RESUMO EXPANDIDO - VI. PESQUISA CIENTÍFICA RELACIONADA ÀS SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS ARTICULADAS AO CUIDADO DE ENFERMAGEM

# PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA OCUPACIONAL PARA TRABALHADORES DA SAÚDE: DESENVOLVIMENTO DO FILTRO SOSTENTÁVEL PARA A MÁSCARA HELP

*Ana Paula Da Silva (ana.paula.enf.89@gmail.com)*

*Helenize Ferreira Lima Leachi (helenizeleachi@uel.br)*

*Aline Franco Da Rocha (alineafr@uel.br)*

*Francieli Faustino (francielifaustino1@hotmail.com)*

*Daniela Sanches De Almeida (dannyutfpr@gmail.com)*

*Renata Perfeito Ribeiro (perfeito@uel.br)*

Proteção respiratória ocupacional para trabalhadores da saúde: desenvolvimento do filtro SOStentável para a máscara HeLP

Introdução: A exposição ocupacional a agentes químicos e biológicos é uma realidade nos serviços de saúde. No Centro Cirúrgico, destaca-se a exposição

ocupacional química à fumaça cirúrgica gerada pelo uso da eletrocirurgia. A fumaça cirúrgica é composta por partículas ultrafinas, microrganismos viáveis, gases tóxicos, vapores e compostos químicos resultantes da coagulação e dissecção dos tecidos. Esses contaminantes podem ser inalados pela equipe cirúrgica e atingir diferentes regiões do trato respiratório, representando risco à saúde, sobretudo diante da exposição frequente e prolongada. Além disso, por não haver nível de exposição considerado seguro, torna-se fundamental a adoção de medidas eficazes de controle e proteção. Embora máscaras cirúrgicas e N95/PFF2 sejam utilizadas como proteção respiratória em exposição química, as mesmas apresentam limitações relacionadas à vedação, conforto e adsorção de gases, vapores e compostos químicos. Nesse contexto, a máscara HeLP desenvolvida pelo grupo de estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador – GeeST, surge como tecnologia ergonômica, reutilizável e sustentável, desenvolvida para proteção respiratória de trabalhadores da saúde. Para sua eficácia, torna-se necessário o desenvolvimento de um filtro capaz de promover filtração e adsorção de agentes químicos e biológicos. Objetivo: Desenvolver e analisar um filtro sustentável para a máscara HeLP na proteção respiratória de trabalhadores da saúde expostos a agentes químicos e biológicos em ambientes cirúrgicos. Método: Trata-se de um estudo metodológico, voltado para o desenvolvimento de tecnologia no desenvolvimento de um filtro para a máscara HeLP. O desenho metodológico foi adotado por possibilitar a proposição, o desenvolvimento e a avaliação inicial de uma tecnologia aplicada à prática em saúde, permitindo descrever as características do material produzido e analisar sua estrutura microfísica após o processo. O estudo foi realizado entre abril e outubro de 2025, no Laboratório de Análises em Poluição do Ar da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, com participação de pesquisadoras e alunos da Universidade Estadual de Londrina - UEL, vinculadas ao Grupo de Estudos em Gestão do Cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador - GeeST, e de pesquisadoras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A pesquisa foi conduzida de forma multidisciplinar, envolvendo conhecimentos das áreas da Enfermagem, Saúde do Trabalhador, Química e Engenharia de Materiais, considerando tanto as necessidades de proteção respiratória dos trabalhadores da saúde quanto os aspectos técnicos necessários para a

