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

SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NO CENTRO CIRÚRGICO: PROTEÇÃO DO TRABALHADOR FRENTE À FUMAÇA CIRÚRGICA E À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DA MÁSCARA HELP

Mateus Perfeito Ribeiro (mateusperfeitoribeiro@gmail.com)

José Antônio Miguel (antonio.miguel@pucpr.br)

Leticia Da Silva Consoline (leticiaconsoline20@gmail.com)

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

Francieli Faustino (francieli.faustino@uel.br)

Renata Perfeito Ribeiro (perfeito@uel.br)

Segurança ocupacional no centro cirúrgico: proteção contra fumaça cirúrgica e inovação da máscara HeLP

INTRODUÇÃO

A segurança e a saúde ocupacional em ambientes cirúrgicos representam importantes desafios para os serviços de saúde, especialmente diante da exposição contínua à fumaça cirúrgica produzida pelo uso do eletrocautério. Esse poluente ocupacional contém partículas químicas, biológicas e celulares potencialmente nocivas à saúde dos trabalhadores, podendo desencadear sintomas respiratórios, oculares e sistêmicos (LEACHI; RIBEIRO, 2023).

Nos serviços de saúde, a Norma Regulamentadora 32 (NR-32) estabelece diretrizes para prevenção de riscos ocupacionais, determinando medidas de proteção aos trabalhadores expostos a agentes químicos, físicos e biológicos (BRASIL, 2005). Entretanto, pequenos empreendimentos da área da saúde frequentemente apresentam limitações na implementação de medidas preventivas adequadas, aumentando os riscos de adoecimento ocupacional e de responsabilização trabalhista.

Nesse contexto, destaca-se a máscara HeLP, inovação tecnológica desenvolvida para proteção respiratória contra fumaça cirúrgica, configurando estratégia sustentável de prevenção ocupacional e fortalecimento da segurança do trabalhador (LEACHI; RIBEIRO, 2023).

OBJETIVO

Analisar os impactos ocupacionais, jurídicos e econômicos relacionados à exposição à fumaça cirúrgica e discutir a relevância da máscara HeLP como tecnologia de proteção ao trabalhador da saúde.

MÉTODO

Estudo qualitativo, de caráter descritivo e analítico, desenvolvido por meio de revisão narrativa da literatura científica, análise documental da legislação

trabalhista e sanitária brasileira e jurisprudências relacionadas à saúde ocupacional.

A revisão narrativa possibilita a análise crítica e interpretativa da produção científica sobre determinado fenômeno, permitindo compreensão ampliada do objeto investigado. A análise documental foi utilizada como estratégia complementar para interpretação de normas jurídicas e regulamentadoras aplicáveis à saúde ocupacional em serviços de saúde (ROTHER, 2007).

Foram analisadas publicações nacionais e internacionais acerca da exposição ocupacional à fumaça cirúrgica, medidas preventivas, tecnologias de proteção respiratória e responsabilização jurídica decorrente da negligência na prevenção de riscos ocupacionais em serviços de saúde.

Também foram incluídos estudos relacionados ao desenvolvimento e aplicabilidade da máscara HeLP como inovação tecnológica voltada à proteção respiratória de trabalhadores expostos à fumaça cirúrgica.

RESULTADOS

Os estudos analisados demonstraram que a exposição ocupacional à fumaça cirúrgica está associada ao desenvolvimento de sintomas respiratórios, irritação ocular, cefaleia, náuseas e alterações na qualidade de vida dos trabalhadores expostos (ARANHA et al., 2020; BIENIEK et al., 2021).

Estudo de coorte realizado com médicos residentes evidenciou maior risco de desenvolvimento de sinais e sintomas respiratórios e oculares entre profissionais expostos à fumaça cirúrgica quando comparados aos não expostos (CAUS et al., 2025).

As evidências científicas apontam que máscaras cirúrgicas convencionais não oferecem proteção adequada contra partículas ultrafinas presentes na fumaça

cirúrgica, sendo recomendada a utilização de respiradores específicos e sistemas de filtragem de alta eficiência (ARANHA et al., 2020; LEACHI et al., 2022).

A máscara HeLP destacou-se como tecnologia inovadora voltada à mitigação desse risco ocupacional, apresentando potencial para redução da exposição inalatória e fortalecimento das medidas preventivas nos centros cirúrgicos (LEACHI; RIBEIRO, 2023).

