dispositivos de proteção respiratória. Existe também a preocupação com o desenvolvimento de máscaras descartáveis

biodegradáveis, visto o uso excessivo de máscaras sintéticas e a problemática envolvida no seu descarte. A possibilidade de desinfecção de máscaras e respiradores sem interferir em sua eficiência de filtração também é apresentada como preocupação.

Com isso, percebe-se a intensa sinergia entre a Engenharia Têxtil e a Ciência dos Materiais para solucionar problemas da área da saúde, demonstrando elevado potencial para resultar em inovações promissoras no segmento de têxteis médicos.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Através da análise do segmento da literatura selecionado é possível identificar a necessidade de mais estudos em relação aos seguintes pontos:

- a) propor modelos de máscaras de tecidos com melhor encaixe facial;
- b) estudar a influência de repetidos ciclos de lavagens na eficiência de filtração de máscaras de tecido;
- c) estudar a solidez a lavagem de acabamentos de NaCl em filtros de máscaras;
- d) desenvolver máscaras de tecido com filtros de membranas de PVDF e avaliar sua durabilidade e a influência de lavagens.

REFERÊNCIAS

- ADANUR, Sabit. **Wellington Sears Handbook of industrial textiles**. Abingdon: Routledge, 2017. 2 ed.
- AFONSO, M. H. F. *et al.* Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo *Proknow-C* na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47–62, 2011.
- AGCA, Harun; SAGLIK, Imran; ENER, Beyza. Alpha and Beta Coronavirus Infections in a University Hospital. **Journal of Advances in Medicine and Medical Research**, v. 33, n. 4, p. 10-16, 2021.
- AHMED, K. Mueen; AL DHUBAIB, Bandar. Zotero: A bibliographic assistant to researcher. **Journal of Pharmacology and Pharmacotherapeutics**, v. 2, n. 4, p. 303, 2011.
- AKIN, L.; GÖZEL, M. G. Understanding dynamics of pandemics. **Turkish Journal of Medical Sciences**, v. 50, n. 2, p. 515–519, 2020.
- ALI KOSEOGLU, M.; RAHIMI, R.; OKUMUS, F.; LIU, J. Bibliometric studies in tourism. **Annals of Tourism Research**, v. 61, p. 180-198, 2016.
- ALVARADO, Christian Cabello; *et al.* Revisión de métodos para la obtención de textiles técnicos. Textiles técnicos y su obtención. **Revista Iberoamericana de Polimeros y Materiales**, v. 20, n. 3, p. 105-117, 2019.
- ASADI, S. *et al.* Efficacy of masks and face coverings in controlling outward aerosol particle emission from expiratory activities. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2020.
- BEESOON, S.; BEHARY, N.; PERWUELZ, A. Universal masking during COVID-19 pandemic : Can textile engineering help public health ? Narrative review of the evidence. **Preventive Medicine**, v. 139, n. 8, p. 106236, 2020.
- BERLATO, L. F.; FIGUEIREDO, L. F. G.; FERREIRA, M. G. Uma informação visual da revisão sistemática da literatura sobre Design de Serviço para Inovação Social. **Estudos em Design**, v. 26, n. 2, p. 141–165, 2018.
- CARVALHO, G. D. G. DE *et al.* Bibliometrics and systematic reviews : A comparison between the Proknow-C and the Methodi Ordinatio. **Journal of Informetrics**, v. 14, p. 1751–1577, 2020.
- CASTELLI, Thiago Machado. **Análise da metodologia Knowledge Development Process - Constructivist (ProKnow-C) e suas contribuições a avaliação de desempenho organizacional**: Um estudo à luz do apoio à decisão. 2018. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.

CHUGHTAI, A. A.; SEALE, H.; MACINTYRE, C. R. Effectiveness of Cloth Masks for Protection Against Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2. **Emerging Infectious Diseases**, v. 26, n. 10, p. 1-5, 2020.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In*: Congresso brasileiro de gestão e desenvolvimento de produto. **Anais...**Porto Alegre: 2011

DAESCHLER, S. C. *et al.* Effect of moist heat reprocessing of N95 respirators on SARS-CoV-2 inactivation and respirator function. **CMAJ**, v. 192, n. 41, p. 1189–1197, 2020.