produção de nanofibras para depósito no substrato Spunbond-Meltblown-Spunbond. O desenvolvimento do filtro foi conduzido conforme as etapas do Processo de Desenvolvimento de Produtos Composto pelas fases de Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. Pré-Desenvolvimento: realizou-se o planejamento do estudo, elaboração de cronograma, busca em bases científicas e definição dos requisitos técnicos e funcionais necessários para a construção do filtro. Desenvolvimento: foram confeccionados filtros em Spunbond-Meltblown-Spunbond, novo e esterilizado, proveniente de invólucros utilizados no processo de esterilização hospitalar, o qual foi empregado com a finalidade de avaliar a possibilidade de reaproveitamento de um material comumente descartado nos serviços de saúde. Essa escolha buscou integrar a proteção respiratória à redução de resíduos hospitalares, aproximando o desenvolvimento tecnológico dos princípios da sustentabilidade. Foi utilizado a técnica de eletrofiação com solução polimérica composta por acetato de celulose 21%) e brometo de cetilpiridínio (0,5%), em solventes de ácido acético e água ultrapura na proporção 3:1, sob parâmetros controlados, garantindo deposição uniforme no substrato. O acetato de celulose foi empregado por se tratar de um polímero biodegradável, enquanto o brometo de cetilpiridínio foi incorporado à solução devido ao seu potencial biocida. Foram produzidas amostras em diferentes tamanhos da máscara HeLP, classificadas conforme o tipo de substrato e o tempo de eletrofiação, sendo utilizados os tempos de 10 a 11 minutos e de 20 a 21 minutos. A produção em diferentes tamanhos buscou manter a compatibilidade do filtro com os modelos da máscara HeLP, enquanto a variação no tempo de deposição permitiu observar a influência do tempo de eletrofiação na formação, cobertura e distribuição das nanofibras sobre os substratos. Após a produção, as amostras foram acondicionadas em dessecador contendo sílica gel por 48 horas para remoção da umidade e, posteriormente armazenadas em embalagens ziplock, devidamente identificadas com data de produção, tamanho e condição do substrato. A caracterização microestrutural foi avaliada por Microscopia Eletrônica de Varredura com análise da distribuição e diâmetro das nanofibras, permitindo avaliar a morfologia das nanofibras, a uniformidade da deposição, a presença ou ausência de falhas, a formação de beads/pérolas, a aderência das fibras ao

substrato e a integridade microestrutural do Spunbond-Meltblown-Spunbond após o processo de eletrofiação. A análise do diâmetro das nanofibras possibilitou a caracterização morfométrica do material produzido, subsidiando a avaliação da viabilidade técnica do filtro para futura aplicação na máscara HeLP. A fase de Pós-Desenvolvimento não foi contemplada nesta etapa do estudo, pois se faz necessário pesquisas subsequentes, incluindo ensaios de eficiência de filtração, respirabilidade, conforto, usabilidade e avaliação com trabalhadores da saúde, em andamento. Resultados: Foram produzidas 240 amostras pela técnica de eletrofiação, sendo 120 de Spunbond-Meltblown-Spunbond novo e 120 esterilizado, ambos recobertos com nanofibras de acetato de celulose e brometo de cetilpiridínio. O filtro nomeado de SOStentável, após análise demonstrou viabilidade técnica na associação do substrato Spunbond-Meltblown-Spunbond às nanofibras produzidas por eletrofiação, com cobertura homogênea, distribuição uniforme e baixa formação de “pérolas”, indicando estabilidade do jato polimérico. Não foram identificadas diferenças morfológicas relevantes entre os substratos Spunbond-Meltblown-Spunbond novo e o esterilizado. A morfometria de 300 fibras mostrou diâmetro médio de 0,084 µm, com desvio padrão de 0.096 µm no Spunbond-Meltblown-Spunbond novo e 0,046 µm com desvio padrão de 0.042 µm no esterilizado, sendo que fibras mais finas favorecem menor tamanho de poros e maior eficiência na retenção de partículas ultrafinas, indicando potencial de reaproveitamento do material. Serão realizados testes complementares de desempenho de filtração e avaliações de usabilidade com trabalhadores da saúde, nas próximas fases da pesquisa. Conclusão: Os resultados indicam potencial inovador do filtro desenvolvido como meio filtrante sustentável integrado a máscara HeLP e o seu uso como Equipamento de Proteção Individual fortalecendo a inovação tecnológica na área da saúde do trabalhador. A aplicação do filtro à máscara HeLP representa uma tecnologia promissora para a proteção de trabalhadores da saúde expostos à agentes químicos e biológicos presentes na fumaça cirúrgica. Além disso, o reaproveitamento do Spunbond-Meltblown-Spunbond esterilizado aponta para uma estratégia alinhada aos princípios da sustentabilidade ao reduzir o descarte de materiais hospitalares e ampliar as possibilidades de desenvolvimento de tecnologias em saúde ambientalmente responsáveis. Essa proposta também dialoga com a Agenda 2030 da

Organização das Nações Unidas, especialmente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 3 Saúde e Bem-Estar, 8 Trabalho Decente e Crescimento Econômico, 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura e 12 Consumo e Produção Responsáveis ao integrar proteção à saúde dos trabalhadores, inovação tecnológica e uso racional de recursos nos serviços de saúde. Os testes subsequentes são essenciais para validação da viabilidade da eficiência de filtração, a ergonomia e a viabilidade do uso e estão em condução pelo Grupo de estudos em Gestão do cuidado, Editoração Científica e Saúde do Trabalhador da Universidade Estadual de Londrina.

