

Artigo original

Caus NCS, Rocha AF, Leach HFL, Lopes LP, Souza VDB, Ribeiro ATO, et al.

Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à Fumaça Cirúrgica: estudo de coorte.

Rev Gaúcha Enferm. 2025;46:e20240311.

<https://doi.org/10.1590/1983-1447.2025.20240311.pt>

Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à Fumaça Cirúrgica: Estudo de Coorte

Relative risk and signs and symptoms of doctors exposed to surgical smoke: cohort study

Riesgo relativo y signos y síntomas de médicos expuestos al humo quirúrgico: estudio de cohorte

Nathanye Crystal Stanganelli Caus^a <https://orcid.org/0000-0002-7193-5191>

Aline Franco da Rocha^a <https://orcid.org/0000-0002-1187-0672>

Helenize Ferreira Lima Leach^a <https://orcid.org/0000-0002-7792-3407>

Larissa Padoin Lopes^a <https://orcid.org/0000-0002-4281-9829>

Vitória Delma Barbosa de Souza^a <https://orcid.org/0009-0000-5811-1529>

Anayque Taihara de Oliveira Ribeiro^a <https://orcid.org/0000-0002-2612-7187>

Gláucia Maria Canato^b <https://orcid.org/0000-0001-6497-7193>

Renata Perfeito Ribeiro^a <https://orcid.org/0000-0002-7821-9980>

^aUniversidade Estadual de Londrina. Londrina, Paraná, Brasil.

^bUniversidade Estadual de Maringá. Maringá, Paraná, Brasil.

Como citar este artigo:

Caus NCS, Rocha AF, Leach HFL, Lopes LP, Souza VDB, Ribeiro ATO, et al. Risco relativo e sinais e sintomas de médicos expostos à Fumaça Cirúrgica: estudo de coorte. Rev Gaúcha Enferm. 2025;46:e20240311. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2025.20240311.pt>

RESUMO

Objetivo: Determinar o risco relativo e o tempo para o desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica em médicos residentes.

Método: Coorte prospectiva, com 55 médicos residentes expostos à fumaça cirúrgica e 45 não expostos. A coleta ocorreu em duas instituições hospitalares do Sul do Brasil, em oito momentos, de março de 2018 a fevereiro de 2020, utilizando-se um formulário contendo informações sociodemográficas, laborais, sinais, sintomas e medidas preventivas autorreferidas, sendo conduzido por pesquisadores capacitados, que acompanharam os participantes durante todo o processo. Foram utilizadas estatísticas descritivas, Qui-quadrado, regressão de COX e Kaplan-Meier para análise de associação, risco e tempo de aparecimento dos sinais e sintomas.

Resultados: Residentes expostos apresentaram 1,5 vezes mais risco de desenvolver sinais e sintomas (IC 95%: 0,99-2,42; p=0,05). Os sintomas respiratórios e oculares mais incidentes foram sensação de corpo estranho na garganta (HR: 3,86; p<0,001), ardência de faringe (HR: 2,49; p=0,02), irritação dos olhos (HR: 3,43; p<0,001) e lacrimejamento (HR: 4,95; p<0,001). O tempo mediano para o desenvolvimento de sintomas foi de 16 meses (IIQ 95%: 14,8-17,1).

Conclusão: Residentes expostos à fumaça cirúrgica têm maior risco de desenvolver sintomas ocupacionais, com tempo médio de 16 meses para seu aparecimento.

Descritores: Enfermagem; Sinais e Sintomas; Exposição por Inalação; Exposição Ocupacional; Saúde Ocupacional.

ABSTRACT

Objective: To determine the relative risk and time to development of signs and symptoms related to exposure to surgical smoke in resident physicians.

Method: Prospective cohort, with 55 resident doctors exposed to surgical smoke and 45 unexposed. Collection took place in two hospital institutions in southern Brazil, in eight moments, from March 2018 to February 2020, using a form containing sociodemographic and labor information, signs, symptoms and self-reported preventive measures, conducted by trained researchers, who accompanied the participants throughout the process. Descriptive statistics, Chi-square, COX regression and Kaplan-Meier were used to analyze association, risk and time of onset of signs and symptoms.

Results: Exposed residents were 1.5 times more likely to develop signs and symptoms (95% CI: 0.99-2.42; p=0.05). The most common respiratory and eye symptoms were the sensation of a foreign body in the throat (HR: 3.86; p<0,001), burning in the pharynx (HR: 2.49; p=0.02), eye irritation (HR: 3.43; p<0,001) and tearing (HR: 4.95; p<0,001). The median time for symptom development was 16 months (95% IQR: 14.8-17.1).

Conclusion: Residents exposed to surgical smoke are at greater risk of developing occupational symptoms, with an average time of 16 months for their onset.

Descriptors: Nursing; Signs and symptoms; Inhalation Exposure; Occupational exposure; Occupational Health.

RESUMEN

Objetivo: Determinar el riesgo relativo y el tiempo de desarrollo de signos y síntomas relacionados con la exposición al humo quirúrgico en médicos residentes.

Método: Cohorte prospectiva, con 55 médicos residentes expuestos al humo quirúrgico y 45 no expuestos. La recolección se realizó en dos instituciones hospitalarias del sur de Brasil, en ocho momentos, de marzo de 2018 a febrero de 2020, mediante un formulario que contenía información sociodemográfica, laboral, signos, síntomas y medidas preventivas autoreportadas, realizado por investigadores capacitados, quienes acompañaron a los participantes durante todo el proceso. Se utilizó estadística descriptiva, Chi-cuadrado, regresión COX y Kaplan-Meier para analizar asociación, riesgo y tiempo de aparición de signos y síntomas.

Resultados: Los residentes expuestos tuvieron 1,5 veces más probabilidades de desarrollar signos y síntomas (IC 95%: 0,99-2,42; p=0,05). Los síntomas respiratorios y oculares más comunes fueron sensación de cuerpo extraño en la garganta (HR: 3,86; p<0,001), ardor en la faringe (HR: 2,49; p=0,02), irritación ocular (HR: 3,43; p<0,001) y lagrimeo (HR: 4,95; p<0,001). La mediana de tiempo de desarrollo de los síntomas fue de 16 meses (95% IQR: 14,8-17,1).

Conclusión: Los residentes expuestos al humo quirúrgico tienen mayor riesgo de desarrollar síntomas ocupacionales, con un tiempo promedio de aparición de 16 meses.

Descriptor: Enfermería; Signos y Síntomas; Exposición por Inhalación; Exposición Profesional; Salud Laboral.

INTRODUÇÃO

Trabalhadores da saúde podem estar expostos a diversos riscos durante a sua atividade laboral. Entre esses, destaca-se a exposição à fumaça cirúrgica, um poluente ocupacional presente no ar das salas operatórias, que pode ocasionar sinais e sintomas, relacionados ao sistema nervoso, respiratório, tegumentar, cardiovascular, vestibular, gastrointestinal e oftalmológico⁽¹⁻³⁾.

Essa fumaça é produzida durante o uso do eletrocautério, equipamento utilizado em procedimentos cirúrgicos para reduzir o tempo da cirurgia e cauterizar os vasos⁽²⁾. Esse poluente é dividido em duas fases: particulada e gasosa, sendo composta por sangue, pequenas partículas, compostos biológicos e químicos⁽⁴⁾. Além dos sinais e sintomas apresentados pelos trabalhadores expostos, a composição de substâncias químicas na fumaça cirúrgica causa danos, às vezes irreparáveis, ao trato respiratório superior dos indivíduos que a inalam⁽⁵⁾.

