



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR  
CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO NORDESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS ENUCLEARES

LAÍS DE CARVALHO SANTOS BEZERRA

**INTEGRIDADE E FUNCIONALIDADE DE MÁSCARAS PFF2 APÓS REUTILIZAÇÃO EM  
AMBIENTE HOSPITALAR GERADOR DE AEROSSÓIS**

Recife

2022

LAÍS DE CARVALHO SANTOS BEZERRA

**INTEGRIDADE E FUNCIONALIDADE DE MÁSCARAS PFF2 APÓS REUTILIZAÇÃO EM  
AMBIENTE HOSPITALAR GERADOR DE AEROSSÓIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco.

Área de concentração: Aplicação de Radioisótopos na Agricultura e Meio-Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Elvis Joacir De França

Coorientadora: Profa. Dra. Giselda Bezerra Correia Neves.

Recife

2022

LAÍS DE CARVALHO SANTOS BEZERRA

**INTEGRIDADE E FUNCIONALIDADE DE MÁSCARAS PFF2 APÓS  
REUTILIZAÇÃO EM AMBIENTE HOSPITALAR GERADOR DE AEROSSÓIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco na área de concentração de aplicação de radioisótopos na agricultura e meio ambiente.

Aprovada em: 10/ 05 / 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Elvis Joacir de França (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria da Conceição Cavalcanti Lira (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Dr<sup>a</sup> Mariana Luiza de Oliveira Santos Ramos (Examinadora Externa)  
Governo do Estado de Pernambuco

---

Dr<sup>a</sup> Maíra de Vasconcelos Lima (Examinadora Externa)  
Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária Rosineide Mesquita Gonçalves Luz, CRB4/1361

B574i Bezerra, Laís de Carvalho Santos.  
Integridade e funcionalidade de máscaras PFF2 após reutilização em ambiente hospitalar gerador de aerossóis / Laís de Carvalho Santos Bezerra. – 2022.  
94f.: il., figs., tabs., abrev. e sigl.

Orientador: Prof. Dr. Elvis Joacir de França.  
Coorientadora: Profa. Dra. Gizelda Bezerra C. Neves.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Energéticas e Nucleares, Recife, 2022.  
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Energia Nuclear. 2. Pandemia. 3.COVID -19. 4. Biossegurança. 5. Protetor respiratório. 6. Saúde do trabalhador. 7. Profissionais de enfermagem. I. França, Elvis Joacir de ( Orientador). II. Neves, Gizelda Bezerra C. (Coorientadora). II. Título.

UFPE

621.483.7 CDD (22. ed.)

BCTG/2022 - 96

Dedico esta dissertação aos profissionais de saúde da linha de frente contra a COVID-19, à minha família, especialmente aos meus pais, Iraldemir e Valneide, pelo apoio incondicional e o constante incentivo nas batalhas da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me conduzir até aqui, me capacitando e sustentando. Agradeço aos meus mentores, especialmente ao meu orientador, Elvis Joacir de França e à minha coorientadora, Giselda Bezerra Correia Neves, pelos ensinamentos, disponibilidade e paciência.

Agradeço a meus colegas de laboratório e aos servidores do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste que me auxiliaram na execução de tantas tarefas novas e difíceis para mim, agradeço também pelas conversas e pelo apoio nas horas difíceis. Destes agradeço especialmente a Douglas, uma grande amizade forjada no laboratório que segue para a vida.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco (PROTEN/UFPE) pela capacidade de se reinventar em tempos de pandemia, fazendo com que um processo adaptativo tão difícil quanto o ensino remoto permanecesse rico em conhecimento e possibilitasse o desenvolvimento das atividades do mestrado.

Agradeço à coordenação do curso de pós-graduação nas Pessoas do Prof. Dr. Vinicius Saito Monteiro de Barros e Prof. Dr. Elvis Joacir de França pelos préstimos durante a pandemia.

Agradeço também pelo fato de que o presente trabalho tenha sido realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, através do Programa de Demanda Social – Processo Nº 88887.507560/2020-00.

Não poderia deixar de agradecer aos amigos e família, especialmente a meus pais e a Adriano meu esposo e melhor amigo pelo apoio permanente e pelo amor incondicional.

## RESUMO

Diante do caótico cenário gerado pela pandemia de COVID-19, uma doença de transmissão respiratória e a escassez de ensaios experimentais para a validação da reutilização e utilização prolongada dos equipamentos de proteção respiratória, este trabalho objetivou avaliar a integridade e funcionalidade de respiradores PFF2 após reutilização em ambiente hospitalar gerador de aerossóis por meio de avaliação microscópica e ensaio não destrutivo por Espectrometria Gama de Alta Resolução - EGAR, empregando fonte de Eu-152. As coletas foram iniciadas após dispensa pela aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o parecer nº4.539.579. Foram distribuídas 108 respiradores PFF2, reutilizadas por 12, 24 e 36 horas com uma perda longitudinal aproximada de 25%. Os dados sociodemográficos e epidemiológicos bem como o controle da amostragem foram registrados em questionário semiestruturado. Para a avaliação de integridade, as camadas internas, externas e filtros foram analisadas separadamente. Como resultado da Microscopia Óptica, não houve diferença significativa ( $\alpha = 0,05$ ) entre as PFF2 reutilizadas por até 24 horas e respiradores PFF2 não utilizados (brancos analíticos). O ensaio não destrutivo por EGAR demonstrou alteração na interação da radiação gama com as camadas internas e externas e os filtros, provavelmente provocada pelo acúmulo de particulados atmosféricos agregados às tramas dos protetores respiratórios. Os resultados corroboram com pesquisas internacionais que detectaram danos estruturais e perda da função dos protetores respiratórios PFF2 acentuados a partir testes de ajustes e vedação, após 24 horas de reutilização. Por isso, recomenda-se a reutilização desse EPI por intervalos até 24 horas, sendo necessária a associação com medidas de autocuidado dos profissionais para auxiliar a conservação do EPI.

Palavras-chave: pandemia; COVID-19; biossegurança; protetor respiratório; saúde do trabalhador; profissionais de enfermagem.

## ABSTRACT

Faced with the chaotic scenario generated by the COVID-19 pandemic, a respiratory transmission disease and the scarcity of experimental tests for validation of the reuse and prolonged use of respiratory protection equipment. In this study, the objective was to evaluate the integrity and functionality of the PFF2 respiratory protectors after reuse in an aerosol generating hospital environment through microscopic evaluation and non-destructive testing by High Resolution Gamma-Ray Spectrometry - HRGS. Sampling was started after approving by the Research Ethics Committee, under decision number 4.539.579. PFF2 respiratory protectors ( $n = 108$ ) were distributed, reused for 12, 24 and 36 hours with an approximate longitudinal loss of 25%. Sociodemographic and epidemiological data as well as sampling control were recorded in a semi-structured questionnaire. For the integrity analysis, the inner and outer layers and filter were analyzed separately. As a result of the Optical Microscopy, there was no significant difference ( $\alpha = 0.05$ ) between reusing up to 24 hours and non-used PFF2 respiratory protectors (analytical blanks). On the other hand, the non-destructive testing by gamma spectrometry showed an alteration in the interaction of gamma radiation with the internal and external layers and filters, probably caused by the accumulation of atmospheric particulates aggregated to the EPI fabric. The results corroborated international research which detected structural damage and loss of function of the PFF2 respiratory protectors increased from fit and seal tests after 24 hours of reusing. Therefore, this study recommends the reusing of PFF2 PPE for up to 24 hours, being necessary the association with professional self-care measures in order to conserve PPE.

Keywords: pandemic; COVID-19; biosafety; respiratory protector; occupational health;nurse practitioners.



## LISTA DE FIGURAS

|                  |                                                                                                                                                            |            |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Figura 1</b>  | <b>Particulado atmosférico e inalação.....</b>                                                                                                             | <b>177</b> |
| <b>Figura 2</b>  | <b>Pessoa expelindo gotículas e aerossóis .....</b>                                                                                                        | <b>18</b>  |
| <b>Figura 3</b>  | <b>Tecido não tecido, 40 g/m<sup>2</sup> cardado, com fibras 100%<br/>polipropileno termoligado. ....</b>                                                  | <b>24</b>  |
| <b>Figura 4</b>  | <b>Iteração dos fótons com a matéria e a ocorrência de seus<br/>principais efeitos em diferentes faixas de energia .....</b>                               | <b>29</b>  |
| <b>Figura 5</b>  | <b>Mapa de risco em planta baixa da área de recepção e<br/>limpeza do centro de material e esterilização do presente<br/>estudo.....</b>                   | <b>32</b>  |
| <b>Figura 6</b>  | <b>Amostragem dos protetores respiratórios PFF2 no presente<br/>estudo.....</b>                                                                            | <b>33</b>  |
| <b>Figura 7</b>  | <b>Protetor respiratório adquirido para a realização do<br/>experimento.....</b>                                                                           | <b>34</b>  |
| <b>Figura 8</b>  | <b>Procedimento para paramentação e reutilização protetores<br/>respiratórios PFF2.....</b>                                                                | <b>35</b>  |
| <b>Figura 9</b>  | <b>Protetores respiratórios distribuídas, recolhidos e analisados<br/>em números absolutos. ....</b>                                                       | <b>35</b>  |
| <b>Figura 10</b> | <b>Quantidade de protetores respiratórios recolhidos e sua<br/>distribuição conforme o intervalo de reutilização<br/>36</b>                                |            |
| <b>Figura 11</b> | <b>Fluxograma para coleta de dados. ....</b>                                                                                                               | <b>37</b>  |
| <b>Figura 12</b> | <b>Kit de coleta de dados entregue aos voluntários.....</b>                                                                                                | <b>38</b>  |
| <b>Figura 13</b> | <b>Procedimento de coleta de dados .....</b>                                                                                                               | <b>401</b> |
| <b>Figura 14</b> | <b>Preparo das amostras e obtenção de subamostras. ....</b>                                                                                                | <b>42</b>  |
| <b>Figura 15</b> | <b>Disposição e identificação das subamostras durante o<br/>tratamento.....</b>                                                                            | <b>43</b>  |
| <b>Figura 16</b> | <b>Preparo de subamostras para Microscopia.....</b>                                                                                                        | <b>44</b>  |
| <b>Figura 17</b> | <b>Microscópio ótico leica DM1000. ....</b>                                                                                                                | <b>45</b>  |
| <b>Figura 18</b> | <b>Captura das imagens no sistema Leica2000.....</b>                                                                                                       | <b>455</b> |
| <b>Figura 19</b> | <b>Esquema de conversão das imagens obtidas por microscopia<br/>óptica para análise estatística.....</b>                                                   | <b>477</b> |
| <b>Figura 20</b> | <b>Posicionamento da amostra sobre o detector HpGe. 2.<br/>Aparato utilizados para a colimação do feixe de fótons a<br/>partir da fonte de Eu-152.....</b> | <b>48</b>  |
| <b>Figura 21</b> | <b>Sistema egar com detector HpGe utilizado para realizar os<br/>ensaios de atenuação de radiação gama. ....</b>                                           | <b>49</b>  |
| <b>Figura 22</b> | <b>Prancha comparativa do imageamento ótico dos protetores<br/>respiratórios PFF2 de zero a 36 horas de reuso.....</b>                                     | <b>513</b> |

|                  |                                                                                                                                                            |           |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 24</b> | <b>Teste de comparação entre as médias dos resultados de<br/>passagem de luz dos brancos analíticos (protetores<br/>respiratórios não utilizados).....</b> | <b>55</b> |
| <b>Figura 25</b> | <b>ANOVA para espaços vazios nas imagens de microscopia<br/>óptica .....</b>                                                                               | <b>56</b> |
| <b>Figura 26</b> | <b>Espectros de radiação gama para as amostras de protetor<br/>respiratório PFF2 entre os canais 400 (100 keV) a 1600 (1200<br/>keV).....</b>              | <b>57</b> |
| <b>Figura 27</b> | <b>Gráfico de dispersão entre as cargas dos componentes<br/>principais.....</b>                                                                            | <b>58</b> |
| <b>Figura 28</b> | <b>Gráfico de dispersão entre os valores das componentes<br/>principais 2 e 4 .....</b>                                                                    | <b>59</b> |
| <b>Figura 29</b> | <b>Dendrograma para os resultados da análise por componentes<br/>principais.....</b>                                                                       | <b>60</b> |
| <b>Figura 30</b> | <b>Protetor respiratório PFF2 após reutilização por 24 horas,<br/>apresentando sujidades.....</b>                                                          | <b>61</b> |

## LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

|            |                                                                  |
|------------|------------------------------------------------------------------|
| ABNT       | Associação Brasileira de Normas e Técnicas                       |
| ANVISA     | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                         |
| CDC        | <i>Center of Disease and Control</i>                             |
| CME        | Centro de Material e Esterilização                               |
| CONAMA     | Conselho Nacional do Meio Ambiente                               |
| COVID-19   | Corona Virus Disease 2019                                        |
| EPI        | Equipamento de Proteção Individual                               |
| EPR        | Equipamento de Proteção Respiratória                             |
| EUA        | Estados Unidos da América                                        |
| keV        | Kilo Eletronvolt                                                 |
| PFF2       | Peça Facial Filtrante 2                                          |
| NIOSH      | <i>The National Institute for Occupational Safety and Health</i> |
| OSHA       | <i>Occupational Safety and Health Administration</i>             |
| POP        | Protocolo Operacional Padrão                                     |
| PPS        | Produtos Para a Saúde                                            |
| SARS-CoV-2 | Coronavírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave               |
| TNT        | Tecido-Não-Tecido                                                |
| WHO        | <i>World Health Organization</i>                                 |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                         |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                 | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                                                                                      | <b>16</b> |
| 2.1      | PARTICULADO ATMOSFÉRICO CONTAMINADO COM AGENTES BIOLÓGICOS .....                                                                        | 16        |
| 2.2      | SARS-CoV-2: PATOLOGIA E TRANSMISSIBILIDADE .....                                                                                        | 19        |
| 2.3      | IMPACTO DA COVID-19 NA ROTINA HOSPITALAR .....                                                                                          | 20        |
| 2.4      | EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL .....                                                                                                | 21        |
| 2.5      | COMPOSIÇÃO E FORMATAÇÃO DOS RESPIRADORES PFF2 .....                                                                                     | 23        |
| 2.6      | AUMENTO DA DEMANDA DE RESPIRADORES PFF2 NOS CENTROS DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO.....                                                   | 24        |
| 2.7      | RISCO À SAÚDE DO TRABALHADOR.....                                                                                                       | 27        |
| 2.8      | PRINCÍPIOS DAS TÉCNICAS INSTRUMENTAIS PARA AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE FÍSICA .....                                                        | 28        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                                                                         | <b>31</b> |
| 3.1      | DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO .....                                                                                                      | 31        |
| 3.2      | POPULAÇÃO .....                                                                                                                         | 32        |
| 3.3      | AMOSTRAGEM.....                                                                                                                         | 33        |
| 3.4      | PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA A COLETA DE DADOS .....                                                                                   | 36        |
| 3.5      | PREPARO DAS AMOSTRAS .....                                                                                                              | 42        |
| 3.6      | MICROSCOPIA ÓPTICA .....                                                                                                                | 44        |
| 3.7      | ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA .....                                                                                                        | 48        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                                                                     | <b>50</b> |
| 4.1      | ESPAÇAMENTO DAS TRAMAS DAS CAMADAS DE TNT DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 ATRAVÉS DE MICROSCOPIA ÓPTICA .....                         | 51        |
| 4.2      | ENSAIO NÃO DESTRUTIVO .....                                                                                                             | 57        |
| 4.3      | PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DE PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 REUTILIZADOS EM AMBIENTE HOSPITALAR GERADOR DE AEROSSÓIS ..... | 61        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES .....</b>                                                                                                                 | <b>67</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                | <b>68</b> |
|          | <b>APÊNDICE A QUESTIONÁRIO DE CONTROLE DE ENTREGA DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 .....</b>                                           | <b>76</b> |
|          | <b>APÊNDICE B QUESTIONÁRIO DE RECOLHIMENTO DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 .....</b>                                                  | <b>77</b> |
|          | <b>APÊNDICE C TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS.....</b>                                | <b>79</b> |
|          | <b>APÊNDICE D PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO DE REUTILIZAÇÃO DE PROTETORES REPIRATÓRIOS PFF2 .....</b>                                    | <b>82</b> |
|          | <b>APÊNDICE E CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO E CORRELAÇÃO</b>                                    |           |

|                |                                                                           |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                | <b>COM AS VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS .....83</b>                           |
| <b>ANEXO A</b> | <b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA<br/>EM PESQUISA .....87</b> |
| <b>ANEXO B</b> | <b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA<br/>EM PESQUISA .....91</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

No final de 2019, o surto de um novo coronavírus foi relatado em Wuhan, China (WHO, 2021). A partir desse ocorrido, o novo patógeno foi disseminado em cerca 200 países e regiões do mundo e o total de casos ultrapassou a marca de 500 milhões em abril de 2022, de acordo com o mapa dinâmico da *Johns Hopkins University & Medicine* (2022).

COVID-19 foi caracterizada como uma doença aguda e autolimitada, com 20% dos doentes apresentando sintomas graves (WHO, 2021) antes da chegada da vacina e com letalidade que chegou a ultrapassar 3% do total de casos (NANSHAN, 2020), o que pode não parecer muito, mas observado em números absolutos se traduz em mais de 6 milhões de vidas perdidas no mundo até abril de 2022. No Brasil, o percentual de letalidade chegou a 2,4% nos primeiros meses de 2021 (ANVISA, 2021).

Em se tratando da população de profissionais de saúde, um estudo realizado com mais de 2 milhões de participantes no Reino Unido e Estados Unidos da América, concomitantemente, identificou que o risco de profissionais de saúde contraírem COVID-19 era três vezes maior do que o da população em geral (NGUYEN et al., 2020). Em âmbito nacional, dados levantados pelo Conselho Federal de Enfermagem (2020), no Brasil, mostrou que 1,85% dos profissionais de enfermagem que desenvolveram COVID-19 evoluíram para óbito.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2021) traz como principais formas de contaminação, o contato com fômites e a inalação de partículas respiratórias, orientando a implementação de precauções padrão e respiratória, a partir da utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e a higienização das mãos (ANVISA, 2021), sendo estas as formas não farmacológicas de prevenção mais eficientes até o momento.

Também de acordo com a recomendação da *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* quanto à precaução respiratória de trabalhadores de saúde, a filtração mínima do EPI para doenças transmitidas por aerossóis deve contemplar no mínimo 95% para partículas sólidas e à base de água com tamanho superior a 0,3 micrômetros (N95), o que seria capaz de captar os aerossóis contaminados com o vírus (CDC, 2020). No Brasil, a certificação dada aos protetores respiratórios com capacidade de proteção similar (94% das partículas de mesmo tamanho) é feita pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), e são chamadas de Peça Facial Filtrante, classe 2 (PFF2) (ANVISA, 2021).

Contudo, a referida emergência de saúde pública de interesse internacional se instalou numa sociedade, até o momento, despreparada para tal situação, resultando numa crise multifatorial sem precedentes, refletida sobremaneira no fornecimento de EPIs à população geral e aos profissionais de saúde (FISHER et. al., 2020).

Diante das dificuldades para suprir a alta demanda mundial de equipamentos para proteção respiratória, foram adotadas práticas de reutilização destes Produtos Para a Saúde (PPS), em que as autoridades sanitárias restringiram o uso dos protetores respiratórios cirúrgicos e PFF2 a profissionais de saúde em exercício enquanto a indústria não reestabelecesse o equilíbrio oferta/demanda (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE; PHAN, 2020; WHO, 2021), não sendo suficiente para propiciar a troca frequente deste equipamentos por todos os profissionais de saúde tanto em assistência direta como indireta a paciente com diversos tipos de patologias, inclusive transmissíveis por gotículas aerossóis.

É importante salientar que ambientes hospitalares corriqueiramente executam procedimentos geradores de aerossóis. No entanto, conforme exposto na metanálise de Birgond et al. (2021), muitos dos *guidelines* e notas técnicas publicadas por agências internacionais de saúde levaram em consideração apenas a assistência direta a pacientes em suas listas de procedimentos geradores de aerossóis, esquecendo-se das áreas de recepção e limpeza dos Centros de Material e Esterilização (CME). Nesses ambientes, é executado processamento manual de PPS contaminados com resíduos biológicos vindos de cirurgias e muitos dos procedimentos que constam nos *guidelines* supracitados (oxigenoterapia, intubação orotraqueal), em que ações de escovação, *steamers* e secagem de PPS podem ocasionar aerossolização de partículas como afirma a Associação Brasileira de Enfermagem em Centro Cirúrgico - SOBECC (SOBECC, 2020).

Diante deste cenário assustador de luta pela vida e autopreservação, o número de contaminados dentre os trabalhadores da saúde levou pesquisadores a questionarem-se sobre a eficácia da utilização prolongada e reutilização dos respiradores PFF2 nos serviços de saúde, o risco de manipulação e se haveria relação entre esta prática e o aumento do risco de contaminação desta população, tendo em vista não só o grande número de partículas no ambiente em questão, mas também o fato das partículas se aderirem à superfície e à trama dos protetores respiratórios. Não havendo ainda consenso sobre o número de reusos indicado e ainda sem técnicas eleitas como padrão ouro para este tipo de avaliação (NGUYEN et al., 2020; ANVISA, 2020), faz-se necessário desenvolvimento de ensaios experimentais nesta área.

A partir do uso de microscópica e ensaio não destrutivo por Espectrometria Gama de Alta Resolução – EGAR, este estudo objetivou avaliar a integridade e funcionalidade de

protetores respiratórios PFF2 após reutilização em ambiente hospitalar gerador de aerossóis com risco biológico classe 03 (CME). Como objetivos secundários, têm-se:

- Avaliar o espaçamento das tramas do tecido-não-tecido aplicados na confecção de respiradores PFF2 reutilizados, por meio de técnicas de imageamento por microscopia óptica;
- Aplicar técnica de interação de radiação gama com a matéria, associada a análises estatísticas quimiométricas, visando a discriminação de efeitos físicos da reutilização nos respiradores PFF2;
- Estabelecer protocolo de avaliação de integridade física de respiradores PFF2 reutilizados.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A tomada de decisão para a reutilização de protetores respiratórios PFF2 se tornou um novo desafio no que se refere a saúde dos trabalhadores frente a interação com um novo agente patogênico, requerendo análise dos órgãos de gestão, comissões de infecção hospitalar e saúde do trabalhador de cada unidade, se embasando em literaturas antigas e genéricas, bem como na opinião de especialistas. Por conta disto, este referencial teórico busca contemplar as bases do conhecimento para este experimento, realizado em um CME localizado em um hospital de grande porte da região nordeste do Brasil, apresentando características ambientais de risco biológico classe 3 no âmbito do reprocessamento de PPS.

### 2.1 PARTICULADO ATMOSFÉRICO CONTAMINADO COM AGENTES BIOLÓGICOS

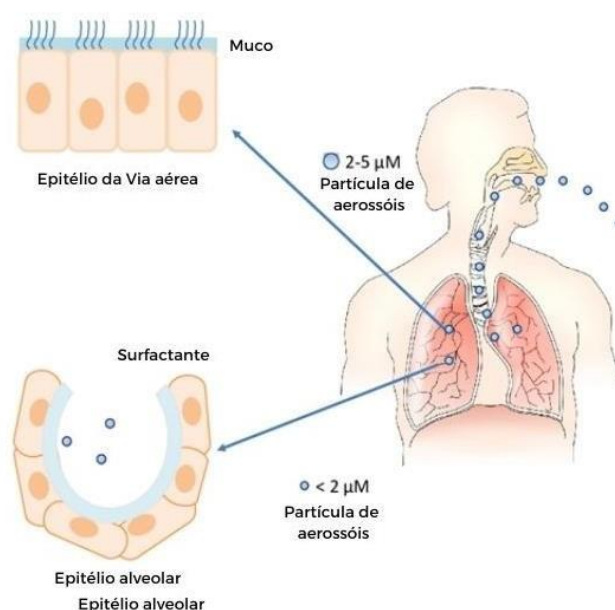
As discussões sobre particulado atmosférico e qualidade do ar do ambiente, sejam eles nas florestas ou na cidade ganharam destaque na 1ª Conferência de Saúde Ambiental, onde foi criado o Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA) promovendo a sintetização das ações dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente com a proposta de proteger o meio ambiente e a saúde humana dos efeitos da contaminação atmosférica (CONAMA 491/2018).

Tomando por base os parâmetros de qualidade do ar publicados pela World Health Organization (WHO), (2005), a CONAMA 491/2018 define poluentes atmosféricos como toda matéria em quantidade, concentração e outras características, considerando o intervalo de exposição, estabelecendo uma relação massa/tempo, que possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde humana, fauna, flora, materiais, inconveniente ao bem-estar público ou que cause prejuízos à segurança, uso de propriedades, ou atividades ordinárias da população (CONAMA 491/2018).