Protección respiratoria ocupacional para trabajadores sanitarios: Desarrollo del filtro Ostentável para la mascarilla HeLP

Resumen

Introducción: La exposición ocupacional a agentes químicos y biológicos es una realidad en los servicios sanitarios. En el Centro Quirúrgico, destaca la exposición ocupacional química al humo quirúrgico generado por el uso de electrocirugía. El humo quirúrgico se compone de partículas ultrafinas, microorganismos viables, gases tóxicos, vapores y compuestos químicos resultantes de la coagulación y disección de tejidos. Estos contaminantes pueden ser inhalados por el equipo quirúrgico y alcanzar diferentes regiones del tracto respiratorio, lo que representa un riesgo para la salud, especialmente con exposiciones frecuentes y prolongadas. Además, dado que no existe un nivel de exposición considerado seguro, la adopción de medidas de control y protección eficaces resulta fundamental. Aunque las mascarillas quirúrgicas y N95/PFF2 se utilizan para la protección respiratoria en la exposición a sustancias químicas, presentan limitaciones en cuanto a sellado, comodidad y adsorción de gases, vapores y compuestos químicos. En este contexto, la mascarilla HeLP, desarrollada por el grupo de estudio GeeST (Gestión de la Atención, Publicaciones Científicas y Salud Ocupacional), se presenta como una

tecnología ergonómica, reutilizable y sostenible para la protección respiratoria del personal sanitario. Para garantizar su eficacia, es necesario desarrollar un filtro capaz de favorecer la filtración y adsorción de agentes químicos y biológicos. Objetivo: Desarrollar y analizar un filtro sostenible para la mascarilla HeLP en la protección respiratoria del personal sanitario expuesto a agentes químicos y biológicos en entornos quirúrgicos. Método: Este es un estudio metodológico enfocado en el desarrollo de un filtro para la mascarilla HeLP. El diseño metodológico se adoptó porque permite la propuesta, el desarrollo y la evaluación inicial de una tecnología aplicada a la práctica sanitaria, posibilitando la descripción de las características del material producido y el análisis de su microestructura física después del proceso. El estudio se realizó entre abril y octubre de 2025 en el Laboratorio de Análisis de Contaminación Atmosférica de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR), con la participación de investigadores y estudiantes de la Universidad Estatal de Londrina (UEL), vinculados al Grupo de Estudio en Gestión de Cuidados, Publicaciones Científicas y Salud Ocupacional (GeeST), e investigadores de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná. La investigación se llevó a cabo de manera multidisciplinaria, involucrando conocimientos de las áreas de Enfermería, Salud Ocupacional, Química e Ingeniería de Materiales, considerando tanto las necesidades de protección respiratoria de los trabajadores sanitarios como los aspectos técnicos necesarios para la producción de nanofibras para su deposición sobre el sustrato Spunbond-Meltblown-Spunbond. El desarrollo del filtro se llevó a cabo según las etapas del Proceso de Desarrollo de Producto, que consta de las fases de Predesarrollo, Desarrollo y Postdesarrollo. Predesarrollo: se planificó el estudio, se creó un cronograma, se consultaron bases de datos científicas y se definieron los requisitos técnicos y funcionales necesarios para la construcción del filtro. Desarrollo: los filtros se fabricaron utilizando Spunbond-Meltblown-Spunbond nuevo y esterilizado, derivado de carcasas utilizadas en el proceso de esterilización hospitalaria. Esto se empleó para evaluar la posibilidad de reutilizar un material comúnmente desechado en los servicios de salud. Esta elección buscaba integrar la protección respiratoria con la reducción de residuos hospitalarios, alineando el desarrollo tecnológico con los principios de sostenibilidad. Se utilizó la técnica de electrohilado con una solución polimérica compuesta de acetato de celulosa (21%) y bromuro de