DAS, O. *et al.* The need for fully bio-based facemasks to counter coronavirus outbreaks: A perspective. **Science of the Total Environment**, v. 736, p. 1-7, 2020.

DBOUK, T.; DRIKAKIS, D. On respiratory droplets and face masks. **Physics of Fluids**, v. 32, n. 6, p. 1- 11, 2020.

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas para a condução de uma revisão sistemática. **Revista científica da ordem dos médicos**, v. 32, n. 3, p. 227–235, 2019.

ECK, N. J. VAN; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, p. 523–538, 2010.

GOMES, Camila Eller. **Tendências Tecnológicas no Segmento Brasileiro de Têxteis Técnicos: Um Exercício de Prospecção**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

GUEDES , V. L.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da Informação e do conhecimento, em sistemas de Informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. *In* ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 6, 2005. **Anais...** Salvador, 2005. Disponível na Internet:< http://www.cinform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf>.

HARRIS, J. D. *et al.* How to Write a Systematic Review. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 11, p. 2761–2768, 2013.

HUREMOVIĆ, D. Brief History of Pandemics (Pandemics Throughout History). *In*: HUREMOVIĆ, D. *Psychiatry of Pandemics*. Springer: Cham, 2019. cap. 2.

KARIM, N. *et al.* Sustainable personal protective clothing for healthcare applications: A review. **ACS Nano**, v. 14, n. 10, p. 12313–12340, 2020.

KONDA, A. *et al.* Aerosol filtration efficiency of common fabrics used in respiratory cloth masks. **ACS Nano**, v. 14, n. 5, p. 6339–6347, 2020.

LACERDA, R. T. DE O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão da Produção**, v. 19, n. 1, p. 59–78, 2012.

LEE, H. R. *et al.* Three-dimensional analysis of particle distribution on filter layers inside N95 respirators by deep learning. **Nano Letters**, v. 21, n. 1, p. 651–657, 2021.

LEUNG, W. W. F.; SUN, Q. Electrostatic charged nanofiber filter for filtering airborne novel coronavirus (COVID-19) and nano-aerosols. **Separation and Purification Technology**, v. 250, p. 1-17, 2020.

LIAO, L. *et al.* Can N95 Respirators be reused after disinfection? How many times? **ACS Nano**, v. 14, n. 5, p. 6348–6356, 2020.

LUSTIG, S. R. *et al.* Effectiveness of common fabrics to block aqueous aerosols of virus-like nanoparticles. **ACS Nano**, v. 14, n. 6, p. 7651–7658, 2020.

MATSUO, T. Fibre materials for advanced technical textiles. **Textile Progress**. vol. 40, n.2, p. 87-121, 2008.

MOHER, D. *et al.* Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335-342, 2015.

MUELLER, Amy V. *et al.* Quantitative method for comparative assessment of particle removal efficiency of fabric masks as alternatives to standard surgical masks for ppe. **Matter**, v. 3, n. 3, p. 950-962, 2020.

NASCIMENTO, D. R.; ESSLIN, S. R. Avaliação de desempenho de smart home: um mapa da literature. **Produto & Produção**, v. 22, n. 2, p. 1-18, 2021.

PATNAIK, Asis. Technical textiles and recent development. In: PATNAIK, Asis; PATNAIK, Sweta. **Fibers to smart textiles: Advances in manufacturing, technology and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2020. cap. 16.

PIRET, J.; BOIVIN, G. Pandemics throughout history. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 1–16, 2021.

QUAN, F.-S. *et al.* Universal and reusable virus deactivation system for respiratory protection. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1-10, 2017.

RODRIGUEZ-PALACIOS, A. *et al.* Textile masks and surface covers—A spray simulation method and a “universal droplet reduction model” against respiratory pandemics. **Frontiers in Medicine**, v. 7, p. 1-11, 2020.