Definido como “todo e qualquer material sólido ou líquido, em mistura gasosa, que se mantém neste estado na temperatura do meio filtrante, estabelecida pelo método adotado” os materiais particulados são alguns dos principais poluentes ambientais, especificados em Particulado Total em Suspensão (PTS), material particulado com diâmetro aerodinâmico inferior a 10µm (MP10), material particulado com diâmetro aerodinâmico menor que 2,5µm (MP2,5). Correspondendo a gotículas e aerossóis de base sintética ou biológica, além de neblinas e fuligens e outros materiais em suspensão em meio gasoso, no caso o ar ambiente (CONAMA 491/2018).

O potencial de inalação e o local de deposição da partícula na via aérea está diretamente relacionado ao diâmetro aerodinâmico da partícula, como apresentado na (Figura 1), a saber que as MP10 são inaláveis e as MP2,5 são partículas finas capazes até de ganhar a corrente sanguínea através das paredes do trato respiratório. Também podem ser classificadas como partículas grossas com diâmetro entre 2,5 e 10 $\mu\text{m}$  e finas que possuem diâmetro inferior a 2,5 $\mu\text{m}$ . Esta informação deve ser considerada na interpretação do seu potencial de serem inaladas (SOUZA et. al, 2010).

**Figura 1 – Particulado atmosférico e inalação**



Fonte: Adaptado do Researchgate (2020)

A definição de aerossol foi estabelecida no início do século passado, sendo denominado como um sistema bifásico, no qual as partículas sólidas e líquidas ficam suspensas num gás, normalmente o ar, cujo tamanho de partículas pode variar de 0,001 a 100  $\mu\text{m}$  (HINDS, 1982). Já utilizando o conceito de gotículas, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), (2006), essas partículas possuem tamanho maior que 5  $\mu\text{m}$  e podem atingir a via respiratória alta, já os aerossóis são menores do que 5  $\mu\text{m}$ , sendo geradas durante a tosse, espirros, conversação, bem como na realização de diversos procedimentos de assistência à saúde.

Uma das propriedades físico-químicas fundamentais de um aerossol quando inalado diz respeito ao tamanho das suas partículas. Esse tamanho é padronizado pelo cálculo de seu Diâmetro Aerodinâmico Médio Mássico (MMAD), representado pelo diâmetro físico de uma esfera de densidade unitária, que sedimenta no ar com uma velocidade igual à partícula sob

análise (AULTON, 2005). Este processo de determinação depende fortemente da forma, densidade e diâmetro geométrico da gotícula (YANG et al, 2008).

Duas importantes formas de deposição das gotículas no sistema respiratório, que sofrem influência do diâmetro das partículas inaladas, são a impactação, em que ocorre a deposição das gotículas com MMAD maior que  $5,0\ \mu\text{m}$ , (YANG et al., 2008; PILCER; AMIGHI, 2010) e a sedimentação, em que os aerossóis com diâmetro entre  $1,0$  e  $5,0\ \mu\text{m}$  se depositam nas vias aéreas pela ação da gravidade, sendo estas as partículas respiráveis. Conforme descrito abaixo na Figura 2, é possível visualizar partículas respiratórias de diâmetros variáveis sendo expelidas por um ser humano.

**Figura 2 – Pessoa expelindo gotículas e aerossóis**



Fonte: CDC (2009)

As primeiras análises de proteção respiratória pessoal para profissionais de saúde foram realizadas no final do século passado, contra tuberculose. Nesta época, a literatura sobre a temática de aerossóis infecciosos era escassa (FENNELLY, 1997).

Uma compilação de dados recentes, foi realizada por Fennelly (2020), na qual foi constatado que aerossóis infecciosos de humanos existem em ampla gama de tamanhos de partículas e que os aerossóis de pequenas partículas se constituem como a regra, e não a exceção dentre elas. Essas microscópicas partículas se formam sem a necessidade de exposição prolongada ao ambiente que as dessequem e seu diâmetro permite que sejam imediatamente inaladas (FENNELLY, 2020).

## 2.2 SARS-CoV-2: PATOLOGIA E TRANSMISSIBILIDADE

O primeiro coronavírus foi isolado no ano de 1937, adotando essa nomenclatura na década de 1960 em referência ao seu perfil microscópico onde se visualizava estruturas parecidas com uma coroa. Nas últimas décadas houve a identificação de três coronavírus humanos causadores de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), são eles, o SARS-CoV, o Mers-CoV (PHAN et al., 2020) e mais recentemente o SARS-CoV-2, descoberto em 2019, após identificação de casos na China (ANVISA, 2020 a).

A COVID-19 é a doença causada pelo SARS-CoV-2, responsável por uma pandemia causadora de uma crise sem precedentes para humanidade (GUAN et al., 2020; HE et al., 2020). Este patógeno altamente contagioso apresenta características de acometimento sistêmico, com tropismo por tecidos do sistema respiratório, sistema gastrointestinal e endotélio. Os principais sintomas são tosse seca, febre e fadiga, podendo apresentar também exspectoração, dor muscular, dor na garganta, dor de cabeça, náuseas, vômitos, diarreia, anosmia, falta de ar, hipoxemia entre outros efeitos inespecíficos e deletérios provenientes de um estado hiper inflamatório pulmonar e extrapulmonar que ocorre na fase III da doença (BRANDÃO et al., 2020; NANSHAN, 2020; WOH; BYRAREDDY, 2020).

O período de incubação do SARS-CoV-2 é, em média, 5 a 6 dias, mas a manifestação dos sinais e sintomas pode surgir até 14 dias após a exposição (ANVISA, 2020b). Com o passar do tempo, as fases e apresentações da doença ganharam várias denominações, a exemplo da classificação em três fases que não necessariamente vão estar presentes em todos os pacientes ou mesmo se desenvolverão sequencialmente no período de infecção (BRANDÃO, et al., 2020).

De acordo com essa classificação, podem ser indicadas condutas terapêuticas específicas para cada fase da doença em consonância com a abordagem sintomática. O isolamento domiciliar na fase I (sintomas leves); isolamento em unidade de internamento tipo enfermaria e semi-intensiva, nas fases IIA e IIB (sintomas moderados), em que é muito provável que haja a necessidade de oxigenoterapia, terapias medicamentosas e não medicamentosas em decorrência de pneumonia viral, com elevação de biomarcadores de inflamação. Pacientes na fase III necessitam de terapia intensiva com implementação de assistência ventilatória mecânica invasiva, entre outras terapias requeridas por graves desfechos sistêmicos (BRANDÃO et al., 2020).

Apesar do potencial de gravidade da COVID-19, é importante destacar que, de acordo com os padrões apresentados na China, de modo geral, 80% dos seres humanos acometidos por

essa doença apresentam apenas sintomas leves e autolimitados característicos do grupo da fase I, 15% dos pacientes poderão evoluir para a fase II entre o quinto e o décimo dia de infecção e 5% cursam para a fase mais grave da doença (BRANDÃO et al., 2020).

São grupos de risco para evolução com gravidade, os pacientes diabéticos, portadores de doenças crônicas, como Hipertensão Arterial Sistêmica e *Diabetes Melitus* e idosos (ROTHAN; BYRAREDDY, 2020).

É de conhecimento da comunidade científica que a principal forma de infecção ocorre a partir da inalação de partículas respiratórias como gotículas e aerossóis, via de humano para humano (EYRE et al., 2020). Não se deve, no entanto, desprezar as medidas de precaução de contato, em especial na forma de fômites, um estudo com amostragem de superfície de contato revelou teste de “Reação de transcriptase reversa, seguida por reação em cadeia da polimerase” (RT-PCR) detectável para SARS-CoV-2 associadas a cargas virais nasofaríngeas que em geral atingiram o pico entre o quarto e quinto dia de sintomas, mas esta carga viral tende a diminuir até o nono dia de início dos sintomas. As partículas detectadas no ambiente possuíam tamanhos de 1–4 µm e > 4 µm (CHIA et al., 2020).

### 2.3 IMPACTO DA COVID-19 NA ROTINA HOSPITALAR

As práticas de assistência à saúde, principalmente no que se refere a medidas de precaução que antes eram realizadas em situações e serviços pontuais sofreram importantes mudanças no ano de 2020. A necessidade de adaptação dos serviços hospitalares cursou com o estabelecimento de fluxos, de processos e rotinas de higiene associados ainda a utilização rígida de Equipamento de Proteção Individual (EPI) na precaução contra COVID-19 (ANVISA, 2020b).

A SOBECC (2021) nas “Recomendações relacionadas ao fluxo de atendimento para pacientes com suspeita ou infecção confirmada pelo COVID-19 em procedimentos cirúrgicos ou endoscópicos” expõe o potencial de geração de aerossóis em procedimentos anestésico-cirúrgicos e na área de recepção e limpeza de PPS, tendo em vista a predominância da limpeza mecânica manual no Brasil.

As “Recomendações de proteção aos trabalhadores dos serviços de saúde no atendimento de COVID-19 e outras síndromes gripais”, documento publicado em 2020 pelo Ministério da Saúde, indica que seja realizado o uso de EPIs compatíveis com as atividades realizadas de acordo com o setor de trabalho, identificando o potencial de produção de gotículas e ou aerossóis decorrentes das atividades naquele ambiente, incluindo mais recentemente a área

de recepção e limpeza do CME neste grupo.

Também está recomendada a implementação de práticas que reduzem a geração de aerossóis no ambiente como a não utilização de pistolas de água e ar comprimido (steamer), bem como a escovação submersa dos instrumentais nos casos em que não for possível realizar a substituição pela limpeza automatizada (SOBECC, 2021).

As novas demandas de precaução trouxeram como atualização da paramentação para o processamento manual de PPS o uso mandatório dos protetores respiratórios PFF2 ou similar além de seu uso concomitante a protetor facial que anteriormente eram opcionais. Mantendo a utilização de óculos, gorro, luvas grossas de manga longa, avental impermeável de manga longa, calçado fechado impermeável e antiderrapante com o intuito de diminuir os riscos ocupacionais biológicos inerentes a esta atividade (ANVISA, 2021; RDC 15,2012).

Estas mudanças configuraram um importante desafio na rotina de trabalho do CME em decorrência do surgimento das demandas do novo coronavírus, chamando a atenção para o fato desta demanda sempre ter existido, já que se trata de um ambiente de risco biológico classe 3, onde já eram executadas as práticas geradoras de aerossóis supracitadas.

Este contexto intensificou a urgência em realizar pesquisas que deem suporte às ações que compõem os protocolos operacionais de segurança, sendo importante estar atento quanto a publicações advindas de estudos de base metodológica frágil, (CORREIA et al, 2020) incorrendo em protocolos falhos.

## 2.4 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

EPI é todo dispositivo privativo, destinado a prevenir ameaças à saúde do trabalhador, necessitando ter Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para ser comercializado. Os protetores respiratórios PFF2, por ser um EPI, recebe este certificado, após ser submetida a ensaios de desempenho protocolados de acordo com Normas de Equipamentos de Proteção Respiratória da ABNT (ANVISA, 2006).

Diante do cenário de pandemia, a WHO (2021) continua recomendando o uso da máscara como medida não farmacológica de combate ao coronavírus. A filtração mínima indicada para a precaução contra o coronavírus em ambientes com geração de aerossóis é 95% para partículas sólidas e aquosas com, no mínimo, 0,3  $\mu\text{m}$ . Partículas deste tamanho não contemplam o coronavírus individualmente, dado suas dimensões nanométricas. No entanto, para que haja infecção, o inóculo viral se desloca contido em partículas respiratórias contempladas pela filtração proposta pelos protetores respiratórios PFF2 (CDC, 2020a). No

Brasil, a certificação dada aos protetores respiratórios que oferecem proteção equivalente (94%) à N95 é chamada de PFF2, ou seja, Peça Semifacial Filtrante, classe 2 (ANVISA, 2020a).

A nomenclatura utilizada para se referir a este protetor refere-se, na verdade, não só a seu formato e capacidade de vedação, mas também a uma classe de filtros componentes que possuem capacidade de filtrar, no mínimo, 95% das partículas micrométricas. As partículas são transportadas pelo fluxo controlado de ar em testes de "pior cenário" para receber classificação 95, que é associada a designações N, R ou P. Essa nomenclatura se refere à resistência dos filtros a óleo, em que a designação N indica protetores respiratórios não resistente a este produto (CDC, 2018). Um processo similar de testes de validação ocorre com esse tipo de protetores respiratórios no Brasil, neste caso, requerendo eficiência mínima de 94% (ABNT, 2011).

A classificação aplicada aos protetores respiratórios indica seu nível de resistência à respiração e a capacidade de penetração de partículas, medidos a partir de ensaios físicos. São elas, PFF1, PFF2 ou PFF3. Adiciona-se ainda ao termo PFF a classificação “S”, para aquelas que apresentam capacidade de reter partículas sólidas e líquidas à base de água ou a classificação “SL”, para aquelas que apresentam capacidade de reter partículas sólidas e líquidas à base de óleo ou outro líquido diferente de água. Elas também podem conter ou não válvula exalatória (ABNT, 2011).

Os protetores respiratórios equipados com filtro PFF2 impedem a passagem de no mínimo 94% das partículas de 0,3 µm, tanto sólidas quanto à base de água. Esse EPI não protege apenas contra o SARS-CoV-2, mas contra uma gama de particulados tanto vivos, quanto inanimados, sendo há muito tempo utilizadas na prevenção de doenças como tuberculose, meningites bacterianas, rubéola, varicela zoster e vários vírus causadores de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) (CDC, 2007). Os protetores respiratórios PFF2 são consideradas PPS de acordo com a RDC Nº 185, (2001), não figurando entre os artigos de uso único elencados na RE Nº 515, (2006). Isto permite que protetores respiratórios PFF2 sejam legalmente reutilizados em serviço.

Diante da necessidade de racionalização de recursos deu-se início a tentativas de definir se este PPS é passível de reprocessamento, verificando se suas matérias primas e conformação estrutural permitem a implementação de repetidos processos de limpeza, preparo, desinfecção ou esterilização até que percam a funcionalidade e eficácia (RDC Nº 15, 2012) e em quanto tempo isso ocorreria. Estes ensaios experimentais têm ocorrido principalmente a partir de simulações e testes de ajuste à face ou filtração, sem levar em consideração a manutenção da integridade das tramas que dão estrutura física aos protetores respiratórios PFF2 (CHECK et al., 2021; RIVARD et al., 2021; DUNCAN et al., 2021).

## 2.5 COMPOSIÇÃO E FORMATAÇÃO DO RESPIRADOR PFF2

Sua interface deve conter, no mínimo, dois painéis de tecido-não-tecido - TNT e um meio filtrante em microfibras sintéticas tratadas eletrostaticamente. Deve ser externamente recoberta por TNT e suas fibras não podem se soltar. A proteção deve ser conferida por meio filtrante e deve possuir tirantes elásticos que favoreçam a adaptação à face, bem como o clipe de ajuste nasal de material moldável (ABNT, 1996; ANVISA, 2021).

O protetor respiratório PFF2 para partículas como equipamento de proteção respiratória pode ser constituído, total ou parcialmente, de material filtrante, tirantes e podendo ou não possuir válvulas. Deve cobrir no mínimo o nariz e a boca e proporcionar vedação adequada sobre a face, estando a pele úmida ou seca, e o usuário executando movimentos com a cabeça ou conversando. O ar entra através do material filtrante e passa diretamente para o nariz e a boca do usuário ou através de válvula de inalação, se existir. O ar exalado passa através do material filtrante ou da válvula de exalação, se existir, para a atmosfera ambiente (BRASIL, 2009; 2011; FUNDACENTRO, 2020).

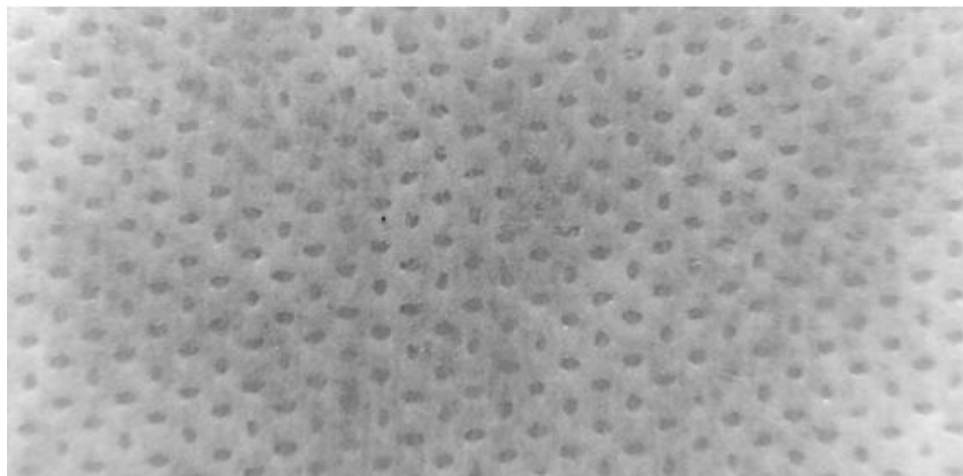
A NBR-13370 (2002) define que “não-tecido é uma estrutura plana, flexível e porosa, constituída de véu manta de fibras ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidados por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) e combinações destes”.

A normatização de produção de não tecidos apresenta uma série de técnicas para sua confecção, utilizando polímeros como matéria prima, através de fundição, extrusão e sopro (ABNT, 2002). No processo, o polímero termoplástico é fundido por uma “fieira”, resfriado e estirado, e depositado numa esteira em forma de véu ou manta. A “fieira” possui orifícios muito pequenos, neste processo a aplicação de um fluxo de ar quente solidifica a massa em fibras finíssimas. Para que a manta seja consolidada estas fibras são sopradas em alta velocidade em direção a uma tela coletora.

Os não tecidos são amplamente utilizados em contextos médico hospitalares para confecção de produtos descartáveis tais como máscaras, gorros, toucas, aventais, sapatilhas e ataduras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃOTECIDO, 1999).



**Figura 3 – Tecido Não tecido, 40 g/m<sup>2</sup> cardado, com fibras 100% polipropileno termoligado.**



Fonte: ABINT (1999).

A gramatura destes polímeros é dada através da relação entre o peso e a área, dada em gramas por metro quadrado, e é parâmetro importante, pois afeta grandemente a capacidade de retenção de particulados do não tecido. A Figura 3 apresenta um não tecido termoligado que apresenta a capacidade de não soltar fios com facilidade, seguindo as recomendações de formatação de não tecido para confecção de protetores respiratórios PFF2.

## 2.6 AUMENTO DA DEMANDA DE PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 NOS CENTROS DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO

O súbito aumento do consumo de máscaras faciais provocou um colapso no fornecimento de EPIs respiratórios para o mercado internacional (FISHER, 2020). A redução da proporção de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) por pessoa em função do aumento da demanda provocou a necessidade de reutilização e reuso de um objeto descartável apesar de os patógenos contidos no ar exalado se aderirem e permanecerem nas fibras dos protetores respiratórios, tornando-as infecciosas quando manuseadas (PHAN, 2020; CHIA et al., 2020).

É importante também diferenciar os conceitos de uso prolongado e reutilização, que correspondem respectivamente a prática de usar a mesmo protetor respiratório PFF2 em atendimentos subsequentes sem removê-la entre eles e a reutilização, em que se utiliza a mesmo protetor respiratório PFF2 em diferentes momentos da assistência, havendo a retirada do protetor respiratório e armazenamento para o uso posterior (CDC, 2020a). Nesse caso, tornam-se evidentes tanto o risco a saúde dos trabalhadores de saúde quanto os riscos relativos ao uso irracional de insumos, neste caso específico, dos EPIs, pois o uso indiscriminado pode implicar na sua escassez (WHO, 2020).

De acordo com a SOBECC (2017), o CME é um componente do centro cirúrgico destinado ao processamento de PPS, atendendo as demandas de limpeza, desinfecção e esterilização de PPS de conformação complexa e não complexa, sendo considerado o “coração” do hospital, destacando-se sua importância do CME no processo de combate a Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS).

A estrutura física do CME classe II onde PPS são processados, principalmente aqueles de conformação complexa, devem contar com barreiras físicas que delimitam os setores limpos e os setores sujos. As áreas mínimas componentes deste setor consistem em área de recepção e limpeza (setor sujo), preparo (setor limpo), esterilização (setor limpo), monitoramento (setor limpo), armazenamento e distribuição (setor limpo) (SOBECC, 2021).

Seguindo as recomendações da SOBECC, (2017), os PPS contaminados transferidos ao CME são recepcionados e limpos no expurgo, local em que ocorre a produção de partículas de aerossóis devido ao processo de limpeza manual dos PPS por escovação e jatos de água. Na sequência, já limpos, os PPS são preparados e embalados, passando para esterilização, armazenamento e distribuição para as unidades consumidoras. O CME em questão é centralizado e classificado como tipo II, realizando o processamento de PPS de conformação complexa e não complexa, desde a recepção de materiais contaminados/sujos até a distribuição (ANVISA, 2012).

O setor de recepção e limpeza (expurgo) recebe, das unidades consumidoras, os PPS, que são classificados como não críticos, semicríticos e críticos de acordo com o grau de contaminação com microbiota e resíduos biológicos variados. Nesse caso, o processo de limpeza manual aumenta o risco biológico para o profissional, em especial para o risco de contágio por patógenos transmitidos por aerossolização de partículas como o SARS-CoV-2 (SOBECC, 2020).

O processo de limpeza consiste na remoção de sujidades visíveis orgânicas e inorgânicas, visando também reduzir a carga microbiana das superfícies internas e externas dos PPS, podendo ser automatizada ou manual desde que exerça uma ação mecânica no PPS, a limpeza manual se dá a partir da utilização de água, detergentes, esponjas, escovas e *steamer*, por exemplo (BRASIL, 2012). No entanto, como os PPS de conformação complexa possuem estreitos lumens internos, muitos encaixes e conexões, é imperioso que passem por limpeza manual antes da automatizada (BRASIL, 2012).

Poucos estudos tratam acerca da colonização microbiana dos CMEs. Uma pesquisa realizada no Sul do Brasil apresentou como os agentes mais frequentes nas superfícies do setor, as espécies *Acinetobacter baumannii*, *Yersinia pseudotuberculosis* e *Staphylococcus coagulase*

negativa (SIMCH et al., 2018). Outra pesquisa realizada em Porto Alegre encontrou em PPS, desinfetados após limpeza manual, microrganismos como *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas* sp. (POZZER et al., 2019). Vários desses microrganismos apresentaram resistência antimicrobiana em ambos os estudos.

Diante da vasta gama de microrganismos aderidos à superfície dos PPS, a exemplo do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e da família *Coronaviridae*, estes últimos relacionados com Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), categoriza-se o CME como um ambiente com presença de patógenos com Risco Biológico Classe 3, configurando alto risco individual ao trabalhador e risco moderado à comunidade, podendo contaminar tanto o ambiente como ser transmitido entre seres humanos. Os agentes possuem potencial infectocontagioso, especialmente por meio de vias respiratórias e são potencialmente letais, podendo causar doenças tanto em humanos quanto em animais. No entanto, existem medidas profiláticas e terapêuticas para tais doenças (BRASIL, 2017).

Quanto à infraestrutura de ventilação, as recomendações da RDC N°15 estabelecem como parâmetros ideais temperaturas entre 18 a 22°C, vazão mínima de ar total de 18 m<sup>3</sup>/hora/m<sup>2</sup> e exaustão forçada do ar da sala para o exterior do prédio. Apesar da SOBECC, (2021) trazer esta recomendação com uma força de evidência fraca (quando o benefício pode ser um pouco maior ou igual ao risco), a associação chama atenção para a importância destas práticas quanto ao conforto da equipe, em especial pelo uso de EPIs como respiradores PFF2; capotes, muitas vezes contendo plástico em sua composição, o que aumenta o desconforto térmico, sapatos e luvas de borracha.

A expertise e constante atualização do CME no processamento de PPS proporciona o abastecimento das unidades de consumo com PPS livres de contaminação (COSTA, 2014). Apesar de não praticar assistência direta ao paciente, o serviço de excelência realizado pelos profissionais deste setor possibilita que o serviço de saúde ofereça assistência direta ao paciente com risco reduzido para IRAS (SOBECC, 2017).

Além disso, é importante lembrar que a força de trabalho do CME é composta principalmente por profissionais de enfermagem. Esses são diariamente expostos a riscos ocupacionais ergonômicos, químicos, físicos, mecânicos e biológicos, tendo por exemplo fatores como umidade, manutenção de mesma postura por período muito longo, ruídos, risco de infecção, risco de queda de materiais e risco de eletrocussão (COSTA et al., 2015).