cetilpiridinio (0,5%), en disolventes de ácido acético y agua ultrapura en una proporción de 3:1, bajo parámetros controlados, asegurando una deposición uniforme sobre el sustrato. Se utilizó acetato de celulosa por ser un polímero biodegradable, mientras que el bromuro de cetilpiridinio se incorporó a la solución debido a su potencial biocida. Se produjeron muestras de diferentes tamaños de la máscara HeLP, clasificadas según el tipo de sustrato y el tiempo de electrohilado, utilizando tiempos de 10 a 11 minutos y de 20 a 21 minutos. La producción en diferentes tamaños tuvo como objetivo mantener la compatibilidad del filtro con los modelos de máscara HeLP, mientras que la variación en el tiempo de deposición permitió observar la influencia del tiempo de electrohilado en la formación, cobertura y distribución de nanofibras en los sustratos. Después de la producción, las muestras se colocaron en un desecador con gel de sílice durante 48 horas para eliminar la humedad y posteriormente se almacenaron en bolsas con cierre hermético, debidamente identificadas con la fecha de producción, el tamaño y el estado del sustrato. La caracterización microestructural se evaluó mediante microscopía electrónica de barrido con análisis de la distribución y el diámetro de las nanofibras, lo que permitió evaluar la morfología de las nanofibras, la uniformidad de la deposición, la presencia o ausencia de defectos, la formación de perlas/esferas, la adhesión de las fibras al sustrato y la integridad microestructural del Spunbond-Meltblown-Spunbond después del proceso de electrohilado. El análisis del diámetro de las nanofibras permitió la caracterización morfométrica del material producido, lo que respalda la evaluación de la viabilidad técnica del filtro para su futura aplicación en la mascarilla HeLP. La fase de posdesarrollo no se incluyó en esta etapa del estudio, ya que es necesaria investigación posterior, que incluye la eficiencia de filtración, la transpirabilidad, la comodidad, las pruebas de usabilidad y la evaluación con profesionales sanitarios, las cuales se encuentran actualmente en curso. Resultados: Se produjeron 240 muestras mediante la técnica de electrohilado, 120 de las cuales eran Spunbond-Meltblown-Spunbond nuevas y 120 esterilizadas, ambas recubiertas con nanofibras de acetato de celulosa y bromuro de cetilpiridinio. El filtro, denominado SOStentável, tras su análisis, demostró viabilidad técnica en la combinación del sustrato Spunbond-Meltblown-Spunbond con las nanofibras producidas por electrohilado, con una cobertura homogénea, una distribución

uniforme y una baja formación de "perlas", lo que indica estabilidad del chorro de polímero. No se identificaron diferencias morfológicas relevantes entre los sustratos Spunbond-Meltblown-Spunbond nuevos y esterilizados. La morfometría de 300 fibras mostró un diámetro promedio de 0,084 µm, con una desviación estándar de 0,096 µm en el nuevo Spunbond-Meltblown-Spunbond y 0,046 µm con una desviación estándar de 0,042 µm en el esterilizado. Las fibras más finas favorecen un tamaño de poro menor y una mayor eficiencia en la retención de partículas ultrafinas, lo que indica el potencial para la reutilización del material. En las próximas fases de la investigación se llevarán a cabo pruebas complementarias de rendimiento de filtración y evaluaciones de usabilidad con trabajadores sanitarios. Conclusión: Los resultados indican el potencial innovador del filtro desarrollado como medio filtrante sostenible integrado en la mascarilla HeLP y su uso como equipo de protección individual, reforzando la innovación tecnológica en el área de la salud ocupacional. La aplicación del filtro a la mascarilla HeLP representa una tecnología prometedora para la protección de los trabajadores sanitarios expuestos a agentes químicos y biológicos presentes en el humo quirúrgico. Además, la reutilización de Spunbond-Meltblown-Spunbond esterilizado apunta a una estrategia alineada con los principios de sostenibilidad al reducir la eliminación de materiales hospitalarios y ampliar las posibilidades para el desarrollo de tecnologías sanitarias ambientalmente responsables. Esta propuesta también se alinea con la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, especialmente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: 3 Salud y Bienestar, 8 Trabajo Decente y Crecimiento Económico, 9 Industria, Innovación e Infraestructura, y 12 Consumo y Producción Responsables, al integrar la protección de la salud de los trabajadores, la innovación tecnológica y el uso racional de los recursos en los servicios de salud. Las pruebas posteriores son esenciales para validar la viabilidad de la eficiencia de filtración, la ergonomía y la viabilidad de uso, y están siendo realizadas por el Grupo de Estudio sobre Gestión de Cuidados, Publicaciones Científicas y Salud Ocupacional de la Universidad Estatal de Londrina.