Esses danos podem estar ligados à composição química da fumaça cirúrgica, hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), incluindo o naftaleno e o fenantreno, Compostos Orgânicos Voláteis (COV), como benzeno e o Monóxido de Carbono⁽⁶⁻¹⁰⁾. A composição da fumaça cirúrgica pode variar conforme o tipo de energia dispersada pelo aparelho, tipo de tecido abordado e o tempo de cirurgia⁽¹¹⁾.

Estudos indicam que o risco de dano na mucosa nasal, como hiperplasias e metaplasias, em residentes médicos expostos à fumaça cirúrgica é 13,8 vezes maior do que em residentes não expostos⁽¹²⁾. Além disso, recomenda-se a adoção de medidas preventivas para minimizar os riscos dessa exposição. Entre elas, destacam-se o uso de equipamentos de exaustão local da fumaça ou as bombas de vácuo com filtro para a sucção da fumaça produzida na fonte, o uso de máscara do tipo N95/PPF2, ventilação adequada dentro das salas cirúrgicas e óculos de proteção individual⁽¹³⁻¹⁷⁾.

Os danos causados pela fumaça cirúrgica acontecem de forma cumulativa, ou seja, quanto maior o tempo de exposição, maior o risco de comprometimento da saúde⁽⁸⁾. Entretanto, os sinais e sintomas relatados podem ser sugestivos de outras doenças, além de

possuírem um período variável para se manifestarem, dependendo da sensibilidade de cada trabalhador exposto^(1,2).

Considerando que ainda não se tem definido o tempo de exposição necessário para o desenvolvimento de sinais e sintomas e, conseqüentemente, doenças associadas a essa exposição, torna-se necessário o acompanhamento contínuo dos trabalhadores expostos. Dessa forma, será possível determinar quando e como esses trabalhadores devem ser monitorados, prevenindo o desenvolvimento de doenças ocupacionais⁽¹⁸⁾.

Embora este estudo tenha como foco os médicos residentes, é fundamental considerar que outros profissionais da equipe cirúrgica, como enfermeiros, técnicos de enfermagem e instrumentadores cirúrgicos, também estão expostos à fumaça cirúrgica e enfrentam os mesmos riscos ocupacionais⁽¹⁾. A enfermagem perioperatória, por exemplo, desempenha um papel essencial na assistência cirúrgica e está frequentemente exposta a esse poluente. Dessa forma, a inclusão desses profissionais na discussão amplia a compreensão dos impactos da exposição e reforça a necessidade de medidas preventivas mais abrangentes⁽¹⁸⁾.

Além disso, a Enfermagem do Trabalho desempenha um papel fundamental na implementação e monitoramento das medidas de prevenção contra a exposição à fumaça cirúrgica. Os enfermeiros do trabalho são essenciais para a vigilância da saúde dos trabalhadores expostos, podendo realizar o acompanhamento clínico desses profissionais, além de capacitar as equipes sobre os riscos envolvidos. E contribuem para o desenvolvimento e aplicação de estratégias que minimizem danos cumulativos, como o uso adequado de sistemas de exaustão e Equipamentos de Proteção Individual (EPI), garantindo a segurança ocupacional nas salas cirúrgicas⁽¹⁹⁻²¹⁾.

Diante do exposto, este estudo visou responder aos seguintes questionamentos: os médicos residentes expostos à fumaça cirúrgica apresentam maior risco de desenvolvimento de sinais e sintomas quando comparados com os médicos residentes não expostos? Qual o tempo de exposição necessário para o desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional à fumaça cirúrgica?

Dessa forma, objetivou-se determinar o risco relativo e o tempo para o desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica em médicos residentes.

MÉTODO

Estudo de coorte prospectiva, realizado em duas instituições hospitalares do Sul do Brasil, que prestam atendimento de média e alta complexidade. A instituição I trata-se de um

hospital público, vinculado a uma universidade estadual, referência para diversas especialidades médicas, possui 329 leitos de internação e realiza em média 18 cirurgias por dia. Conta com o total de 207 residentes divididos em residências clínicas, cirúrgicas e de anestesiologia.

A instituição II, trata-se de um hospital filantrópico de nível terciário, centro de referência no tratamento de câncer na região, conta com 335 leitos e realiza em média 19 cirurgias por dia. Tem no total 65 residentes divididos nas residências clínicas, cirúrgicas e anestesiologia.

A população do estudo foi composta por médicos residentes que atenderam aos critérios de inclusão, distribuídos em dois grupos distintos: os expostos e os não expostos (grupo controle) à fumaça cirúrgica.

Os critérios de inclusão para o grupo exposto à fumaça cirúrgica: médicos residentes que iniciaram as atividades em 2018 e estavam matriculados em especialidades que realizam procedimentos com o uso do eletrocautério, portanto, expostos diretamente à fumaça cirúrgica durante os procedimentos anestésico-cirúrgicos. As especialidades consideradas foram: cirurgia geral, vascular, urologia, ortopedia, ginecologia, obstetrícia, infantil, otorrinolaringologia, neurocirurgia e dermatologia. Além disso, os residentes de anestesiologia, por permanecerem na sala operatória durante todo o procedimento, também foram incluídos nesse grupo. Residentes de pediatria e neonatologia foram considerados expostos, por serem responsáveis pela recepção de recém-nascidos durante cesarianas, estando igualmente sujeitos à inalação da fumaça cirúrgica.

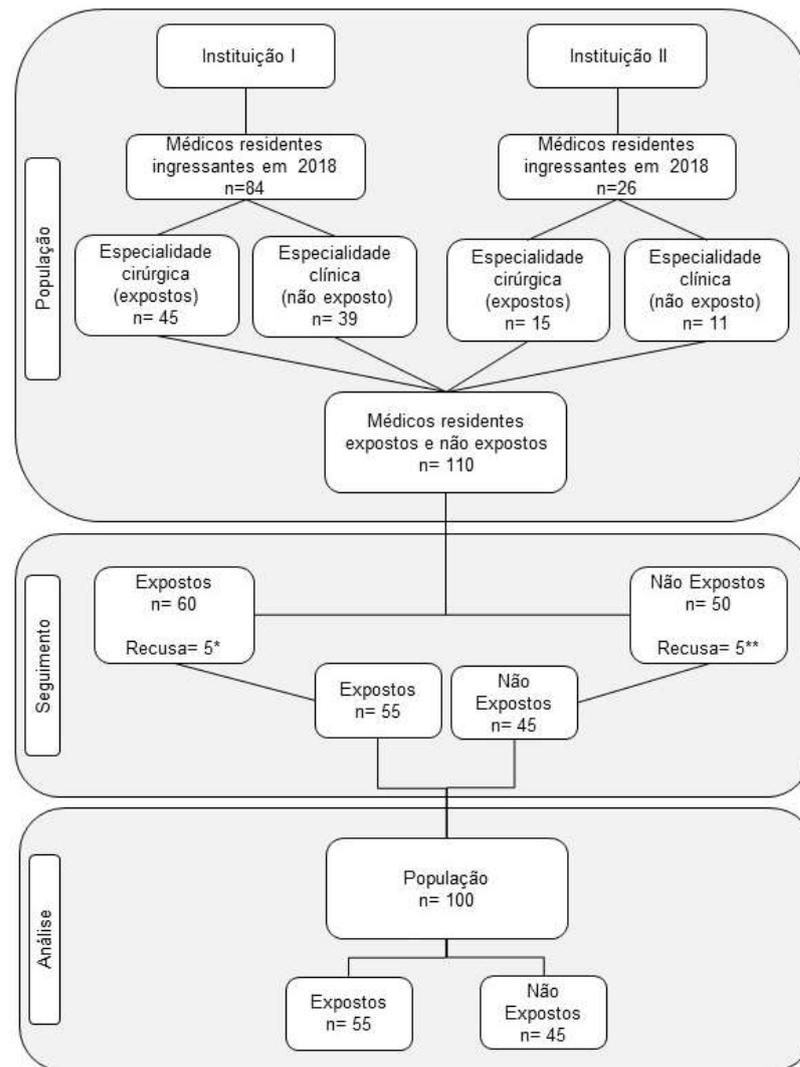
Os critérios de inclusão para o grupo não exposto (grupo controle): médicos residentes que iniciaram as atividades em 2018 e atuavam exclusivamente em especialidades clínicas e ambulatoriais que não realizavam procedimentos cirúrgicos com o uso do eletrocautério. Como essas especialidades não envolvem o uso desse equipamento em sua prática, esses residentes não estavam expostos à inalação da fumaça cirúrgica.