## 2.7 RISCO À SAÚDE DO TRABALHADOR

O risco de contágio entre profissionais de saúde é maior do que a da população em geral e este fato está relacionado com a maior exposição em ambientes hospitalares a patógenos (VERBEEK et al., 2020; NGUYEN et al., 2020). Há evidências de que a viabilidade do SARS-CoV-2 diminui em temperaturas acima de 30°C-40°C. No entanto, em ambientes hospitalares, as superfícies e objetos podem funcionar como fômites, com grande potencial de contaminação e transmissão. Outros coronavírus como o SARS-CoV e o MERS-CoV podem permanecer infecciosos nestas superfícies por, pelo menos, 9 dias (KAMPF et al., 2020). Fennelly (2020) reflete a respeito do fato de os patógenos respiratórios provavelmente terem seu potencial de transmissão menos dependente do tamanho da partícula física expelida pela pessoa doente e mais associado a fatores biológicos, a exemplo do tamanho do inóculo emitido, da capacidade do microrganismo de resistir à dessecação da partícula e fatores ambientais, como defesas do hospedeiro, fluxo de ar, temperatura e umidade.

O risco associado ao contato prolongado com o patógeno requer a implementação de medidas que proporcionem a paramentação e desparamentação adequadas. Não obstante o aumento do número de contaminados devido à grande exposição, também há elevação do risco de contaminação no processo de retirada, armazenamento ou descarte dos EPIs (VERBEEK et al., 2020).

Para a definição de procedimento de alto risco à saúde do trabalhador, consideram-se a patogenicidade, a quantidade do agente etiológico no local e as condições de dispersão deste patógeno. Com relação à quantidade de aerossóis gerados em procedimentos de assistência direta e indireta ao paciente, deve-se classificar como procedimentos de alto risco aqueles que geram elevada quantidade de aerossol. Ambientes pequenos e mal arejados também denotam maior risco à saúde do trabalhador (ANVISA, 2006).

Em 2006, o relatório de proteção respiratória da ANVISA indicava que os protetores respiratórios PFF2 poderiam ser reutilizados enquanto mantivessem vedação aceitável, tirantes elásticos íntegros e não apresentassem sujidades visíveis ou contaminação; chamando-se atenção para a necessidade de manuseio adequado, sob risco de transportar patógenos da superfície externa para a interna. Tendo isso em vista, é importante frisar que os agentes biológicos não possuem mobilidade própria, não podendo se deslocar por si só entre as fibras do filtro. Apesar das partículas da atmosfera ambiente se aderirem fortemente ao filtro, estudos presumem que o simples fluxo de ar proveniente do ato de respirar através do protetor respiratório não ocasionaria o deslocamento das partículas capturadas por ele. Estando aderidos

ao filtro, o manuseio dos protetores respiratórios PFF2, já utilizada anteriormente, pode transferir patógenos para a face interna, colocando-os em contato direto com boca e narinas (JOHNSON et al., 1998; QIAN et al., 1997).

## 2.8 PRINCÍPIOS DAS TÉCNICAS INSTRUMENTAIS PARA AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE FÍSICA

Integridade é um substantivo que expressa o “estado ou característica daquilo que está inteiro, que não sofreu qualquer diminuição; inteireza” (GOOGLE, 2022), já a funcionalidade adjetiva aquilo que desempenha a função para a qual foi desenvolvido (DICIO, 2009). Até o momento, a integridade física dos protetores respiratórios necessita ser levada em consideração para além da inspeção macroscópica e do julgamento subjetivo dos usuários quanto a integridade, deposição de umidade e sujidade. Esta metodologia recomendada pelos órgãos sanitários (CDC; ANVISA, 2020) tem se replicado nos estudos sobre reutilização de máscaras PFF2 e N95, bem como nos estudos que propõem técnicas de descontaminação com vapor de peróxido de hidrogênio, calor seco ou radiação ultravioleta (CHECK et al., 2021; RIVARD et al., 2021; ZAH et al., 2021; JUNG et al., 2021).

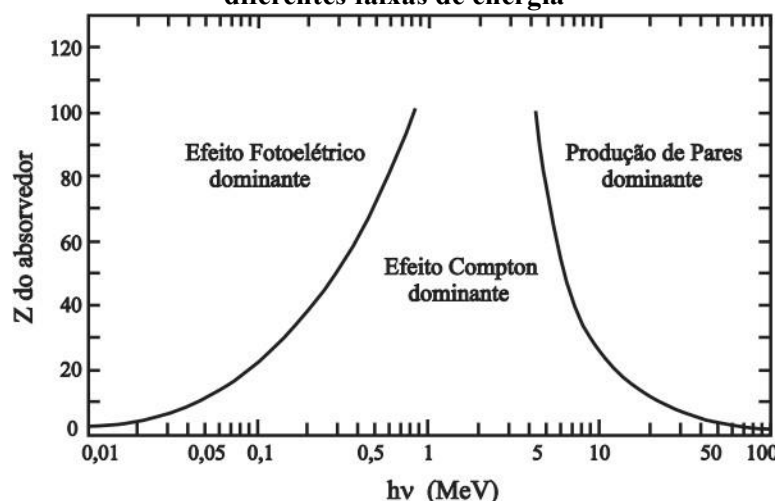
A microscopia óptica é uma técnica de baixo custo amplamente utilizada para a obtenção de imagens que não podem ser vistas a olho nu, englobando uma série de conceitos e fatores físicos para a formação de imagens de alta resolução, não se definindo apenas pela absorção e reflexão da radiação luminosa (luz), mas também por delimitações físicas que proporcionam a resolução (MANNHEIMER, 2002). A passagem do feixe luminoso através das tramas do TNT permite a formação de imagem e consequentemente a avaliação de seu espaçamento a partir da técnica de captura de imagem por Microscopia Óptica, incluindo a identificação de corpos estranhos aderidos e deformidades nas fibras sintéticas utilizando uma magnificação de 40 vezes no conjunto de lentes.

Como o relaxamento das fibras de TNT podem ocorrer conforme as condições ambientais de armazenamento e de uso dos protetores respiratórios, a realização de uma estimativa de espaços ocasionados pela passagem de luz para as camadas internas e externas do TNT dos protetores respiratórios parece uma métrica razoável para a ampliação do espaço poroso a partir de estresse físico como tensão e rompimento das fibras.

Ao expor amostras da fibra dos protetores respiratórios à radiação gama de uma fonte de baixa atividade (menor que 3 kBq), processo de ionização ocorre a partir da remoção de um elétron dos orbitais pela radiação, ocasionando elétrons livres de alta energia. Esta radiação

eletromagnética não possui carga, interagindo individualmente com elétrons transferindo sua energia para eles, desencadeando novas ionizações (TAUHATA et al., 2013). É possível que este tipo de radiação percorra consideráveis espessuras de materiais sem que haja interação. A probabilidade de interação dependerá, entre outras coisas, da fluência de partículas de radiação que passa pela área aparente de um centro de interação do material (núcleo, elétrons, átomos). A radiação gama tem como seus principais modos de interação o efeito fotoelétrico, o efeito Compton e a produção de pares. Estes modos de ionização podem ocorrer concomitantemente em processos de interação no mesmo material e espessura, cada um ocorrendo predominantemente em faixas de energia diferentes de acordo com a energia do fóton e a quantidade de átomos presentes no material, como pode ser observado na Figura4 (TAUHATA et al., 2013)

**Figura 4 - Interação dos fótons com a matéria e a ocorrência de seus principais efeitos em diferentes faixas de energia**



Fonte: Tauhata et al., (2013)

O coeficiente de atenuação linear é a soma dos coeficientes parciais relativos aos elementos componentes daquela matéria e sua espessura (quantidade de partículas). Logo, a atenuação de um feixe concentrado de fótons projetado em direção a uma amostra material vai depender da energia dos fótons e da secção de choque do meio que atravessa (TURNER, 2004; YOSHIMURA, 2008)

Assim como ocorre para ensaios de autenticidade de produtos naturais como óleos, por exemplo, com Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia (EDXRF) e Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), a interação da radiação com a matéria permite a separação de grupos de amostras adulteradas, por exemplo, indicando mudanças físicas e químicas no material (KHUDZAIFI et al., 2020). Todavia, devido à indisponibilidade

dessas técnicas no CRCN-NE, foi empregada a interação da matéria com a radiação gama para averiguar se houve mudanças na malha das camadas internas, externas e o filtro dos protetores respiratórios testados. Fonte externa de radiação gama pode ser utilizada nesse tipo de delineamento instrumental.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa científica é considerada um estudo experimental analítico, de natureza aplicada, executado em universo amostral finito que constitui grupos caracterizados por intervalos de tempo de uso predeterminados de máscaras PFF2, amostrados *in loco* (MIOT, 2012). Para tal, foram considerados fatores como estado de conservação macroscópico da amostra, tempo de uso e integridade das fibras do não tecido - TNT por meio da atenuação de radiação gama e microscopia óptica para avaliar a passagem da luz pelas fibras de TNT.

As amostras foram identificadas com códigos numéricos de acordo com o usuário voluntário e intervalo de tempo de uso, sendo transportadas e submetidas a análises laboratoriais, contando com suporte de questionário semiestruturado para rastreamento de associação de padrões observados nas análises quimiométricas e estatísticas

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTUDO

A pesquisa foi realizada em um hospital de grande porte da região nordeste do Brasil, especializado no atendimento a pacientes vítimas de politraumas, urgências e emergências clínicas e cirúrgicas. No entanto, diante da atual e persistente situação de pandemia de COVID-19, o hospital também recebe pacientes referenciados de todo o estado, que apresentem sintomatologia compatível com COVID-19 ou não, para tratamento de outras causas primárias. A unidade conta com enfermarias específicas para isolamento de infectados por SARS-CoV-2 nas emergências, enfermarias e Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Estes setores assim como os demais da unidade hospitalar utilizam uma série de Produtos Para Saúde - PPS que passam por reprocessamento no CME.

Na Figura 5, é possível visualizar um mapa de risco em planta baixa da área de recepção e limpeza do local do estudo, que possui 48,8 m<sup>2</sup>, contando com três pias de cubas profundas, uma lavadora ultrassônica e duas termodesinfectoras, estas últimas sendo destinada predominantemente a limpeza e desinfecção de PPS ventilatórios. No entanto, a limpeza manual de instrumentais cirúrgicos ocorre em grande quantidade, processando em média 600 instrumentos por dia, totalizando 18.225 PPS por mês.



**Figura 5 - Mapa de risco em planta baixa da área de recepção e limpeza do Centro de Material e Esterilização do presente estudo.**



Fonte: A autora (Recife, 2021).

O funcionamento do setor ocorre 24 horas por dia, sete dias por semana, com suas atividades desenvolvidas por profissionais de enfermagem em plantões de 12 horas trabalhadas e 60 horas de folga, composta por seis equipes de trabalho, três diurnas e três noturnas, cada uma delas integrada por seis funcionários. O número de indivíduos por equipe sofreu variações frequentes durante a coleta de dados devido ao índice de abstenção, grandemente afetado pelos desdobramentos da pandemia.

### 3.2 POPULAÇÃO

Foram voluntários elegíveis para a pesquisa, servidores que compunham a equipe de enfermagem, lotados na área de recepção e limpeza do CME no período da coleta de dados. Salientando que os envolvidos não foram submetidos a riscos adicionais em decorrência do estudo, mantendo a execução de suas atividades profissionais habituais de receber e processar PPS para uso e reuso, em acordo com as normas da ANVISA (2006).

### 3.3 AMOSTRAGEM

O objeto material do estudo foi o protetor respiratório PFF2 reutilizada no ambiente hospitalar gerador de aerossol. A coleta de dados ocorreu no período de 7 a 26 de dezembro de 2020, perfazendo 19 dias de coleta de dados, contemplando três grupos distintos caracterizados por períodos de uso 12, 24 e 36 horas, bem como intervalos consecutivos de 60 horas referentes às folgas dos trabalhadores. A aleatoriedade das amostras foi garantida tanto pelo método de distribuição e coleta, quanto pelo sorteio sem reposição de subamostras (fragmentos de 10 cm<sup>2</sup>) para os diferentes métodos de análise.

A reutilização dos protetores respiratórios PFF2 se deu nas seis equipes que contemplam a escala de trabalho da área de recepção e limpeza do CME em questão, levando em consideração faltas e necessidades de realocação do próprio serviço. Isto caracterizou uma amostra aleatória por conveniência, não probabilística.

Cada um dos seis grupos de trabalhadores era composto por seis indivíduos que, em condições ideais, utilizariam três máscaras cada, totalizando 108 amostras (Figura 6), de acordo com o planejamento. Deste modo, deu-se início à coleta de dados pelo grupo 36 horas, em que os participantes utilizaram os protetores respiratórios PFF2 entregues pela equipe de pesquisa, seguindo pelos grupos de 12 e 24 horas.

**Figura 6 – Amostragem dos protetores respiratórios PFF2 no presente estudo.**



Fonte: A autora (2020)

De acordo com critérios estatísticos foi estabelecida, como aceitável, uma perda de 25% das amostras no processo de coleta, associada ao aumento do índice de abstenção por licenças médicas, faltas, extravio de amostras, uso inadequado e integridade física dos protetores respiratórios PFF2, macroscopicamente prejudicadas no momento da coleta. As práticas

inadequadas de uso foram caracterizadas por utilização de dermocosméticos, ingestão de alimentos durante o uso dos protetores respiratórios que proporcionou aderência de partículas visíveis a estrutura do protetor respiratório, bem como rasgos e acúmulo de outras sujidades.

Foi selecionado o protetor respiratório modelo 3M® 9920H na cor branca sem válvula (Figura 7), que em sua composição interna possui não-tecido dobrável moldado em fibras sintéticas, associado a sobreposição de camada intermediária que configura o meio filtrante composto por microfibras tratadas eletrostaticamente e, por último, a parte externa composta por não-tecido, com função de proteger o meio filtrante impedindo que suas fibras se soltem. (BOLETIM TÉCNICO 3M, 2020).

**Figura 7 – Protetor respiratório adquirido para a realização do experimento.**



Peso líquido: aproximadamente 8g

Cor: branca

Tamanho: único

Formato do respirador: dobrável

Classe: PFF2

Válvula de exalação: não possui

Eficiência de filtração bacteriológica: >99%

Registro da Anvisa: 80284930344

CCertificação do INMETRO: BR 01031019

Registro do Ministério do Trabalho e Emprego CA:

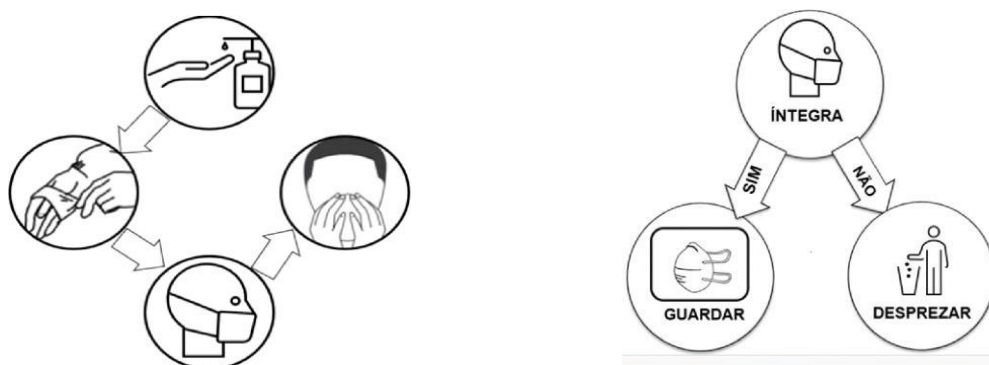
Fonte: Boletim técnico 3M (2020)

Durante o recolhimento dos protetores respiratórios, foram observados sistematicamente danos, agregação de sujidades e estado de conservação macroscópico dos protetores respiratórios, sendo um dos fatores de descarte de amostras, já que não deveriam permanecer no esquema de reutilização caso não permanecessem macroscopicamente íntegras, assim como a integridade das caixas plásticas rígidas portáteis de uso individual, que foi mantida em 100% dos casos até o fim do estudo.

As condições de armazenamento dos protetores respiratórios entre as reutilizações, mais especificamente os intervalos de folga de 60 horas, foram preocupantes, devido a componentes ambientais como umidade e fricção, aos quais as amostras poderiam ser submetidas, comprometendo assim a integridade física dos protetores respiratórios PFF2, caso os protetores

não fossem adequadamente armazenados, no caso dos protetores respiratórios reutilizadas por 24 e 36 horas.

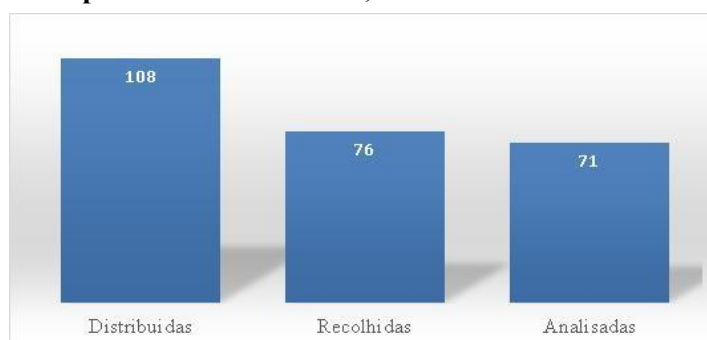
**Figura 8 – Procedimento para paramentação e reutilização de protetores respiratórios PFF2.**



Fonte: Neves (2021).

O esquema na Figura 8 apresenta um resumo das instruções de uso e seleção de amostras sugerido na publicação sobre proteção respiratória de Neves et al. (2021), orientando a higienização das mãos com solução alcoólica, utilização de luvas para entrar em contato com os protetores respiratórios em processo de reutilização, a adaptação a face e por último o teste de vedação. Já os critérios de reutilização seguiram a orientação de prosseguir com o reuso dentro do limite de tempo apenas se os protetores respiratórios se mantivessem secas, macroscopicamente íntegras e livres de sujidades visíveis.

**Figura 9 – Protetores respiratórios distribuídos, recolhidos e analisados em números absolutos.**



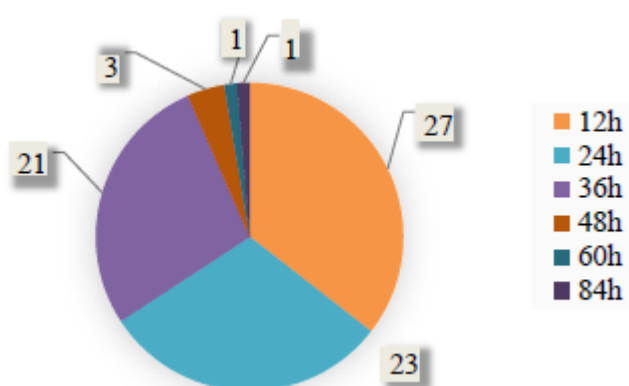
Fonte: A autora (2021).

Dentre os principais achados durante o recolhimento dos protetores respiratórios PFF2 é possível citar a presença de sujidades e dermocosméticos, em alguns casos, os protetores respiratórios encontravam-se úmidas, resultando nos dados quantitativos apresentado no gráfico da Figura 9, tendo sido entregues 108 máscaras, no entanto frente a questões como licenças médicas, extravio de amostras e acúmulo de umidade e sujidades visíveis foram

recolhidas apenas 76 máscaras, das quais apenas 71 se encontravam dentro dos intervalos de reutilização estipulados (12, 24 e 36 horas). O período de utilização foi mensurado de acordo com as horas de permanência dos voluntários no local do estudo, contabilizando 12h por plantão trabalhado.

Conforme é possível visualizar no gráfico da Figura 9, das 76 máscaras PFF2 recolhidas 27 foram reutilizadas por 12 horas, 23 amostras perfizeram 24 horas de reutilização e 21 amostras foram reutilizadas por 36 horas (Figura 10).

**Figura 10 – Quantidade de protetores respiratórios recolhidos após reutilização e sua distribuição conforme o intervalo de reutilização**



Fonte: A autora (2021).

As demais amostras, excluídas, foram reutilizadas por mais tempo que as definições comparativas desta pesquisa devido a permanência destes profissionais por mais que três plantões ao longo dos sete dias preconizados pela instituição como limite de reutilização, devido a necessidades pontuais do serviço, a citar licenças médicas de profissionais que estariam escalados para os plantões.

### 3.4 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA A COLETA DE DADOS

O processo de preparação para a coleta de dados esbarrou numa série de desafios a serem superados para a implementação bem-sucedida desta etapa. Objetivando reduzir os vieses da pesquisa, realizou-se um processo de identificação de fragilidades e propostas de solução por meio do fluxograma apresentado na Figura 11

**Figura 11 – Fluxograma para a coleta de dados.**



Fonte: A autora (2021).



A partir deste processo, optou-se por padronizar os insumos, com principal destaque para o objeto da pesquisa, o protetor respiratório PFF2. Isto propiciou a comparação entre as amostras e os brancos analíticos. No processo de padronização, foram considerados fatores como respeitabilidade, capacidade de adaptação, ajuste à face e conforto, visando a segurança e o aumento da aderência dos participantes da pesquisa ao uso adequado dos protetores respiratórios PFF2, influenciando também na fidedignidade das informações coletadas.

Com o intuito de prevenir danos adicionais aos protetores respiratórios PFF2 em estudo, os voluntários receberam caixas plásticas rígidas com tampa e abotoador (Figura 12), de tamanho portátil, de uso individual, para armazenamento do protetor respiratório PFF2 nos intervalos sem uso, a saber, os momentos de refeição, momentos de folga e demais situações que geraram esta necessidade.

Quanto ao desafio de reduzir a umidade adquirida pelos protetores respiratórios utilizadas acima de 12 horas, a alternativa para minimizar este fator consistiu na confecção de pacotes contendo 5 gramas de sílica magistral granulada, pesados em balança de alta precisão, modelo AG200 da marca Gehaka, envolta em manta SMS em estado permeável, armazenados junto ao protetor respiratório PFF2 (Figura 12).

**Figura 12 – Kit de coleta de dados entregue aos voluntários**



Fonte: A autora (2020)

O kit entregue aos voluntários está representado na Figura 12 e é constituído por máscara 9920H, clipe identificador, sílica magistral e caixa plástica rígida com abotoador descontaminado e os pacotes de sílica magistral foram confeccionados com peso seco de 5 g.

O processo de descontaminação das caixas plásticas rígidas portáteis com abotoador se deu por meio de limpeza com solução detergente Extran 10%, seguida de solução de ácido

nítrico (10%), peróxido de hidrogênio (0,1%), com enxágue com água destilada. Na sequência, a superfície das caixas plásticas foi submetida a exposição à radiação UV-C por 60 minutos, sendo o suficiente para destruir completamente colônias de bactérias e fungos filamentosos (SILVA, 2017). O mesmo processo foi realizado com as caixas organizadoras de 30 L utilizadas para transporte dos insumos até o local do estudo.

Com o intuito de garantir o uso e manipulação dos protetores respiratórios de modo padronizado, os voluntários participantes foram submetidos a um treinamento baseado em orientações expositivas e simulação realística sobre paramentação, desparamentação e armazenamento dos protetores respiratórios PFF2. Os treinamentos foram realizados em etapa preliminar à coleta de dados, ocorrendo presencialmente, respeitando o distanciamento social. Foi criado um Protocolo Operacional Padrão (POP) de reutilização de máscaras PFF2 especificamente para uniformização da conduta dos voluntários durante a coleta de dados (Apêndice D). Este POP foi fundamentado em notas técnicas publicadas pela ANVISA e Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH) no ano de 2020, respeitando também a determinação de limite de reutilização por sete dias estabelecido pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) da unidade hospitalar em que foi realizado o estudo.

Quanto à identificação das amostras, foram desenvolvidos cliques identificadores, confeccionados em impressora 3D no Laboratório Emergencial de Combate à COVID-19 do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste – LECC/CRCN-NE, com configuração adaptáveis às tiras elásticas do protetor respiratório, não podendo ser retirado com facilidade após sua instalação. Os cliques garantiram a mobilidade necessária durante o reposicionamento, visando a prevenir lesões por pressão à pele da face dos voluntários.

A coleta de dados contou com o apoio de um formulário semiestruturado em formato digital, utilizado para registro de informações relacionadas ao perfil sociodemográfico e epidemiológico (Apêndice A), ao procedimento de entrega e recolhimento dos protetores respiratórios (Apêndice B), bem como o aceite da participação livre e esclarecida no estudo (Apêndice C).

A pesquisa foi submetida à Plataforma Brasil para obtenção de parecer ético, no entanto o primeiro julgamento do Comitê de Ética em Pesquisa foi de que a pesquisa estaria dispensada deste processo, realizando a retirada da plataforma (anexo A), no entanto devido ao componente humano da amostra (os profissionais voluntários), o estudo foi submetido a nova apreciação do Comitê de Ética em pesquisa que foi favorável a realização da pesquisa dentro dos padrões da Resolução N°466/2012 sob o CAAE de nº: 34194620.0.0000.5198 e parecer de nº: 4.539.579



(anexos B).