Palabras clave: Filtros de Aire; Salud Laboral; Servicio de Cirugía en Hospital.

Occupational respiratory protection for healthcare workers: development of the SOStentável filter for the HeLP mask.

Introduction: Occupational exposure to chemical and biological agents is a reality in healthcare settings. In the Surgical Center, chemical occupational exposure to surgical smoke generated by electrosurgery stands out. Surgical smoke is composed of ultrafine particles, viable microorganisms, toxic gases, vapors, and chemical compounds resulting from the coagulation and dissection of tissues. These contaminants can be inhaled by the surgical team and reach different regions of the respiratory tract, representing a health risk, especially with frequent and prolonged exposure. Furthermore, since there is no level of exposure considered safe, the adoption of effective control and protection measures becomes fundamental. Although surgical and N95/PFF2 masks are used as respiratory protection in chemical exposure, they have limitations related to sealing, comfort, and adsorption of gases, vapors, and chemical compounds. In this context, the HeLP mask, developed by the study group on Care Management, Scientific Publishing and Occupational Health – GeeST, emerges as an ergonomic, reusable, and sustainable technology developed for respiratory protection of healthcare workers. For its effectiveness, it is necessary to develop a filter capable of promoting filtration and adsorption of chemical and biological agents. Objective: To develop and analyze a sustainable filter for the HeLP mask in the respiratory protection of healthcare workers exposed to chemical and biological agents in surgical environments. Method: This is a methodological study focused on the development of a filter for the HeLP mask. The methodological design was adopted because it allows for the proposition, development, and initial evaluation of a technology applied to healthcare practice, enabling the description of the characteristics of the produced material and the analysis of its microphysical structure after the process. The study was conducted between April and October 2025 at the Air Pollution Analysis Laboratory of the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, with the participation of researchers and students from the State University of Londrina -

UEL, linked to the Study Group on Care Management, Scientific Publishing and Occupational Health - GeeST, and researchers from the Federal Technological University of Paraná. The research was conducted in a multidisciplinary manner, involving knowledge from the areas of Nursing, Occupational Health, Chemistry, and Materials Engineering, considering both the respiratory protection needs of healthcare workers and the technical aspects necessary for the production of nanofibers for deposition on the Spunbond-Meltblown-Spunbond substrate. The filter development was conducted according to the stages of the Product Development Process, which consists of the Pre-Development, Development, and Post-Development phases. Pre-Development: the study was planned, a schedule was created, scientific databases were searched, and the technical and functional requirements necessary for the filter's construction were defined. Development: filters were manufactured using new and sterilized Spunbond-Meltblown-Spunbond, derived from casings used in the hospital sterilization process. This was employed to evaluate the possibility of reusing a material commonly discarded in healthcare services. This choice aimed to integrate respiratory protection with the reduction of hospital waste, aligning technological development with the principles of sustainability. The electrospinning technique was used with a polymeric solution composed of cellulose acetate (21%) and cetylpyridinium bromide (0.5%), in acetic acid and ultrapure water solvents in a 3:1 ratio, under controlled parameters, ensuring uniform deposition on the substrate. Cellulose acetate was used because it is a biodegradable polymer, while cetylpyridinium bromide was incorporated into the solution due to its biocidal potential. Samples of different sizes of the HeLP mask were produced, classified according to the type of substrate and the electrospinning time, using times of 10 to 11 minutes and 20 to 21 minutes. Production in different sizes aimed to maintain the compatibility of the filter with the HeLP mask models, while the variation in deposition time allowed observation of the influence of electrospinning time on the formation, coverage, and distribution of nanofibers on the substrates. After production, the samples were placed in a desiccator containing silica gel for 48 hours to remove moisture and subsequently stored in ziplock bags, properly identified with the production date, size, and substrate condition. Microstructural characterization was evaluated by Scanning Electron Microscopy with analysis of the distribution and diameter of the nanofibers,