A revisão sistemática demonstrou que filtros de alta eficiência podem reduzir significativamente a concentração de material particulado presente na fumaça cirúrgica, reforçando a efetividade das estratégias preventivas (FAUSTINO et al., 2026).

Do ponto de vista jurídico, observou-se que a negligência na adoção de medidas preventivas pode resultar em responsabilização trabalhista, pagamento de adicionais de insalubridade, indenização por danos morais e materiais, além de impactos financeiros relacionados ao absenteísmo e afastamentos ocupacionais (BRASIL, 1943; TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO, 2003).

A análise econômica evidenciou que investimentos em prevenção, capacitação e tecnologias de proteção tendem a apresentar custo inferior aos passivos trabalhistas decorrentes da exposição ocupacional inadequadamente controlada.

CONCLUSÃO

A exposição à fumaça cirúrgica configura importante risco ocupacional nos serviços de saúde, exigindo medidas efetivas de prevenção e controle A máscara HeLP representa inovação tecnológica promissora para fortalecimento da proteção respiratória dos trabalhadores expostos, contribuindo para redução de agravos

ocupacionais e promoção de ambientes cirúrgicos mais seguros. Além de atender às exigências legais relacionadas à saúde ocupacional, investimentos em tecnologias preventivas e capacitação profissional demonstram potencial para redução de custos institucionais e fortalecimento da sustentabilidade dos serviços de saúde.

Os achados reforçam a importância da integração entre inovação tecnológica, segurança ocupacional e gestão preventiva como estratégias fundamentais para proteção da força de trabalho em enfermagem e saúde.

REFERÊNCIAS

ARANHA, Jéssica Ribeiro et al. Exposição à fumaça cirúrgica: como se proteger? Revista de Enfermagem UFPE On Line, Recife, v. 14, p. e243963, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.5205/1981-8963.2020.243963. Acesso em: 7 maio 2026.

BIENIEK, Aryane Apolinario et al. Sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica: revisão integrativa. Revista SOBECC, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 189-196, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100030009.

Acesso em: 7 maio 2026.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 32: segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e Emprego, 2005.

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. Brasília, DF: Presidência da República, 1943.

CAUS, Nathanye Crystal Stanganelli et al. Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à fumaça cirúrgica: estudo de coorte. Revista Gaúcha de Enfermagem, Porto Alegre, v. 46, p. e20240311, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2025.20240311.pt. Acesso em: 7 maio 2026.

FAUSTINO, Francieli et al. Efetividade da filtração de material particulado: revisão sistemática e metanálise. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v. 79, p. e20240454, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2024-0454pt. Acesso em: 7 maio 2026.

LEACHI, Helenize Ferreira Lima et al. Proteção respiratória: estudo de microscopia eletrônica de varredura dos filtros das máscaras. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e4011527047, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27047. Acesso em: 7 maio 2026.

Occupational Safety in the Operating Room: Protection Against Surgical Smoke and HeLP Mask Innovation

Keywords: Surgical smoke; Occupational health; Regulatory Standard 32; HeLP Mask; Labor Liability.

INTRODUCTION

Occupational safety and health in surgical environments represent important challenges for healthcare services, especially due to continuous exposure to surgical smoke generated by electrocautery devices. This occupational pollutant contains potentially harmful chemical, biological, and cellular particles that may cause respiratory, ocular, and systemic symptoms among healthcare workers (Leachi & Ribeiro, 2023).

In healthcare services, Regulatory Standard No. 32 (NR-32) establishes guidelines for the prevention of occupational risks, requiring measures to protect workers exposed to chemical, physical, and biological agents (Brazil, 2005). However, small healthcare enterprises often face limitations in implementing adequate preventive measures, increasing the risks of occupational illness and labor liability.

In this context, the HeLP mask stands out as a technological innovation developed for respiratory protection against surgical smoke, representing a sustainable strategy for occupational prevention and strengthening worker safety (Leachi & Ribeiro, 2023).

OBJECTIVE

To analyze the occupational, legal, and economic impacts related to exposure to surgical smoke and to discuss the relevance of the HeLP mask as a worker protection technology for healthcare professionals.

