



# **INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO GAMA COMO FERRAMENTA QUIMIOMÉTRICA PARA AVALIAR INTEGRIDADE DE PROTETORES RESPIRATÓRIOS PFF2 SUJEITOS Á DESCONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA**

D.H.S. Ferreira<sup>1</sup>, T.O. Santos<sup>1</sup>, S.F. Hwang<sup>1</sup>, G.B.C. Correia Neves<sup>2</sup> and E.J. França<sup>1</sup>

<sup>1</sup>[dhferreira2@gmail.com](mailto:dhferreira2@gmail.com), Av. Prof. Luís Freire, 200 - Curado, Recife - PE, 50740-437

<sup>2</sup>giseldamilamari@hotmail.com, Av. Gov. Agamenon Magalhães, s/n - Derby, Recife - PE, 52171-011

## **1. Introdução**

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China, surgiu um novo surto causador de uma Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), causada pela contaminação populacional com o vírus SARS-CoV-2, posteriormente denominada doença do coronavírus (COVID-19). Por sua alta transmissibilidade e rápida disseminação por todo o globo foi declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como pandemia em março de 2020. Iniciou-se a busca por informações a respeito de métodos preventivos a fim de frear o ciclo de transmissão e contaminação pelo SARS-CoV-2. Baseados em evidências científicas, órgãos internacionais de saúde passaram a recomendar a utilização de máscaras de proteção individual para população em geral [1]. Com as recomendações do uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), protetores respiratórios passaram a ser utilizados como a principal forma de proteção contra o vírus respiratório, não só por profissionais de saúde, mas por toda população que necessitasse sair de sua residência. Desse modo, a procura do público em geral para adquirir máscaras cirúrgicas e protetores N95 ou PFF2 ocasionou escassez global deste insumo, demandando que os profissionais de saúde utilizassem seus protetores respiratórios por períodos prolongados [2,3]. Sendo assim, métodos que propiciassem a descontaminação e inativação viral passaram a ser utilizados, como o vapor de peróxido de hidrogênio e a radiação ultravioleta, visando a segurança e proteção dos profissionais que passaram a fazer o uso prolongado de EPIs durante o enfrentamento da pandemia [1,4,5].

Enquanto a aplicação de vapor de peróxido de Hidrogênio como método de descontaminação demonstrou por meio de experimentos laboratoriais que a capacidade de filtração foi mantida mesmo após 30 ciclos de exposição [6,7], o método de descontaminação por vapor de água em autoclave demonstrou que ocorria a diminuição da qualidade de filtração de partículas apesar de não haver alteração estrutural física dos equipamentos de proteção analisados [8].

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo aplicar a interação da radiação gama com a matéria e ferramenta quimiométrica para estudar a integridade de protetores respiratórios PFF2 após aplicação de procedimentos de descontaminação microbiológica utilizando plasma de vapor de peróxido de hidrogênio e vapor de água em autoclave.

## **2. Metodologia**

O experimento foi realizado no Centro de Material e Esterilização do Hospital da Restauração, maior central de emergências do SUS localizado na área central da cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Respiradores PFF2 3M<sup>®</sup> pertencentes ao lote 2021103 foram utilizados neste experimento, em que a realização da pesquisa foi dispensada pelo comitê de ética por meio do parecer de número 4.539.579.

Para a descontaminação por vapor de peróxido de hidrogênio os respiradores foram enumerados e embalados em material tipo Tyvek® para serem submetidos aos ciclos da Sterrad 100s. Este equipamento gera vapor de peróxido de hidrogênio a partir de 59% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em que a forma gasosa é excitada para mudança de estado líquido para o plasma de baixa temperatura. Cada ciclo teve a duração de 72 minutos subdivididos nas seguintes fases: Vácuo, Injeção, Difusão, Plasma e Ventilação, segundo o manual de instruções fornecido pela fabricante. Para descontaminação por plasma com vapor de peróxido de hidrogênio, os respiradores foram submetidos a 1, 3, 6, 9, 12 e 30 ciclos, de acordo com o espaço disponível no equipamento. Apenas duas amostras puderem ser expostas por ciclo devido à limitação do equipamento, resultando 12 amostras analisadas.

Aproveitando-se da disponibilidade de outros equipamentos de esterilização, também foi testada os efeitos da descontaminação por vapor de água em autoclave (autoclave), os respiradores foram enumerados e embalados em material tipo manta de SMS para a submissão a 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ciclos na Autoclave Baumer HI VAC MX IIA. A eficiência do processo foi monitorada utilizando-se o indicador biológico – IB (*Geobacillus stearothermophilus*) antes da utilização da autoclave, o material biológico foi incubado em estufa de incubação por 40 minutos para verificar crescimento de microrganismos. O indicador biológico é indicado para verificação e avaliação da funcionalidade e desempenho dos ciclos de descontaminação.