allowing assessment of nanofiber morphology, deposition uniformity, presence or absence of defects, bead/pearl formation, fiber adhesion to the substrate, and microstructural integrity of the Spunbond-Meltblown-Spunbond after the electrospinning process. Analysis of nanofiber diameter enabled morphometric characterization of the produced material, supporting the evaluation of the filter's technical feasibility for future application in the HeLP mask. The Post-Development phase was not included in this stage of the study, as subsequent research is necessary, including filtration efficiency, breathability, comfort, usability tests, and evaluation with healthcare workers, which are currently underway. Results: Two hundred and forty samples were produced using the electrospinning technique, 120 of which were new Spunbond-Meltblown-Spunbond and 120 sterilized, both coated with cellulose acetate and cetylpyridinium bromide nanofibers. The filter, named SOStentável, demonstrated technical viability after analysis in the combination of the Spunbond-Meltblown-Spunbond substrate with the electrospinning-produced nanofibers, exhibiting homogeneous coating, uniform distribution, and low "bead" formation, indicating polymer jet stability. No relevant morphological differences were identified between the new and sterilized Spunbond-Meltblown-Spunbond substrates. Morphometric analysis of 300 fibers showed an average diameter of 0.084 μm, with a standard deviation of 0.096 μm in the new Spunbond-Meltblown-Spunbond, and 0.046 μm with a standard deviation of 0.042 μm in the sterilized version. The finer fibers result in a smaller pore size and greater efficiency in retaining ultrafine particles, indicating the potential for material reuse. Further filtration performance tests and usability assessments with healthcare workers will be conducted in the next phases of the research. Conclusion: The results indicate the innovative potential of the developed filter as a sustainable filter medium integrated into the HeLP mask and its use as personal protective equipment, reinforcing technological innovation in the field of occupational health. Applying the filter to the HeLP mask represents a promising technology for protecting healthcare workers exposed to chemical and biological agents present in surgical smoke. Furthermore, the reuse of sterilized spunbond-meltblown-spunbond filters aligns with sustainability principles by reducing the disposal of hospital materials and expanding opportunities for the development of environmentally responsible healthcare technologies. This

proposal also aligns with the United Nations 2030 Agenda, particularly Sustainable Development Goals 3: Good Health and Well-being, 8: Decent Work and Economic Growth, 9: Industry, Innovation and Infrastructure, and 12: Responsible Consumption and Production, by integrating worker health protection, technological innovation, and the rational use of resources in healthcare services. Further testing is essential to validate filtration efficiency, ergonomics, and usability, and is being conducted by the Care Management, Scientific Publications and Occupational Health Study Group at Londrina State University.

Palabras clave: Filtros de Aire; Salud Laboral; Servicio de Cirugía en Hospital.

Referencias:

Leachi, H. F. L., & Ribeiro, R. P. (2023). HeLP: Development of occupational protection mask against surgical smoke. Revista Brasileira de Enfermagem, 76(Suppl. 4), e20220647. https://doi.org/10.1590/0034-7167-2022-0647pt

Almeida, D. S., Duarte, E. H., Hashimoto, E. M., Turbiane, F. R. B., Muniz, E. C., Souza, P. R., & Martins, L. D. (2020). Development and characterization of electrospun cellulose acetate nanofibers modified by cationic surfactant. Polymer Testing, 81, 106206. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.106206

Zhou, Y., Wang, C., Zhou, M., Li, Z., Chen, D., Lian, A., et al. (2023). Surgical smoke: A hidden killer in the operating room. Asian Journal of Surgery, 46, 3447–3454. https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2023.03.066

Medeiros, G. B., Lima, F. A., Almeida, D. S., Guerra, V. G., & Aguiar, M. L. (2022). Modification and functionalization of fibers formed by electrospinning: A review. Membranes, 12(861). https://doi.org/10.3390/membranes12090861

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. [Internet]. 2023. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals.

Palavras-chave: palavras-chave: filtros de ar; saúde dos trabalhadores; centro cirúrgico palabras clave: filtros de aire; salud laboral; servicio de cirugía en hospital keywords: air filters; occupational health; surgery department; hospital.