METHOD

This qualitative, descriptive, and analytical study was conducted through a narrative review of the scientific literature, documentary analysis of Brazilian labor and health legislation, and jurisprudence related to occupational health.

Narrative reviews allow a critical and interpretative analysis of scientific production on a given phenomenon, enabling a broader understanding of the investigated subject. Documentary analysis was used as a complementary strategy to interpret legal and regulatory standards applicable to occupational health in healthcare services (Rother, 2007).

National and international publications addressing occupational exposure to surgical smoke, preventive measures, respiratory protection technologies, and legal liability resulting from negligence in occupational risk prevention within healthcare services were analyzed.

Studies related to the development and applicability of the HeLP mask as a technological innovation aimed at respiratory protection for workers exposed to surgical smoke were also included.

RESULTS

The analyzed studies demonstrated that occupational exposure to surgical smoke is associated with the development of respiratory symptoms, eye irritation, headaches, nausea, and reduced quality of life among exposed workers (Aranha et al., 2020; Bieniek et al., 2021).

A cohort study conducted with medical residents showed a higher risk of respiratory and ocular signs and symptoms among professionals exposed to

surgical smoke when compared with non-exposed individuals (Caus et al., 2025).

Scientific evidence indicates that conventional surgical masks do not provide adequate protection against ultrafine particles present in surgical smoke. Therefore, the use of specific respirators and high-efficiency filtration systems is recommended (Aranha et al., 2020; Leachi et al., 2022).

The HeLP Mask emerged as an innovative technology aimed at mitigating this occupational risk, demonstrating potential to reduce inhalation exposure and strengthen preventive measures in operating rooms (Leachi & Ribeiro, 2023).

A systematic review demonstrated that high-efficiency filters can significantly reduce the concentration of particulate matter present in surgical smoke, reinforcing the effectiveness of preventive strategies (Faustino et al., 2026).

From a legal perspective, negligence in adopting preventive measures may result in labor liability, payment of hazard allowances, compensation for moral and material damages, and financial impacts associated with absenteeism and occupational leave (Brazil, 1943; Superior Labor Court, 2003).

Economic analysis showed that investments in prevention, training, and protective technologies tend to have lower costs than labor liabilities resulting from inadequately controlled occupational exposure.

CONCLUSION

Exposure to surgical smoke represents a significant occupational hazard in healthcare services and requires effective prevention and control measures. The HeLP Mask represents a promising technological innovation for strengthening respiratory protection among exposed workers, contributing to the reduction of occupational health problems and promoting safer surgical environments. In addition to complying with legal occupational health requirements, investments in preventive technologies and professional training demonstrate potential for

reducing institutional costs and strengthening the sustainability of healthcare services.

The findings reinforce the importance of integrating technological innovation, occupational safety, and preventive management as fundamental strategies for protecting the nursing and healthcare workforce.

REFERENCES

ARANHA, Jéssica Ribeiro et al. Exposure to surgical smoke: how to protect yourself? [Exposição à fumaça cirúrgica: como se proteger?]. Revista de Enfermagem UFPE On Line, Recife, v. 14, p. e243963, 2020. Available at: https://doi.org/10.5205/1981-8963.2020.243963. Accessed: May 7, 2026.

BIENIEK, Aryane Apolinario et al. Signs and symptoms related to exposure to surgical smoke: an integrative review [Sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica: revisão integrativa]. Revista SOBECC, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 189-196, 2021. Available at: https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100030009.

Accessed: May 7, 2026.

BRAZIL. Ministry of Labor and Employment. Regulatory Standard No. 32: occupational safety and health in healthcare services. Brasília, DF: Ministry of Labor and Employment, 2005.

BRAZIL. Decree-Law No. 5,452, May 1, 1943. Approves the Consolidation of Labor Laws (CLT). Brasília, DF: Presidency of the Republic, 1943.

CAUS, Nathanye Crystal Stanganelli et al. Relative risk and signs and symptoms among physicians exposed to surgical smoke: a cohort study [Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à fumaça cirúrgica: estudo de coorte]. Revista Gaúcha de Enfermagem, Porto Alegre, v. 46, p. e20240311, 2025. Available at: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2025.20240311.pt. Accessed: May 7, 2026.