O critério de exclusão para os dois grupos (expostos e não expostos): foram os residentes da oftalmologia que não utilizavam o eletrocautério nas suas atividades cirúrgicas.

O cálculo amostral para a coleta de dados foi realizado no programa *EpiInfo*, com base em um estudo realizado anteriormente, com o mesmo delineamento metodológico de coorte e com uma população idêntica à dessa pesquisa⁽¹⁸⁾. O nível de significância adotado foi de 5% e o poder do teste de 80%, realizado pelo programa *Bioestat*, versão 5.3. Portanto, o cálculo amostral determinou 39 residentes médicos em cada grupo (expostos e não expostos). Considerando os 20% de perdas, comum em um estudo de coorte prospectiva, e de que a

população elegível para o estudo era maior que o cálculo amostral, optou-se por acompanhar todos os médicos residentes elegíveis. Na figura 1, apresentam-se os dados da inclusão e o seguimento dos médicos residentes do grupo exposto e do grupo não exposto (controle) nesta pesquisa.

Figura 1 - Esquema para inclusão e seguimento dos médicos residentes nos grupos expostos e não expostos à fumaça cirúrgica. Brasil, 2018- 2020.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

*Excluídos na etapa de seguimento entre o grupo exposto: “Neonatologia (n=1); Cirurgia geral (n=1); Pediatria (n=1); Cirurgia geral (n=2); **Excluídos na etapa de seguimento entre o grupo não exposto: Cardiologia (n=1); Neurologia (n=1); Clínica médica (n=3).

A coleta de dados foi realizada em oito momentos, iniciada com o Tempo 0 (T0) em março de 2018, o qual foi o início da residência, e o término do acompanhamento foi no Tempo 7 (T7) em fevereiro de 2020, quando os residentes terminaram a residência médica. Desta forma, pode-se determinar o tempo para o desenvolvimento de sinais e sintomas

relacionados à exposição à fumaça cirúrgica. Os tempos de coleta foram os seguintes: Tempo Zero (T0) março/2018, Tempo Um (T1) maio/2018, Tempo Dois (T2) agosto/2018, Tempo Três (T3) novembro/2018, Tempo Quatro (T4) fevereiro/2019, Tempo Cinco (T5) maio/2019, Tempo Seis (T6) agosto/2019 e Tempo Sete (T7) fevereiro/2020. O T0 não foi considerado acompanhamento, mas sim como linha de base da pesquisa, configurando um período de seguimento de 21 meses para a coorte prospectiva.

O intervalo entre cada coleta de dados foi de três meses, conforme evidenciado por estudo prévio realizado pelas pesquisadoras⁽¹⁸⁾, o qual demonstrou que a frequência trimestral era suficiente para a verificação do desenvolvimento de sinais e sintomas, sem a necessidade de acompanhamento mensal.

A coleta de dados foi realizada de forma padronizada pela equipe composta por pesquisadores e alunos de Iniciação Científica, todos devidamente treinados para garantir a uniformidade do processo. Cada coleta foi supervisionada pela pesquisadora principal para assegurar a aderência ao protocolo e evitar a perda de informações essenciais. Para manter a reprodutibilidade, cada participante respondeu a um único formulário padronizado, preenchido sequencialmente pelos pesquisadores durante os tempos pré-determinados.

Os formulários utilizados foram avaliados por cinco juízes, com expertise em saúde do trabalhador e/ou centro cirúrgico, a fim de analisar a clareza, compreensão dos itens contidos nos formulários, forma de apresentação dos itens, abrangência e representatividade do conteúdo, para o alcance do objetivo delimitado nesta pesquisa⁽¹⁸⁾.

Os juízes foram convidados a participar da avaliação do formulário de coleta por meio de uma súmula, contendo a apresentação do estudo, os objetivos, a metodologia e qual deveria ser a avaliação realizada. Também foi encaminhado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que aceitassem participar da avaliação do formulário. Todas as sugestões realizadas foram consideradas pelos pesquisadores.

O formulário utilizado para a coleta de dados era composto por caracterização sociodemográfica, hábitos de vida e doenças pré-existentes dos residentes: idade (anos), ano de formação, presença de alguma doença crônica, tabagismo (dicotômica), especialização anterior ou residência, a qual o residente utilizasse o eletrocautério, tempo dessa especialização (anos) e especialidade atual. Esses dados foram coletados do grupo exposto e do grupo não exposto (controle).

Também foi utilizado um formulário de coleta de dados específico para o grupo exposto. No T0 foram questionados em relação a: períodos por semana presentes no centro cirúrgico (matutino, vespertino e noturno), horas semanais realizando procedimentos

cirúrgicos e número de cirurgias que participou no último mês, pois o T0 era o primeiro mês da residência e todos os itens foram autocitados. Nas demais coletas (T1 ao T7), os residentes expostos foram questionados em relação ao número aproximado de procedimentos cirúrgicos realizados nos últimos três meses.

Foi utilizado o formulário para a coleta dos sinais e sintomas relacionados à inalação da fumaça cirúrgica dos grupos expostos e não expostos (controle), sendo eles: sensação de corpo estranho na garganta, ardência de faringe, náusea, congestão nasal, cefaleia, irritação dos olhos, irritação de outras mucosas como boca e nariz, fraqueza, tontura, lesões nasofaríngeas, vômito, lacrimejamento e espirros. Além disso, todos os participantes foram questionados em relação a outros sinais ou sintomas que não tenham sido previstos no formulário de coleta de dados, que poderão ser incluídos no formulário em estudos futuros.

O mesmo formulário contava com as medidas preventivas que a literatura recomenda no caso do uso do eletrocautério: uso de máscara cirúrgica, uso de máscara respiratória N95/PFF2, uso de óculos de proteção e uso de aspirador específico para fumaça cirúrgica. Essas questões foram aplicadas ao grupo exposto à fumaça cirúrgica.

Todas as questões sobre os sinais e sintomas e a utilização de medidas preventivas para a proteção à fumaça cirúrgica foram respondidas pelos residentes, de forma dicotômica, isto é, respondendo sim ou não.

