

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS

**BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA E SAÚDE DOS
TRABALHADORES DE UMA UNIDADE CIRÚRGICA: UMA RELAÇÃO
DIALÉTICA ENTRE O SESMT E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

Florianópolis

2026

REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS

BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA E SAÚDE DOS TRABALHADORES DE
UMA UNIDADE CIRÚRGICA: UMA RELAÇÃO DIALÉTICA ENTRE O SESMT
E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação – Mestrado
Profissional em Proteção Radiológica
do Departamento de Saúde e Serviços
do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina – Câmpus Florianópolis para
obtenção do título de Mestra em
Proteção Radiológica

Linha de pesquisa: Proteção Radiológica do trabalhador.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Almeida Coelho de Melo
Coorientadora: Profa. Dra. Gerusa Ribeiro

Florianópolis
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

De Jesus, Regiane

Boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica: ma relação dialética entre o SESMT e a proteção radiológica / Regiane De Jesus; orientação de Juliana De Melo; coorientação de Gerusa Ribeiro. - Florianópolis, SC, 2026.

210 p.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Mestrado Profissional em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços.

Inclui Referências.

1. Fluoroscopia. 2. Saúde Ocupacional. 3. Centro Cirúrgico. 4. Proteção Radiológica. 5. Processo de Trabalho em Saúde. I. De Melo, Juliana. II. Ribeiro, Gerusa. III. Instituto Federal de Santa Catarina. IV. Boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica.

REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS

**BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA E SAÚDE DOS
TRABALHADORES DE UMA UNIDADE CIRÚRGICA: UMA RELAÇÃO
DIALÉTICA ENTRE O SESMT E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Proteção Radiológica e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Documento assinado digitalmente
 **ANDREA HUHN**
Data: 17/07/2026 09:32:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Andréa Huhn

Documento assinado digitalmente
 **DANIEL ANTONIO KAPPER FABRICIO**
Data: 17/07/2026 16:04:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Daniel Antonio Kapper Fabricio

 Documento assinado digitalmente
TIAGO JORGE ANDERSON
Data: 21/07/2026 19:27:19-0300
CPF: ***.062.269-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Tiago Jorge Anderson

Documento assinado digitalmente
 **FLAVIO AUGUSTO PENNA SOARES**
Data: 21/07/2026 15:34:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Flávio Augusto Penna Soares

Dedico esta dissertação aos meus pais, César e Sirlene, e à minha avó materna, Maria, *in memoriam*, por permanecerem eternamente como meu alicerce e exemplo de amor. Ao meu pai, César Liberato Sobrinho, pelo legado de perseverança e dedicação à vida familiar, acadêmica e profissional (meu grande exemplo de vida). Ao meu marido, Beto, pelo apoio incondicional durante toda esta caminhada. À minha orientadora, Juliana Almeida Coelho de Melo, pela inspiração, paciência e ensinamentos. E aos meus familiares e amigos, pela compreensão nos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui exigiu muito mais do que dedicação acadêmica. Esta trajetória foi construída com esforço, renúncias, aprendizados e, sobretudo, com o apoio de pessoas que estiveram presentes nos momentos mais difíceis e nas pequenas conquistas ao longo do caminho.

Em especial, agradeço aos meus pais, César e Sirlene, que, mesmo ausentes fisicamente, permanecem vivos em minha mente e em meu coração, fortalecendo-me e guiando meus passos diariamente.

Agradeço a Deus pela força, sabedoria e amparo nos momentos em que o cansaço e as dificuldades pareciam maiores que minha própria capacidade de continuar. Foi a fé que sustentou minha caminhada.

Ao meu marido, Beto, por permanecer ao meu lado incondicionalmente, sem medir esforços para me tranquilizar nos momentos mais difíceis, compreendendo minhas ausências e apoiando cada etapa deste processo de aprendizagem.

Aos meus familiares e amigos, pelo incentivo constante e por acompanharem, com carinho, a concretização de mais esta conquista.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realização deste mestrado e por proporcionar um ambiente de aprendizado, crescimento profissional e desenvolvimento científico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização desta pesquisa.

Ao físico em radiodiagnóstico, Sr. Walmoli Gerber Júnior, e à Profa. Ma. Caroline S. Farenzena, pela orientação inicial e por contribuírem significativamente para a escolha e construção deste projeto, guiando os primeiros passos desta trajetória acadêmica.

À minha orientadora, Profa. Dra. Juliana Almeida Coelho de Melo, pela dedicação, paciência, incentivo e confiança ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação criteriosa e seu olhar perspicaz foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e profissional.

À coorientadora Profa. Dra. Gerusa Ribeiro, pelas valiosas contribuições, pelo apoio e pelo compartilhamento de conhecimentos ao longo desta pesquisa.

À banca de qualificação, composta pelas Profas. Dras. Andrea Huhn e Carolina Neis, pelas importantes sugestões e contribuições que enriqueceram este estudo.

Aos professores do mestrado, pela competência, dedicação e compromisso com a formação profissional e humana, inspirando novas gerações por meio do conhecimento e da ciência.

Aos colegas de turma do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica 2024, por tornarem esta jornada mais leve, acolhedora e significativa. Em especial, à Yasmim dos Santos Maria, Amanda Clarice S. Santos e Florência A. Perez Gutierrez, pelos ensinamentos, apoio e amizade compartilhados ao longo deste percurso.

Expresso meus sinceros agradecimentos à Instituição Coparticipante, por autorizar e viabilizar a realização desta pesquisa, disponibilizando a infraestrutura necessária e proporcionando um ambiente favorável ao desenvolvimento das atividades. Agradeço também aos profissionais da instituição pela receptividade, colaboração e apoio durante todas as etapas do estudo, cuja contribuição foi fundamental para a concretização deste trabalho.

Aos profissionais da Segurança do Trabalho e do centro cirúrgico, como médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e demais profissionais envolvidos pela receptividade, disponibilidade e colaboração durante a coleta de dados, contribuindo de forma essencial para a execução desta pesquisa.

Em especial, ao Sr. Carlos Sparremberger, Irmã Jesica A. Benitez, Enf. Denize Moretti, Enf. Andréia Vieira, Enf. Carla C. Bittencourt, Irmã Valcirene S. Barbosa, Bioq. Ana Paula Panatto, Allan Marques e Enf. Aline Silva, pelo apoio e colaboração ao longo desta caminhada.

À Vanellus e, em especial, ao engenheiro físico, Dr. João Pedro K. Abal, pela confiança, parceria e disponibilidade ao fornecer os dosímetros em tempo real utilizados nesta pesquisa, tornando possível o desenvolvimento deste projeto.

Ao Prof. Dr. Flávio A. P. Soares, pelo apoio durante a implantação dos dosímetros em tempo real, contribuindo significativamente para a execução desta pesquisa.

À banca de defesa, pela disponibilidade e avaliação deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho e para a concretização desta dissertação. Nenhuma conquista acontece de forma isolada, e este trabalho carrega um pouco de cada pessoa que esteve presente nesta jornada.

“Você não sabe o quanto eu caminhei...

Pra chegar até aqui...

Percorri milhas e milhas antes de dormir...

Eu nem cochilei...

Os mais belos montes escalei....

Nas noites escuras de frio chorei, ei, ei, ei...

Meu caminho só meu pai pode mudar..."

"A Estrada", de Toni Garrido, Da Ghama, Lazão e Bino Farias.

*“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo
começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”*

James R. Sherman

RESUMO

Objetivo: Compreender a relação dialética entre os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a proteção radiológica na implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, de abordagem qualitativa, desenvolvida em um centro cirúrgico hospitalar. Participaram do estudo 75 trabalhadores de diferentes categorias profissionais. A coleta de dados ocorreu entre agosto e novembro de 2025 por meio de observação não participante do processo de trabalho, aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) e a utilização de dosímetros eletrônicos de leitura direta em tempo real. Durante a observação não participante, foram acompanhados 36 procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia. Participaram da TALP 56 trabalhadores, sendo 51 relacionados ao centro cirúrgico e cinco ao SESMT. O dosímetro em tempo real foi utilizado por 44 trabalhadores em 25 procedimentos cirúrgicos, totalizando 70 registros dosimétricos. Também foram analisados aspectos relacionados ao posicionamento ocupacional, uso de equipamentos de proteção, utilização do dosímetro passivo e dinâmica dos procedimentos cirúrgicos. Os dados qualitativos da observação e da TALP foram submetidos à análise de conteúdo, de Bardin, com apoio do software ATLAS.ti. Os dados qualitativos tratados da leitura dos dosímetros foram triangulados em relação à observação não participante realizada durante os procedimentos monitorados. **Resultados:** Os resultados desta pesquisa possibilitaram o desenvolvimento de três produtos técnico-tecnológicos: dois manuscritos científicos e um manual de boas práticas em proteção radiológica direcionado ao SESMT. O primeiro manuscrito revelou fragilidades na relação entre o Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a proteção radiológica, evidenciando dissociação entre o reconhecimento da radiação ionizante como risco ocupacional e a incorporação sistemática de práticas de proteção no cotidiano do trabalho cirúrgico. Também foram identificadas limitações na atuação do SESMT, predominantemente normativa e administrativa, com baixa inserção nas práticas concretas de trabalho. O segundo manuscrito tratou do monitoramento da exposição ocupacional à radiação ionizante por meio de dosimetria eletrônica em tempo real, demonstrando heterogeneidade das doses entre categorias profissionais e procedimentos

cirúrgicos, com maiores níveis de exposição entre médicos cirurgiões e instrumentadores em procedimentos ortopédicos e cardiovasculares com uso intensivo de fluoroscopia. A análise dos dados evidenciou potencial relevante de exposição ocupacional acumulada ao longo da vida laboral e fragilidades relacionadas ao uso de equipamentos de proteção, posicionamento ocupacional e monitoramento contínuo da exposição. Já o manual técnico foi desenvolvido com o objetivo de subsidiar a atuação do SESMT em unidades cirúrgicas com fluoroscopia, contemplando diretrizes organizacionais, operacionais e educativas voltadas ao fortalecimento das práticas de proteção radiológica e da cultura de segurança no ambiente hospitalar. **Conclusão:** A pesquisa permitiu compreender que a relação dialética entre o SESMT e a proteção radiológica em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia ocorre de maneira fragilizada e pouco integrada ao processo de trabalho, marcada por contradições entre as normativas institucionais e as práticas efetivamente desenvolvidas na rotina laboral. Embora a radiação ionizante seja reconhecida como risco ocupacional, observou-se dificuldade na consolidação de práticas sistemáticas e na incorporação da cultura de proteção radiológica pelos trabalhadores e pela gestão institucional. Nesse contexto, os achados evidenciam a necessidade de fortalecimento da atuação do SESMT como agente articulador entre gestão, educação permanente, monitoramento da exposição ocupacional e organização do trabalho, favorecendo a implementação de estratégias contínuas de proteção radiológica voltadas à segurança e à saúde dos trabalhadores expostos à radiação ionizante em unidades cirúrgicas.

Palavras-chave: Fluoroscopia; Saúde Ocupacional; Centro Cirúrgico; Proteção Radiológica; Processo de Trabalho em Saúde.

ABSTRACT

Objective: To understand the dialectical relationship between Specialized Services in Occupational Safety and Medicine (SESMT) and radiological protection in the implementation of good practices in occupational safety and health of workers in a hospital surgical unit in Southern Brazil. **Methodology:** This is an exploratory and descriptive study, with a qualitative approach, developed in a hospital surgical center in Southern Brazil. Seventy-five workers from different professional categories participated in the study. Data collection took place between August and November 2025 through non-participant observation of the work process, application of the Free Word Association Technique (FWAT), and the use of real-time direct-reading electronic dosimeters. During non-participant observation, 36 surgical procedures were monitored using fluoroscopy. Fifty-seven workers participated in the FWAT. The real-time dosimeter was used by 44 workers in 25 surgical procedures, totaling 70 dosimetric records. Aspects related to occupational positioning, use of protective equipment, use of passive dosimeters, and the dynamics of surgical procedures were also analyzed. Qualitative data from observation and TALP were subjected to Bardin's content analysis, with the support of the ATLAS.ti software. The treatment of qualitative data from dosimeter readings was triangulated in relation to non-participant observation performed during the monitored procedures. **Results:** The results of this research enabled the development of three technical-technological products: two scientific manuscripts and a manual of good practices in radiological protection aimed at the Occupational Safety and Health Service (SESMT). The first manuscript revealed weaknesses in the relationship between the SESMT and radiological protection, highlighting a dissociation between the recognition of ionizing radiation as an occupational risk and the systematic incorporation of protection practices in the daily routine of surgical work. Limitations in the SESMT's performance were also identified, predominantly normative and administrative, with low insertion in concrete work practices. The second manuscript dealt with the monitoring of occupational exposure to ionizing radiation through real-time electronic dosimetry, demonstrating heterogeneity of doses among professional categories and surgical procedures, with higher levels of exposure among surgeons and surgical instrument technicians in orthopedic and cardiovascular procedures with intensive use of fluoroscopy. The data analysis revealed a significant potential for cumulative occupational exposure

throughout working life and weaknesses related to the use of protective equipment, occupational positioning, and continuous exposure monitoring. The technical manual was developed to support the work of the Occupational Health and Safety Service (SESMT) in surgical units using fluoroscopy, including organizational, operational, and educational guidelines aimed at strengthening radiological protection practices and a safety culture in the hospital environment. **Conclusion:** The research revealed that the dialectical relationship between the Occupational Health and Safety Service (SESMT) and radiological protection in surgical units using fluoroscopy is weak and poorly integrated into the work process, marked by contradictions between institutional regulations and the practices actually developed in the work routine. Although ionizing radiation is recognized as an occupational risk, difficulties were observed in consolidating systematic practices and incorporating a culture of radiological protection by workers and institutional management. In this context, the findings highlight the need to strengthen the role of the SESMT as an articulating agent between management, continuing education, monitoring of occupational exposure, and work organization, favoring the implementation of continuous radiological protection strategies aimed at the safety and health of workers exposed to ionizing radiation in surgical units.

Keywords: Fluoroscopy. Occupational Health. Surgical Center. Radiological Protection. Healthcare Work Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes do equipamento de arco em C em ambiente cirúrgico.....	pág. 56
Figura 2 – Informações relevantes para acompanhamento do Dosímetro em tempo real.....	pág. 65
Figura 3 – Etapas da Pesquisa.....	pág. 72
Figura 4 – ATLAS.ti - Licença de Estudante – L-BFB-4 ^a 3_Versão 2025/2026....	pág. 78
Figura 5 – Visão Geral do Projeto.....	pág. 79
Figura 6 – Codificação dos Dados.....	pág. 79
Figura 7 – Grupos de Códigos.....	pág. 80
Figura 8 – Apresentação de Rede.....	pág. 80

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIEA – Agência Internacional de Energia Atômica
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BLE – *Bluetooth* de baixa energia
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAQDAS – Software de análise de dados qualitativos auxiliado por computador
CC – Centro Cirúrgico
CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DIVS – Diretoria de Vigilância Sanitária
DNA – Ácido desoxirribonucleico
EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
EPI – Equipamento de Proteção Individual
FAPESC – Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
GRO – Gerenciamento de Riscos Ocupacionais
ICRP – Comissão Internacional de Proteção Radiológica
IOMP – Organização Internacional de Física Médica
IRPA – Associação Internacional de Proteção Radiológica
MEC – Ministério da Educação e Cultura
MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
NN – Norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear
NR – Norma Regulamentadora
OHSAS – Série de Avaliações de Saúde e Segurança Ocupacional
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos
POP – Procedimento Operacional Padrão
PPR – Programa de Proteção Radiológica
PR – Proteção Radiológica

RELID – Avaliação Retrospectiva de Lesões e Dose da Lente

SES – Secretarias Estaduais de Saúde

SESMT – Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho

SST – Segurança e Saúde do Trabalho

SUS – Sistema Único de Saúde

TALP – Associação Livre de Palavras

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNSCEAR – Comitê Científico sobre os Efeitos da Radiação Atômica

KV – Quilovolt

MA – Miliampere

S – Segundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Justificativa.....	25
1.2 Objetivo geral	31
1.3 Objetivos específicos.....	31
2 REVISÃO DA LITERATURA	32
A GESTÃO DO SESMT E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM UNIDADES CIRÚRGICAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....	33
2.1 Revisão Narrativa da Literatura.....	55
2.1.1 Centro Cirúrgico e o uso da fluoroscopia	55
2.1.2 Saúde do trabalhador: atuação do SESMT	58
2.1.3 Proteção Radiológica em unidade cirúrgica	61
2.1.4 Dosímetro em tempo real	64
2.1.5 A perspectiva dialética na compreensão entre o SESMT e a Proteção Radiológica	66
3 METODOLOGIA.....	67
3.1 Local da pesquisa	69
3.2 Participantes da pesquisa	70
3.2.1 Critérios de inclusão	70
3.2.2 Critérios de exclusão	70
3.3 Coleta de dados.....	70
3.4 Organização e Análise dos dados	76
3.5 Aspectos éticos	81
4 RESULTADOS	82
4.1 Manuscrito 1	85
4.2 Manuscrito 2	111
4.3 Manual Técnico de Boas Práticas em Proteção Radiológica para Gestão do SESMT em Unidades Cirúrgicas com Fluoroscopia.....	129
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
REFERÊNCIAS	175

APÊNDICE A - DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO NÃO PARTICIPANTE	185
APÊNDICE B - DADOS DO DOSÍMETRO EM TEMPO REAL	187
APÊNDICE C - TÉCNICA DE ASSOCIAÇÃO LIVRE DE PALAVRAS (TALP) PALAVRAS E FRASES INDUTORAS	188
APÊNDICE D - TÉCNICA DE ASSOCIAÇÃO LIVRE DE PALAVRAS (TALP) PALAVRAS EVOCADAS	190
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	195
ANEXO B - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS PSEUDONIMIZADOS PARA FINS DE PESQUISA DA EMPRESA VANELLUS TECNOLOGIA LTDA. E IFSC	201
ANEXO C - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DOS DOSÍMETROS (LCD/CDTN).....	202
ANEXO D – PRODUTOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CAPES	206
ANEXO E – RELATÓRIO DE COLETA DE DOSES.....	209

1 INTRODUÇÃO

Depois de mais de um século de uso de raios X para diagnosticar e tratar doenças, a expansão do seu uso para áreas não vinculadas aos serviços de imagem é muito mais comum atualmente do que em qualquer outra época. Consequentemente, procedimentos cirúrgicos realizados por diversos especialistas (ortopedistas, urologistas, gastroenterologistas, angiologistas, anestesistas etc.), em razão do número crescente de procedimentos com fluoroscopia em centros cirúrgicos (ICRP, 2010), precisam ser integrados aos princípios da Proteção Radiológica. Isto porque, à medida que a tecnologia avança, os procedimentos intervencionistas tornam-se cada vez mais complexos, e alguns podem levar várias horas para serem concluídos. Sendo assim, é correto afirmar que novas tecnologias também apresentam novos desafios para a proteção radiológica (ICRP, 2018).

A radiologia intervencionista é uma área de atuação médica que engloba intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas por diferentes mecanismos de imagem, entre eles, a fluoroscopia. A técnica envolve métodos minimamente invasivos, que, associados a imagens radiológicas, permitem localizar patologias e tratá-las com mais precisão (Sebastião; Flôr; Anderson, 2022). Ela foi uma das primeiras modalidades de imagem intraoperatória em tempo real e continua sendo a técnica mais utilizada até o presente (Gomes *et al.*, 2022). Entretanto, embora ofereça benefícios significativos aos pacientes, o uso da fluoroscopia também levanta preocupações quanto aos riscos decorrentes da exposição ocupacional à radiação ionizante para a equipe cirúrgica, visto que seus efeitos são ainda pouco conhecidos.

Este cenário de avanço das cirurgias minimamente invasivas e da crescente necessidade de obtenção de imagens em tempo real favoreceram o desenvolvimento do arco cirúrgico, também conhecido como arco em C. Este equipamento foi projetado para ser preciso durante as cirurgias; sua haste principal permite que a estrutura seja elevada, abaixada ou alongada dependendo da necessidade do procedimento. Sua projeção possibilita uma rotação ou angulação (sentido cefálico ou caudal) do conjunto tubo-receptor em 180°. A posição habitual desse conjunto, tubo de raios X na extremidade inferior e receptor na extremidade superior, está diretamente relacionada ao princípio de proteção radiológica, pois diminui a produção de radiação secundária em direção à cabeça, pescoço e tronco do trabalhador. A radiação dispersa é influenciada principalmente pela orientação do arco em “C”, com os níveis mais altos de radiação próximos ao tubo de raios X no lado do paciente.

O sistema móvel do arco em C é composto por tubo de raios X com

colimadores integrados (montado em uma extremidade) e um intensificador de imagem de tela plana atuando como receptor digital. O equipamento também consiste em um console que permite controlar todos os parâmetros técnicos, como a voltagem aplicada em kV, a corrente nos filamentos (mA) e o tempo (s). O arco em C é conectado por cabo, contendo monitores de exibição de suporte, processamento de imagem e dispositivos de gravação. O intensificador de imagem nos sistemas de fluoroscopia possui duas tecnologias: uma delas captura a luz visível, produzindo-a e transformando-a em sinal elétrico para, então, ser transferido ao computador, e outra que utiliza um modo direto de conversão dos raios X em sinal (Mesquita; Da Silva, 2023).

Devido à sua compacidade e mobilidade, o arco em C é um equipamento de imagem de fluoroscopia muito utilizado durante cirurgias de diversas especialidades como ortopedia, urologia e cardiologia (Park *et al.*, 2012; De Queiroz *et al.*, 2019). Durante as cirurgias, o arco cirúrgico emite radiação contínua de baixa dose por intermédio de um fluoroscópio, obtendo assim, imagens dinâmicas em tempo real das estruturas internas do paciente. Essas imagens auxiliam e facilitam a realização dos procedimentos cirúrgicos, permitindo analisar se a direção do preparo está correta e, caso contrário, corrigi-la.

Apesar das vantagens, a utilização do arco em C também tem suas inconveniências, incluindo o aumento do tempo operatório, devido à interrupção do procedimento cirúrgico para posicionamento do fluoroscópio durante a aquisição de imagens, aumentando, assim, a exposição à radiação ionizante da equipe cirúrgica e do paciente. Entretanto, o aumento do tempo cirúrgico é admissível quando comparado aos benefícios do uso da fluoroscopia. Em relação à exposição à radiação, sabe-se que os aparelhos fluoroscópicos emitem baixas doses de radiação, contudo, boas práticas em proteção radiológica devem ser implementadas e seguidas, atuando, desse modo, na prevenção de efeitos biológicos da radiação ionizante, para a equipe cirúrgica e para o paciente (Queiroz *et al.*, 2019).

Não obstante seus benefícios, a fluoroscopia pode resultar em doses elevadas de radiação para pacientes e trabalhadores, o que pode ocasionar lesões radioinduzidas devido a exposições prolongadas e repetitivas (Coutinho, 2024). Segundo Chida (2022), o potencial de superexposição durante procedimentos guiados por fluoroscopia é alto, e a equipe de trabalhadores corre o risco de sofrer lesões induzidas por radiação, como, por exemplo, a catarata. Portanto, o conhecimento dos riscos, seus efeitos, bem como os princípios e mecanismos de

proteção radiológica são cruciais para a segurança e saúde de todos os envolvidos.

Cabe esclarecer que, embora os efeitos ocupacionais decorrentes da exposição crônica à radiação ionizante sejam amplamente reconhecidos pela literatura, sua ocorrência é relativamente rara e de difícil mensuração epidemiológica, principalmente em razão do longo período de latência das doenças radioinduzidas e da dificuldade de estabelecer o nexo causal entre a exposição ocupacional e o desfecho clínico. Entre os agravos mais frequentemente associados à exposição prolongada, destacam-se as neoplasias, as leucemias e a catarata radioinduzida, considerados efeitos estocásticos da radiação, cuja probabilidade de ocorrência aumenta com a dose acumulada, ainda que não exista um limiar considerado completamente seguro para sua manifestação (ICRP, 2007; IAEA, 2018; UNSCEAR, 2020).

Essa dificuldade também é evidenciada em estudos epidemiológicos internacionais. Em uma coorte composta por 43.823 técnicos de radiologia norte-americanos, acompanhados entre 1980 e 2020, com análise de 762.310 registros anuais de dosimetria, observou-se que, embora as doses ocupacionais tenham permanecido, em geral, abaixo dos limites recomendados, trabalhadores que atuavam com maior frequência em procedimentos intervencionistas guiados por fluoroscopia, que permaneciam mais próximos aos pacientes e participavam de procedimentos de maior complexidade, apresentaram maiores doses acumuladas ao longo da vida laboral. Os autores ressaltam que a identificação de doenças radioinduzidas permanece limitada pela baixa frequência desses eventos, pela longa latência dos efeitos estocásticos e pela necessidade de monitoramento longitudinal das doses ocupacionais, reforçando a importância do acompanhamento dosimétrico contínuo e das medidas de proteção radiológica (Milder *et al.*, 2024).

No contexto nacional, a análise realizada no Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (SmartLab/MPT), considerando o CNAE 8610-1/02 (atividades de atendimento hospitalar), os grupos ocupacionais selecionados da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) e os diagnósticos compatíveis com efeitos da exposição à radiação ionizante (CID-10), não evidenciou registros estatisticamente desagregados que permitissem a quantificação específica de doenças ocupacionais radioinduzidas por categoria profissional. Essa limitação decorre da baixa frequência desses agravos na base de dados, das normas de sigilo estatístico adotadas pelo sistema e da dificuldade de vinculação causal entre a exposição ocupacional crônica e doenças de manifestação tardia. Assim, a ausência de indicadores epidemiológicos

específicos não deve ser interpretada como ausência de risco, mas como reflexo das características biológicas dos efeitos estocásticos da radiação e das limitações inerentes aos sistemas de vigilância, reforçando a necessidade de monitoramento dosimétrico contínuo e de ações permanentes de prevenção desenvolvidas pelos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) (Brasil, 2026; ICRP, 2007; IAEA, 2018; UNSCEAR, 2020).

A proteção radiológica constitui um campo multiprofissional e interdisciplinar que envolve a atuação articulada de diferentes atores institucionais, como o Supervisor de Proteção Radiológica, os serviços de radiologia e diagnóstico por imagem, a física médica, as coordenações assistenciais, as comissões institucionais e a gestão organizacional. Nesse contexto, embora o SESMT desempenhe papel relevante na promoção da segurança e saúde dos trabalhadores, suas atribuições coexistem com responsabilidades técnicas e gerenciais compartilhadas por outros setores. Apesar da reconhecida associação causal entre a exposição ocupacional crônica à radiação ionizante e essas doenças, os registros previdenciários brasileiros apresentam baixa frequência de notificações específicas quando estratificados simultaneamente por CNAE, ocupação e CID, impossibilitando estimativas robustas para profissionais de centro cirúrgico.

Além das diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32), a proteção radiológica nos serviços de saúde é regulamentada por instrumentos normativos específicos que fundamentam a organização dos processos de trabalho e a segurança dos trabalhadores expostos à radiação ionizante. Nesse âmbito, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 611/2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento dos serviços de radiologia diagnóstica e intervencionista, determinando a implementação de Programa de Proteção Radiológica, Programa de Garantia da Qualidade, educação permanente e medidas de prevenção, controle e monitoramento das exposições ocupacionais, médicas e do público. Essas exigências reforçam que a proteção radiológica deve estar integrada aos processos assistenciais e de gestão dos serviços de saúde, especialmente em ambientes cirúrgicos que utilizam fluoroscopia.

No Brasil, a Norma ANSN 3.01/2025 estabelece os requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação, baseados na justificativa, otimização das exposições segundo o princípio ALARA (*As Low As*

Reasonably Achievable) e limitação de doses, além de definir requisitos para monitoração individual, classificação de áreas, controle ocupacional e responsabilidades institucionais relacionadas à segurança radiológica. Portanto, é a RDC nº 611/2022 e a CNEN 344/2025 que compõem o principal referencial normativo que sustenta as ações de proteção radiológica em serviços de saúde, fornecendo as bases regulatórias que justificam a adoção de estratégias de monitoramento ocupacional, educação permanente e fortalecimento da cultura de segurança, aspectos diretamente relacionados ao presente estudo.

Diante do exposto, o problema central desta pesquisa reside na natureza reativa das intervenções de segurança e saúde, que, muitas vezes, ignoram a dinâmica real das unidades cirúrgicas. A proposta desta pesquisa fundamenta-se na relação dialética entre as normas legais e a prática assistencial, buscando superar a "invisibilidade" do risco, por meio da educação e do uso de tecnologias inovadoras, como a dosimetria eletrônica em tempo real (Nunes, 2023; Sebastião; Flôr; Anderson, 2022; Diaz, 2021).

A dosimetria é um método utilizado para quantificar a dose de radiação ionizante dos trabalhadores expostos durante as práticas radiológicas. A técnica utiliza detectores específicos para obtenção de resultados, seja ele de corpo inteiro, órgão ou tecido humano. A utilização correta do dosímetro é muito importante para a proteção radiológica, tendo em vista que uma boa gestão do resultado obtido pode evitar os efeitos determinísticos e minimizar as probabilidades de ocorrência de efeitos estocásticos a níveis considerados seguros (Nunes, 2022).

De acordo com os estudos realizados por Sebastião, Flôr e Anderson (2022), a formação dos trabalhadores que atuam na radiologia intervencionista em proteção radiológica ainda é insuficiente. O conhecimento fragilizado em relação à exposição às radiações ionizantes e seus efeitos biológicos acarreta o aumento de práticas inseguras durante os procedimentos intervencionistas. A baixa adesão ao uso do dosímetro individual de dose para monitoramento da exposição, a negligência no uso dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) e Individual (EPI), o tempo de uso do equipamento de arco em C, a distância e o posicionamento em relação à fonte de radiação, bem como a falta de educação permanente dos trabalhadores tornam-se, cada vez mais, questões urgentes a serem tratadas no âmbito das boas práticas da proteção radiológica.

A impossibilidade de detectar a radiação ionizante pelos cinco sentidos

humanos (visão, audição, tato, paladar e olfato) pode induzir o trabalhador a uma falsa sensação de segurança. Diante disso, é importante ressaltar a necessidade do conhecimento sobre os riscos e sobre a manipulação segura dos equipamentos emissores de radiação, promovendo assim, a cultura de proteção radiológica entre os trabalhadores (De Bernardo, 2021). Tal cultura é fundamental para garantir que as tecnologias radiológicas, em especial as intervencionistas, sejam utilizadas de forma responsável dentro dos estabelecimentos de saúde. Para a maioria dos trabalhadores da saúde, as doses ocupacionais e os riscos dela oriundos são extremamente baixos, favorecendo uma percepção ilusória sobre estarem em segurança durante a prática fluoroscópica. No entanto, a complexidade da área, o tempo dos procedimentos, assim como o número de trabalhadores envolvidos pode representar um potencial crescente de doses significativas para a equipe participante, particularmente para os olhos e as extremidades (OMS, 2024; AIEA, 2024; IOMP, 2024; IRPA, 2024).

No Brasil, ao abordar os riscos ocupacionais existentes nas atividades laborais e na cultura de prevenção com foco na segurança e saúde do trabalhador, destacam-se as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. A NR 1 tem como objetivo principal:

estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras - NR relativas à segurança e saúde no trabalho e as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho - SST (Brasil, 2026, p. 1).

Com o objetivo de proteger e preservar a saúde de seus empregados em relação aos riscos ocupacionais – conforme avaliação de riscos do Programa de Gerenciamento de Risco - PGR, previsto na NR 1 – a NR 7 estabelece critérios necessários para o desenvolvimento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Tanto o GRO quanto o PGR e o PCMSO são de responsabilidade dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT - NR 4) e que têm por objetivo

promover a realização de atividades de orientação, informação e conscientização dos trabalhadores para a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, elaborando e participando do levantamento de riscos existentes no ambiente de trabalho (Brasil, 2026, p. 2).

A compreensão do processo de trabalho na prática radiológica intervencionista requer analisar não somente a aplicação dos princípios da proteção radiológica no

cotidiano dos trabalhadores, mas também os fatores organizacionais que influenciam sua efetiva incorporação às práticas assistenciais. Nesse sentido, destaca-se a atuação do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), cuja participação é estratégica na gestão da proteção radiológica dos estabelecimentos de saúde, ao articular o atendimento às exigências regulatórias, a vigilância dos riscos ocupacionais e o desenvolvimento de ações voltadas à promoção da saúde e da segurança dos trabalhadores (Sebastião; Flôr; Anderson, 2022).

Contudo, a implementação das exigências normativas ainda representa um desafio diante da complexidade inerente aos procedimentos intervencionistas, caracterizados pela variabilidade técnica, pela necessidade de respostas rápidas e pela exposição contínua à radiação ionizante. Nesses cenários, a adoção de medidas de proteção radiológica não pode limitar-se ao cumprimento formal da legislação, mas deve ser sustentada por processos institucionais capazes de integrar aspectos técnicos, organizacionais e comportamentais. Assim, a efetividade da proteção radiológica depende da consolidação de uma cultura de segurança que favoreça a educação permanente, o desenvolvimento de competências, a adesão consistente às boas práticas e o comprometimento compartilhado entre gestores e trabalhadores na prevenção dos riscos ocupacionais e na otimização da proteção radiológica (De Bernardo, 2021). Além disso, a realização deste estudo busca contribuir para a redução das lacunas existentes na produção científica acerca da atuação do SESMT na promoção da cultura de proteção radiológica em unidades cirúrgicas hospitalares, especificamente em procedimentos com uso de fluoroscopia.

1.1 Justificativa

A fluoroscopia é um dos métodos de imagem de raios x mais utilizados na radiologia intervencionista para obtenção de imagens em tempo real (Amaral; Andrade; Labronici, 2021). Apesar de sua inegável contribuição para a medicina moderna, essa técnica pode oferecer sérios riscos caso não seja adequadamente utilizada, acarretando alto nível de exposição não só ao paciente como para toda equipe de trabalho (Wan *et al.*, 2021). A exposição – de pacientes, cirurgiões, anestesistas, trabalhadores da enfermagem, entre outros – à radiação ionizante nas salas cirúrgicas, tem despertado crescente preocupação nas áreas médica e científica (Amaral; Andrade; Labronici, 2021).

Diante da inexistência de uma dose de radiação ionizante reconhecidamente segura e do fato de que mesmo baixas doses, durante as cirurgias com fluoroscopia, podem acumular-se ao longo da vida dos trabalhadores, este é um tema que merece total atenção (Amaral; Andrade; Labronici, 2021). Isto porque, lesões por radiação, como catarata, foram relatadas em trabalhadores que têm a radiologia intervencionista em seu cotidiano de trabalho, reforçando a necessidade de estudos voltados à minimização de tais impactos na saúde desses profissionais (Chida, 2022).

Embora os equipamentos de proteção radiológica contribuam significativamente para a redução da exposição ocupacional à radiação ionizante, nenhum deles é capaz de eliminar completamente a exposição dos trabalhadores. Por esse motivo, a equipe atuante em radiologia intervencionista deve ser adequadamente conscientizada quanto às estratégias de proteção radiológica voltadas à redução da exposição tanto dos pacientes quanto dos profissionais. Além disso, é fundamental que os trabalhadores conheçam e apliquem os diversos métodos disponíveis para otimização da dose do paciente, uma vez que a redução da exposição do paciente repercute diretamente na diminuição da exposição ocupacional da equipe, sem prejuízo à qualidade diagnóstica e aos benefícios clínicos do procedimento (Chida, 2022).

Logo, evidencia-se que a fluoroscopia tem uma contribuição significativa para a medicina moderna, entretanto, apresenta potencial de risco físico como a radiação ionizante dentro das unidades cirúrgicas. A exposição ocupacional à radiação ionizante está associada à ocorrência de efeitos biológicos adversos, inclusive potenciais repercussões para a gestação. Desse modo, a adoção de práticas seguras durante a utilização da fluoroscopia é fundamental para minimizar a exposição ocupacional e promover a proteção dos trabalhadores envolvidos (Wan *et al.*, 2021). Uma Avaliação Retrospectiva de Lesões e Dose da Lente (RELID) foi iniciada pela AIEA em 2008, e o estudo mostrou que a incidência de alterações no cristalino típicas da exposição à radiação ionizante foi encontrada em uma grande fração de trabalhadores intervencionistas. Sendo assim, a “cultura de campo” além da cultura científica, de engenharia ou médica é uma maneira de prever problemas e propor melhorias no ambiente de trabalho. Incorporar a cultura da proteção radiológica dentro do centro cirúrgico é sem dúvida a maneira mais eficaz de alcançar o comprometimento de todos os envolvidos nas práticas intervencionistas (OMS, 2024; AIEA, 2024; IOMP, 2024; IRPA, 2024). Conforme ICRP (2010), a negligência

durante a análise das atividades, das inspeções de segurança, da importância do uso dos equipamentos de proteção, da utilização adequada do monitor individual de dose, do conhecimento dos riscos e dos treinamentos em proteção radiológica, pode aumentar ainda mais a exposição à radiação ionizante dos trabalhadores que utilizam fluoroscopia no centro cirúrgico.

Ademais, dados do DATASUS, referentes ao mês de dezembro de 2024, evidenciam que o estado de Santa Catarina possui 111 equipamentos de raios x com fluoroscopia e 47 equipamentos de raios x para hemodinâmica distribuídos entre os municípios do estado, demonstrando a importância de uma força de trabalho capacitada para tal atuação (Brasil, 2024). Já para o Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR, 2021) os procedimentos de fluoroscopia e os procedimentos intervencionistas contribuem com, aproximadamente, 10% da dose coletiva mundial, oriunda da exposição médica.

A fluoroscopia em centros cirúrgicos é regida por um conjunto de legislações importantes, incluindo normas da CNEN, da ANVISA e Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego, devido ao alto risco decorrente da exposição à radiação ionizante (Coutinho, 2024). De acordo com a NR 04, empresas privadas, públicas e órgãos governamentais que empregam trabalhadores regidos pela CLT são obrigados a manter Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), com o objetivo de garantir a saúde e a segurança desse público (MTE, 2022).

Desse modo, no que tange aos riscos ocupacionais existentes nas atividades laborais e na cultura de prevenção com foco na segurança e saúde do trabalhador, são as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego as responsáveis por “estabelecer diretrizes e os requisitos básicos para o Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO) e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde do Trabalho (SST)”.

Conquanto a legislação brasileira estabeleça mecanismos por meio do Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (GRO), do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) e do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), observa-se que a efetividade dessas ferramentas depende da participação ativa dos trabalhadores e da consolidação de uma cultura organizacional voltada à prevenção (Brasil, 2024). Além disso, a NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde (MTE, 2022) – estabelece que todo empregador deve implementar medidas de proteção coletiva e individual relacionadas aos riscos radiológicos,

promovendo assim, a capacitação em proteção radiológica inicial e de forma continuada para os trabalhadores ocupacionalmente expostos às radiações ionizantes. Dentre essas medidas, o trabalhador deve: permanecer nestas áreas o menor tempo possível para a realização do procedimento; ter conhecimento dos riscos radiológicos associados ao seu trabalho; estar capacitado inicialmente e de forma continuada em proteção radiológica; usar os EPIs adequados para a minimização dos riscos e estar sob monitoração individual de dose de radiação ionizante, nos casos em que a exposição seja ocupacional.

Nas instituições de saúde que utilizam fluoroscopia em centros cirúrgicos, a Proteção Radiológica (PR) é uma das atribuições do SESMT. Deste modo, nos termos da Norma Regulamentadora nº 07 (NR-07), compete aos profissionais que o integram elaborar, ou participar da elaboração, do inventário de riscos; implementar medidas de prevenção, de acordo com a classificação de risco do PGR; elaborar plano de trabalho e monitorar metas, indicadores e resultados de segurança e saúde no trabalho; responsabilizar-se tecnicamente pela orientação quanto ao cumprimento do disposto nas NRs aplicáveis às atividades executadas pela organização; promover a realização de atividades de orientação, informação e conscientização dos trabalhadores para a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho; e acompanhar e participar nas ações do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO.

Nesse âmbito, atualmente, poucos estudos são encontrados sobre o trabalho do SESMT com foco na segurança e na saúde dos trabalhadores expostos à radiação ionizante nos centros cirúrgicos. Em busca realizada no Banco de Teses e Dissertações da CAPES, com os termos “Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho” combinado com “Radiação Ionizante”, ou “Proteção Radiológica” ou “Fluoroscopia”, retornaram somente dois estudos; um voltado à saúde do trabalhador, do ano de 2002, e outro relacionado à gerenciamento de resíduos, do ano de 2023.

No entanto, observações práticas da pesquisadora, na condição de Engenheira de Segurança do Trabalho e membro integrante do Comitê de Proteção Radiológica da Instituição Participante, indicam que parte dos trabalhadores ainda demonstra resistência à utilização contínua do dosímetro individual de dose e dos equipamentos de proteção radiológica. Entre os fatores mais frequentemente relatados estão o peso dos aventais plumbíferos, o desconforto térmico, a limitação de movimentos durante procedimentos prolongados e a percepção equivocada de

que a exposição diária à radiação é insignificante (Freitas, 2024). Além disso, identificou-se situações em que o uso inadequado ou intermitente desses dispositivos está associado à sobrecarga de trabalho, à pressão assistencial e à insuficiente percepção dos riscos ocupacionais relacionados à exposição cumulativa à radiação ionizante. Tais observações reforçaram a importância de investigar o conhecimento dos trabalhadores sobre os riscos radiológicos e sua possível contribuição para a consolidação de uma cultura de segurança mais efetiva (Freitas, 2024; Chida, 2022; ICRP, 2018) - isto é, não apenas os requisitos normativos da proteção radiológica, mas também os fatores humanos e organizacionais que influenciam a adesão às medidas de segurança (Freitas, 2024; Chida *et al.*, 2022).

No que se refere a estes fatores, demonstra-se a importância de compreender a dialética das condições de trabalho e os fatores que podem interferir na proteção radiológica ocupacional, contribuindo para o fortalecimento das estratégias de monitoramento, capacitação e promoção da saúde dos profissionais expostos à radiação ionizante, conforme proposto por este estudo (IAEA, 2018; ICRP, 2018).

Diante do exposto, observa-se que, no cotidiano da prática intervencionista, muitas diretrizes de proteção radiológica e de segurança e saúde ocupacional não são plenamente seguidas. Estudos como o de Wan *et al.* (2021) indicam que os trabalhadores que compõem o SESMT devem assumir papel central na promoção e incorporação da cultura de proteção radiológica, contribuindo para a redução da exposição à radiação ionizante nas práticas intervencionistas. Nesse sentido, o adequado entendimento dos riscos associados à exposição radiológica entre os trabalhadores pode favorecer a disseminação de uma cultura de segurança mais efetiva e eficaz nos centros cirúrgicos.

Observa-se assim a fragilidade na articulação entre o Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e as práticas de proteção radiológica em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia, o que pode comprometer a efetividade das ações de prevenção e o controle da exposição ocupacional à radiação ionizante (MTE, 2022; ICRP, 2010; IAEA, 2018; Wan *et al.*, 2021).

Em se tratando de serviços de radiologia intervencionista, essa questão torna-se ainda mais relevante devido à exposição contínua dos trabalhadores à radiação ionizante e à necessidade de cumprimento rigoroso das medidas de radioproteção, incluindo a utilização adequada dos equipamentos de proteção e dos dosímetros (ICRP, 2018; IAEA, 2018; Chida *et al.*, 2022).

A opção pelo referencial dialético fundamenta-se na compreensão de que a relação entre o SESMT e a Proteção Radiológica não se apresentam de forma linear ou harmoniosa, mas, sim, permeada por contradições, tensões e movimentos históricos que envolvem normas institucionais, condições reais de trabalho, práticas profissionais e percepções dos trabalhadores. Nesse sentido, a dialética permite analisar a dinâmica entre estrutura normativa e a prática cotidiana, evidenciando avanços, limites e contradições na incorporação das medidas de proteção radiológica no processo de trabalho em saúde (Freitas, 2024; ICRP, 2010; IAEA, 2018; Coutinho, 2024). Ela também possibilita compreender o fenômeno em sua totalidade, considerando tanto os aspectos técnicos e normativos quanto os fatores organizacionais, subjetivos e sociais que influenciam a efetividade das práticas de segurança e saúde do trabalhador exposto à radiação ionizante (ICRP, 2018; UNSCEAR, 2021; OMS, 2024; IRPA, 2024; IOMP, 2024).

Conforme o Quadro 1, abaixo, ao articular uma investigação qualitativa sobre o processo de trabalho, a quantificação da exposição ocupacional por meio da dosimetria eletrônica em tempo real e o desenvolvimento de um produto técnico fundamentado nas evidências produzidas, amplia-se o conhecimento sobre a dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica e proporciona-se subsídios concretos para o planejamento de ações de prevenção, educação permanente e gestão dos riscos ocupacionais. Desse modo, a pesquisa contribui não somente para o avanço científico da área, mas também para a qualificação das práticas institucionais de segurança e saúde dos trabalhadores expostos à radiação ionizante em ambientes cirúrgicos.

Quadro 1: Produtos derivados da dissertação: três eixos de desenvolvimento

Manuscrito/Produto	Objetivo específico	Método
Manuscrito 1	Analisar o processo de trabalho entre SESMT e Proteção Radiológica	Observação não participante + TALP com Atlas.ti
Manuscrito 2	Identificar a exposição ocupacional à radiação ionizante	Dosimetria eletrônica em tempo real + Observação
Produto Técnico	Desenvolver manual de gestão do SESMT	Revisão de literatura + Dados da

		pesquisa
--	--	----------

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

Diante disso, torna-se evidente a necessidade de aprofundamento científico sobre o tema, considerando as lacunas existentes e seu impacto direto na proteção e na saúde dos trabalhadores expostos à radiação ionizante em unidades cirúrgicas hospitalares.

1.2 Objetivo geral

Compreender a relação dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica na implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil

1.3 Objetivos específicos

- a) Analisar o processo de trabalho entre o SESMT e a Proteção Radiológica na implantação de boas práticas de segurança e saúde do trabalhador em unidade cirúrgica;
- b) Quantificar a exposição ocupacional à radiação ionizante dos trabalhadores da unidade cirúrgica por meio de dosimetria eletrônica em tempo real, durante procedimentos que utilizam o equipamento de fluoroscopia;
- c) Desenvolver um manual para a gestão do SESMT na unidade cirúrgica, destacando suas responsabilidades e atribuições com relação à proteção radiológica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para fundamentar teoricamente a pesquisa e ampliar a compreensão acerca da temática investigada, foi realizada uma revisão integrativa da literatura, apresentada em formato de manuscrito que foi submetido e está em análise na Revista Laborare. Além disso, desenvolveu-se uma revisão narrativa para contextualização do tema em estudo.