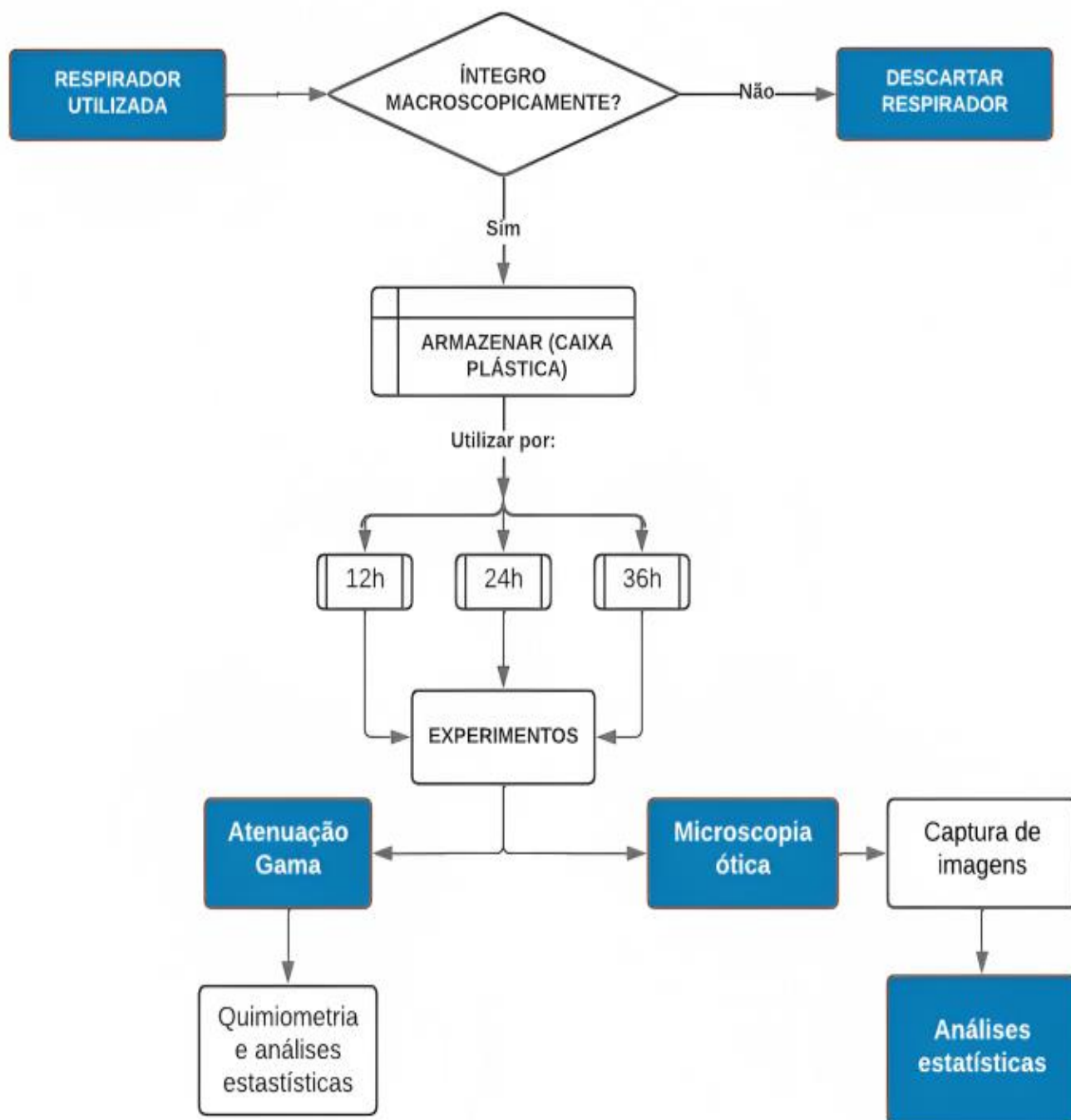
A entrega dos protetores respiratórios foi realizada pela equipe de pesquisa, com todos os insumos e instrumentos em mãos, a saber protetores PFF2, caixas plásticas rígidas portáteis com abotoador, cliques de identificação e questionário semiestruturado acompanhado de TCLE (Apêndice C).

Após expor o objetivo geral e explicar o método da pesquisa para os profissionais voluntários, realizou-se o preenchimento do questionário semiestruturado digital com aceite do TCLE. Adequadamente paramentados com precauções tanto padrão quanto respiratória, os pesquisadores abriram a embalagem dos protetores respiratórios PFF2 na presença dos voluntários e os auxiliaram na adaptação do clipe identificador à tira elástica, demonstrando mais uma vez o procedimento de armazenamento indicado para os protetores respiratórios no POP estabelecido pela pesquisa. A identificação tanto dos voluntários, quanto dos protetores respiratórios foi realizada a partir de códigos numéricos com dois dígitos gravados nos cliques identificadores e registrados nos questionários semiestruturados de acompanhamento. A cada ciclo de reutilização (12 h, 24 h, 36 h), ao término do procedimento de entrega os pesquisadores se mantiveram em postura observacional.

O recolhimento dos protetores respiratórios se deu ao término de cada intervalo de reutilização, caracterizados por 12, 24 e 36 horas. Apesar dos voluntários serem orientados quanto a este manejo durante treinamento, no período de coleta as informações relativas ao intervalo de uso de cada grupo, estiveram de posse apenas dos pesquisadores, objetivando a invariância do comportamento quanto aos cuidados com o protetor respiratório, levando em consideração o tempo de reutilização que poderia incorrer em más práticas de conservação do EPI. As amostras seguiram para tratamento e as subamostras (fragmentos com 10 cm<sup>2</sup> de cada camada) foram encaminhadas aos processos de análise por microscopia e atenuação gama como apresentado no fluxograma na Figura 13.

O fluxograma (Figura 13) expõe o protocolo operacional padrão de coleta de dados, que se consistiu em realizar uma pré-seleção de amostras através da análise macroscópica, levando em consideração, manchas, ruptura das tiras elásticas e danos aos painéis de não tecido visíveis a olho nu. Os protetores respiratórios PFF2 com integridade macroscópica prejudicada foram descartadas e as demais, íntegras, mantidas no estudo.

**Figura 13 – Procedimento para coleta de dados**



Fonte: A autora (2021).

Ainda armazenadas nas caixas plásticas rígidas com abotoador, objetivando reduzir os riscos de interferência do ambiente, as amostras elegíveis foram separadas em seus respectivos grupos de uso (12, 24 e 36 horas). Após passarem pelos tratamentos específicos para cada método de análise, as subamostras seguiram para ensaios de atenuação gama e microscopia ótica.

### 3.5 PREPARO DAS AMOSTRAS

Com a finalidade impedir a deposição de novos particulados e microrganismos na superfície dos protetores respiratórios PFF2 o tratamento das amostras foi realizado com técnica asséptica, prática esta permeada por um conjunto de medidas utilizadas para impedir a penetração de microrganismos num ambiente (MORIYA; MÓDENA, 2008), neste caso, favorecida pela capela de fluxo laminar descontaminada por radiação UV, modelo Airstream da marca ESCO, luvas cirúrgicas estéreis de punho longo, pinça de dissecação sem dente e tesoura de cirurgião com ponta estéreis, como demonstrado nas Figuras 14a e 14b.

Paramentado com touca, óculos de proteção, máscara, capote e luvas estéreis e com suporte de tesoura de cirurgião ponta-ponta devidamente afiada (evitando a tração das fibras), procedeu-se com a fragmentação do protetor respiratório em alíquotas de aproximadamente 10 cm<sup>2</sup>.

Tomou-se o cuidado de manipular minimamente as amostras, realizando o descarte das sub amostras que sofreram qualquer tipo de estresse físico no momento do tratamento, a exemplo de tração das fibras pela tesoura ou mesmo danos decorrentes da manipulação do pesquisador, registrando em relatório de não conformidades.

**Figura 14 - Preparo das amostras (a) e obtenção de subamostras (b).**



Fonte: A autora (2020).

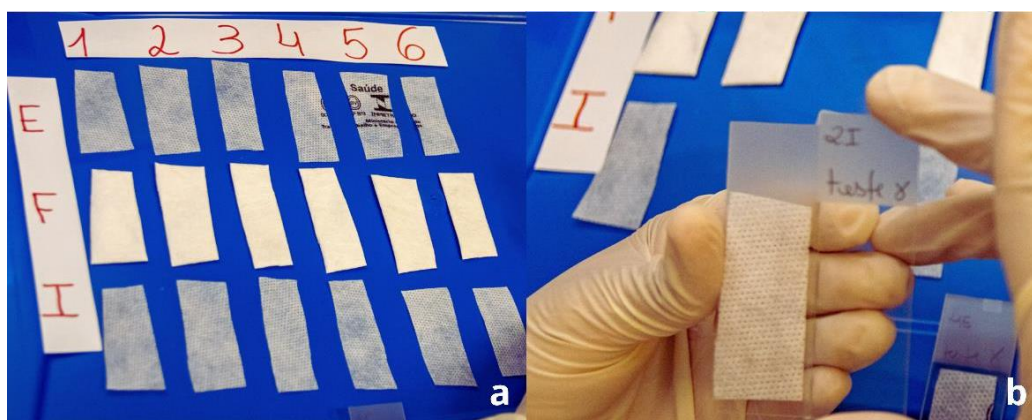
A seguinte técnica foi implementada para a obtenção das subamostras: segurando o protetor respiratório PFF2 pela parte superior externa próximo ao clipe nasal, realizou-se recorte da região central correspondente a um polígono irregular com aproximadamente 12 cm de base e 10 cm de altura, como demarcado em amarelo na Figura 14a, em seguida segurando

pela junção central do protetor respiratório, realizou-se o fracionamento em 6 fragmentos com 10 cm<sup>2</sup>, cada.

As camadas foram cuidadosamente separadas e dispostas na bancada, de modo que possibilitou identificar se o fragmento pertencia a face externa, interna ou filtro e seu posicionamento de origem em relação ao centro do protetor respiratório.

Em seguida, os fragmentos correspondentes a cada uma das três camadas da amostra foram sorteados sem reposição, com auxílio do aplicativo para telefone móvel, de nome “Prêmio do sorteio”. Estes foram identificados manualmente por meio de registro na parte fosca da lâmina de suporte. O código registrado continha número de dois dígitos referente ao código do protetor respiratório (verificado no clipe identificador), adicionado de uma letra identificadora referente à camada (sendo elas, I, F ou E) identificando as camadas interna, filtro e externa respectivamente, seguidos de outro algarismo indo arábico 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, correspondente à posição original da subamostra no protetor respiratório PFF2 como apresentado na Figura 15.

**Figura 15 – Disposição e identificação das subamostras durante o tratamento.**



Fonte: A autora (2021).

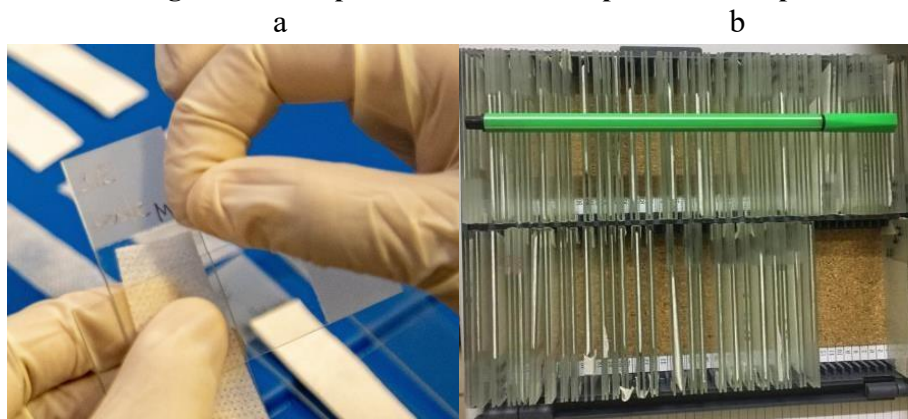
Destinou-se uma subamostra de cada camada para as diferentes técnicas de análise: Microscopia Óptica (MO) e ensaios de atenuação com radiação gama. Os fragmentos amostrados foram direcionados para análise no LECC/CRCN-NE.

Quanto ao tratamento específico dado aos fragmentos antes da submissão aos ensaios de atenuação gama, as subamostras foram posicionadas entre duas lâminas de vidro para microscopia fixadas com fita adesiva nas extremidades, fora da área de ação do feixe colimado, e armazenadas em caixa porta lâmina a fim de não promover danos físicos adicionais.

Para submissão a MO, as sub amostras foram fixadas individualmente, com fita adesiva em lâmina de vidro para microscopia com dimensões de 25,4 x 76,2 mm e espessura variável

entre 1,0 e 1,2 mm (Figura 16a). O conjunto de lâminas “I, F e E” permaneceu armazenado em caixa porta lâminas (Figura 16b) a fim de não sofrerem danos físicos adicionais do meio.

**Figura 16 – Preparo de subamostras para microscopia**



\*a – fixação de subamostra em lâmina de vidro. b – subamostras preparadas, armazenadas em caixa porta lâmina antes da análise.

Fonte: A autora (2021)

Os brancos analíticos foram definidos em 5% do total de máscaras PFF2 9920H da marca 3M<sup>®</sup> adquiridas do lote de produção nº103 e nº603 do ano de 2020. Esta etapa foi realizada com máscaras novas, nunca utilizadas nem manipuladas fora da embalagem.

### 3.6 MICROSCOPIA ÓPTICA

O sistema de microscopia óptica utilizado para a obtenção das imagens de alta resolução é composto por um microscópio Leica DM1000 com câmera Leica DMC2900 e software Leica2000 (Figura 17). Foram capturadas em triplicata, imagens de cada subamostra, as regiões das sub amostras foram escolhidas aleatoriamente e a magnificação de 40x foi escolhida em decorrência da possibilidade de nesta magnificação ser possível observar a estrutura do não tecido, condição física das fibras e estado de conservação dos pontos de solda que oferecem firmeza a justaposição das fibras sintéticas.

Além de possibilitar a visualização dos espaços vazios, foi estabelecido o foco de imagem nas fibras mais superficiais para inspeção mediante a hipótese de serem as primeiras a sofrer danos físicos advindos da reutilização. Estas imagens foram utilizadas para composição de pranchas comparativas de análise qualitativa.



**Figura 17 - Microscópio ótico Leica DM1000.**

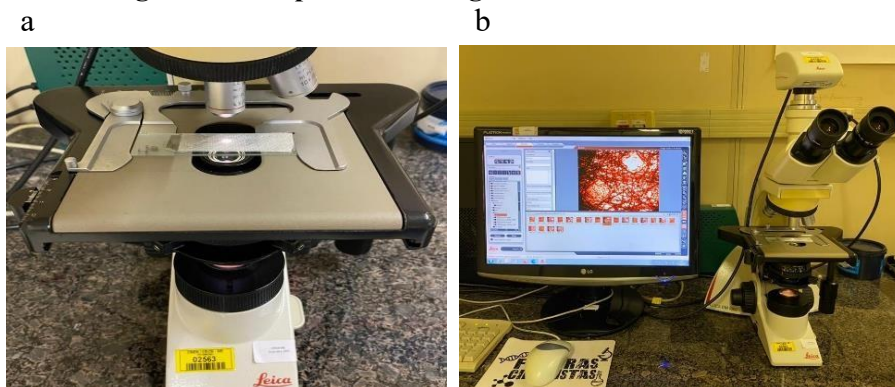


Fonte: Leica (2021).

Já para as imagens processadas no software de identificação de passagem de luz o foco foi estabelecido nos pontos de interesse, os espaços vazios, favorecendo o correto funcionamento e identificação destes pelo software.

Com o intuito de obter resultados mais fidedignos, a captura das imagens sofreu padronização de parâmetros no software Leica2000 (Figuras 18a e 18b). Neste processo percebeu-se que parâmetros mais adequados para cada tipo de amostra (diferentes tipos e gramaturas de não tecido) é necessário realizar uma padronização própria com o objetivo de aumentar a nitidez das estruturas desejadas no material analisado. Os parâmetros utilizados para as análises desta pesquisa foram: ROI automático com dimensões de 1507x577pixels; intensidade de luz em 7,0; filtro de luz em 0,1; gama 1,0; exposição 3,5; captura de imagens coloridas e resolução de 300 dpi.

**Figura 18 – Captura das imagens no sistema Leica2000.**



\*a – posicionamento da subamostra para análise em microscopia ótica; b – equipamento Leica DM1000 em operação de captura de imagem da subamostra.

Fonte: A autora (2022)

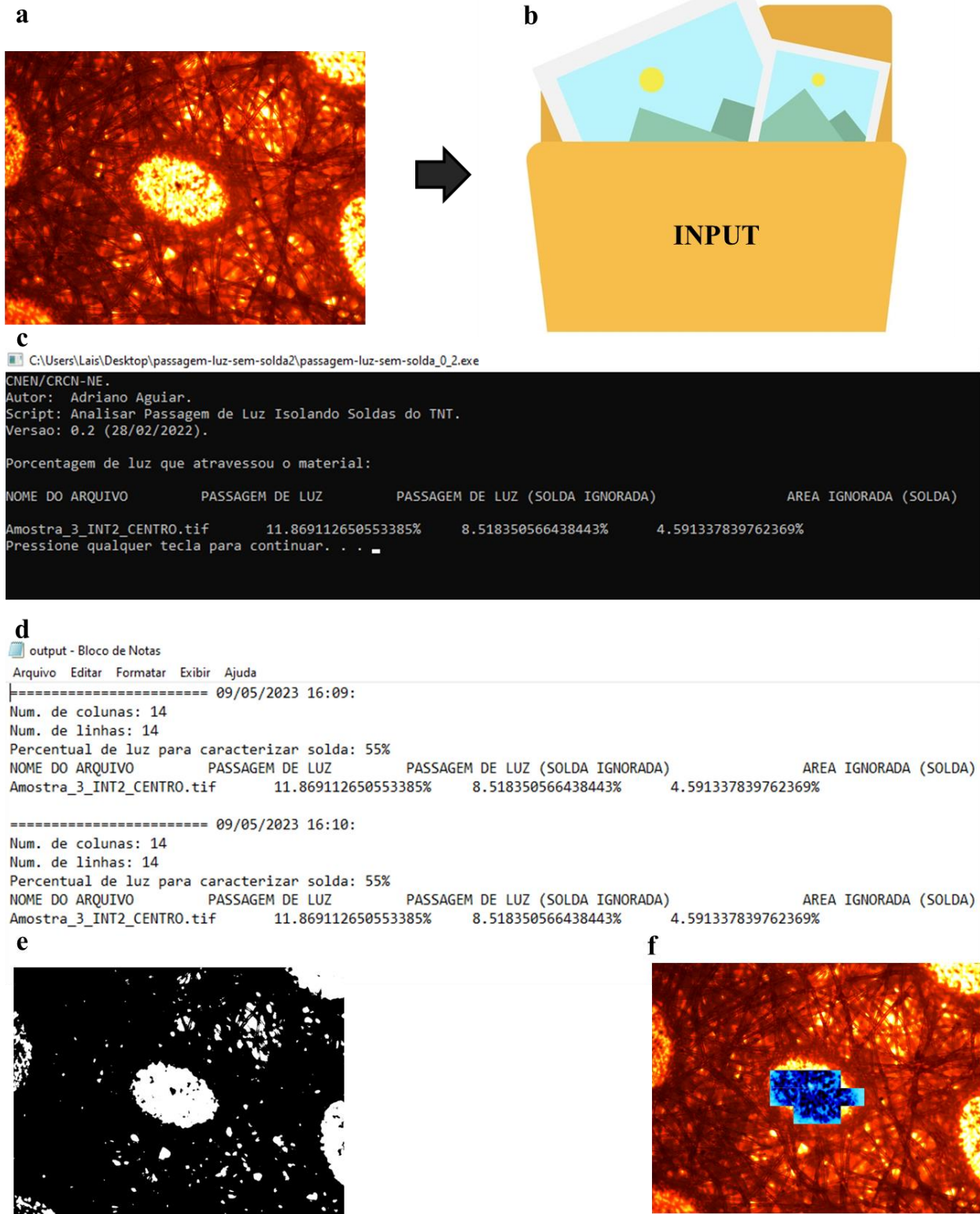
O ROI automático foi estabelecido nas dimensões supracitadas devido à necessidade de excluir os pontos de solda das análises, identificados pelo software como falsos positivos para espaços vazios, como apresentado na Figura 19, que mostra a imagem completa com aproximadamente 2,5 pontos de solda (Figura 19a), a transformação em dados .txt (Figura 19b) e a consulta a imagem final e seus pontos de exclusão apresentados em azul (Figura 19c). Outro motivo que levou a escolha destas dimensões foi a necessidade de analisar o pior cenário sofrido pelas fibras que apesar de apresentarem pontos de solda com distâncias variadas entre si (heterogênea), foi identificada como o espaço existente entre os pontos de solda mais distantes uns dos outros.

Após padronização do método, as análises de imageamento para mensuração de espaços vazios foi realizada por meio de processamento das imagens capturadas pelo sistema Leica em software de linguagem Python. O software atua transformando as imagens coloridas para escala de cinza, onde cada pixel possui valor variável de 0 (preto) a 255 (branco). Com essas informações, o software transforma a imagem em escala de cinzas para monocolor (preto e branco), convertendo pixels de 0-127 em preto e 128-255 em branco. Desta forma, é possível contabilizar os pixels brancos existentes dentro da totalidade de pixels da imagem e calcular seu percentual, como apresentado na Figura 20 que mostra o funcionamento do executável do software e seus arquivos de saída após processamento (*output*). Sendo capaz de executar o procedimento mesmo com a inserção de várias imagens de uma só vez.

Em sequência, construiu-se uma planilha no Microsoft Office Excel onde constavam as seguintes informações, nos rótulos das colunas: código da amostra e lote camada em triplicata afim de acomodar as análises das diferentes regiões da alíquota (sub amostra), seguidas de colunas contendo os resultados da porcentagem de passagem de luz por entre as tramas de cada captura da microscopia óptica.

Os resultados foram estudados à luz da Análise de Variância paramétrica. Os dados foram compilados em planilha Excel, onde constavam as seguintes informações nos rótulos das colunas: código da amostra, lote (103 ou 603), camada (externa ou interna), todas em triplicata afim de acomodar as análises do percentual de passagem de luz das diferentes regiões da capturadas da alíquota (sub amostra). Os dados sofreram transformação de acordo com a função mais apropriada para estabilização de variâncias ( $\sqrt[7]{\cdot}$ ) e analisados no programa de computador “Statistica 13.0” por meio de análise de variâncias – ANOVA paramétrica (TIBCO, 2018). Os requisitos da ANOVA foram avaliados a partir da distribuição normal dos resíduos em nível de 95% de confiança e homoscedasticidade de variâncias.

**Figura 19 - Esquema de conversão das imagens obtidas por microscopia óptica para análise estatística.**



\*a – imagem magnificada 40 vezes, de fragmento interno do respirador reutilizado por 36 horas; b – transferência de imagens para a pasta input; c – funcionamento do executável do software passagem de luz 2.0 em funcionamento; d – output contendo dados numéricos e especificação de ajustes utilizados na análise das imagens; e – imagem produzida em escalas de cinza; f – imagens com identificação de pontos de solda a não serem interpretados como vazios, tendo em vista a quantidade de luz que passa por eles.

Fonte: A autora (2022)

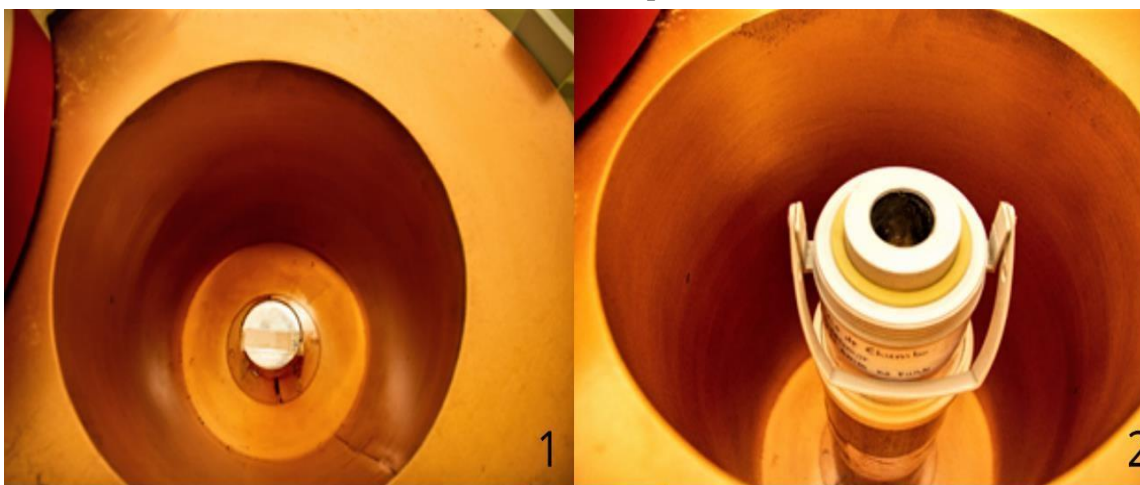


### 3.7 ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA

As análises de atenuação Gama foram realizadas a partir da utilização de uma fonte puntiforme de calibração de Európio-152 (Eu-152) com atividade de 8,3 kBq (referência: 21/11/2006) que possibilitou incidência de raios-gama na faixa de 100 a 1500 keV, posicionada sobre um detector de germânio hiper puro com suporte de um aparato cilíndrico posto acima da amostra, que exerceu função de anteparo a radiação emitida.