A análise dos dados foi realizada no *Statistical Package of Social Sciences (SPSS)*, versão 20.0. Na estatística descritiva, utilizaram-se frequências absolutas e relativas e medidas de posição central e de dispersão.

Para analisar a possível associação das variáveis nominais dicotômicas, realizou-se o teste de Qui-Quadrado. Para avaliar a exposição à fumaça cirúrgica e a idade entre os grupos, foi utilizado o Teste U Mann-Whitney. Para análise global de risco do aparecimento de sinais e sintomas em médicos residentes expostos e não expostos, utilizou-se a Regressão de COX. Foram ajustadas variáveis confundidoras como: número de cirurgias realizadas no mês, tempo de permanência no centro cirúrgico, uso de equipamentos de proteção e histórico médico preexistente. Considerou-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Realizada Análise de Sobrevida de Kaplan-Meier para verificar o tempo de aparecimento de sinais e sintomas nos grupos expostos e não expostos.

O *Hazard Ratio (HR)*, com respectivo intervalo de confiança de 95%, foi calculado como medida de efeito. Para a interpretação do HR, adotou-se: igual a 1, ausência de associação entre exposição e desfecho; maior que 1, a exposição foi um fator de risco para o desfecho; e menor que 1, a exposição foi um fator de proteção para o desfecho⁽²²⁾.

O estudo atendeu aos critérios éticos para pesquisas envolvendo seres humanos. Aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) da instituição I: 46229915.0.0000.5231 e número da CAAE da instituição II: 46229915.0.3001.0099.

RESULTADOS

Participaram deste estudo 100 médicos residentes que se apresentaram elegíveis para esta pesquisa, dos quais 55 (55%) médicos residentes compuseram o grupo de expostos à fumaça cirúrgica e 45 (45%) médicos residentes compuseram o grupo de não expostos (controle) à fumaça cirúrgica.

Na tabela 1, é apresentada a caracterização sociodemográfica dos residentes expostos e não expostos (controle) à fumaça cirúrgica, hábitos de vida e doenças pré-existentes. Após a realização do teste qui-quadrado, nenhuma das variáveis apresentou associação com o aparecimento de sinais e sintomas.

Tabela 1 - Características sociodemográficas, hábitos de vida e doenças pré-existentes dos médicos residentes expostos e não expostos à fumaça cirúrgica (n=100). Londrina, PR, Brasil, 2020

Características	Residentes expostos à fumaça cirúrgica (n=55)	Residentes não expostos à fumaça cirúrgica (n=45)	p-valor*
Idade (Mediana-IQ)	27 (24-30)	27 (24-32)	0,928**
Sexo			
Mulheres	30 (54,5%)	17 (37,8%)	0,09
Homens	25 (45,5%)	28 (62,2%)	
Tabagismo			
Não	52 (94,5%)	43 (95,6%)	0,81
Sim	3 (5,5%)	2 (4,4%)	
Doença crônica			
Não	36 (65,5%)	22 (48,9%)	0,09
Sim	19 (34,5%)	23 (51,1%)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

- mediana (p25-p75)

* Teste de qui-quadrado

** Teste *U Mann-Whitney*

Algumas doenças crônicas foram relatadas pelos médicos residentes como: rinite alérgica, hipotireoidismo, enxaqueca, asma, miastenia, hipertensão arterial sistêmica (HAS), fibromialgia e síndrome do intestino irritável.

Na tabela 2, é apresentada a tábua de sobrevida de *Kaplan-Meier*, em que é possível verificar a probabilidade dos residentes expostos e não expostos à fumaça cirúrgica de não apresentarem sinais e sintomas durante o período de acompanhamento e a taxa de risco com o tempo de exposição. Portanto, com o passar dos meses de acompanhamento, a proporção de sobrevivência diminui, enquanto a taxa de risco aumenta.

Tabela 2 - Tábua de sobrevida de médicos residentes expostos e não expostos à fumaça cirúrgica. Brasil, 2020

Exposição o à fumaça cirúrgica	Tempos de acompanha mento	N.º de Indivíduos	N.º de Censura	N.º Expostos ao risco	N.º de indivíduos com sinais e sintomas	Proporção de sobrevivência (%)	Taxa de Risco (%)	EP* Taxa de risco (%)
Não expostos	T0	45	1	4 4	-	100	-	-
	T1	44	-	4 4	1	98	1	1
	T2	43	-	4 3	3	93	2	1
	T3	40	1	3 9	5	87	5	2
	T4	34	1	3 3	5	85	5	2
	T5	28	2	2 7	3	89	4	2
	T6	23	1	2 2	8	64	14	5
	T7	14	3	1 2	11	12	52	10
Expostos	T0	55	-	5 5	3	95	2	1
	T1	52	2	5 1	2	96	1	1
	T2	48	2	4 7	3	94	2	1
	T3	43	2	4 2	3	93	2	1
	T4	38	2	3 7	8	78	8	3
	T5	28	2	2 7	7	74	10	4
	T6	19	-	1 9	14	26	39	8

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

- Dado numérico igual a zero, não resultante de arredondamento

* EP – Erro padrão

Com relação aos sinais e sintomas, os médicos residentes expostos à fumaça cirúrgica, 87,2% (n=48) relataram a presença de sinais e sintomas e 12,8% (n=7), a ausência desses. Com relação ao grupo não exposto à fumaça cirúrgica, verificou-se que 86,6% (n=39) apresentou algum sinal ou sintoma e 13,4% não apresentou.

A incidência dos sinais e sintomas relacionados com a exposição à fumaça cirúrgica é apresentada na tabela 3. Observa-se que os expostos apresentam maior incidência de sinais e sintomas como sensação de corpo estranho na garganta, ardência de faringe, cefaleia, irritação dos olhos, irritação de outras mucosas como boca e nariz, lacrimejamento e lesões nasofaríngeas quando comparados com os não expostos.

Tabela 3 - Incidência de sinais e sintomas em médicos residentes expostos e não expostos à fumaça cirúrgica e tempo de sobrevivência (n= 100). Brasil, 2020

Sinais e sintomas	Médicos Residentes expostos à fumaça cirúrgica N (%)	Médicos Residentes não expostos à fumaça cirúrgica N (%)	Mediana do tempo de sobrevivência* (meses) (IIQ 95%)
Sensação de corpo estranho na garganta	12 (22,2)	4 (8,9)	22,0 (19,8 - 24,1)
Ardência de faringe	19 (34,5)	10 (22,2)	22,0 (17,7 - 26,2)
Náuseas	9 (16,4)	8 (17,8)	22,0 (18,5 - 25,4)
Vômito	1 (1,8)	4 (8,9)	-
Congestão nasal	28 (53,8)	28 (63,6)	19,0 (17,3 - 20,6)
Cefaleia	28 (53,8)	21 (47,7)	19,0 (17,8 - 20,1)
Irritação dos olhos	30 (54,5)	13 (28,9)	19,0 (17,7 - 20,2)

Irritação de outras mucosas**	16 (29,1)	11 (24,4)	22,0 (18,4 - 25,5)
Espirro	21 (38,2)	27 (60)	19,0 (16,8 - 21,1)
Fraqueza	8 (14,5)	6 (13,3)	-
Tontura	7 (12,7)	5 (11,1)	22,0 (-)
Lacrimejamento	27 (49,1)	8 (17,8)	19,0 (17,5 - 20,4)
Lesões nasofaríngeas	7 (12,7)	4 (8,9)	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