RODRIGUEZ-PALACIOS, A.; CONGER, M.; COMINELLI, F. Germ-free mice under two-layer textiles are fully protected from bacteria in sprayed microdroplets: A functional in vivo test method of facemask/filtration materials. **Frontiers in Medicine**, v. 7, p. 1-10, 2020.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X Revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. 1–2, 2007.

RUBINO, I. *et al.* Salt coatings functionalize inert membranes into high-performing filters against infectious respiratory diseases. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83–89, 2007.

SINGH, C.; WONG, C.; WANG, X. Medical textiles as vascular implants and their success to mimic natural arteries. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 6, n. 3, p. 500–525, 2015.

WIBISONO, Y. *et al.* Facile approaches of polymeric face masks reuse and reinforcements for micro-aerosol droplets and viruses filtration: A review. **Polymers**, v. 12, n. 11, p. 1–18, 2020.

WOON, W.; LEUNG, F.; SUN, Q. Electrostatic charged nanofiber filter for filtering airborne novel coronavirus. **Separation and Purification Technology**, v. 250, n. 2, p. 116886, 2020.

YIN, J. *et al.* Basics of Face Masks and Respirators Purpose of Surgical Face Masks. **Basic Science**, n. 10, p. 1–13, 2020.

YU, Y. *et al.* A bibliometric analysis using VOSviewer of publications on COVID-19. **Annals of Translational Medicine**, v. 8, n. 13, p. 816, 2020.

ZANGMEISTER, C. D. *et al.* Filtration Efficiencies of nanoscale aerosol by cloth mask materials used to slow the spread of SARS-CoV-2. **ACS Nano**, v. 14, n. 7, p. 9188–9200, 2020.

ZHANG, X.; MA, P. Application of knitting structure textiles in medical areas. **AUTEX Research Journal**, v. 18, n. 2, p. 181–191, 2018.

ZHAO, M. *et al.* Household materials selection for homemade cloth face coverings and their filtration efficiency enhancement with triboelectric charging. **Nano Letters**, v. 20, n. 7, p. 5544–5552, 2020.

APÊNDICE A – Síntese do conteúdo dos artigos do PB

O Quadro 1 contém uma síntese do conteúdo dos artigos encontrados no PB, identificados pelo número de acordo com a Tabela 3 da Seção 4.

Quadro 1 – Síntese do conteúdo dos PB

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
1	Medir as eficiências de filtração de uma série de tecidos, assim como combinações destes para uso em máscaras, em função dos tamanhos de aerossol variando de ~10 nm a 6 µm.	Testou-se tecidos de CO de diferentes gramaturas, tecido de SK misturas CO-PES e PES-PUR. Diferentes números de camadas e combinações de diferentes tecidos foram testados. As partículas de aerossol de NaCl foram geradas por um gerador de aerossol que produzia partículas na faixa de algumas dezenas de nanômetros a aproximadamente 10 µm.	Tecidos de CO com elevado fator de cobertura são preferíveis. Materiais como SK, tecido 90% PES 10% PUR e 65% CO 35% PES podem fornecer uma boa filtragem eletrostática. Combinações de CO com esses materiais podem fornecer ampla cobertura de filtração devido a combinação de efeitos eletrostáticos e de filtragem física	O uso de máscaras de tecido pode potencialmente fornecer proteção significativa contra a transmissão de partículas de aerossol na faixa de tamanho estudada. Porém, aberturas e lacunas podem degradar o desempenho. São necessários estudos de design de máscaras para melhorar seu ajuste, para entender o papel de fatores como umidade e a influência do uso e lavagem repetidos.
2	Encontrar formas potencialmente escaláveis de esterilizar respiradores N95 sem prejudicar sua eficiência de filtração.	Cinco formas de desinfecção foram testadas: (1) aquecimento com diferentes teores de umidade (2) vaporização (calor de 100 °C); (3) álcool 75%; (4) solução doméstica diluída à base de cloro; e (5) irradiação ultravioleta germicida.	Os métodos com soluções de cloro e álcool degradaram drasticamente a eficiência de filtração para níveis inaceitáveis. O aquecimento a 100°C se mostrou um método promissor. Tratamento com vapor é eficaz, mas o uso	Os tratamentos que envolvem líquidos e vapores requerem cautela, pois podem levar à degradação da eficiência da filtração, deixando o usuário vulnerável aos aerossóis virais. Métodos de aquecimento na faixa de 100 °C podem preservar as