O aparato cilíndrico, utilizado para proporcionar a fonte adequadamente comm relação a amostra é composto por um tubo plástico resistente com dimensões de 100 mm de diâmetro e 180mm de altura, adaptado a um suporte de mesmo material, em que foi acoplado um castelo de chumbo. Ambas as peças foram perfuradas, formando um orifício com 5 mm de diâmetro em sua região central, precisamente alinhados, favorecendo a colimação do feixe eletromagnético emitido pela fonte de Eu-152 em direção a amostra que distava 150 mm da fonte.

**Figura 20 – 1 - Posicionamento da amostra sobre o detector HPGe.2. Aparato utilizados para a colimação do feixe de fótons a partir da fonte de Eu-152**



Fonte: A autora (2021).

Antes da perfuração, foi ajustada a altura ideal para que o detector não pudesse contabilizar medições de radiação gama relevantes que atravessassem o fundo do castelo de chumbo. A radioatividade foi medida por 2.000 segundos em sistema de Espectrometria Gama de Alta Resolução – EGAR (Figura 20) com detector de germânio hiper puro com 1,6 keV de resolução e 30% de eficiência, relativos ao fotópico 1.332,5 keV do Co-60. A região de interesse dos espectros gama foi delimitada entre 40 e 1.200 keV referentes aos canais de 49 a 4.600.

**Figura 21 - Sistema EGAR com detector HPGe utilizado para realizar os ensaios de atenuação de radiação gama.**



Fonte: A autora (2020).

A partir das medições, o software “Genie” da empresa Canberra (Figura 21) forneceu um espectro relacionado às contagens em cada canal. O fotopico previamente eleito para acompanhamento das análises foi o correspondente a 778 keV, faixa de energia onde predomina a ocorrência do efeito Compton e o efeito fotoelétrico é desprezível (COSTA, 2014).

A deconvolução dos espectros foi realizada pelo programa de computador Genie da Canberra, posteriormente convertidos a partir do software “Fitzpeak” para a extensão “.chn” e os arquivos convertidos em planilha Excel® passando por análise quimiométrica utilizando o programa de computador The Unscrambler (CAMO, 2006) para a Análise por Componentes Principais, empregando-se rotação Varimax.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção apresenta os resultados e a discussão sobre o perfil sociodemográfico da equipe do CME estudado, a avaliação da alteração da trama das camadas internas e externas dos protetores respiratórios PFF2 e os resultados dos ensaios não-destrutivos.

Com o intuito de verificar a relação entre as variáveis foram realizados testes de Qui-Quadrado, que configura um teste estatístico inferencial que possibilita a avaliação quantitativa da relação entre resultados experimentais e a distribuição esperada para determinado fenômeno, possibilitando a aceitação ou descarte de determinadas hipóteses (BEIGUELMAN, 1996). Ao realizar o cálculo de Qui-quadrado com os dados referentes ao perfil sociodemográfico dos entrevistados foi possível construir a tabela de contingência (Tabela 1), em que estão descritos os valores de Qui-quadrado calculados com relação aos dados e os valores tabelados com intervalo de confiança de 90% relativa a seus respectivos graus de liberdade (n-1). Houve relevância de correlação apenas entre as variáveis Idade e Profissionais que adoeceram por COVID-19; e profissionais que adoeceram por COVID-19 e familiares que adoeceram por COVID-19.

**Tabela 1 – Tabela de contingência com comparativo de relevância de interação entre dos dados sociodemográficos.**

| Calculado<br>Tabelado*                      | Experiência     | Idade             | Escolaridade      | COVID-19        |
|---------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Ansiedade                                   | 0,0502<br>6,251 | 2,448<br>14,684   | 4,3300<br>9,236   | 0,3151<br>6,251 |
| COVID – 19                                  | 0,0927<br>9,236 | 22,4909<br>21,064 | 3,61702<br>14,684 | NT<br>NT        |
| Familiares<br>Infectados Por Sars-<br>Cov-2 | 0,0531<br>6,251 | 5,7993<br>14,684  | 0,5107<br>9,236   | 9,9369<br>9,236 |

\*NT: Não testado; nível de significância = 10%

Fonte: A autora (2022).

Os profissionais que estavam na faixa etária de 38 a 53 anos adoeceram menos por COVID-19, 46,15% (12 / 26), considerando apenas os que tinham certeza do diagnóstico. Dentre os profissionais que não obtiveram diagnóstico para esta doença, os familiares também adoeceram menos, onde 71,4 % (10 / 14) não adquiriram a doença.

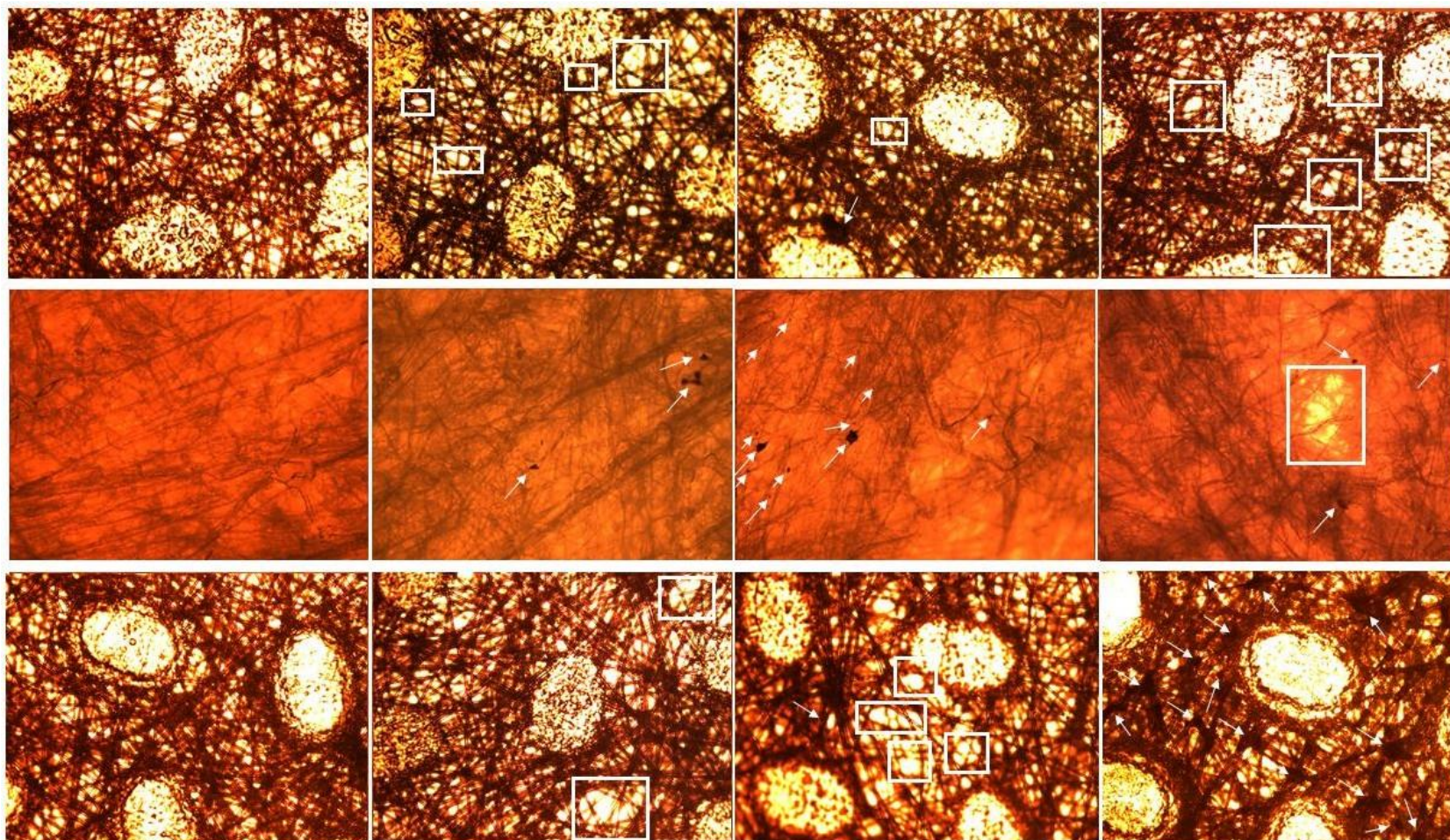
#### 4.1 ESPAÇAMENTO DAS TRAMAS DAS CAMADAS DE TNT DAS MÁSCARAS PFF2 ATRAVÉS DE MICROSCOPIA ÓPTICA

Foram capturadas 748 imagens de microscopia óptica para averiguar danos às tramas de TNT referentes às camadas internas e externas dos protetores respiratórios. Destas, foram excluídas 38, consideradas como pontos fora de controle (*outliers*), enquanto 706 foram analisadas. Também foram adquiridas mais de 1200 imagens referentes às 3 camadas para análise qualitativa, sendo possível observar algumas delas na prancha comparativa apresentada na Figura 23, contendo imagem das camadas externa, interna e filtro, comparando um branco analítico e máscaras reutilizadas por 12, 24 e 36 horas organizadas da esquerda para a direita.

Também é possível observar na Figura 22, possíveis rompimentos da trama associados a reutilização e presença de sujidades nas camadas externas, filtros e internas dos protetores respiratórios reutilizadas que não aparecem nos brancos analíticos. Os pontos de fusão entre as fibras estão presentes em todas as imagens de não tecido, exceto nos filtros, não caracterizando espaços vazios apesar da grande quantidade de luz passando por eles.



**Figura 22 – Prancha comparativa do imageamento ótico dos protetores respiratórios PFF2 de zero a 36 horas de reuso.**



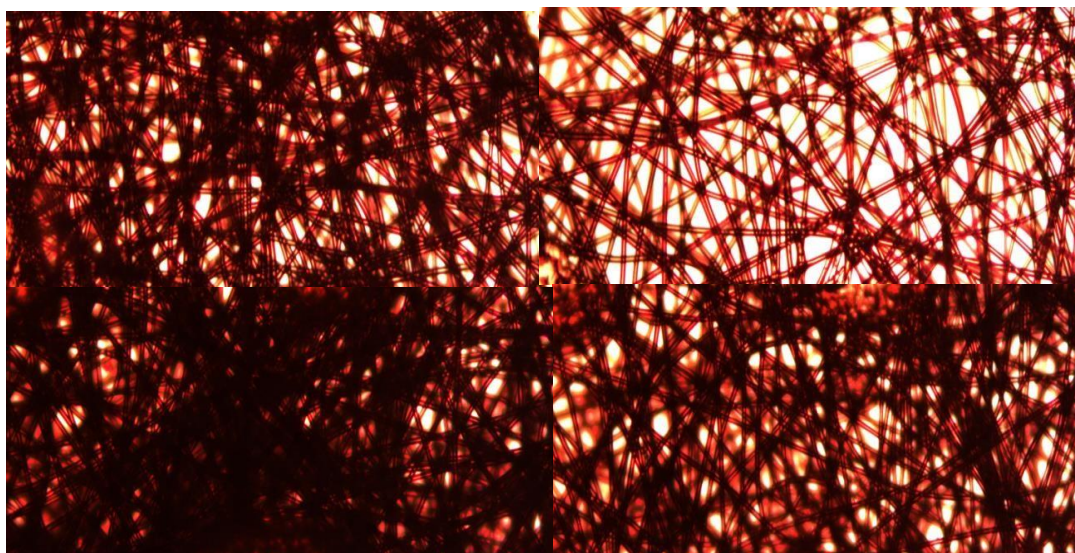
\* Setas indicam sujidades e retângulos indicam espaços vazios alterados na trama original.

Fonte: A autora (2021)



Na prancha comparativa da Figura 23, pode-se observar duas imagens capturadas da mesma sub amostra de branco analítico da camada externa do lote 603. Como dito da metodologia, as sub amostras possuem tamanhos de  $10\text{cm}^2$ , e neste pequeno espaço é possível notar a heterogeneidade da justaposição das fibras sintéticas, apresentando diferentes densidades e espaçamentos em pequenos espaços amostrais. Este fato se repete nas demais amostras. Quanto ao acúmulo de partículas no filtro, apesar da importância da eficiência da filtragem desejada, o bloqueio dos vazios dificulta a permeabilidade do ar, diminuindo a respirabilidade (LEE et al., 2020).

**Figura 23 – Prancha comparativa de quatro imagens de regiões diferentes da mesma amostra de branco analítico (L015, lote 603)**



Fonte: A autora (2022)

O padrão observado nas Figuras 23 e 24 estão diretamente relacionados ao processo de fabricação de fibras não tecido, envolvendo técnicas nas quais fibras poliméricas fundidas extremamente finas são unidas mecanicamente, quimicamente ou termicamente, criando uma malha fina semelhante a uma teia de aranha que é irregular em tamanho e distribuição dos espaços, ao contrário dos materiais tecidos de modo tradicional (CHUA et al., 2020).

O estudo de Lee et al. (2020) também refere que o fato de a teia polimérica estar disposta de maneira aleatória pode favorecer a filtragem do protetor respiratório, tendo em vista que estruturas alinhadas podem formar caminhos de fluxo, favorecendo a formação de canais para a passagem de partículas respiráveis.

Após o processamento das imagens das camadas interna e externa, foi possível aplicar testes estatísticos a fim de descrever a razão dos espaços vazios capturados nas imagens de microscopia óptica como mostra a Tabela 2 para os brancos analíticos.

Tabela 2 – Descrição da razão de espaços vazios nas imagens de microscopia óptica dos brancos analíticos

| <b>Lote</b> | <b>Camada</b> | <b>n</b> | <b>Média</b> | <b>Variância</b> | <b>CV%</b> |
|-------------|---------------|----------|--------------|------------------|------------|
| 103         | externa       | 102      | 0,0737       | 0,0021           | 62,7       |
|             | interna       | 96       | 0,0640       | 0,0019           | 69,6       |
| 603         | externa       | 45       | 0,0906       | 0,0038           | 68,6       |
|             | interna       | 42       | 0,0869       | 0,0061           | 90,0       |

Fonte: A autora (2022)

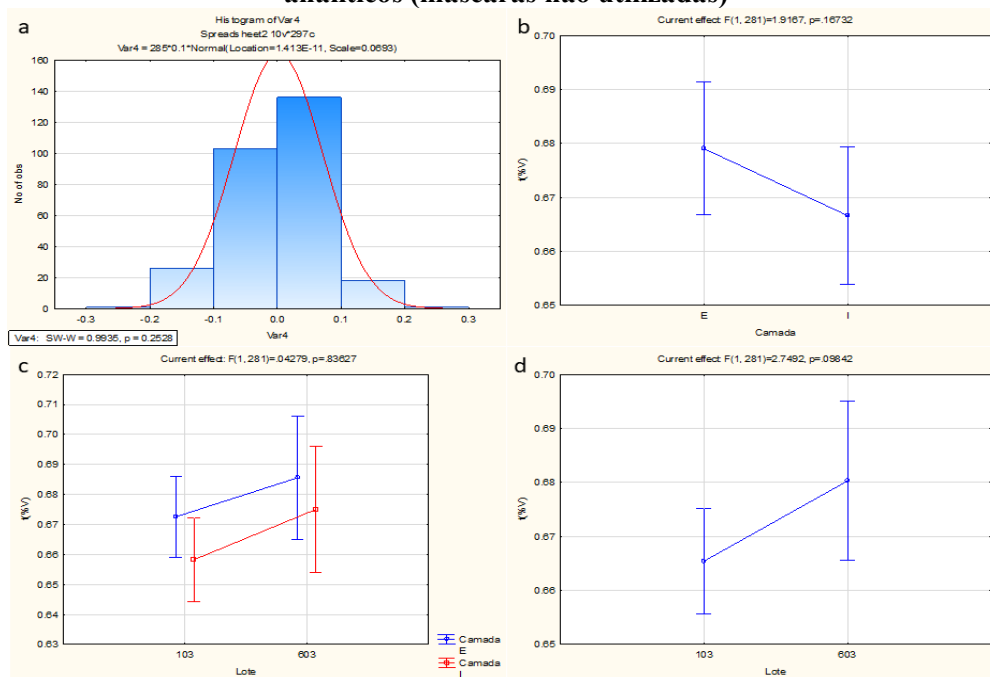
De acordo com as informações apresentadas na Tabela 2, é possível observar a grande variabilidade entre as métricas de mensuração dos espaços vazios, tanto na média de passagem de luz, quanto na variância e coeficiente de variância que ultrapassa os 5% na comparação entre os grupos de amostras.

O histograma exposto na Figura 24a apresenta a disposição dos resíduos em normalidade aceitável para realização de estatística ANOVA com  $N(0,1)$ . Para a comparação da camada interna e externa não houve diferença estatística, independente dos lotes, havendo uma tendência de a camada externa apresentar maior porosidade nos protetores respiratórios não utilizadas (Figura 24b).

O teste de comparações múltiplas para interação entre os lotes e as camadas concomitantemente, possibilitou a identificação da similaridade entre o tamanho dos espaços vazios nos brancos analíticos, demonstrando que não houve diferença estatística entre as camadas interna e externa dos lotes 103 e 603 (Figura 24c).

O mesmo padrão se repete para a estatística descritiva dos espaços vazios para os diferentes tratamentos (12, 24 e 36 horas) apresentados na Tabela 3, no entanto é possível observar um coeficiente de variância com maior em relação a razão de passagem de luz nas camadas internas dos protetores respiratórios reutilizadas do que nas camadas externas, onde a média de passagem de luz aumenta de acordo com o incremento do uso, podendo indicar o maior estresse das fibras já que sofrem o primeiro contato com o meio externo.

**Figura 24 – Teste de comparação entre as médias dos resultados de passagem de luz dos brancos analíticos (máscaras não utilizadas)**



a: Histograma de normalidade dos resíduos; b: comparação da passagem de luz entre as camadas interna e externa; c: comparação da passagem de luz entre as camadas dos dois lotes envolvidos (103 e 603); d: comparação da média de passagem de luz entre os lotes (103 e 603) independente da camada.

Fonte: A autora, (2022)

**Tabela 3 - Descrição da razão de espaços vazios nas imagens de microscopia óptica dentre os tratamentos.**

| Uso | Camada  | n   | Média  | Variância | CV%  |
|-----|---------|-----|--------|-----------|------|
| 0h  | externa | 147 | 0,0787 | 0,0027    | 65,9 |
|     | interna | 138 | 0,0713 | 0,0032    | 80,1 |
| 12h | externa | 81  | 0,0715 | 0,0035    | 82,8 |
|     | interna | 81  | 0,0793 | 0,0019    | 55,0 |
| 24h | externa | 72  | 0,0853 | 0,0047    | 80,4 |
|     | interna | 72  | 0,0723 | 0,0024    | 68,4 |
| 36h | externa | 57  | 0,0934 | 0,0047    | 73,9 |
|     | interna | 57  | 0,0551 | 0,0021    | 84,2 |

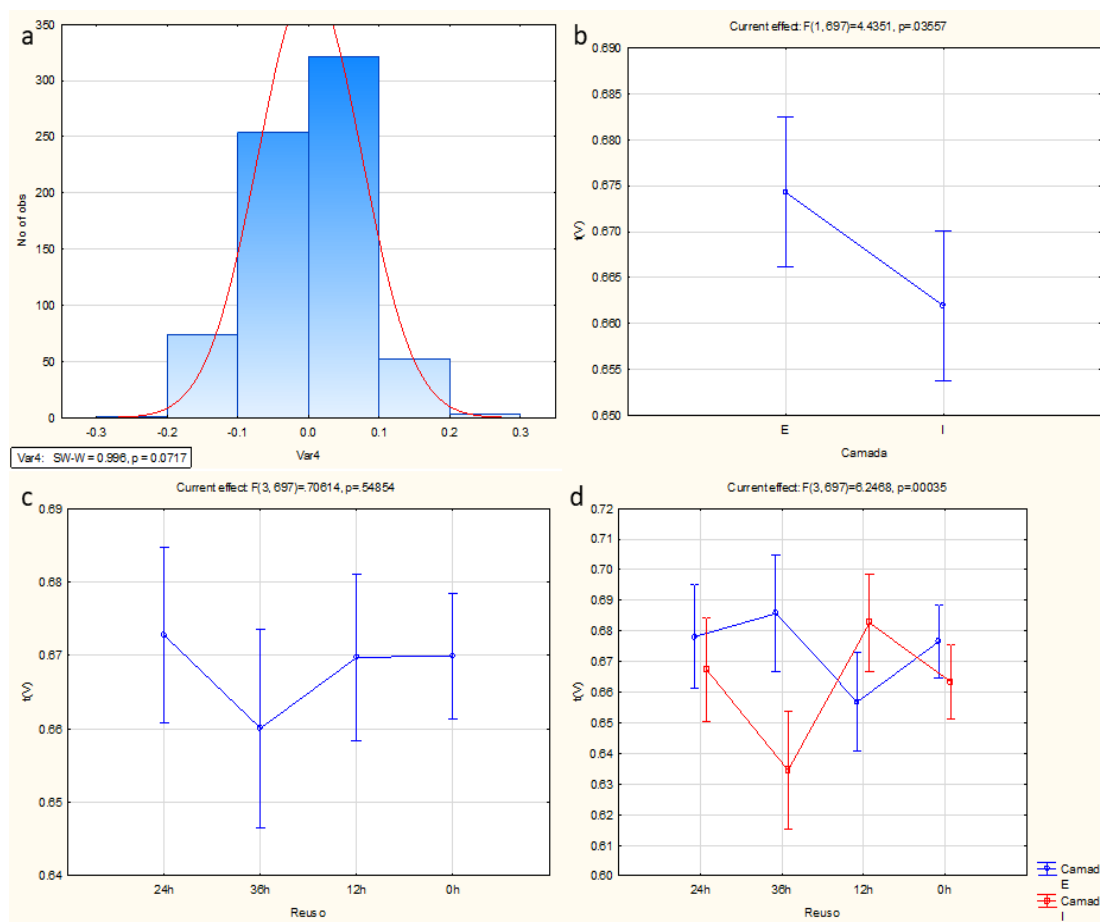
Fonte: A autora, (2022)

Assim como na análise dos brancos analíticos, o histograma exposto na Figura 25a apresenta a disposição da normalidade dos resíduos aceitável para realização de estatística ANOVA com  $N(0,1)$ . Neste caso, em relação aos dados das amostras, utilizando os brancos analíticos como teste controle para avaliação de possíveis alterações de acordo com o



tratamento de 12, 24 ou 36h de reutilização. Na Figura 25b, é possível identificar novamente a maior porosidade das fibras da camada externa em comparação à camada interna.

**Figura 25 – ANOVA para espaços vazios nas imagens de microscopia óptica**



\*a: Histograma de normalidade dos resíduos; b: comparação da passagem de luz entre as camadas interna e externa; c: comparação da passagem de luz entre as amostras de não tecido dos tratamentos (0, 12, 24 e 36 horas de reutilização) independente da camada; d: efeito da interação entre camadas e horas de reuso para as médias de passagem de luz entre as camadas interna e externa nos tratamentos (0, 12, 24, 36 horas de reutilização).

Fonte: A autora, (2022)

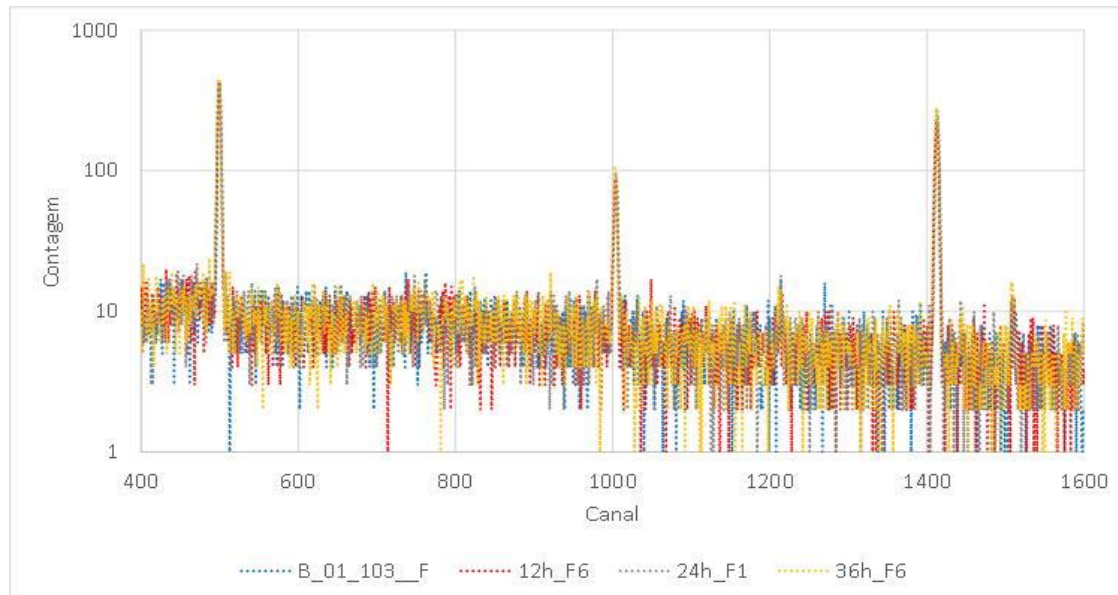
De acordo com os resultados da análise estatística univariada (Figura 25), não houve indícios estatísticos em nível de 95% de confiança, conforme a estatística paramétrica, identificando que a reutilização dos protetores respiratórios PFF2 não afetou os espaços vazios com intervalos de até 24 h de reutilização. No entanto, é possível identificar que as amostras reutilizadas por 36 horas apresentaram um efeito de tratamento mais acentuado, podendo caracterizar maior estresse das fibras ou mesmo acúmulo de partículas no não tecido (Figura 25c). Este resultado é reiterado na Figura 25d, em que é possível visualizar o mesmo processo ocorrendo em ambas as camadas de acordo com o teste de comparações múltiplas.