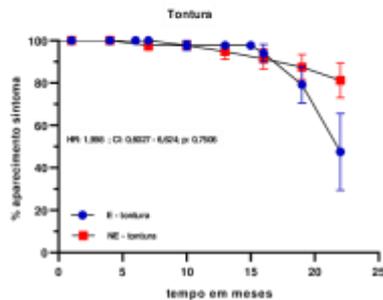
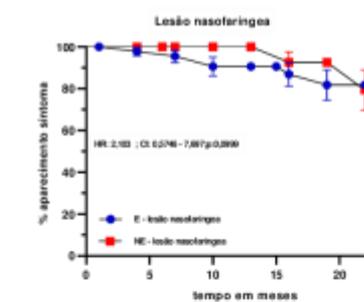
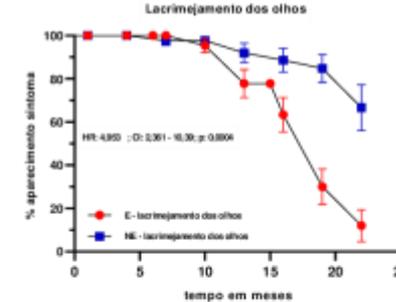
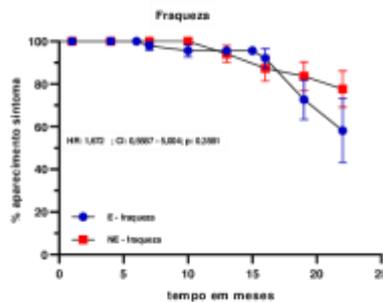
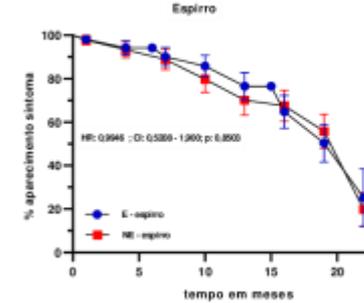
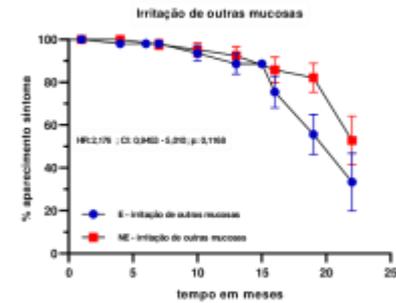
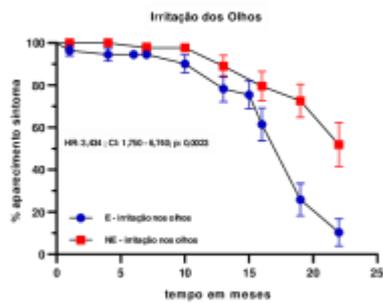
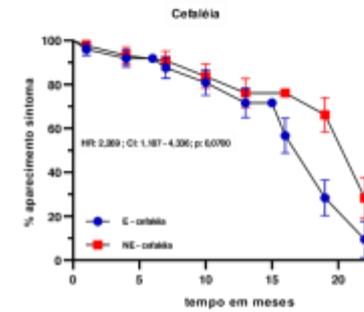
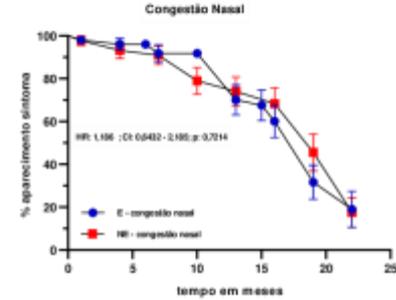
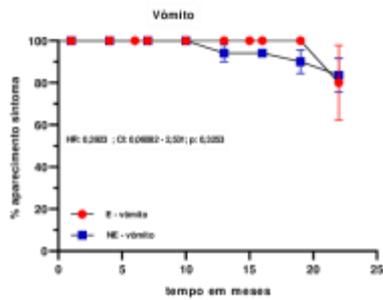
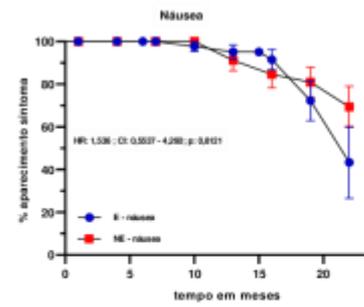
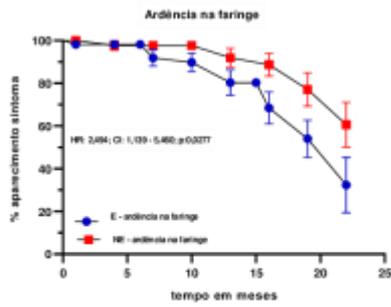
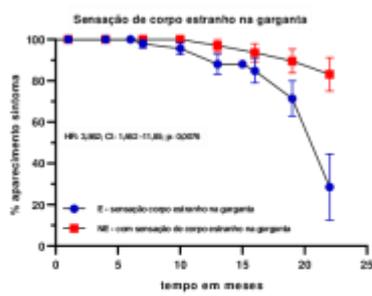
*Análise de sobrevida de Kaplan- Meier **boca e nariz // – Desaparecimento dos sintomas durante o seguimento

Na análise global do tempo para desenvolvimento de sinais e sintomas, verificou-se que a mediana no grupo exposto foi de aproximadamente 16 meses (IIQ 95%: 14,8- 17,1).

Na análise global da comparação do aparecimento de sinais e sintomas quando da exposição à fumaça cirúrgica, verificou-se que os médicos residentes expostos à fumaça cirúrgica apresentam 1,5 vezes mais chance de aparecimento dos sinais e sintomas do que os médicos residentes não expostos (controle) (HR: 1,5; IC95%: 0,99- 2,42; p=0,05). Contudo, como o intervalo de confiança inclui o valor nulo (1,0), o resultado deve ser interpretado com cautela quanto à significância estatística.

Na figura 2, é apresentada a função de sobrevida por sinal e sintoma. É possível verificar que o aparecimento de sinais e sintomas é maior no grupo exposto, quando comparado com o grupo não exposto para sensação de corpo estranho na garganta (HR: 3,86; IC95%: 1,46-11,85; p<0,001), ardência de faringe (HR: 2,49; IC95%: 1,13-5,46; p=0,02), irritação dos olhos (HR: 3,43; IC95%:1,75- 6,74; p<0,001) e lacrimejamento (HR: 4,95; IC95%: 2,36- 10,39; p<0,001).

Figura 2 - Função de sobrevida por sinal e sintoma em expostos e não expostos à fumaça cirúrgica no tempo de acompanhamento (21 meses). Brasil, 2020.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

HR: Hazard Ratio; CI: Intervalo de confiança 95%; p<0,05; E: Expostos; NE: Não expostos.