continua

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
			contínuo degrada a eficiência do respirador.	características de filtração de um respirador N95.
3	Investigar a dinâmica de partículas expiradas em um leve incidente de tosse e aprofundar o entendimento acerca dos fenômenos da dinâmica dos fluidos de gotículas respiratórias através e ao redor dos filtros de uma máscara facial.	Investigação computacional da física do fluxo respiratório de gotículas que surgem da tosse ao redor e através de uma máscara facial. Considerou-se uma máscara constituída de material de filtragem permeável ao ar feito de camadas fibrosas e porosas.	Os resultados fornecem evidências de prevenção da transmissão de gotículas por máscaras faciais. Entretanto, o seu ajuste ao rosto é fundamental para diminuir o número de partículas que escapam por lacunas.	O uso de máscara não oferece proteção completa, por conta das partículas que escapam por suas lacunas. Assim, o distanciamento continua a ser importante durante uma pandemia. Os resultados deste estudo podem ser utilizados para orientar o uso de máscaras e seu posterior aperfeiçoamento.
4	Avaliar as propriedades de filtração de diferentes tipos de tecidos, naturais e sintéticos a partir de um procedimento modificado para aprovação do respirador N95.	A eficiência de filtração e a queda de pressão de tecidos comuns de origem natural e sintética foi avaliada usando uma versão modificada do procedimento de teste padrão NIOSH com aerossóis de NaCl ($0,075 \pm 0,02\mu\text{m}$). O teste não levou em consideração o vazamento em torno das bordas da cobertura facial. Alguns materiais foram carregados triboeletricamente para investigar se o carregamento melhoraria as propriedades de filtração	Tecidos comuns de CO, PES, PA e SK tiveram eficiência de filtração entre 5–25%, não tecido de PP de 6–10% e produtos à base de papel de 10–20%. O não tecido de PP pode ser triboeletricamente carregado para aumentar a eficiência de filtração de 6% até 10%. O carregamento triboelétrico não fez diferença nos tecidos de CO.	Ao projetar novas máscaras faciais para uso da comunidade, aconselha-se projetá-las de modo que a queda de pressão seja tão baixa quanto possível (mantendo a eficiência de filtração elevada), caso contrário, contaminantes do ar irão preferencialmente fluir através das lacunas e espaços nos pontos de contato, limitando a eficácia de filtração.
5	Examinar a emissão de partículas de usuários de máscaras no ar circundante, testando a eficiência das mesmas.	Medições das emissões externas de partículas de aerossol em escala micrométrica por humanos saudáveis realizando várias atividades (falar, tossir e respirar) utilizando diferentes tipos de	O uso de máscaras cirúrgicas e respiradores KN95 mesmo sem teste de ajuste, reduzem a emissão de partículas em taxas de 90% durante a fala e 74% durante a tosse, em média.	Mais estudos são necessários para estabelecer a eficácia das máscaras de tecido e para avaliar se tecidos contaminados com vírus podem gerar fômites aerossolizados. A eficácia das