Este período de estresse das fibras com associação de falhas na adaptação facial dos protetores respiratórios denota uma importante perda de sua integridade estrutural, como observado nos estudos de Check et al. (2021) e Rivard et al. (2021), que realizaram testes de adaptação à face e vedação que começaram a apresentar aumentos expressivos acima de 30% a partir de 02 (24 horas) dias de reutilização. Diferindo do estudo de Fabre et al. (2021) que admitiu reutilizações sem falhas estruturais importantes até 57,5 horas de reutilização, com média de 23 recolocações e retiradas, sendo importante levar em consideração que o índice de retenção de partículas varia de acordo com as características dos protetores respiratórios de diferentes marcas e modelos apesar de serem do mesmo tipo (PFF2/N95), como diferentes métodos de filtração, porosidade, tipo da fibra e propriedades eletrostáticas (DUNCAN et al., 2021).

## 4.2 ENSAIO NÃO DESTRUTIVO

**Figura 26 - Espectros de radiação gama para as amostras de protetores respiratórios PFF2 entre os canais 400 (100 keV) a 1600 (1200 keV)**

\* Branco analítico (B\_01\_103\_F), 12 horas (12h\_F6), 24 horas (24h\_F1) e 36 horas (36h\_F6)



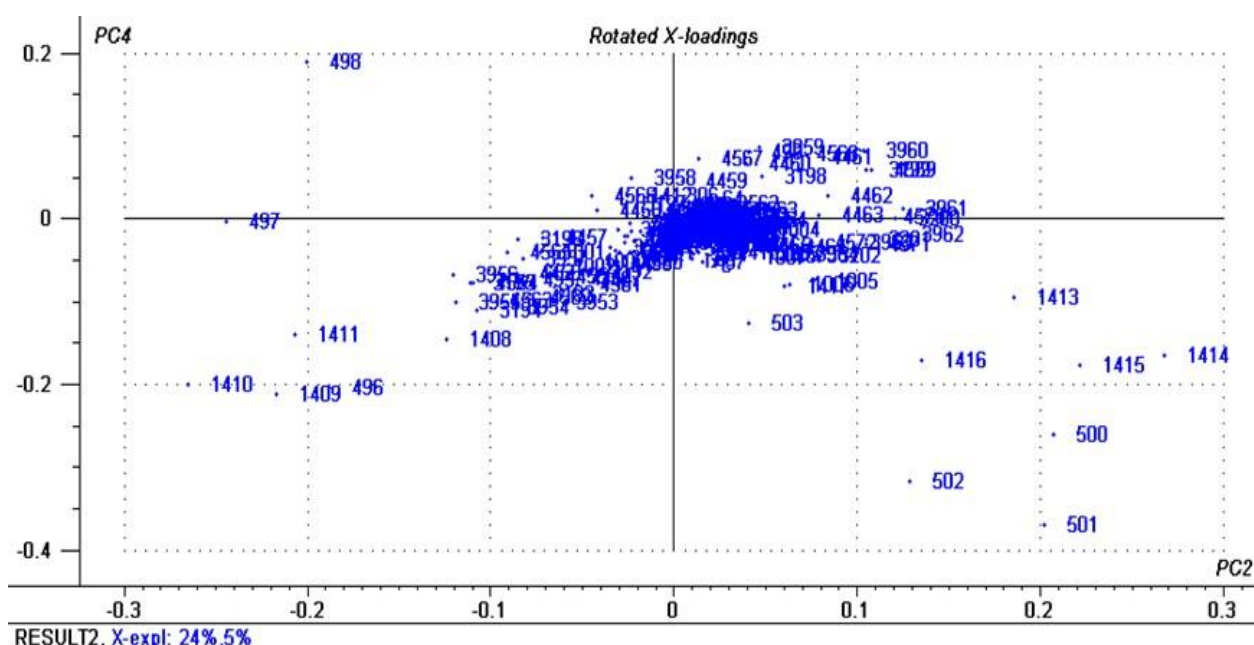
Fonte: A autora (2021)

A Figura 26 exemplifica quatro espectros gama interpostos, obtidos a partir da análise de filtros dos protetores respiratórios PFF2 ao longo de 12, 24 e 36 horas de reutilização, assim como aquele referente ao branco analítico (máscara não utilizada), apresentando leituras dos canais de 400 a 1600, realizando contagens na faixa de energia de 100 a 1200 keV.

A quantidade de dados gerada por esse ensaio ultrapassou 1.000.000 de registros de contagens para as amostras de camadas internas, externas e filtros dos protetores respiratórios PFF2 reutilizadas em ambiente hospitalar gerador de aerossol.

Após a análise no programa de computador The Unscrambler, a Figura 27 apresenta as cargas fatoriais da combinação dos dois componentes principais mais satisfatórios para a detecção das diferenças entre os protetores respiratórios reutilizadas (12, 24 e 36 horas) e o branco analítico. Aparentemente a região correspondente aos canais de 500 a 1400 foi a faixa de predominância das alterações encontradas. Ao utilizar 4 componentes principais, foram contabilizadas aproximadamente 60% da variância total dos dados.

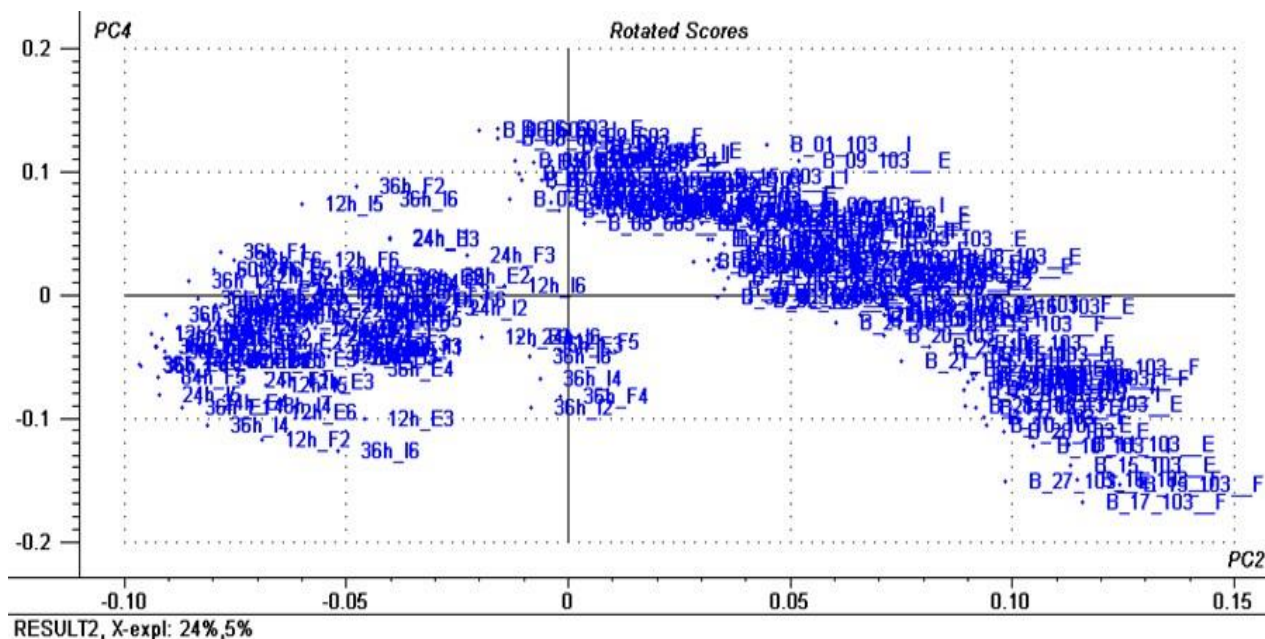
**Figura 27 – Gráfico de dispersão entre as cargas dos componentes principais**



Fonte: A autora (2021)

A Figura 27 mostra os resultados da análise por componentes principais para as amostras, permitindo verificar o agrupamento entre os resultados da análise das camadas (externa, interna e filtro) tanto para brancos analíticos quanto para as máscaras PFF2 reutilizadas por 12, 24 e 36 horas. Os resultados foram rotacionados com rotação Varimax, o que permite melhorar a comparação entre os dados. O ensaio não destrutivo de atenuação de radiação gama no detector de germânio hiper puro não permitiu identificar as diferenças entre os componentes das máscaras PFF2 entre filtros e TNT pertencente às camadas interna e externa.

**Figura 28 – Gráfico de dispersão entre os valores das componentes principais 2 e 4**



Fonte: A autora,(2021).

Os tratamentos estão identificados pelo uso 0 horas = brancos analíticos (B); 12 horas = reutilizada durante um plantão; 24 horas = reutilizada durante dois plantões; ou 36 horas = reutilizada durante três plantões, seguido por letras referentes a camada analisada I = interna, F = filtro, E = externa.

Contudo, pode-se inferir que a carga de particulado atmosférico, de substâncias orgânicas e inorgânicas (LEE et al, 2020) aderidas aos constituintes das amostras promoveram interferência nos resultados das análises, não gerando evidências de que a proporção de particulado aderido ao protetor respiratório aumenta de acordo com o tempo de reutilização, nem que esta variável atua isoladamente na causa deste efeito.

Considerando a dispersão para os valores dos brancos analíticos, no gráfico de dispersão apresentado na Figura 28, houve distinção entre todos os tratamentos referentes a reutilização dos protetores respiratórios (12, 24 e 36 horas) e os resultados dos protetores respiratórios não utilizados (brancos analíticos). É possível observar este efeito através do agrupamento das amostras em diferentes regiões do gráfico de dispersão das componentes principais 2 e 4 (as mais relevantes). No entanto, o aumento progressivo do tempo de reutilização aparentemente não causou maior distinção na distribuição dos dados, de acordo com os resultados de interação



São muitas as inferências que podem ser feitas a partir do estresse causado às fibras ao longo da reutilização, os mecanismos de retirada, recolocação, armazenamento, umidade, sudorese, movimentação, oleosidade natural da pele, manipulação manual do protetor respiratório para reajuste de adaptação à face (RIVARD et al., 2021). Todavia, independente dos motivos que causaram os danos a estrutura macroscópica e microscópica dos protetores respiratórios, os resultados destes ensaios indicaram necessidade do cuidado no manejo dos protetores respiratórios em processo de reutilização, tendo em vista o acúmulo de partículas sintéticas e biológicas nas fibras dos protetores respiratórios (GIR et al.; LEE et al., 2021; YUEN et al., 2022), como é possível perceber na visualização macroscópica da Figura 30.

A técnica de atenuação da radiação gama também pode ser utilizada na indústria no sentido de realizar controle de qualidade, acompanhando tanto a deposição de partículas quanto alterações de porosidade do material analisado, assim como demonstrado no estudo de Rocha et al. (2005) com avaliação da porosidade de cerâmicas e Palermo et al. (2004) com determinação de densidade de cascas de pinus

**Figura 30 – Protetor respiratório PFF2 após reutilização por 24 horas, apresentando sujidades**



Fonte: A autora (2021).

#### 4.3 PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 REUTILIZADAS EM AMBIENTE HOSPITALAR GERADOR DE AEROSSÓIS

Com base nos resultados desta pesquisa foi possível inferir que o protocolo de avaliação utilizado segundo a descrição metodológica demonstrou eficiência no que se refere às técnicas de imageamento por microscopia óptica, na identificação do estresse da fibra aumentando após 24 horas de uso. E na interação com a radiação gama em detector de germânio hiper puro, foi

possível inferir que a adesão de particulados atmosféricos advindos do ambiente e do próprio contato com o usuário causaram interferências nas análises, reduzindo a acurácia dos resultados fornecidos pela técnica quanto à integridade dos protetores respiratórios PFF2, mas indicando a presença de materiais além do polipropileno na composição dos protetores respiratórios reutilizadas. O protocolo de avaliação da integridade física de máscaras PFF2 proposto por este estudo foi descrito a seguir, baseado nos resultados deste estudo de cunho experimental

## **1. Objetivo**

Avaliar a integridade e funcionalidade de máscaras PFF2 reutilizadas

## **2. Resumo**

De acordo com a recomendação internacional de precaução respiratória para trabalhadores de saúde, a filtração mínima do EPI (Equipamento de Proteção Individual) para ambientes geradores de aerossóis deve contemplar 95% para partículas sólidas e à base de água com tamanho superior a 0,3  $\mu\text{m}$ . A peça facial filtrante, classe2, é conhecida no Brasil como máscaras PFF2, com capacidade de filtração mínima de 94% dessas partículas. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a integridade e funcionalidade dos protetores respiratórios PFF2 após reutilização em ambiente hospitalar gerador de aerossóis por meio de avaliação microscópica e ensaio não destrutivo por Espectrometria Gama de Alta Resolução, empregando fonte de Eu-152

## **3. Abrangência**

Este procedimento deverá ser seguido quando desejar-se avaliar a integridade e funcionalidade de máscaras PFF2 utilizadas em ambiente hospitalar.

## **4. Materiais e equipamentos necessários**

Equipamentos de Proteção Individual

Máscaras PFF2

Microscópio ótico

Detector de Germânio hiper puro



Lâminas para microscopia  
Sistema de captura de imagens de microscopia  
Computador  
Recipientes plásticos rígidos  
Sílica Magistral  
Manta SMS  
Pinça de dissecação sem dente  
Tesoura de cirurgião reta  
Cabine de fluxo laminar com lâmpada germicida  
Fita adesiva  
Fonte puntiforme de Eu152  
Castelo de chumbo perfurado  
Suporte inerte para castelo de chumbo  
Lápis grafite  
Caixas de transporte  
Caixa de armazenamento para lâminas de microscopia

## **5. Procedimento**

### **5.1 AMOSTRAGEM**

- 5.1.1. Defina o local do estudo;
- 5.1.2. Defina os períodos de reutilização dos protetores respiratórios PFF2;
- 5.1.3. Defina o grupo populacional de usuários dos protetores respiratórios PFF2;
- 5.1.4. Realize treinamento de paramentação e desparamentação respiratória com a população usuária de acordo com o Protocolo Operacional Padrão apresentado no Apêndice D.
- 5.1.5. Entregue os protetores respiratórios PFF2 com o clipe identificador e a caixa plástica rígida para armazenamento nos intervalos de reutilização;
- 5.1.6. Preencha os questionários semiestruturados de controle de entrega e recolhimentos dos protetores respiratórios PFF2;
- 5.1.7. Recolha os protetores respiratórios PFF2 ao final de cada período definido para o estudo.
- 5.1.8. Os protetores respiratórios PFF2 devem ser recolhidas dentro dos recipientes plásticos rígidos distribuídos para armazenamento dos protetores respiratórios PFF2 nos intervalos sem uso.

### **5.2 PREPARO DA AMOSTRAS**



- 5.2.1. Realize o procedimento de desinfecção da cabine de fluxo laminar com lâmpada germicida;
- 5.2.2. Paramente-se com touca, máscaras PFF2, capote de mangas longas e luvas de punho longo sem pó;
- 5.2.3. Abra a caixa plástica rígida contendo o protetor respiratório amostrada dentro da cabine desinfetada e com o fluxo de ar ativado, objetivando impedir deposição de novos particulados na superfície do protetor respiratório PFF2 amostrada.
- 5.2.4. Segure o protetor respiratório PFF2 amostrada pela prensa central e realize o recorte a região central do protetor respiratório com tesoura de cirurgião reta, bem afiada, obtendo assim um polígono irregular de aproximadamente 10 centímetros quadrados;
- 5.2.5. Fracione o polígono longitudinalmente em 6 alíquotas de mesmo tamanho;
- 5.2.6. Em cada alíquota, realize a separação cuidadosa das camadas (externa, filtro, interna), obtendo assim 18 subamostras ao todo, 6 para cada camada;
- 5.2.7. Realize o sorteio sem reposição para selecionar aleatoriamente as subamostras a serem encaminhadas para cada um dos métodos de análise;
- 5.2.8. Ao identificar a amostra a ser destinada à microscopia ótica, realize a fixação da amostra com fita adesiva numa lâmina de vidro para microscopia barra fosca.
- 5.2.9. Realize o registro da identificação da subamostra na barra fosca da lâmina de vidro utilizando o número contido no clipe identificador do protetor respiratório PFF2, seguido da letra referente à camada, podendo ser E, F ou I, externa, filtro ou interna respectivamente, adicione ainda o código referente ao tempo de reutilização (12, 24, 36).
- 5.2.10. No caso das amostras destinadas a análises de atenuação de radiação gama no detector de germânio hiper puro, a subamostra deverá ser posta entre duas lâminas de vidro para microscopia e ambas devem ser fixadas com fita adesiva nas extremidades, sem que tenha contato ou fique superposta à subamostra.
- 5.2.11. Realize o registro da identificação da subamostra na barra fosca da lâmina de vidro utilizando o número contido no clipe identificador do protetor respiratório PFF2, seguido da letra referente à camada, podendo ser E, F ou I, externa, filtro ou interna respectivamente, adicione ainda o código referente ao tempo de reutilização (12, 24, 36), e em seguida o símbolo  $\gamma$ .

### 5.3 ANÁLISES DAS AMOSTRAS

#### 5.3.1. Atenuação da radiação Gama

5.3.1.1. Antes de iniciar as análises, realize a calibração e verificação padrão do equipamento;

5.3.1.2. Repouse a amostra preparada sobre a capa protetora do detector de germânio hiper puro;

5.3.1.3. Posicione o suporte do castelo de chumbo colimado, de modo que a fonte pontiforme de Eu152 contida dentro do castelo colimado fique a 15 cm de distância da amostra.

5.3.1.4. Feche a blindagem de chumbo.

5.3.1.5. Defina o tempo de análise no software “Geni” para 2000 segundos.

5.3.1.6. Utilize o fotopico de 778 keV para acompanhar a fidedignidade das análises;

5.3.1.7. Ao final da leitura identifique o espectro com o mesmo código da amostra;

5.3.1.8. Faça backups semanais dos espectros referentes às análises em andamento.

#### 5.3.2. Microscopia ótica

5.3.2.1. Antes de iniciar a captura das imagens das amostras, defina o padrão de luminosidade, saturação, magnificação e dimensão a ser replicado em todas as capturas;

5.3.2.2. Certifique-se de utilizar sempre o mesmo microscópio;

5.3.2.3. Posicione a amostra preparada sobre a platina e capture cinco imagens, compreendendo o centro e os quadrantes da amostra em questão.

5.3.2.4. As imagens capturadas não devem conter áreas referentes aos pontos de solda do não tecido devido ao risco de mimetizarem espaços vazios, comprometendo assim os resultados.

5.3.2.5. As imagens em formato .tiff devem ser nomeadas com os códigos contidos nas amostras seguidos por números de 1 a 5, caracterizando que pertencem a diferentes quadrantes da amostra.

5.3.2.6. Faça backups semanais das imagens referentes às análises em andamento.

### 5.4 OBTENÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

#### 5.4.1. Atenuação da radiação Gama

5.4.1.1. Exporte os espectros obtidos pelo software Geni para o software “FitzPeack”;

5.4.1.2. Organize os dados numéricos resultantes da deconvolução dos espectros em uma planilha no Microsoft Office Excel, a identificação dos canais deve estar nas colunas e os resultados de cada amostra nas linhas;

5.4.1.3. Importe os dados da planilha para o software The Unscruble;

#### 5.4.2. Microscopia ótica

5.4.2.1. Exporte as imagens do software “LAS 4.7” para uma pasta do sistema operacional do computador;

5.4.2.2. Ajuste a grade do software leitor de passagem de luz para 12x12;

5.4.2.3. Deposite as imagens desejadas na pasta nomeada como “input” e clique no executável do software leitor de passagem de luz;

5.4.2.4. Os resultados serão apresentados através de imagens

5.4.2.5. Cheque se a interpretação do software foi adequada. Não confundindo pontos de solda com espaços vazios.

5.4.2.6 O software leitor de passagem de luz produzirá uma planilha apresentando os percentuais referentes à quantidade de tramas e espaços vazios presentes em cada imagem de microscopia da amostra.

5.4.2.6 A partir dos dados numéricos fornecidos pelo software, identifique a razão da passagem de luz através das fibras do protetor respiratório PFF2.

5.4.2.6 Realize a análise de variância entre os diferentes tratamentos das amostras.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, é possível concluir que a aplicação de questionário sociodemográfico foi interessante para a investigação do comportamento dos profissionais de saúde quanto ao uso de precaução respiratória e diante da pandemia de COVID -19.

Quanto à aplicação de técnicas de imageamento para análise da integridade de máscaras PFF2 sob reutilização, pôde-se concluir que a técnica foi interessante para verificar o estresse das fibras a partir do primeiro uso e intensificado após 36 horas de reutilização. A reutilização não resultou em aumento do espaçamento de acordo com o incremento do intervalo de reutilização até as primeiras 24 horas, no entanto os achados para 36 horas de reutilização sugerem estresse das fibras, fato que em conjunto a outros estudos reforça a recomendação de reutilização máxima de 24 horas, caso haja necessidade de racionalização de suprimentos.

O método desenvolvido para o ensaio não destrutivo por atenuação gama com detector de germânio hiper puro foi capaz de detectar mudanças nos protetores respiratórios PFF2 utilizadas por tempo prolongado, sendo uma importante ferramenta de controle de qualidade em indústria, para protetores respiratórios que ainda não foram utilizadas na identificação de porosidade e ausência de particulado agregado que interaja com a radiação gama.

Com base nos resultados desta pesquisa a reutilização dos protetores respiratórios PFF2 pode ser realizada com segurança por um período não superior a 24 horas. Sugere-se também medidas de higienização das mãos, da face e cavidade oral no intuito de diminuir a deposição de partículas no protetor respiratório e favorecer o conforto e segurança do usuário.

É possível que se tenha respostas mais contundentes relativas à segurança da reutilização dos protetores respiratórios PFF2 após a realização de mais estudos de verificação da integridade das fibras, colonização microbiológica, manutenção da capacidade de filtração com máscaras efetivamente utilizadas em ambiente hospitalar. Esta categoria de estudos ainda é escassa, tendo em vista as diversas particularidades entre os setores de trabalho e mesmo condições climáticas e de trabalho ao redor do mundo.

## REFERÊNCIAS

3M SEGURANÇA PESSOAL. **BOLETIM TÉCNICO: MÁSCARA HOSPITALAR TIPO DOBRÁVEL** - Resistente a Fluidos. 1 ed. São Paulo: 3M, 2021. 6 p. Disponível em: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1203465O/3m-technical-bulletin-folding-type-hospital-mask.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA (Brasil). **NOTA TÉCNICA GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 07/2020**: orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). 7. ed. Brasília, 2020. 50 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Brasil. **NOTA TÉCNICA GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020**: orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) :: atualizada em 25/02/2021. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, 2021. 118 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 15**, de 15 de março de 2012. Disponível em: [www.anvisa.gov.br/legis](http://www.anvisa.gov.br/legis). Acessado em: 22 de março 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução da diretoria colegiada- RDC Nº 185**, de 22 de outubro de 2001. Disponível em: <https://www.saude.go.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-sanitaria/produtos-para-saude>. Acessado em: 22 de março 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Brasil. **Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2006. 77 p.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução - RE Nº 2.606**, de 11 de agosto de 2006. Dispõe sobre as diretrizes para elaboração, validação e implantação de protocolos de reprocessamento de produtos médicos e dá outras providências. Brasília. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE NÃOTECIDO. Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecido. **Classificação, Identificação e Aplicações de Nãotecido**. São Paulo: 1999. 36 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13370**: Não tecido: terminologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 20 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13698**: Equipamento de proteção respiratória: peça semifacial filtrante para partículas. 2. Ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 24 p.

AULTON, Michael E.. Delineamento de formas farmacêuticas. 2. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2005. 677 p.

BRANDÃO, S. C. S. COVID-19, imunidade, endotélio e coagulação: compreenda a interação. Recife: **UFPE**, 2020. 70 p

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução – **RE N° 515, de 15 de fevereiro de 2006**. Diário Oficial da União; Brasília; 2006. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/re0515\\_15\\_02\\_2006.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/re0515_15_02_2006.pdf).