Em relação à utilização das medidas preventivas, verificou-se que 66,3% dos residentes expostos a fumaça cirúrgica não utilizam a máscara cirúrgica, apresentando-se dentro das salas cirúrgicas sem proteção respiratória e 96,4% não utilizam a máscara N95. Apenas 1,8% já havia utilizado o aspirador específico para a fumaça cirúrgica e 83,9% não utilizam os óculos de proteção. Além disso, os residentes expostos relataram durante a coleta de dados que, ao realizarem os procedimentos cirúrgicos, utilizavam óculos próprios e não os óculos de proteção reconhecidos como Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

DISCUSSÃO

Os participantes expostos à fumaça cirúrgica apresentaram idades entre 28 e 40 anos. Considerando que a maior parte da vida deles estará exposta a esse risco, pois além de terem seis anos de faculdade, algumas residências podem chegar a mais cinco anos para que esses profissionais sejam especialistas no que se propuseram a fazer. A partir de então, esses médicos poderão ser expostos à fumaça cirúrgica todo o tempo da sua vida durante a sua atividade laboral.

Se estes profissionais trabalharem durante 35 anos, o risco do desenvolvimento de doenças relacionadas à exposição à fumaça cirúrgica será aumentado, pois o efeito deletério para o organismo exposto é cumulativo⁽⁸⁾. Além disso, os médicos residentes expostos a fumaça cirúrgica apresentam 1,5 vezes mais risco de apresentarem sinais e sintomas ao longo do tempo de exposição que os médicos residentes não expostos, independentemente de qual sinal e sintoma forem relatados.

Embora a associação entre exposição e o aparecimento de sintomas seja significativa, é importante considerar que os sinais e sintomas podem estar relacionados a outras condições de saúde, que não necessariamente à fumaça cirúrgica.

Além disso, os dados sugerem que a intensidade dos sintomas está mais relacionada à exposição à fumaça do que ao seu simples aparecimento. Ou seja, não é apenas o fato de os sintomas surgirem que deve ser considerado, mas sim o quanto a intensidade desses sintomas pode ser severa em trabalhadores expostos a esse agente. Trabalhar com a intensidade dos sinais e sintomas se mostra relevante, pois ela pode refletir de maneira mais precisa o impacto negativo da exposição ao longo do tempo, sugerindo que, à medida que a exposição aumenta, há uma tendência de agravamento da intensidade dos sintomas, como irritação ocular, dificuldades respiratórias, entre outros⁽¹⁾.

Neste estudo, os médicos residentes expostos tiveram 3,8 vezes mais risco de desenvolver sensação de corpo estranho na garganta, 2,4 vezes mais risco de ardência de faringe, 3,4 vezes mais risco de desenvolver irritação dos olhos e 4,9 vezes mais risco de desenvolver lacrimejamento, quando comparados com os não expostos.

Assim como em outro estudo com o delineamento longitudinal, que determinou que o risco de um médico residente exposto à fumaça cirúrgica apresentar sensação de corpo estranho na garganta é maior (13,8 vezes) que nos não expostos a esse risco⁽¹²⁾. Este é um dos motivos de preocupação, segundo a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), já que aproximadamente 500.000 trabalhadores estão expostos a esse risco ocupacional ao ano⁽¹³⁾.

A composição química da fumaça cirúrgica (xileno, fenol e benzeno, acetaldeído e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos como o naftaleno, formaldeídos, furfural e tolueno) é responsável de sensação de corpo estranho na garganta ou ardência na faringe e a irritação dos olhos⁽²³⁾, que vem de encontro com os resultados apresentados neste estudo.

A fumaça cirúrgica em sua formação apresenta partículas que podem causar irritações pulmonares, tanto para a equipe operatória como para o paciente exposto⁽²⁴⁾. Suas partículas são consideradas aerossóis devido ao seu tamanho que variam de 0,1 a 0,5 microns⁽²⁵⁾, portanto, quando inaladas, podem ficar retidas no trato respiratório e penetrar nos alvéolos⁽⁵⁾, causando os sinais e sintomas pulmonares.

A Enfermagem do Trabalho desempenha um papel essencial na promoção da saúde e segurança dos profissionais da área hospitalar, sendo fundamental para a vigilância epidemiológica e a criação de ambientes de trabalho mais seguros⁽²⁶⁾. Além do cuidado direto aos trabalhadores, a atuação desse profissional envolve a monitorização contínua dos sinais e sintomas respiratórios, oftalmológicos e cutâneos, especialmente entre aqueles expostos a agentes de risco como fumaça cirúrgica, substâncias químicas, radiações e outros contaminantes presentes no ambiente hospitalar. Esses riscos podem afetar a saúde dos trabalhadores de forma silenciosa e progressiva, tornando a atuação da Enfermagem do Trabalho importante para a detecção precoce de complicações, prevenindo doenças ocupacionais e promovendo um ambiente de trabalho mais saudável^(20,21).

Ademais, a Enfermagem do Trabalho tem um impacto significativo na integração da equipe multiprofissional, colaborando com médicos, fisioterapeutas, psicólogos e outros profissionais da saúde na identificação de condições relacionadas ao ambiente de trabalho. Esse trabalho conjunto é essencial para a implementação de ações preventivas e reabilitadoras, além da criação de políticas de segurança ocupacional^(20,21).

O incentivo ao uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a realização de exames periódicos e a educação contínua dos trabalhadores são fundamentais para garantir a saúde e o bem-estar de todos. Essa abordagem integrada fortalece a prevenção de riscos ocupacionais, melhora a qualidade de vida dos profissionais da saúde e contribui para um ambiente hospitalar mais seguro e eficiente para toda a equipe^(19,20).

Além disso, estudos demonstram que a cauterização de alguns tecidos gera mais material particulado do que outros, por exemplo: o fígado, que gera grande quantidade de material particulado quando submetido a eletrocauterização⁽²⁷⁻²⁸⁾. Já outros tecidos, como pele, substância cinza e branca, subcutâneo e pulmões, geram menor quantidade de material particulado⁽²⁷⁻²⁸⁾.

Portanto, ao realizar um procedimento cirúrgico no fígado, a equipe cirúrgica exposta tem o risco aumentado, mesmo para aqueles trabalhadores que estiverem mais longe do campo cirúrgico. E mesmo aqueles órgãos que geram menos material particulado durante a cauterização, há que se ressaltar que não existe exposição ocupacional segura quando se tem a presença desses compostos químicos⁽²⁹⁾. Dessa forma, há a necessidade do uso correto dos EPIs e demais equipamentos adequados para proteção do trabalhador, além da realização de estudos longitudinais mais detalhados com maior controle das variáveis presentes no ambiente ocupacional.

Em relação ao uso dos EPIs para essa exposição ocupacional, as máscaras cirúrgicas, comumente utilizadas nas salas operatórias durante os procedimentos cirúrgicos⁽³⁰⁾, têm como principal função a proteção da equipe em relação a gotículas de sangue e outras secreções, além de proteger a cavidade do paciente exposta, campos e instrumentais estéreis de microrganismos que a equipe possa apresentar⁽³¹⁾, principalmente ao conversarem durante o ato anestésico-cirúrgico.

Porém, as máscaras cirúrgicas não são efetivas para proteção da equipe cirúrgica no caso da exposição aos compostos químicos citados, pois não apresentam capacidade de filtração de pequenas partículas⁽²⁵⁾, como é o caso dos compostos presentes na fumaça cirúrgica, e, além disso, não se adequam corretamente ao rosto, fazendo com que a fumaça cirúrgica penetre facilmente na área respiratória do trabalhador.

Portanto, é recomendado o uso das máscaras respiratórias do tipo N95 e PFF2 como medida preventiva para este tipo de exposição⁽¹⁴⁾, as quais são capazes de filtrar até 95% das partículas geradas, como os aerossóis, gases e fumaças⁽³²⁾.