Após descontaminação por Vapor de Peróxido e Autoclave em diversos ciclos, as amostras, incluindo 20 protetores respiratórios novos (brancos) foram seccionadas na face oro nasal, e dispostos em 6 fragmentos com numerais 1, 2, 3, 4, 5 e 6 sempre dispostos da esquerda para direita. Esses fragmentos foram desmembrados nas camadas Externo (E), Filtro (F) e Interno (I). As amostras foram minimamente manipuladas para evitar destruição ou estresse as fibras do TNT. Para a realização das análises, as amostras foram delicadamente fixadas em lâmina de vidro com fita adesiva, desse modo não houve tração ou até mesmo algum tipo de estresse entre as fibras que pudessem causar quaisquer danos adicionais a amostra. Todas as lâminas foram armazenadas em recipiente adequado até posterior análise.

Para a obtenção dos espectros gama referentes à interação com as camadas dos protetores respiratórios, uma fonte puntiforme (5 mm de diâmetro) de Eu-152 com atividade de 8,3 kBq, que possibilita incidência de raios gama com energias entre 100 a 1500 keV, foi posicionada num aparato cilíndrico a aproximadamente 150 mm da proteção do detector. O aparato cilíndrico utilizado para proporcionar o adequado posicionamento da fonte com relação à amostra é composto por um tubo de PVC com dimensões de 100 mm de diâmetro e 180 mm de altura. No topo do suporte foi posicionado um castelo de chumbo utilizado para conter a fonte radioativa. Ambas as peças foram perfuradas em sua região central para a colimação do feixe de radiação. 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, como mostrado na Fig.1.

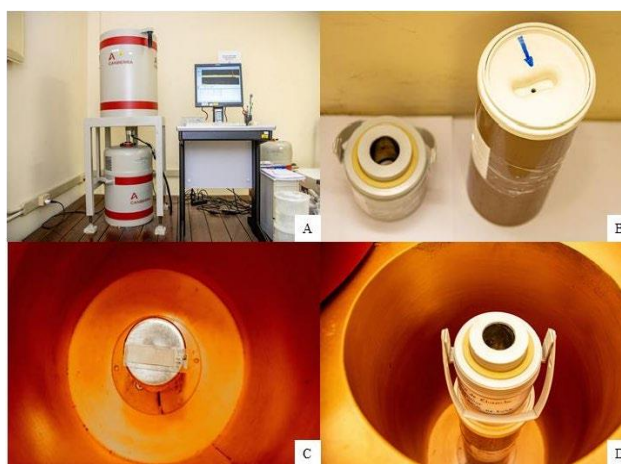


Figura 1 – A) Detector B) Cartelo de chumbo e plataforma C) Amostra posicionada no detector D) Posicionamento para análises.

As lâminas contendo os fragmentos das máscaras foram posicionadas entre a fonte e o detector, logo acima da proteção do detector. A radioatividade foi medida por 2.000 segundos para evitar exposição em excesso das amostras. A deconvolução dos espectros foi realizada pelo programa de computador Genie da Canberra, que foi convertido a partir do programa de computador Fitzpeak para a extensão “chn”. Os arquivos foram convertidos em planilha Excel® para a análise quimiométrica utilizando o programa de computador The Unscrambler para a Análise por Componentes Principais com rotação Varimax. A região de interesse dos espectros gama foi delimitada entre 40 e 1200 keV referentes aos canais de 49 a 4600, aproximadamente. Após a obtenção das componentes principais, foi aplicada Análise de Agrupamentos a partir da obtenção de dendrograma.

### 3. Resultados e Discussão

Utilizando a Espectrometria Gama de Alta Resolução para avaliar a integridade estrutural das máscaras por meio da interação da radiação gama com os resíduos presentes nas camadas, foram somados mais 80.000 registros de contagens para as amostras de camadas internas e externas e filtros dos protetores respiratórios tratados por plasma de vapor de peróxido de hidrogênio e vapor de água por autoclave. Por meio da análise por componentes principais, os resultados das cargas fatoriais das duas componentes principais mais satisfatórias para a detecção das diferenças entre as máscaras submetidas aos tratamentos e o branco indicaram a região dos canais 500 e 1400 como mais significativa para a separação dos grupos.

Na Figura 2, observam-se o dendrograma obtido a partir dos resultados da Análise de por Componentes Principais para as amostras tratadas com métodos de descontaminação (CISA com vapor de solução de peróxido e vapor de água) e os brancos, permitindo sugerir o agrupamento entre as subamostras dos fragmentos (1 agrupamento à esquerda) de acordo com os resultados das componentes principais 2 e 4. O melhor resultado de agrupamento foi obtido aplicando o algoritmo *Ward's* e a medida de distância *Chebychev*. Na Fig.2, é mostrado odendrograma.