continua

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
		máscaras (cirúrgica, KN95, N95 e tecido de CO).	Os resultados para máscaras de tecido de CO são confusos.	máscaras médicas e respiradores é validada.
6	Desenvolver um sistema reutilizável de desativação de vírus pela funcionalização da unidade principal fibrosa de filtração da máscara cirúrgica com sal de cloreto de sódio (NaCl).	O filtro foi revestido com solução de NaCl que continham um surfactante para aumentar a absorção da solução salina. Os efeitos do revestimento foram analisados por meio de testes de estabilidade do vírus da gripe. A eficiência de filtração foi testada contra aerossóis contendo o vírus H1N1 em diferentes condições de pressão. Testes <i>in vivo</i> também foram realizados.	<i>O Influenzavirus</i> foi totalmente danificado pelo revestimento salino, no teste de estabilidade, mesmo após 5 minutos de incubação. Os camundongos protegidos pelos filtros salinos sobreviveram a exposição ao vírus. Os filtros revestidos pela solução salina apresentaram eficiência de filtração muito superior aos filtros simples.	Os filtros funcionalizados com sal se mostraram altamente eficazes na desativação do vírus da gripe, independentemente dos subtipos e mesmo após o armazenamento em ambientes com condições agressivas. O revestimento salino aumenta a adsorção do vírus nas fibras do filtro e inativa o vírus pelo aumento da pressão osmótica seguido pela cristalização dos sais.
7	Medir a eficiência de filtração, o diferencial de pressão, o fator de qualidade e parâmetros de construção foram de 32 variedades de tecido usados na fabricação de máscaras destinadas à proteção contra o vírus SARS-CoV-2.	Os tecidos analisados incluíam 14 de CO, 1 lã, 9 sintéticos, 4 misturas sintéticas e 4 misturas sintéticas/CO, além de 7 filtros de fibra de PP. Os ensaios ocorreram sob condições de laboratório controladas, utilizando aerossol de NaCl.	Os melhores desempenhos foram obtidos com tecidos 100% CO com contagens de fio alta a moderada, e com tecidos sintéticos com contagem de fio moderada. As amostras com combinações de tecidos não exibiram uma diferença significativa de eficiência de filtração. A eficiência de filtração e o diferencial de pressão aumentaram com acréscimo de camadas.	Existe uma interação complexa entre o tipo de tecido, número de fios e a filtragem de partículas de aerossol nanométricas. O melhor desempenho foi observado nos materiais com contagem de fios moderadas e com fibras salientes. Nenhuma máscara de tecido medida teve desempenho tão bom quanto um respirador N95.
8	Comparar a eficiência de filtração de 70 diferentes combinações de tecidos com os respiradores	As diferentes combinações de tecidos e máscaras foram avaliadas sob um fluxo de ar de convecção forçada em estado estacionário com aerossóis pulsados simulando respiração. Os aerossóis	Os resultados mostram que diversos sistemas em camadas exibem transmissão fracionada estatisticamente inferior ou equivalente ao respirador N95	Os materiais mais eficazes possuem camadas absorventes, hidrofílicos e camadas de barreira, hidrofóbicas. Combinações eficazes compreendem camadas