FAUSTINO, Francieli et al. Effectiveness of particulate matter filtration: systematic review and meta-analysis [Efetividade da filtração de material particulado: revisão sistemática e metanálise]. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v. 79, p. e20240454, 2026. Available at: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2024-0454pt. Accessed: May 7, 2026.

LEACHI, Helenize Ferreira Lima et al. Respiratory protection: scanning electron microscopy study of mask filters [Proteção respiratória: estudo de microscopia eletrônica de varredura dos filtros das máscaras]. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e4011527047, 2022. Available at: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27047. Accessed: May 7, 2026.

Seguridad ocupacional en el centro quirúrgico: protección contra el humo quirúrgico e innovación de la máscara HeLP

Palabras clave: Humo quirúrgico; Salud ocupacional; Norma Reguladora 32; Máscara HeLP; Responsabilidad laboral.

INTRODUCCIÓN

La seguridad y la salud ocupacional en los ambientes quirúrgicos representan importantes desafíos para los servicios de salud, especialmente debido a la exposición continua al humo quirúrgico producido por el uso del electrocauterio. Este contaminante ocupacional contiene partículas químicas, biológicas y celulares potencialmente nocivas para la salud de los trabajadores, pudiendo provocar síntomas respiratorios, oculares y sistémicos (Leachi y Ribeiro, 2023).

En los servicios de salud, la Norma Reguladora n.º 32 (NR-32) establece directrices para la prevención de riesgos ocupacionales, determinando medidas de protección para los trabajadores expuestos a agentes químicos, físicos y biológicos (Brasil, 2005). Sin embargo, las pequeñas organizaciones sanitarias frecuentemente presentan limitaciones en la implementación de medidas preventivas adecuadas, aumentando los riesgos de enfermedades ocupacionales y de responsabilidad laboral.

En este contexto, destaca la Máscara HeLP, una innovación tecnológica desarrollada para la protección respiratoria contra el humo quirúrgico,

constituyéndose como una estrategia sostenible para la prevención ocupacional y el fortalecimiento de la seguridad del trabajador (Leachi y Ribeiro, 2023).

OBJETIVO

Analizar los impactos ocupacionales, jurídicos y económicos relacionados con la

exposición al humo quirúrgico y discutir la relevancia de la Máscara HeLP como tecnología de protección para los trabajadores de la salud.

MÉTODO

Estudio cualitativo, descriptivo y analítico, desarrollado mediante una revisión narrativa de la literatura científica, análisis documental de la legislación laboral y sanitaria brasileña, y de la jurisprudencia relacionada con la salud ocupacional.

La revisión narrativa permite el análisis crítico e interpretativo de la producción científica sobre un determinado fenómeno, posibilitando una comprensión más amplia del objeto investigado. El análisis documental fue utilizado como estrategia complementaria para la interpretación de normas jurídicas y regulatorias aplicables a la salud ocupacional en los servicios de salud (Rother, 2007).

Se analizaron publicaciones nacionales e internacionales sobre exposición ocupacional al humo quirúrgico, medidas preventivas, tecnologías de protección respiratoria y responsabilidad jurídica derivada de la negligencia en la prevención de riesgos ocupacionales en los servicios de salud.

También se incluyeron estudios relacionados con el desarrollo y la aplicabilidad de la Máscara HeLP como innovación tecnológica destinada a la protección respiratoria de trabajadores expuestos al humo quirúrgico.

RESULTADOS

Los estudios analizados demostraron que la exposición ocupacional al humo quirúrgico está asociada con el desarrollo de síntomas respiratorios, irritación ocular, cefalea, náuseas y alteraciones en la calidad de vida de los trabajadores expuestos (Aranha et al., 2020; Bieniek et al., 2021).

Un estudio de cohorte realizado con médicos residentes evidenció un mayor riesgo de desarrollar signosy síntomas respiratorios y oculares entre los profesionales expuestos al humo quirúrgico en comparación con aquellos no expuestos (Caus et al., 2025).

La evidencia científica indica que las mascarillas quirúrgicas convencionales no ofrecen protección adecuada contra las partículas ultrafinas presentes en el humo quirúrgico, recomendándose el uso de respiradores específicos y sistemas de filtración de alta eficiencia (Aranha et al., 2020; Leachi et al., 2022).