A GESTÃO DO SESMT E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA EM UNIDADES CIRÚRGICAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Regiane Ribeiro Liberato de Jesus
Juliana Almeida Coelho de Melo
Gerusa Ribeiro

RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar a produção científica sobre a exposição ocupacional à radiação ionizante em unidades cirúrgicas, com foco em procedimentos guiados por fluoroscopia, buscando compreender a relação entre os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho e a proteção radiológica na implantação de boas práticas voltadas à segurança e saúde dos trabalhadores. Trata-se de uma revisão integrativa, a escolha dos estudos que compuseram a revisão ocorreu por meio da leitura do tema e dos resumos, verificando a adequação aos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Ao final, 13 artigos foram incluídos para análise, organizados em eixos temáticos que abordaram a variabilidade das doses de exposição ocupacional, as lacunas na proteção radiológica, as fragilidades na atuação institucional e do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho, a invisibilidade do risco e as práticas reativas, além do potencial transformador da educação e das tecnologias de monitoramento. A revisão confirma a relevância da implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores em unidades cirúrgicas intervencionistas que utilizam fluoroscopia, destacando que a literatura caracteriza a interface entre a gestão do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho e a proteção radiológica como fragmentada, predominantemente normativa e pouco integrada às dinâmicas do trabalho real.

Descritores: Fluoroscopia, Saúde Ocupacional, Centro Cirúrgico e Proteção Radiológica.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the scientific literature on occupational exposure to ionizing radiation in surgical units, focusing on fluoroscopy-guided procedures, seeking to understand the relationship between Specialized Services in Occupational Safety and Medicine Specialized Service in Occupational Safety and Medicine and radiological protection in the implementation of best practices aimed at the safety and health of workers. This study is an integrative review, the selection of studies that comprised the review was carried out through reading the topic and abstracts, verifying their suitability to the previously established inclusion and exclusion criteria. In the end, 13 articles were included for analysis,

organized into thematic axes that addressed the variability of occupational exposure doses, gaps in radiological protection, weaknesses in institutional and Specialized Service in Occupational Safety and Medicine performance, the invisibility of risk and reactive practices, as well as the transformative potential of education and monitoring technologies. The review confirms the relevance of implementing good practices in occupational health and safety in interventional surgical units that use fluoroscopy, highlighting that the literature characterizes the interface between occupational health and safety management and radiation protection as fragmented, predominantly normative, and poorly integrated with the dynamics of real work.

Descriptors: Fluoroscopy, Occupational Health, Surgery Department Hospital e Radiation Protection.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação crescente de tecnologias radiológicas nos serviços hospitalares, especialmente em unidades cirúrgicas que utilizam procedimentos guiados por fluoroscopia, tem ampliado de forma significativa a exposição ocupacional dos trabalhadores da saúde à radiação ionizante. No campo da saúde do trabalhador, a exposição ocupacional à radiação ionizante tem sido reconhecida como um importante fator de risco para profissionais que atuam em ambientes intervencionistas. A compreensão desse risco exige considerar não apenas os aspectos técnicos da radioproteção, mas também as condições e a organização do trabalho nos serviços de saúde^{1,2,3}.

Se por um lado essas tecnologias representam avanços relevantes para o diagnóstico e o tratamento de diversas condições clínicas, por outro, sua utilização pode implicar riscos ocupacionais específicos, relacionados tanto à exposição crônica a baixas doses, quanto à ocorrência de picos de dose em procedimentos intervencionistas complexos^{4,5}. A utilização da radiação ionizante, especificamente a fluoroscopia dos arcos cirúrgicos, consolidou-se como uma tecnologia de suporte indispensável em procedimentos de alta complexidade, como cirurgias ortopédicas, traumatológicas, procedimentos urológicos e cardíacos. Todavia, essa evolução tecnológica impõe às equipes intervencionistas um ambiente de risco invisível e cumulativo, cujos efeitos biológicos podem se manifestar a longo prazo⁶. Esses riscos se tornam ainda mais relevantes em unidades cirúrgicas por se tratar de ambientes fechados, com alta rotatividade de profissionais e pressão assistencial constante.

É intrigante constatar, que apesar da primeira lei brasileira referente aos agravos decorrentes do trabalho ter surgido em 1919, e que em 1972 iniciou-se o Programa de Formação de Especialistas e Técnicos em Medicina e Segurança do Trabalho, ainda se constata inobservância quando se trata da segurança e saúde do trabalhador. Vale enfatizar que em 1978 o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) aprovou as Normas Regulamentadoras (NR) com foco na segurança e saúde do trabalhador, mas somente em 1988 que ocorreu o grande avanço na legislação trabalhista com o advento da Constituição Federal, onde a saúde do trabalhador passou a fazer parte do Sistema Único de Saúde (SUS)^{7,8}.

No Brasil, a proteção dos trabalhadores expostos à radiação ionizante é regulamentada por normativas específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. No contexto da segurança e saúde ocupacional, a proteção radiológica é regida por um arcabouço normativo rigoroso, destacando-se a NN 3.01 da CNEN, a RDC 611/2022 da ANVISA e a NR 32/2022 do MTE^{9,10}.

Mesmo amparados pela legislação, a implementação das normas vigentes ainda não é totalmente eficaz em alguns estabelecimentos de saúde, é desafiador inserir a cultura da proteção radiológica no cotidiano dos trabalhadores de unidades cirúrgicas, principalmente por contar com trabalhadores de diferentes categorias profissionais⁸. Além disso, complexos e longos períodos de procedimentos guiados por fluoroscopia, podem acarretar altos níveis de exposição ocupacional às radiações ionizantes, podendo levar a ocorrência dos efeitos biológicos da radiação⁴.

Sendo assim, os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), assumem um papel estratégico na identificação, avaliação e controle dos riscos ocupacionais, incluindo aqueles decorrentes da exposição às radiações ionizantes¹¹. Entretanto, estudos apontam que a interface entre o SESMT e a Proteção Radiológica nem sempre se estabelece de forma integrada e efetiva, resultando em ações fragmentadas, com foco excessivo no cumprimento normativo e pouca articulação com o processo real de trabalho^{9,12}. Essa dissociação compromete a implantação de boas práticas em segurança e saúde do trabalhador, especialmente em ambientes cirúrgicos que utilizam fluoroscopia de forma rotineira^{13,4}.

Diante desse cenário, esta revisão integrativa tem como objetivo analisar a produção científica sobre a exposição ocupacional à radiação ionizante em unidades cirúrgicas, com foco em procedimentos guiados por fluoroscopia, buscando compreender a relação entre os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a proteção radiológica na implantação de boas práticas voltadas à segurança e saúde dos trabalhadores.

Desse modo, este estudo contribui para o campo da saúde do trabalhador ao reunir e analisar criticamente evidências científicas sobre o trabalho do SESMT e a Proteção Radiológica em unidades cirúrgicas que utilizam fluoroscopia. Ao sintetizar achados de diferentes contextos, a revisão permite identificar padrões de exposição, fragilidades nas práticas de proteção radiológica e desafios relacionados à implementação de estratégias de prevenção no ambiente hospitalar. Além disso, ao discutir esses resultados à luz da organização do trabalho em serviços de saúde, o estudo amplia a compreensão sobre os fatores institucionais e operacionais que influenciam a gestão do risco radiológico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, método que possibilita a síntese de resultados de pesquisas com diferentes delineamentos metodológicos, favorecendo uma compreensão ampla e crítica do fenômeno investigado³. A condução desta revisão seguiu as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

(PRISMA), adaptadas para revisões integrativas. A pergunta norteadora da pesquisa foi definida a partir da estratégia PICO (Population, Interest, Context): P (Population): trabalhadores da saúde expostos à radiação ionizante; I (Interest): práticas de proteção radiológica e gestão da segurança ocupacional e Co (Context): unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia. Dessa forma, estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: “Qual a atuação do SESMT na Proteção Radiológica dos trabalhadores em unidades cirúrgicas que utilizam fluoroscopia?”.

A busca foi realizada entre janeiro e junho de 2025 nas seguintes bases de dados: PubMed/MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scopus, SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Acadêmico. Foram incluídos estudos publicados entre 2010 e 2024, disponíveis em português, inglês ou espanhol, que abordassem, mesmo que não explicitamente, a atuação do SESMT na Proteção Radiológica dos trabalhadores em unidades cirúrgicas que utilizam fluoroscopia. Foram considerados elegíveis: artigos científicos, dissertações, teses e trabalhos acadêmicos completos. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, revisões narrativas, documentos institucionais e estudos voltados exclusivamente à exposição do paciente, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Estratégia de busca para todas as bases de dados.

Estratégia de busca	Filtros	Bases de dados - Fonte específica			Bases de dados - Fonte multidisciplinar			
		EMBASE	Pubmed/Medline	BVS	SciELO	Scopus	Web of Science	Google Acadêmico
Fluoroscopia + SESMT + Centros Cirúrgicos + Proteção Radiológica ("Fluoroscopia" OR "Fluoroscopy" OR "Fluoroscopia") AND	Temporal:2010 a 2024; Idioma: português (Brasil), inglês e espanhol; Tipo de estudo: Artigo	0	0	0	0	0	0	37

("Saúde Ocupacion al" OR "Occupatio nal Health" OR "Salud Laboral" OR "Seguranç a do Trabalho" OR "Work Safety" OR "Saúde Laboral") AND ("Centros Cirúrgicos " OR "Surgicent ers" OR "Centros Quirúrgico s" OR "Centro Cirúrgico" OR "Centro Cirúrgico Hospitalar " OR "Surgery Departmen t, Hospital" OR "Servicio de Cirugía en Hospital") AND ("Proteção Radiológica" OR "Radiation Protection" OR "Protecció								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

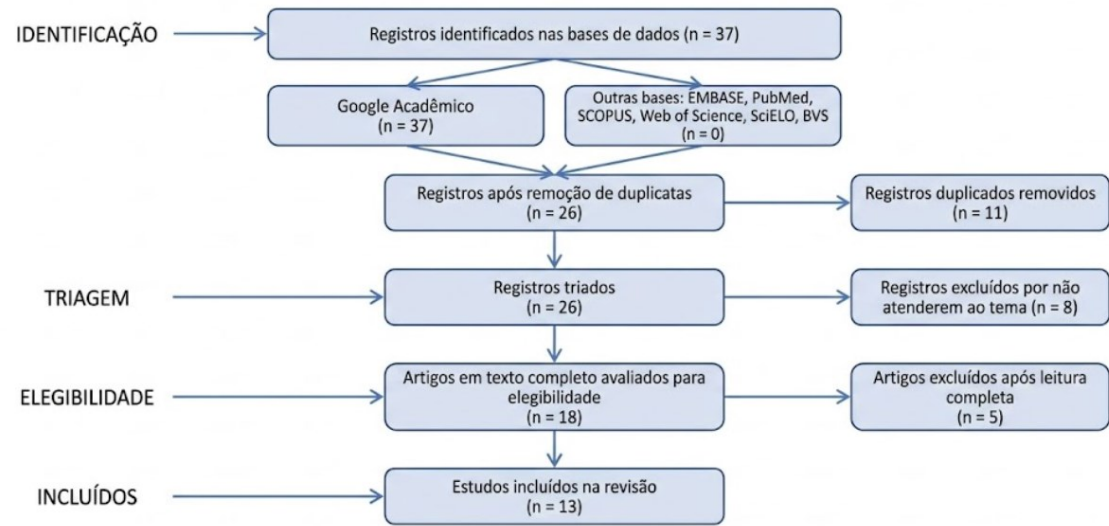
n Radiológica"))								
------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Os descritores foram selecionados a partir dos vocabulários controlados DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) e MeSH (Medical Subject Headings), a saber: Fluoroscopia, SESMT, Centro Cirúrgico e Proteção Radiológica. Os critérios considerados para a escolha e utilização das bases de dados foram: bases com acesso aberto, ampliando os achados na sua íntegra, captando assim, publicações nacionais e internacionais (inglês e espanhol).

Após a aplicação da estratégia de busca, os estudos identificados foram submetidos a três etapas de seleção, que envolveram dois pesquisadores: leitura de títulos e resumos; leitura na íntegra e aplicação dos critérios de elegibilidade. A seleção foi realizada de forma independente, considerando a aderência à pergunta de pesquisa. Inicialmente foram identificados 37 registros, dos quais 11 duplicados foram removidos, totalizando 26 estudos elegíveis. Após a triagem dos títulos e resumos, 8 estudos foram excluídos por não atenderem ao tema da revisão. Na etapa de leitura completa, 5 estudos adicionais foram excluídos, resultando em 13 estudos incluídos na análise final, demonstrados na Figura 1. Os achados foram realizados por dois pesquisadores e organizados por análise temática, permitindo identificar padrões, convergências e lacunas na literatura científica.

Figura 1: Esquema ilustrativo do processo de busca dos artigos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

3. RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados permitiu identificar cinco eixos temáticos que sintetizam as principais evidências da literatura sobre exposição ocupacional à radiação ionizante em unidades cirúrgicas: (1) exposição ocupacional e variabilidade das doses, (2) lacunas na proteção radiológica, (3) fragilidades na atuação institucional e do SESMT, (4) invisibilidade do risco e práticas reativas e (5) potencial transformador da educação e das tecnologias de monitoramento. A síntese dos resultados foi construída a partir das evidências que abordam a interface entre o Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Proteção Radiológica, considerando tipo de estudo, objetivo geral e principais achados, conforme apresentado no Quadro 2.

A amostra final foi composta por 13 estudos. Entre eles, 05 artigos científicos, 05 Dissertações de Mestrado, 02 Teses de Doutorado e 01 Trabalho de Conclusão de Curso. A maior parte dos estudos (10) foram publicados no Brasil, no idioma português e entre os anos de 2021 (04) e 2022 (03).

Quadro 2: Síntese dos estudos incluídos

Autor (ano)	País/Idioma	Metodologia de estudo	Objetivo estudo	do	Principais achados
Coutinho (2024)	Brasil/Português	Qualitativo	Proteger os profissionais de saúde durante cirurgias ortopédicas contra a exposição à radiação é crucial, sendo a dosimetria ocupacional uma ferramenta essencial para o monitoramento das doses recebidas.	os	Identificou-se que certas áreas do corpo, como mãos, olhos, tórax e gônadas, são mais suscetíveis à exposição à radiação. Infelizmente, os valores nestas áreas excedem frequentemente os limites regulamentares, necessitando de medidas adicionais de proteção e sensibilização.

Sebastião <i>et al.</i> (2022)	Brasil/Português	Qualitativo	Identificar como ocorre a prática de proteção radiológica em uma equipe multidisciplinar de um serviço de neurorradiologia intervencionista do estado de Santa Catarina, Brasil.	Verificaram-se, práticas que ferem os princípios de proteção radiológica, sendo observados o não uso de óculos plumbíferos, o não emprego de colimação para aquisição de imagem, o conhecimento incipiente dos princípios de proteção radiológica, os efeitos biológicos da radiação ionizante e o não uso de dosímetro individual.
Nunes (2022)	Brasil/Português	Quantitativo	Analisar o grau de exposição da equipe cirúrgica ortopédica do Hospital Regional de Araguaína (HRA) à radiação ionizante.	Observou-se que o grau de exposição da equipe cirúrgica ortopédica na maioria dos casos, ficou abaixo do limite de tolerância, mas podendo ficar elevado dependendo das circunstâncias.
Gomes <i>et al.</i> (2022)	Brasil/Português	Qualitativo	Analisar as implicações da radiação ionizante na saúde dos profissionais que utilizam o arco cirúrgico na prática diária.	Identificou-se que os riscos trazidos pela exposição à radiação ionizante têm sido um consenso na literatura publicada, com pesquisadores que se esforçam em busca de mitigar suas implicações na saúde desses profissionais.

Choachí Díaz (2021)	Bogotá/Espanhol	Qualitativo	Determinar a prevalência e os efeitos à saúde apresentados pelo pessoal da saúde expostos à radiação ionizante entre os anos 2010-2020 de acordo com as evidências revisadas.	A faixa etária dos profissionais de saúde expostos a radiações ionizantes está entre 30 e 70 anos. Os cardiologistas intervencionistas são os profissionais com maior exposição a essas radiações. A dose de exposição dos trabalhadores da saúde foi inferior a 20 mSv/ano, com a maioria dos efeitos ocorrendo em baixas doses de radiação ionizante.
Freitas (2021)	Brasil/Português	Quantitativo	Analisar o uso das vestimentas de proteção radiológica pelos trabalhadores que atuam nas atividades envolvendo os procedimentos intervencionistas, por meio da análise ergonômica do trabalho, no setor de hemodinâmica de um hospital público do sul do Brasil.	Observou-se alta adesão ao uso das vestimentas por parte dos trabalhadores, porém, a adequação ao biotipo dos profissionais não é a ideal. Foi possível observar que é alta a prevalência de trabalhadores referindo sintomas de distúrbios musculoesqueléticos na região dos ombros.

De Bernardo (2021)	Argentina/Espanhol	Qualitativo	Sensibilizar, capacitar e conscientizar os profissionais que atuam na área do centro cirúrgico do hospital da zona “Julio de Vedia”, na cidade de Nueve de Julio, sobre os efeitos biológicos causados pela exposição à radiação ionizante e a importância do uso de elementos de proteção radiológica para gerar mudanças comportamentais positivas para a proteção da saúde e promover um ambiente mais seguro e saudável.	Observou-se que a maioria dos trabalhadores tinha um baixo nível de conhecimento sobre radiação ionizante, focando assim, no desenvolvimento de uma proposta de treinamento sobre o tema.
Lykawka (2021)	Brasil/Português	Quantitativo	Avaliar se a dose dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação X em ambiente hospitalar são significativas e possuem relação para alteração nas contagens de leucócitos e plaquetas dos exames de hemograma.	Avaliando a relação entre a dose mensal e os exames de hemograma dos IOEs, verifica-se relação estatisticamente significativa, para contagem de leucócitos, mas o mesmo não ocorreu para contagem de plaquetas, mostrando que hemogramas comuns não são sensíveis para monitorar baixas doses.
Alves (2019)	Brasil/Português	Qualitativo	Investigar como os profissionais de enfermagem	As percepções dos profissionais de enfermagem

			prestam assistência aos pacientes submetidos ao diagnóstico por meio das tecnologias radiológica nas unidades de internação, UTI adulta e neonatal e no serviço de diagnóstico por imagem. referente às medidas de proteção radiológica nos mostram a falta de rotinas, protocolos e de equipamentos de proteção radiológica para a sua proteção, bem como a inexistência de barreiras físicas nestes ambientes.
Huhn et al. (2017)	Brasil/Português	Qualitativo	Identificar a participação da equipe multiprofissional de saúde no Programa de Proteção Radiológica e descrever a implementação deste programa pela equipe atuante no serviço. O programa é desconhecido por grande parte da equipe, indicando que os trabalhadores teriam dificuldades em identificar intercorrências envolvendo radiações ionizantes, bem como encontrar rápidas soluções em situações emergenciais.
Querido et al. (2015)	Brasil/Português	Quantitativo	Verificar a exposição à radiação da equipe de Enfermagem nos Centros Cirúrgicos de sete hospitais de seis cidades do interior do Estado de São Paulo. Constatou-se que dos 30 funcionários entrevistados no Centro Cirúrgico, 28 relataram contato com radiação e apenas 11 utilizavam algum tipo de proteção; apenas 2 faziam uso do dosímetro e 25 não possuíam remuneração diferenciada devido ao grau de periculosidade de suas atividades.

Naidu (2014)	Ásia/Inglês	Quantitativo	Identificar relações entre variáveis independentes e conscientização sobre segurança de radiação entre profissionais de saúde no Centro Médico Universitário Malaya.	Os entrevistados têm pouco conhecimento sobre radiação ionizante e o compromisso da gestão é o principal indicador da atitude segura.
Huhn (2014)	Brasil/Português	Qualitativo	Analisar a implementação e o conhecimento da equipe multiprofissional de saúde sobre o PPR em um serviço hospitalar de radiologia.	Constatou-se que a Portaria 453 e a NR 32 são as que mais enfatizam a proteção radiológica. Mas ao mesmo tempo, divergem em alguns aspectos, confundindo a tomada de decisão referente a responsabilidade entre empregador e empregado. Além disso, aspectos importantes, como a desatualização e falta de informações no PPR, salientaram-se no confronto da legislação com o documento existente.

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

3.1 Exposição Ocupacional e Variabilidade das Doses

Os estudos analisados evidenciam a ocorrência de exposição ocupacional significativa às radiações ionizantes em ambientes cirúrgicos, com ampla variabilidade das doses entre profissionais e procedimentos^{4,5,2}. Pesquisas demonstram que, embora as doses individuais variem conforme o tipo de cirurgia, posicionamento e tempo de exposição, valores elevados podem ser alcançados, especialmente em procedimentos que utilizam fluoroscopia de forma recorrente^{3,5}.

Cirurgiões ortopedistas, cardiologistas intervencionistas e equipes de apoio são apontados como os grupos mais expostos^{2,4}. Além disso, evidências laboratoriais indicam

associação entre exposição ocupacional e alterações hematológicas, ainda que em baixas doses¹⁴, reforçando a necessidade de monitoramento sistemático.

3.2 Lacunas na Proteção Radiológica Ocupacional

Os estudos apontam fragilidades importantes na implementação das medidas de proteção radiológica^{6,10,11}. Querido *et al.*¹ evidenciam baixa adesão ao uso de dosímetros individuais, cenário também descrito por Sebastião *et al.*⁶, que identificaram o não uso de dosímetros e óculos plumbíferos.

Observa-se ainda deficiência na disponibilidade de barreiras físicas e protocolos institucionais¹¹, bem como desatualização e fragilidade documental no Programa de Proteção Radiológica⁹.

O uso irregular dos EPIs é associado ao desconforto físico e à inadequação ergonômica das vestimentas¹², o que pode contribuir para sintomas musculoesqueléticos, especialmente em ombros.

A proteção de órgãos críticos, como cristalino e mãos, mostrou-se insuficiente, com valores frequentemente próximos ou superiores aos limites recomendados^{2,5}.

3.3 Fragilidades na Atuação Institucional e do SESMT

Os resultados apontam limitações na operacionalização dos Programas de Proteção Radiológica (PPR), sendo o programa desconhecido por parte significativa da equipe multiprofissional¹⁰.

Além disso, identificou-se desatualização documental e inconsistências entre normativas legais e o documento institucional vigente⁹.

A ausência de protocolos estruturados e barreiras físicas adequadas também foi descrita¹¹, evidenciando fragilidade organizacional.

A baixa adesão ao monitoramento individual e à proteção formal, mesmo em ambientes com exposição reconhecida, reforça a limitação das estratégias institucionais^{1,6}.

3.4 Invisibilidade do Risco e Práticas Reativas

Estudos evidenciam conhecimento incipiente sobre princípios de proteção radiológica e efeitos biológicos da radiação^{6,13,15}. O desconhecimento do PPR por parte dos trabalhadores reforça essa invisibilidade do risco¹⁰.

A exposição à radiação ionizante é percebida como um risco abstrato pelos trabalhadores ou secundário frente à urgência assistencial. Identificaram-se lacunas no conhecimento sobre efeitos biológicos e princípios de proteção, especialmente entre profissionais menos experientes³. As intervenções de segurança ocorrem de forma reativa, após eventos críticos ou excesso de dose¹⁴.

Evidências laboratoriais mostram que mesmo baixas doses podem produzir alterações

biológicas detectáveis¹⁴, embora tais efeitos nem sempre sejam percebidos clinicamente, contribuindo para a naturalização da exposição².

3.5 Potencial da Educação e Tecnologias de Monitoramento

Estudos apontam que o desconhecimento do PPR pode ser revertido por meio de estratégias educativas integradas ao cotidiano do trabalho¹⁰. O comprometimento da gestão e as intervenções educativas voltadas à conscientização demonstraram impacto positivo na adesão às práticas seguras^{13,15}.

Os estudos analisados apontam que estratégias educativas associadas ao uso de tecnologias de monitoramento podem contribuir significativamente para a mudança desse cenário. A adoção de tecnologias, como a dosimetria eletrônica em tempo real, foi identificada como estratégia eficaz para tornar a exposição visível e favorecer medidas corretivas imediatas^{4,15}. A dosimetria eletrônica em tempo real, ao fornecer feedback imediato sobre a exposição, permite tornar o risco visível para os trabalhadores e favorece ajustes instantâneos de comportamento, como o reposicionamento durante os procedimentos.

Intervenções educativas demonstraram impacto positivo na conscientização e na mudança comportamental^{13,15}. A associação entre monitoramento sistemático e controle de doses é reforçada por investigações que analisaram exposição ocupacional e efeitos biológicos^{4,14}, sugerindo que tecnologias de monitoramento podem fortalecer a cultura de segurança.

4. DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão integrativa evidenciam uma contradição estrutural entre as exigências normativas da proteção radiológica e a dinâmica concreta do trabalho desenvolvido nas salas cirúrgicas. Embora a literatura documente exposições ocupacionais contínuas e cumulativas, especialmente em procedimentos guiados por fluoroscopia, as práticas de proteção não se encontram plenamente incorporadas ao cotidiano assistencial. Essa dissociação revela um distanciamento persistente entre prescrição e atividade real, aspecto recorrente nos estudos analisados. Essa contradição também foi identificada por Silva *et al.*¹⁶, que evidenciaram fragilidades no entendimento das normativas, lacunas na formação e dificuldades para incorporar a proteção radiológica às práticas cotidianas da unidade cirúrgica. Também sustentado por Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷, os autores defendem que a cultura de proteção radiológica permanece incipiente, revelando que o conhecimento prescrito ainda encontra obstáculos para se materializar no trabalho real.

Tal tensão se expressa na incompatibilidade entre a necessidade de agilidade, fluidez e conforto durante os atos cirúrgicos e as exigências relacionadas ao uso sistemático de

equipamentos de proteção e ao monitoramento das doses recebidas. Conforme apontado por Coutinho⁵ e Nunes⁴, a variabilidade das doses ocupacionais está fortemente associada a fatores operacionais como posicionamento da equipe e tempo de exposição, elementos frequentemente negligenciados nas estratégias institucionais de controle. Assim, a exposição deixa de ser compreendida como evento pontual e passa a constituir-se como dimensão inerente ao próprio processo de trabalho. Nessa mesma direção, Pinela *et al.*¹⁸ observaram que a percepção de risco influencia significativamente a utilização da dosimetria individual e dos equipamentos de proteção, demonstrando que trabalhadores que reconhecem a exposição como perigosa apresentam maior adesão às práticas protetivas. Entretanto, os autores verificaram baixa participação em treinamentos formais, indicando que a percepção do risco ainda é construída de forma desigual entre as diferentes categorias profissionais.

Os estudos demonstram que os níveis de dose variam de acordo com o tipo e a complexidade dos procedimentos, bem como com a carga de trabalho dos profissionais envolvidos. Cirurgiões ortopedistas, cardiologistas intervencionistas e equipes de apoio figuram entre os grupos mais expostos, indicando a necessidade de medidas protetivas direcionadas às especificidades dessas práticas. Ao mesmo tempo, a experiência profissional surge como fator modulador relevante, uma vez que equipes mais experientes tendem a otimizar o uso da fluoroscopia, reduzindo o tempo de exposição e, consequentemente, a dose acumulada. Esse achado reforça a importância do domínio técnico e da aprendizagem situada como componente estratégico da proteção radiológica. Além da adesão insuficiente, a efetividade da proteção depende da integridade física dos equipamentos. Cardoso¹⁹ demonstrou que parte significativa dos aventais e demais equipamentos de proteção radiológica apresentava danos estruturais identificados por inspeções visuais, táteis e radiológicas, evidenciando que programas sistemáticos de controle de qualidade são fundamentais para garantir a real capacidade de atenuação da radiação e a proteção dos trabalhadores.

Apesar do reconhecimento do risco, persistem fragilidades significativas tanto na disponibilidade quanto na adesão aos dispositivos de proteção individual e coletiva. Predomina o uso de aventais e protetores de tireoide, enquanto óculos plumbíferos, biombo e barreiras móveis apresentam utilização limitada. A baixa adesão relaciona-se, sobretudo, ao desconforto físico e à inadequação ergonômica dos equipamentos às características antropométricas dos trabalhadores. Soma-se a isso a escassez de proteção específica para órgãos críticos, como cristalino e extremidades, situação que resulta em doses que se aproximam dos limites anuais recomendados e configura um cenário de vulnerabilidade ocupacional com potenciais repercussões a longo prazo. Essa limitação institucional converge com os achados de

Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷ e Silva *et al.*¹⁶, que identificaram fragilidades na educação permanente e na consolidação de uma cultura de proteção radiológica, evidenciando que ações pontuais de treinamento são insuficientes para modificar práticas historicamente estabelecidas. Sob essa perspectiva, o SESMT deixa de ser apenas executor das exigências legais e passa a assumir papel estratégico na mediação entre as prescrições normativas e as necessidades concretas do processo de trabalho, favorecendo a construção coletiva de práticas seguras.

A invisibilidade do risco físico da radiação ionizante constitui elemento central na sustentação dessa vulnerabilidade. A ausência de percepção sensorial imediata e de feedback instantâneo sobre a exposição favorece a naturalização do risco e a adoção de condutas predominantemente reativas. Conforme demonstrado por Querido¹, mesmo quando dispositivos de monitoramento estão disponíveis, sua utilização não se consolida como prática rotineira entre os profissionais de saúde. Esses achados também corroboram com os estudos de Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷ e Silva *et al.*¹⁶ ao evidenciarem fragilidades na cultura de proteção radiológica, lacunas no conhecimento das normas e dificuldades para incorporar medidas preventivas à rotina assistencial, indicando que o reconhecimento do risco nem sempre se traduz em práticas seguras. Nessa perspectiva, Huhn *et al.*¹⁰ argumentam que a segurança somente se estabelece quando integrada às rotinas de trabalho e reconhecida como dimensão constitutiva da qualidade assistencial, e não como exigência externa ao cuidado.

Resultado semelhante foi observado por Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷, que verificaram conhecimento parcial dos profissionais de enfermagem acerca das medidas de proteção radiológica, coexistindo com uso inadequado dos equipamentos de proteção, insuficiência de recursos institucionais e necessidade de maior inserção do tema na formação profissional. De modo semelhante, Pinela *et al.*¹⁸ identificaram que profissionais submetidos à capacitação específica e que apresentavam maior percepção do risco aderiram com maior frequência ao uso da dosimetria individual e dos equipamentos de proteção, reforçando que a educação permanente exerce papel decisivo na consolidação de práticas seguras. Esses achados reforçam que processos educativos contínuos, articulados ao cotidiano do trabalho, constituem elemento essencial para fortalecer comportamentos seguros e ampliar a efetividade das medidas de radioproteção. Cardoso¹⁹ demonstrou que programas sistemáticos de inspeção dos aventais plumbíferos e demais equipamentos são fundamentais para assegurar sua capacidade de atenuação da radiação, evidenciando que a proteção ocupacional depende não apenas da utilização dos dispositivos, mas também da garantia de sua integridade física.

No plano institucional, os achados sugerem que a vulnerabilidade identificada também se relaciona ao modo de atuação dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), cuja prática permanece predominantemente orientada por uma lógica

técnico-normativa voltada ao cumprimento de exigências legais. Tal abordagem limita sua inserção no fluxo assistencial e reduz seu potencial de intervenção sobre as condições concretas de trabalho. Ao desconsiderar as estratégias informais mobilizadas pelas equipes para responder às demandas do cuidado, perde-se a oportunidade de transformar a cultura de segurança a partir do diálogo com o trabalho real. Essa perspectiva converge com Anderson, Erdmann e Backes²⁰, que defendem que a gestão da proteção radiológica deve integrar monitoramento ocupacional, garantia da qualidade, educação permanente e gerenciamento dos processos de trabalho, ultrapassando uma atuação restrita ao cumprimento das exigências normativas.

Nesse contexto, intervenções educativas contextualizadas demonstram potencial para ampliar a percepção do risco, promover mudanças comportamentais e fortalecer a adesão às medidas protetivas. A educação permanente, quando articulada às situações concretas do cotidiano cirúrgico, favorece a internalização da proteção radiológica como componente indissociável da prática assistencial, corroborando com os estudos de Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷.

Entre as estratégias apontadas pela literatura, destaca-se a dosimetria eletrônica em tempo real, discutida por Naidu¹⁵ como ferramenta capaz de fornecer feedback imediato sobre a exposição. Ao tornar o risco visível durante o procedimento, esse recurso possibilita ajustes instantâneos de posicionamento e tempo de fluoroscopia, aproximando a proteção radiológica do processo decisório clínico. Entretanto, sua efetividade depende da articulação com protocolos institucionais, ações educativas contínuas e integração entre o SESMT e os serviços de proteção radiológica. Isoladamente, a tecnologia não transforma práticas; quando inserida em uma estratégia institucional mais ampla, pode contribuir para romper a lógica reativa que historicamente caracteriza o campo. Essa compreensão é compartilhada por Anderson *et al.*²⁰, Silva *et al.*¹⁶ e Pinela *et al.*¹⁸ que defendem uma abordagem institucional integrada, na qual gestão, educação permanente, monitoramento das doses e fortalecimento da cultura de segurança atuem de forma complementar para promover ambientes de trabalho mais seguros.

Em síntese, os achados desta revisão indicam que a vulnerabilidade ocupacional nas salas cirúrgicas não decorre apenas da ausência de dispositivos formais de proteção, mas da dificuldade de integrar tais dispositivos às exigências concretas do trabalho. A superação dessa contradição exige a construção de uma cultura de segurança que articule normatividade, tecnologia e educação permanente, reconhecendo a proteção radiológica como dimensão intrínseca à qualidade do cuidado e à sustentabilidade do trabalho em saúde, convergindo com os estudos realizados por Rodrigues, Aguiar e Jurema¹⁷.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu responder ao problema de pesquisa ao evidenciar que a literatura científica caracteriza a interface entre a gestão do SESMT e a Proteção Radiológica em unidades cirúrgicas intervencionistas como fragmentada, predominantemente normativa e pouco integrada às dinâmicas do trabalho real. Os estudos analisados indicam que, embora a proteção radiológica esteja sustentada por um arcabouço legal e regulatório consistente, persistem fragilidades nos componentes humano e organizacional, o que compromete a efetiva implementação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores.

A pesquisa revela um cenário paradoxal e preocupante no âmbito da proteção radiológica ocupacional em ambientes cirúrgicos, mostrando uma lacuna do conhecimento que pode interferir na adoção de práticas seguras. Ao longo de um levantamento que abrangeu mais de 10 anos de produção científica, a escassez de estudos específicos sobre a temática tornou-se evidente: dos 37 trabalhos inicialmente pré-admitidos, dos quais restaram 26 pela duplicidade, somente 13 atenderam rigorosamente aos critérios de inclusão e com expressiva concentração de publicações recentes (2021-2022). Essa reduzida produção acadêmica em um intervalo temporal tão amplo sinaliza uma lacuna de visibilidade científica sobre os riscos biológicos da radiação ionizante, sobretudo nos centros cirúrgicos. Os resultados evidenciam que, embora a exposição ocupacional seja significativa e variável entre as equipes, ela é frequentemente desvalorizada devido a fragilidades institucionais, como o desconhecimento dos Programas de Proteção Radiológica (PPR) e a baixa adesão ao monitoramento individual e aos EPIs.

Os achados demonstram que tais fragilidades não decorrem da inexistência de normas ou dispositivos regulatórios, mas, sobretudo, da limitada articulação entre o trabalho prescrito, estabelecidos nas legislações, nos Programas de Proteção Radiológica (PPR) e nas exigências regulatórias; e o trabalho real desenvolvido cotidianamente nas unidades cirúrgicas. Apesar de obrigatórios, os PPRs são frequentemente pouco conhecidos pelas equipes multiprofissionais, assumindo um caráter predominantemente burocrático e documental, com baixa inserção nas rotinas assistenciais, o que reduz sua efetividade como instrumentos de gestão do risco radiológico.

Nesse contexto, a literatura aponta o SESMT como um ator central, porém subutilizado, na interface com a Proteção Radiológica. Predomina uma atuação de caráter reativo, orientada pelo cumprimento normativo e pela gestão documental, com limitada incorporação das especificidades, variabilidades e constrangimentos do trabalho cirúrgico e intervencionista. Essa abordagem contribui para a manutenção de uma relação fragmentada entre o SESMT e a Proteção Radiológica, dificultando a construção de uma cultura de proteção

radiológica pautada em estratégias preventivas contínuas, educativas e integradas.

Dessa forma, ao atender ao objetivo desta pesquisa, conclui-se que a literatura científica compreende de maneira fragilizada a relação entre o SESMT e a Proteção Radiológica sob uma perspectiva dialética, marcada por tensões entre normas, tecnologias e práticas reais de trabalho. A efetiva implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores em unidades cirúrgicas intervencionistas exige a superação de modelos fragmentados e reativos, avançando para uma gestão integrada, educativa e participativa do risco radiológico, alinhada às condições concretas do trabalho em saúde.

REFERÊNCIAS

- 1 Querido FM, Poveda VB. Exposição da equipe de enfermagem à radiação em centro cirúrgico: um estudo descritivo. Rev SOBECC. 2015;20(1):2-8. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/73>
- 2 Choachí Diaz PL. Exposición a radiaciones ionizantes en personal de la salud: revisión de alcance 2010-2020 [dissertação]. Bogotá: Universidad del Rosario; 2021. Disponível em: <https://repository.urosario.edu.co/bitstreams/2456f453-ead1-437d-b48b-2287cfd67ecf/download>
- 3 Gomes JB, *et al.* Implicações da radiação na saúde dos profissionais que utilizam a fluoroscopia na prática diária. Braz J Dev. 2022;8(8):56737-49. doi:10.34117/bjdv8n8-125. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/51078/38344>
- 4 Nunes AA. Avaliação da exposição ocupacional às radiações ionizantes no serviço de ortopedia do HRA [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo; 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-10072023-083419/pt-br.php>
- 5 Coutinho ERS. Estudo de dose ocupacional de radiação em cirurgias ortopédicas [trabalho de conclusão de curso]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44226>
- 6 Sebastião LM, Flôr RC, Anderson TJ. The practice of radiation protection in an interventional neuroradiology service. Rev Bras Med Trab. 2022;20(3):430-7. doi:10.47626/1679-4435-2022-748. Disponível em: <https://www.rbmt.org.br/details/1705/pt-BR>
- 7 Vieira EB. A inobservância do princípio da proteção ao trabalhador pela reforma trabalhista. Laborare. 2019;2(3):60-80. doi:10.33637/2595-847X.2019-34. Disponível em: <https://revistalaborare.org/index.php/laborare/article/view/34>
- 8 Gomes ARSS, Brasileiro MSE. Percepção dos enfermeiros de bloco cirúrgico acerca

das medidas de biossegurança. *Saúde Ciênc Ação*. 2020;6(1):42-55. Disponível em: <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICS/article/view/722>

9 Huhn A. Programa de proteção radiológica em um serviço hospitalar de radiologia [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/130987>

10 Huhn A, Vargas MAO, Melo JAC, Gelbcke FL, Ferreira ML, Lança L. Implementation of a radiation protection program: opinion of the health team working in a radiology service. *Texto Contexto Enferm*. 2017;26(1):1-10. doi:10.1590/0104-07072017005370015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/bYYgG3VnHscgipSVZLjZHRJ/?lang=en>

11 Alves AS. Processos de trabalho da enfermagem no uso das tecnologias radiológicas [dissertação]. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina; 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1511/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Ana%20Saabrina%20Formatada%20v.-convertido.pdf?sequence=1>

12 Freitas OB. Análise ergonômica do uso das vestimentas de proteção radiológica em procedimentos intervencionistas [dissertação]. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina; 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2624>

13 De Bernardo MC. Utilización de elementos de protección radiológica: personal de cirugía traumatológica [trabalho final de graduação]. Argentina: Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires; 2021. Disponível em: <https://repositorio.unnoba.edu.ar:8080/xmlui/handle/23601/499>

14 Lykawka R. Avaliação da relação entre a dose individual e exames de hemograma [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/219411>

15 Naidu G. Radiation safety awareness among medical health professionals in a hybrid operating theater [dissertação]. Kedah: Universiti Utara Malaysia; 2014. Disponível em: https://etd.uum.edu.my/8695/1/s822476_01.pdf

16 Silva E, Ribeiro G, Melo JAC, Huhn A. Proteção radiológica: entendendo a prática dos profissionais de saúde em uma unidade cirúrgica no sul do Brasil. *Rev Foco*. 2024;17(6):e4939. doi:10.54751/revistafoco.v17n6-078. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/4939>

17 Moreira Rodrigues D, Aguiar N, Cardoso Jurema H. O conhecimento dos enfermeiros em relação às medidas de proteção radiológica. *Rev Cereus*. 2022;14(4):211-23. Disponível em: <https://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/3964>

18 Pinela A, Mestre P, Troper K, Fernandes I, Pires S, Cunha A, *et al*. Percepção do

risco associado à exposição à radiação ionizante e caracterização dos comportamentos em proteção radiológica e dosimetria individual num bloco operatório de um hospital nacional. Rev Port Saúde Ocup Online. 2024;esub459. doi:10.RPSO/02.08.2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ana-Pinela-3/publication/394998328_Percecao_do_Risco_associado_a_Exposicao_a_Radiacao_Ionizant_e_e_Caracterizacao_dos_Comportamentos_em_Protecao_Radiologica_e_Dosimetria_Individual_num_Bloco_Operatorio_de_um_Hospital_Nacional_wwwrpsopt/links/68aeced9d9261f6f51af2b0a/Percecao-do-Risco-associado-a-Exposicao-a-Radiacao-Ionizante-e-Caracterizacao-dos-Comportamentos-em-Protecao-Radiologica-e-Dosimetria-Individual-num-Bloco-Operatorio-de-um-Hospital-Nacional-wwwrpsopt.pdf

3/publication/394998328_Percecao_do_Risco_associado_a_Exposicao_a_Radiacao_Ionizant_e e Caracterizacao dos Comportamentos em Protecao Radiologica e Dosimetria Individual num Bloco Operatorio de um Hospital Nacional wwwrpsopt/links/68aeced9d9261f6f51af2b0a/Percecao-do-Risco-associado-a-Exposicao-a-Radiacao-Ionizante-e-Caracterizacao-dos-Comportamentos-em-Protecao-Radiologica-e-Dosimetria-Individual-num-Bloco-Operatorio-de-um-Hospital-Nacional-wwwrpsopt.pdf

19 Cardoso IMR. Contributo para a implementação de um protocolo de controlo da qualidade dos equipamentos de proteção radiológica, numa instituição hospitalar [dissertação]. 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/18067>

20 Anderson TJ, Erdmann AL, Backes MTS. Gestão do cuidado em enfermagem na proteção radiológica em radiologia intervencionista. Rev Gaúcha Enferm. 2022;43:e20210227. doi:10.1590/1983-1447.2022.20210227.pt

2.1 Revisão Narrativa da Literatura

A presente pesquisa adotou a revisão narrativa como uma das estratégias metodológicas, em consonância com Fernandes, Vieira e Castelhanos (2023), os quais destacam essa abordagem como uma metodologia científica relevante para a construção de sínteses críticas e interpretativas do conhecimento, especialmente em temáticas que demandam maior aprofundamento teórico e reflexão analítica. Embora tenha sido realizada também a revisão integrativa, a escolha pela revisão narrativa justificou-se pelo baixo número de estudos encontrados sobre a temática investigada, bem como pela elevada relevância do tema, o que exigiu maior flexibilidade na seleção, interpretação e discussão dos achados. Dessa forma, a revisão narrativa permitiu uma análise mais ampla e contextualizada da literatura disponível, favorecendo a articulação crítica dos resultados. A busca e análise dos estudos foram realizadas no período de agosto/2025 a dezembro/2025, contemplando produções científicas identificadas nas bases de dados consultadas durante esse intervalo.

2.1.1 Centro Cirúrgico e o uso da fluoroscopia

Depois de mais de um século de uso de raios X para diagnosticar e tratar doenças, a expansão do seu uso para áreas fora dos serviços de imagem é muito mais comum hoje do que em qualquer época do passado (ICRP 117, 2010). Especialmente na rotina dos Centros Cirúrgicos (CC) os trabalhadores convivem com equipamentos que emitem radiação ionizante durante seus processos de trabalho (Querido; Poveda, 2015). Em unidades cirúrgicas, o equipamento com emissão de radiação ionizante utilizado é o arco em C. O equipamento de arco em C utilizado em práticas fluoroscópicas é cada dia mais comum entre os cirurgiões ortopédicos, urologistas, gastroenterologistas, cirurgiões vasculares, anestesiologistas e entre outras especialidades (Querido; Poveda, 2015; ICRP 117, 2010).

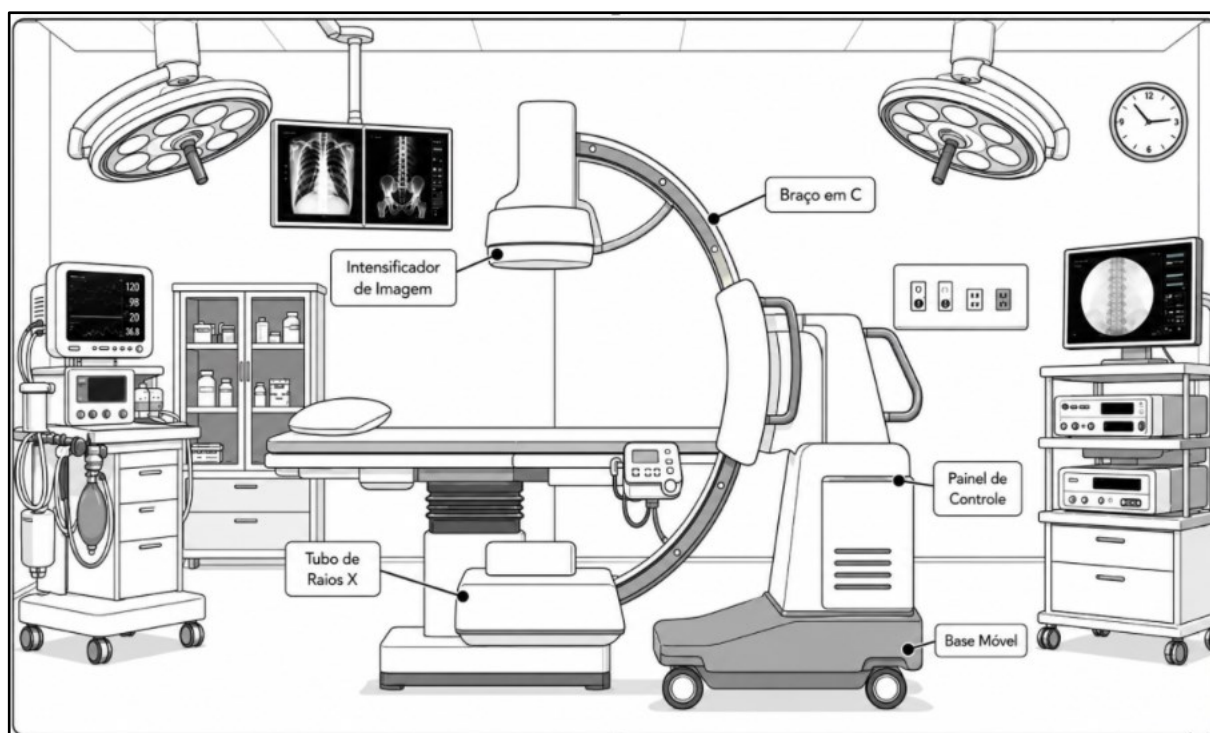
À medida que a inovação cirúrgica continua a progredir, a cirurgia aberta está sendo substituída por técnicas minimamente invasivas, que preservam os tecidos e diminuem o risco de complicações para o paciente. As principais vantagens da fluoroscopia são a redução dos riscos de contaminação, complicação cirúrgica e de efeitos colaterais para os pacientes (Magee *et al.*, 2021).