continua

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
	e máscaras certificadas pela ASTM , usando condições de protocolo semelhantes às dos padrões ASTM.	continham nanopartículas fluorescentes semelhantes a vírus para rastrear a transmissão através dos materiais.	de 5 camadas. As combinações mais eficazes são notadas com camadas absorventes como toalha, CO e 35% CO/65% PES.	absorventes como toalhas, CO, e 35% CO/65% PES e com camadas de barreira de não tecido de PP, ou PES e PA.
9	Desenvolver um método padronizado para avaliar quantitativamente a eficácia de máscaras faciais de tecido e máscaras cirúrgicas padrão em termos de proteção do usuário de partículas transportadas pelo ar na faixa de tamanho associada com vírus SARS-CoV-2 aerossolizado (<10 mm), e verificar a influência do ajuste ao rosto, na performance de filtração.	O desempenho das máscaras foi avaliado pela eficiência média de remoção de partículas quando usadas conforme projetado e com uma camada de PA, para avaliar de forma independente o efeito do ajuste do material. Dois instrumentos foram usados para registrar simultaneamente e em alta resolução (1Hz) a concentração de partículas no ambiente e atrás da máscara.	Tanto as máscaras cirúrgicas comerciais quanto as máscaras de tecidos tiveram resultados de eficácia variados (53% –75% e 28% –91% de remoção de partículas, respectivamente). A eficácia das máscaras cirúrgicas melhorou para 86-96% com a adição da camada elástica de PA. A eficiência das máscaras de tecido variou muito de acordo com seu design.	O método desenvolvido é um teste rápido que fornece uma avaliação holística da eficácia da remoção de partículas da máscara considerando material, design e ajuste. O que permite uma avaliação independente dessas características. Observa-se que máscaras podem ter mais eficiência na remoção de partículas se seu ajuste for melhorado.
10	Desenvolver uma nova tecnologia de filtro de nanofibras de PVDF carregadas para capturar com eficácia vírus como coronavírus, com eficiência mínima de 90%.	O vírus e seu aerossol foram simulados por aerossóis de NaCl (50-500 nm). As nanofibras de PVDF, foram produzidas com diâmetros médios de 84, 191, 349 e 525 nm, e foram carregadas eletrostaticamente por descarga corona.	Fibras de diâmetro pequeno possuem alto desempenho e requerem pequenas quantidades de fibras por módulo. As fibras de grande diâmetro apresentaram pior desempenho, necessitando de maior quantidade de fibras por módulo para compensar. Os resultados apontam que dentre os mecanismos de filtragem de partículas o mecanismo eletrostático é dominante.	Os filtros desenvolvidos apresentam elevada eficiência para partículas de 100 nm com baixa queda de pressão (<30 Pa.). Assim têm potencial para fornecer a proteção para o público em geral contra vírus transportados pelo ar, bem como de nanoaerossóis da poluição do ar.

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
11	Propor uma alternativa para o desenvolvimento de máscaras faciais descartáveis biodegradáveis e eficazes, com baixo custo, leveza e conforto.	Estuda o glúten (biopolímero), e a possibilidade de produzir máscaras a partir desse biopolímero. Com técnicas de eletrofição e subsequente carbonização para formar uma estrutura de rede, que pode atuar como meio filtrante e reforço.	As matérias-primas para o desenvolvimento das máscaras propostas são subprodutos ou coprodutos de indústrias, de modo que seu uso promove sustentabilidade. Também será benéfico para as empresas, pois serão capazes de vender seus produtos sem glúten com maior valor agregado. Esses aspectos dão potencial para essas máscaras ajudarem a estabilizar a sociedade durante um surto.	Constata-se a possibilidade de desenvolver máscaras a partir de um biopolímero, a partir das quais pode-se obter produtos que sejam simultaneamente eficazes na redução da transmissão de doenças infecciosas e ao mesmo tempo sustentáveis.
12	Quantificar o potencial de diferentes têxteis domésticos como barreiras eficazes contra gotículas contaminadas e discutir a implementação de uma "solução para a de redução de gotículas na comunidade" para controlar pandemias de doenças respiratórias, como COVID-19.	Utilizou-se de um modelo spray de simulação de espirro, com suspensão bacteriana para quantificar a extensão pela qual os têxteis reduzem a dispersão das gotículas em superfícies dentro de uma distância de 1,8 m. Seis diferentes materiais têxteis foram avaliados.	Todos os têxteis reduziram o número de gotículas atingindo as superfícies, para <30 cm, quando apenas uma camada. Quando usadas camadas duplas, foram tão eficazes quanto os materiais de máscara cirúrgica, reduzindo a dispersão de gotículas para <10 cm. 100% CO penteado e 100% PES obtiveram os melhores resultados	Duas camadas de têxteis domésticos são tão eficazes quanto as máscaras médicas na prevenção contaminação do ambiente com gotículas, materiais mais respiráveis com duas ou mais camadas podem ser utilizados por indivíduos para a prevenir a contaminação do ambiente com gotículas contaminadas.
13	Investigar a eficiência de uma desinfecção térmica em respiradores N95, para inativar patógenos, como SARS-CoV-2, sem alterar suas propriedades de proteção críticas, em	A desinfecção térmica foi realizada em ciclos de 60 minutos a 70°C, com 0% ou 50% de umidade relativa. Foram testados 4 modelos comuns de respiradores N95 disponíveis comercialmente.	Um único tratamento térmico prestado SARS-CoV-2 indetectável em todos as amostras de máscara. Após 10 ciclos de desinfecção, as máscaras continuaram a atender	O estudo valida um protocolo de desinfecção de rápida aplicação e baixo custo, em conformidade com padrões regulatórios. Possibilitando a reutilização segura de respiradores N95.