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Gabinete do Ministro. **Portaria n° 230, de 17 de agosto de 2009**. Dispõe sobre requisitos de avaliação da conformidade para equipamento de proteção individual (epi) – peça semifacial filtrante para partículas. Diário Oficial da União, Brasília, 2009. p. 28.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Gabinete do Ministro. **Portaria n° 009, de 04 de janeiro de 2011**. Dispõe sobre os requisitos de avaliação da conformidade para o serviço de instalação e retirada de sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis - SASC. Diário Oficial da União, Brasília, 2011. p. 23.

CAMO SOFTWARE AS. **The Unscrambler Methods**. Montclair: Camo Software As, 2006. 288 p.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Recommended Guidance for Extended Use and Limited Reuse of N95 Filtering Facepiece Respirators in Healthcare Settings. 2020. Disponível em: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hcwcontrols/recommendedguidanceextuse.html#note2>. Acesso em: 25 jun. 2020.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **2007 Guideline for Isolation Precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings**. S.L: Cdc, 2007. 206 p. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/isolation-guidelines-H.pdf>.

CENTER OF DISEASE AND CONTROL. Sneeze JPG., ID 11162. **Public Health Image library**, USA, 2009.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), 2007, **Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings**. Last update jul, 2019. 206 p.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), **Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Healthcare Personnel During the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic**, USA, 2020a, disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/infection-control-recommendations.html>. Acesso em: 11 de set. de 2020.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Strategies for Optimizing the Supply of Facemasks**. USA, 2020b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/face-masks.html>. Acesso em: 28 jun. 2020.

CHARLON, T. **Novel density-based cluster extraction method, OPTICS K-Xi, and framework to compare K-Xi models using distance-based metrics to investigate datasets with unknown number of clusters. The comprehensive R Archive Network Studio**. Computer Science Department. University of Geneva. 2019.

CHECK, R.; KELLY, B.; MCMAHON, K.; BALAKRISHNAN, V.; RIVARD, L.; PESTER, J.; JEANMONOD, D.; JEANMONOD, R.. Failure Rates During Reuse of Disposable N95 Masks in Clinical Practice in the Emergency Department. **Western Journal Of Emergency Medicine**, [S.L.], v. 22, n. 3, p. 547-551, 9 jun. 2021. Western Journal of Emergency Medicine. <http://dx.doi.org/10.5811/westjem.2021.1.49960>.

CHIA, P. Y. *et al.* **Detection of air and surface contamination by SARS-CoV-2 in hospital rooms of infected patients**. Nature Communications, v. 11, n. 1, p. 1-7, 29 maio 2020. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-16670-2>. Acesso em: 20 set. 2020.

CHUA, M. H.; CHENG, W.; GOH, S. S.; KONG, J.; LI, B.; LIM, J. Y. C.; MAO, L.; WANG, S.; XUE, K.; YANG, L. Face Masks in the New COVID-19 Normal: materials, testing, and perspectives. **Research**, [S.L.], v. 2020, p. 1-40, 7 ago. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.34133/2020/7286735>.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. Pesquisa Perfil da Enfermagem no Brasil. Disponível em: <http://www.cofen.gov.br/perfilenfermagem/index.html>. Acesso em: 2 abril. 2022.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. **Observatório da Enfermagem**. Brasil. 2020. Disponível em: <http://observatoriodaenfermagem.cofen.gov.br/>. Acesso em: 11 set. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução da diretoria colegiada – RDC Nº491**, de 19 de novembro de 2018. Disponível em: [https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603](https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058895/do1-2018-11-21-resolucao-n-491-de-19-de-novembro-de-2018-51058603)

CORREIA, M. I. T. D.; RAMOS, R. F.; BAHTEN, L. C. V. **The surgeons and the COVID-19 pandemic**. Rev. Col. Bras. Cir. vol. 47. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcbc/v47/0100-6991-rcbc-47-e20202536.pdf>.

COSTA, C. C. P., SOUZA, N. V. D. O., SILVA, P. A. S., OLIVEIRA, E. B., VIEIRA, M. L. C. O trabalho na central de material: repercussões para a saúde dos trabalhadores de enfermagem. **Revista Enfermagem Uerj**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 533-539, 2015. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/reuerj.2015.15934>.

COSTA, P. **Desenvolvimento de uma metodologia para caracterização do filtro cunho do reator iea-r1 utilizando o método de Monte Carlo**. Orientador: Ademar José Potiens Júnior. 2014. 1 v. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-23032015-081657/publico/2014CostaDesenvolvimento.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

DUNCAN, S.; BODURTHA, P.; NAQVI, S.. The protective performance of reusable cloth face masks, disposable procedure masks, KN95 masks and N95 respirators: filtration and total inward leakage. **Plos One**, v. 16, n. 10, p. 1-27, 6 out. 2021. Public Library of Science (PLOS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0258191>.

EYRE, D. W.; LUMLEY, S. F.; O'DONNELL, D.; CAMPBELL, M.; SIMS, E.; LAWSON, E.; WARREN, F.; JAMES, T.; COX, S.; HOWARTH, A. Differential occupational risks to healthcare workers from SARS-CoV-2 observed during a prospective observational study. *Elife*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-21, 21 ago. 2020. **ELife Sciences Publications**, Ltd. <http://dx.doi.org/10.7554/elife.60675>

FABRE, V.; COSGROVE, S. E.; HSU, Y.; JONES, G. F.; HELSEL, T.; BUKOWSKI, J.; SOBOTA, M.; SICK-SAMUELS, A. C.; MILSTONE, A. M.; MARAGAKIS, L. L. N95 filtering face piece respirators remain effective after extensive reuse during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 42, n. 7, p. 896-899, 19 fev. 2021. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/ice.2021.76>.

FENNELLY, K. P. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. **Lancet Respir Med**. v8, (9), p914-924, 2020. doi:10.1016/S2213-2600(20)30323-4

FISCHER, R.; MORRIS, D. H.; VAN DOREMALEN, N.; SARCHETTE, S.; MATSON, J.; BUSHMAKER, T.; YINDA, C. K.; SEIFERT, S.; GAMBLE, A.; WILLIAMSON, B. Assessment of N95 respirator decontamination and re-use for SARS-CoV-2. *Medrxiv - Preprint*, v. 1, n. 1, p. 1-1, 15 abr. 2020. **Cold Spring Harbor Laboratory**. <http://dx.doi.org/10.1101/2020.04.11.20062018>.

FUNDACENTRO (ed.). **PREVENÇÃO À COVID-19: Orientações para prevenção e controle da Covid-19 nos locais de trabalho**. 1. Ed. São Paulo. 2020. 29 p.

GIR, E.; MENEGUETI, M. G.; SOUSA, L.; Rochelle M.; PEREIRA-CALDEIRA, N. M. V.; CARVALHO, M. J.; REIS, R. K. Reusing and/or reprocessing the N95 face respirator mask or equivalent: an integrative review. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, [S.L.], v. 29, p. 1-22, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.5135.3492>

GOOGLE. Dicionário online, **Oxford Languages**, 2022.

HE, X.; LAU, E. H. Y.; WU, P.; DENG, X.; WANG, J.; HAO, X.; LAU, Y. C.; WONG, J. Y.; GUAN, Y.; TAN, X. **Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19**. *Nature Medicine*, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 672-675, 15 abr. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41591-020-0869-5>.



HINDS, W. C. Properties, behavior and mensurement of airborne particules. **Wiley Interscience**.New York 1982.

ISKANDAR, J. A. I.; MUZEKA, A. L. P.; HAUS, C. M.; MELO, F. A. R. P.; MOTTER, A. A. Riscos biomecânicos e ocupacionais em uma central de materiais e esterilização. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, v. 11, n. 2, p. 287-297, 29 abr. 2021. Escola Bahiana de Medicina e Saude Publica. <http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v11i2.3503>.

JOHNS HOPKINS UNIVERSITY & MEDICINE (Eua). COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. 2020. Disponível em: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em: 11 jun. 2021.

JOHNSON, B.; WINTERS, D.R.; SHREEVE, T.R. e COFFEY, C.C., **Respirator Filter Reuse Test using the Laboratory Simulant Mycobacterium tuberculosis (H37RA strain)**, J. Am. Biol. Saf. Assoc., v. 3, p.105-116, 1998.

JUNG, J.; KIM, J.; YANG, H.; LIM, Y.; KWAK, S.; HONG, M. J.; KIM, E. O.; KIM, S. Fit-failure rate associated with simulated reuse and extended use of N95 respirators assessed by a quantitative fit test. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 42, n. 11, p. 1313-1317, 25 jan. 2021. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/ice.2021.5>.

KAMPF, G.; TODT, D.; PFAENDER, S.; STEINMANN, E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*. Elsevier Ltd, 2020. Disponível em: [https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(20\)30046-3/fulltext](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(20)30046-3/fulltext) .

KHUDZAIFI, M.; RETNO, S.S.; ROHMAN, A. **The employment of FTIR spectroscopy and chemometrics for authentication of essential oil of *Curcuma mangga* from candle nut oil**. Food Research, v.4, 2020. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(2\).313](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(2).313).

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M. & TAKAHASHI DE MELO, N. – **Tratado de Micologia médica**; Prefácio: Bertrand Dupont. 9. ed. São Paulo, Sarvier, 2002. 1104p. ilustr. ISBN 85-7378-123-8.

LEE, Hye Ryoung; LIAO, Lei; XIAO, Wang; VAILIONIS, Arturas; RICCO, Antonio J.; WHITE, Robin; NISHI, Yoshio; CHIU, Wah; CHU, Steven; CUI, Yi. Three-Dimensional Analysis of Particle Distribution on Filter Layers inside N95 Respirators by Deep Learning. **Nano Letters**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 651-657, 7 dez. 2020. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c04230>.

MANNHEIMER, W. A. *et al.* **Microscopia dos Materiais**: uma introdução. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise, 2002. 221 p.

MELO, D.S. **Adesão dos enfermeiros às precauções padrão à luz do modelo de crenças em saúde**. 2005. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2005.

MIOT, H. A. **Tamanho da amostra em estudos clínicos e experimentais**. *Jornal Vascular Brasileiro*. São Paulo, 2012. p. 275-278.

MORIYA, T.; MÓDENA, J. L. P. ASSEPSIA E ANTISSEPISIA: técnicas de esterilização. **Fundamentos em Clínica Cirúrgica**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 265-273. 2008

NANSHAN *et al.* **Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study**, *The Lancet*, v. 395, n. 10223, p. 507-513, 2020.

NEVES, Giselda Bezerra Correia *et al.* PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA NO CENTRO DE MATERIAL E ESTERILIZAÇÃO EM TEMPOS DE COVID-19. **International Journal Of Development Research**. [S.L.], p. 50995-50997. 21 out. 2021

NGUYEN, L. H.; *et al.* **Risk of COVID-19 among front-line health-care workers and the general community: a prospective cohort study**. *The Lancet: Public Health*. Londres, p. 475-483. set. 2020. Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2468-2667%2820%2930164-X>. Acesso em: 11 set. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS. **Diretrizes provisórias de Biossegurança Laboratorial para o Manuseio e Transporte de Amostras Associadas ao Novo Coronavírus (COVID-19)**. Brasil: Organização Pan-Americana da Saúde, ed. 1; 2020.

PALERMO, G. P.M. *et al.* DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* ENGELM, ATRAVÉS DE ATENUAÇÃO DE RADIAÇÃO GAMA COMPARADA A MÉTODOS TRADICIONAIS. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-7, dez. 2004.

PEREIRA, A. L.; FERREIRA, N. K. F.; BARBOSA, K. T. N.; SILVA, J. M.; DOMINGOS, S. P. S.; SOUZA, M. D. G.; SILVA, C. C. A importância da atuação dos profissionais do centro de material e esterilização para o cuidado em saúde. *Enfermagem Brasil*, v. 20, n. 2, p. 177-190, 4 jun. 2021. **Convergences Editorial**. <http://dx.doi.org/10.33233/eb.v20i2.4507>.

PHAN, T. L.; CONGO, T. C. **A Reusable Mask for Coronavirus Disease 2019 (COVID- 19)**. *Archives of medical research*, S0188-4409(20)30332-5. 10 Apr. 2020, doi:10.1016/j.arcmed.2020.04.001

PILCER, G., AMIGHI, K. Formulation strategy and use of excipients in pulmonary drug delivery. *International Journal Of Pharmaceutics*, [S.L.], v. 392, n. 1-2, p. 1-19, 15 jun. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2010.03.017>.

POZZER, C. E.; ARSEGO, M.; ROCHA, I. G.; HOEFEL, H. H. K.; DUARTE, C. M.; AMARAL, A. P.; CAREGNATO, R. C. A. Utensílios sanitários: comparação entre processos de limpeza e desinfecção manual e automatizado. *Revista Sobecc*, v. 24, n. 3, p. 119-124, 23 set. 2019. Zeppelini Editorial e Comunicacao.

QIAN, Y.; WILLEKE, K.; GRINSHUPUN, S.; DONNELLY, J. **Performance of N95 Respirators: Reaerosolization of Bacteria and Solid Particles**. *Am. Ind. Hyg. Assoc. Journal*, v. 58, p.876-884, 1997.

**RESEARCHGATE.** Inhalation of pulmonary formulations and size-dependent distribution of aerosol particles in the respiratory tract.2020 <[https://www.researchgate.net/figure/Inhalation-of-pulmonary-formulations-and-size-dependent-distribution-of-aerosol-particles\\_fig1\\_341719354](https://www.researchgate.net/figure/Inhalation-of-pulmonary-formulations-and-size-dependent-distribution-of-aerosol-particles_fig1_341719354)> Acesso em: 10/02/2022

RIVARD, L.; PESTER, J.; MCMAHON, K.; CHECK, R.; KELLY, B.; BALAKRISHNAN, V.; JEANMONOD, D.; JEANMONOD, R. The efficacy of continuous use disposable N95 masks in clinical practice in the emergency department. **The American Journal Of Emergency Medicine**, v. 44, p. 124-127, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2021.02.003>.

ROCHA, W. R. D. Análise Microestrutural de Cerâmicas Porosas de SiC por Transmissão de Raios Gama e Microtomografia de Raios X. **Associação Brasileira de Energia Nuclear - Aben**, Santos, v. 1, n. 1, p. 1-8, set. 2005. <Http://www.uel.br/grupos/gfna/619.pdf>.

ROTHAN, H. A., BYRAREDDY, S. N. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun.* v109: p102433, 2020

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE (Brasil). Ministério da Saúde. **Recomendações de proteção aos trabalhadores dos serviços de saúde no atendimento de COVID-19 e outras síndromes gripais.** Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 37 p.

SHARIF, N.; ALZHRANI, K. J.; AHMED, S. N.; OPU, R. R.; AHMED, N.; TALUKDER, A. ; NUNIA, R.; CHOWDHURY, M. S.; NODI, I. J.; SAHA, T. Protective measures are associated with the reduction of transmission of COVID-19 in Bangladesh: a nationwide cross-sectional study. **Plos One**, [S.L.], v. 16, n. 11, p. 1-15, 22 nov. 2021. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0260287>.

SILVA, A. L. **Potencial da radiação ultravioleta na inibição de fungos leveduriformes e filamentosos.** 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

SIMCH, B.; DRESCH, F.; MACIEL, M. J. Análise microbiológica de um centro de material esterilizado hospitalar: identificação e resistência a antibióticos. **Revista Contexto & Saúde**, [S. l.], v. 18, n. 35, p. 95–103, 2018. DOI: 10.21527/2176-7114.2018.35.95-103. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/7224>. Acesso em: 10 jul. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMAGEM EM CENTRO CIRÚRGICO (SOBECC). **Recomendações relacionadas ao fluxo de atendimento para pacientes com suspeita ou infecção confirmada pelo covid-19 em procedimentos cirúrgicos ou endoscópicos.** 2. ed. São Paulo: Sobecc, 2020. 13 p. Disponível em: [http://www.coren-es.org.br/wp-content/uploads/2020/04/RECOMENDA%C3%87%C3%95ES-\\_SOBECC\\_COVID\\_2%C2%BA-EDI%C3%87%C3%83O-1.pdf](http://www.coren-es.org.br/wp-content/uploads/2020/04/RECOMENDA%C3%87%C3%95ES-_SOBECC_COVID_2%C2%BA-EDI%C3%87%C3%83O-1.pdf). Acesso em: 10 ago. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMAGEM EM CENTRO CIRÚRGICO (SOBECC). **Diretrizes de Práticas em enfermagem Cirúrgica e Processamento de Produtos para aSaúde**. 7. ed. São Paulo: Sobecc, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENFERMAGEM EM CENTRO CIRÚRGICO (SOBECC). **Diretrizes de Práticas em enfermagem Cirúrgica e Processamento de Produtos para aSaúde**. 8. ed. São Paulo: Sobecc, 2021.

SOUZA, P. A.; MELLO, W. Z.; MARIANI, R. L.; SELLA, S. M. **Caracterização do material particulado fino e grosso e composição da fração inorgânica solúvel em água em São José dos Campos (SP)**. Química Nova, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 1247-1253, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422010000600005>.

TAUHATA, L.; SALATI, I.; DI PRINZIO, R.; DI PRINZIO, A. R. **Interaction of the radiation with matter** (INIS-BR--14043). Brasil. Rio de Janeiro. 2013. p. 181-233. TURNER JE. Interaction of ionizing radiation with matter. **Health Phys.**2004;86(3):187-188.

VERBEEK, J. H.; RAJAMAKI, B.; IJAZ, S.; SAUNI, R.; TOOMEY, E.; BLACKWOOD, B. ; TIKKA, C.; RUOTSALAINEN, J. H.; BALCI, E. S. K. **Personal protective equipment for preventing highly infectious diseases due to exposure to contaminated body fluids in healthcare staff**. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011621.pub5>.

WALL, J. *et al.* **Scanning transmission electron microscopy at high resolution**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 71, n. 1, p. 1-5, 1974.

WANG, Z.; REPONEN, T.A.; WILLEKE, K. **Survival of Bacteria on Respirator Filters**, Aerosol Sci. Tech., v.30, p.167-173, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Rational use of personal protective equipments for coronavirus disease (COVID-19)**. Interim guidance. World Health Organization, 2020. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO-2019-nCov-IPCPPE\\_use-2020.1-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331215/WHO-2019-nCov-IPCPPE_use-2020.1-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y) .

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Coronavirus disease (COVID-19) pandemic**. 2021. Disponível em: [https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=EAIaIqobChMIz6-K7YG78QIVmgytBh21zABUEAAYASAAEgILx\\_D\\_BwE](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=EAIaIqobChMIz6-K7YG78QIVmgytBh21zABUEAAYASAAEgILx_D_BwE). Acesso em: 21 abr 2021.

YANG, W.; PETERS, J. I.; WILLIAMS III, R.; O., **Inhaled nanoparticles – A current review**. Pharmaceutical Nanotechnology, v. 356, n. 1-2, p. 239-247, 2008.

ZHA, M.; ALSARRAJ, J.; BUNCH, B.; VENZON, D. **Impact on the fitness of N95 masks with extended use/limited reuse and dry heat decontamination**. **Journal Of Investigative Medicine**, v. 70, n. 1, p. 99-103, 13 set. 2021. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/jim-2021-001908>.

**APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONTROLE DE ENTREGA  
DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS**

1. Endereço de e-mail \_\_\_\_\_

2. Data da entrega da máscara \_\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

3. Nome \_\_\_\_\_

4. Com dissecante?

Sim (                      )                      Não (                      )

5. Número do dissecante (pacote): \_\_\_\_\_

6. Número do lacre da máscara: \_\_\_\_\_

7. Lote da máscara: 603 (                      )                      103 (                      )

8. Está com sintoma relacionado a COVID-19?

Sim (                      )                      Não (                      )

**Link de acesso:**

[https://docs.google.com/forms/d/13hvMFodUol4nt1moW7NM\\_DV7hm8tPjE02NNQFZ2fhr4/edit](https://docs.google.com/forms/d/13hvMFodUol4nt1moW7NM_DV7hm8tPjE02NNQFZ2fhr4/edit)

## APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO DE RECOLHIMENTO DOS PROTETORES RESPIRATÓRIOS

1. Data de recolhimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
2. Número do lacre da máscara: \_\_\_\_
3. Dissecante? Sim( ) Não( )
4. Número do dissecante (pacote): \_\_\_\_
5. Ao final do uso a máscara apresenta odor que lhe incomode?  
Sim ( ) Não ( )
6. Entrou em contato com material proveniente de paciente sabidamente contaminado com SARS-CoV-2?  
Sim ( ) Não ( )
7. Data que entrou em contato com SARS-CoV-2: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
8. Está com algum sintoma de COVID-19?  
Sim ( ) Não ( )
9. Está com alguma afecção da pele, nasofaringe ou orofaríngeo?  
Sim ( ) Não ( )
10. Utilizou PFF2 em associação a máscara cirúrgica?  
Não ( ) Internamente ( ) Externamente ( )
11. Utilizou PFF2 em associação a protetor facial (face shield)?  
Sim ( ) Não ( )

12. Data e turnos em que esteve de plantão:

\* Esta pergunta tem o intuito de realizar o registro de uso e repouso das máscaras.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2021 Diurno

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2021 Noturno

13. Condição macroscópica da máscara recolhida:

- Conforme – recipiente fechado, tiras elásticas exteriorizadas, livre de dermocosméticos. ( )
- Não conforme – recipiente aberto ou tiras elásticas em contato com a máscara ou presença de dermocosméticos na superfície da máscara. ( )

**Link de acesso:** <https://docs.google.com/forms/d/174U1NUcU6ACoNv77bE-brM4eirTDVCpZBvfTz2h2gV0/edit>

## **APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS**

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa (“ESFORÇOS CONJUNTOS DAS ÁREAS DE SAÚDE, CIÊNCIAS EXATAS, CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E EDUCAÇÃO PARA O ENFRENTAMENTO DA COVID-19 EM

PERNAMBUCO: reuso e descontaminação de máscaras N95/PFF2 de profissionais da saúde expostos à COVID-19”), que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Mestranda Laísde Carvalho Santos Bezerra, Av. Prof. Luís Freire, 200 - Curado, Recife - PE, 50740-437– Telefone: (81) 99679-0388, e-mail: lais.bezerra@ufpe.br.

Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Dra. Giselda Bezerra Correia Neves, Dr. Fernando Lundgren, Wanuska M. Portugal, Telefones para contato: (81) 3182-8500 e está sob a orientação de Prof. Dr. Elvis Joacir de França Telefone: (81) 3182-8500, e-mail (ejfrança@cnen.gov.br).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

➤ **Descrição da pesquisa:** O Projeto proposto possui aspectos práticos e de relevância para a garantia de saúde e segurança dos profissionais de saúde. A definição de protocolos e cuidados práticos para a redução da contaminação de profissionais de saúde é a principal contribuição dessa pesquisa científica, por isso serão realizados ensaios comprobatórios das condições de reuso dos EPIs e alternativas para a proteção individual contra o coronavírus. Espera-se investigar em que circunstâncias o reuso das máscaras N95 tem sido seguro ou não para o profissional de saúde e a viabilidade quanto ao custo-benefício desta prática. Estes resultados ajudarão na orientação de políticas públicas de uso, reuso dessas máscaras, uma vez que a gravidade do tema é muito séria. Esta pesquisa trata-se de uma pesquisa experimental que utilizará ensaios não destrutivos na avaliação da integridade/funcionalidade das máscaras PFF2 após a utilização das mesmas em ambiente hospitalar, mantendo os métodos de reutilização propostos por protocolo institucional.

Serão fornecidas aos participantes máscaras PFF2 comerciais da marca 3M, modelo 9920H novas e lacradas além de recipientes descontaminados com radiação UV-C, de uso individual. As máscaras serão utilizadas e armazenadas nos recipientes de acordo com os treinamentos institucionais de paramentação e desparamentação. Isso ocorrerá

em intervalos de 12h, 24h e 36h com repousos de 60h. Ao término de cada intervalo de uso as máscaras serão recolhidas e submetidas a procedimento de amostragem em laboratório, onde serão fracionadas e amostradas para ensaios não destrutivos envolvendo análise microbiológica, radiação gama e microscopia óptica e de varredura eletrônica.

Serão aplicados questionários semiestruturados que possibilitarão a associação entre os achados das máscaras e a identificação do indivíduo usuário da máscara caso haja patógenos em sua superfície.

Para garantir a fidedignidade da atribuição da procedência dos microrganismos patogênicos que porventura sejam identificados, será realizada coleta de Swab nasofaríngeo e



orofaríngeo dos voluntários usuários das máscaras.

Para garantir a procedência do material genético do SARS-CoV-2 na superfície das máscaras será realizado PCR qualitativo dos voluntários usuários das máscaras, as coletas serão realizadas no primeiro dia de entrega das máscaras PFF2. Os exames serão repetidos 3 vezes num intervalo de 7 dias com o intuito de confirmar que o usuário não está colonizado com o vírus. Nestes termos os voluntários também serão submetidos a uma única coleta de 10ml de sangue total venoso para realização de exame laboratorial de soroconversão para SARS-CoV-2.

➤ **O período da pesquisa:** se dará entre junho 2020 e dezembro de 2022.