A fluoroscopia permite que médicos especialistas tratem seus pacientes e obtenham o propósito clínico desejado. Ela é menos invasiva, resultando na diminuição da morbidade e mortalidade dos pacientes. É menos onerosa e resulta

em estadias hospitalares mais curtas do que os procedimentos cirúrgicos convencionais, podendo ser a melhor alternativa para pacientes que não podem passar por um procedimento cirúrgico aberto. Para pacientes idosos, esses procedimentos podem ser a única alternativa (Silva *et al.*, 2023).

Uma das vantagens do equipamento de arco em C (Figura 1) utilizado na fluoroscopia é a mobilidade e seu posicionamento, onde a capacidade de mover o braço em forma de C para diferentes posições e ângulos, permite aos cirurgiões que obtenham imagens de cirurgias complexas e que requerem visualização em tempo real, em diversas perspectivas. O equipamento de arco em C também é usado para monitoramento de instrumentação, verificando a posição dos instrumentos cirúrgicos, dispositivos médicos implantáveis ou dispositivos de fixação durante a cirurgia, garantindo assim, que eles estejam posicionados corretamente (Amaral; Andrade; Labronici, 2021). No entanto, com a cirurgia minimamente invasiva, vem a necessidade de orientação fluoroscópica intraoperatória em tempo real, o que aumenta a exposição à radiação tanto para o paciente quanto para a equipe cirúrgica (Magee *et al.*, 2021).

Figura 1 - Componentes do equipamento de arco em C em ambiente cirúrgico.



Fonte: Gerada pelo assistente de IA Manus (2026).

Com a utilização do equipamento de arco em C nos centros cirúrgicos os

trabalhadores ficam expostos a níveis de radiação não uniformes. Vários fatores podem influenciar os níveis de exposição, como a altura do profissional, seu posicionamento na sala, a posição do tubo de raios X, o uso dos equipamentos de proteção individual ou coletiva, o uso do dosímetro, o tempo total de exposição, a condição de aquisição da imagem, entre outros fatores (Cury *et al.*, 2021).

A exposição à radiação ionizante pode acarretar aos trabalhadores de uma unidade cirúrgica problemas de saúde a longo prazo. Esses problemas podem oscilar de leve a grave, dependendo da quantidade e do tempo de exposição desses trabalhadores, e de sua predisposição genética. A exposição demasiada à radiação ionizante pode danificar tecidos e órgãos vivos, tendo em vista que a proporção do dano vai depender da quantidade de radiação recebida pelo trabalhador. A radiação ionizante tem o potencial de provocar danos no DNA das células, podendo desencadear mutações genéticas, contribuindo assim, para o aparecimento de neoplasias. A exposição pode originar doenças cardiovasculares e sanguíneas, problemas de fertilidade e reprodução em homens e mulheres, com a diminuição da contagem de espermatozoides e complicações na gravidez. Já os efeitos agudos na pele, podem causar eritema (vermelhidão) e radiodermite (queimaduras na pele). A falta de óculos plumbífero durante os procedimentos pode causar a catarata ocular e caso não seja tratada pode provocar a perda da visão (Moura; Krause; Costa, 2024).

Estudos realizados por Magee *et al.* (2021) comprovam que os aspectos comportamentais e a vivência dos cirurgiões ocupam um papel crucial durante a técnica fluoroscópica. Sendo assim, é importante compreender as doses de radiação recebidas e os potenciais riscos de sua exposição. É importante que a equipe cirúrgica seja informada sobre os princípios gerais da fluoroscopia, sobre os métodos existentes para minimizar as doses de radiação, sobre a utilização de diferentes técnicas de imagem e dos avanços tecnológicos existentes, pois a exposição à radiação ionizante pode ocasionar os efeitos biológicos da radiação a longo prazo para toda equipe cirúrgica (Oh; Son, 2022).

Diante do exposto, observa-se que o uso da radiação ionizante nas práticas intervencionistas, principalmente nos centros cirúrgicos com a utilização da fluoroscopia, simboliza um grande progresso na área da saúde. No entanto, a necessidade do uso adequado e com segurança deve ser a premissa para garantir a saúde dos trabalhadores, dos pacientes e do meio ambiente contra os efeitos nocivos da radiação ionizante em unidades cirúrgicas hospitalares. No entanto, estudos que

analisem os efeitos causados pela exposição à radiação ionizante em trabalhadores das práticas intervencionistas ainda são raros na literatura nacional; sendo assim, é de suma importância aprofundar-se neste tema (Querido; Poveda, 2015).

2.1.2 Saúde do trabalhador: atuação do SESMT

A era do Renascimento trouxe para a área da saúde o progresso das ciências, as descobertas sobre o corpo humano, os pensamentos e as técnicas científicas. Durante seus estudos no século XVI, o médico e alquimista suíço-alemão Paracelso, mostrou a relevância do mundo exterior, das leis da física, da natureza e de doenças desencadeadas em trabalhadores da mineração, em decorrência dos processos de trabalho. Mas o grande marco histórico para a saúde do trabalhador ocorreu no ano de 1700 na Itália, pelo célebre médico e considerado o pai da medicina do trabalho, Bernardino Ramazzini. Sua obra "*De morbis Artificum Diatriba*" é vista como uma referência na análise e estruturação das doenças relacionadas ao trabalho, sendo o precursor no seu desenvolvimento. Ramazzini elaborou a primeira classificação e sistematização de doenças do trabalho, relacionando na época os riscos à saúde do trabalhador decorrentes de produtos químicos utilizados em 52 tipos diferentes de ocupação (Júnior, 2021).

Com a evolução do conhecimento científico e das relações de trabalho, a preocupação com os acidentes e as doenças ocupacionais aumentou ao longo da história (Telmo; Slavutzki, 2024). Embora as questões relacionadas à segurança e à saúde do trabalhador tenham recebido pouca atenção durante a Antiguidade, esse cenário começou a se modificar com o advento da Revolução Industrial, entre os anos de 1760 e 1840 (LOPES, 2018). Nesse período, a intensificação dos processos produtivos e a introdução de novas tecnologias ampliaram a exposição dos trabalhadores a diversos riscos, cujos efeitos biológicos ainda eram pouco compreendidos. À medida que esses impactos passaram a ser estudados, foram desenvolvidas legislações específicas e implementadas novas práticas voltadas à promoção da segurança e da saúde no ambiente de trabalho (Telmo; Slavutzki, 2024).

Atualmente, é necessário que as instituições, independentemente do segmento, estejam cada vez mais preocupadas em manter a segurança e a saúde de seus trabalhadores, por meio do controle dos riscos inerentes às suas atividades. A norma OHSAS 18001, anteriormente utilizada como referência para os sistemas de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), foi substituída, em 2018, pela

ISO 45001, que estabelece requisitos para a implementação, manutenção e melhoria contínua desses sistemas, visando proporcionar ambientes de trabalho seguros e saudáveis. Nesse contexto, torna-se fundamental que as organizações cumpram integralmente os objetivos estabelecidos em suas políticas de SST, em consonância com os requisitos da ISO 45001 e com a legislação vigente (ABNT, 2018; Lopes, 2018).

Sob o amparo do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) tem como objetivo principal proteger e prevenir riscos à segurança e saúde dos trabalhadores, por meio de políticas públicas e ações de identificação dos riscos provenientes do trabalho. Para isso, o SESMT é responsável por planejar e coordenar inspeções nos ambientes, verificando as condições de trabalho, prevenindo acidentes e doenças ocupacionais, protegendo assim, a vida e a saúde dos trabalhadores (Abreu, 2018).

Conforme a NR 4 (Brasil, 2022), diante de suas atribuições e com a finalidade proteger a integridade física e de promover a saúde do trabalhador, o SESMT deve elaborar ou participar da elaboração do inventário de riscos; de acompanhar a implementação do plano de ação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR); de implementar medidas de prevenção; de elaborar plano de trabalho e monitorar metas, indicadores e resultados de segurança e saúde no trabalho; responsabilizar-se tecnicamente pela orientação quanto ao cumprimento do disposto nas NRs do MTE; promover a realização de atividades de orientação, informação e conscientização dos trabalhadores para a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho; propor, imediatamente, a interrupção das atividades e a adoção de medidas corretivas e/ou de controle quando constatar condições ou situações de trabalho que estejam associadas a grave e iminente risco para a segurança ou a saúde dos trabalhadores; acompanhar e participar nas ações do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO).

O SESMT é obrigatório nos estabelecimentos que empregam trabalhadores pelo regime CLT. Instituída pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), a partir do Decreto nº 229 (Brasil, 1967), década em que no Brasil havia altos índices de acidente de trabalho. Mais tarde, foi regulamentada pela Portaria nº 3.237/1972 do então Ministério do Trabalho e Previdência Social (Brasil, 1972) e instituída em 1978 pela Portaria 3.214 (Brasil, 1978) do Ministério do Trabalho e Emprego. O seu dimensionamento está estabelecido no Anexo II da NR 4 (Brasil, 2022), conforme relação da classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) e o seu

correspondente Grau de Risco (GR). Já a necessidade, quantidade e a especialidade dos trabalhadores previstos para composição do SESMT, estão previstas no Anexo II da NR 4 (Brasil, 2022) e depende do grau de risco das atividades desenvolvidas pela empresa (conforme a classificação CNAE – Anexo I da NR 4) e do número de trabalhadores vinculados a ela. Sendo assim, as atividades de atendimento hospitalar de Grau de Risco 3, por exemplo, com 1.001 (um mil e um) a 2.000 (dois mil) trabalhadores devem ter no mínimo quatro Técnicos em Segurança do Trabalho, um Engenheiro de Segurança do Trabalho, um Auxiliar ou Técnico de Enfermagem e um Médico do Trabalho. Hospitais, ambulatórios, maternidades, casas de saúde e repouso, clínicas e estabelecimentos similares deverão contratar um Enfermeiro do Trabalho em tempo integral quando possuírem mais de quinhentos trabalhadores (Cardoso *et al.*, 2023).

Segundo Cardoso *et al.* (2023), o SESMT é responsável por eliminar ou minimizar os riscos ambientais existentes no ambiente de trabalho, o que inclui vistorias nos setores e a aplicação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), previsto na NR 1. No PGR encontramos todos os riscos ocupacionais identificados nas práticas diárias dos trabalhadores, suas medidas de quantificação, qualificação, controles existentes e plano de ação. Também é atribuição do SESMT e previsto na NR 7, a elaboração do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Nele são indicadas todas as medidas preventivas relacionadas à saúde dos trabalhadores, como a periodicidade dos exames ocupacionais e a necessidade de avaliações específicas.

É importante ressaltar que uma gestão eficaz em SST, tem como princípio básico compreender que a qualidade dos serviços prestados também depende do bem-estar e da qualidade de vida do trabalhador e do meio ambiente que a organização disponibiliza para desenvolvimento de suas atividades. O avanço da tecnologia e as mudanças provenientes da globalização são fatores que têm desencadeado impactos nas diferentes formas de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização Internacional do Trabalho (OIT), acidentes e doenças decorrentes do trabalho matam anualmente em torno de 2 milhões de pessoas em todo o mundo (Abreu, 2018).

Diante do exposto, percebe-se que a segurança e saúde do trabalhador ainda necessita de fortalecimento, pois a exposição aos riscos ocupacionais ainda é uma realidade em decorrência das atividades realizadas no ambiente de trabalho. Independente do fornecimento de equipamentos de proteção individual e coletiva,

torna-se essencial para o bem-estar e saúde do trabalhador uma cultura que possibilite a execução de suas tarefas com segurança (CNEN, 2025).

2.1.3 Proteção Radiológica em unidade cirúrgica

Em 1928, durante o Congresso Internacional de Radiologia foi criada a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). A ICRP tem como objetivo principal elaborar recomendações de proteção radiológica com base nas pesquisas sobre efeitos biológicos das radiações ionizantes, desenvolvidas pelo Comitê Científico sobre os Efeitos da Radiação Atômica da Organização das Nações Unidas (UNSCEAR). Assim, países de todo o mundo, incluindo o Brasil, utilizam para elaboração de suas normativas, as normas e guias estabelecidas pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). A Agência utiliza como princípio básico as recomendações da ICRP. Mas foi em 1977, com a publicação da ICRP 26, que veio à tona a disseminação da Proteção Radiológica. Pela primeira vez foi mensurado o risco dos efeitos estocásticos das radiações ionizantes, apresentando um sistema de limitação de dose, focado em três princípios básicos da Proteção Radiológica, como a justificação, a otimização e a limitação individual de dose. No Brasil, as primeiras leis de radioproteção apareceram somente em 1988 com a norma ANSN 3.01/2025 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (Pereira; Kelecom; Pereira, 2015). Entretanto, essas normas nem sempre são observadas em sua totalidade, resultando em risco desnecessário aos trabalhadores da saúde e usuários. Recentemente, foi proposto pela Associação Internacional de Proteção Radiológica o conceito de "Cultura de Proteção Radiológica", que pode ser resumido como a combinação de conhecimentos, valores, comportamentos e experiências de proteção radiológica em todos os seus aspectos para os pacientes, os trabalhadores da saúde, a população e o ambiente em todas as situações de exposição à radiação, combinando as dimensões científicas e sociais (Moura; Bacchim, 2015). A proteção radiológica é necessária em qualquer aplicação da radiação ionizante na medicina, porém, uma atenção maior deve ser dada, em procedimentos guiados por imagens fluoroscópicas e aos seus trabalhadores como médicos, técnicos de enfermagem, enfermeiros e técnicos de radiologia e que permanecem na sala cirúrgica durante tais atividades (Moura; Bacchim, 2015).

Vários fatores podem influenciar os níveis de exposição para a equipe cirúrgica, como a altura do profissional, seu posicionamento na sala, a posição do tubo de raios X, o uso adequado dos equipamentos de proteção, o tempo total de

exposição e a condição de aquisição da imagem, entre outros. Os efeitos da exposição à radiação podem ser agrupados em duas categorias gerais: efeitos determinísticos, também denominados reações teciduais, que resultam da morte ou perda funcional de um número significativo de células e manifestam-se somente após a superação de um limiar de dose; e efeitos estocásticos, associados a mutações em células somáticas ou germinativas, cuja probabilidade de ocorrência aumenta com a dose, sem a existência de limiar conhecido (Cury *et al.*, 2021).

Alguns estudos oftalmológicos demonstraram o aumento de opacidades no cristalino do olho e, em alguns casos, cataratas entre os trabalhadores expostos à radiação ionizante. As variações consideráveis na exposição ocupacional sugerem que a cultura da proteção radiológica deve ser fortalecida entre trabalhadores de unidades cirúrgicas (ICRP, 2018).

Segundo estudos realizados por Magee *et al.* (2021), a disseminação da cultura de proteção radiológica entre os trabalhadores que utilizam a fluoroscopia reduziria os riscos comportamentais, melhorando, assim, a compreensão sobre os efeitos biológicos oriundos da exposição às radiações ionizantes. A implantação de diretrizes institucionais, preconizando limites preestabelecidos pelos estabelecimentos de saúde, assim como configurações fluoroscópicas com técnicas mais seguras para posicionamento do paciente e de toda equipe cirúrgica, alarmes disponibilizados quando o tempo de fluoroscopia ou o número de imagens ultrapassassem o limite proposto, melhoraria a compreensão dos trabalhadores com relação à importância da cultura de proteção radiológica nas unidades cirúrgicas.

Outros fatores que contribuem para a superexposição à radiação ionizante são os fatores culturais, estruturais, a sobrecarga de trabalho, a formação profissional, o desconforto e a dificuldade na utilização dos equipamentos de proteção, a vulnerabilidade do trabalhador, a variabilidade na qualificação profissional, as deficiências de infraestrutura e de gestão. Sendo assim, os riscos ocupacionais estão relacionados às condições, situações, procedimentos, condutas ou eventos que podem implicar em resultados negativos, podendo causar prejuízos à saúde do trabalhador (Gomes; Brasileiro, 2020).

A disseminação da cultura de proteção radiológica e a implantação de protocolos operacionais envolvendo os trabalhadores que participam de procedimentos intervencionistas são de suma importância nos estabelecimentos de saúde. Um programa de proteção radiológica bem-sucedido para esses procedimentos requer o envolvimento de toda a equipe, incluindo médicos,

enfermeiros, profissionais das práticas radiológicas, engenheiros, técnicos em segurança do trabalho, técnicos de enfermagem, físicos médicos, órgãos reguladores e gestores. Além disso, todos devem estar conscientes da importância da utilização dos equipamentos de proteção coletiva e individual, do monitor individual de dose (dosímetro) e do cumprimento de procedimentos seguros para a realização das atividades (ICRP, 2018).

A cultura da proteção radiológica significa envolver os trabalhadores em sua totalidade, considerando todas as variáveis da prática diária e da perspectiva de cada um. Assim, a proteção radiológica não deve ser reduzida à introdução de normas, pois essa compreensão suscita importantes implicações à segurança e saúde do trabalhador. Nesse sentido, é fundamental destacar que, mais do que normatizar, é necessário comprometimento não só dos estabelecimentos de saúde como também de todos os trabalhadores envolvidos, no intuito de disseminar a cultura da proteção radiológica nas unidades cirúrgicas (Gomes; Brasileiro, 2020).

Os dados sobre o nível de exposição ocupacional à radiação ionizante são obtidos mensalmente pelos estabelecimentos de saúde a partir da utilização do dosímetro individual de dose. Conforme Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 611/ANVISA e Resolução Normativa Nº 002/DIVS/SES, esses registros fazem parte do Programa de Proteção Radiológica (PPR) e são essenciais para proteger os trabalhadores das respectivas exposições. Os trabalhadores que realizam procedimentos intervencionistas guiados por fluoroscopia estão expostos a uma dose substancialmente mais elevada de radiação ionizante do que os da radiologia convencional (Lee *et al.*, 2022).

As doses excessivas de radiação ionizante podem ser responsáveis por efeitos biológicos no trabalhador que utiliza na sua prática diária nas unidades cirúrgicas a fluoroscopia. Durante o processo de trabalho podem ocorrer longos tempos de exposição, altas taxas de dose, quantidade elevada de imagens adquiridas, colimação inadequada e falta de uso dos filtros necessários para minimização da exposição aos raios-x (Silva *et al.*, 2024).

No entanto, trabalhadores expostos à radiação ionizante nem sempre usam o dosímetro individual de dose. Alguns motivos são relatados pelos trabalhadores como: redução no seu desempenho, desconforto e problemas com as autoridades reguladoras e estabelecimentos de saúde por excederem os limites de dose. O uso descontinuado do dosímetro e a falta de adesão por parte dos trabalhadores pode acarretar medições de doses imprecisas, levando à subestimação da real exposição

dos trabalhadores. Portanto, os riscos para a saúde relatados nos estudos epidemiológicos seriam tendenciosos, tendo em vista, que os resultados são analisados com base nos dados legalmente notificados (Batista et al, 2019).

É importante que as doses de exposição ocupacional sejam monitoradas e compreendidas com precisão, no intuito de implantar medidas eficazes e que sirvam como um passo fundamental no desenvolvimento de estratégias para a disseminação da cultura de proteção radiológica entre os trabalhadores que utilizam técnicas guiadas por fluoroscopia (Lee *et al.*, 2022).

Sendo assim, essa pesquisadora como Engenheira de Segurança do Trabalho percebe em sua rotina diária, a importância do trabalho do SESMT em conjunto com o Comitê de Proteção Radiológica no dever e na responsabilidade de disseminar uma política baseada na otimização da dose do paciente, na distância da fonte, na proteção e no tempo de realização dos procedimentos envolvendo a utilização do equipamento de arco em C nas unidades cirúrgicas hospitalares. É de suma importância a otimização da dose de radiação ionizante, pois dela significa que o paciente não receberá uma dose maior do que a necessária, reduzindo também, a dose recebida pela equipe cirúrgica envolvida em práticas fluoroscópicas (Chida, 2022).

2.1.4 Dosímetro em tempo real

A utilização de dosímetro eletrônico em tempo real representa um avanço significativo para a gestão da proteção radiológica ocupacional em atividades que utilizam radiação ionizante, especialmente em setores como o centro cirúrgico que empregam intensivamente a fluoroscopia em procedimentos intervencionistas. Diferentemente dos dosímetros passivos convencionais, cuja leitura ocorre de forma retrospectiva, geralmente em intervalos mensais, os dosímetros eletrônicos possibilitam a visualização instantânea da dose acumulada e da taxa de dose durante os procedimentos, permitindo intervenções imediatas para redução da exposição ocupacional. Esse monitoramento em tempo real favorece a identificação de situações de maior exposição, estimula mudanças comportamentais relacionadas ao posicionamento da equipe, ao uso adequado das barreiras de proteção e ao respeito aos princípios da otimização da proteção radiológica, tornando visível um risco que normalmente é imperceptível aos trabalhadores durante a prática assistencial (KOCH *et al.*, 2023; VANO, 2024). Além do mais, esses sistemas constituem importante ferramenta complementar ao monitoramento ocupacional convencional, contribuindo

para a educação permanente, a gestão da segurança radiológica e o fortalecimento da cultura de proteção radiológica (IEC, 2020; KOCH *et al.*, 2023).

Figura 2 – Informações relevantes para acompanhamento do Dosímetro em tempo real

User Novo - 4000		
Dose Instantânea	Dose Acumulada	Data/Hora
0 $\mu\text{Sv/h}$	61.7 μSv	21/09/2023 09:16:52
Bateria	Temperatura	Movimentação
100%	32°C	Detectada
Número de dados salvos		

Fonte: Vanellus, 2024.

Do ponto de vista regulatório e metrológico, a Norma Internacional IEC 62387 (2020) estabelece critérios para sistemas de dosimetria utilizados no monitoramento individual de dose em tempo real. A norma define requisitos relacionados à faixa de medição, resposta energética, linearidade, estabilidade, armazenamento de dados, desempenho ambiental, compatibilidade eletromagnética e desempenho mecânico dos equipamentos. A IEC 62387 (2020) também estabelece requisitos específicos para avaliação das grandezas operacionais de proteção radiológica, incluindo $H_p(10)$, $H_p(3)$ e $H_p(0,07)$, utilizadas respectivamente para monitoramento de dose efetiva de corpo inteiro, cristalino e extremidades. A adequação dos sistemas a essas grandezas é fundamental para garantir confiabilidade metrológica e comparabilidade internacional das medições ocupacionais.

O sistema apresenta funcionalidades alinhadas às exigências contemporâneas da gestão da proteção radiológica, incluindo armazenamento digital em nuvem, rastreabilidade individual das exposições, emissão de relatórios automatizados e parametrização de limites de dose por usuário. Além disso, o equipamento permite compartilhamento entre diferentes profissionais mediante sistema de login/logout com identificação individual, favorecendo otimização operacional sem perda da rastreabilidade das doses ocupacionais. Além do monitoramento contínuo, o sistema possui mecanismos de alerta visual e sonoro

quando limites previamente parametrizados são atingidos. O equipamento emite sinal luminoso vermelho constante e acionamento de buzzer quando há detecção de taxas de dose acima do limite configurado no sistema. Esse recurso fortalece a cultura de proteção radiológica ao proporcionar feedback imediato aos trabalhadores, permitindo ajustes rápidos de posicionamento, aumento da distância da fonte emissora ou intensificação do uso de barreiras de proteção (Vanellus, 2024).

A visualização instantânea das taxas de dose fortalece estratégias educativas e promove maior engajamento das equipes multiprofissionais com os princípios da proteção radiológica, especialmente o princípio ALARA (*“As Low As Reasonably Achievable”*), baseado na manutenção das exposições tão baixas quanto razoavelmente possíveis. Nesse contexto, a dosimetria em tempo real não deve ser compreendida somente como ferramenta de medição, mas também como instrumento de educação permanente, vigilância ocupacional e fortalecimento da cultura de segurança em ambientes que utilizam radiação ionizante. Estudos demonstram que o uso de feedback visual em tempo real pode contribuir para redução significativa da exposição ocupacional durante procedimentos guiados por fluoroscopia, favorecendo maior conscientização da equipe e adoção imediata de medidas protetivas (Koch *et al.*, 2023).

2.1.5 A perspectiva dialética na compreensão entre o SESMT e a Proteção Radiológica

A relação entre o Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Proteção Radiológica (PR) é compreendida, nesta pesquisa, a partir da perspectiva dialética, por se tratar de um referencial que permite analisar os fenômenos em sua dinâmica histórica, nas múltiplas relações que estabelecem e nas contradições presentes no processo de trabalho. Nessa abordagem, a realidade não é entendida como estática ou fragmentada, mas como uma totalidade em constante transformação, cujos elementos se constituem mutuamente (Sanfelice, 2009).

Entre as categorias centrais da dialética destacam-se a totalidade, a contradição e a mediação. A categoria da totalidade permite compreender que o SESMT e a Proteção Radiológica possuem atribuições específicas, porém integram um mesmo sistema de proteção à saúde e à segurança dos trabalhadores expostos às radiações ionizantes. Já a contradição evidencia que, embora compartilhem objetivos comuns, essas estruturas podem apresentar sobreposição de

responsabilidades, lacunas de atuação e diferentes formas de compreender e gerenciar os riscos ocupacionais. A mediação, por sua vez, corresponde aos elementos que articulam essa relação, como as normas regulamentadoras, os processos institucionais, a organização do trabalho e a atuação das diferentes categorias profissionais envolvidas (Sanfelice, 2009).

Essa perspectiva também orienta a análise qualitativa desenvolvida nesta investigação. Conforme destacam Galiazzi e Sousa (2019), a produção das categorias analíticas ocorre em um movimento que se constrói entre os dados empíricos e a construção conceitual, permitindo que a interpretação ultrapasse a simples descrição dos fenômenos e revele relações, tensões e significados presentes na realidade investigada.

Assim, a articulação entre a Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), a observação não participante, a análise de conteúdo e o uso do dosímetro em tempo real possibilita compreender não somente as representações dos participantes sobre o SESMT e a Proteção Radiológica, mas também as contradições e mediações que se manifestam no processo de trabalho. Dessa forma, a categoria "relação dialética" constitui o referencial interpretativo que orienta a compreensão das aproximações, dos distanciamentos e das possibilidades de integração entre essas duas áreas no contexto da saúde ocupacional.

2 METODOLOGIA

O presente estudo é de natureza exploratória e descritiva, de abordagem qualitativa, tendo sido desenvolvido entre os meses de agosto e novembro de 2025, em uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil. A metodologia aplicada permitiu compreender os significados, as expertises e as percepções dos trabalhadores, de modo a construir um conhecimento mais aprofundado e contextualizado sobre o tema (De Lunetta *et al.*, 2024).

A pesquisa qualitativa foi conduzida sob uma perspectiva interpretativa, com o objetivo de compreender a prática cotidiana dos trabalhadores em seus processos laborais a partir da descrição e análise das atividades, tal como são efetivamente realizadas. O aprofundamento do tema no contexto social investigado revelou-se fundamental para entender as crenças, percepções e práticas culturais que

permeiam o processo de trabalho.

Para assegurar maior densidade e detalhamento dos dados, realizou-se uma investigação de campo, na qual as etapas de coleta e análise aconteceram sucessivamente: observação não participante – com registros em diário de campo –, aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) e monitoramento da dosimetria em tempo real.

Embora esta pesquisa não adote explicitamente o referencial teórico dialético, o percurso metodológico delineado propicia uma compreensão dinâmica, relacional e contextualizada do fenômeno pesquisado, visto que as representações sociais são modelos mentais abstratos processuais em constante movimento e reconfiguração (Melo, 2024; Coutinho; Do Baú, 2017). A Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) viabiliza o acesso aos significados, percepções e dimensões latentes construídos pelos trabalhadores (Chaves *et al.*, 2020; Nóbrega; Andrade, 2017). Por permitir que conteúdos não filtrados pela censura se tornem salientes, a TALP funciona como uma "porta de entrada" no universo simbólico dos sujeitos sobre radiação ionizante, proteção radiológica, SESMT e segurança no trabalho (Coelho; Carvalho; Porcino, 2019).

Paralelamente, a observação não participante apreende as práticas concretas do cotidiano laboral, reconhecendo que as representações sociais constituem um sistema de valores e noções que fornecem aos indivíduos meios para se orientarem em seu contexto material e dominá-lo. Já a dosimetria eletrônica em tempo real fornece dados objetivos que podem ser confrontados com os elementos do sistema periférico das representações, que é a interface entre a realidade concreta e o núcleo central, suportando as contradições e a heterogeneidade do grupo (Chaves *et al.*, 2020).

A triangulação desses dados, operacionalizada mediante análise de conteúdo temática, conforme Bardin, favorece a identificação de convergências, mediações e tensões na realidade investigada ao dissecar os núcleos de sentido que compõem a comunicação. Essa estratégia metodológica desvela "grifos, esboços e rasuras" no discurso e na prática, permitindo identificar as lacunas e aproximações entre o trabalho prescrito pelo SESMT e o trabalho real de Proteção Radiológica (Nóbrega; Andrade, 2017).

Por fim, o Software ATLAS.ti auxilia na triangulação dos dados ao atuar como o eixo entre as diferentes técnicas de coleta adotadas, contribuindo para a apreensão do fenômeno em sua complexidade, reconhecendo que a segurança e a proteção radiológica são coproduzidas a partir de múltiplas determinações e contradições manifestas no contexto concreto do trabalho em saúde.

3.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil. O hospital, considerado um dos maiores do Sul de Santa Catarina, é de caráter privado, de cunho filantrópico e de utilidade pública, por atender ao Sistema Único de Saúde (SUS). Possui 49.398,52 m² de área construída, distribuídos entre os setores assistenciais, administrativos e de apoio. Dispõe de 309 leitos de internação e 12 salas cirúrgicas, proporcionando atendimento em diversas especialidades (todas utilizadas nos procedimentos com uso de fluoroscopia). Em 2024, o hospital realizou 14.108 cirurgias, sendo 8.843 delas realizadas pelo SUS, e 5.265 por meio de convênios e particulares. O centro cirúrgico conta com quatro equipamentos de Arco em C, que podem ser utilizados simultaneamente nas salas cirúrgicas, segundo a demanda dos procedimentos realizados.

O Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) da instituição é composto por uma equipe multiprofissional formada por 04 Técnicos em Segurança do Trabalho, 01 Engenheiro de Segurança do Trabalho, 02 Técnicos de Enfermagem do Trabalho, 01 Fisioterapeuta, 01 Enfermeiro do Trabalho e 01 Médico do Trabalho. Essa equipe atua na promoção da saúde ocupacional, na prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho, bem como na implementação e acompanhamento das ações de segurança e saúde ocupacional, em conformidade com a NR-04.

Instituído pelo Ministério da Educação (MEC) como Hospital Ensino, a entidade conta com médicos residentes, acadêmicos de medicina, enfermagem e outros acadêmicos e estagiários de áreas diversificadas. Sendo assim, presta assistência hospitalar a todos com excelência, gerando educação em saúde, por meio do ensino e pesquisa para toda a comunidade.

3.2 Participantes da pesquisa

Participaram do estudo 75 trabalhadores vinculados ao centro cirúrgico e ao SESMT da instituição, pertencentes a diferentes categorias profissionais envolvidas direta ou indiretamente nas atividades realizadas na unidade cirúrgica. O grupo foi composto pelas seguintes categorias: médicos (n=39), técnicos de enfermagem (n=17), técnicos em radiologia (n=8), enfermeiras (n=6) e trabalhadores dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) (n=5).

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição Proponente e da Instituição Participante, os trabalhadores foram chamados a participar do estudo por meio de convite direto, realizado após a apresentação dos objetivos da pesquisa e o esclarecimento dos procedimentos metodológicos envolvidos. A participação ocorreu de forma voluntária, sendo efetivada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ressalta-se que o estudo foi conduzido em conformidade com os princípios éticos estabelecidos para pesquisas envolvendo seres humanos. Quanto à definição do número de participantes, adotou-se o critério de suficiência dos dados, comumente utilizado em pesquisas qualitativas, o qual considera a interrupção da coleta quando o material empírico produzido passa a apresentar recorrência temática e consistência analítica suficientes para a compreensão do fenômeno investigado.

3.2.1 Critérios de inclusão

Foram adotados como critérios de inclusão participantes trabalhadores que atuavam na instituição durante o período de setembro a novembro de 2025 e que desenvolviam suas atividades relacionadas aos procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia e a atividades de segurança e saúde do trabalho.

3.2.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos trabalhadores afastados de suas atividades laborais durante o período da pesquisa e aqueles que optaram por não participar do estudo.

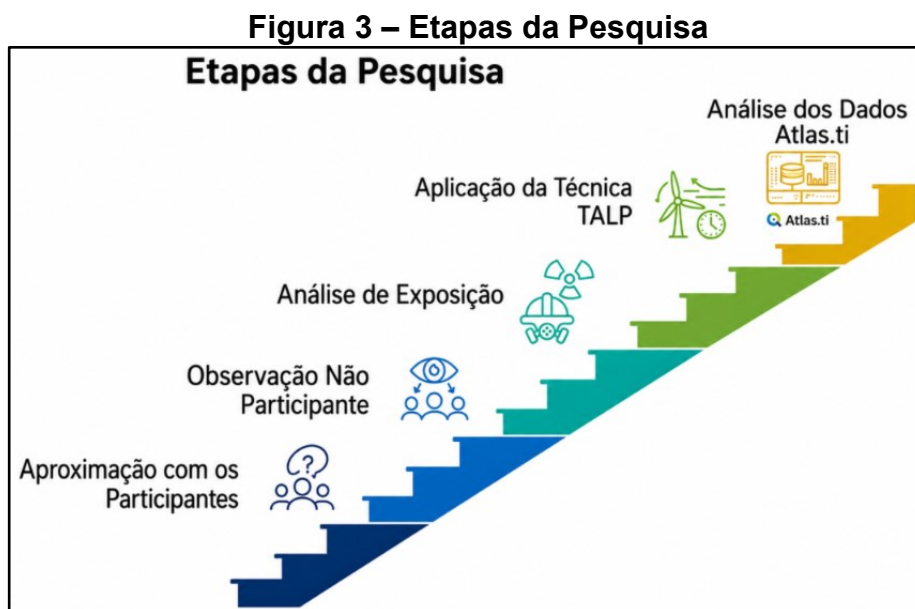
3.3 Coleta de dados

Os dados foram coletados pessoalmente pela pesquisadora, que utilizou o

dosímetro individual de dose para monitoramento da sua exposição à radiação ionizante no centro cirúrgico, contratado pela própria pesquisadora, e que não apresentou leitura de investigação. A coleta foi realizada com autorização da instituição, nos turnos de trabalho matutino, vespertino e noturno, conforme disponibilidade do mapa cirúrgico diário, respeitando a agenda de cirurgias com arco em C, abrangendo assim, todos os trabalhadores que aceitaram participar da pesquisa.

Os participantes foram selecionados por amostragem intencional e por conveniência. A seleção intencional se justifica pelo fato de a pesquisadora atuar, à época, como Engenheira de Segurança do Trabalho no Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) da instituição onde o estudo foi desenvolvido, o que possibilitou o acesso ao campo de pesquisa e a aproximação com o contexto investigado, contribuindo também para a compreensão e o aprimoramento do processo de trabalho no hospital. Já a amostragem por conveniência decorre do fato de a instituição estudada ser um hospital de referência em alta complexidade no estado de Santa Catarina, o que facilitou a viabilidade e a pertinência da realização da pesquisa nesse cenário.

Para a construção de um conjunto consistente e relevante de informações acerca do objeto de estudo, foram utilizadas diferentes estratégias de coleta de dados (Fig. 2), objetivando a triangulação dos dados de maneira a permitir melhor compreensão das atividades desenvolvidas pelas equipes de trabalhadores envolvidos em procedimentos guiados por fluoroscopia. Adicionalmente, o estudo buscou compreender de que maneira a interação com os trabalhadores do SESMT contribui para a disseminação da cultura de proteção radiológica em uma unidade cirúrgica localizada no Sul do Brasil.



Fonte: Elaboração própria com auxílio da IA Gemini (2026).

O trabalho iniciou com a aproximação da pesquisadora aos sujeitos do estudo, para melhor compreensão do tema, facilitando assim, a abertura para processo de coleta de dados. Após os devidos esclarecimentos, teve início o trabalho de campo com a observação não participante. Para a primeira etapa foi utilizado um diário de observação (APÊNDICE B), que teve em seu escopo informações como: local, data, horário, sala, especialidade da cirurgia observada, modelo do equipamento utilizado, quantidade de trabalhadores em sala, categoria dos trabalhadores, utilização, tipos, disponibilidade e existência de EPIs para todos os trabalhadores, utilização de EPCs, utilização de dosímetro individual de dose por todos os profissionais, existência de dosímetro de área, tempo aproximado da cirurgia, frequência na utilização da fluoroscopia, existência de rodízio entre os trabalhadores. Também foram observados dados como a saída da sala dos trabalhadores não necessários durante a operação do equipamento de arco em C, o trabalhador responsável pela operação do equipamento de arco em C, a ocorrência de comunicação entre os trabalhadores durante a utilização do equipamento de radiação, entre outros dados relevantes para o desenvolvimento do estudo.

Para a organização do período de observação não participante foi solicitada a agenda de cirurgias (disponibilizada diariamente), para verificação dos procedimentos guiados por fluoroscopia. A agenda também foi necessária e importante para o reconhecimento das salas cirúrgicas, dos horários de início dos procedimentos e dos trabalhadores envolvidos no processo de trabalho.

Durante o período de observação, foram analisados 36 procedimentos

guiados por fluoroscopia. A pesquisadora atuou como observadora externa, ou seja, sem interferir nas atividades. As observações focaram na organização do trabalho, no uso de equipamentos de proteção radiológica, no posicionamento dos profissionais e nas interações entre as categorias envolvidas, aspectos relacionados à variabilidade da exposição ocupacional à radiação ionizante. Os registros foram feitos em diário de campo, com descrições das práticas observadas e da dinâmica organizacional.

A terceira etapa da pesquisa (conforme a Fig. 2) foi analisar a exposição ocupacional à radiação ionizante dos trabalhadores durante os procedimentos guiados por fluoroscopia, por meio de dosimetria em tempo real com tecnologia sem fio. O dosímetro em tempo real é pioneiro no Brasil na quantificação e gestão em tempo real da radiação ionizante de trabalhadores ocupacionalmente expostos. O equipamento enviou as seguintes informações por *Bluetooth* (BLE) para um aplicativo de dispositivo Android: Data/Hora do dado, valor de dose em μSv (Dose Acumulada) lida durante o período de acúmulo parametrizado, taxa de dose em $\mu\text{Sv/h}$ do intervalo (Dose Instantânea), número de série do dosímetro, usuário vinculado no momento (Vanellus Rad, 2025). Posteriormente, esses dados foram convertidos para uma planilha (*Open source*) e categorizados para análise. Assim, o propósito desse experimento foi determinar as categorias de trabalhadores e atividades com maior exposição, avaliando a significância da exposição em relação aos limites normativos estabelecidos e às medidas de proteção adotadas.

O sistema da dosimetria em tempo real é composto por sensores eletrônicos capazes de detectar radiação ionizante e converter os sinais recebidos em informações quantitativas de dose. Esses dados são transmitidos continuamente para plataformas digitais, permitindo o monitoramento em tempo real dos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs). Conforme manual técnico do sistema Vanellus (2024), o equipamento realiza monitoramento contínuo da dose efetiva, comunicação sem fio e armazenamento automático das informações em nuvem, possibilitando gerenciamento inteligente das exposições ocupacionais.

O sistema utiliza tecnologia de comunicação *Bluetooth Low Energy* (BLE), possibilitando a transmissão contínua dos dados para o aplicativo móvel e plataforma online de monitoramento. O dosímetro opera com modo de detecção que desconta o *Background*, pois a integração da corrente é produzida por eventos de alta intensidade, de modo análogo à câmara de ionização, e diferente do modo Geiger, que contabiliza a radiação de fundo. Entre as informações disponibilizadas em tempo

real (Fig. 1), estão a dose acumulada, a taxa de dose instantânea, a identificação do usuário, o nível de bateria, a temperatura do dispositivo e os registros de movimento obtidos por acelerometria. O intervalo de atualização das medições pode ser configurado entre 1 e 15 segundos, sendo adotado, neste estudo, o padrão de 5 segundos. Essa dinâmica de monitoramento quase em tempo real amplia a percepção da equipe quanto à exposição ocupacional durante os procedimentos, favorecendo intervenções imediatas e maior adesão a melhores práticas de proteção radiológica (Vanellus, 2024).

No fotodiodo PIN, a camada intrínseca fica entre as regiões P e N, aumentando a sensibilidade à radiação ionizante. Quando a radiação atinge o fotodiodo, ela gera pares de cargas elétricas, chamados de pares elétron-lacuna. Como o fotodiodo opera com polarização reversa, essas cargas são coletadas pelo circuito eletrônico, produzindo uma corrente elétrica proporcional à radiação incidente. Essa corrente é medida por um circuito amplificador integrador, que transforma o sinal elétrico gerado pelo sensor em uma diferença de potencial. Em seguida, o ADC do dispositivo lê esse sinal e o integra ao longo do tempo. Como o sistema é previamente calibrado, essa leitura elétrica pode ser convertida em dose de radiação. A calibração utilizada é em HP(10), grandeza empregada no monitoramento individual de trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação. Assim, o dispositivo estima a dose equivalente pessoal recebida pelo usuário. As informações de dose são integradas em intervalos de 60 segundos pelos contadores do MCU e enviadas para a nuvem. Os intervalos de cada procedimento são usados para filtrar as janelas de interesse e analisar apenas os períodos relevantes de exposição (Vanellus, 2024).

Durante os procedimentos cirúrgicos, os trabalhadores utilizaram os dosímetros, posicionados na região torácica, sobre o avental plumbífero, conforme recomendações de monitoramento ocupacional. Os equipamentos registraram variáveis como dose acumulada (μSv), taxa de dose ($\mu\text{Sv/h}$), tempo de exposição e identificação do usuário, permitindo análise detalhada da exposição em diferentes momentos do procedimento.

Os dosímetros eletrônicos de leitura direta permitiram o monitoramento instantâneo da exposição à radiação, fornecendo informações em tempo real ao usuário e possibilitando a visualização de intervenções necessárias para redução da exposição ocupacional dos trabalhadores na unidade cirúrgica em estudo. Esse tipo de sistema apresentou elevada sensibilidade e rapidez na resposta dos detectores,

revelando-se um instrumento de monitoramento muito importante para fortalecimento da cultura de proteção radiológica em unidades cirúrgicas hospitalares.

Os dados obtidos pelos dosímetros foram registrados e posteriormente organizados em planilhas eletrônicas para análise. Foram avaliados os valores de dose acumulada, as variações da taxa de dose durante os procedimentos e a distribuição espacial da radiação dispersa no centro cirúrgico. Esse tipo de análise possibilitou caracterizar padrões de exposição ocupacional associados ao uso da fluoroscopia em procedimentos intervencionistas.

O monitoramento contínuo da exposição permitiu avaliar a variação da radiação dispersa durante diferentes etapas do procedimento, possibilitando a identificação de situações com maior potencial de exposição ocupacional. Esses achados demonstram que a localização do profissional em relação ao feixe primário e ao paciente influencia significativamente os níveis de exposição à radiação, sendo o médico cirurgião geralmente o trabalhador mais exposto.

A quarta etapa realizada foi a aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), que explorou as percepções e os significados atribuídos pelos trabalhadores em relação ao SESMT e à proteção radiológica no centro cirúrgico. Para sua aplicação, foram apresentados aos participantes termos indutores relacionados à proteção radiológica com o objetivo de estimular a evocação espontânea de palavras ou expressões associadas ao tema. A definição dos termos como: radiação ionizante, proteção radiológica, equipamentos de proteção individual (EPI) fundamentou-se na observação do processo de trabalho no centro cirúrgico com uso de fluoroscopia. Por fim, as evocações foram transcritas e organizadas em uma planilha de Excel e, posteriormente, analisadas com o auxílio do software ATLAS.ti. O programa permitiu identificar e organizar os termos a partir da combinação entre a frequência e a ordem média de evocação, possibilitando a construção da estrutura das representações necessárias para responder ao objetivo de pesquisa. Os participantes foram orientados a registrar, de forma espontânea, as primeiras palavras ou expressões que lhes viessem à mente a partir de cada termo indutor. A técnica foi aplicada individualmente, em ambiente reservado, garantindo privacidade durante o processo de evocação e evitando influência entre os participantes. As respostas foram registradas pelos próprios participantes em instrumento específico.

O material oriundo das observações e da aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras foi submetido à análise de conteúdo, conforme proposto por

Laurence Bardin (2016). Para auxiliar na organização, codificação e sistematização do material qualitativo foi utilizado o software ATLAS.ti. O processo analítico envolveu três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados com interpretação. Inicialmente foi realizada a organização do material empírico e leitura flutuante dos registros produzidos, com o objetivo de familiarização com o conteúdo. Em seguida, procedeu-se à codificação e categorização temática dos dados, identificando unidades de sentido relevantes para a compreensão das percepções e práticas relacionadas à proteção radiológica no centro cirúrgico.

A coleta documental, que permeou todo o percurso da pesquisa, consistiu na análise de documentos disponibilizados pelo Hospital referentes ao tema em estudo, tais como: levantamento dos modelos e fabricantes dos equipamentos de arco em C, Memorial Descritivo do Programa de Proteção Radiológica, relatórios individuais de dose referentes ao período de observação, registros de entrega de EPIs para verificação dos equipamentos de proteção disponibilizados pela Instituição, além de registros de treinamentos e de entrega dos dosímetros.

3.4 Organização e Análise dos dados

Para a análise, interpretação e triangulação dos dados, conforme já citado, foi utilizado o método de análise de conteúdo, de Bardin (2016), por meio do software ATLAS.TI 25, contemplando três etapas: pré-análise do conteúdo, exploração do material e tratamento dos resultados, a saber, inferência e interpretação, conforme descrito no Quadro 1 (Bardin, 2016).

Quadro 2 - Etapas de análise e interpretação das entrevistas de acordo com o Método de Bardin

PRÉ-ANÁLISE	• Leitura exploratória de todo o material coletado para familiarização com os dados e identificação de padrões preliminares. • Determinação dos trechos/informações mais relevantes do material coletado. • Definição de categorias e subcategorias para organizar e classificar os dados a partir das normativas e das leituras iniciais.
-------------	--

EXPLORAÇÃO DO MATERIAL	• Fragmentação do material em unidades de análise (palavras, frases ou trechos significativos) para posterior categorização. • Organização dos dados codificados em categorias emergentes da análise. • Identificação de conexões e padrões entre diferentes categorias, facilitando a construção de inferências e interpretações.
INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	• Comparação entre os diferentes tipos de dados (observações, técnica TALP, dosimetria em tempo real e documentos analisados), permitindo identificar convergências e divergências. • Organização e estruturação dos resultados.

Fonte: Adaptado de Bardin (2016).

O software ATLAS.TI 25 (Figura 3) foi uma importante ferramenta para a análise de conteúdo, pois permitiu a organização, categorização e interpretação dos dados de maneira estruturada. Trata-se de um software de análise de dados qualitativos assistido por computador (*Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software* - CAQDAS), frequentemente utilizado para analisar grandes quantidades de dados referentes a temas investigados (Correia; Maia, 2021). Seu emprego colaborou para a sistematização das informações coletadas (observações, técnica TALP e análise documental) e garantiu uma triangulação eficiente dos dados.