Este tipo de máscara de proteção apresenta filtragem efetiva para partículas maiores que 0,3 microns⁽²⁵⁾, ou seja, não conseguem filtrar todos os compostos químicos presentes na

fumaça cirúrgica; eles apresentam tamanhos menores do que o tamanho das partículas filtráveis pela máscara N95^(14,25). Portanto, observa-se a necessidade da construção de uma máscara respiratória efetiva para a retenção dos compostos químicos gerados pela fumaça cirúrgica e confortável, a fim de garantir a segurança e a adesão dos trabalhadores expostos a este EPI.

Em relação ao uso dos óculos como EPI, não há consenso na literatura sobre esta utilização. Encontrou-se, porém, que, quando os profissionais não utilizam os óculos de proteção, apresentam os sinais de irritação dos olhos e o lacrimejamento⁽¹⁻²⁾ com 3,43 vezes mais risco de apresentarem irritação nos olhos e 4,95 vezes mais risco de apresentar lacrimejamento, quando comparados com aqueles não expostos.

Com estes resultados, pode-se hipotetizar que o uso dos óculos de proteção (EPI) evite o contato da mucosa ocular com a fumaça cirúrgica, reduzindo a exposição direta aos componentes presentes na fumaça cirúrgica.

Há também recomendações sobre a necessidade de ventilação nas salas operatórias com renovação do ar⁽¹⁶⁾, agregada à utilização de aspiradores específicos para fumaça cirúrgica com a filtragem desses compostos químicos⁽¹³⁾, o que não acontece na maioria das instituições hospitalares brasileiras.

Como limitação do estudo, cita-se a ausência de controle de variáveis como a concentração de fumaça cirúrgica durante o momento da exposição e o tempo exato de exposição dos residentes à fumaça cirúrgica, além do tamanho amostral, não possibilitando a generalização dos resultados. Além disso, os dados coletados eram autocitados, podendo gerar um viés de informação. Deve ser considerado ainda, que os sinais e sintomas não são específicos para esse tipo de exposição podendo ser sinais e sintomas causados por outras doenças comuns a população, corroborando novas análises de intensidade de sinais e sintomas nos profissionais de saúde expostos à fumaça cirúrgica.

No que se refere à alta taxa de não utilização de EPI no grupo exposto, sugere-se um viés de comportamento, onde os sintomas podem estar relacionados à falta de proteção individual, e não exclusivamente à exposição à fumaça cirúrgica.

Contudo, este estudo colabora para o conhecimento científico quanto aos riscos que a fumaça cirúrgica pode causar na equipe exposta a ela. Sendo possível verificar a incidência de sinais e sintomas com significância estatística durante o período em que os residentes médicos foram expostos à fumaça, resultado esse que não foi descrito na literatura. Também se salienta o quão os residentes expostos podem estar mais propensos ao desenvolvimento de sinais e sintomas relacionados à exposição à fumaça cirúrgica e, conseqüentemente, ao

desenvolvimento de doenças ligadas a este risco, de forma silenciosa, como a congestão alveolar, pneumonia, bronquiolite e alterações no trato respiratório.

CONCLUSÃO

A incidência de sensação de corpo estranho na garganta, ardência de faringe, cefaleia, irritação dos olhos, irritação de outras mucosas, lacrimejamento e lesões nasofaríngeas foi maior no grupo exposto quando comparado com o grupo não exposto. Além disso, o tempo para o desenvolvimento dos sinais e sintomas no grupo exposto foi de aproximadamente 16 meses após o início da exposição laboral.

Observou-se uma maior ocorrência de sinais e sintomas entre os médicos residentes expostos à fumaça cirúrgica em comparação aos não expostos. A análise realizada por meio do teste de sobrevida evidenciou a presença de risco associado à exposição. Tal achado evidencia a importância da realização de novos estudos para estimar com maior precisão sua magnitude e compreender melhor os fatores relacionados a esse desfecho.

Ademais, os médicos residentes expostos apresentam um risco significativamente maior de desenvolvimento de sinais e sintomas respiratórios e oculares: sensação de corpo estranho na garganta, ardência de faringe, irritação dos olhos e lacrimejamento.

Diante dos resultados encontrados, ressalta-se a necessidade de considerar as limitações do estudo, para evitar a superestimação dos resultados. Além disso, destaca-se a importância de medidas preventivas eficazes para a exposição a esse risco ocupacional, com ênfase no papel da Enfermagem, que deve ser vista como essencial na implementação dessas medidas. É dever dos pesquisadores investir em tecnologias em saúde, principalmente no desenvolvimento de EPIs que favoreçam a utilização contínua, entregando conforto e segurança para os trabalhadores expostos a esses riscos durante sua vida laboral.

Além disso, é fundamental discutir o impacto desses achados na segurança do trabalho e na legislação trabalhista, especialmente em relação à fumaça cirúrgica, que representa um risco ocupacional significativo. Nesse sentido, a NR 32, que aborda a proteção contra os riscos ocupacionais químicos aos quais os trabalhadores da saúde estão sujeitos, se torna relevante, uma vez que este estudo aborda o risco químico da fumaça cirúrgica. A criação e implementação de políticas institucionais e regulamentações adequadas são imprescindíveis para a proteção dos profissionais de saúde.

REFERÊNCIAS

1. Bieniek AA, Aroni P, Costa RG, Ribeiro RP. Signs and symptoms related to surgical smoke exposure: integrative review. *Rev SOBECC*. 2021;26(3):189-96. <https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100030009>
2. Osorio GOA. Respiratory symptoms associated with electrocautery smoke: a systematic literature review. *J. Appl Biol Biotechnol*. 2021;8(6):206–9. <https://doi.org/10.15406/jabb.2021.08.00275>
3. Canicoba ARB, Poveda VB. Surgical smoke and biological symptoms in healthcare professionals and patients: a systematic review. *J Perianesth Nurs*. 2022;37(1):130-6. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.06.106>
4. Ulmer BC. The hazard of surgical smoke. *AORN J*. 2008;87(4):721-38. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2007.10.012>
5. Treviso P, Peradotto BC, Campiol JV, Knihns NS, Pereira COM, Moriya GAA. Intraoperative surgical smoke: occupational safety measures proposed by specialist nurses. *Rev SOBECC*. 2021;26(4):220-9. <https://doi.org/10.5327/Z1414-4425202100040005>
6. Gestel EAFV, Linssen ES, Creta M, Poels K, Godderis L, Weyler JJ, et al. Assessment of the absorbed dose after exposure to surgical smoke in an operating room. *Toxicol Lett*. 2020;328:45-51. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2020.04.003>
7. Ching-Lan Y, Hsieh S, Lin L, Chi S, Huang T, Yeh S, et al. Factors associated with surgical smoke self-protection behavior of operating room nurses. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(5):965. <https://doi.org/10.3390%2Fhealthcare10050965>
8. Dixon K, Dasgupta D, Vasdev N. A systematic review of the harmful effects of surgical smoke inhalation on operating room personnel. *Health Sci Rev*. 2023;(6):100077. <https://doi.org/10.1016/j.hsr.2023.100077>
9. Swerdlow BN. Surgical smoke and the anesthesia provider. *J Anesth*. 2020;34(4):575-84. <https://doi.org/10.1007/s00540-020-02775-x>
10. Gianella M, Hahnloser D, Rey JM, Sigrist MW. Quantitative chemical analysis of surgical smoke generated during laparoscopic surgery with a vessel-sealing device. *Surg Innov*. 2014;21(2):170-9. <https://doi.org/10.1177/1553350613492025>
11. Wu YC, Tang CS, Huang HY, Liu CH, Chen YL, Chen DR, Lin YW. Chemical production in electrocautery smoke by a novel predictive model. *Eur Surg Res*. 2011;46(2):102-7. <https://doi.org/10.1159/000322855>
12. Navarro MC, González R, Aldrete MG, Carmona DE. Cambios en la mucosa nasal de los médicos por exposición al humo por electrocoagulación. *Rev Fac Nac Salud Pública* 2016;34(2):135-44. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v34n2a02>
13. Vance ME, Strauss F. Preventing exposure to surgical smoke. *AORN J*. 2022;115(2):169-74. <https://doi.org/10.1002/aorn.13613>