➤ **RISCOS diretos:** Os riscos advindos desta pesquisa serão mínimos, visto que a abordagem aos participantes será através da coleta de dados pessoais do tipo sociodemográfico e atividades profissionais, em seu local e horário de trabalho, podendo haver o inconveniente quanto ao uso do tempo para responder o questionário e participar do treinamento. Também serão mínimos os riscos quanto ao manejo das coletas de sangue, decorrente do possível incomodo doloroso na punção venosa, e do Swab, decorrente de sua introdução na nasofaringe e orofaringe. Como medidas protetivas para minimizar esses riscos, as supracitadas etapas serão realizadas com o consentimento em horário mais conveniente para o pesquisado. Além disso, cada máscara conterá um código de identificação evitando cruzamento de equipamentos de proteção individual. O risco de desconforto relacionado a coleta do Swab será minimizado através do treinamento do profissional da coletador. Os riscos relacionados a coleta de sangue serão minimizados através da realização da coleta em ambiente adequado e implementação de técnica asséptica ao longo de todo o procedimento inclusive curativo. Ao analisar a microbiota das máscaras podem ser encontrados patógenos, para sanar o risco de não beneficiar o participante, caso ocorra esta identificação deste tipo de microrganismos, haverá oferta de tratamento com apoio do Médico que integra a equipe. O sujeito da pesquisa juntamente com o gestor do setor (a fim de proteger o serviço e tomada de decisão necessária) onde está sendo coletada as máscaras saberão imediatamente a ocorrência de patógenos, que será comunicada por este grupo de pesquisa. Caso o pesquisado prefira procurar outro serviço médico para se tratar, fica livre e a seu critério, contudo precisa declarar este desejo por escrito.

➤ **BENEFÍCIOS diretos e indiretos:** Os benefícios da participação nesta pesquisa estão suportados no fato de que a pandemia do coronavírus (SARS-CoV-2) é uma situação nova, nunca vista no mundo e que as lacunas de informações ainda são muito grandes, sendo a investigação científica primordial para buscar soluções no combate a COVID-19, em que medidas mitigadoras de impacto são requisitadas pelas diversas esferas da sociedade. Assim, o projeto busca minimizar o contágio e o avanço da contaminação entre os profissionais de saúde, a partir do desenvolvendo de métodos que possibilitem a reuso de EPIs com segurança, ou refute seu reuso, sendo de grande relevância, tendo em vista que os resultados ajudarão às autoridades definirem políticas públicas de saúde mais eficientes para proteção de seu quadro de saúde que atua prestado assistência a população. Pelo princípio da Bioética “Benefícios “O pesquisado poderá detectar agravo a saúde através dos resultados patógenos da microbiota das máscaras (caso ocorra) e realizar o tratamento de saúde necessário.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas e dados pessoais), ficarão armazenados em pastas de arquivo em computador institucional, sob a responsabilidade do pesquisador orientador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver

necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Hospital da Restauração no endereço: (**Avenida da Agamenon Magalhães s/n – 5º Andar - Derby, Recife-PE, CEP: 25.010-040 Tel.: (81) 3181.5603 – e-mail: eticaempesquisahr@gmail.com**), ou também a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa- CONEP pelo endereço: (**SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte CEP: 70719-040, Brasília – DF Tel.: (61) 3315.5878**).

\_\_\_\_\_  
(assinatura do pesquisador)

#### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo (colocar o nome completo da pesquisa) \_\_\_\_\_, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e **o aceite do voluntário em participar**. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

|             |             |
|-------------|-------------|
| Nome:       | Nome:       |
| Assinatura: | Assinatura: |

**APÊNDICE D - PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO DE  
REUTILIZAÇÃO DE PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2**

| <b>PROTOCOLO OPERACIONAL PADRÃO DE REUTILIZAÇÃO DE PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objetivo</b>                                                                      | O protocolo operacional padrão de reutilização de máscaras PFF2 em ambiente hospitalar foi baseado nas normas atuais da ANVISA, com o intuito de minimizar os riscos ao usuário e reduzir vieses de pesquisa possivelmente causados por singularidades de uso desenvolvidas pelos voluntários. |
| <b>Material necessário</b>                                                           | Máscara PFF2/ Branca /sem válvula                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Reutilização de máscaras PFF2</b>                                                 | 1. Realizar a higienização simples das mãos, conforme orientações do passo a passo da ANVISA, 2013                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                      | 2. Abra a embalagem de fábrica, segure a máscara PFF2 através das tiras elásticas (atenção para não tocar o corpo da máscara)                                                                                                                                                                  |
|                                                                                      | 3. Adapte o clipe identificador a tira elástica da máscara PFF2                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                      | 4. Segurando as tiras elásticas, abra a máscara com movimento de abdução dos braços e posicione a frente da região naso-oral                                                                                                                                                                   |
|                                                                                      | 5. Passe primeiro a tira elástica superior para trás da cabeça e depois faça o mesmo com a tira inferior                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                      | 6. Molde o clipe nasal a face com as duas mãos para otimizar a vedação da máscara PFF2                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                      | 7. Execute o teste de vedação mantendo as duas mãos à frente da máscara, realizando expirações e inspirações forçadas com o objetivo de identificar vazamentos de ar ao redor dos painéis filtrantes                                                                                           |
|                                                                                      | 8. Realize a higienização simples das mãos, conforme orientações do passo a passo da ANVISA, 2013                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                      | 9. Caso a máscara PFF2 permaneça visualmente íntegra, ou seja, não se encontre suja, molhada ou rasgada, poderá ser reutilizada por um período de até sete dias                                                                                                                                |
|                                                                                      | 10. Caso a máscara PFF2 se encontre suja, molhada ou rasgada, deverá ser imediatamente descartada                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                      | 11. Quando necessário retirar a máscara PFF2, com a mão enluvada segure-a pela face externa do corpo da máscara, com a outra mão puxe as tiras elásticas para trás e para cima, primeiro a inferior e depois a superior, levando-as a frente do rosto (evite o contato com a pele).            |
|                                                                                      | 12. Com um movimento de adução dos dedos da mão que segura a máscara PFF2, feche os painéis filtrantes da máscara para proteger a face interna de contaminações                                                                                                                                |
|                                                                                      | 13. Abra a caixa plástica rígida portátil individual com abotoador e guarde a máscara PFF2 com as tiras elásticas para fora, evitando contato com o corpo da máscara                                                                                                                           |
|                                                                                      | 14. Realize a higienização simples das mãos, conforme orientações do passo a passo da ANVISA, 2013                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                      | 15. Sempre que necessário reutilizar a máscara PFF2, abra a caixa plástica rígida portátil com abotoador e repita os passos descritos acima                                                                                                                                                    |

Fonte: A autora (2020)

**APENDICE E – CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO E CORRELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS EPIDEMIOLÓGICAS.**

Tendo em vista que a reutilização das máscaras foi realizada por seres humanos e que estes configuram um importante componente no processo, faz sentido caracterizar a população de profissionais voluntários que reutilizou o objeto material do estudo, a máscara PFF2, durante o período de coleta conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização sociodemográfica dos voluntários da pesquisa.

| <b>Atributo</b>                       | <b>Descrição</b> | <b>n*</b> | <b>%</b> |
|---------------------------------------|------------------|-----------|----------|
| <b>Sexo</b>                           | Feminino         | 33        | 86,8     |
|                                       | Masculino        | 5         | 13,2     |
| <b>Idade</b>                          | 22-29            | 3         | 7,9      |
|                                       | 30-37            | 6         | 15,8     |
|                                       | 38-45            | 15        | 39,5     |
|                                       | 46-53            | 11        | 28,9     |
|                                       | 54-57            | 3         | 7,9      |
| <b>Estado civil</b>                   | Casado           | 16        | 42,1     |
|                                       | Solteiro         | 16        | 42,1     |
|                                       | Divorciado       | 4         | 10,5     |
|                                       | Outros           | 2         | 5,3      |
| <b>Escolaridade</b>                   | Técnico          | 28        | 73,7     |
|                                       | Superior         | 7         | 18,4     |
|                                       | Pós-Graduação    | 3         | 7,9      |
| <b>Experiência</b>                    | < 5 anos         | 12        | 31,6     |
|                                       | > 5 anos         | 26        | 68,4     |
| <b>Tempo de Vínculo institucional</b> | < 1 ano          | 25        | 65,8     |
|                                       | 1 a 10 anos      | 9         | 23,7     |
|                                       | >10 anos         | 4         | 10,5     |

\* n – n total= 38(número absoluto de voluntários participantes)Fonte: A autora (2021).

A população foi caracterizada, em sua maioria, por pessoas do sexo feminino (86,8%), com idade predominante entre 38 e 53 anos (68,4%), não demonstrando expressiva diferença no tocante ao estado civil, em que 42,1% dos participantes são casados, o mesmo percentual são solteiros e apenas 15,8% se enquadram entre divorciados e outros estados civis não especificados.

De acordo com o último censo realizado pelo Conselho Federal de Enfermagem (COFEN), de fato, o sexo feminino é maioria entre os profissionais desta área, compondo 85,1% dos profissionais registrados no Brasil até 2013, quando foi realizado. Quanto à idade, observa-se que os profissionais que trabalham neste CME são mais velhos que equipes de enfermagem em geral, onde menos de 50% da população encontra-se na faixa etária de 36 a 55 anos (COFEN, 2013). Em contraponto a população deste estudo, 73,8% dos participantes figuraram nesta faixa etária e a média de idade ficou em 42 anos, assim como outras pesquisas realizadas em ambiente de CME que apresentaram maior prevalência de profissionais com média de idade entre 40 e 60 anos trabalhando neste ambiente (ISKANDAR et al. 2021; PEREIRA et al., 2021). No tocante ao estado civil tivemos resultados parecidos com os do censo do COFEN, (2013), com 38% dos profissionais solteiros, 40,7% casados e 21,3% se enquadrando em outros tipos de relacionamento.

Observando o componente laboral, 68% da população possui experiência de enfermagem (independente da área) superior ou igual a cinco anos, no entanto mais da metade da equipe (65,8%) trabalhava no setor onde foi realizado o estudo há menos de um ano em decorrência das convocações emergenciais do governo estadual.

Quanto ao nível de escolaridade da equipe, 73% são técnicos de enfermagem, 18,4% possuem formação superior e apenas 7,9% possuem Pós-Graduação seja ela Lato Sensu ou Stricto Sensus, atentando para o fato de que dentre a população apenas quatro exerciam cargo de enfermeiro na unidade em que foi realizada a pesquisa. Estes dados estão de acordo com o menor percentual de enfermeiros no Brasil (23%) em comparação ao de técnicos de enfermagem (77%). Além disso, entre os técnicos de enfermagem brasileiros 28,5% já possuíam curso de nível superior, independente de exercerem o cargo de enfermeiro ou não. Os números de profissionais pós-graduados nesta amostra são muito inferiores aos números encontrados no Brasil, com 3/38 (7,9%) de todos os participantes apresentando este grau de

formação, desde apenas 2 (5,2%) são enfermeiros. Ainda que sejam considerados apenas os 04 enfermeiros da amostra, tem-se que 50% deste grupo possui Pós-graduação, enquanto o percentual brasileiro é de 80,1% de enfermeiros Pós-graduados no Brasil (COFEN, 2013).

Apesar do tempo de experiência na enfermagem ser igual ou superior a 5 anos na enfermagem como um todo; em 68,4% dos casos, o tempo de vínculo institucional da maioria (65,8%) dos colaboradores é inferior a 01 ano, o que pode interferir negativamente no conhecimento dos riscos e processos relacionados ao serviço especializado em CME.

Tabela 5 – Dados epidemiológicos da COVID-19 na população do estudo

| <b>Questionamento</b>                                                                                                        | <b>Resposta</b> | <b>n</b> | <b>%</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|----------|
| <b>Você já adoeceu de COVID-19?</b>                                                                                          | Sim             | 15       | 39,5     |
|                                                                                                                              | Não             | 14       | 36,8     |
|                                                                                                                              | Não Sei         | 9        | 23,7     |
| <b>Saber que está lidando com material biológico suspeito ou confirmado de COVID-19 te deixa ansioso(a) de alguma forma?</b> | Sim             | 18       | 47,4     |
|                                                                                                                              | Não             | 20       | 52,6     |
| <b>Alguém da sua família já foi diagnosticado com COVID-19?</b>                                                              | Sim             | 20       | 52,6     |
|                                                                                                                              | Não             | 18       | 47,4     |

Fonte: A autora (2022).

A Tabela 5 apresenta os resultados referentes ao impacto epidemiológico da COVID-19 sobre a população do estudo, expressando que até o período da coleta de dados (dezembro de 2020), do número absoluto (n) de 38 participantes, 39,5% haviam adoecido de COVID-19 excedendo muito os resultados encontrados na Holanda para profissionais de saúde, com 5,4% de infectados até maio de 2020 (SCHMITZ et al., 2020). Outro estudo realizado nos EUA no mesmo período

apresentou índice de infecção de 11,5% entre os profissionais de saúde (SHARIF, et al., 2021). Observando uma realidade mais próxima do nordeste do Brasil, tem-se o estudo de Neves et al. (2021) que, em outubro de 2020, identificou um índice de 27% de profissionais de enfermagem trabalhadores de uma área de recepção e limpeza de PPS que haviam sido infectados por SARS-CoV-2 até aquele momento. 23,7% da população do estudo possuía dúvidas quanto ao status de infecção (NÃO SEI), dado preocupante, tendo em vista que o profissional pode ter seguido suas atividades normalmente durante o período da infecção, colocando outras pessoas em risco. 36,8% referiram não ter adoecido por COVID-19.

Quanto a infecções por SARS-CoV-2 em familiares, 52,6% dos participantes possuíam familiares que haviam adoecido de COVID-19 até aquele período. Já quanto a sensação de ansiedade na manipulação de materiais suspeitos ou confirmadamente contaminados, os resultados foram bem semelhantes entre si, com 47,4% dos participantes referindo que apesar de trabalharem constantemente com PPS contaminados pelos mais diversos patógenos, saber que estavam lidando com PPS suspeito ou confirmadamente contaminado pelo vírus causador da COVID-19 lhes provocava a sensação de ansiedade, já 52,6% referiram não sentir ansiedade devido a esta situação. De acordo com o estudo de proteção e biossegurança dos profissionais de enfermagem durante a pandemia realizado por Sudo et al. (2020), isto pode estar associado a diferentes percepções dos profissionais sobre o risco biológico de contágio, aumento da carga de trabalho e fadiga devido aos procedimentos de paramentação, desparamentação e limpeza, bem como o desconforto promovido pela utilização de EPIs, especialmente a máscara. Assim como a susceptibilidade percebida como negação da ameaça, identificada em 43,2% dos profissionais de enfermagem participantes do estudo de adesão às precauções padrão realizado por (MELO, 2005).

**ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE  
ÉTICA EM PESQUISA**

**HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO  
- PE**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ESFORÇOS CONJUNTOS DAS ÁREAS DE SAÚDE, CIÊNCIAS EXATAS, CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E EDUCAÇÃO PARA O ENFRENTAMENTO DA COVID-19 EM PERNAMBUCO: Reuso e descontaminação de máscaras N95 de profissionais da saúde expostos à COVID-19

**Pesquisador:** Giselda Bezerra Correia Neves

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 34194620.0.0000.5198

**Instituição Proponente:** Hospital da Restauração - PE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.141.066

**Apresentação do Projeto:**

Projeto que avalia reuso de máscaras N95

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

1. Estudar o uso e reuso das máscaras N95, incluindo avaliação de danos físicos, método de descontaminação por vapor de peróxido de hidrogênio e alternativas viáveis para a proteção individual a partir de filtros químicos, e custo benefício para o reuso.

Objetivo Secundário:

1.1. Identificar o estado de conservação e integridade das máscaras N95 durante os 5 turnos de trabalho de 12 horas com 60 horas de descanso,

Entende-se por íntegras as máscaras (sem sujidade visível (sangue, fluidos corporais, secreções respiratórias ou nasais) ajustada e funcional);

1.1.1 Realizar treinamento com a equipe sobre paramentação e desparamentação segura, guarda e armazenamento das máscaras N95

1.2. Realizar análise microbiológica da parte externa dos respiradores para avaliação da microbiota das máscaras N95 em cada turno de trabalho das

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com



## HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO - PE



Continuação do Parecer: 4.141.066

que se mantiveram integras;

1.3. Analisar por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) as máscaras N95 para verificar integridade dos filtros;

1.4. Avaliar a eficiência dos filtros químicos por meio da simulação da respiração/proteção respiratória;

1.5. Avaliar se ocorre descontaminação das máscaras N95 com permanência da função filtração e ausência de resíduo químico prejudicial ao

profissional, após exposição num equipamento de descontaminação por vapor de peróxido de hidrogênio;

1.6. Realizar estudo de custo-benefício entre o reuso pós descontaminação com Vapor de Peróxido de hidrogênio, reuso sem descontaminação e

uso único das máscaras N95;

1.7. Identificar a logística de compra e abastecimento das máscaras N95 durante a pandemia COVID-19

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Não há riscos para os humanos....

O estudos será realizado em materiais!!!

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

é um estudo realizado em máscaras usadas pela equipe de enfermagem. O estudo não será realizado nas pessoas!

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

termos ok, porém desnecessário tcle, haja visto não é um estudo com humanos

### **Recomendações:**

NÃO HÁ NECESSIDADE DE AVALIAÇÃO / APROVAÇÃO DO CEP PARA O ESTUDO EM QUESTÃO

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O PROJETO DEVE SER RETIRADO DE ANÁLISE DO CEP

### **Considerações Finais a critério do CEP:**

O projeto não é com humanos, dessa forma não tem necessidade de aprovação pelo CEP

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com

## HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO - PE



Continuação do Parecer: 4.141.066

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                           | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1575460.pdf | 26/06/2020<br>10:45:58 |                                 | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projeto_masc.docx                             | 26/06/2020<br>10:43:17 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Declaração de Pesquisadores                               | termo_de_confidencialidade.pdf                | 26/06/2020<br>10:41:08 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | anuenc.pdf                                    | 26/06/2020<br>10:40:05 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | carta_apresentacao.pdf                        | 26/06/2020<br>10:37:16 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | rosto.pdf                                     | 26/06/2020<br>10:34:52 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projeto_masc.pdf                              | 26/06/2020<br>02:14:57 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | tcle.pdf                                      | 26/06/2020<br>02:13:55 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | lika.pdf                                      | 19/06/2020<br>10:32:36 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |
| Outros                                                    | ufrpe.pdf                                     | 19/06/2020<br>10:26:35 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |
| Outros                                                    | supr.pdf                                      | 19/06/2020<br>10:26:10 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |
| Outros                                                    | crcn.pdf                                      | 19/06/2020<br>10:25:42 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |
| Outros                                                    | EAD.pdf                                       | 19/06/2020<br>10:24:24 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |
| Outros                                                    | cme.pdf                                       | 19/06/2020<br>10:23:48 | Giselda Bezerra Correia Neves   | Aceito   |

**Situação do Parecer:**

Retirado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com

HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO  
- PE



Continuação do Parecer: 4.141.066

RECIFE, 07 de Julho de 2020

---

**Assinado por:**  
**Petrus Moura de Andrade Lima**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com

## ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO  
- PE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ESFORÇOS CONJUNTOS DAS ÁREAS DE SAÚDE, CIÊNCIAS EXATAS, CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E EDUCAÇÃO PARA O ENFRENTAMENTO DA COVID-19 EM PERNAMBUCO:  
Reuso e descontaminação de máscaras N95/PFF2 de profissionais da saúde expostos à COVID-19

**Pesquisador:** Lais de Carvalho Santos Bezerra

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 42834621.0.0000.5198

**Instituição Proponente:** Hospital da Restauração - PE

**Patrocinador Principal:** FUNDACAO DE AMPARO A CIENCIA E TECNOLOGIA - FACEPE

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.539.579

#### Apresentação do Projeto:

ESFORÇOS CONJUNTOS DAS ÁREAS DE SAÚDE, CIÊNCIAS EXATAS, CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E EDUCAÇÃO PARA O ENFRENTAMENTO DA COVID-19 EM PERNAMBUCO: Reuso e descontaminação de máscaras N95/PFF2 de profissionais da saúde expostos à COVID-19.

Trata-se de um estudo experimental de natureza aplicada e de abordagem analítica.

#### Objetivo da Pesquisa:

Estudar o uso e reuso das máscaras N95, incluindo avaliação de contaminação, danos físicos, método de descontaminação por vapor de peróxido de hidrogênio e alternativas viáveis para a proteção individual a partir de filtros químicos, e custo-benefício para o reuso em ambiente hospitalar.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos advindos desta pesquisa serão mínimos, visto que a abordagem aos participantes será através da coleta de dados pessoais do tipo sociodemográfico e atividades profissionais, em seu local e horário de trabalho, podendo haver o inconveniente quanto ao uso do tempo para responder o questionário e participar do treinamento; também serão mínimos os riscos quanto ao

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com



## HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO - PE



Continuação do Parecer: 4.539.579

manejo das coletas de sangue, decorrente do possível incomodo doloroso na punção venosa, e do Swab, decorrente de sua introdução na nasofaringe e orofaringe. Como medidas protetivas para minimizar esses riscos, as supracitadas etapas serão realizadas com o consentimento em horário mais conveniente para o pesquisado; a coleta de sangue serão minimizados através da realização da coleta em ambiente adequado e implementação de técnica asséptica ao longo de todo o procedimento inclusive curativo.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa de relevância significativa no fato de que a pandemia do coronavírus (Sars-cov2) é uma situação nova, nunca vista no mundo e que as lacunas de informações ainda são grandes.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os documentos apresentados estão de acordo com a resolução 466/2012.

### **Recomendações:**

A pesquisa está em conformidade com a resolução 466/2012 e não foram observados óbices éticos no projeto apresentado, recomendamos no entanto inserir a especificidade do uso da máscaras N95/PFF2, neste formato de descrição em todos os itens do projeto para melhor clareza e compreensão.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O protocolo foi avaliado na reunião ordinária do calendário de atividades interna no CEP-HR, recebendo parecer de APROVADO para iniciar a coleta de dados após a. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do trabalho só será emitida mediante o envio da notificação do RELATÓRIO FINAL DA PESQUISA. Após apreciação desse relatório, o CEP-HR emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo via sistema Plataforma Brasil. Informamos, ainda, que o modelo do RELATÓRIO FINAL DA PESQUISA será disponibilizado pelo CEP-HR para os pesquisadores, sendo de responsabilidade do pesquisador, procurar o CEP-HR para obtenção do mesmo. O pesquisador deve desenvolver a pesquisa em sua totalidade, conforme delineamento apresentado nesse protocolo, seguindo as orientações e recomendações descritas no relatório do CEP-HR emitidas mediante avaliação e deliberação em reunião colegiada, conforme Resolução CNS/MS No 466/12. Eventuais modificações, em qualquer etapa do desenvolvimento da pesquisa, deverão ser informadas ao CEP-HR, via aba de EMENDA, no próprio sistema da Plataforma Brasil. É de total responsabilidade do pesquisador, assegurar todas as medidas para a execução do projeto dentro

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com

## HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO - PE



Continuação do Parecer: 4.539.579

dos parâmetros éticos exigidos.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                       | Postagem            | Autor                           | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------|---------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1686266.pdf | 01/02/2021 20:40:46 |                                 | Aceito   |
| Outros                                                    | carta_apre_re.pdf                             | 01/02/2021 20:36:11 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | ccsa.pdf                                      | 01/02/2021 14:57:02 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | lika.pdf                                      | 01/02/2021 14:56:17 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | cme.pdf                                       | 01/02/2021 14:49:39 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | supri.pdf                                     | 01/02/2021 14:33:31 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | ufrpe.pdf                                     | 01/02/2021 14:33:00 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | crcn.pdf                                      | 01/02/2021 14:31:54 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | carta_lab_.pdf                                | 01/02/2021 14:31:33 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | anuencia_.pdf                                 | 01/02/2021 14:31:09 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projeto_masc_.docx                            | 01/02/2021 14:30:18 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | quest_recol.pdf                               | 01/02/2021 14:29:41 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | quest_entreg.pdf                              | 01/02/2021 14:29:21 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | quest.pdf                                     | 01/02/2021 14:28:58 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Outros                                                    | termo_de_confidencialidade.pdf                | 01/02/2021 14:25:59 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | tcle_m.pdf                                    | 01/02/2021 14:23:24 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |
| Folha de Rosto                                            | rosto_mas.pdf                                 | 01/02/2021 14:20:04 | Lais de Carvalho Santos Bezerra | Aceito   |

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com

## HOSPITAL DA RESTAURAÇÃO - PE



Continuação do Parecer: 4.539.579

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RECIFE, 13 de Fevereiro de 2021

---

**Assinado por:**  
**FERNANDO RAMOS GONÇALVES**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Agamenon Magalhães, s/nº 5º Andar

**Bairro:** Derby

**CEP:** 52.010-040

**UF:** PE

**Município:** RECIFE

**Telefone:** (81)3181-5603

**Fax:** (81)3181-5603

**E-mail:** eticaempesquisahr@gmail.com