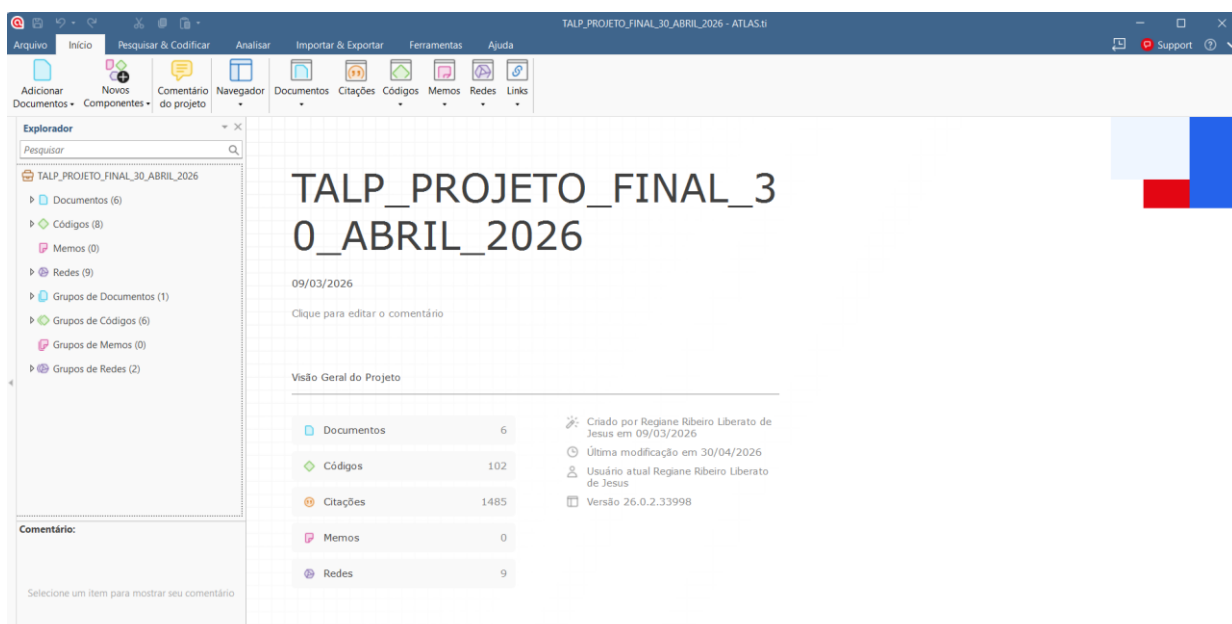
As expressões oriundas da TALP foram transcritas em uma planilha de Excel (Apêndice D) e incluídas no software ATLAS.TI, versão 25. Cabe salientar que as palavras evocadas pelos trabalhadores passaram pelo processo de lematização, que possibilita agrupar somente palavras que compartilham o mesmo radical e classe, reunindo apenas respostas masculinas e femininas, no singular e no plural. Como exemplo, podem ser citadas as palavras "amigos" e "amiga", as quais seriam agrupadas numa só forma, denominada, segundo a resposta mais frequente entre elas ou, no caso de frequências iguais, na forma masculina e/ou singular. Após análise, as palavras trazidas à lembrança foram agrupadas e, para cada categoria, foi calculada a sua frequência (Correia; Maia, 2021). Assim, os critérios de frequência

e a ordem de evocação se completaram e forneceram a caracterização de uma palavra a partir de um determinado grupo (Wachelke; Wolter, 2011).

A análise dos dados foi conduzida de forma rigorosa e sistematizada, articulando técnicas clássicas da pesquisa qualitativa com o uso de ferramentas tecnológicas de apoio à organização e interpretação do material empírico. Inicialmente, os dados provenientes das observações, dos dosímetros em tempo real e da Técnica de Associação Livre de Palavras foram transcritos e organizados utilizando o software de planilha eletrônica Excel e submetidos a um processo de leitura flutuante, permitindo a imersão no conteúdo e a identificação preliminar de unidades de sentido. Em seguida, ocorreu a codificação temática, orientada pelos pressupostos da análise de conteúdo (Bardin, 2016), com categorização progressiva dos dados em núcleos de significação relevantes ao objetivo do estudo.

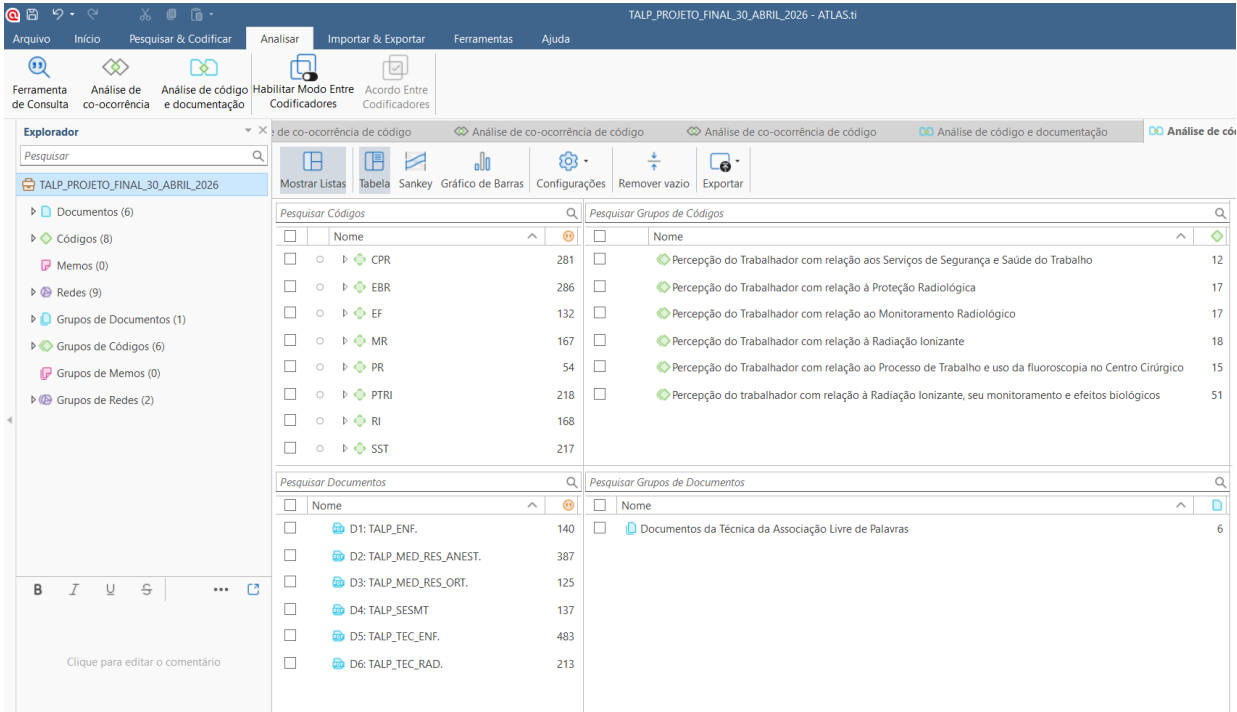
Para qualificar esse processo analítico e garantir rastreabilidade, transparência e rigor metodológico, utilizou-se o software ATLAS.ti (versão 25/26), reconhecido como uma ferramenta robusta para o gerenciamento de grandes volumes de dados qualitativos, possibilitando a organização de documentos, criação de códigos, vinculação de citações e construção de redes analíticas (Ribeiro *et al.*, 2026; Forte *et al.*, 2017). Conforme Figuras 3, 4, 5, 6 e 7, o uso do software permitiu a sistematização das etapas analíticas por meio da estruturação dos achados de pesquisa, possibilitando a compreensão dos documentos primários, citações e códigos, favorecendo a visualização das relações entre categorias e ampliando a consistência interpretativa dos dados evidenciados durante o processo de coleta.

Figura 4 - Licença de Estudante L-BFB-4A3_Versão: 2025/2026



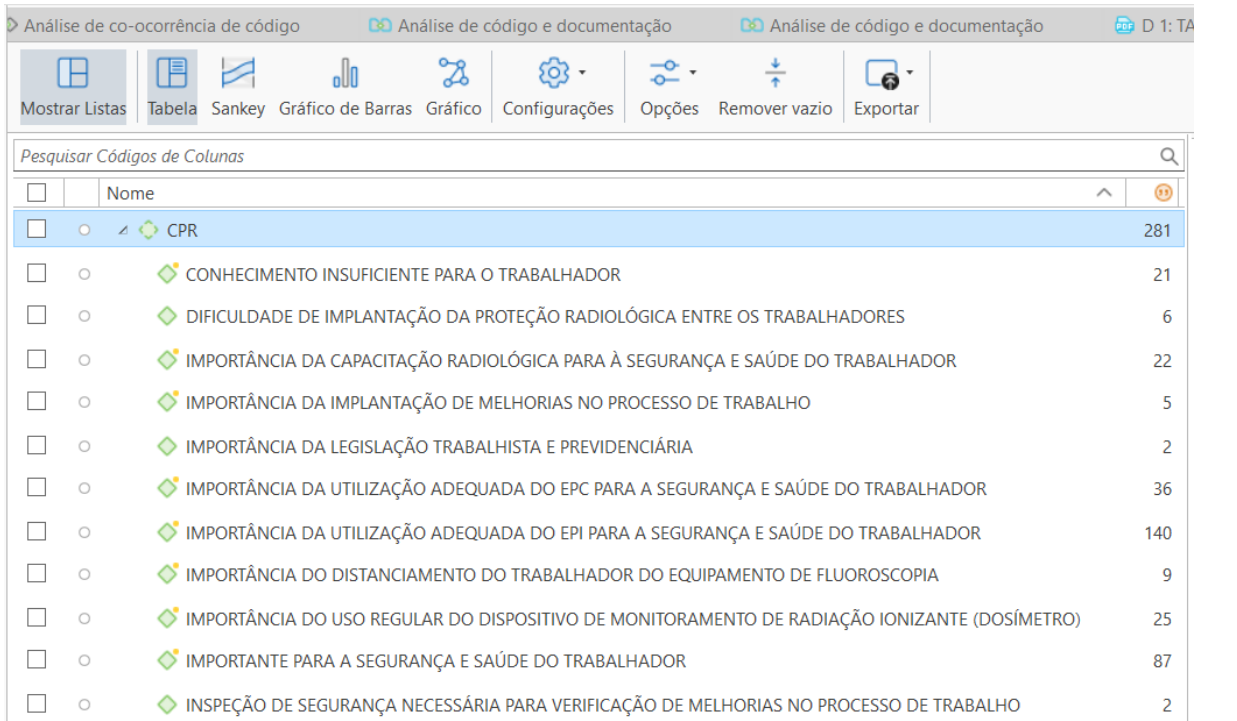
Fonte: Elaboração própria com auxílio da ATLAS.ti (2026).

Figura 5 - Visão Geral do Projeto



Fonte: Elaboração própria com auxílio da ATLAS.ti (2026).

Figura 6 - Codificação dos dados



Fonte: Elaboração própria com auxílio da ATLAS.ti (2026).

Figura 7 - Grupos de Códigos

Fonte: Elaboração própria com auxílio da ATLAS.ti (2026).

Figura 8 - Apresentação da Rede

Fonte: Elaboração própria com auxílio da ATLAS.ti (2026).

Paralelamente, a interpretação dos dados foi fundamentada na articulação teórico-metodológica entre a compreensão dos dados e a dialética entre os dados coletados, permitindo entender a linguagem como expressão das práticas sociais e, ao mesmo tempo, problematizar suas contradições e condicionantes históricos. Nesse sentido, a compreensão dos fatos orientou a busca pelos significados presentes nas evocações dos participantes, enquanto a dialética possibilitou a análise crítica das tensões, contradições e relações de poder subjacentes ao contexto investigado,

configurando um movimento interpretativo dinâmico entre compreensão e explicação (Minayo; Guerreiro, 2014). Essa abordagem ampliou a capacidade analítica do estudo ao considerar que os sentidos produzidos não são neutros, mas construídos a partir das interações sociais, organizacionais e institucionais que permeiam o trabalho em saúde em tempo real. Assim, a integração entre análise de conteúdo, suporte computacional e referencial dialético de compreensão conferiu densidade teórica, consistência metodológica e profundidade interpretativa aos resultados, assegurando maior robustez científica à pesquisa. A utilização dessas estratégias possibilitou articular a observação das práticas desenvolvidas no centro cirúrgico com a identificação da exposição individual de dose e das percepções e significados atribuídos pelos trabalhadores à proteção radiológica no processo de trabalho.

3.5 Aspectos éticos

Conforme regulamenta a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012), a pesquisa seguiu a ótica do indivíduo e das coletividades, assim como os referenciais da bioética, sendo eles a autonomia, a não maleficência, a beneficência, a justiça e a equidade. O estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo Seres Humanos da Instituição Proponente e da Instituição Participante, e aprovado por meio do Parecer Consubstanciado nº 7.820.519.

Sendo assim, a pesquisa seguiu todos os parâmetros estabelecidos pelas normas vigentes, assegurando todos os princípios éticos da pesquisa envolvendo seres humanos previstos na Resolução n.º 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. Conforme Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2023, que institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq, esta pesquisa utilizou ferramentas de Inteligência Artificial Generativa - IAG, Gemini e Chat GPT para melhora da sintaxe e organização textual. Após o uso das referidas ferramentas, todo o conteúdo foi revisado e editado pela autora, conforme necessário, assumindo a plena responsabilidade pelos conteúdos publicados nessa dissertação.

Toda publicação tem por obrigação preservar o anonimato e a privacidade dos dados dos participantes e responsáveis envolvidos durante a coleta de dados. Os dados foram mantidos sob tutela exclusiva das pesquisadoras, e assim que não forem mais necessários serão devidamente descartados (Tuono; Nunes; Petry, 2023).

4 RESULTADOS

Os resultados dessa pesquisa são apresentados em formato de dois manuscritos e um produto técnico-tecnológico, de acordo com a Resolução MPPR 01/2024, de 25 de março de 2024 (IFSC, 2024), que regulamenta os procedimentos de apresentação e avaliação da dissertação perante a banca avaliadora, no formato de produtos técnico-científicos que visam demonstrar a transferência de conhecimento para a prática clínica e a gestão em saúde.

A organização destes produtos apresenta os desdobramentos da pesquisa, estruturados sob a forma de produção intelectual e técnica, conforme as diretrizes e os critérios de avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para a área de Medicina II, consolidados em três produtos, descritos a seguir.

- **Manuscrito 1:** intitulado "Entre o Trabalho Prescrito e o Trabalho Real: Proteção Radiológica e Desafios para a Promoção do Trabalho Decente em Unidade Cirúrgica", cujo objetivo foi compreender a dialética entre o trabalho prescrito e o trabalho real relacionada à proteção radiológica em unidade cirúrgica com uso de fluoroscopia, buscando suas implicações para a promoção do trabalho decente. Desenvolvido a partir de uma abordagem qualitativa, o estudo buscou compreender como as dinâmicas organizacionais, os processos de trabalho e as práticas institucionais influenciam a efetivação das medidas de proteção radiológica na rotina do centro cirúrgico. Os resultados evidenciaram a dissociação entre o reconhecimento da radiação como risco e a adoção de práticas sistemáticas de proteção, associada à organização do trabalho e à baixa articulação do SESMT com o cotidiano assistencial, predominando uma atuação normativa e pouco integrada às práticas concretas, evidenciando tensões entre o prescrito e o real. O manuscrito contribui, assim, para a reflexão sobre a relação entre o trabalho prescrito e o trabalho real na proteção radiológica, mostrando-se distante e associada à frágil integração do SESMT ao processo de trabalho. Esse manuscrito foi formatado para submissão na Revista Brasileira de Saúde Ocupacional (RBSO), revista da FUNDACENTRO, classificada com Qualis-Capes B1.

- **Manuscrito 2:** intitulado "Dosimetria em Tempo Real e Exposição Ocupacional à radiação ionizante: Análise do Processo de Trabalho em Unidade Cirúrgica", objetivou identificar a exposição ocupacional à radiação ionizante de trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar por meio de dosimetria eletrônica em tempo real durante procedimentos com uso de fluoroscopia. Trata-se de um estudo exploratório, descritivo e de abordagem qualitativa, realizado com 44 trabalhadores de diferentes categorias profissionais, totalizando 70 registros dosimétricos durante 25 procedimentos cirúrgicos monitorados entre setembro e novembro de 2025. Os resultados evidenciaram heterogeneidade da exposição ocupacional entre categorias profissionais e tipos de procedimentos, com maiores níveis de exposição entre médicos cirurgiões e instrumentadores em procedimentos ortopédicos e cardiovasculares. A dosimetria em tempo real demonstrou potencial estratégico para fortalecer a cultura de proteção radiológica, ampliar a cultura do risco ocupacional e subsidiar ações permanentes de monitoramento e prevenção conduzidas pelo SESMT. Foi formatado para submissão na Revista *Brazilian Journal of Radiation Sciences* (BJRS,) revista da Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica, classificada com Qualis-Capes A3.
- **Manual Técnico:** O produto técnico foi desenvolvido com a finalidade de subsidiar a atuação dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) na gestão do risco radiológico ocupacional em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia. O manual foi elaborado com enfoque técnico-operacional, integrando referenciais normativos, evidências científicas e dados provenientes da prática laboral, com o objetivo de transformar exigências regulatórias em diretrizes aplicáveis à rotina institucional. O material contempla aspectos relacionados à organização do processo de trabalho, monitoramento da exposição ocupacional, uso de dosimetria, comunicação institucional, educação permanente e fortalecimento da cultura de proteção radiológica. Como diferencial, adota uma abordagem voltada à gestão ativa do risco radiológico, reconhecendo que a exposição ocupacional não depende exclusivamente dos equipamentos utilizados, mas também da forma como o trabalho é organizado, executado e monitorado pelas equipes

multiprofissionais no centro cirúrgico. Além disso, o produto propõe estratégias voltadas à melhoria contínua dos processos de trabalho, incluindo utilização de indicadores de desempenho, análise crítica das exposições ocupacionais, incorporação de tecnologias de monitoramento em tempo real e implementação de ações preventivas fundamentadas nos princípios da proteção radiológica, especialmente na otimização das exposições ocupacionais segundo o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Desse modo, o manual se configura como uma ferramenta técnico-científica de apoio à tomada de decisão pelo SESMT, contribuindo para a construção de ambientes cirúrgicos mais seguros, sustentáveis e alinhados às diretrizes de segurança e saúde do trabalhador e da proteção radiológica, e será devidamente depositado na Biblioteca Nacional.

4.1 Manuscrito 1

Entre o Trabalho Prescrito e o Trabalho Real: Proteção Radiológica e Desafios para a Promoção do Trabalho Decente em Unidade Cirúrgica

RESUMO:

Objetivo: Compreender a dialética entre o trabalho prescrito e o trabalho real relacionada à proteção radiológica em unidade cirúrgica com uso de fluoroscopia, buscando suas implicações para a promoção do trabalho decente. **Método:** Estudo qualitativo, exploratório-descritivo, realizado em 2025 com 75 trabalhadores de diferentes categorias profissionais. A coleta dos dados incluiu observação não participante e Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), com análise de conteúdo de Bardin apoiada pelo ATLAS.ti e triangulação dos dados. Durante a observação 36 procedimentos foram monitorados. Participaram da TALP 51 trabalhadores relacionados ao centro cirúrgico e 05 pertencentes ao Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). **Resultados:** Observou-se dissociação entre o reconhecimento da radiação como risco e a adoção de práticas sistemáticas de proteção, associada à organização do trabalho e à baixa articulação do SESMT com o cotidiano assistencial. Predominou uma atuação normativa e pouco integrada às práticas concretas, evidenciando tensões entre o prescrito e o real. **Conclusão:** A relação entre o trabalho prescrito e o trabalho real na proteção radiológica mostra-se distante, associada à frágil integração do SESMT ao processo de trabalho. O fortalecimento de sua atuação com a educação permanente, o monitoramento e a integração das ações ao cotidiano cirúrgico, pode favorecer a efetivação da proteção radiológica e contribuir para a promoção do trabalho decente.

Palavras-chave: Radiação ionizante; Saúde do trabalhador; Centro cirúrgico; Proteção radiológica; Segurança do trabalho.

Between Prescribed Work and Real Work: Radiological Protection and Challenges for Promoting Decent Work in a Surgical Unit

ABSTRACT:

Objective: To understand the dialectic between prescribed work and actual work regarding radiation protection in a surgical unit using fluoroscopy, seeking to identify implications for the promotion of decent work. **Method:** A qualitative, exploratory-descriptive study conducted in 2025 with 75 workers from various professional categories. Data collection involved non-participant observation and the Free Word Association Technique (FWAT), with content analysis (Bardin method) supported by ATLAS.ti and data triangulation. Thirty-six procedures were monitored during the observation phase. Fifty-one workers associated with the surgical center and five from the Specialized Services in Occupational Safety and Medicine (SESMT) participated in the FWAT. **Results:** A disconnect was observed between the recognition of radiation as a risk and the adoption of systematic protection practices; this was linked to work organization and the limited integration of SESMT into daily clinical practice. A normative approach prevailed—one that was poorly integrated with actual practices—highlighting tensions between prescribed and actual work. **Conclusion:** The relationship between prescribed and actual work regarding radiation protection appears distant, linked to the weak integration of SESMT into the work process. Strengthening its role through continuing education, monitoring, and the integration of actions into daily surgical routines could foster effective radiation protection and contribute to the promotion of decent work.

Keywords: Ionizing radiation; Occupational health; Surgical center; Radiation protection; Occupational safety.

1. INTRODUÇÃO

O centro cirúrgico caracteriza-se como um setor de elevada complexidade técnica, no qual diferentes categorias de trabalhadores atuam de forma integrada na realização de procedimentos cirúrgicos. Na radiologia, os procedimentos utilizam equipamentos emissores de radiação ionizante, especialmente por meio da fluoroscopia com arco cirúrgico. Durante esses procedimentos, profissionais como médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e técnicos em radiologia permanecem próximos às fontes emissoras de radiação ionizante, configurando um cenário de potencial exposição ocupacional.

Na unidade cirúrgica, essa exposição ocorre de forma contínua e cumulativa, devido à permanência próximo às fontes emissoras durante os procedimentos^{1,2}. As doses ocupacionais podem apresentar ampla variabilidade, influenciada por fatores operacionais como tipo e complexidade do procedimento, tempo de utilização da fluoroscopia e posicionamento da equipe em relação ao equipamento emissor de radiação^{1,2}. Mesmo em níveis considerados baixos, a exposição prolongada pode produzir alterações biológicas importantes, o que reforça a necessidade de monitoramento sistemático da exposição ocupacional³.

No Brasil existem normas específicas de proteção radiológica voltadas ao monitoramento da população ocupacionalmente exposta, estabelecendo limites de dose e diretrizes de segurança. Essas regulamentações buscam restringir a dose efetiva recebida pelos trabalhadores⁴. Mesmo diante dessas normas e diretrizes, persistem desafios relacionados à implantação da cultura de proteção radiológica em unidades cirúrgicas hospitalares^{3,5,6}.

Entre os principais desafios destacam-se a baixa adesão ao uso do dosímetro individual de dose, a utilização limitada de equipamentos de proteção e a insuficiência de barreiras físicas^{5,6,7}. Soma-se a isso a implementação inconsistente dos Programas de Proteção Radiológica (PPR) e o desconhecimento desses instrumentos por parte das equipes multiprofissionais^{8,9}; adicionalmente fatores ergonômicos, como o desconforto associado ao uso de aventais plumbíferos, contribuem para a baixa adesão às medidas de proteção e para o surgimento de sintomas musculoesqueléticos, resultando em proteção insuficiente de órgãos críticos^{10,11}. Esse cenário é agravado pela invisibilidade do risco radiológico, que tende a ser percebido como secundário, favorecendo sua naturalização^{12,13}. Sendo assim, existe a necessidade de fortalecimento da cultura de proteção radiológica nos serviços de saúde^{2,3}.

Nos serviços de saúde, a segurança e a saúde dos trabalhadores constituem um desafio permanente devido à exposição simultânea a riscos biológicos, químicos, físicos,

ergonômicos e psicossociais. Nesse contexto, o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) desempenha papel fundamental na identificação, avaliação e controle dos riscos ocupacionais, atuando na implementação de medidas preventivas e no desenvolvimento de programas voltados à promoção da saúde dos trabalhadores¹⁴. Sob a perspectiva da Saúde do Trabalhador, a atuação institucional voltada à prevenção dos riscos ocupacionais constitui elemento essencial para a promoção do trabalho decente, entendido como aquele realizado em condições de segurança, proteção social e respeito à dignidade humana¹⁵.

Além do cumprimento das exigências normativas, a atuação do SESMT tem sido reconhecida como elemento estratégico para o fortalecimento da cultura de segurança nas organizações, favorecendo a conscientização dos trabalhadores acerca dos riscos ocupacionais e estimulando a adoção de práticas seguras no ambiente laboral¹⁶. Entretanto, a efetividade dessas ações depende não somente da estruturação formal do serviço, mas também de sua integração às rotinas institucionais e do engajamento dos profissionais e gestores na construção de ambientes de trabalho mais seguros. Nos serviços que utilizam radiação ionizante, essa atuação torna-se ainda mais relevante, considerando a necessidade de práticas seguras associadas ao processo de trabalho, monitoramento contínuo das exposições ocupacionais e de fortalecimento da cultura de proteção radiológica, princípios essenciais para a otimização da proteção dos trabalhadores e para a prevenção dos efeitos estocásticos associados à exposição à radiação.

No contexto hospitalar, especialmente em unidades que utilizam fluoroscopia, a efetivação do trabalho decente depende da capacidade institucional de assegurar condições que permitam controlar os riscos ocupacionais sem comprometer a qualidade da assistência prestada. Desse modo, este estudo tem como objetivo compreender a dialética entre o trabalho prescrito e o trabalho real relacionada à proteção radiológica em unidade cirúrgica com uso de fluoroscopia, buscando suas implicações para a promoção do trabalho decente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo exploratório e descritivo, de abordagem qualitativa, desenvolvido em uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil. A coleta de dados foi realizada entre agosto e novembro de 2025, seguindo as recomendações do Consolidated Criteria for Reporting Qualitative Research (COREQ). Participaram do estudo 75 trabalhadores vinculados ao centro cirúrgico (n=70) e ao SESMT (n=5) da instituição, pertencentes a diferentes categorias profissionais envolvidas direta ou indiretamente nas atividades realizadas na unidade cirúrgica, durante procedimentos com uso de fluoroscopia. O grupo de trabalhadores foi composto pelas seguintes categorias: médicos (méd.) (n=39),

técnicos de enfermagem (téc. enf.) (n=17), técnicos em radiologia (téc. rad.) (n=8), enfermeiras (enf.) (n=6) e trabalhadores dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) (n=5). Foram adotados como critérios de inclusão: a) trabalhar na instituição; b) desenvolver atividades relacionadas aos procedimentos cirúrgicos com utilização de fluoroscopia. Foram excluídos trabalhadores afastados de suas atividades laborais durante o período da pesquisa e aqueles que optaram por não participar do estudo.

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa das instituições envolvidas, por meio do Parecer Consubstanciado nº 7.820.519, iniciou-se o recrutamento dos trabalhadores por meio de convite direto, após apresentação dos objetivos da pesquisa e esclarecimentos sobre os procedimentos metodológicos. A participação foi voluntária e a definição do número de participantes considerou o critério de suficiência dos dados.

A coleta de dados foi realizada por meio da observação não participante do processo de trabalho no centro cirúrgico e aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP). Durante a observação, foram analisados 36 procedimentos guiados por fluoroscopia. As observações focaram em aspectos que interferem na exposição ocupacional à radiação ionizante, como organização do trabalho, no uso de equipamentos de proteção radiológica, no posicionamento dos profissionais na sala cirúrgica e nas interações entre as categorias envolvidas. Os registros foram feitos em diário de campo.

A Técnica de Associação Livre de Palavras foi utilizada para explorar as percepções e os significados atribuídos pelos trabalhadores com relação ao SESMT e à proteção radiológica no centro cirúrgico. Participaram desta etapa 51 trabalhadores relacionados ao centro cirúrgico e 05 pertencentes ao SESMT. Para sua aplicação, foram apresentados aos participantes termos indutores relacionados à proteção radiológica, com o objetivo de estimular a evocação espontânea de palavras ou expressões associadas ao tema. A definição dos termos como radiação ionizante, proteção radiológica, equipamentos de proteção individual (EPI) foi fundamentada na observação do processo de trabalho no centro cirúrgico com uso de fluoroscopia¹⁷.

Os participantes foram orientados a registrar, de forma espontânea, as primeiras palavras ou expressões que lhes viessem à mente a partir de cada termo indutor. A técnica foi aplicada individualmente, em ambiente reservado, garantindo privacidade durante o processo de evocação e evitando influência entre os participantes. As respostas foram registradas pelos próprios participantes em instrumento específico¹⁸.

As evocações foram transcritas e organizadas em uma planilha de Excel e posteriormente analisadas com o auxílio do software ATLAS.ti. O material oriundo das

observações e da aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras foi submetido à análise de conteúdo, conforme proposto por Bardin¹⁹. O processo analítico envolveu três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados com interpretação.

Com o objetivo de fortalecer o rigor científico e a coerência interpretativa do estudo, optou-se pela triangulação metodológica intramétodo como procedimento para a produção e análise dos dados. A triangulação realizada teve como objetivo aprimorar a compreensão entre diferentes perspectivas do tema em estudo ao relacionar a utilização da observação não participante e a TALP, sob a ótica de diferentes níveis de entendimento, considerando, desta forma, a complexidade entre a realidade e as palavras evocadas. A utilização de mais de um método no processo de produção e análise de dados de um mesmo fenômeno está presente nesta pesquisa, sobretudo, enquanto estratégia de validação e garantia de maior rigor científico²⁰. A observação não participante permitiu compreender as dinâmicas laborais, as interações entre os trabalhadores e as práticas vinculadas à proteção radiológica em uma unidade cirúrgica. A TALP, por outro lado, favoreceu a identificação de conteúdos simbólicos, percepções e representações coletivas dos participantes sobre a proteção radiológica e o papel do SESMT em procedimentos com uso de fluoroscopia. A associação dos dados gerados por essas duas técnicas viabilizou a análise simultânea de aspectos objetivos e subjetivos do fenômeno estudado, reforçando a consistência analítica da pesquisa e ampliando a compreensão da relação entre processos de trabalho, cultura de segurança e práticas de proteção radiológica^{20,21}.

3. RESULTADOS

Observou-se dicotomia entre a prática verificada por meio da observação não participante e das invocações oriundas da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP). Por vezes, os trabalhadores participantes da pesquisa manifestaram essa dualidade entre a teoria e a prática ao se tratar de questões relacionadas aos (SESMT) e à Proteção Radiológica.

Entre os 36 procedimentos guiados por fluoroscopia, identificaram-se as seguintes especialidades: cirurgia geral, ortopedia, urologia, cardiologia, oncologia e neurologia. O tempo mínimo de procedimento registrado foi de 17 minutos e máximo de 190 minutos. A maior parte das cirurgias apresentou duração entre 40 e 92 minutos e a duração média dos procedimentos foi de aproximadamente 72 minutos.

Dentre as especialidades mencionadas, verificou-se a presença de múltiplas categorias de trabalhadores em sala. Dos 75 trabalhadores, somente 23 (30,6%) utilizam o dispositivo de monitoramento radiológico (dosímetro), enquanto 51 (69,4%) não utilizam.

A finalidade do monitoramento individual é garantir que os limites de dose não sejam excedidos. Somente 45 trabalhadores (60,8%) estavam utilizando algum tipo de equipamento de proteção individual (EPI) plumbífero, enquanto 29 (39,2%) não utilizaram equipamentos de proteção radiológica. O equipamento mais utilizado foi o avental plumbífero (34,4%) sendo utilizado por 25 trabalhadores, seguido da combinação de avental plumbífero e protetor de tireoide (26,4%), utilizados por 20 trabalhadores. Os óculos e a luva de proteção, assim como equipamentos de proteção coletiva não foram evidenciados. A observação permitiu identificar comentários informais entre os trabalhadores que indicaram que a utilização de EPI era frequente na presença da pesquisadora, sendo ela engenheira de segurança do trabalho da instituição pesquisada, sugerindo que a adesão às práticas de proteção pode estar associada à vigilância institucional.

As percepções mencionadas acima também guiaram a condução da TALP, de onde surgiram os termos indutores, permitindo aprofundar os aspectos relacionados à percepção dos trabalhadores sobre a radiação ionizante, às práticas de proteção radiológica, à organização do processo de trabalho durante o uso da fluoroscopia e às ações institucionais relacionadas à segurança e saúde do trabalho. A aplicação da técnica resultou em um total de 4.765 palavras evocadas. Entre as palavras mais evocadas estão: proteção (n=200), radiação (n=151), raio (n=123), colete (n=107), exposição (n=96), segurança (n=89), EPI (n=85), cuidado (n=83), câncer (n=82), chumbo (n=77) e dosímetro (n=76).

Diante das evocações e observações realizadas foi possível mostrar a articulação/triangulação entre os instrumentos/técnicas de coleta, de onde emergiram quatro eixos temáticos demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1: Triangulação entre a observação participante e a Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) sobre radiação ionizante no centro cirúrgico

Categoria (Eixo Temático)	Códigos	Exemplos de evocações (TALP) por categoria profissional	Síntese interpretativa (triangulação entre Observação e TALP)

1. Percepção dos trabalhadores com relação à Radiação Ionizante (RI), seu monitoramento e efeitos biológicos	Reconhecimento da RI como risco ocupacional e efeitos à saúde	Enf.: “futuro” (2), “risco” (5), “doença” (3), “exposição” (4), “cuidado” (3) Méd. Anest.: “neoplasia” (2), “prejudicial” (3), “maléfico” (2), “segurança” (2) Méd. Cir.: “raio contínuo” (2), “exposição prolongada” (2), “cirurgia” (3) SESMT: “quimioterapia” (1), “morte” (2), “sofrimento” (1), “perda” (1), “proteção” (3) Téc. Enf.: “câncer” (6), “infertilidade” (2), “perigoso” (4), “mama” (1), “tireoide” (1), “próstata” (1), “segurança” (3) Téc. Rad.: “perigo” (3), “atenção” (2), “cuidado” (2), “EPI” (2), “proteção” (3)	A radiação ionizante é amplamente reconhecida como risco ocupacional associado a agravos graves. Entretanto, a observação indica que essa percepção nem sempre se traduz em práticas seguras consistentes.
	Monitoramento da exposição ocupacional (dosimetria)	Enf.: “exposição” (4), “cuidado” (3) Méd. Anest.: “segurança” (2), “controle” (2) Méd. Cir.: “exposição prolongada” (2) SESMT: “proteção” (3), “segurança” (4), “controle” (2) Téc. Enf.: “segurança” (3), “EPI” (4) Téc. Rad.: “EPI” (2), “atenção” (2),	O monitoramento da exposição é reconhecido como importante, porém a observação evidencia inconsistências no uso e no controle sistemático, indicando fragilidade na adesão ao uso do dosímetro.

		“controle” (2)	
	Variabilidade da exposição conforme procedimento	Enf.: “exposição” (4) Méd. Anest.: “perto” (3), “distante” (4) Méd. Cir.: “exposição prolongada” (2), “cirurgia” (3) SESMT: “observação” (2) Téc. Enf.: “próximo” (3), “distante” (3) Téc. Rad.: “próximo” (2), “distante” (2)	A exposição é percebida como variável, relacionada ao tipo, tempo de procedimento e distância da fonte emissora, porém essa variabilidade não é plenamente considerada na adoção de medidas de proteção.

2. Percepção do trabalhador com relação à Proteção Radiológica	Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	Enf.: “cirurgia segura” (2), “cuidado” (3), “EPI” (4), “exposição” (2) Méd. Anest.: “EPI” (5), “pesado” (3), “segurança” (2), “cansaço” (2) Méd. Cir.: “insuficiente” (2), “não utilizado” (2) SESMT: “chumbo” (3), “colete” (2), “distância” (3), “proteção” (3) Téc. Enf.: “atenção” (3), “prevenção” (2), “EPI” (4), “segurança” (3) Téc. Rad.: “obrigatório” (3), “proteção” (3), “EPI” (2)	O EPI é reconhecido como principal medida de proteção, porém seu uso é irregular, influenciado por desconforto físico e fatores organizacionais observados.
	Uso de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)	Enf.: “atrás do arco” (3) Méd. Anest.: “distante” (4) Méd. Cir.: “perto” (3) SESMT: “chumbo” (3), “parede” (2), “distância” (3), “proteção” (3) Téc. Enf.: “distante” (3) Téc. Rad.: “atrás” (3), “afastado” (3), “protegido” (2), “distante” (2)	Os EPCs são reconhecidos como barreiras de proteção, porém aparecem de forma secundária frente ao EPI, o que também é evidenciado na prática observada.

	Cultura de proteção radiológica	Enf.: “cuidado” (3), “atenção” (2) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “insuficiente” (2) SESMT: “proteção” (3), “segurança” (4) Téc. Enf.: “prevenção” (2), “segurança” (3) Téc. Rad.: “proteção” (3), “obrigatório” (3)	Há reconhecimento da importância da proteção radiológica, porém persistem lacunas na cultura de segurança, evidenciadas na adesão inconsistente às práticas.
	Capacitação em proteção radiológica	Enf.: “capacita” (2), “orienta” (3) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “capacitação” (3), “necessário” (3), “importante” (3) SESMT: “educação” (3), “treinamentos” (4), “insistência” (2) Téc. Enf.: “ensinamento” (3), “comunicação” (2) Téc. Rad.: “constante” (2)	A capacitação é valorizada, mas percebida como insuficiente, reforçando a necessidade de estratégias contínuas de educação permanente.

3. Percepção do trabalhador com relação ao processo de trabalho com uso da fluoroscopia	Posicionamento em relação a fonte de radiação	Enf.: “atrás do arco” (3), “em deslocamento” (2) Méd. Anest.: “distante” (4), “costas” (2), “perto” (3), “sentado” (2) Méd. Cir.: “próximo” (4), “perto” (3), “cirurgia” (3) SESMT: “fora da sala” (2), “observação” (2) Téc. Enf.: “frente” (2), “próximo” (3), “distante” (3) Téc. Rad.: “atrás” (3), “afastado” (3), “protegido” (2), “próximo” (2), “distante” (2)	A distância é reconhecida como fator de proteção, porém a observação mostra permanência frequente em áreas de maior exposição devido às exigências do procedimento.
	Organização do trabalho	Enf.: “exposição” (2) Méd. Anest.: “posição” (2), “sentado” (2) Méd. Cir.: “cirurgia” (3) SESMT: “observação” (2), “fiscalização” (2), “fora da sala” (2), “inspeção” (2) Téc. Enf.: “frente” (2), “próximo” (3) Téc. Rad.: “distante” (2)	São identificadas limitações estruturais e organizacionais que interferem na segurança durante o uso da fluoroscopia, confirmadas pela observação.

	Necessidade do uso de fluoroscopia para realização do procedimento	Enf.: “exposição” (2) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “cirurgia principal” (3), “necessário” (3) SESMT: “controle” (2) Téc. Enf.: “segurança” (3) Téc. Rad.: “proteção” (2)	A fluoroscopia é percebida como indispensável para a qualidade assistencial, contribuindo para a naturalização do risco ocupacional.
4. Percepção do trabalhador com relação aos Serviços de Segurança e Saúde do Trabalho	Papel do SESMT	Enf.: “importantíssimo” (2), “orienta” (3), “capacita” (2) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “importante” (3) SESMT: “segurança” (4), “proteção” (3), “educação” (3) Téc. Enf.: “comunicação” (2), “ensinamento” (3), “importante” (3), “segurança” (3) Téc. Rad.: “obrigatório” (3), “constante” (2)	O SESMT é reconhecido como fundamental, com papel relevante na prevenção de riscos ocupacionais.
	Fragilidades institucionais	Enf.: “atenção” (2) Méd. Anest.: “falta” (4), “pendentes” (2), “escasso” (3) Méd. Cir.: “insuficiente” (2) SESMT: “insistência” (2) Téc. Enf.: “pouco” (2) Téc. Rad.: “constante” (2)	Há percepção de insuficiência nas ações institucionais, corroborada pela observação de lacunas em treinamentos e fiscalização.

	Ações educativas e capacitação	Enf.: “capacita” (2), “orienta” (3) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “capacitação” (3), “necessário” (3), “importante” (3) SESMT: “educação” (3), “treinamentos” (4), “insistência” (2) Téc. Enf.: “ensinamento” (3), “comunicação” (2) Téc. Rad.: “constante” (2)	As ações educativas são valorizadas, porém consideradas insuficientes frente às demandas do trabalho.
	Disponibilidade e incentivo ao uso de EPI	Enf.: “cuidado” (3) Méd. Anest.: “segurança” (2) Méd. Cir.: “importante” (3) SESMT: “proteção” (3) Téc. Enf.: “EPI” (4), “segurança” (3) Téc. Rad.: “obrigatório” (3), “EPI” (2)	A disponibilidade de EPI é reconhecida, mas não garante uso adequado, conforme evidenciado na prática observada.

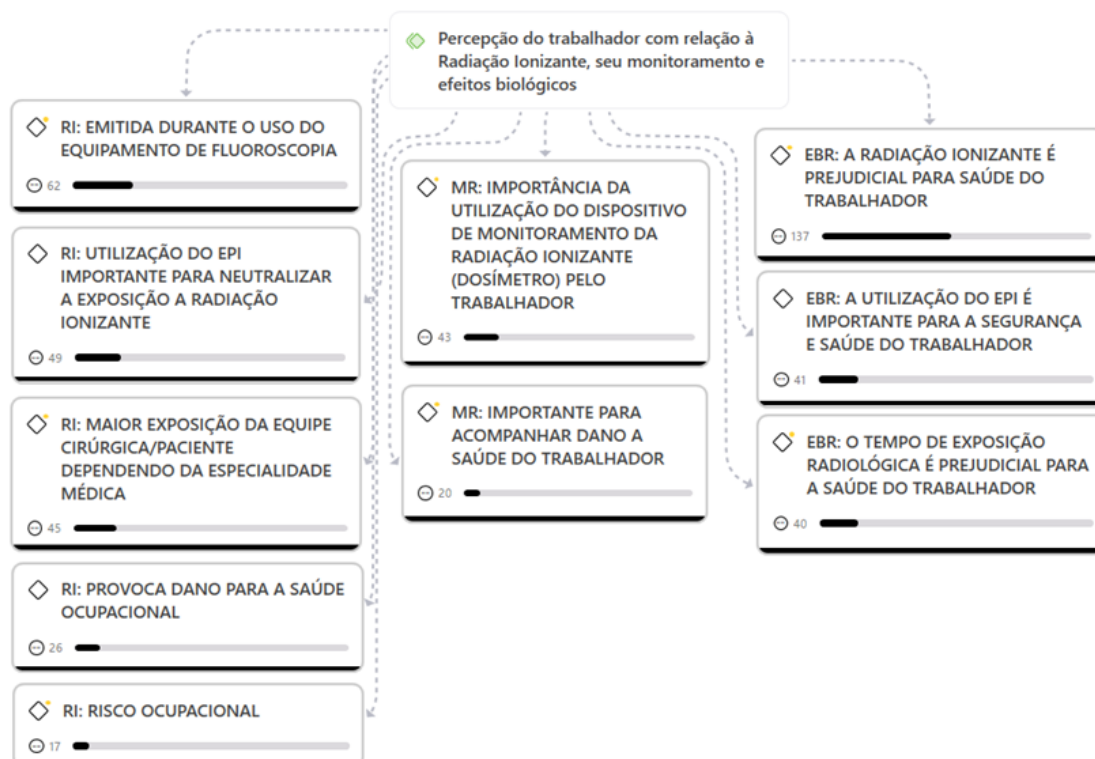
Fonte: Elaboração própria (2026).

O Quadro 1 apresenta a síntese da triangulação entre os dados obtidos pela Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) e pela observação, organizada em quatro categorias temáticas e seus respectivos códigos, reunindo as evocações dos participantes e os registros observacionais correspondentes.

3.1 Percepção do trabalhador com relação à radiação ionizante, seu monitoramento e efeitos biológicos

Conforme Figura 1, oriunda do *software* Atlas.ti, a representação dos trabalhadores sobre a radiação ionizante está fortemente associada à ideia de risco ocupacional e possíveis danos à saúde, sendo frequentemente relacionada a conceitos como exposição, efeitos biológicos e a necessidade de monitoramento.

Figura 1: Rede de co-ocorrência de códigos - Percepção do trabalhador com relação à Radiação Ionizante, seu monitoramento e efeitos biológicos.



Fonte: Dados da pesquisa (2026) gerados no ATLAS.ti.

Os participantes demonstraram reconhecer a radiação ionizante como um agente potencialmente nocivo, ainda que nem sempre apresentassem clareza quanto aos mecanismos de interação com o organismo ou aos efeitos biológicos decorrentes da exposição. Termos relacionados a perigo, exposição, dano e risco ocupacional emergiram com frequência nas evocações.

Houve uso inconsistente do dosímetro individual de dose e dos equipamentos de proteção radiológica. Em algumas situações, trabalhadores estavam sem dosímetro durante os procedimentos. Os participantes mencionaram o dispositivo como uma ferramenta importante para o acompanhamento da exposição ocupacional, evidenciando que o monitoramento é percebido como um mecanismo de controle e proteção.

Em relação aos efeitos biológicos da radiação, as representações dos trabalhadores foram predominantemente associadas a consequências negativas, como doenças, alterações celulares e câncer, ainda que essas associações tenham aparecido, em alguns casos, de forma precária ou baseada em conhecimento fragmentado.

De modo geral, os dados evidenciam que a representação dos trabalhadores sobre a radiação ionizante articula-se em três dimensões principais: o reconhecimento do risco, a importância do monitoramento radiológico e a preocupação com possíveis efeitos

biológicos.

3.2 Percepção do trabalhador com relação ao processo de trabalho com o uso da fluoroscopia no centro cirúrgico

Ficou evidente, durante a observação, que a solicitação do disparo da radiação nem sempre vem acompanhada de comunicação verbal clara e objetiva direcionada à equipe sobre a ocorrência da exposição radiológica. Outro aspecto observado refere-se à permanência de trabalhadores próximos ao campo operatório durante os disparos de raios X, o que pode estar relacionado à própria organização do processo de trabalho e às exigências associadas à manutenção do campo estéril durante os procedimentos.

A análise do posicionamento dos trabalhadores em relação ao paciente indicou maior concentração de profissionais próximos às regiões laterais do campo operatório, particularmente nos lados esquerdo e direito do paciente.

Em contraste, os profissionais da anestesiologia tendem a permanecer na região da cabeça do paciente, enquanto os circulantes e técnicos em radiologia transitam dentro e fora da sala. Em 31 (86,1%) das 36 observações realizadas, os trabalhadores permaneceram na sala cirúrgica durante os disparos de fluoroscopia, mesmo quando não estavam diretamente envolvidos na aquisição da imagem. A saída temporária de profissionais foi registrada em apenas cinco procedimentos, ocorrendo de forma pontual e sem evidência de protocolo institucional sistemático para afastamento da equipe durante a emissão de radiação ionizante. As evocações demonstradas na Figura 2, relacionadas ao processo de trabalho com o uso de fluoroscopia no centro cirúrgico, evidenciaram que os trabalhadores a percebem como um recurso tecnológico essencial para a realização de determinados procedimentos cirúrgicos, especialmente aqueles que demandam orientação por imagem em tempo real.