14. Netto CM, Leachi HFL, Stanganelli NC, Rocha AF, Ribeiro RP. Use of the N95 mask by nursing exposed to surgical smoke. *Ciênc Cuid Saúde*. 2021;20:e55482. <https://doi.org/10.4025/ciencuidsaude.v20i0.55482>
15. Croke L. Protecting perioperative personnel and patients from surgical smoke. *AORN J*. 2020;111(4):13-15. <https://doi.org/10.1002/aorn.13028>
16. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS): requisitos para projeto e execução das instalações [Internet]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT); 2021[cited 2025 Feb 9]. 28 p. Available from: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=UVh6SkNrZVFjN0YzMXBYd2s0NkZoYXV0djdISncpBaUIMbTZWSGc1RGRiMD0%3D=>
17. Occupational Health & Safety NSW. Work Health and Safety: Controlling Exposure to Surgical Plume [Internet]. Sydney: Occupational Health & Safety; 2015[cited 2025 Feb 9]. Available from: https://www1.health.nsw.gov.au/pds/ActivePDSDocuments/GL2023_018.pdf
18. Caus NC, Barbosa KH, Leachi HF, Rocha AF, Ribeiro RP. Análise da incidência de sinais e sintomas relacionados à exposição ocupacional ao fumo cirúrgico na residência. *Rev Enferm Ref*. 2023;6(2):e22082. <https://doi.org/10.12707/RVI22082>
19. Ministério do Trabalho e Emprego (BR). Norma Regulamentadora nº 4: Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) [Internet]. 2020[cited 2025 Feb 9]. Available from: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-4-nr-4>
20. Ministério da Saúde (BR). NR 32 -Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde [Internet]. 2022[cited 2025 Feb 9]. Available from: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-32-atualizada-2023-1.pdf>
21. Sousa TA, Gomes SLR, Silva SC, Trindade SA, Silva RL, Pinheiro LF, et al. Occupational nursing: the role of nurses in the prevention of accidents and occupational diseases. *Braz J Develop*[Internet]. 2021[cited 2025 Feb 9];7(8):84281-9. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/35030>
22. Sundrani S, Lu J. Calculando as taxas de risco associadas às variáveis explicativas usando modelos de aprendizagem de máquina de dados de sobrevivência. *arXiv*[Internet]. 2021 [cited 2025 Feb 9]. Available from: <https://arxiv.org/abs/2102.00637>
23. Merajikhah A, Imani B, Khazaei S, Bouraghi H. Impact of surgical smoke on the surgical team and operating room nurses and its reduction strategies: a systematic review. *Iran J Public Health*. 2022;51(1):27–36. <https://doi.org/10.18502%2Fijph.v51i1.8289>

24. Olsson A, Guha N, Bouaoun L, Kromhout H, Peters S, Siemiatycki J, et al. Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and lung cancer risk: results from a pooled analysis of case-control studies (SYNERGY). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2022;31(7):1433–41. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-21-1428>
25. Lima MMS, Cavalcante FML, Macêdo TS, Galindo-Neto NM, Caetano JÁ, Barros LM. Cloth face masks to prevent Covid-19 and other respiratory infections. *Rev Latino-Am Enfermagem.* 2020;28:e3353. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.4537.3353>
26. Karjalainen M, Kontunen A, Saari S, Ronkko T, Lekkala J, Roine A, et al. The characterization of surgical smoke from various tissues and its implications for occupational safety. *PLoS One.* 2018;13(4):1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195274>
27. Reis TT, Lopes RDCN, Santos JM, Pereira RA, Dias AK, Markus GWS, et al. Intervenção de enfermagem no trabalho visando à promoção em saúde do trabalhador. *Braz J Dev.* 2021;2(31):84281-91. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-577>
28. Casey VJ, Martin C, Curtin P, Buckley K, McNamara LM. Comparison of surgical smoke generated during electrosurgery with aerosolized particulates from ultrasonic and high-speed cutting. *Ann Biomed Eng.* 2021;49(2):560–72. <https://doi.org/10.1007/s10439-020-02587-w>
29. You B, Zhou W, Li J, Li Z, Sun Y. A review of indoor gaseous organic compounds and human chemical Exposure: insights from real-time measurements. *Environ Int.* 2022;170:107611. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107611>
30. Carvalho AAG, Aidar ALS, Santos BC, Kuramoto DAB, Pereda MR, Correia RM, et al. Recommendations for use of personal protective equipment (PPE) in surgical procedures during the SARS-Cov pandemic. *J Vasc Bras.* 2021;20:e20200044. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200044>
31. Williams K. Guidelines in practice: surgical smoke safety. *AORN J.* 2022. <https://doi.org/10.1002/aorn.13745>
32. Leachi HFL, Bienieki AA, Peixe TS, Ribeiro RP. Proteção respiratória: estudo por microscopia eletrônica de varredura dos filtros das máscaras. *Res Soc Dev.* 2022;11(5):e4011527047. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27047>
33. Ministério do Trabalho e Emprego (BR). Norma Regulamentadora nº 6 – Equipamento de Proteção Individual (EPI) [Internet]. 2022[cited 2025 Feb 1]. Available from: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-06-atualizada-2025.pdf>

Disponibilidade de dados e material

O acesso ao conjunto de dados poderá ser realizado mediante solicitação ao autor correspondente.

Contribuição de Autoria

Conceituação: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Helenize Ferreira Lima Leach; Renata Perfeito Ribeiro.

Curadoria de dados: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Aline Franco da Rocha.

Análise formal: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Aline Franco da Rocha; Helenize Ferreira Lima Leach; Renata Perfeito Ribeiro.

Metodologia: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Aline Franco da Rocha; Renata Perfeito Ribeiro.

Supervisão: Renata Perfeito Ribeiro.

Escrita - rascunho original: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Helenize Ferreira Lima Leach; Aline Franco da Rocha; Renata Perfeito Ribeiro.

Escrita - revisão e edição: Nathanye Crystal Stanganelli Caus; Larissa Padoin Lopes; Vitória Delma Barbosa de Souza; Anayque Taihara de Oliveira Ribeiro; Glaucia Maria Canato.

Conflito de interesse

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesses

Autor Correspondente

Nathanye Crystal Stanganelli CAUS
Email: kany_stanganelli@hotmail.com

Recebido: 21.10.2024

Aprovado: 26.04.2025

Editor associado:

Adriana Aparecida Paz

Editor-chefe:

João Lucas Campos de Oliveira