continua

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
	múltiplos ciclos de desinfecção e reutilização.		aos padrões de ajuste e eficiência de filtração	
14	Visualizar, analisar e compreender de forma não destrutiva a adesão de partículas nas fibras poliméricas dentro dos respiradores N95 e a sua configuração tridimensional interna.	Utilizou-se de microscopia de raios-X (XRM) e inteligência artificial, mais especificamente o <i>Deep Learning</i> , para segmentar e analisar conjuntos de dados 3D obtidos pela XRM. Para analisar o mecanismo de filtração utilizou-se de partículas de NaCl.	As partículas se acumulam mais na superfície externa, reduzindo sua porosidade. O acúmulo de partículas também leva a uma redução da eficiência de captura pelo mecanismo eletrostático. Uma orientação randômica das fibras é mais eficiente em capturar partículas, assim como fibras de menor diâmetro são mais eficientes.	As informações obtidas são fundamentais para auxiliar futuramente o desenvolvimento de novos respiradores do tipo N95. Sugere-se que o projeto adequado dos gradientes de densidade das fibras em combinação com distribuições de diâmetro de fibra bem escolhidas podem levar a alta eficiência de captura de partículas sem sacrificar a respirabilidade.
15	Desenvolver um filtro a partir de membranas de poros grandes, que oferecem elevada respirabilidade, mas baixa captura de bactérias, melhorando sua eficiência com a funcionalização das fibras com uma camada uniforme de sal.	As membranas de PP não funcionais foram revestidas com três tipos de sal NaCl, sulfato de potássio (K ₂ SO ₄) e cloreto de potássio (KCl). Para testar o desempenho de filtração de bactérias dos filtros revestidos com sal foi realizado um teste com aerossóis de <i>K. pneumoniae</i> .	Os filtros funcionalizados com todos os tipos de sal mataram rapidamente aerossóis de bactérias. Os filtros com NaCl, K ₂ SO ₄ e KCl aumentaram a eficiência de 50% para 79%, 98% e 81%, respectivamente. Os revestimentos mantiveram a capacidade de inativação de patógenos mesmo em condições adversas de temperatura e umidade.	O sistema de proteção respiratória foi desenvolvido sem grandes esforços e demonstra uma rápida inativação de patógenos, alta eficiência de filtração, alta respirabilidade e reciclabilidade de forma segura.
16	Identificar um modelo funcional in vivo, para testar a eficácia de têxteis como materiais de filtração e barreira de gotículas. Complementando	O estudo <i>in vivo</i> foi realizado com microgotículas portadoras de bactérias, usando um método de simulação com spray (imitando um espirro). Verificou-se em que medida os tecidos de CO (fio penteado) cobrindo uma gaiola com	Duas camadas de tecidos de CO penteado usados como barreiras impediram a contaminação de todos os animais enquanto que os camundongos sem proteção e parcialmente cobertos tiveram	O estudo ilustra que animais livres de germes podem ser usados em um modelo funcional in vivo para testar a eficácia dos têxteis como barreiras de gotículas. Quando

continua

N.º	Objetivos	Métodos	Resultados	Conclusão
	o conhecimento disponível com base in vitro.	camundongos evitam a contaminação dos mesmos.	100% e 95% de contaminação respectivamente. Duas densidades diferentes de algodão foram igualmente eficazes (100%) (120 – vs. 200 g / m ²).	protegido por duas camadas de tecido (100% CO penteado), todos os camundongos foram 100% protegidos contra a contaminação bacteriana. O que comprova que esses têxteis seriam eficazes para evitar o cruzamento de gotículas de líquido em um espirro.

Fonte: Elaborada pela autora (2021)