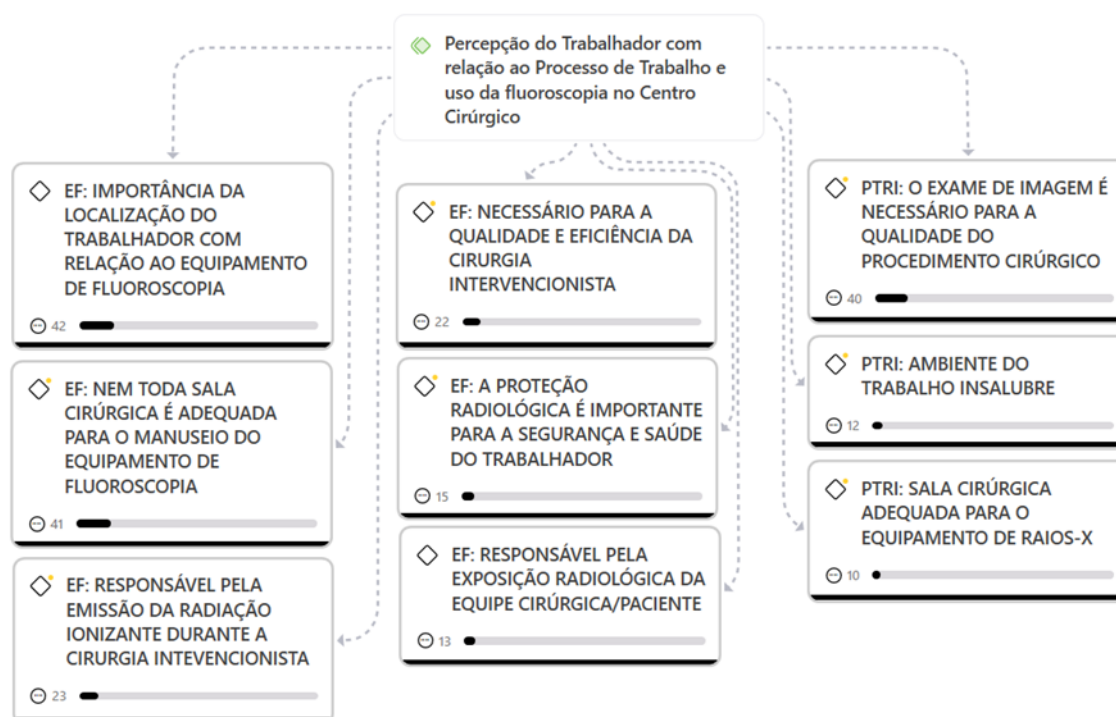
A análise dos termos evocados revelou que a fluoroscopia é frequentemente associada à qualidade e eficiência da cirurgia, sendo percebida como um instrumento que contribui para a precisão dos procedimentos e para a segurança do paciente. Alguns participantes destacaram que o exame de imagem é fundamental para a tomada de decisão intraoperatória e para o correto posicionamento de implantes ou dispositivos médicos.

As evocações evidenciaram tensões entre as exigências assistenciais, a dinâmica organizacional do centro cirúrgico e as condições necessárias para a proteção da saúde dos trabalhadores. Elementos como dinâmica do centro cirúrgico, troca rápida de sala, organização do ambiente e pressão assistencial apareceram nas redes de associação (Figura 2).

Outro aspecto identificado refere-se à responsabilidade pela emissão da radiação

durante o procedimento, frequentemente atribuída ao cirurgião intervencionista.

Figura 2: Rede de co-ocorrência de códigos - Percepção do trabalhador com relação ao Processo de Trabalho com o uso da fluoroscopia no Centro Cirúrgico



Fonte: Dados da pesquisa (2026) gerados no ATLAS.ti.

Nos registros realizados durante a observação os dados mostram uma variabilidade de tempo de exposição, o qual o tempo máximo de fluoroscopia foi de 4 minutos e 51 segundos.

O contexto vem ao encontro com as representações (Figura 2) dos trabalhadores sobre o uso da fluoroscopia no centro cirúrgico que revelam que o ambiente de trabalho, em alguns momentos, foi percebido como insalubre ou inadequado para o uso contínuo do equipamento de fluoroscopia, especialmente em situações nas quais a infraestrutura da sala cirúrgica ou a organização do processo de trabalho dificultavam o monitoramento e a adoção de medidas de proteção.

3.3 Percepção do trabalhador com relação à Proteção Radiológica

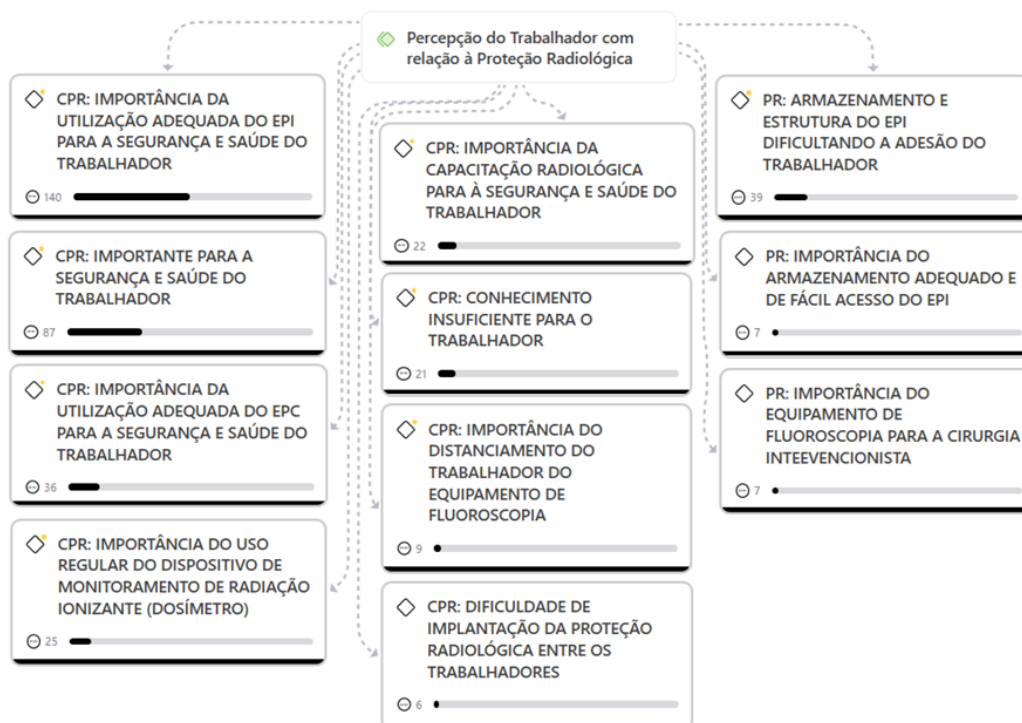
Os participantes demonstraram reconhecer a relevância da proteção radiológica tanto para a própria segurança quanto para a segurança da equipe e do paciente. Isso ficou evidenciado durante a observação. A utilização do dosímetro individual de dose, aventais plumbíferos e outros equipamentos de proteção foi frequentemente mencionada como parte das rotinas de trabalho em ambientes que utilizam fluoroscopia.

Entretanto, as evocações também revelaram desafios relacionados à consolidação de

uma cultura de proteção radiológica no ambiente hospitalar. Alguns participantes mencionaram dificuldades na implementação ou adesão às práticas de proteção, apontando fatores como limitações estruturais, EPI pesado e desconfortável, organização do trabalho e insuficiência de capacitação. A análise das evocações, demonstradas na Figura 3, referentes à proteção radiológica, revelou que os trabalhadores reconhecem sua importância para a segurança no ambiente ocupacional, associando-a a práticas, dispositivos e normas voltadas à redução da exposição à radiação ionizante.

Na Figura 3, destacam-se termos relacionados ao uso de equipamentos de proteção individual, monitoramento da exposição e capacitação dos trabalhadores.

Figura 3: Rede de co-ocorrência de códigos - Percepção do trabalhador com relação à Proteção Radiológica



Fonte: Dados da pesquisa (2026) gerados no ATLAS.ti.

Durante a coleta, algumas evocações indicaram que a formação e atualização sobre o tema ainda ocorrem de forma pontual, o que pode limitar a consolidação de práticas seguras no processo de trabalho.

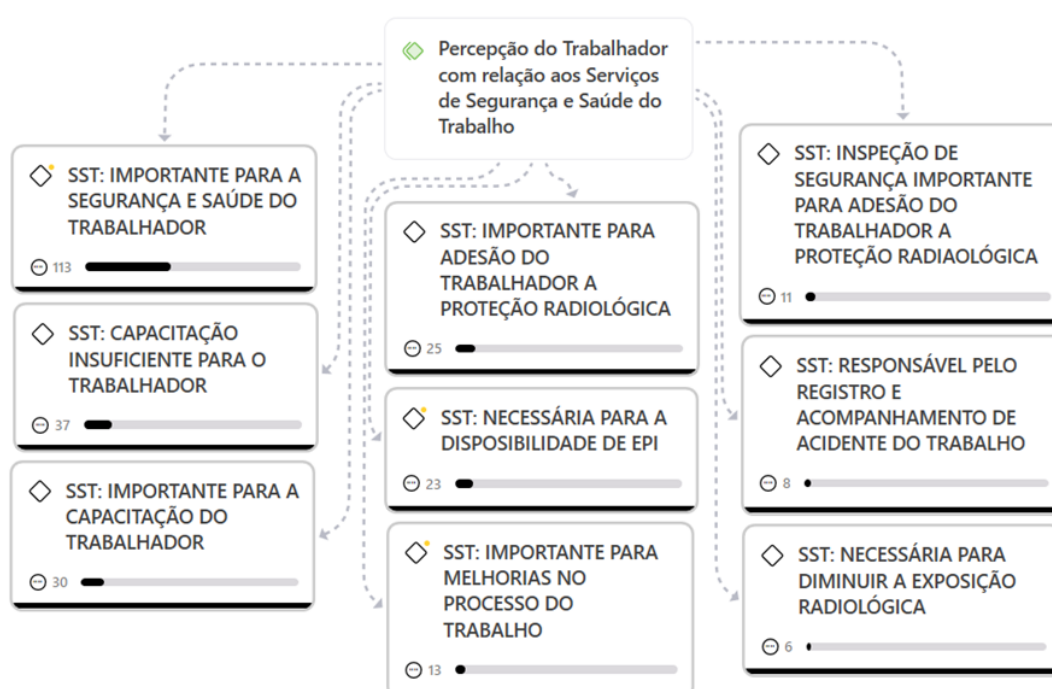
3.4 Percepção do trabalhador com relação aos Serviços de Segurança e Saúde do Trabalho

Os trabalhadores percebem os Serviços de Segurança e Saúde do Trabalho como responsáveis por ações voltadas à prevenção de riscos e à promoção da saúde ocupacional. Nas evocações apresentadas na rede de associação (Figura 4), esses serviços foram relacionados a atividades como capacitação, orientação aos trabalhadores, registro de

acidentes e implementação de medidas de segurança.

Entretanto, as evocações também revelaram percepções que apontam limitações na atuação desses serviços. Alguns trabalhadores mencionaram dificuldades relacionadas à disponibilidade de capacitações, à burocratização de processos e à distância entre as ações institucionais e o cotidiano do trabalho no centro cirúrgico. Nesse sentido, destacaram que treinamentos e orientações são fundamentais para fortalecer a adesão às práticas de segurança e ampliar o conhecimento sobre os riscos ocupacionais, especialmente aqueles relacionados à exposição à radiação ionizante.

Figura 4: Rede de co-ocorrência de códigos - Percepção do trabalhador com relação aos Serviços de Segurança e Saúde do Trabalho



Fonte: Dados da pesquisa (2026) gerados no ATLAS.ti.

Durante a observação dos procedimentos que envolviam o uso de fluoroscopia, identificou-se contradições entre o trabalho prescrito e o trabalho efetivamente realizado no cotidiano. Embora as diretrizes institucionais estabeleçam práticas voltadas à segurança radiológica, o trabalho real revelou tensões decorrentes das exigências concretas da atividade, das condições de execução e das demandas assistenciais como: alta demanda de cirurgias, troca rápida das salas, exigência dos médicos cirurgiões com relação à equipe assistencial, falta de rodízio entre os técnicos de enfermagem, estrutura física das salas cirúrgicas, quantidade de trabalhadores em sala sem necessidade, peso dos equipamentos de proteção; falta de cobrança com relação ao uso dos dosímetros e a falta de conhecimento sobre radiação ionizante.

Também foram identificadas limitações relacionadas à disponibilidade e ao uso de

equipamentos de proteção coletiva, que poderiam contribuir para a redução da exposição à radiação no ambiente de trabalho.

DISCUSSÃO

Os achados, após triangulação dos dados, possibilitam compreender a proteção radiológica para além do cumprimento de normas técnicas, evidenciando-a como dimensão constitutiva das condições de trabalho em saúde. Sob essa perspectiva, a exposição ocupacional à radiação ionizante relaciona-se diretamente à promoção do trabalho decente, uma vez que a proteção da saúde dos trabalhadores depende das condições organizacionais, institucionais e materiais presentes no ambiente laboral.

Nesse contexto, emergiu uma primeira contradição entre o trabalho prescrito e o trabalho real. Embora as normas de proteção radiológica estabeleçam procedimentos, distâncias seguras, utilização adequada dos equipamentos de proteção individual e monitoramento individual das doses, a observação evidenciou que as exigências assistenciais frequentemente se sobrepõem às recomendações de segurança. A necessidade de manter o campo estéril, a urgência dos procedimentos e a própria dinâmica cirúrgica condicionam a permanência dos trabalhadores em áreas de maior exposição, ainda que reconheçam os riscos envolvidos. Tal resultado corrobora os achados de Alves⁷, ao demonstrar que a incorporação das tecnologias radiológicas modifica os processos de trabalho e produz novas demandas de proteção ocupacional. Essa distância entre o prescrito e o realizado evidencia que a proteção à saúde não pode ser compreendida apenas como responsabilidade individual do trabalhador, mas como resultado das condições concretas de trabalho disponibilizadas pela instituição.

Essa tensão entre o normatizado e o vivido revela que a adesão às medidas de proteção não depende exclusivamente do conhecimento individual, mas das condições concretas em que o trabalho é realizado. Os resultados demonstraram que a radiação ionizante é amplamente reconhecida pelos participantes como risco ocupacional relevante. Entretanto, esse reconhecimento não se converte automaticamente em práticas sistemáticas de proteção. De forma semelhante, os estudos de Naidu¹² e De Bernardo¹³ corroboram a existência de discrepâncias entre conhecimento e comportamento preventivo em ambientes cirúrgicos que utilizam fluoroscopia. Sob a ótica dialética, essa contradição expressa a influência das condições materiais de trabalho sobre a prática cotidiana, indicando que a consciência do risco é constantemente tensionada pelas demandas assistenciais e pela organização do trabalho.

A distribuição potencial da exposição entre os diferentes trabalhadores também evidencia as determinações do processo de trabalho sobre a proteção radiológica. Os

resultados demonstraram que médicos cirurgiões, técnicos de enfermagem atuando como instrumentadores e técnicos em radiologia permanecem mais frequentemente próximos ao campo operatório e, conseqüentemente, em áreas sujeitas à radiação espalhada. Em contrapartida, profissionais posicionados mais distantes, como médicos anestesiologistas e técnicos de enfermagem circulantes, apresentam menor potencial de exposição. Esses achados corroboram os estudos de Nunes²² e Coutinho¹, que identificam a proximidade da fonte emissora como importante determinante da dose ocupacional recebida. Assim, a exposição não se distribui de forma homogênea, mas acompanha a divisão técnica do trabalho e as funções desempenhadas no procedimento, revelando uma relação intrínseca entre organização do trabalho e risco ocupacional. Observa-se, portanto, que a exposição ocupacional acompanha a divisão técnica do trabalho e reproduz desigualdades relacionadas às funções desempenhadas, reforçando a necessidade de intervenções organizacionais voltadas à proteção coletiva.

Outra contradição identificada refere-se ao monitoramento individual da exposição. Embora o dosímetro tenha sido reconhecido pelos participantes como importante instrumento de proteção radiológica, observou-se conhecimento limitado acerca de sua finalidade, interpretação e potencial de utilização como ferramenta de vigilância em saúde. Esse achado corrobora com Anderson²³, que identificou lacunas no conhecimento dos trabalhadores de enfermagem sobre proteção radiológica e dosimetria ocupacional, reforçando a necessidade de estratégias de educação permanente para qualificar as práticas de monitoramento da exposição ocupacional. Da mesma forma, Huhn⁸ e Huhn *et al.*⁹ corroboram que a efetividade dos programas de proteção radiológica depende não apenas da disponibilização dos dispositivos de monitoramento, mas também da apropriação dos seus resultados pelos trabalhadores e pela instituição. Nessa perspectiva, evidencia-se uma tensão entre o cumprimento formal das exigências legais e sua efetiva incorporação como instrumento de proteção da saúde.

Os resultados também permitiram discutir a invisibilidade do risco radiológico. As evocações produzidas pela TALP associaram predominantemente a radiação ionizante a perigo, câncer e adoecimento, demonstrando que seus potenciais efeitos biológicos são reconhecidos pelos trabalhadores. Gomes *et al.*² e Diaz e Uribe¹¹ corroboram a permanência dessas representações sociais entre profissionais da saúde. Entretanto, observou-se que a percepção da gravidade do risco coexistiu com práticas preventivas inconsistentes. Essa aparente contradição pode ser compreendida a partir da natureza da própria radiação ionizante, cuja ação não é percebida pelos sentidos humanos. Diferentemente de outros agentes ocupacionais, seus efeitos não produzem sinais imediatos durante a exposição,

favorecendo processos de naturalização e banalização do risco. Assim, o perigo é reconhecido cognitivamente, mas tende a perder centralidade na prática cotidiana, especialmente em ambientes onde a fluoroscopia integra rotineiramente os procedimentos assistenciais.

Essa invisibilidade do risco relaciona-se diretamente à cultura de segurança presente na instituição. Os resultados demonstraram que a adesão aos equipamentos de proteção individual ocorreu de forma irregular e influenciada por fatores que extrapolam questões estritamente técnicas. Freitas¹⁰ corrobora que o peso e o desconforto das vestimentas plumbíferas constituem obstáculos importantes à utilização adequada desses equipamentos. Contudo, os achados deste estudo indicam que aspectos organizacionais e culturais também exercem influência significativa sobre os comportamentos de segurança. A maior adesão observada na presença da pesquisadora, que também atua como engenheira de segurança do trabalho da instituição, evidencia que as práticas de proteção permanecem fortemente associadas à fiscalização. Sob a perspectiva dialética, essa situação expressa uma contradição entre a proteção incorporada como valor coletivo e a proteção realizada em resposta ao controle institucional.

Nesse sentido, os resultados sugerem que a cultura de proteção radiológica ainda se encontra em movimento, marcada por tensões entre o conhecimento acumulado sobre os riscos e sua efetiva incorporação ao cotidiano laboral. Huhn *et al.*⁹ corroboram que programas efetivos de proteção radiológica dependem da integração permanente das ações educativas às práticas de trabalho, promovendo participação ativa dos trabalhadores e compartilhamento das responsabilidades relacionadas à segurança. A cultura de segurança, portanto, não se consolida apenas pela existência de normas ou treinamentos pontuais, mas pela internalização dos princípios de proteção radiológica nas práticas concretas desenvolvidas pelos diferentes sujeitos envolvidos no processo de trabalho.

Diante desse cenário, destaca-se o papel estratégico do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT). Embora reconhecido pelos participantes como importante para a promoção da segurança e saúde ocupacional, sua atuação foi predominantemente associada às funções administrativas e normativas. Cardoso *et al.*²⁴ corroboram que a efetividade do SESMT depende de sua inserção concreta nos processos de trabalho e da articulação entre vigilância, educação permanente e promoção da saúde. Sob a perspectiva dialética, o SESMT pode ser compreendido como mediador das contradições identificadas neste estudo, atuando na aproximação entre proteção prescrita e proteção efetivamente realizada, entre conhecimento e prática, entre risco reconhecido e risco controlado.

Assim, os resultados evidenciam que a proteção radiológica não se constitui como simples aplicação das normas institucionais, mas como processo social dinâmico, permeado por contradições, tensões e movimentos produzidos pelas condições objetivas e subjetivas do trabalho em saúde. A exposição ocupacional observada resulta da unidade entre múltiplas determinações tecnológicas, organizacionais, culturais e institucionais. Compreender essas contradições permite superar análises centradas exclusivamente na responsabilidade individual dos trabalhadores e direcionar estratégias de intervenção voltadas à transformação das condições concretas de trabalho, fortalecendo a cultura de proteção radiológica e promovendo ambientes assistenciais mais seguros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo evidenciam que a proteção radiológica no centro cirúrgico ultrapassa o cumprimento de normas técnicas, configurando-se como um fenômeno diretamente relacionado à organização do trabalho e às possibilidades concretas de promoção do trabalho decente no ambiente hospitalar. Embora os trabalhadores reconheçam a radiação ionizante como importante risco ocupacional, persistem contradições entre o conhecimento dos riscos e a adoção sistemática das medidas de proteção recomendadas.

A exposição ocupacional mostrou-se influenciada pela dinâmica do processo de trabalho, pela divisão técnica das atividades e pelas exigências inerentes aos procedimentos realizados com fluoroscopia. Nesse contexto, observou-se uma distância entre a proteção prescrita e a proteção efetivamente praticada, evidenciando que a adesão às medidas de segurança não depende exclusivamente da responsabilidade individual, mas também de fatores organizacionais, culturais e institucionais que condicionam a prática cotidiana.

Os achados também demonstraram que a invisibilidade da radiação ionizante favorece processos de naturalização do risco, contribuindo para a utilização irregular dos equipamentos de proteção e para a compreensão limitada de instrumentos importantes de vigilância, como o monitoramento dosimétrico. Tais aspectos indicam fragilidades na consolidação de uma cultura de proteção radiológica capaz de integrar o reconhecimento do risco às práticas efetivas de prevenção.

Nesse cenário, o SESMT ocupa posição estratégica para a promoção da segurança e saúde dos trabalhadores. Entretanto, sua atuação ainda se apresenta predominantemente vinculada às exigências normativas e administrativas, com limitada inserção nas práticas desenvolvidas no centro cirúrgico. Ampliar sua participação por meio de ações de educação permanente, acompanhamento dos processos de trabalho, monitoramento da exposição ocupacional e fortalecimento da cultura de segurança constitui importante possibilidade de intervenção.

O fortalecimento da articulação entre SESMT, proteção radiológica e gestão do trabalho constitui estratégia fundamental para a promoção de ambientes laborais seguros, saudáveis e compatíveis com os princípios do trabalho decente. Nessa perspectiva, a proteção da saúde dos trabalhadores deve ser compreendida como responsabilidade institucional e coletiva, exigindo intervenções que ultrapassem o cumprimento formal das normas e incidam sobre a organização do trabalho e as condições concretas em que a assistência é produzida.

REFERÊNCIAS

1 Coutinho ERS. Estudo de dose ocupacional de radiação em cirurgias ortopédicas [trabalho de conclusão de curso]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2024. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44226>.

2 Gomes JB, *et al.* Implicações da radiação na saúde dos profissionais que utilizam a fluoroscopia na prática diária. *Braz J Dev.* 2022;8(8):56737-49. [citado 2025 fev 27]. Disponível em: doi:10.34117/bjdv8n8-125.

3 Lykawka R. Avaliação da relação entre a dose individual e exames de hemograma [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2021. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/219411>.

4 Nogueira FAM, *et al.* Prevalência de possíveis exposições cancerígenas ocupacionais em trabalhadores brasileiros: o que mostra a Pesquisa Nacional de Saúde? *Rev Bras Saúde Ocup.* 2023;48:edept8. [citado 2025 mar 25]. Disponível em: doi:10.1590/2317-6369/34322pt2023v48edept8.

5 Querido, F. M., & Poveda, V. de B. (2015). Exposição da equipe de Enfermagem à radiação em centro cirúrgico : um estudo descritivo. *Revista SOBECC*, 20(1), 2–8. [citado 2025 jun 12]. Disponível em: <https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/73>.

6 Sebastião LM, Flôr RC, Anderson TJ. The practice of radiation protection in an interventional neuroradiology service. *Rev Bras Med Trab.* 2022;20(3):430-7. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: doi:10.47626/1679-4435-2022-748.

7 Alves AS. Processos de trabalho da enfermagem no uso das tecnologias radiológicas [dissertação]. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina; 2019. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1511/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Ana%20Saabrina%20Formatada%20v.-convertido.pdf?sequence=1>.

8 Huhn A. Programa de proteção radiológica em um serviço hospitalar de radiologia [dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2014. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/130987>.

9 Huhn A, Vargas MAO, Melo JAC, Gelbcke FL, Ferreira ML, Lança L. Implementation of a radiation protection program: opinion of the health team working in a radiology service. *Texto Contexto Enferm.* 2017; 26(1):1-10. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: doi:10.1590/0104-07072017005370015.

10 Freitas OB. Análise ergonômica do uso das vestimentas de proteção radiológica em procedimentos intervencionistas [dissertação]. Florianópolis: Instituto Federal de Santa Catarina; 2021. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2624>.

11 Diaz PLC, Uribe MEV. Exposición a radiaciones ionizantes en personal de la salud: revisión de alcance 2010-2020 [dissertação]. Bogotá: Universidad del Rosario; 2021. [citado 2025 mar 03]. Disponível em: <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/2456f453-ead1-437d-b48b-2287cfd67ecf/content>.

12 Naidu G. Radiation safety awareness among medical health professionals in a hybrid operating theater [dissertação]. Kedah: Universiti Utara Malaysia; 2014. [citado 2025 mar 03] Disponível em: https://etd.uum.edu.my/8695/1/s822476_01.pdf.

13 De Bernardo MC. Utilización de elementos de protección radiológica: personal de cirugía traumatológica [trabalho final de graduação]. Argentina: Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires; 2021. [citado 2025 fev 27]. Disponível em: <https://repositorio.unnoba.edu.ar:8080/xmlui/handle/23601/499>.

14 Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) [Internet]. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego; 2023 [citado 2026 jun 23]. Disponível em: <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-04-atualizada-2023.pdf>

15 ONU. Organização das Nações Unidas. Goal 8: Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all [Internet]. New York: United Nations. 2026. [citado 2026 maio 6]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/economic-growth/>.

16 Guldenmund FW. The nature of safety culture: a review of theory and research. *Saf Sci.* 2000;34(1-3):215-257. [citado 2026 jun 23]. doi:10.1016/S0925-7535(00)00014-X.

17 Coutinho MP, Bú E. A técnica de associação livre de palavras sobre o prisma do software Tri-Deux-Mots (version 5.2). *Rev Campo do Saber* [Internet]. 2017 [citado 2026

jun 10];3(1). Disponível em:

<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/72>

18 Landin E, Espíndola EBM, Maia L. Teste de associação livre de palavras e entrevista: um percurso para a investigação das representações sociais de pessoas com deficiência. In: Bona V, Zschiesche DRO, organizadores. Docência e temas emergentes: percursos metodológicos nos estudos de representações sociais no campo educacional. Recife: Editora UFPE; 2019. p. 151-172. [citado 2026 jun 10]. Disponível em: <https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net>

19 Bardin L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70; 2016. [citado 202 fev 27]. Disponível em: <http://bds.unb.br/handle/123456789/904>.

20 Santos KS, Ribeiro MC, Queiroga DEU, Silva IAP, Ferreira SMS. O uso de triangulação múltipla como estratégia de validação em um estudo qualitativo. Cien Saude Colet. 2020;25(2):655-664. doi:10.1590/1413-81232020252.12302018.

21 Flick UWE. Qualidade na pesquisa qualitativa. In: Qualidade na pesquisa qualitativa. 2009. p. 196-196. editora, 2009. [citado 2026 jun 10] Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=1OmZGR6Wz6sC&oi=fnd&pg=PA6&dq=FLICK,+Uwe.+Qualidade+na+pesquisa+qualitativa.&ots=-U6e7Qxc5a&sig=INkfjArN4pUtgWg-Gn6EYiOqhIs&redir_esc=y#v=onepage&q=FLICK%2C%20Uwe.%20Qualidade%20na%20pesquisa%20qualitativa.&f=false.

22 Nunes AA. Avaliação da exposição ocupacional às radiações ionizantes no serviço de ortopedia do Hospital Regional de Araguaína (HRA) [dissertação]. São Paulo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo; 2023 [citado 2025 fev 27]. Disponível em: doi:10.11606/D.85.2023.tde-10072023-083419.

23 Anderson TJ. Construção e validação de uma tecnologia educacional sobre proteção radiológica em radiologia intervencionista para os trabalhadores de enfermagem [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Gestão do Cuidado em Enfermagem; 2025 [citado 2026 jul 12].

Disponível

em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/267998/PGCF0252-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>.

24 Cardoso MDSR, *et al.* Implantação do serviços especializados em segurança e medicina do trabalho (SESMT) na gestão da Fundação Parreiras Horta (FSPH). Hematol Transfus Cell Ther. 2023;45:S890-S891. doi:10.1016/j.htct.2023.09.1603. [citado 2026 jun 10].

4.2 Manuscrito 2

Dosimetria em Tempo Real e Exposição Ocupacional à Radiação Ionizante: Análise do Processo de Trabalho em Unidade Cirúrgica

Resumo: **Objetivo:** Analisar a exposição ocupacional à radiação ionizante em procedimentos cirúrgicos com fluoroscopia, relacionando medidas obtidas por dosimetria eletrônica em tempo real às características do processo de trabalho. **Método:** Trata-se de um estudo exploratório, descritivo com abordagem quantitativa complementada por observação não participante do processo de trabalho, desenvolvido com 44 trabalhadores pertencentes a diferentes categorias profissionais envolvidas em procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia. Foram monitorados 25 procedimentos cirúrgicos, totalizando 70 registros entre setembro e novembro de 2025, utilizando dosímetros eletrônicos de leitura direta posicionados sobre o avental plumbífero dos trabalhadores. Simultaneamente, realizou-se observação não participante para análise da organização do trabalho, posicionamento ocupacional, uso de equipamentos de proteção, utilização do dosímetro passivo e dinâmica dos procedimentos. **Resultados:** Os resultados evidenciaram importante heterogeneidade da exposição ocupacional entre procedimentos e categorias profissionais. O tempo médio de fluoroscopia dos 70 procedimentos registrados foi de 1,13h. Médicos cirurgiões ($2,45\mu\text{Sv/h}$) e instrumentadores ($0,50\mu\text{Sv/h}$) apresentaram as maiores doses de exposição, especialmente em procedimentos ortopédicos e cardiovasculares com uso intensivo de fluoroscopia. Durante os registros dosimétricos foi observado que 22,1% dos trabalhadores não utilizavam os equipamentos de proteção individual e 69,7% não faziam uso de dosímetro. A integração entre os registros dosimétricos e a frequência anual de procedimentos demonstrou potencial relevante de exposição ocupacional acumulada ao longo da vida laboral. **Conclusão:** A integração entre a dosimetria eletrônica em tempo real e a observação do processo de trabalho permitiu identificar situações ocupacionais associadas a maior exposição radiológica, evidenciando que fatores organizacionais e comportamentais influenciam a dose recebida pelos trabalhadores. Os achados reforçam a necessidade de monitoramento ocupacional contínuo e da implementação de estratégias institucionais voltadas ao fortalecimento da cultura de proteção radiológica e à integração das ações do SESMT em unidades cirúrgicas com fluoroscopia.

Palavras-chave: Radiação Ionizante, Exposição Ocupacional, Dosimetria, Fluoroscopia, Saúde do Trabalhador.

1 INTRODUÇÃO

A utilização da radiação ionizante na prática médica tem crescido significativamente nas últimas décadas, impulsionada pelo avanço tecnológico dos métodos diagnósticos e terapêuticos baseados em imagem. Como consequência desse desenvolvimento, trabalhadores da área da saúde passaram a constituir, em nível mundial, um dos principais grupos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante (UNSCEAR, 2020; Pinela *et al.*, 2024).

A radiação ionizante caracteriza-se pela capacidade de remover elétrons de átomos ou moléculas, produzindo íons e promovendo alterações físico-químicas na matéria. No campo da medicina, essas tecnologias desempenham papel essencial no diagnóstico e tratamento de diversas patologias, possibilitando procedimentos cada vez mais precisos e minimamente invasivos, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade da assistência à saúde (IAEA, 2018; Pinela *et al.*, 2024).

Apesar dos benefícios clínicos associados ao uso da radiação ionizante, sua interação com os tecidos orgânicos pode produzir os efeitos biológicos da radiação ionizante que são classificados em efeitos determinísticos e efeitos estocásticos. Os efeitos determinísticos ocorrem quando a dose absorvida ultrapassa um determinado limiar, provocando danos celulares suficientes para comprometer a função de tecidos ou órgãos, sendo sua gravidade proporcional ao nível de exposição. Já os efeitos estocásticos estão relacionados a alterações celulares e genéticas induzidas pela interação cumulativa da radiação ionizante ao longo do tempo, podendo resultar no desenvolvimento de câncer e efeitos hereditários. Esses efeitos caracterizam-se pela ausência de um limiar mínimo de dose para sua ocorrência, de modo que mesmo exposições em baixas doses apresentam potencial probabilístico de indução biológica, cuja chance aumenta proporcionalmente com o acúmulo da dose recebida (ICRP, 2007; Hall & Giaccia, 2019; Urquizo; Moscoso, 2020).

De acordo com o Comitê Científico das Nações Unidas para os Efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR, 2020), a exposição ocupacional à radiação ionizante representa uma preocupação relevante em unidades cirúrgicas que utilizam equipamentos emissores de radiação ionizante, especialmente em procedimentos intervencionistas que dependem do uso prolongado de fluoroscopia. Nesses procedimentos, embora o paciente seja diretamente exposto ao feixe primário de radiação X, os trabalhadores de saúde presentes na sala são predominantemente expostos à radiação espalhada proveniente do paciente irradiado (Vano *et al.*, 2006).

A radiação espalhada constitui a principal fonte de exposição ocupacional em procedimentos guiados por fluoroscopia e pode resultar em níveis significativos de dose acumulada ao longo da vida profissional dos trabalhadores da saúde. A magnitude dessa exposição depende de diversos fatores operacionais, incluindo o tempo de fluoroscopia, a distância entre o profissional e a fonte de radiação, o posicionamento da equipe na sala e o uso adequado de equipamentos de proteção radiológica (Miller *et al.*, 2010; Nunes, 2022).

Diante desses riscos, a proteção radiológica constitui um componente essencial nas atividades que envolvem o uso de radiação ionizante. Os princípios fundamentais da proteção radiológica são estabelecidos pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP, 2007) e incluem os princípios de justificação, otimização e limitação de dose. O princípio da otimização, frequentemente aplicado por meio do conceito ALARA (As Low As Reasonably Achievable), estabelece que as exposições à radiação devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente possível.

No Brasil, a regulamentação da proteção radiológica em serviços que utilizam radiação ionizante é estabelecida por normas específicas, como as diretrizes da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2014) e as regulamentações sanitárias da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2022). A norma CNEN NN 3.01 estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica e define limites de dose ocupacional e requisitos para monitoramento da exposição dos trabalhadores. Complementarmente, a Resolução RDC nº 611/2022 estabelece requisitos para o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica e intervencionista, incluindo medidas voltadas à segurança de pacientes e trabalhadores.

A utilização de dosímetros eletrônicos em tempo real representa um avanço significativo para a gestão da proteção radiológica ocupacional em atividades que utilizam radiação ionizante, especialmente em centros cirúrgicos onde a fluoroscopia é amplamente empregada em procedimentos intervencionistas. Diferentemente dos dosímetros passivos convencionais, cuja leitura ocorre de forma retrospectiva, geralmente em intervalos mensais, os dosímetros eletrônicos possibilitam a visualização imediata da dose acumulada e da taxa de dose durante os procedimentos. Esse monitoramento em tempo real permite a adoção de medidas corretivas imediatas para reduzir a exposição ocupacional, além de tornar a radiação ionizante mais perceptível para os profissionais durante as intervenções (KOCH *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a implementação de estratégias eficazes de monitoramento da exposição ocupacional é essencial para garantir a conformidade com os princípios da proteção radiológica e reduzir os riscos associados à exposição prolongada à radiação ionizante. A dosimetria individual constitui uma ferramenta fundamental nesse processo, pois permite a avaliação sistemática das doses de radiação recebidas pelos trabalhadores durante o exercício de suas atividades profissionais (Bacchim Neto *et al.*, 2014). Embora a dosimetria individual seja prevista pelas normas de proteção radiológica para trabalhadores ocupacionalmente expostos, o monitoramento em tempo real por meio de dosímetros eletrônicos ainda não é amplamente incorporado à prática clínica, predominando o uso de dosímetros passivos, como os dosímetros termoluminescentes (TLD).

Os dosímetros passivos permitem a avaliação da dose acumulada ao longo do período de monitoramento. Entretanto, apresentam limitações importantes, uma vez que fornecem informações somente de forma retrospectiva, após o processamento dos dosímetros em laboratórios especializados, impossibilitando intervenções imediatas durante os procedimentos (Bacchim Neto *et al.*, 2014; Nunes, 2022).

Nesse cenário, tecnologias baseadas em dosimetria eletrônica em tempo real têm sido desenvolvidas com o objetivo de fornecer informações instantâneas sobre os níveis de exposição à radiação ionizante. Esses sistemas permitem a visualização imediata das taxas de dose durante a realização dos procedimentos, possibilitando que os trabalhadores ajustem seu posicionamento ou adotem medidas adicionais de proteção radiológica durante os procedimentos cirúrgicos (IAEA, 2018). Além disso, considerando a invisibilidade da radiação ionizante aos sentidos humanos, o monitoramento em tempo real contribui para tornar o risco ocupacional mais concreto e perceptível aos profissionais, favorecendo maior conscientização acerca da exposição e incentivando comportamentos mais seguros durante os procedimentos intervencionistas com uso de fluoroscopia. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a exposição ocupacional à radiação ionizante em procedimentos cirúrgicos com fluoroscopia, relacionando medidas obtidas por dosimetria eletrônica em tempo real às características do processo de trabalho. Destaca-se que o sistema de dosimetria em tempo real empregado, ainda não está normatizado pela CNEN, configurando este estudo como uma investigação piloto voltada à avaliação da aplicabilidade e do desempenho dessa tecnologia para o aprimoramento das práticas de proteção radiológica nos processos de trabalho na área da saúde.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo exploratório e descritivo, de abordagem mista, conduzido em uma unidade cirúrgica de um hospital escola de grande porte localizado no Sul do Brasil. O estudo integrou o monitoramento dosimétrico ocupacional em tempo real e observação não participante do processo de trabalho durante procedimentos cirúrgicos com fluoroscopia. O recrutamento dos trabalhadores iniciou após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição Proponente e da Instituição Participante, por meio do Parecer Consubstanciado nº 7.820.519. Considerando o universo de 75 indivíduos, participaram do estudo 44 trabalhadores da unidade cirúrgica envolvidos em procedimentos com fluoroscopia, entre setembro e novembro de 2025. Foram incluídos profissionais em atividade durante o período de coleta de dados e excluídos aqueles afastados de suas funções ou que não consentiram em participar da pesquisa. A caracterização dos participantes segundo a categoria profissional é apresentada no Quadro 1. A participação se deu de forma voluntária e a definição do número de participantes seguiu o critério de suficiência dos dados, com uma margem de erro estimada de aproximadamente 9,4% para um nível de confiança de 95% e heterogeneidade de 50%.

Quadro 1: Categoria profissional

Categoria profissional	Nº de profissionais	%	Nº de registros dosimétricos
Técnico de enfermagem	21	47.7	32
Médico cirurgião	8	18.2	13
Médico anesthesiologista	8	18.2	13
Profissionais das técnicas radiológicas	7	15.9	12
Total	44	100	70

Fonte: Elaboração própria (2025).

Foram acompanhados 25 procedimentos cirúrgicos com fluoroscopia, totalizando 70 monitoramentos dosimétricos individuais. O monitoramento foi realizado utilizando dosímetros eletrônicos de leitura direta VanellusRad® (VanellusRad, Brasil), baseados em fotodiodo PIN calibrado para equivalente de dose pessoal Hp(10). Os dispositivos transmitem automaticamente as medições por tecnologia Bluetooth para plataforma digital, permitindo acompanhamento em tempo real da dose acumulada, taxa de dose e tempo de exposição. Os dosímetros eletrônicos de leitura direta foram posicionados sobre o avental plumbífero dos trabalhadores, conforme recomendações de monitoramento ocupacional. Os procedimentos monitorados foram selecionados por conveniência incluindo os trabalhadores mais próximos da fonte de radiação dispersa (paciente) como médico cirurgião, instrumentador e técnico em radiologia e posicionamento do trabalhador de acordo com o layout da sala, procedimento cirúrgico e modelo do Arco em C.

Simultaneamente ao monitoramento dosimétrico, realizou-se observação não participante, mediante roteiro estruturado, para descrever fatores organizacionais, ambientais e comportamentais potencialmente relacionados à exposição ocupacional. Foram registrados aspectos como posicionamento dos trabalhadores, utilização de equipamentos de proteção radiológica, uso do dosímetro, composição da equipe, características do procedimento, tempo de fluoroscopia e dinâmica operacional da sala cirúrgica.

Os registros provenientes da observação não participante foram submetidos à Análise de Conteúdo temática, conforme proposta por Bardin (2016), compreendendo as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. As unidades de registro foram codificadas e agrupadas em categorias temáticas relacionadas ao processo de trabalho e à proteção radiológica, contemplando aspectos da organização do trabalho, divisão do trabalho, práticas de proteção, risco ocupacional, tecnologia, serviços institucionais, percepção do risco e dispositivos de intervenção. Posteriormente, essas categorias foram trianguladas com os dados da dosimetria eletrônica em tempo real, permitindo interpretar os níveis de exposição ocupacional à luz das características organizacionais, ambientais e comportamentais observadas durante os procedimentos cirúrgicos.

Os dados de dosimetria foram obtidos a partir do sistema próprio vinculado aos dosímetros, contendo registros brutos de dose provenientes de dosímetros individuais, incluindo informações sobre dose acumulada (μSv), taxa de dose ($\mu\text{Sv/h}$), tempo de exposição (h) e identificação do usuário por meio de codificação, para preservar o anonimato do participante. Os registros brutos provenientes da plataforma dos dosímetros foram exportados para planilhas eletrônicas (Microsoft Excel®) para conferência e organização inicial. Posteriormente, os dados foram processados por meio de scripts desenvolvidos em Python, que possibilitaram a integração dos registros dosimétricos às informações provenientes da observação não participante, permitindo a análise conjunta das medidas de exposição ocupacional e das categorias temáticas identificadas na Análise de Conteúdo.

Para cada grupo de trabalhador, foram calculadas as seguintes variáveis: dose total acumulada no período (μSv), tempo total de exposição (horas) e taxa média de dose ($\mu\text{Sv/h}$), sendo esta última obtida por meio da razão entre a dose total acumulada e o tempo total de exposição, configurando uma medida ponderada pelo tempo. O Quadro 2 descreve os dados do monitoramento dosimétrico da amostra.

Quadro 2: Monitoramento dosimétrico

Especialidade cirúrgica	Monitoramento dosimétricos (n)
Cirurgia cardiovascular	10
Cirurgia vascular (Oncologia cirúrgica)	06
Geral (Gastroenterologia)	12
Urologia	12
Ortopedia/Traumatologia	30
Total	70

Fonte: Elaboração própria (2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dosimetria eletrônica em tempo real permitiu analisar a exposição ocupacional à radiação ionizante durante procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia, possibilitando a avaliação integrada da dose acumulada, do tempo de exposição e da taxa média de dose por procedimento e categoria profissional. Foram obtidos 70 registros dosimétricos distribuídos entre cinco categorias profissionais: médico cirurgião, médico anestesiológista, técnico em radiologia, técnico de enfermagem instrumentador e técnico de enfermagem circulante, com maior número de monitoramentos entre os instrumentadores.

A observação não participante evidenciou que médicos cirurgiões, instrumentadores e técnicos em radiologia permaneceram predominantemente posicionados próximos ao paciente e ao campo operatório, especialmente nas regiões laterais ao arco cirúrgico, reconhecidas como áreas de maior incidência de radiação espalhada. Em contraste, anesthesiologistas e circulantes permaneceram, na maior parte do tempo, próximos à cabeceira do paciente ou em regiões mais afastadas da fonte de espalhamento, caracterizando menor potencial de exposição ocupacional. Além disso, foram observadas permanência de trabalhadores na sala cirúrgica durante disparos fluoroscópicos sem participação direta no procedimento, inconsistências na comunicação prévia à ativação da fluoroscopia e baixa frequência de rodízio entre profissionais potencialmente expostos, favorecendo a permanência prolongada em áreas de maior risco radiológico.

Os registros dosimétricos evidenciaram elevada heterogeneidade da exposição ocupacional entre procedimentos e categorias profissionais (Quadro 3), indicando que a magnitude da dose não depende exclusivamente da categoria profissional, mas resulta da interação entre fatores técnicos, organizacionais e comportamentais presentes no processo de trabalho. Esse comportamento é consistente com estudos de Vañó *et al.* (2006), Miller *et al.* (2010) e UNSCEAR (2020), que descrevem a exposição ocupacional em procedimentos intervencionistas como um fenômeno multifatorial, influenciado pela geometria da exposição, pela dinâmica operacional e pela organização do trabalho. Embora a proximidade do paciente e o tempo de permanência no campo irradiado sejam reconhecidos pela ICRP (2007) como determinantes clássicos da dose ocupacional, os achados deste estudo indicam que esses fatores, isoladamente, não explicam a variabilidade observada. As evidências obtidas por meio da observação não participante reforçam que aspectos como comunicação entre os membros da equipe, posicionamento durante os disparos fluoroscópicos e adesão às medidas de proteção radiológica também desempenham papel relevante na modulação da exposição ocupacional, corroborando as recomendações da IAEA (2018) e da ICRP (2011). Dessa forma, a proteção radiológica no ambiente cirúrgico deve ser compreendida sob uma perspectiva sociotécnica, na qual tecnologia, organização do trabalho e comportamento humano interagem continuamente na determinação dos níveis de exposição.

Quadro 3: Registros dosimétricos

Especialidade	Procedimento	Instr. (μSv)	Técnico Radiologista (μSv)	Circul. (μSv)	Méd. Anest. (μSv)	Méd. Cirurgiã o (μSv)
Urologia	Instalação endoscópica duplo J	0,01	0,01	-	-	0,82
Cardiovascular	Implante de marcapasso transvenoso	0,73	0,00	-	-	-
Gastroenterologia	CPRE	0,13	0,22	-	-	0,59
Ortopedia	Fratura do tornozelo unimaleolar	0,08	0,00	0,00	1,81	2,09
	Fratura de planalto tibial	-	-	-	0,14	-

Fonte: Elaboração própria com auxílio da Vanellus (2026).

Nos procedimentos urológicos, a instalação endoscópica de cateter duplo J apresentou um dos maiores valores de exposição registrados entre os procedimentos avaliados. Em um dos monitoramentos, o médico cirurgião recebeu dose total de $0,82\mu\text{Sv}$, enquanto o instrumentador e o técnico em radiologia registraram $0,01\mu\text{Sv}$ cada. Em outros procedimentos semelhantes, entretanto, observaram-se registros próximos de zero para diferentes categorias profissionais, evidenciando elevada variabilidade da exposição conforme o tempo efetivo de fluoroscopia e a dinâmica assistencial. Esses resultados corroboram Miller *et al.* (2010) e Vañó *et al.* (2006), que descrevem os procedimentos urológicos como potencialmente relevantes para a exposição ocupacional devido ao uso intermitente da fluoroscopia e à necessidade de permanência do cirurgião junto ao arco em C. Além disso, a ICRP (2007) e o UNSCEAR (2020) ressaltam que a avaliação do risco ocupacional deve considerar não apenas a dose por procedimento, mas também sua repetição ao longo da atividade laboral.