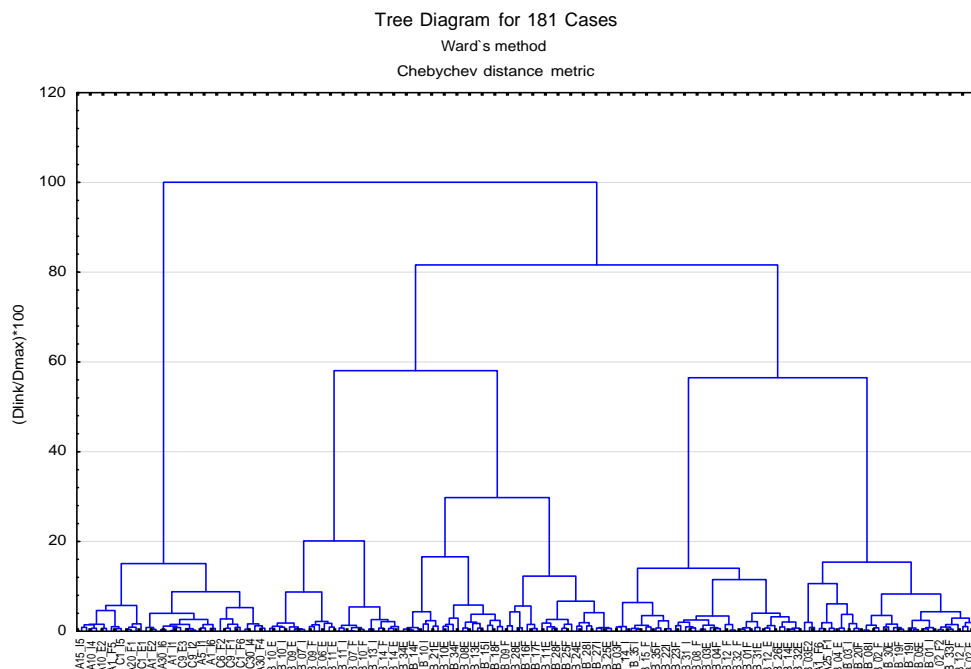


Figura 2. Dendrograma para os resultados da análise de componentes principais para os tratamentos CISA(plasma com vapor de peróxido de hidrogênio) (C), vapor de água por autoclave (A) e branco (B), seguido pelo número de ciclos e a distinção entre camadas internas (I) e externas (E) e filtro (F).

Estudos de descontaminação de máscaras utilizando a autoclave demonstraram que a integridade funcional (vedação e ajuste) foi mantida nos ciclos iniciais, assim como a filtração de partículas [5]. Entretanto, em algumas pesquisas, a integridade desses EPIs não foi mantida por alterações no encolhimento, rigidez e manchas nos locais que apresentaram maior penetração de partículas [6,7,8], o que poderia afetar também as camadas internas e externas e o filtro. O método de vapor de peróxido de hidrogênio demonstrou ser mais danoso que a autoclave pelo fato de neutralizar a eletroestática, reduzindo a capacidade de capturar partículas transportadas pelo ar, além de causar danos aos clips nasais metálicos da máscara [7]. Contudo, nesse trabalho, não houve discriminação entre os métodos de descontaminação, de acordo com a interação da radiação gama com a matéria. Como os trabalhos científicos da literatura avaliaram a filtragem de partículas pelos protetores respiratórios, este trabalho demonstrou que houve mudanças nas camadas externas, filtros e internas, corroborando os cuidados para o uso prolongado de respiradores.

#### 4. Conclusões

O método por interação de radiação gama a matéria mostrou bastante sensível para a avaliação de integridade física dos tecidos-não-tecido e filtros que compõem o protetor respiratório PFF2. Os métodos testados de descontaminação afetaram a integridade física dos protetores respiratórios (camadas externas e interna e filtro) quando comparados com protetores respiratórios não utilizados, apesar de existir na literatura científica trabalhos que explicita a possibilidade de utilização dos respiradores após a realização de até 30 ciclos de descontaminação.

#### Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada com apoio das agências de fomento FACEPE, CNPq, CAPES, CNEN e FINEP.

#### Referências

- [1] Feng, Shuo et al. “Rational Use of Face Masks in the COVID-19 Pandemic.” *The Lancet. Respiratory medicine* vol. 8, pp. 434–436 (2020)
- [2] “Shortage of Personal Protective Equipment Endangering Health Workers Worldwide.” <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide> (2021).
- [3] “Implementing filtering facepiece respirator (FFR) reuse, including reuse after decontamination, when there are known shortages of N95 respirators” <https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/grc-747094> (2020).
- [4] SCHWARTZ, Antony et al. “Decontamination and reuse of N95 respirators with hydrogen peroxide vapor to address worldwide personal protective equipment shortages during the SARS-CoV-2 (COVID-19) pandemic”. *Applied Biosafety*, vol. 25, pp. 67-70 (2020).
- [5] KUMAR, Anand et al. “N95 mask decontamination using standard hospital sterilization technologies”, *MedRxiv* (2020).
- [6] HARSKAMP, Ralf et al. “Decontamination of filtering facepiece respirators in primary care using medical autoclave” *medRxiv* (2020).
- [7] VISCUSI, Dennis J.; KING, William P.; SHAFFER, Ronald E. “Effect of decontamination on the filtration efficiency of two filtering facepiece respirator models”. *Journal-International Society for Respiratory Protection*, vol. 24, pp. 93, (2007).
- [8] LIN, Tzu-Hsien et al. “Filter quality of electret masks in filtering 14.6–594 nm aerosol particles: Effects of five decontamination methods”. *PloS one*, vol. 12, pp. e0186217 (2017).