La Máscara HeLP destacó como una tecnología innovadora destinada a mitigar este riesgo ocupacional, presentando potencial para reducir la exposición por inhalación y fortalecer las medidas preventivas en los centros quirúrgicos (Leachi y

Ribeiro, 2023).

Una revisión sistemática demostró que los filtros de alta eficiencia pueden reducir significativamente la concentración de material particulado presente en

el humo quirúrgico, reforzando la efectividad de las estrategias preventivas (Faustino et al., 2026).

Desde el punto de vista jurídico, se observó que la negligencia en la adopción de medidas preventivas puede resultar en responsabilidad laboral, pago de adicionales por insalubridad, indemnización por daños morales y materiales, además de impactos financieros relacionados con el ausentismo y las licencias laborales (Brasil, 1943; Tribunal Superior del Trabajo, 2003).

El análisis económico evidenció que las inversiones en prevención, capacitación y tecnologías de protección tienden a presentar costos inferiores a los pasivos laborales derivados de una exposición ocupacional inadecuadamente controlada.

CONCLUSIÓN

La exposición al humo quirúrgico constituye un importante riesgo ocupacional en los servicios de salud, exigiendo medidas efectivas de prevención y control. La Máscara HeLP representa una innovación tecnológica prometedora para fortalecer la protección respiratoria de los trabajadores expuestos, contribuyendo a la reducción de daños ocupacionales y a la promoción de entornos quirúrgicos más seguros.

Además de cumplir con las exigencias legales relacionadas con la salud ocupacional, las inversiones en tecnologías preventivas y capacitación profesional demuestran potencial para reducir costos institucionales y fortalecer la sostenibilidad de los servicios de salud.

Los hallazgos refuerzan la importancia de integrar innovación tecnológica, seguridad ocupacional y gestión preventiva como estrategias fundamentales para la

protección de la fuerza laboral de enfermería y salud.

REFERENCIAS

ARANHA, Jéssica Ribeiro et al. Exposición al humo quirúrgico: ¿cómo protegerse? [Exposição à fumaça cirúrgica: como se proteger?]. Revista de Enfermagem UFPE On Line, Recife, v. 14, p. e243963, 2020. Disponible en: https://doi.org/10.5205/1981-8963.2020.243963. Consultado el: 7 mayo 2026.

BIENIEK, Aryane Apolinario et al. Signos y síntomas relacionados con la exposición al humo quirúrgico: revisión integradora [Sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica: revisão integrativa]. Revista SOBECC, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 189-196, 2021. Disponible en:

https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100030009. Consultado el: 7 mayo 2026.

BRASIL. Ministerio de Trabajo y Empleo. Norma Reguladora n.º 32: seguridad y

salud en el trabajo en servicios de salud. Brasília, DF: Ministerio de Trabajo y Empleo, 2005.

BRASIL. Decreto-Ley n.º 5.452, de 1 de mayo de 1943. Aprueba la Consolidación de las Leyes del Trabajo. Brasília, DF: Presidencia de la República, 1943.

CAUS, Nathanye Crystal Stanganelli et al. Riesgo relativo y signos y síntomas en médicos expuestos al humo quirúrgico: estudio de cohorte [Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à fumaça cirúrgica: estudo de coorte]. Revista Gaúcha de Enfermagem, Porto Alegre, v. 46, p. e20240311, 2025. Disponible en: https://doi.org/10.1590/1983-1447.2025.20240311.pt. Consultado el: 7 mayo 2026.

FAUSTINO, Francieli et al. Efectividad de la filtración de material particulado: revisión sistemática y metaanálisis [Efetividade da filtração de material particulado: revisão sistemática e metanálise]. Revista Brasileira de Enfermagem, Brasília, v. 79,

p. e20240454, 2026. Disponible en: https://doi.org/10.1590/0034-7167-2024-0454pt. Consultado el: 7 mayo 2026.

LEACHI, Helenize Ferreira Lima et al. Protección respiratoria: estudio de microscopía electrónica de barrido de los filtros de las mascarillas [Proteção respiratória: estudo de microscopia eletrônica de varredura dos filtros das máscaras]. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, p. e4011527047, 2022. Disponible en: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27047. Consultado el: 7 mayo 2026.

Palavras-chave: fumaça cirúrgica; saúde ocupacional; norma regulamentadora 32; máscara help; responsabilidade trabalhista.