Nos procedimentos ortopédicos observou-se comportamento distinto. Embora, em geral, apresentassem menores taxas médias por procedimento, verificou-se maior recorrência de exposição entre diferentes categorias profissionais. No tratamento cirúrgico da fratura do tornozelo unimaleolar, o médico cirurgião registrou dose de $2,09\mu\text{Sv}$, superior às observadas para o instrumentador ($0,08\mu\text{Sv}$) e para o técnico em radiologia, cujo registro foi nulo. Em outro procedimento semelhante, o médico anestesiologista recebeu $1,81\mu\text{Sv}$, enquanto, no tratamento de fratura de planalto tibial, registrou $0,14\mu\text{Sv}$, permanecendo os demais profissionais com valores próximos de zero. A necessidade de múltiplas aquisições radiográficas para redução da fratura, posicionamento de implantes e confirmação intraoperatória contribui para o aumento da exposição ocupacional, especialmente entre os trabalhadores posicionados próximos ao paciente. Esses achados corroboram Miller *et al.* (2010), Krompa *et al.* (2025), além de estarem em consonância com Vañó *et al.* (2006) e IAEA (2018), que destacam a ortopedia como uma especialidade em que a repetição da fluoroscopia pode contribuir significativamente para a dose ocupacional cumulativa.

Nos procedimentos cardiovasculares de implante de marcapasso transvenoso também foram observadas diferenças entre as categorias profissionais. Em um dos registros, o instrumentador apresentou dose total de $0,73\mu\text{Sv}$, enquanto os demais profissionais monitorados apresentaram registros próximos de zero, evidenciando que a exposição ocupacional pode variar substancialmente conforme o posicionamento da equipe e a organização do procedimento.

Comportamento semelhante foi observado nos procedimentos de colangiopancreatografia retrógrada endoscópica (CPRE). Em um dos monitoramentos, o médico cirurgião registrou $0,59\mu\text{Sv}$, valor superior aos observados para o técnico em radiologia ($0,22\mu\text{Sv}$) e para o instrumentador ($0,13\mu\text{Sv}$). Entretanto, outros procedimentos da mesma natureza apresentaram registros próximos de zero para diferentes profissionais, reforçando que a exposição ocupacional depende da interação entre tempo de fluoroscopia, posicionamento dos trabalhadores e dinâmica assistencial. De forma geral, a distribuição das doses entre os procedimentos confirma que a exposição ocupacional não ocorre de maneira homogênea, resultado também descrito por Moura e Bacchim (2015), que identificaram maiores níveis de exposição entre trabalhadores posicionados próximos ao feixe espalhado e ao campo irradiado. Além disso, a ocorrência de procedimentos de curta duração com taxas médias de dose superiores às observadas em procedimentos mais longos reforça que a intensidade da emissão fluoroscópica e o posicionamento da equipe exercem maior influência sobre a exposição ocupacional do que o tempo cirúrgico isoladamente, conforme demonstrado por Miller *et al.* (2010) e pelo UNSCEAR (2020). Esses resultados evidenciam a necessidade de avaliações que integrem intensidade, frequência e repetição dos procedimentos na estimativa do risco ocupacional.

Além da análise das doses registradas por procedimento, foi considerada a frequência anual das cirurgias realizadas na instituição durante o período estudado, utilizando dados obtidos no DATASUS/TABNET (Quadro 4). A integração entre os registros dosimétricos em tempo real e o volume assistencial permitiu uma avaliação exploratória do potencial de exposição ocupacional decorrente da repetição dos procedimentos guiados por fluoroscopia ao longo do ano. Para essa análise, as doses inicialmente registradas em μSv por procedimento foram convertidas para mSv, possibilitando sua interpretação em relação aos limites ocupacionais estabelecidos pela CNEN NN 3.01 (2024).

A produção assistencial evidenciou elevada frequência de determinados procedimentos guiados por fluoroscopia, especialmente a instalação endoscópica de cateter duplo J, com 195 procedimentos anuais, seguida pelo implante de marcapasso transvenoso e pelo tratamento cirúrgico da fratura do tornozelo unimaleolar, ambos com 79 procedimentos, além do tratamento de fratura de planalto tibial (44 procedimentos) e da colangiopancreatografia retrógrada endoscópica (23 procedimentos). Embora as doses registradas por procedimento tenham permanecido inferiores aos limites ocupacionais vigentes, a repetição dessas atividades ao longo da rotina de trabalho sugere a ocorrência de exposições ocupacionais recorrentes, particularmente entre os profissionais que permanecem próximos ao campo operatório durante a fluoroscopia.

Esses resultados evidenciam que a avaliação da exposição ocupacional não deve restringir-se à dose observada em procedimentos isolados. Procedimentos com elevada frequência assistencial podem contribuir de forma expressiva para a exposição acumulada ao longo da vida laboral, mesmo quando apresentam baixas doses individuais. Em contrapartida, procedimentos menos frequentes, mas associados a maiores taxas de dose, podem resultar em exposições mais intensas em curtos intervalos de tempo. Esse comportamento reforça que a estimativa do risco ocupacional deve considerar simultaneamente a intensidade da exposição, a frequência de realização dos procedimentos e sua repetitividade, conforme discutido por Miller *et al.* (2010), Vañó *et al.* (2024) e UNSCEAR (2020).

Sob essa perspectiva, os limites ocupacionais estabelecidos pela CNEN NN 3.01 (2024) representam importante referência para o controle da exposição, porém seu cumprimento não implica ausência de risco. Conforme o modelo linear sem limiar (Linear No-Threshold Model – LNT), amplamente adotado pelos organismos internacionais de proteção radiológica, admite-se que qualquer incremento de dose possa contribuir para o aumento da probabilidade de efeitos estocásticos ao longo da vida, ainda que em pequena magnitude. Assim, a recorrência dos procedimentos guiados por fluoroscopia observada neste estudo (Quadro 4) reforça a necessidade de otimização contínua das práticas de proteção radiológica, do monitoramento ocupacional sistemático e da utilização adequada dos equipamentos de proteção individual e coletiva, em consonância com as recomendações da ICRP (2018), UNSCEAR (2022), Laurier *et al.* (2023), CNEN (2024) e Alvarez *et al.* (2022).

Quadro 4: Frequência anual de procedimentos cirúrgicos realizados

Especialidade	Procedimento	J a n	F e v	M a r	A b r	M a i	J u n	J u l	A g o	S e t	O u t	N o v	D e z	Nº de procedimentos
Urologia	Instalação endoscópica duplo J	7	14	19	12	10	13	14	21	17	13	25	30	195
Cardiovascular	Implante de	3	13	6	12	5	7	4	8	4	7	6	4	79

	marcapasso transvenoso													
Gastroenterologia	CPRE	5	0	2	2	2	5	1	0	0	1	4	1	23
	Fratura do tornozelo unimaleolar													
Ortopedia	Fratura de planalto tibial	4	3	12	8	11	6	4	6	4	6	10	5	79
		5	6	4	5	2	7	4	1	3	5	1	1	44

Fonte: Elaboração própria com auxílio da Vanellus (2026).

A triangulação entre os registros obtidos pela dosimetria eletrônica em tempo real e o diário da observação não participante permitiu identificar que a exposição ocupacional à radiação ionizante foi influenciada por aspectos que extrapolam as características técnicas dos procedimentos. Além da intensidade e da frequência dos disparos fluoroscópicos, observou-se a influência da organização do trabalho, da distribuição espacial da equipe, das estratégias de comunicação e da adoção das medidas de proteção radiológica sobre os padrões de exposição registrados. Durante o monitoramento, verificou-se disponibilidade de equipamentos de proteção coletiva na sala cirúrgica; entretanto, sua utilização ocorreu de forma heterogênea entre os procedimentos e entre os profissionais observados.

Os registros observacionais evidenciaram permanência de trabalhadores durante disparos fluoroscópicos sem participação direta no procedimento, inconsistências na comunicação entre os membros da equipe antes da ativação da fluoroscopia, circulação frequente de profissionais na sala operatória e baixa ocorrência de rodízio entre trabalhadores potencialmente expostos. Também foram identificadas variações no posicionamento ocupacional durante etapas críticas dos procedimentos, especialmente durante o reposicionamento do arco em C e nos momentos de aquisição das imagens, situações que coincidiram com os principais picos de exposição registrados pela dosimetria em tempo real. Esses achados reforçam que a exposição ocupacional resulta da interação entre as características do procedimento e a forma como o processo de trabalho é organizado no ambiente cirúrgico.

A integração desses resultados encontra-se sintetizada no Quadro 5, que evidencia a relação entre as categorias temáticas da análise de conteúdo e os indicadores objetivos de exposição ocupacional obtidos pela dosimetria eletrônica em tempo real. A variabilidade das doses observadas entre procedimentos semelhantes indica que a exposição não esteve associada exclusivamente à categoria profissional, mas também às práticas adotadas durante a execução das atividades, à organização institucional e ao comportamento das equipes frente aos riscos radiológicos.

Quadro 5: Integração entre categorias temáticas da Análise de Conteúdo e indicadores de exposição ocupacional obtidos por dosimetria eletrônica em tempo real.

Categoria Temática	Evidências da Observação	Evidências dosimetria tempo real	Integração da em Achados dos
Organização do trabalho	Organização do trabalho Dinâmica não padronizada, circulação de trabalhadores em alta quantidade em sala.	Elevada variabilidade das doses entre os procedimentos.	Elevada variabilidade das doses entre os procedimentos. A organização do trabalho pode ser fator de influência na exposição ocupacional entre procedimentos.
Risco ocupacional	Permanência durante disparos, proximidade da fonte e uso inconsistente de proteção.	Níveis variáveis de exposição, com picos elevados em alguns procedimentos e categorias profissionais.	Permanência durante os disparos e a proximidade da fonte contribuíram para a variabilidade e os picos de exposição ocupacional.
Organização institucional	Ausência de protocolos institucionais estabelecidos esteve presente em diferentes procedimentos com distintos níveis de exposição.	Variabilidade da dose independente da categoria profissional.	A ausência de protocolos institucionais contribuiu para a variabilidade da exposição, evidenciando que a dose esteve relacionada às práticas adotadas durante os procedimentos, independentemente da categoria profissional.
Práticas de proteção	Uso parcial ou inadequado de EPI, permanência indevida e	Redução relativa da exposição com uso adequado.	A adesão às medidas de proteção pode modificar diretamente a

	posicionament o inadequado.		exposição ocupacional.
Divisão do trabalho	Os médicos cirurgiões são os mais expostos e com maior proximidade do campo operatório.	Exposição não homogênea entre categorias profissionais.	A divisão técnica do trabalho determinou diferentes padrões de exposição.
Tecnologia fluoroscópica	Uso intensivo e variável da fluoroscopia.	Grande amplitude nos eventos de irradiação e nas doses.	O uso intensivo e variável da fluoroscopia refletiu-se na ampla variação dos eventos de irradiação e das doses ocupacionais.
Percepção do risco	Comportament os nem sempre coerentes com práticas seguras.	Evidência objetiva de exposição.	Os comportamentos observados refletiram-se na exposição ocupacional evidenciada objetivamente pela dosimetria em tempo real.
Transformaç ão da práxis	Mudanças comportamentais ao longo da coleta (maior afastamento e uso de EPI).	Monitoramen to da dose em tempo real.	As mudanças comportamentais observadas foram acompanhadas pelo monitoramento em tempo real da dose, reforçando práticas de proteção radiológica.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Essa interpretação está em consonância com a perspectiva sociotécnica apresentada pela IAEA (2018) e pelo UNSCEAR (2020), segundo a qual a exposição ocupacional decorre da interação entre tecnologia, organização do trabalho e comportamento humano. De forma semelhante, a ICRP (2011) destaca que a comunicação entre os profissionais, o planejamento

prévio das etapas do procedimento e o posicionamento adequado da equipe constituem componentes essenciais da otimização da proteção radiológica, complementando as medidas físicas de blindagem e monitoramento.

As observações realizadas durante a coleta também evidenciaram que a cultura de proteção radiológica encontrava-se em processo de consolidação. Embora os trabalhadores demonstrassem conhecimento sobre os riscos associados à radiação ionizante, sua incorporação às práticas cotidianas mostrou-se variável, especialmente diante das demandas assistenciais impostas pelo ambiente cirúrgico. Permanência desnecessária durante os disparos fluoroscópicos, utilização parcial dos equipamentos de proteção individual e coletiva e inadequações no posicionamento ocupacional foram observadas em diferentes procedimentos, corroborando os achados de Pinela *et al.* (2024), Pinto (2025) e Urquizo e Moscoso (2020), que apontam a organização do trabalho e a cultura de segurança como fatores determinantes para a redução da exposição ocupacional.

Os resultados também evidenciaram que mudanças organizacionais e comportamentais podem modificar diretamente os padrões de exposição. Ao longo da coleta observou-se maior afastamento dos profissionais durante os disparos fluoroscópicos, utilização mais consistente dos equipamentos de proteção e maior atenção ao posicionamento da equipe, alterações que coincidiram com o monitoramento contínuo proporcionado pela dosimetria eletrônica em tempo real. Esses achados sugerem que a visibilidade imediata da dose favorece a percepção do risco e estimula mudanças na prática profissional, fortalecendo a cultura de segurança e ampliando o potencial da dosimetria eletrônica como instrumento de educação permanente e gestão da proteção radiológica. Essa interpretação é consistente com as recomendações da ICRP (2011), da IAEA (2018), bem como com os resultados descritos por Nunes *et al.* (2017) e Koch *et al.* (2023).

Os resultados deste estudo evidenciam que a exposição ocupacional à radiação ionizante em centros cirúrgicos não pode ser compreendida exclusivamente a partir da dose registrada em procedimentos isolados. Embora as doses obtidas pela dosimetria eletrônica em tempo real tenham permanecido predominantemente inferiores aos limites ocupacionais vigentes, a frequência de realização dos procedimentos guiados por fluoroscopia, associada à permanência repetitiva de determinados profissionais próximos ao campo operatório, caracteriza um cenário de exposição contínua ao longo da vida laboral. Nessa perspectiva, a avaliação do risco ocupacional deve incorporar não apenas a magnitude da dose por procedimento, mas também sua repetitividade, a organização do processo de trabalho e as características das atividades desempenhadas por cada categoria profissional.

Esse entendimento é compatível com as recomendações internacionais de proteção radiológica, que reconhecem que exposições frequentes a baixas doses constituem importante objeto de investigação, especialmente em trabalhadores submetidos a exposições prolongadas e repetitivas (UNSCEAR, 2022; ICRP, 2018). Embora os limites estabelecidos pela CNEN NN 3.01 (2024) tenham como finalidade prevenir efeitos determinísticos e reduzir a probabilidade de efeitos estocásticos, sua observância não elimina completamente o risco biológico. Sob a perspectiva do modelo linear sem limiar (Linear No-Threshold Model – LNT), admite-se que qualquer incremento de dose possa contribuir para o aumento da probabilidade de efeitos estocásticos ao longo da vida ocupacional (Laurier *et al.*, 2023), reforçando a importância da otimização contínua das práticas de proteção radiológica (Alvarez *et al.*, 2022).

Outro aspecto relevante evidenciado neste estudo foi o potencial da dosimetria eletrônica em tempo real como ferramenta de apoio à gestão da segurança ocupacional. Além de permitir o monitoramento contínuo da exposição, o feedback imediato proporcionado pelos dosímetros favoreceu maior conscientização situacional, estimulando mudanças comportamentais observadas durante a coleta, como maior afastamento durante os disparos fluoroscópicos, utilização mais consistente dos equipamentos de proteção e maior atenção ao

posicionamento da equipe. Esses resultados corroboram com os descritos por ICRP (2011), IAEA (2018), Nunes *et al.* (2017) e Koch *et al.* (2023), que destacam os dosímetros ativos como instrumentos capazes de fortalecer a percepção do risco e contribuir para a redução da exposição ocupacional.

Entretanto, a efetividade dessas estratégias depende de sua incorporação à rotina institucional. Durante o período de observação, verificou-se que a atuação do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) mostrou-se predominantemente voltada ao atendimento das exigências normativas, com limitada inserção nas atividades desenvolvidas no centro cirúrgico. Esse cenário reforça a necessidade de maior integração entre o SESMT, a equipe cirúrgica e os programas de monitoramento ocupacional, de modo que a proteção radiológica seja compreendida como componente permanente da gestão do processo de trabalho e da cultura institucional de segurança, conforme preconizado pela ICRP (2011) e pela IAEA (2018).

Por fim, os achados demonstram que a exposição ocupacional à radiação ionizante resulta da interação entre fatores técnicos, organizacionais e comportamentais, não sendo determinada exclusivamente pelas características dos equipamentos ou dos procedimentos realizados. A integração entre a dosimetria eletrônica em tempo real, a observação não participante e a análise da frequência anual dos procedimentos possibilitaram uma compreensão ampliada da exposição ocupacional, evidenciando que elementos relacionados à organização do trabalho, ao posicionamento das equipes, à comunicação e à cultura de proteção radiológica exercem influência direta sobre os padrões de exposição observados. Essa abordagem amplia a compreensão do risco ocupacional em procedimentos cirúrgicos guiados por fluoroscopia e oferece subsídios para o planejamento de estratégias institucionais voltadas à otimização da proteção radiológica e ao fortalecimento da segurança dos trabalhadores.

A triangulação entre os dados obtidos pela observação não participante e pela dosimetria eletrônica em tempo real evidenciou que a exposição ocupacional à radiação ionizante não depende exclusivamente das características técnicas dos procedimentos, mas também da forma como o trabalho é organizado no ambiente cirúrgico. A integração dos achados (Quadro 1) permitiu identificar que aspectos relacionados à comunicação entre os profissionais, ao posicionamento ocupacional, à utilização dos equipamentos de proteção e às práticas organizacionais influenciaram diretamente a variabilidade das doses registradas, evidenciando a interação entre fatores técnicos, humanos e organizacionais na produção da exposição ocupacional.

A observação não participante identificou situações recorrentes de permanência desnecessária de trabalhadores na sala cirúrgica durante os disparos fluoroscópicos, circulação de profissionais sem participação direta em etapas específicas dos procedimentos e inconsistências na comunicação prévia à ativação da fluoroscopia. Essas situações coincidiram com registros de maior variabilidade dosimétrica, indicando que a exposição ocupacional foi influenciada não apenas pelo tempo de emissão da radiação, mas também pela dinâmica organizacional do trabalho. Esses resultados corroboram as recomendações da IAEA (2018) e da ICRP (2011), que reconhecem a comunicação efetiva entre os membros da equipe como componente essencial da proteção radiológica em procedimentos intervencionistas.

O posicionamento ocupacional constitui outro fator determinante da exposição. Os profissionais que permaneceram continuamente próximos ao paciente e ao campo operatório apresentaram maior probabilidade de exposição à radiação espalhada, enquanto aqueles posicionados em regiões mais afastadas registraram menores níveis de dose. Entretanto, a observação demonstrou que mudanças frequentes de posicionamento, deslocamentos durante os procedimentos e aproximações decorrentes das demandas assistenciais modificaram continuamente esse padrão, reforçando que a exposição resulta da interação entre a organização do trabalho e as exigências clínicas de cada procedimento. Essa interpretação está em

consonância com Pinela *et al.* (2024), IAEA (2018) e UNSCEAR (2020), que descrevem a exposição ocupacional como consequência de um sistema sociotécnico, no qual fatores humanos e organizacionais influenciam diretamente os níveis de dose.

Embora tenha sido constatada a disponibilidade de equipamentos de proteção coletiva durante o monitoramento, a utilização dos recursos de proteção individual e coletiva mostrou-se heterogênea entre os profissionais e entre os diferentes procedimentos. Permanência em áreas irradiadas, posicionamento inadequado e uso parcial das barreiras de proteção foram observados em distintas situações, indicando que a simples disponibilidade desses recursos não assegura sua utilização efetiva. Conforme evidenciado no Quadro 1, a adesão às medidas de proteção esteve associada à redução relativa da exposição ocupacional, reforçando que a efetividade das estratégias de radioproteção depende da incorporação dessas práticas à rotina assistencial. Esses achados corroboram Urquiza e Moscoso (2020), Pinela *et al.* (2024) e Pinto (2025), que destacam a cultura de segurança como elemento determinante para a consolidação das boas práticas em proteção radiológica.

Sob a perspectiva dialética adotada neste estudo, as contradições observadas entre o trabalho prescrito e o trabalho efetivamente realizado tornaram-se evidentes durante a coleta de dados. Embora os trabalhadores demonstrem conhecimento acerca dos princípios da proteção radiológica e da importância da redução do tempo de exposição, do aumento da distância da fonte emissora e da utilização de blindagens, a dinâmica do centro cirúrgico frequentemente condicionou comportamentos distintos daqueles preconizados pelas normas de segurança. Demandas assistenciais imediatas, necessidade de manutenção da esterilidade do campo operatório, comunicação não padronizada e reorganizações constantes da equipe favorecem situações de exposição potencialmente evitáveis, evidenciando que a vulnerabilidade ocupacional resulta das mediações estabelecidas no próprio processo de trabalho.

Nesse contexto, os resultados também evidenciaram que a atuação do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) ainda ocorre predominantemente de forma normativa e pouco integrada ao cotidiano das equipes cirúrgicas. A limitada inserção desse serviço nas atividades desenvolvidas durante os procedimentos restringe sua capacidade de atuar preventivamente sobre fatores organizacionais que influenciam a exposição ocupacional. Assim, os achados indicam que o fortalecimento da cultura de proteção radiológica depende da integração entre gestão, SESMT, equipe assistencial e monitoramento ocupacional, favorecendo a incorporação das medidas de proteção como parte do processo de trabalho e não apenas como exigência normativa. Essa compreensão é consistente com as recomendações da ICRP (2011) e da IAEA (2018), que defendem abordagens sistêmicas para a promoção da segurança em ambientes com utilização de radiação ionizante.

A utilização da dosimetria eletrônica em tempo real possibilitou acompanhar continuamente a exposição ocupacional durante os procedimentos cirúrgicos com fluoroscopia, permitindo correlacionar as doses registradas com eventos específicos do processo de trabalho. Diferentemente da dosimetria passiva convencional, cujo resultado é disponibilizado apenas após o período de monitoramento, a visualização imediata da dose favoreceu a identificação dos momentos de maior exposição, especialmente durante a ativação da fluoroscopia, o reposicionamento do arco em C e a aproximação dos profissionais ao campo operatório. Essa característica ampliou a capacidade de compreensão da dinâmica da exposição ocupacional e possibilitou a associação entre os registros dosimétricos e as situações observadas durante a coleta de dados.

A integração entre a dosimetria em tempo real e a observação não participante permitiu compreender a exposição ocupacional para além da quantificação da dose, evidenciando sua relação com aspectos organizacionais, técnicos e comportamentais do processo de trabalho. A análise integrada demonstrou que variações na comunicação entre os membros da equipe,

mudanças de posicionamento, reorganização das atividades durante os procedimentos e utilização das medidas de proteção influenciaram diretamente os padrões de exposição registrados. Esses resultados reforçam que a dosimetria eletrônica constitui uma ferramenta capaz de produzir informações qualificadas para subsidiar ações de prevenção e otimização da proteção radiológica, conforme recomendado pela ICRP (2011) e pela IAEA (2018).

Durante o período de monitoramento foram observadas mudanças graduais no comportamento dos trabalhadores, caracterizadas por maior afastamento da fonte de radiação durante os disparos fluoroscópicos, utilização mais consistente dos equipamentos de proteção individual e coletiva, maior atenção ao posicionamento em sala cirúrgica e uso mais frequente do dosímetro eletrônico. Embora o presente estudo não tenha sido delineado para mensurar quantitativamente essas mudanças comportamentais, a observação sistemática indicou que o feedback imediato proporcionado pela dosimetria favoreceu maior conscientização situacional acerca da exposição ocupacional. Achados semelhantes foram descritos por Nunes *et al.* (2017), Koch *et al.* (2023), ICRP (2011) e IAEA (2018), que destacam os dosímetros ativos como instrumentos capazes de fortalecer a percepção do risco e estimular práticas mais seguras durante procedimentos intervencionistas.

Sob a perspectiva da Saúde do Trabalhador, esses resultados indicam que a dosimetria em tempo real ultrapassa sua função tradicional de monitoramento individual, assumindo também papel educativo, gerencial e estratégico na gestão da proteção radiológica. Ao tornar visível um risco que, por sua natureza, é imperceptível aos sentidos humanos, essa tecnologia favorece processos contínuos de aprendizagem, amplia a percepção dos trabalhadores sobre sua própria exposição e fortalece a incorporação dos princípios da otimização preconizados pela ICRP (2007), pela CNEN NN 3.01 (2024) e pela RDC nº 611/2022 da ANVISA, particularmente no que se refere à redução do tempo de exposição, ao aumento da distância da fonte emissora e à utilização adequada das blindagens.

Entretanto, os achados também evidenciam que os benefícios da dosimetria em tempo real dependem de sua incorporação às estratégias institucionais de gestão da segurança. A utilização isolada da tecnologia não é suficiente para modificar práticas consolidadas quando não está associada a processos permanentes de capacitação, monitoramento, avaliação e participação das equipes. Nesse contexto, destaca-se a importância da atuação integrada do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) com os serviços de proteção radiológica, promovendo ações educativas, análise sistemática dos indicadores de exposição e fortalecimento da cultura de segurança nos ambientes cirúrgicos. Essa abordagem está alinhada às recomendações internacionais da IAEA (2018) e da ICRP (2011), que reconhecem a proteção radiológica como um processo contínuo de gestão, aprendizagem organizacional e melhoria das práticas assistenciais.

Os resultados deste estudo evidenciam, portanto, que a dosimetria eletrônica em tempo real constitui uma ferramenta com potencial para apoiar a transformação da práxis em proteção radiológica, ao integrar monitoramento, educação e gestão do risco ocupacional. Ao fornecer informações imediatas sobre a exposição e possibilitar intervenções durante a execução dos procedimentos, essa tecnologia contribui para o fortalecimento da cultura de segurança e para a incorporação de práticas preventivas no cotidiano das equipes cirúrgicas. Nessa perspectiva, sua utilização amplia as possibilidades de atuação do SESMT e dos serviços de proteção radiológica, favorecendo uma abordagem preventiva centrada na melhoria contínua das condições de trabalho e na proteção da saúde dos trabalhadores expostos à radiação ionizante.

3 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram diferenças importantes entre procedimentos e categorias profissionais. Na análise dos procedimentos, as maiores doses de radiação foram observadas no tratamento cirúrgico de fratura do tornozelo unimaleolar (2,09 μ Sv para o médico cirurgião e

1,81 μSv para o médico anestesiológico), seguido pela instalação endoscópica de cateter duplo J (0,82 μSv para o médico cirurgião), pelo implante de marcapasso de câmara dupla transvenoso (0,73 μSv para o instrumentador) e pela CPRE (0,59 μSv para o médico cirurgião). Esses achados demonstram que a exposição depende do tipo de procedimento, do tempo de fluoroscopia e do posicionamento da equipe em relação ao campo irradiado. Além disso, observou-se baixa adesão às medidas de proteção radiológica, com 22,1% dos trabalhadores sem equipamentos de proteção individual e 69,7% sem utilização de dosímetro durante os procedimentos monitorados.

O presente estudo evidencia que a exposição ocupacional à radiação ionizante em procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia resulta da interação entre fatores técnicos, organizacionais e comportamentais, não podendo ser explicada somente pela categoria profissional ou pelo tempo de exposição. A heterogeneidade observada entre procedimentos e trabalhadores reforça a necessidade de abordagens que considerem o processo de trabalho como elemento central da gestão da proteção radiológica. Nesse contexto, a dosimetria em tempo real demonstrou potencial para qualificar o monitoramento ocupacional, permitindo identificar situações de maior exposição, favorecer mudanças comportamentais e fortalecer a cultura de proteção radiológica e os princípios de otimização.

Embora as doses registradas por procedimento tenham permanecido, em sua maioria, em níveis reduzidos, a elevada frequência de procedimentos com fluoroscopia reforça a necessidade de monitoramento contínuo, considerando o caráter cumulativo das exposições e a ausência de limiar seguro para os efeitos estocásticos da radiação ionizante.

Os resultados reforçam a necessidade de fortalecer a atuação do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), em integração com os programas de proteção radiológica e a equipe multiprofissional, por meio de educação permanente, padronização dos processos de trabalho, qualificação da comunicação e utilização sistemática de tecnologias de monitoramento.

Este estudo amplia as evidências sobre a aplicação da dosimetria em tempo real em unidades cirúrgicas e demonstra seu potencial como ferramenta de gestão da exposição ocupacional. Os achados indicam que a redução da exposição à radiação depende da integração entre monitoramento, educação permanente, organização do trabalho e compromisso institucional, favorecendo a consolidação de uma cultura de segurança e o aprimoramento das práticas de proteção radiológica em procedimentos cirúrgicos guiados por fluoroscopia.

REFERÊNCIAS

1. ALI, Y. F. *et al.* Cancer Risk of Low Dose Ionizing Radiation. **Frontiers in Physics**, v. 8, p. 234, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fphy.2020.00234>. Acesso em: 4 maio 2026.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Resolução RDC nº 611, de 9 de março de 2022**. Estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento dos serviços de radiologia médica e diagnóstica ou intervencionista. Brasília, DF: ANVISA, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075>. Acesso em: 3 jun. 2026.
3. BACCHIM NETO, Fernando Antonio. **Caracterização das exposições ocupacionais e eficiência da dosimetria pessoal em radiologia intervencionista vascular**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biotipologia e Física Médica) – Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/190996>. Acesso em: 6 abr. 2026.
4. BACCHIM NETO, Fernando Antonio *et al.* Avaliação da dose na equipe médica durante procedimentos diagnósticos de radiologia intervencionista. **Revista Brasileira de Física**

- Médica**, v. 8, n. 2, p. 10-13, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.29384/rbfm.2014.v8.n2.p10-13>. Acesso em: 6 abr. 2026.
5. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (Brasil). **Norma CNEN NN 3.01: Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Rio de Janeiro: CNEN, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2026.
 6. DA SILVA, Catarina Rafaela Alves; SILVA, Francisco Lima. Radiodiagnóstico intervencionista. **Pubvet**, v. 5, art. 1212-1217, 2011. Disponível em: https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/pt_BR/article/view/2189. Acesso em: 5 maio 2026.
 7. HALL, Eric J.; GIACCIA, Amato J. **Radiobiology for the Radiologist**. 8. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2019.
 8. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation**. Vienna: IAEA, 2018. Disponível em: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/PUB1775_web.pdf. Acesso em: 4 abr. 2026.
 9. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. **Annals of the ICRP**, v. 37, n. 2-4, 2007. Disponível em: [https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37\(2-4\)-free_extract.pdf](https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37(2-4)-free_extract.pdf). Acesso em: 6 jul. 2026.
 10. KOCH, Vitali *et al.* Reduction of radiation dose using real-time visual feedback dosimetry during angiographic interventions. **Journal of Applied Clinical Medical Physics**, v. 24, n. 2, p. e13860, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/acm2.13860>. Acesso em: 8 abr. 2026.
 11. KROMPAß, K. *et al.* Evaluation of occupational radiation exposure. **European Radiology**, v. 35, p. 6575-6582, 2025. Complementado com dados de: DATASUS (TABnet). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00330-025-11566-5>. Acesso em: 6 maio 2026.
 12. LUMNICZKY, Katalin *et al.* Low dose ionizing radiation effects on the immune system. **Environment International**, v. 149, p. 106212, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106212>. Acesso em: 4 maio 2026.
 13. MILLER, Donald L. *et al.* Occupational radiation protection in interventional radiology. **Cardiovascular and Interventional Radiology**, v. 33, p. 230-239, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20430294/>. Acesso: 20 abr. 2026.
 14. MOURA, Regina; BACCHIM NETO, Fernando Antonio. Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 3, p. 197-199, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.1403>. Acesso em: 6 abr. 2026.
 15. NUNES, Rafael *et al.* Uso de dosímetros ativos como ferramenta de otimização em hemodinâmica. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 10, n. 1, p. 31-34, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.29384/RBFM.2016.V10.N1.P31-34>. Acesso em: 7 abr. 2026.
 16. PINELA, A. *et al.* Percepção do Risco associado à Exposição à Radiação Ionizante e Caracterização dos Comportamentos em Proteção Radiológica e Dosimetria Individual num Bloco Operatório de um Hospital Nacional. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional online**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.RPSO/02.08.2024>. Acesso em: 6 abr. 2026.
 17. PINTO, Eva de Fátima Gomes. **Percepção dos profissionais de saúde sobre o risco de exposição ocupacional a radiações ionizantes**. 2025. Dissertação (Mestrado) – Instituição de Origem, Local, 2025. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.22/31716>. Acesso em: 6 abr. 2026.
 18. RICHARDSON, David B. *et al.* Cancer mortality after low dose exposure to ionising radiation in workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS):

- cohort study. **The BMJ**, London, v. 382, p. e074520, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-074520>. Acesso em: 4 maio 2026.
19. SILVA, Maria do Socorro Rocha da *et al.* Dosimetria de pacientes e médicos em intervenções coronárias percutâneas em Recife, Pernambuco, Brasil. **Radiologia Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 90-96, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-39842011000200008>. Acesso em: 6 abr. 2026.
 20. UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION. **Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR Report 2020/2021**. New York: United Nations, 2022. Disponível em: https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2020_2021_1.html. Acesso em: 3 jul. 2026.
 21. URQUIZO, Marcelo Hernán Chiriboga; MOSCOSO, Sandra Patricia Pazmiño. “Dosímetro radiológico” contexto de la protección radiológica para el diseño de una matriz Foda. **Revista de Educación, Cultura y Deporte**, 2020. Disponível em: https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/download/4505/4561. Acesso em: 6 abr. 2026.
 22. VANELLUS. **Manual do Usuário: Dosímetro eletrônico VanellusRad**. São Paulo: Vanellus, [2025?]. Disponível em: <https://www.vanellusrad.com.br/>. Acesso em: 4 mar. 2026.
 23. VANÓ, Eliseo *et al.* Alerts to improve occupational protection during Interventional Radiology. More attention is needed for simple but frequent procedures. **Physica Medica**, v. 121, p. 103361, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2024.103361>. Acesso em: 8 abr. 2026.
 24. VANÓ, Eliseo *et al.* Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology. **British Journal of Radiology**, v. 79, n. 937, p. 1-10, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10195011/>. Acesso em 7 abr. 2026.
 25. ZANDONÁ, Tainara Gabrieli. **Exposição ocupacional em cardiologia intervencionista por meio de dosimetria computacional** – uma análise do IMC do paciente. 2024. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2024>. Acesso em: 6 abr. 2026.

4.3 Manual Técnico de Boas Práticas em Proteção Radiológica para Gestão do SESMT em Unidades Cirúrgicas com Fluoroscopia

Autora:

Regiane Ribeiro Liberato de Jesus

Orientadora:

Juliana Almeida Coelho de Melo

Coorientadora:

Gerusa Ribeiro

Produto Técnico Educacional

Mestrado Profissional em

Proteção Radiológica

**Instituto Federal de
Santa Catarina (IFSC)**



Manual Técnico de Boas Práticas:

Proteção Radiológica para Gestão
do SESMT em Unidades Cirúrgicas
que utilizam Fluoroscopia



Manual Técnico de Boas Práticas em Proteção Radiológica para Gestão do SESMT em Unidades Cirúrgicas que utilizam Fluoroscopia

Produto Técnico Educacional apresentado ao Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), como requisito para obtenção do título de Mestre.

Diagramação e ilustração:
Levi Macedo de Carvalho

Ficha Catalográfica

ÍNDICE

- 1. Apresentação**
- 2. Objetivo**
- 3. Abrangência**
- 4. Base Normativa**
- 5. Fundamentos da Proteção Radiológica**
- 6. Modelo de Risco Radiológico Ocupacional**
- 7. Fragilidades Identificadas**
- 8. Diretrizes para Atuação do SESMT**
- 9. Protocolos Operacionais Padrão**
- 10. Matriz Operacional de Exposição**
- 11. Indicadores de Desempenho**
- 12. Monitoramento e Auditoria**
- 13. Não Conformidades**
- 14. Cronograma de Implementação**
- 15. Melhoria Contínua**
- 16. Considerações Finais**

APRESENTAÇÃO

A incorporação de tecnologias que utilizam radiação ionizante no contexto hospitalar, especialmente em unidades cirúrgicas com emprego de fluoroscopia, tem ampliado significativamente as possibilidades diagnósticas e terapêuticas. Contudo, tais avanços impõem a necessidade de fortalecimento das estratégias de gestão dos riscos ocupacionais, considerando os potenciais efeitos biológicos associados à exposição cumulativa à radiação.

A exposição ocupacional à radiação ionizante nesse cenário é influenciada por múltiplos fatores, incluindo aspectos técnicos dos equipamentos, a organização do processo de trabalho e os comportamentos adotados pela equipe multiprofissional. Nesse contexto, destaca-se o papel estratégico dos Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), cuja atuação é fundamental para a prevenção de agravos à saúde, o monitoramento das exposições radiológicas de dose individual e a promoção de melhorias contínuas nas atividades reais do trabalho.



A radiação ionizante, embora invisível, possui efeitos biológicos potencialmente cumulativos, tornando essencial a adoção de medidas eficazes de prevenção. Princípios fundamentais como distância, blindagem e comportamento seguro não somente orientam a prática, mas são determinantes na preservação da saúde dos trabalhadores ao longo do tempo.

Apesar da existência de diretrizes e normativas consolidadas, incluindo regulamentações nacionais aplicáveis à radiação ionizante e à segurança e saúde do trabalhador, observa-se, na prática, a persistência de lacunas relacionadas à cultura de proteção radiológica nos centros cirúrgicos. Tal cenário evidencia a necessidade de instrumentos que favoreçam a tradução dessas exigências em ações operacionais incorporadas à rotina institucional.

Diante desse contexto, o presente manual foi desenvolvido como produto técnico-científico, com o objetivo de subsidiar a atuação do SESMT na gestão do risco radiológico ocupacional em procedimentos cirúrgicos com uso de fluoroscopia. Sua elaboração fundamenta-se na articulação entre evidências empíricas, referenciais normativos e abordagem organizacional, propondo a sistematização de diretrizes práticas que possibilitem a conversão de requisitos legais em ações aplicáveis, mensuráveis e sustentáveis no âmbito do processo de trabalho.



Como diferencial, este material integra dados provenientes da prática laboral com enfoque na gestão ativa do risco, priorizando a aplicabilidade imediata em unidades cirúrgicas hospitalares. Adicionalmente, busca promover o fortalecimento de uma cultura de proteção radiológica baseada em evidências, na qual a proteção dos trabalhadores esteja intrinsecamente associada à qualidade da assistência prestada.

Dessa forma, este manual configura-se como uma ferramenta técnico-operacional de apoio à tomada de decisão, voltada à gestão do SESMT, contribuindo para a consolidação da cultura de proteção radiológica em unidades cirúrgicas hospitalares que utilizam a fluoroscopia em sua prática diária, por meio de ações mais seguras, sustentáveis e em conformidade com os princípios da proteção radiológica.



OBJETIVO

Estabelecer diretrizes técnicas, operacionais e organizacionais para a atuação do SESMT na gestão do risco radiológico ocupacional em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia, com ênfase na estruturação dos processos de trabalho, no aprimoramento da comunicação institucional e no fortalecimento da cultura de proteção radiológica entre os trabalhadores.

ABRANGÊNCIA

Este manual deve ser utilizado por médicos, equipe de enfermagem, profissionais das técnicas radiológicas, equipes de apoio e demais trabalhadores potencialmente expostos à radiação ionizante em centro cirúrgico.



- CNEN NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica
- Resolução Normativa N° 002/DIVS/SES de 18 de maio de 2015
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N° 611/ANVISA/MS de 9 de março de 2022
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N° 330/ANVISA/MS de 20 de dezembro de 2019
- Instrução Normativa n° 91/ANVISA/MS de 6 de julho de 2022
- NR 01 – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais (Portaria MTE vigente)
- NR 15 – Atividades e Operações Insalubres (Portaria MTE vigente)
- NR 15 – ANEXO 5 – Radiações Ionizantes (Portaria MTE vigente)
- PORTARIA N.º 595 de 7 de maio de 2015 (Portaria MTE vigente)
- NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde (Portaria MTE vigente)
- ICRP 103 – Recomendações de proteção radiológica
- ICRP 139 – Occupational radiological protection in interventional procedures
- Programa de Proteção Radiológica (PPR) institucional
- Princípios ALARA
- Publicações técnicas da IAEA

BASE NORMATIVA

FUNDAMENTOS DA PROTEÇÃO RADIOLOGICA

O Arco em C (ou intensificador de imagem) é o protagonista da exposição ocupacional no centro cirúrgico, e entender o seu funcionamento é o primeiro passo para aplicar os princípios de proteção radiológica:

Justificação, quando toda exposição deve ser necessária; **Otimização** (ALARA), quando toda exposição deve ser tão baixa quanto razoavelmente possível; **Limitação de Dose**, importância da observação dos limites ocupacionais vigentes; **Pilares do Controle Operacional**, tempo, distância e blindagem.

Sendo assim, conforme a Figura 1, o conhecimento dos componentes do Arco em C é fundamental para a gestão do SESMT na promoção da cultura de proteção radiológica em unidades cirúrgicas.

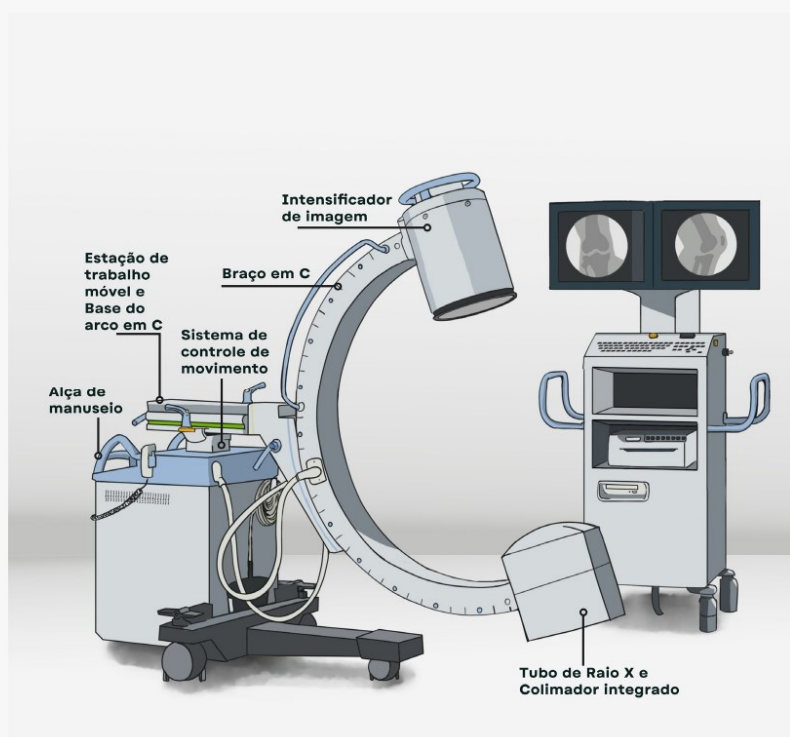


Figura 1 - Arco em C (intensificador de imagem)

Tubo de Raios X e Colimadores: É a fonte de radiação. Em proteção radiológica, é vital que o tubo fique preferencialmente sob a mesa do paciente para reduzir a radiação espalhada (dose de entrada na pele versus dose no cristalino da equipe).

Intensificador de Imagem (ou Detector de Painei Plano): Receptor da imagem. Quanto mais próximo do paciente ele estiver, menor será a dose de radiação necessária e melhor será a resolução da imagem.

Gabinete Eletrônico e Coluna de Ascensão: Contêm geradores de alta tensão e motores. Aqui é importante que o SESMT esteja atento para garantir que as manutenções preventivas desses componentes estejam em dia para evitar falhas de disparo.

Painel de Controle: Onde o operador seleciona os modos (fluoroscopia contínua ou pulsada e cinefluoroscopia). O SESMT pode e deve incentivar o uso da fluoroscopia pulsada para reduzir a dose acumulada.

Braço em C: A estrutura semicircular que permite a mobilidade orbital e angular, essencial para angulações que evitem sobreposição de estruturas anatômicas.

Conforme Figura 2, independente do tipo e modelo do equipamento de fluoroscopia, a gestão do SESMT deve focar sempre em seus componentes estruturais.

Componente	Foco da Gestão em Proteção Radiológica
Tubo	Fuga de radiação e integridade dos colimadores.
Braço em C	Travas de segurança e facilidade de movimentação (ergonomia).
Monitores	Calibração de brilho e contraste em perfeitas condições, evitando que o médico cirurgião solicite “mais dose” por falta de boa visualização da imagem.
Cabos e Conexões	Integridade física para evitar riscos elétricos e quedas de mesmo nível nas salas cirúrgicas.
Pedal de Disparo	Proteção para evitar disparos acidentais por pressão indevida.

FIGURA 2

Conforme a figura 3, o que define a “geometria da proteção” não é somente o ângulo do equipamento, mas também a orientação física do tubo em relação ao detector. Sendo assim, para as boas práticas em proteção radiológica o tubo deve estar sempre abaixo do paciente.

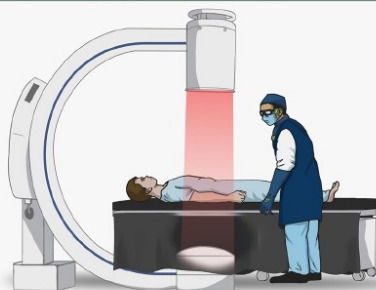
POSIÇÕES INDEVIDAS DE EQUIPE E EQUIPAMENTOS EM PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA

❌ POSIÇÃO INDEVIDA
⚠️ RISCO ELEVADO

Exposições desnecessárias aumentam o risco de efeitos determinísticos e estocásticos.

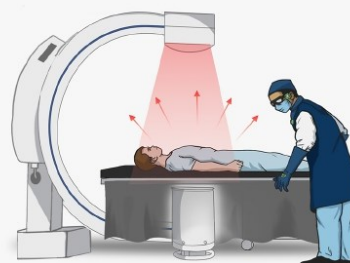
POSIÇÕES INDEVIDAS - EQUIPE

Equipe no campo primário de radiação



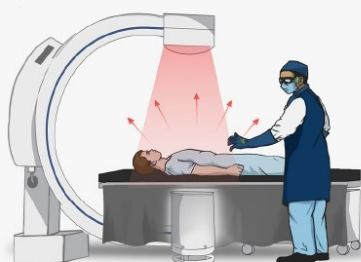
RISCO:
⚠️ Exposição direta ao feixe primário. Manter-se fora do campo de radiação.

Cabeça e tronco próximos ao feixe de radiação espalhada



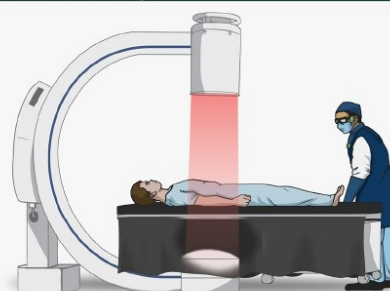
RISCO:
⚠️ Alta exposição de olhos, tireoide e órgãos radiosensíveis. Manter distância e usar proteção adequada.

Membros superiores dentro/muito próximos ao feixe



RISCO:
⚠️ Alta dose nas mãos e antebraços. Utilizar técnicas para manter as mãos fora do feixe.

Posicionamento lateral muito próximo ao paciente e à fonte de radiação



RISCO:
⚠️ Exposição elevada por espelhamento e radiação de fuga. Manter distância de 2m (ou mais) do paciente, sempre que possível.

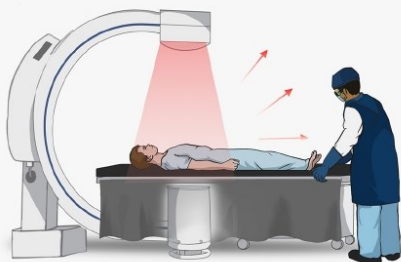
FIGURA 3.1

POSIÇÕES INDEVIDAS DE EQUIPE E EQUIPAMENTOS EM PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA

❌ POSIÇÃO INDEVIDA
⚠️ RISCO ELEVADO

POSIÇÕES INDEVIDAS - EQUIPAMENTO

Tubo de raios X posicionado acima do paciente inadequadamente

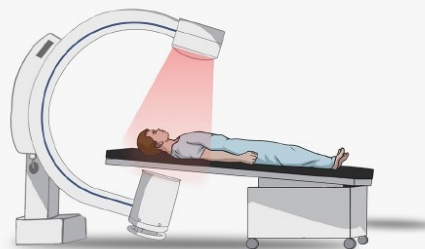


RISCO:

⚠️ Grande quantidade de radiação espalhada em direção à cabeça e tronco da equipe.

✓ Posicionar o tubo abaixo da mesa sempre que possível.

Receptor de imagem afastado da área de interesse (com angulação do Arco em C)

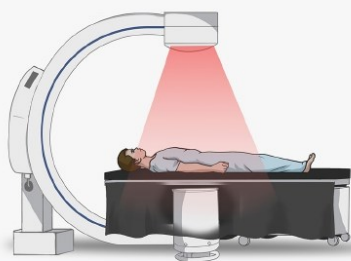


RISCO:

⚠️ Aumento da dose no paciente e à equipe devido à necessidade de maior saída do tubo e aumento da radiação espalhada.

✓ Manter o receptor de imagem o mais próximo possível do paciente, mesmo em incidências anguladas

Colimação inadequada (campo maior que área de interesse)



RISCO:

⚠️ Aumento da dose no paciente e no ambiente por radiação espalhada.

✓ Posicionar o tubo abaixo da mesa sempre que possível.



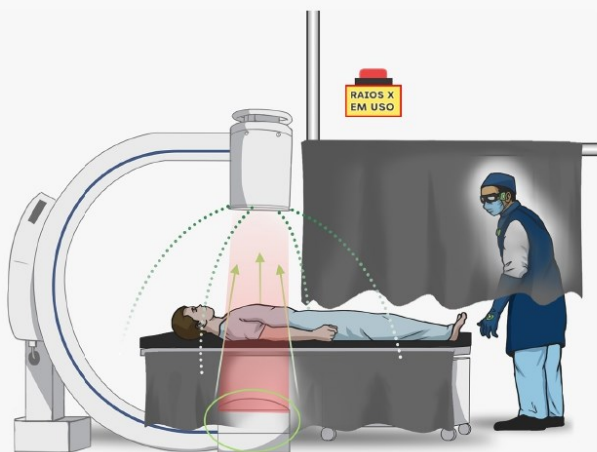
LEMBRE-SE



- Controle de qualidade de equipamentos.
- Conheça seu equipamento e use suas funções para reduzir a dose.
- Use bombas injetoras automáticas de meio de contraste.

FIGURA 3.2

POSICIONAMENTO E PRÁTICAS RECOMENDADAS



- Receptor de imagem acima do paciente;
- Mantenha o tubo de raios X abaixo da mesa e não sobre ela;
- Distância do tubo à equipe maior ou igual a 2 metros sempre que possível;
- Equipe posicionada do lado do receptor (oposta ao tubo);
- Uso da blindagem suspensa (teto);
- Cortinas plumbíferas laterais na mesa;
- Cortinas plumbíferas ao redor do tubo de raios X (reduzem a radiação espalhada em mais de 90%).

PRINCÍPIOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



MINIMIZAR O TEMPO
Use fluoroscopia apenas quando estritamente necessário.



MAXIMIZAR A DISTÂNCIA
Aumente a distância entre a fonte de radiação, o paciente e a equipe sempre que possível.



USAR BLINDAGEM ADEQUADA
Utilize EPI (avental, protetor de tireoide, óculos plumbíferos) e barreiras plumbíferas.

RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS (IAEA)



- Mantenha suas mãos fora do feixe primário a menos que estritamente necessário;
- Utilize o dosímetro pessoal sobre o avental, na altura do tórax;
- Atualize periodicamente seus conhecimentos em proteção radiológica;
- Em caso de dúvidas, consulte o Supervisor de Proteção Radiológica.

FIGURA 3.3

Fontes:

- IAEA - RPOP (10 Recomendações para a proteção do staff em fluoroscopia);
- ICRP Publication 85.

POSIÇÕES CORRETAS DE USO DO DOSÍMETRO INDIVIDUAL: PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA

❌ POSIÇÃO INDEVIDA
⚠️ RISCO ELEVADO

O uso adequado do dosímetro permite avaliar corretamente a dose ocupacional recebida e adotar medidas de proteção eficazes.

PROFISSIONAL PRINCIPAL (EX. MÉDICO INTERVENIONISTA)

Sempre que possível, posicione-se ao lado do receptor de imagem (oposto aos tubos de raios X)

PROFISSIONAL DE ENFERMAGEM

Mantenha distância da fonte e utilize sempre blindagens.

PROFISSIONAL DAS TÉCNICAS RADIOLÓGICAS

Mesmo na sala de controle, há exposição à radiação espalhada.

PARA EQUIPE EM PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA



Sob o avental plumbífero, na altura do tórax, na parte anterior.

DOSÍMETROS RECOMENDADOS

Utilizar dois dosímetros pessoais, sempre que possível, sendo obrigatório o dosímetro de corpo inteiro.

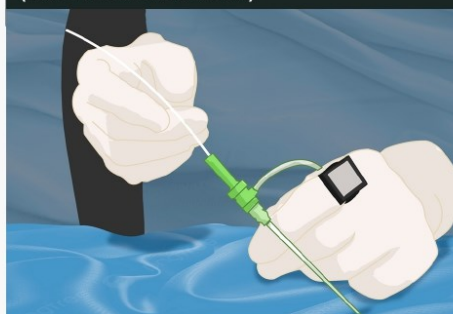
1. Dosímetro de corpo inteiro

Avalia a dose efetiva recebida pelo corpo, sob o avental plumbífero

2. Dosímetro de anel/pulso

Recomendado em procedimentos com exposição das mãos no feixe primário (ex. interventionalista).

PROCEDIMENTOS COM EXPOSIÇÃO DAS MÃOS NO FEIXE PRIMÁRIO (EX. INTERVENIONISTA)



Utilizar dosímetro de anel na mão mais exposta ao feixe primário. Posicionar na base do dedo, com detector voltado para a fonte.

➤ IMPORTANTE ➤

- O dosímetro nunca deve ser compartilhado;
- Usar o dosímetro durante todo o tempo de permanência no Centro Cirúrgico, durante o uso do Arco em C;
- Substitua conforme a frequência estipulada pelo serviço de radioproteção;
- Em caso de suspeita de dose elevada, incidente, extravio ou dano, comunique o serviço de radioproteção.

FIGURA 4.1

USO DO DOSÍMETRO INDIVIDUAL DE DOSE: CORRETO X INCORRETO

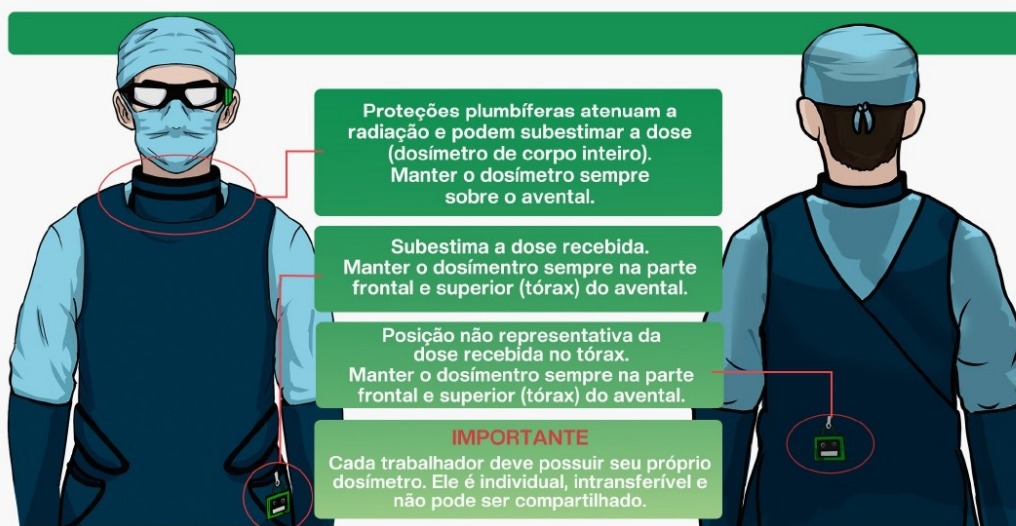


FIGURA 4.2

Fontes:

- IAEA - RPOP (10 Recomendações para a proteção do staff em fluoroscopia);
- ICRP Publication 85;
- CNEN NN 6.01 - Requisitos de Radioproteção em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico;
- RDC ANVISA n. 611/2022.

Como mostra a Fig. 4, a equipe cirúrgica deve estar posicionada sempre no lado tubo de raios X (onde a radiação sai do paciente), e nunca no lado do intensificador de imagem (onde ela entra). Estar do lado do detector reduz a exposição à radiação, enquanto posicionada no lado do tubo, recebe a dose máxima. Pode-se dizer que uma zona de "Alto Risco" é evidente no lado do tubo, enquanto o lado oposto (detector) é marcado como "Zona de Segurança".

Configuração do Equipamento	Posição do Tubo	Ângulo / Incidência	Nível de Risco para Equipe	Padrão de Radiação Dispersa	Boas Práticas	Conduta Recomendada
Obliquo (60°)	Abaixo	Diagonal	Moderado	Dispersão lateral e parcialmente ascendente	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem	Ajustar posição da equipe
Obliquo (60°)	Acima	Diagonal	Alto	Cone de dispersão ascendente e lateral	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem	Evitar sempre que possível
Lateral (90°)	Abaixo	Perpendicular	Moderado	Dispersão lateral	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem; Ficar ao lado do detector	Posicionamento crítico
Lateral (90°)	Acima	Perpendicular	Alto	Cone intenso direto para equipe	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem	Nunca ficar do lado do tubo
AP (0°) – Padrão	Abaixo	Vertical	Baixo	Dispersão para baixo e lateral	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem	Manter padrão sempre que possível
AP (0°) – Reverso	Acima	Vertical	Alto	Dispersão sobre diretamente	Cortina para mesa cirúrgica, avental, óculos e protetor de tireóide, plumbíferos; Afastamento e blindagem	Evitar

FIGURA 5

Sempre que possível, o tubo de raios x deve ficar posicionado abaixo do paciente. O paciente é a principal fonte de radiação dispersa, e o tubo em cima projeta a radiação para onde está a equipe cirúrgica.



**RESPONSA
BILIDADES**

Em conformidade com as normas vigentes, a Fig. 6 mostra as atribuições específicas para cada categoria profissional.

Profissional	Responsabilidades Principais	Base Normativa
Responsável pela Instituição (Hospital)	Disponibilizar recursos humanos e materiais para a proteção radiológica; Garantir a implementação das medidas de radioproteção; Promover o cumprimento das normas vigentes e a capacitação da equipe.	CNEN NN 3.01, NR 01, NR 15, NR 32, RDC 611
SESMT	Identificar e avaliar riscos radiológicos ocupacionais; Integrar tais riscos ao PGR; Monitorar as condições de trabalho e propor medidas de prevenção, correção e controle; Fomentar a cultura de proteção radiológica.	CNEN NN 3.01, NR 01, NR 15, NR 32, RDC 611
Comitê de Proteção Radiológica	Identificar e avaliar riscos radiológicos ocupacionais; Monitorar as condições de trabalho e propor medidas de prevenção, correção e controle; Assegurar a sustentabilidade da cultura de proteção radiológica.	CNEN NN 3.01, NR 01, NR 15, NR 32, RDC 611
Supervisor de Proteção Radiológica	Supervisionar os níveis de exposição ocupacional; Revisar e validar protocolos operacionais; Orientar tecnicamente a equipe; Atuar na investigação e gestão de eventos de exposição acima dos limites recomendados.	CNEN NN 3.01, RDC 611, IAEA
Físico Médico/Especialista em Radioproteção	Otimizar protocolos de aquisição de imagem com foco na redução de dose; Realizar testes de controle de qualidade; Avaliar o desempenho dos equipamentos; Prestar suporte técnico especializado à equipe.	CNEN NN 3.01, RDC 611, IAEA
Médico Intervencionista/Cirurgião	Justificar a utilização da radiação nos procedimentos; Otimizar o uso da fluoroscopia; Adotar estratégias para redução da exposição ocupacional e do paciente; Conduzir o procedimento em conformidade com os princípios de radioproteção.	RDC 611, ICRP 139, CNEN NN 3.01
Profissionais das técnicas radiológicas	Operar o Arco em C conforme protocolos estabelecidos; Ajustar parâmetros técnicos visando à otimização da dose; Posicionar adequadamente paciente e equipamento; Garantir a qualidade da imagem com mínima exposição; Assegurar a disseminação das boas práticas que visam a proteção radiológica da equipe e paciente.	RDC 611, NR 32, CNEN NN 3.01
Equipe de Enfermagem	Apoiar a execução dos procedimentos com observância das normas de radioproteção; Utilizar corretamente o EPI; Adotar medidas para redução da exposição ocupacional; Respeitar áreas controladas.	NR 32, RDC 611, CNEN NN 3.01
Médico Anestesiologista/Equipe de Apoio (representantes instrumentadores, fotógrafos, etc.)	Adotar medidas para minimizar a exposição ocupacional, incluindo posicionamento adequado e manutenção de distância segura; Utilizar EPC/EPI e dosímetro individual de dose; Seguir orientações de segurança durante os procedimentos; Participar de treinamentos periódicos; seguir as orientações do SPR.	NR 32, RDC 611, CNEN NN 3.01

FIGURA 6

**SITUAÇÕES
CRÍTICAS DE
EXPOSIÇÃO
OCUPACIONAL
À RADIAÇÃO**

IONIZANTE COM USO DE FLUOROSCOPIA

A identificação de situações críticas nas unidades cirúrgicas é essencial para a prevenção de riscos ocupacionais, especialmente em procedimentos que envolvem exposição à radiação ionizante.

Dessa forma, a aplicação de uma padronização nas condutas e na atuação preventiva do SESMT frente às situações de risco identificadas são cruciais para estabelecer medidas de controle eficazes para a redução da exposição radiológica dos trabalhadores em unidades cirúrgicas hospitalares que utilizam fluoroscopia nos processos de trabalho.

SITUAÇÕES TÉCNICAS

Situações de atenção:

- Ativação da fluoroscopia;
- Tempo prolongado de emissão de radiação;
- Reposicionamento do arco em C;
- Aproximação de trabalhadores ao campo irradiado;
- Configurações inadequadas do equipamento;
- Arco em C sendo operado por trabalhador não legalizado.

SITUAÇÕES ORGANIZACIONAIS

Situações de atenção:

- Excesso de pessoas em sala durante o procedimento;
- Ausência ou fragilidade de fluxos operacionais;
- Falhas na comunicação da equipe;
- Ausência ou inadequação de EPC/EPI;
- Desconhecimento do Programa de Proteção Radiológica (PPR);
- Inexistência ou não adesão a protocolos padronizados;
- Invisibilidade do risco radiológico no processo de trabalho;
- Atuação do SESMT restrita a atividades administrativas;
- Falta de rodízio entre a equipe assistencial;
- Tempo de cirurgia com uso de fluoroscopia;
- Fragilidade da Cultura de Proteção Radiológica;
- Gestantes sendo expostas à Radiação Ionizante;
- Desconhecimento das blindagens existentes;
- Desconhecimento do distanciamento seguro da fonte de radiação dispersa;
- Acadêmicos, estagiários e entre outros trabalhadores sendo expostos sem necessidade.

SITUAÇÕES COMPORTAMENTAIS

Situações de atenção:

- Uso inadequado ou inconsistente de EPC/EPI;
- Posicionamento incorreto durante a emissão de radiação;
- Baixa percepção do risco;
- Não utilização de dosímetro individual de dose;
- Naturalização da exposição ocupacional;
- Falhas na comunicação durante disparos de radiação.





As diretrizes operacionais do SESMT em proteção radiológica são fundamentadas tendo em vista que a exposição ocupacional à radiação ionizante, especialmente em procedimentos com fluoroscopia, ocorre de forma intermitente e associada a momentos específicos do procedimento cirúrgico. Em alguns momentos os picos de exposição, a baixa previsibilidade e, frequentemente, a baixa percepção do risco pela equipe, com picos de dose relacionados à ativação do equipamento e ao posicionamento dos trabalhadores, aumenta a probabilidade de exposições ocupacionais.

Conforme diretrizes abaixo, a proteção radiológica deve ser incorporada com a gestão de riscos ocupacionais, por meio da integração entre o SESMT, a equipe assistencial e a equipe de profissionais das técnicas radiológicas. A análise sistemática do processo de trabalho, considerando fatores técnicos, organizacionais e comportamentais e a implementação e cumprimento do Programa de Proteção Radiológica (PPR) são cruciais para a disseminação da cultura de proteção radiológica devidamente enraizada nas instituições de saúde.

DIRETRIZES PARA O SESMT

A exposição ocupacional é fortemente influenciada pela dinâmica assistencial, exigindo reorganização das práticas do trabalho, como:

- Integrar estratégias de escala com critérios de radioproteção;
- Definir e implementar fluxos operacionais seguros;
- Garantir tempo hábil para reposicionamento seguro da equipe;
- Participar da construção e validação de protocolos;
- Inserir-se no centro cirúrgico para análise do trabalho real;
- Realizar a integração entre PPR e o trabalho real;
- Promover o conhecimento das blindagens existentes;
- Implantar curvas de isodose nas salas cirúrgicas;
- Seguir as diretrizes estabelecidas pela NR 32 para gestantes;
- Fortalecer a comunicação de risco entre as equipes;
- Reduzir a quantidade de trabalhadores em sala, mantendo somente os essenciais;
- Evitar permanência desnecessária de trabalhadores durante emissão de radiação;
- Implementação de rodízio em procedimentos prolongados;
- Utilizar blindagens móveis sempre que possível.



DIRETRIZES DE MONITORAMENTO E PROTEÇÃO DA EXPOSIÇÃO

O monitoramento contínuo do processo de trabalho e da exposição são essenciais para identificação de situações críticas e tomada de decisão baseada em dados:

- Fiscalizar e orientar o uso correto de EPC/EPI;
- Manter local adequado e de fácil acesso para guarda de EPC e EPI;
- Implementar arara cabideiro para armazenamento correto do EPI (manter sem dobras);
- Implantar cortinas ou saíotes plumbíferos acoplados lateralmente à mesa cirúrgica, reduzindo a exposição de membros inferiores e tronco da equipe;
- Avaliar a viabilidade de instalação de visores plumbíferos suspensos (proteção de teto), considerados altamente eficazes na proteção do cristalino e região torácica;
- Manter registro de higiene do EPC e EPI;
- Verificar a possibilidade da implantação de protetor facial plumbífero;
- Implantar e posicionar adequadamente biombos plumbíferos (retos ou curvos) como barreiras móveis de proteção;
- Estimular o uso sistemático do dosímetro individual de dose, que é intransferível e deve ser substituído mensalmente ou sempre que necessário;
- Conforme a figura 3, manter o dosímetro individual de dose sobre o avental plumbífero e na região do tórax;
- Guardar o dosímetro quando não estiver em uso, em local seguro, longe de fontes de radiação, junto ao "dosímetro padrão" (controle) para avaliar a radiação de fundo;
- Em caso de suspeita de exposição excessiva, o dosímetro deve ser enviado para leitura em até 24 horas, e o trabalhador deve ser afastado da fonte geradora até autorização da Medicina do Trabalho;

- Toda entrega e devolução, treinamento, termo de responsabilidade relacionados ao dosímetro devem ser devidamente registrados e arquivados;
- Adotar ficha de investigação e de acompanhamento e plano de ação em caso de perda, extravio, dano, suspeita de esquecimento na sala cirúrgica durante procedimento e altas doses de radiação;
- Manter local adequado, individual e acessível para guarda dos dosímetros;
- Implantar o uso do dosímetro de cristalino e de extremidades para monitoramento da exposição radiológica;
- Desenvolver ações para aumento da percepção de risco;
- Atuar sobre a cultura organizacional, combatendo a banalização da exposição;
- Proibir a permanência em sala sem o uso dosímetro;
- Realizar posicionamento conforme protocolo institucional;
- Monitorar doses acumuladas e taxas de dose;
- Realizar rastreamento individual das exposições de dose;
- Analisar periodicamente os relatórios dosimétricos;
- Investigar os eventos críticos;
- Manter conversas sistemáticas sobre a exposição radiológica com os trabalhadores;
- Identificar e mapear grupos de trabalhadores vulneráveis com necessidade de monitoramento diferenciado (ex.: gestantes, trabalhadores com predisposição a agravos relacionados à radiação);
- Disponibilizar barreiras de proteção plumbíferas, verificando o posicionamento adequado;
- Implementar rodízio de profissionais em procedimentos prolongados;
- Reduzir exposição cumulativa individual;
- Avaliar blindagem estrutural das salas cirúrgicas;
- Manter os equipamentos de proteção individual utilizados no

serviço de radiologia intervencionista testados semestralmente, sendo obrigatória a elaboração de laudo técnico de integridade, com os resultados e as respectivas imagens, quando aplicável;

- Realizar adequação ergonômica dos EPI (redução de desconforto);
- Disponibilizar aventais de diferentes tamanhos e modelos, dando preferência para proteção frente e costas;
- Substituir EPC/EPI danificados, e de preferência substituindo por materiais mais leves;
- Manter testes periódicos de integridade do EPC e EPI;
- Manter o registro de controle de uso e conservação do EPC e EPI;
- Utilizar luvas de proteção plumbíferas (quando aplicável).



DIRETRIZES DE COMUNICAÇÃO E CULTURA DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

A comunicação efetiva é um dos determinantes para a redução da exposição radiológica, sendo importante:

- Instituir protocolo de comunicação durante os disparos (ex.: avisos visuais ou sonoros);
- Implantar sinalização dos momentos de emissão de radiação;
- Estimular à co-responsabilidade da equipe cirúrgica multiprofissional;
- Identificar picos de exposição (ex.: disparo de fluoroscopia, reposicionamento do arco em C);
- Utilizar os dados para intervenção imediata no processo de trabalho;
- Fortalecer ações educativas junto à equipe, contribuindo para o aumento da percepção de risco e a adoção de práticas mais seguras;
- Combater a naturalização do risco radiológico.

DIRETRIZES DE EDUCAÇÃO PERMANENTE

A mudança de comportamento exige capacitação contínua e baseada na prática, sendo assim:

- Manter treinamentos periódicos no centro cirúrgico;
- Realizar simulações práticas;
- Utilizar em treinamentos dados de dosimetria em tempo real, quando aplicável;
- Abordar os efeitos biológicos da radiação;
- Orientar sobre uso correto de EPC/EPI e dosímetro individual de dose;
- Realizar campanhas sobre risco invisível e dano cumulativo da exposição à radiação ionizante.

DIRETRIZES DE DOSIMETRIA EM TEMPO REAL

A verificação da viabilidade de implementação de dosímetros eletrônicos em tempo real, adquirindo ou locando o monitor de leitura direta, deve ser incentivada como estratégia prioritária na gestão da exposição ocupacional, uma vez que possibilita:

- Identificar picos de exposição associados a momentos específicos (ex.: disparo de fluoroscopia, reposicionamento do arco em C);
- Monitorar procedimentos críticos;
- Utilizar os dados para intervenção imediata no processo de trabalho;
- Fortalecer ações educativas junto à equipe, contribuindo para o aumento da percepção de risco e a adoção de práticas mais seguras.

Para implantação das diretrizes mencionadas é importante a definição de rotinas estruturadas e monitoramento contínuo das condições de trabalho com radiação ionizante, no intuito de adotar medidas preventivas, corretivas e eficazes. A figura 5 apresenta um modelo de rotina de trabalho que pode ser adotado pelo SESMT.



ROTINA DE TRABALHO

Frequência Ação

Diário	Diálogos de fomento à segurança e proteção radiológica.
Semanal	Inspeções de segurança (uso de dosímetro e EPC/EPI).
Mensal	Diálogos de fomento à segurança e proteção radiológica.
Trimestral	Educação permanente no trabalho (treinamento no centro cirúrgico).
Anual	Revisão e atualização do Programa de Proteção Radiológica (PPR).

Dessa forma, a implementação sistemática de uma rotina contribui para a manutenção de um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, garantindo o cumprimento das normativas e a proteção dos trabalhadores, fortalecendo a cultura de segurança e possibilitando a identificação precoce de riscos, promovendo melhorias constantes nos processos de trabalho.

**INDICADORES
PARA GESTÃO
DA PROTEÇÃO
RADIOLOGICA**

A utilização de indicadores de desempenho constitui elemento central na gestão da proteção radiológica, permitindo a transformação de dados operacionais em informação estratégica para tomada de decisão. No contexto de unidades cirúrgicas em procedimentos com uso de fluoroscopia, caracterizadas por exposição intermitente e ocorrência de picos de radiação, o monitoramento sistemático por indicadores possibilita identificar padrões, avaliar a efetividade das medidas implantadas e direcionar intervenções de forma mais precisa. Os indicadores são ferramentas importantes para contemplar diferentes situações da cultura de proteção radiológica como adesão, exposição, processo e gestão, possibilitando assim, uma análise abrangente e contínua das condições de trabalho e da eficácia das ações implementadas.

- Taxa de adesão ao uso de dosímetro (%);
- Taxa de uso adequado de EPI (%);
- Taxa de uso adequado de EPC (%);
- Número de treinamentos realizados;
- Número de não conformidades identificadas;
- Frequência de picos de exposição;
- Dose média por procedimento;
- Número de inspeções de segurança.



PROCESSO DE MELHORIA CONTÍNUA

Consolidar o princípio da justificativa, que pressupõe que toda exposição deve vir da justificação médica, tendo em vista que a boa prática, não permite imagens somente para fins de comprovação e/ou documentação.

O processo de melhoria contínua deve ser estruturado como um processo de monitoramento, análise crítica e aprimoramento das práticas de proteção radiológica, com base em dados reais de exposição ocupacional. A implantação das diretrizes deve ser compreendida como um processo permanente, que envolve:

- **Fortalecer a cultura organizacional de proteção radiológica;**
- **Manter o cronograma de reuniões do Comitê de Proteção Radiológica para apresentação e discussão de informações relativas à radiação ionizante;**
- **Implementar metodologias estruturadas de gestão da qualidade, como o ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir);**
- **Identificar práticas, procedimentos ou comportamentos que tenham como resultado maiores níveis de exposição;**
- **Ajustar condutas operacionais com base nas evidências obtidas;**
- **Utilizar os dados de dosimetria como ferramenta para tomada de decisão;**
- **Revisar periodicamente protocolos e rotinas assistenciais;**
- **Incorporar novas tecnologias de monitoramento, com ênfase na dosimetria em tempo real;**
- **Promover avaliação contínua da efetividade das medidas adotadas;**
- **Estabelecer indicadores de desempenho relacionados à exposição ocupacional;**
- **Manter monitoramento sistemático da exposição ocupacional;**
- **Realizar intervenções contínuas no processo de trabalho;**
- **Manter o uso adequado e atualização de tecnologias de controle.**

A consolidação dessas ações possibilita não somente o atendimento às exigências normativas, mas também a construção de um ambiente de trabalho mais seguro, com redução efetiva dos riscos associados à radiação ionizante e melhoria contínua das práticas assistenciais em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia.

**CONSIDERE
RAÇÕES
FINAIS**

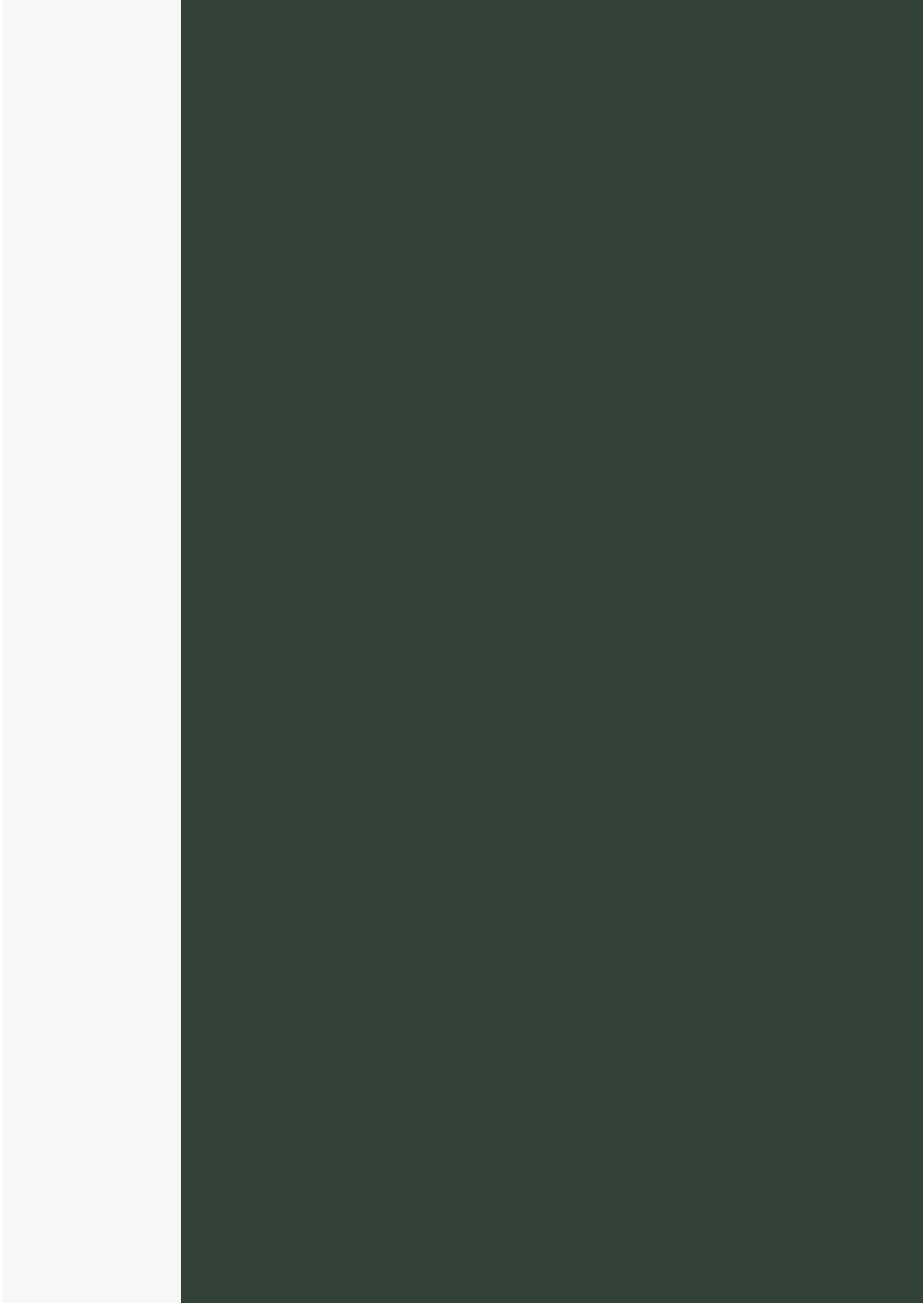
A gestão do risco radiológico em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia configura-se como um desafio complexo, que ultrapassa a dimensão estritamente técnica e exige a integração efetiva de aspectos organizacionais, comportamentais e culturais. Nesse contexto, a proteção radiológica deve ser compreendida como parte integrante da qualidade assistencial e da segurança e saúde do trabalhador, e não somente como exigência normativa.

O presente manual propõe uma abordagem complexa, ao articular os princípios clássicos da radioproteção como tempo, distância e blindagem com a análise do processo de trabalho real, reconhecendo que a exposição ocupacional é fortemente influenciada pela forma como o trabalho é organizado, comunicado e executado no centro cirúrgico.

A incorporação de ferramentas operacionais, como protocolos padronizados, diretrizes estruturadas, indicadores de monitoramento e estratégias de educação permanente, traz a este material aplicabilidade imediata, favorecendo sua utilização como instrumento de gestão pelo SESMT em diferentes contextos institucionais. Destaca-se, ainda, o uso de dados dosimétricos, especialmente em tempo real como elemento central para a tomada de decisão, permitindo intervenções mais precisas, oportunas e baseadas em evidências.

A efetividade das diretrizes apresentadas depende do engajamento multiprofissional e do reconhecimento da proteção radiológica como responsabilidade compartilhada. Nesse cenário, o SESMT assume papel estratégico na articulação entre as dimensões técnica, assistencial e gerencial, atuando de forma proativa na identificação de situações críticas, na organização do trabalho e no fortalecimento da cultura de proteção radiológica.

Espera-se que este manual contribua para a redução da exposição ocupacional à radiação ionizante e para o fortalecimento de uma cultura institucional guiada pela prevenção, vigilância em saúde e melhoria contínua, nos processos de trabalho. Sua aplicação sistemática tem potencial para promover mudanças concretas nas práticas assistenciais, ampliando a proteção dos trabalhadores e qualificando os serviços de saúde.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou compreender que a relação entre os Serviços Especializados em Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Proteção Radiológica nas unidades cirúrgicas transcende a dimensão técnico-normativa, configurando-se como elemento estratégico para a construção de práticas efetivas de segurança e saúde do trabalhador. Os resultados evidenciaram que a exposição ocupacional à radiação ionizante em procedimentos com fluoroscopia é produzida por múltiplos fatores, envolvendo aspectos técnicos, organizacionais, operacionais, comportamentais e culturais que se articulam no processo real do trabalho.

Ao responder ao objetivo geral desta pesquisa, verificou-se que a relação dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica manifesta-se em um cenário marcado por contradições entre as exigências normativas de segurança e as demandas concretas da unidade cirúrgica. Embora exista reconhecimento institucional acerca do risco radiológico, tal reconhecimento não se traduz, de forma consistente, em práticas incorporadas ao cotidiano assistencial. A dinâmica do centro cirúrgico, caracterizada pela necessidade de agilidade, fluidez e continuidade do cuidado, frequentemente subordina as medidas de proteção radiológica às prioridades operacionais do procedimento, favorecendo a naturalização da exposição ocupacional.

No que se refere ao segundo objetivo específico, a utilização da dosimetria eletrônica em tempo real possibilitou identificar que a exposição ocupacional ocorre de maneira heterogênea entre os diferentes procedimentos e categorias profissionais. Médicos cirurgiões, instrumentadores e técnicos em radiologia apresentaram maiores níveis de exposição, especialmente em procedimentos ortopédicos e vasculares com uso intensivo da fluoroscopia. Os resultados demonstraram associação direta entre dose ocupacional, proximidade da fonte emissora, tempo de permanência no campo operatório, posicionamento ocupacional e frequência dos disparos radiológicos. Evidenciou-se, ainda, que procedimentos considerados rotineiros podem produzir exposições relevantes quando associados à ausência de estratégias organizacionais adequadas e ao uso repetitivo da fluoroscopia.

Além de instrumento de monitoramento, a dosimetria em tempo real revelou importante potencial educativo e intervencionista. O retorno imediato favoreceu mudanças progressivas de comportamento, incluindo maior distanciamento durante

os disparos, ampliação do uso de equipamentos de proteção e dosímetro individual de dose passivo e maior percepção do risco radiológico pelos trabalhadores. Tal resultado reforça que a visibilidade da exposição constitui elemento fundamental para o fortalecimento da cultura de proteção radiológica e para a incorporação de práticas seguras no cotidiano assistencial.

Ressalta-se que a efetividade das ações voltadas à promoção da segurança no trabalho depende da articulação entre a prática profissional, o conhecimento técnico-científico e uma gestão participativa, capaz de envolver trabalhadores, gestores e demais atores institucionais na construção de ambiente laboral decente. Diante disso, a qualificação contínua dos profissionais, aliada ao fortalecimento de processos de gestão pautados no diálogo, na corresponsabilidade e na melhoria permanente das condições de trabalho, constitui elemento essencial para a consolidação de uma cultura de prevenção radiológica, contribuindo para a redução dos riscos ocupacionais e para a promoção da saúde dos trabalhadores em centros cirúrgicos.

Quanto ao primeiro objetivo específico, a análise do processo de trabalho evidenciou fragilidades importantes na articulação entre o SESMT e as práticas de proteção radiológica no ambiente cirúrgico. Observou-se atuação predominantemente administrativa e normativa do serviço, com limitada inserção nas dinâmicas concretas do trabalho em sala cirúrgica. Persistiram situações de permanência desnecessária durante os disparos fluoroscópicos, falhas de comunicação entre os profissionais, utilização inconsistente de dosímetros e adesão irregular aos equipamentos de proteção. Esses achados demonstram que a vulnerabilidade ocupacional não decorre exclusivamente da ausência de recursos técnicos, mas também da dificuldade institucional de integrar a proteção radiológica às rotinas de trabalho e à cultura organizacional.

Um aspecto que merece destaque refere-se à compreensão contemporânea de que não há evidência científica conclusiva que estabeleça um limiar seguro para exposição à radiação ionizante, especialmente em exposições ocupacionais crônicas e cumulativas em baixas doses. Embora os limites ocupacionais estabelecidos por órgãos nacionais e internacionais tenham importante função regulatória e preventiva, tais valores não representam ausência do risco radiobiológico. Estudos recentes indicam que exposições repetidas, mesmo em níveis considerados baixos, podem estar associadas a efeitos estocásticos cumulativos ao longo do tempo, incluindo alterações celulares, danos ao DNA e potencial aumento do risco carcinogênico.

Diante dessa realidade, reforça-se a importância da aplicação rigorosa do princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), compreendendo que toda exposição à radiação ionizante deve ser mantida no menor nível razoavelmente possível, mediante monitoramento contínuo, educação permanente e fortalecimento das práticas institucionais de proteção radiológica.

Os resultados também evidenciaram que estratégias educativas pontuais são insuficientes para modificar práticas consolidadas. A lacuna identificada entre conhecimento e ação reforça a necessidade de processos permanentes de educação em saúde articulados às situações reais do trabalho, capazes de promover reflexão crítica, corresponsabilização das equipes e fortalecimento da percepção do risco radiológico como componente intrínseco da qualidade assistencial e da segurança e saúde do trabalhador.

Em relação ao terceiro objetivo específico, o desenvolvimento do manual técnico de boas práticas constitui importante produto aplicado do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica e da prática profissional. O material elaborado propõe diretrizes técnicas, operacionais e organizacionais voltadas à atuação do SESMT na gestão do risco radiológico ocupacional em unidades cirúrgicas com uso de fluoroscopia. Ao articular princípios clássicos da proteção radiológica, análise do processo de trabalho, estratégias de comunicação, monitoramento dosimétrico e educação permanente, o manual apresenta potencial para subsidiar intervenções institucionais mais efetivas, qualificando a gestão do risco radiológico e fortalecendo a cultura de proteção radiológica nos serviços de saúde.

Além dos aspectos técnicos contemplados no manual, ressalta-se que a efetividade das ações de proteção radiológica depende da integração entre conhecimento, prática profissional e gestão participativa. A adoção de medidas de proteção não se limita ao cumprimento de normas e protocolos, mas requer o envolvimento ativo dos trabalhadores, gestores e equipes multiprofissionais na identificação dos riscos, na tomada de decisões e na construção de estratégias de prevenção. Nesse quadro, a educação permanente, a atualização contínua dos profissionais e o fortalecimento de espaços de diálogo e participação favorecem o desenvolvimento de uma cultura de segurança, contribuindo para práticas mais seguras, para a redução da exposição ocupacional às radiações ionizantes e para a melhoria contínua da qualidade dos serviços de saúde com exposição à radiação ionizante.

Os achados desta pesquisa permitem afirmar que a proteção radiológica em unidades cirúrgicas não pode ser compreendida somente como cumprimento de normas ou disponibilização de monitoramento individual de dose passivo e dos equipamentos de proteção. Sua efetividade depende da reorganização dos processos de trabalho, da participação multiprofissional, da integração entre gestão e assistência e da atuação proativa do SESMT junto às equipes. Sob essa ótica, a cultura de segurança emerge como construção coletiva, sustentada pela vigilância contínua, pela educação permanente e pela incorporação da cultura de proteção radiológica às práticas cotidianas em unidades cirúrgicas.

Do ponto de vista metodológico, a abordagem qualitativa exploratória e descritiva, associada à triangulação de técnicas e fontes de dados, conferiu rigor científico, profundidade analítica e consistência interpretativa à pesquisa. A integração entre observação não participante com registros em diário de campo, Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), monitoramento da dosimetria em tempo real, análise documental e organização dos dados no software ATLAS.ti possibilitou uma compreensão ampliada do objetivo de pesquisa, contemplando tanto os aspectos relacionados à exposição ocupacional, quanto os significados, percepções e práticas construídas pelos trabalhadores no cotidiano dos procedimentos com uso de radiação ionizante. A triangulação permitiu confrontar diferentes dimensões do objeto de estudo, fortalecendo a confiabilidade dos achados e subsidiando uma análise crítica e contextualizada das relações entre organização do trabalho, cultura de proteção radiológica e exposição ocupacional à radiação ionizante em unidades cirúrgicas hospitalares.

Por fim, reconhece-se que este estudo representa um recorte específico da realidade investigada, desenvolvido em uma unidade cirúrgica hospitalar, o que não permite a generalização de seus resultados para todos os contextos assistenciais. Sendo assim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a investigação para diferentes instituições de saúde, incluindo hospitais públicos, privados e de diferentes níveis de complexidade, possibilitando análises comparativas sobre a organização do trabalho, a cultura de proteção radiológica e a atuação do SESMT. Sugere-se, ainda, o desenvolvimento de estudos longitudinais que avaliem os efeitos da implementação de programas permanentes de educação em proteção radiológica, da utilização sistemática da dosimetria eletrônica em tempo real e da aplicação do manual técnico elaborado nesta pesquisa sobre a redução da exposição ocupacional, a mudança de

comportamento das equipes e o fortalecimento da cultura de segurança.

Recomenda-se a realização de investigações voltadas à avaliação da efetividade de intervenções organizacionais e gerenciais, bem como estudos multicêntricos que subsidiem a formulação de políticas institucionais e públicas voltadas à proteção dos trabalhadores expostos às radiações ionizantes. Dessa forma, espera-se que esta pesquisa constitua não somente um produto acadêmico, mas um ponto de partida para o desenvolvimento de novas investigações e para o aprimoramento contínuo das práticas de proteção radiológica nos serviços de saúde.

Em última análise, entende-se que a consolidação de ambientes cirúrgicos mais seguros requer que a proteção radiológica seja compreendida não somente como exigência normativa, mas como componente estruturante da gestão do trabalho, da qualidade assistencial e da promoção da saúde dos trabalhadores, permanecendo como campo fértil para novas investigações científicas e para o desenvolvimento de inovações técnico-organizacionais nos serviços de saúde.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Margarida. Saúde no trabalho: Perspectiva histórica e legislação. *In*: BORGES, E. **Enfermagem do trabalho, formação, investigação e estratégias de intervenção**. [S. l.]: [s. n.], 2018. p. 1-11. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-R&as_sdt=0%2C5&q=ABREU%2C. Acesso em: 15 jun. 2025.
- AMARAL, Carlos Alexandre Botelho do; ANDRADE, Ricardo Alves; LABRONICI, Pedro José. Estimated exposure of spine surgeons to radiation. **Coluna/Columna**, v. 20, n. 3, p. 181-184, jul./set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1808-185120212003235324>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 16, de 28 de março de 2013**. Brasília, DF: ANVISA, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 45001:2018**: sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional — requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/14003/abnt-nbriso45001>. Acesso em: 3 jul. 2026.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: <https://madmunifacs.files.wordpress.com/2016/08/anc3a1lise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2026.
- BATISTA, Vinícius Martins Dias *et al.* Proteção radiológica na perspectiva dos trabalhadores de saúde expostos à radiação. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, p. 9-16, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0545>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- BEDÊ, Fayga Silveira; SOUSA, Robson Sabino de. Por que os estudos sobre direito não apresentam uma cultura de pesquisa de campo no Brasil? **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 8, n. 1, p. 782-796, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5102/rbpp.v8i1.4944>. Acesso em: 17 maio 2026.
- BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2023**. Brasília, DF: CNPq, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/>. Acesso em: 6 maio 2025.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 4** – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. Portaria GM nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/>. Acesso em: 28 jan. 2025.
- CAMPOS, Juliana L. A.; SILVA, Taline C.; ALBUQUERQUE, Ulysses P. Observação participante e diário de campo: quando utilizar e como analisar. *In*: **Métodos de pesquisa qualitativa para etnobiologia**. Recife: Nupeea, 2021. p. 95-112.

Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Juliana-Campos-7/publication/351492815_Observacao_Participante_e_Diario_de_Campo_quando_utilizar_e_como_analisar/links/609a9c1d299bf1ad8d937f5c/Observacao-Participante-e-Diario-de-Campo-quando-utilizar-e-como-analisar.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

CARDOSO, M. D. S. R. *et al.* Implantação do Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) na gestão da Fundação Parreiras Horta (FSPH). **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 45, p. S890-S891, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.htct.2023.09.1603>. Acesso em: 10 mar. 2025.

CHIDA, Koichi. What are useful methods to reduce occupational radiation exposure among radiological medical workers, especially for interventional radiology personnel?. **Radiological Physics and Technology**, v. 15, n. 2, p. 101-115, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12194-022-00660-8>. Acesso em: 12 mar. 2025.

CHOACHÍ DIAZ, P. L. **Exposición a radiaciones ionizantes en personal de la salud**: revisión de alcance 2010-2020. 2021. Dissertação (Mestrado em Seguridad y Salud en el Trabajo) – Universidad del Rosario, Bogotá, 2021. Disponível em: <https://repository.urosario.edu.co/bitstreams/2456f453-ead1-437d-b48b-2287cfd67ecf/download>. Acesso em: 12 nov. 2025.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). **ANSN 3.01: requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação**. Resolução CNEN/CD n.º 344, de 2 de julho de 2025. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 7 jul. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-3/ansn-3-01-requisitos-basicos-de-radioprotecao-e-seguranca-radiologica-de-fontes-de-radiacao.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2026.

CORREIA, Sílvia Barbosa; MAIA, Luciana Maria. Representações Sociais do “Ser Indígena”: Uma Análise a Partir do Não Indígena. **Brasil**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-3703003221380>. Acesso em: 10 mar. 2025.

COUTINHO, Elisa Rodrigues de Sousa *et al.* **Estudo de dose ocupacional de radiação em cirurgias ortopédicas**. 2024. Monografia/Trabalho Acadêmico. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0001-7741-8788>. Acesso em: 12 set. 2024.

CURY, C. S. *et al.* Evaluation of exposure of a multidisciplinary team to ionizing radiation due to the use of fluoroscopy equipment in a surgical center. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho** (Rev Bras Med Trab), v. 19, n. 2, p. 165-172, 2021. DOI: 10.47626/1679-4435-2021-576. Disponível em: <https://www.rbmt.org.br/details/1596/en-US/avaliacao-da-exposicao-a-radiacao-ionizante-em-equipe-multidisciplinar-devido-ao-uso-de-equipamentos-de-fluoroscopia-no-centro-cirurgico576>. Acesso em: 12 set. 2024.

DA SILVA, Ezequiel *et al.* Proteção radiológica: entendendo a prática dos profissionais de saúde em uma unidade cirúrgica no sul do Brasil. **REVISTA FOCO**, v. 17, n. 6, p. e4939, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n6-078>. Acesso em: 15 jun. 2025.

DANTAS, H. L. de L. *et al.* Como elaborar uma revisão integrativa: sistematização do método científico. **Revista Recien** - Revista Científica de Enfermagem, v. 12, n. 37, p. 334–345, 2022. DOI: 10.24276/rrecien2022.12.37.334-345. Disponível em: <https://recien.com.br/index.php/Recien/article/view/575>. Acesso em: 25 fev. 2025.

DE BERNARDO, María Cecilia. **Utilización de elementos de protección radiológica, personal del servicio de cirugía traumatológica, Hospital zonal “Julio de Vedia”, año 2020**. 2021. Tese/Dissertação/Trabalho Acadêmico. Disponível em: <https://repositorio.unnoba.edu.ar:8080/xmlui/handle/23601/499>. Acesso em: 14 set. 2024.

DE LIMA, Rogério; SLAVUTZKI, Luis Carlos. **Segurança e Saúde no Trabalho: Um Guia de Princípios Essenciais**. [S. l.]: Freitas Bastos, 2024. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=iLYsEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=DE+LIMA,+Rog%C3%A9rio%3B+SLAVUTZKI,+Luis+Carlos.+Seguran%C3%A7a+e+Sa%C3%BAde+no+Trabalho:+Um+Guia+de+Princ%C3%ADpios+Essenciais>. Acesso em: 17 jan. 2025.

DE LUNETTA, Avaetê; GUERRA, Rodrigues. Metodologias e classificação das pesquisas científicas. **RECIMA21** - Revista Científica Multidisciplinar, v. 5, n. 8, p. e585584, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i8.5584>. Acesso em: 5 maio 2026.

DE QUEIROZ, Sormani Bento Fernandes *et al.* Uso da fluoroscopia intraoperatória para guiar a colocação de implantes zigomáticos. **Terapia Aplicada. Caderno científico**. Fortaleza, Ceará, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sormani-Queiroz/publication/334644038_Uso_da_fluoroscopia_intraoperatoria_para_guiar_a_colocacao_de_implantes_zigomaticos/links/5d37b2b0299bf1995b453306/Uso-da-fluoroscopia-intraoperatoria-para-guiar-a-colocacao-de-implantes-zigomaticos.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

DO CARMO GALIAZZI, M.; DE SOUSA, R. S. A dialética na categorização da análise textual discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 7, n. 13, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33361/RPQ.2019.v.7.n.13.227>. Acesso em: 3 jul. 2026.

FERNANDES, J. M. B.; VIEIRA, L. T.; CASTELHANO, M. V. C. Revisão narrativa enquanto metodologia científica significativa: reflexões técnicas-formativas. *REDES – Revista Educacional da Sucesso*, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2023. Disponível em: <https://www.editoraverde.org/portal/revistas/index.php/rec/article/view/223/340>. Acesso em: 3 jul. 2026.

FORTE, E. C. *et al.* A hermenêutica e o software Atlas.ti: união promissora. **Texto & Contexto - Enfermagem**, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/HZ3M6kbkCcVvNbmKWMDdhCc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2026.

FREITAS, O. B. de *et al.* Analysis of musculoskeletal injury risk related to the radiological protective attire model in interventional procedures in hemodynamics.

REVISTA FOCO, v. 17, n. 8, p. e5484, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n8-034. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/5484>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GOMES, Andrea Rafael de Sousa Silva; BRASILEIRO, Marislei de Sousa Espíndula. Percepção dos enfermeiros de bloco cirúrgico acerca das medidas de biossegurança. **SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO**, v. 6, n. 1, p. 42-55, 2020. Disponível em: <https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICS/article/view/722>. Acesso em: 2 fev. 2025.

GOMES, Jefferson Bezerra *et al.* Implicações da radiação na saúde dos trabalhadores que utilizam a fluoroscopia na prática diária. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, p. 56737-56749, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-125>. Acesso em: 2 fev. 2025.

ICRP 117. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. **ICRP Publication 117**. Viena: ICRP, 2010. Disponível em: <https://www.icrp.org>. Acesso em: 4 mai. 2026.

ICRP 138. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. **ICRP Publication 138**. Viena: ICRP, 2018. Disponível em: <https://www.icrp.org>. Acesso em: 4 mai. 2026.

ICRP 139. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. **ICRP Publication 139**. Viena: ICRP, 2018. Disponível em: <https://www.icrp.org>. Acesso em: 4 mai. 2026.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation**. Vienna: IAEA, 2018. Disponível em: <https://www.icrp.org>. Acesso em: 4 mai. 2026.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **IEC 62387:2020** – Radiation protection instrumentation – Dosimetry systems with integrating passive detectors for individual, workplace and environmental monitoring of photon and beta radiation. Geneva: IEC, 2020. Disponível em: <https://iec.ch/homepage>. Acesso em: 4 mai. 2026.

JUNIOR, Cléber Nilson Amorim. **Segurança e saúde no trabalho**: princípios norteadores. [S. l.]: LTr Editora, 2021. <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MSIAEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&dq=JUNIOR,+Cl%C3%A9ber+Nilson+Amorim.+Seguran%C3%A7a+e+sa%C3%BAde+no+trabalho:+princ%C3%ADpios+norteadores>. Acesso em: 2 fev. 2025.

KOCH, V. *et al.* Reduction of radiation dose using real-time visual feedback dosimetry during angiographic interventions. **Journal of Applied Clinical Medical Physics**, v. 24, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/acm2.13860>. Acesso em: 5 maio 2026.

LANDIN, E.; ESPINDOLA, E. B. M.; MAIA, L. Teste de associação livre de palavras e entrevista: um percurso para a investigação das representações sociais de

peessoas com deficiência. In: BONA, V.; ZSCHIESCHE, D. R. O. (org.). **Docência e temas emergentes**: percursos metodológicos nos estudos de representações sociais no campo educacional. Recife: Editora UFPE, 2019. p. 151-172. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62862907/Teste_de...20200407-4725-1ds4g09-libre.pdf?1586287741. Acesso em: 15 fev. 2025.

LAURIER, D. *et al.* The International Nuclear Workers Study (Inworks): a collaborative epidemiological study to improve knowledge about health effects of protracted low-dose exposure. *Radiation Protection Dosimetry*, v. 173, n. 1-3, p. 21-25, 1 abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncw314>. Acesso em: 25 jun. 2026.

LEE, Jin *et al.* Subestimação de doses de radiação por conformidade de uso de dosímetros entre pacientes guiados por fluoroscopia: trabalhadores médicos intervencionistas na Coreia. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 14, p. 8393, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph19148393>. Acesso em: 15 fev. 2025.

LOPES, José Domingos Mendes. **Segurança, higiene e saúde do trabalho**: uma medida de bem-estar organizacional. 2018. Tese (Doutorado) – Instituição não especificada, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/25138>. Acesso em: 15 fev. 2025.

MAGEE, L. C. *et al.* Does Surgical Experience Decrease Radiation Exposure in the Operating Room? **Journal of Pediatric Orthopaedics** (J Pediatr Orthop), v. 41, n. 6, p. 389-394, 1 jul. 2021. doi: 10.1097/BPO.0000000000001825. PMID: 34096557. Disponível em: https://journals.lww.com/pedorthopaedics/abstract/2021/07000/does_surgical_experience_decrease_radiation.30.aspx. Acesso em: 12 nov. 2025.

MENEZES, Lucimar Ferreira da Silva; FARIA, Ana Rosária Borges; VIEIRA, Maria Clarisse. Análise de conteúdo de Bardin e teoria fundamentada construtivista de Charmaz: um estudo comparativo de concepções, processos e implicações metodológicas na pesquisa qualitativa em educação. **PARADIGMA**, Maracay, v. 47, n. 1, p. e2026015, 2026. DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2026.e2026015.id1758. Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1758>. Acesso em: 26 mar. 2026.

MESQUITA, Leonardo Vitor Rodrigues; DA SILVA, Jâmeson Ferreira. Análise da aplicabilidade do arco em C no centro cirúrgico em conjunto com a proteção radiológica: Uma revisão integrativa da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 7693-7703, 2023. Disponível em : <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n2-256>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MESTRADO PROFISSIONAL EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA. **Resolução MPPR n.º 01/2024**, de 25 de março de 2024. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1qfXb9-StUerCQAK9I3xwH67SBd8dnQX3/view>. Acesso em: 3 jul. 2026.

METELSKI, F. K. *et al.* Constructivist Grounded Theory: characteristics and operational aspects for nursing research. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 55, e03776, 2021. doi: 10.1590/S1980-220X2020051103776. PMID: 34287487. Disponível em: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih.gov/ez130.periodicos.capes.gov.br/34287487/>. Acesso em: 25 mar. 2026.

MILDER, C. M. *et al.* Occupational radiation dose trends in U.S. radiologic technologists assisting with fluoroscopically guided interventional procedures, 1980-2020. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, v. 35, n. 7, p. 1057-1065.e4, jul. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2024.03.032>. Acesso em: 25 jun. 2026.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; GUERRIERO, Iara Coelho Zito. Reflexividade como éthos da pesquisa qualitativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 1103-1112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014194.18912013>. Acesso em: 9 fev. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL). Rede Assistencial - Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde (TABnet). Brasília, DF: DATASUS, [2024]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?cnes/cnv/equiposc.def/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MOURA, Regina; BACCHIM, Fernando Antonio. Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 3, p. 197-199, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.1403> Acesso em: 12 set. 2024.

MOURA, Samile Silva; KRAUSE, Marcelo O'Donnell; COSTA, Ana Paula Adry de Oliveira. Exposição à radiação ionizante nos trabalhadores radiologistas: uma revisão integrativa. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 11, p. 7390–7400, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i11.17180. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/17180>. Acesso em: 23 fev. 2025.

NUNES, Alacid Alves. **Avaliação da exposição ocupacional às radiações ionizantes no serviço de ortopedia do Hospital Regional de Araguaína (HRA)**. 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. doi:10.11606/D.85.2023.tde-10072023-083419. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-10072023-083419/publico/2022NunesAvaliacao.pdf>. Acesso em: 1 out. 2025.

OH, C. H.; SON, B. K. Minimizing radiation exposure in endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a review for medical personnel. **Korean Journal of Internal Medicine**, v. 37, n. 6, p. 1111-1119, nov. 2022. doi: 10.3904/kjim.2022.093. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9666259/>. Acesso em: 1 out. 2025.

OHSAS Project Group. **OHSAS 18001:2007** - Occupational health and safety management systems - Requirements. Londres: British Standards Institution (BSI), 2007. Disponível em: <https://www.osha.gov>. Acesso em: 1 out. 2025.

OMS (Organização Mundial da Saúde) *et al.* **Proteção Radiológica em Medicina**. [S. l.]: OMS/AIEA/IOMP/IRPA, 2024. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/brasil>. Acesso em: 1 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Goal 8: Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all*. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/economic-growth/>. Acesso em: 6 jul. 2026.

PARK, Moon Seok *et al.* Comparação da exposição à radiação do operador entre fluoroscopia de braço em C e braço em O para cirurgia ortopédica. **Dosimetria de Proteção Radiológica**, v. 148, n. 4, p. 431–438, mar. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rpd/ncr149>. Acesso em: 1 out. 2025.

PEREIRA, W. S.; KELECOM, A. G. A. C.; PEREIRA, J. R. S. Comparação entre a norma brasileira e a recomendação da International Commission on Radiological Protection publicadas em 2007. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, p. 1-10, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15392/bjrs.v3i1.3>. Acesso em: 1 out. 2025.

PINELA, A. *et al.* Percepção do risco associado à exposição à radiação ionizante e caracterização dos comportamentos em proteção radiológica e dosimetria individual num bloco operatório de um hospital nacional. **Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional (RPSO)**, 2024. DOI: 10.RPSO/02.08.2024. DOI: 10.RPSO/02.08.2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ana-Pinela-3/publication/394998328_Percecao_do_Risco_associado_a_Exposicao_a_Radiacao_Ionizante_e_Caracterizacao_dos_Comportamentos_em_Protecao_Radiologica_e_Dosimetria_Individual_num_Bloco_Operatorio_de_um_Hospital_Nacional. Acesso em: 4 maio 2026.

QUERIDO, Fabíola Monteiro; POVEDA, Vanessa de Brito. Exposição da equipe de Enfermagem à radiação em centro cirúrgico: um estudo descritivo. **Revista SOBECC**, v. 20, n. 1, p. 2-8, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z1414-4425201500010002>. Acesso em: 7 fev. 2025.

REIS SILVA, F. A. *et al.* Estudo comparativo dos níveis de referência em diagnóstico estabelecidos para as grandezas PKA e tempo de fluoroscopia em serviços de radiologia intervencionista localizados no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 17, p. 688, 2023. DOI: 10.29384/rbfm.2023.v17.19849001688. Disponível em: <https://rbfm.emnuvens.com.br/rbfm/article/view/688>. Acesso em: 8 mar. 2025.

RIBEIRO, Gerusa *et al.* Utilização do software ATLAS.TI como recurso metodológico na estruturação de dados em estudos qualitativos. **Sete Editora**, p. 1397–1410, 2026. Disponível em: <https://sevenpubl.com.br/editora/article/view/9213>. Acesso em: 24 mar. 2026.

SANFELICE, L. C. Dialética e pesquisa: seus embasamentos científico-filosóficos. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/11>. Acesso em: 3 jul. 2026.

SEBASTIÃO, Luciana Machado; FLÔR, Rita de Cássia; ANDERSON, Tiago Jorge. A prática de proteção radiológica em um serviço de neurorradiologia intervencionista. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, v. 20, n. 3, p. 430-437, 2022. Acesso em: <https://www.rbmt.org.br/details/1705/en-US/DOI:%2010.47626/1679-4435-2022-748>. Acesso em: 12 ago. 2024.

SOUSA, José Raul de; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, Juiz de Fora: UFJF, v. 10, n. 2, p. 1396-1416, jul./dez. 2020. ISSN 2237-9444. DOI: <https://doi.org/10.34019/2237-9444.2020.v10.31559>. Acesso em: 26 mar. 2026.

SOUZA, N. O. de *et al.* Conhecimento de graduandos em Enfermagem sobre Covid-19 em Pediatria: uso da Técnica de Associação Livre de Palavras. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 7, p. e10372, 6 jul. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reas.e10372.2022>. Acesso em: 25 mar. 2026.

SOUZA, Rodrigo Ayres de *et al.* Avaliação de qualidade da assistência pré-natal prestada pelo enfermeiro: pesquisa exploratória. **Online Brazilian Journal of Nursing** (Online Braz J Nurs), v. 19, n. 3, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17665/1676-4285.20206377>. Acesso em: 9 fev. 2025.

TEXEIRA, L. de M. *et al.* Exame preventivo para o câncer de colo durante a gravidez: experiências das gestantes. **Revista Baiana de Enfermagem**, v. 33, 2020. DOI: 10.18471/rbe.v33.33698. Disponível em: <https://revbaianaenferm.ufba.br/index.php/enfermagem/article/view/33698>. Acesso em: 9 fev. 2025.

TUONO, Vanessa Luiza; NUNES, Michael Ramos; PETRY, Clovis Antonio. As diretrizes éticas para pesquisa com seres humanos: uma visão sobre o Comitê de Ética - Entrevista com Vanessa Luiza Tuono e Michael Ramos Nunes. **Revista Técnico-Científica do IFSC**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.35700/2316-8382.2023.v1n13.16337>. Acesso em: 9 fev. 2025.

UNSCEAR: UNITED NATIONS. **Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020/2021 Report, Volume I. Annex A: Evaluation of medical exposure to ionizing radiation.** New York: United Nations, 2021. Disponível em: <https://www.unscear.org>. Acesso em: 17 jan. 2025.

VALERIO, C. L. Landgraf; CRESCITELLI, M. F. de Canha. Teacher training for the implementation of digital information and communication technologies in a presential context. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e575101624281, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.24281. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/24281>. Acesso em: 26 mar. 2026.

VANELLUS, RAD. **A Importância da Visualização de Dados para a Inovação em Dosimetria e para Gestão de Exposição à Radiação Ionizante**. 2024. Disponível em: <https://www.vanellusrad.com.br/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

VIEIRA, Vânia Maria Oliveira. Contribuições da técnica de "associação livre de palavras" para a compreensão da sexualidade na adolescência. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 26, n. 1, p. 260–281, 2018. DOI: 10.5335/rep.v26i1.6126. Disponível em: <https://ojs.upf.br/index.php/rep/article/view/6126>. Acesso em: 24 mar. 2026.

VOSGERAU, Dilmeire. Associação entre a técnica de análise de conteúdo e os ciclos de codificação: possibilidades a partir do software ATLAS. ti. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, 2016. Disponível em : <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/112411315/n19a08-libre.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.

WACHELKE, João; WOLTER, Rafael. Criteria related to the realization and reporting of prototypical analysis for social representations. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 27, p. 521-526, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-37722011000400017> . Acesso em: 2 fev. 2025.

WAN, Raymond C. W. *et al.* Occupational hazards of fluoroscopy: an invisible threat to orthopaedic surgeons. **Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation**, v. 28, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2210491721103554>. Acesso em: 28 out. 2024.

APÊNDICES

APÊNDICE A - DIÁRIO DE OBSERVAÇÃO NÃO PARTICIPANTE

Local:
Data:
Horário:
Sala:
Especialidade da cirurgia observada?
Tipo de equipamento utilizado?
Quantidade de trabalhadores em sala?
Categoria profissional dos trabalhadores?
Utilização de EPIs?
Quais EPIs são disponibilizados?
Existem EPIs disponíveis para todos os profissionais?
Utilização de EPCs?
Utilização de dosímetro individual de dose por todos os profissionais?
Existe dosímetro de área?
Existe preocupação dos trabalhadores com relação à proteção radiológica?
Tempo aproximado da cirurgia?
Frequência na utilização da fluoroscopia?
Existência de rodízio entre os trabalhadores:
Os trabalhadores não necessários saem da sala durante a operação do equipamento de arco em C?

Qual profissional é responsável pela operação do equipamento de arco em C?
--

Existe comunicação entre os trabalhadores durante a utilização do equipamento de radiação?
--

APÊNDICE B - DADOS DO DOSÍMETRO EM TEMPO REAL

DATA:	SALA:	HORÁRIO INICIAL:	HORÁRIO FINAL:
DOSÍMETRO: 76	TRABALHADOR:	CARGO/VÍNCULO:	
DOSÍMETRO: 78	TRABALHADOR:	CARGO/VÍNCULO:	
DOSÍMETRO: 79	TRABALHADOR:	CARGO/VÍNCULO:	
OBSERVAÇÕES: CIRURGIA/PACIENTE/TEMPO/RAIO/EQUIPAMENTO/EPIS/DOSÍMETRO/PROXIMIDADE DO RAIO E PACIENTE.			

APÊNDICE C - TÉCNICA DE ASSOCIAÇÃO LIVRE DE PALAVRAS (TALP) PALAVRAS E FRASES INDUTORAS

Ferramenta baseada na Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP)

Desde a sua criação até os anos 80, a TALP era aplicada apenas no âmbito da psicologia clínica, porém verifica-se a partir deste período que o percurso e objetivos de aplicação desse instrumento foram adaptados para responder às questões colocadas pelas pesquisas na psicologia social por Di Giacomo (1981) e, desde então vem sendo amplamente utilizado nas pesquisas ancoradas principalmente pela teoria das Representações Sociais (RS).

A TALP mostra-se assim, como um instrumento de pesquisa que se apoia sobre um repertório conceitual no que concerne ao tipo de investigação aberta, permitindo evidenciar, face a diferentes estímulos, universos semânticos através da saliência dos universos comuns de palavras. O instrumento estrutura-se dessa maneira, sobre a evocação das respostas dadas a partir de estímulos indutores.

Esses termos indutores devem ser previamente definidos em função do objeto representacional, levando em consideração também as características da amostra ou sujeitos da pesquisa que serão entrevistados (COUTINHO; NÓBREGA; CATÃO, 2003). Assim, o teste pode ser constituído de um ou vários estímulos indutor(es) escolhidos de acordo com os critérios de saliência e de coerência com os objetos da pesquisa (DE ROSA, 2003, p. 85).

Nesse sentido, essa pesquisa utilizou o seguinte protocolo TALP:

Objetivo: Entender qual é a percepção de vocês com relação aos estímulos dados (palavras indutoras). Escrever o que vem à mente quando escutar a palavra ou a frase.

Exemplos: água (eles falam) frio (eles falam) chuva (eles falam).

1. Radiação Ionizante
2. Radiação Ionizante no Centro Cirúrgico
3. Proteção Radiológica
4. Equipamentos de Proteção Individual - EPIs
5. Equipamentos de Proteção Coletiva - EPCs
6. Localização dos EPIs
7. Arco em C
8. Exposição Radiológica
9. “Raio!”
10. Minha posição (localização) na sala durante a cirurgia com arco em C
11. Dosímetro
12. Localização dos Dosímetros
13. Alta dose de radiação
14. Câncer
15. Tireoide
16. Cristalino
17. Órgãos reprodutores e mama
18. Segurança Radiológica
19. Cultura de Proteção Radiológica
20. Salas Cirúrgicas
21. SESMT
22. Segurança do Trabalho
23. Medicina do Trabalho
24. A radiação para todos os trabalhadores da equipe é a mesma
25. O dosímetro não precisa ser utilizado por todos os trabalhadores
26. O dosímetro não precisa ser utilizado todo dia
27. Treinamentos sobre Proteção Radiológica

APÊNDICE D - TÉCNICA DE ASSOCIAÇÃO LIVRE DE PALAVRAS (TALP)
PALAVRAS EVOCADAS

Nome _____ do
participante: _____
Idade: _____
Escolaridade: _____
Atuação
profissional: _____
Tempo de trabalho no Centro
Cirúrgico: _____

01. _____

02. _____

03. _____

04. _____

05. _____

06. _____

07. _____

08. _____

09. _____

10. _____

11. _____

12. _____

13. _____

14. _____

15. _____

16. _____

17. _____

18. _____

19. _____

20. _____

21. _____

22. _____

23. _____

24. _____

25. _____

26. _____

27. _____

Criciúma/SC _____/_____/_____.

Muito obrigada por participar e contribuir para o Projeto de Pesquisa do
Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do IFSC.

Atenciosamente,

Regiane Liberato

ANEXOS

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: IMPLANTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM SEGURANÇA E SAÚDE DOS TRABALHADORES DE UMA UNIDADE CIRÚRGICA: UMA RELAÇÃO DIALÉTICA ENTRE O SESMT E A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Pesquisador: Juliana Almeida Coelho de Melo

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 88766725.8.0000.0185

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.820.519

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa é originário do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), e visa compreender a relação dialética entre os trabalhadores dos Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) e a Proteção Radiológica na implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, que será desenvolvida no ano de 2025. A pesquisa qualitativa corresponde a uma abordagem interpretativa, com o intuito de compreender a exposição à radiação ionizante e a prática diária dos trabalhadores que utilizam procedimentos guiados por fluoroscopia no centro cirúrgico, buscando entender e descrever as atividades e como elas são realmente desenvolvidas. Os dados da pesquisa serão coletados em três etapas, sendo a primeira, a observação não participante durante os procedimentos guiados por fluoroscopia. Em segundo, será utilizada uma tecnologia nacional pioneira na medição e gestão em tempo real da dose de radiação dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante durante as práticas fluoroscópicas. Em terceiro lugar será realizada a aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) entre os trabalhadores do centro cirúrgico e trabalhadores do SESMT. A coleta documental referente aos trabalhadores e processos de trabalho no Centro Cirúrgico e SESMT irá permear

Endereço: Rua 14 de julho nº150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.820.519

todas as etapas da pesquisa. Espera-se com essa pesquisa compreender a relação dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica, elaborando assim um Guia de Boas Práticas Radiológicas para os trabalhadores durante os procedimentos guiados por fluoroscopia.

Critério de Inclusão:

Serão incluídos na pesquisa trabalhadores de equipes multidisciplinares do centro cirúrgico envolvidos em práticas fluoroscópicas como enfermeiros, técnicos de enfermagem, médicos de diferentes especialidades e trabalhadores de radiologia. Também estarão incluídos no estudo os trabalhadores do SESMT como, técnicos em segurança do trabalho, técnicas de enfermagem, médica do trabalho, enfermeira do trabalho e engenheira de segurança do trabalho.

Critério de Exclusão:

Serão excluídos da pesquisa os trabalhadores que se recusarem a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os que estiverem em período de férias e os afastados por qualquer tipo de benefício ou justificativa. Além disso, serão excluídos da pesquisa os trabalhadores com menos de 6 meses de atuação no centro cirúrgico, uma vez que compreende-se que esse trabalhador ainda está se apropriando das diferentes rotinas de trabalho.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Compreender a relação dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica na implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil.

Objetivo Secundário:

- Identificar a exposição ocupacional à radiação ionizante dos trabalhadores da unidade cirúrgica por meio de dosimetria eletrônica em tempo real, durante procedimentos que utilizam

Endereço: Rua 14 de julho n°150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.820.519

o equipamento de fluoroscopia;

- Descrever o processo de trabalho do SESMT quanto à proteção radiológica do trabalhador;
- Desenvolver um guia de procedimentos operacionais do processo de trabalho do SESMT na unidade cirúrgica, destacando suas responsabilidades e atribuições com relação à proteção radiológica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A colaboração dos sujeitos neste projeto consiste em participar das etapas da pesquisa, sem qualquer prejuízo ou constrangimento para o(a) pesquisado(a). Os procedimentos aplicados por esta pesquisa eventualmente podem oferecer riscos (ressalta-se que toda pesquisa tem riscos, mesmo que sejam mínimos), psicológicos, físicos, relacionados a pesquisas online, à sua integridade moral, física ou mental. Caso queira, informe ao pesquisador qualquer condição de saúde que possa interferir em sua participação na pesquisa. Caso ocorram efeitos indesejáveis ao(a) pesquisado(a), encaminharemos para um serviço ou profissional de saúde previamente contratado para cuidar de possíveis efeitos indesejáveis resultantes da pesquisa, garantindo assistência integral e imediata, sem ônus de qualquer espécie, com todos os cuidados necessários à sua participação, de acordo com seus direitos individuais e respeito ao seu bem-estar físico e psicológico. Essa pesquisa pode apresentar os seguintes riscos, considerando a participação dos sujeitos: - cansaço ou aborrecimento ao participar das etapas da coleta de dados: ser observado, utilizar o dosímetro de medição em tempo real e participar da entrevista (técnica TALP); - constrangimento ao se expor durante os momentos de observação do seu trabalho e/ou ao responder a etapa da entrevista (técnica TALP). Esses riscos muitas vezes são expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder ao instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado; estresse; quebra de sigilo; cansaço ou vergonha ao responder às perguntas; dano; quebra de anonimato.

Benefícios:

Os benefícios esperados pela participação dos sujeitos na pesquisa são: melhoria no processo de trabalho vivenciado, incorporando novas práticas com vistas à proteção radiológica e saúde dos trabalhadores da unidade pesquisada.

Endereço: Rua 14 de julho nº150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.820.519

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

1. O Projeto tem tipificação A2: quando realizada com observação ou observação participante (1ª Etapa); A3: quando realizada entrevista, aplicação de questionários, grupo focal ou outras formas de coleta dirigida de dados (2ª Etapa - Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP), quanto ao delineamento e procedimento do estudo) - (Resolução Nº 674/2022). O estudo possui natureza qualitativa, exploratória e descritiva.

2. O objetivo principal do estudo é: Compreender a relação dialética entre o SESMT e a Proteção Radiológica na implantação de boas práticas em segurança e saúde dos trabalhadores de uma unidade cirúrgica hospitalar no Sul do Brasil.

3. Após a aprovação do projeto no CEP SH - IFSC, o processo de coleta de dados seguirá o cronograma (julho a agosto/2025) e respeitará as seguintes etapas:

1ª Observação não participante durante os procedimentos guiados por fluoroscopia;

2ª Será utilizado uma tecnologia nacional pioneira na medição e gestão em tempo real da dose de radiação dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante durante as práticas fluoroscópicas;

3ª Será realizada a aplicação da Técnica de Associação Livre de Palavras (TALP) entre os trabalhadores do centro cirúrgico e trabalhadores dos Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT).

A coleta documental referente aos trabalhadores e processos de trabalho no Centro Cirúrgico e SESMT irá permear todas as etapas da pesquisa.

Para a análise, interpretação e triangulação dos dados será utilizada a análise de conteúdo, de Bardin (2016), por meio do software ATLAS.TI 25, contemplando três etapas: pré-análise do conteúdo, exploração do material e tratamento dos resultados: inferência e interpretação.

4. Serão INCLUÍDOS na pesquisa trabalhadores de equipes multidisciplinares do centro cirúrgico envolvidos em práticas fluoroscópicas como enfermeiros, técnicos de enfermagem, médicos de diferentes especialidades e trabalhadores de radiologia. Também estarão incluídos no estudo os trabalhadores do SESMT como, técnicos em segurança do trabalho, técnicas de

Endereço: Rua 14 de julho nº 150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC



Continuação do Parecer: 7.820.519

enfermagem, médica do trabalho, enfermeira do trabalho e engenheira de segurança do trabalho.

Serão EXCLUÍDOS da pesquisa os trabalhadores que se recusarem a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os que estiverem em período de férias e os afastados por qualquer tipo de benefício ou justificativa. Além disso, serão excluídos da pesquisa os trabalhadores com menos de 6 meses de atuação no centro cirúrgico, uma vez que compreende-se que esse trabalhador ainda está se apropriando das diferentes rotinas de trabalho.

5. Os pesquisadores comprometem-se a observar e reconhecer a obrigatoriedade da aplicação das Resoluções 466/12 e 510/16 em todas as fases da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Termo de Anuência/ Folha de Rosto - De acordo
2. Termo de Anuência de Instituição Participante - Hospital São José - De acordo
3. Brochura do Projeto de Pesquisa Completo - De acordo
4. Informações Básicas sobre o Projeto - De acordo
5. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - De acordo
6. Declaração de Pesquisa não Iniciada e Responsabilidade Ética - De acordo
7. Cronograma - De acordo
8. Termo de Confidencialidade e Sigilo - De acordo

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando o Parecer substanciado nº 7.703.910 já apresentado, corrigido e aprovado quanto às pendências, e que a emenda encaminhada juntou aos autos documentos outrora

Endereço: Rua 14 de julho nº 150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
SANTA CATARINA IFSC**



Continuação do Parecer: 7.820.519

apresentados, o projeto está APROVADO para execução.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 510, de 2016, na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação da emenda proposta para o projeto de pesquisa. Ao final da pesquisa deverá ser enviado relatório final conforme modelo disponível no site do CEP-IFSC.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2606447_E1.pdf	24/07/2025 09:33:15		Aceito
Outros	ANUENCIAHSJ.pdf	24/07/2025 09:32:27	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
Outros	Carta_Resposta_Comite.pdf	25/06/2025 21:26:03	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ALTERADO_TCLE.pdf	25/06/2025 21:24:50	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ALTERADO_IMPLANTACAO_DE_BOAS_PRATICAS_EM_SEGURANCA_E_SAUDE_DOS_TRABALHADORES_DE_UMA_UNIDADE_CIRURGICA_UMA_RELACAO_DIALETICA_ENTRE_O_SESMT_E_A_PROTECAO_RADIOLOGICA.pdf	25/06/2025 21:23:39	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_Confidencialidade_e_Sigilo.pdf	12/05/2025 22:13:07	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	IMPLANTACAO_DE_BOAS_PRATICAS_EM_SEGURANCA_E_SAUDE_DOS_TRABALHADORES_DE_UMA_UNIDADE_CIRURGICA_UMA_RELACAO_DIALETICA_ENTRE_O_SESMT_E_A_PROTECAO_RADIOLOGICA.pdf	12/05/2025 22:07:54	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	Aceito
Declaração de	Declaracao_de_Pesquisa_Nao_Inicia	12/05/2025	REGIANE RIBEIRO	Aceito

Endereço: Rua 14 de julho nº150

Bairro: Florianópolis

CEP: 88.075-010

UF: SC

Município: FLORIANOPOLIS

Telefone: (48)3877-9078

E-mail: cepsh@ifsc.edu.br

ANEXO B - TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS PSEUDONIMIZADOS PARA FINS DE PESQUISA DA EMPRESA VANELLUS TECNOLOGIA LTDA. E IFSC

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS PSEUDONIMIZADOS PARA FINS DE PESQUISA

Vanellus Tecnologia Ltda. e IFSC

Pelo presente instrumento, a VANELLUSRAD CONSULTORIA EM TECNOLOGIA DA INFORMACAO LTDA., pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob nº 41.450.108/0001-63, com sede em Florianópolis, neste ato representada por João Pedro Kleinubing Abal, doravante denominada "VANELLUS", autoriza o IFSC, a utilizar as informações constantes no banco de dados alimentado pelos dosímetros vinculados ao IFSC, exclusivamente para fins de pesquisa, desenvolvimento científico, validação técnica, produção acadêmica, relatórios, apresentações e publicações científicas.

As partes reconhecem que os dados objeto deste termo são gerados no contexto de atividades de pesquisa envolvendo os dosímetros do IFSC, incluindo, conforme aplicável, registros técnicos de dose, taxa de dose, data e horário de medição, identificação técnica de dispositivo, ambiente ou setor de uso, eventos operacionais e demais variáveis técnicas necessárias à análise científica.

Os dados disponibilizados ou acessados para as finalidades previstas neste termo deverão ser tratados de forma pseudonimizada, sem identificação direta dos usuários dos dosímetros, tais como nome, CPF, matrícula, contato ou qualquer outro identificador pessoal direto. O IFSC compromete-se a não realizar tentativa de reidentificação dos titulares, nem combinar os dados com outras bases com a finalidade de identificar indivíduos.

O IFSC deverá utilizar os dados apenas para as finalidades de pesquisa acima descritas, observando os princípios da boa-fé, finalidade, necessidade, segurança, prevenção e demais disposições da legislação aplicável, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD, quando aplicável.

Eventuais relatórios, artigos, apresentações, materiais acadêmicos ou divulgações públicas baseados nos dados deverão ser apresentados de forma agregada, estatística ou suficientemente desidentificada, de modo a preservar a confidencialidade dos usuários, profissionais, pacientes, ambientes sensíveis e informações operacionais não públicas.

O IFSC compromete-se a adotar medidas técnicas e administrativas razoáveis para proteger os dados contra acessos não autorizados, perda, alteração, divulgação indevida ou uso incompatível com as finalidades deste termo.

A presente autorização não implica cessão, transferência ou licença de propriedade intelectual sobre tecnologia, software, firmware, plataforma, banco de dados, marcas, métodos, algoritmos, documentação técnica ou demais ativos da VANELLUS, limitando-se à autorização de uso das informações técnicas geradas pelos dosímetros do IFSC para as finalidades de pesquisa aqui previstas.

Este termo entra em vigor na data de sua assinatura e permanecerá válido enquanto os dados forem necessários às finalidades de pesquisa, sem prejuízo da possibilidade de revisão, complementação ou revogação mediante acordo entre as partes ou por exigência legal/regulatória aplicável.

E, por estarem de acordo, as partes assinam o presente termo em duas vias de igual teor e forma.

Florianópolis, 04 de Maio de 2026.

VANELLUSRAD CONSULTORIA
EM TECNOLOGIA DA
INFORMACAO
LTDA:41450108000163

Assinado de forma digital por
VANELLUSRAD CONSULTORIA EM
TECNOLOGIA DA INFORMACAO
LTDA:41450108000163
Dados: 2026.05.18 10:18:48 -03'00'

**VANELLUSRAD CONSULTORIA EM TECNOLOGIA DA
INFORMACAO LTDA**

Nome: João Pedro Kleinubing Abal
Cargo: Diretor

Termo de Autorização para Uso de Dados Pseudonimizados para Fins de Pesquisa

ANEXO C - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DOS DOSÍMETROS (LCD/CDTN)



LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DE DOSÍMETROS (LCD/CDTN)

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº LCD16611/CDTN/25

Solicitante: Vanellusrad Consultoria em Tecnologia da Informação Ltda.

Proposta de serviço: LCD-120/25

Data da calibração: de 24/09/2025 a 02/10/2025

1. Dosímetro em calibração

Tipo: Dosímetro eletrônico, detector tipo semicondutor
 Fabricante: Vanellusrad Consultoria em Tecnologia da Informação Ltda.
 Modelo: VanellusRad
 Série/Patrimônio: 0018

2. Dosímetro de referência

Tipo: Câmara de ionização
 Fabricante: PTW
 Modelo: 32002
 Série: 22
 Identificação: CIPD-02
 Certificado de calibração: LNMRI 0666/2024 Validade: 18/12/2026

Tipo: Eletrômetro
 Fabricante: PTW
 Modelo: Unidos E
 Série: 0972953
 Identificação: ELET-02

3. Instrumentação complementar

Tipo: Gerador de raios-X potencial constante; anodo de W
 Fabricante / Modelo: Seifert / Agfa 160
 Série: ----
 Identificação: EQRX-02

Tipo: Câmara de transmissão
 Fabricante / Modelo: PTW Freiburg / TN34014
 Série: 0935
 Identificação: CITR-01

Tipo: Eletrômetro
 Fabricante / Modelo: PTW / Unidos T10010
 Série: 001179
 Identificação: ELET-10

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº LCD16611/CDTN/25**4. Condições ambientais durante a calibração**

Temperatura:	entre $(22 \pm 4) ^\circ\text{C}$
Pressão atmosférica:	entre $(92 \pm 1) \text{ kPa}$
Umidade relativa do ar:	entre 30% e 75 %

5. Radiações de referências

As radiações de referências utilizadas no procedimento de calibração foram implantadas no LCD/CDTN e são similares às estabelecidas pela norma ISO4037-1:1996 (Tabela 1). As radiações de referência especificadas pela norma BS/ISO4037-1:2019 estão em fase de implantação no LCD/CDTN.

Tabela 1 – Parâmetros das radiações de referência do LCD/CDTN.

Código de radiação de referência ISO	Tensão no tubo (kV)	Filtração total (mm)	Camada semirredutora, CSR (mm)
W60	60	4,0 Al + 0,3 Cu	0,181 Cu
W80	80	4,0 Al + 0,5 Cu	0,360 Cu
W110	110	4,0 Al + 2,0 Cu	0,997 Cu

6. Geometria e condições de calibração

A câmara de ionização de referência especificada no item 2 foi posicionada livre no ar, com o seu centro geométrico do volume sensível (ponto de referência) a 150 cm do ponto focal do tubo de raios X, no centro do campo de radiação de 15 cm de diâmetro, com o plano definido no centro da câmara ao eixo central do feixe de raios X. As medidas foram realizadas com a câmara de ionização polarizada a 400 V.

O dosímetro eletrônico especificado no item 1 foi posicionado na superfície e no centro do simulador padrão ISO tipo paralelepipedal, no interior do campo de radiação, com seu eixo longitudinal na direção vertical e perpendicular ao eixo central do feixe de raios X, com sua face frontal voltada para o feixe e seu centro geométrico na distância de 150 cm do ponto focal do tubo de raios X.

A câmara de transmissão acoplada ao eletrômetro, ambos especificados no item 3, foi polarizada com - 300V e utilizada como dosímetro de verificação das exposições, cujo tempo foi estabelecido pelo controlador do bloqueador de feixe de radiação.

Em todas as medidas, buscou-se assegurar que as correntes de fuga nos dosímetros fossem sempre desprezáveis em relação às correntes de ionização medidas.

7. Método de calibração

Para determinação do Kerma no Ar no ponto de referência do campo de radiação, foi utilizado o método de calibração por substituição, conforme norma TRS/IAEA 457:2007, que consistiu nas medidas com o dosímetro de referência, cujas leituras foram normalizadas para as condições ambientais de 20 °C e 101,3 kPa, e sua substituição pelo dosímetro em calibração, mantidas as condições das medições, sem efetuar normalização das condições ambientais por se tratar de um detector tipo semicondutor.

8. Grandeza de calibração

A grandeza de calibração é o Equivalente de Dose Individual, $H_p(10)$, que foi determinado a partir do Kerma no Ar, K_a , medido com o dosímetro de referência e aplicados os coeficientes de conversão estabelecidos pela norma ISO 4037-3:1999 para as radiações de referência da ISO.

Os valores de $H_p(10)$ dados ao dosímetro foram determinados tanto pelo tempo de irradiação quanto pelas medidas com a câmara de ionização tipo transmissão instalada logo após a janela de saída do tubo de raios X.

9. Coeficientes de calibração

Os coeficientes de calibração do dosímetro em calibração $N_{Hp(10)}$, foram determinados conforme Eq. 1 e são apresentados na Tab. 2.

$$N_{Hp(10)} = \frac{K_a \cdot h_{p,K}(10; Q; \alpha) / t}{L_c / t} \quad (1)$$

onde:

- K_a é a média dos valores de Kerma no Ar de referência, em Gy;
- t é o tempo de irradiação estabelecido no controlador do bloqueador do feixe de raios X, em s;
- L_c é a média dos valores das leituras no dosímetro em calibração, indicadas em "mSv";
- $h_{p,K}(10; Q; \alpha)$ é o coeficiente de conversão de K_a para o Equivalente de Dose Individual, $H_p(10)$, específico para cada radiação de referência Q , no ângulo de incidência α (Quadro 1)

Quadro 1- Coeficientes de conversão de K_a para $H_p(10)$, para as radiações de referência Q , para ângulo de incidência $\alpha = 0^\circ$ (BS/ISO 4037-3:1999)

	W60	W80	W110
$h_{p,K}(10; Q; 0)$ (Sv.Gy ⁻¹)	1,55	1,77	1,87

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº LCD16611/CDTN/25

Tabela 2 – Coeficientes de calibração do dosímetro especificado no item 1, nas radiações de referências específicas, para medidas de Equivalente de Dose Individual, $H_p(10)$.

Código de radiação de referência ISO	Taxa de Equivalente de Dose Individual, $H_p(10)/t$ (mSv.s^{-1})	Coeficiente de calibração, $N_{H_p(10)}$ (mSv. "mSv"^{-1})	Incerteza expandida, U^* (%)
W60	3,63E-02	1,03	3,6
W80	0,11E-02	1,00	3,6
W110	2,65E-02	0,95	3,6

*A incerteza expandida (U) de medição relatada é declarada como incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, cuja probabilidade de abrangência na distribuição normal corresponde a aproximadamente 95%.

10. Rastreabilidade

A rastreabilidade da grandeza Kerma no Ar foi estabelecida com a calibração do dosímetro de referência no Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, certificado de calibração LNMRI 0666/2024 de 12/03/2025.

Belo Horizonte, 07 de outubro de 2025

Sibele Reis Reynaldo, Dra.
Executante

Carlos Manoel de Assis Soares, Me.
Signatário autorizado

ANEXO D – PRODUTOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CAPES



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

Lista de Produtos Qualificáveis e Critérios de Avaliação pela Área de Medicina II - CAPES Mestrado Profissional em Proteção Radiológica - MPPR

Fonte: Orientações E Qualificação Dos Produtos Tecnológicos [Capes 2020](#)

Prezad@s orientandos e orientadores, como membros de um programa de mestrado profissional esta é a atual lista de Produtos qualificáveis bem como os critérios de avaliação pela Área de Avaliação da Medicina II - CAPES referente à última avaliação quadrienal 2017-2020. Vocês deverão utilizá-la ao desenvolver o projeto de pesquisa e dissertação, destacando qual será o produto que será gerado com sua pesquisa.

1. Produto bibliográfico
2. Ativos de Propriedade Intelectual
3. Curso de formação profissional
4. Produto de editoração
5. Material didático
6. Software/Aplicativo
7. Evento organizado
8. Norma ou Marco regulatório
9. Relatório técnico conclusivo
10. Manual/Protocolo
11. Acervo
12. Base de dados técnico-científica
13. Processo/Tecnologia e Produto/Material não patenteável

Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Florianópolis - Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Radiológicas - Mestrado Profissional em Proteção Radiológica
Av. Mauro Ramos, 950 | Centro | Florianópolis /SC | CEP: 88.020-300
Fone: (48) 3211-6054 | ifsc.edu.br/mestrado-protecao-radiologica | CNPJ 11.402.887/0002-41





**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**

Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

Observação: Eventualmente, outros produtos técnicos e/ou tecnológicos poderão ser considerados pela área mediante justificativa e detalhamento de pertinência e adequação ao programa.

Crêterios de avaliação dos produtos pelos Avaliadores da rea:

1) Aderência: relação/afinidade da produção com o programa

- a) Projeto de pesquisa vinculado à produção
- b) Linha de pesquisa vinculada a produção (com exceção para projetos isolados)

2) Impacto: Mudanças causadas pelo produto técnico e tecnológico no ambiente em que está inserido. Necessário declarar o motivo da criação, a relevância da questão do demandante e o foco de aplicação do produto. Deve ser discriminado:

- a) Demanda: espontânea, contratada ou por concorrência.
- b) Objetivo da pesquisa: experimental, sem um foco de aplicação inicialmente definido, ou solução de um problema previamente identificado.
- c) rea impactada pela produção: rea social, econmica, jurídica etc.

3) Aplicabilidade: Facilidade de emprego da produção técnica/tecnológica e reproduzibilidade na sociedade. Deve ser discriminado:

- a) Abrangência realizada: local, regional, nacional, internacional etc.
- b) Abrangência potencial: local, regional, nacional, internacional etc.
- c) Reproduzibilidade: restrita, irrestrita, ampliável.

4) Inovação: Intensidade do conhecimento inédito na criação e desenvolvimento do produto.

Classifica-se em teor de inovação:

- a) Alto – inovação radical, mudança de paradigma;
- b) Médio – inovação incremental, uso de conhecimentos pré-estabelecidos;
- c) Baixo – Inovação adaptativa, modificação de conhecimento pré-existente;

Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Florianópolis - Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Radiológicas - Mestrado Profissional em Proteção Radiológica
Av. Mauro Ramos, 950 | Centro | Florianópolis /SC | CEP: 88.020-300
Fone: (48) 3211-6054 | ifsc.edu.br/mestrado-protecao-radiologica | CNPJ 11.402.887/0002-41



d) Ausente

5) Complexidade: Grau de interação entre atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico-tecnológicos.

a) Alta: associação de diferentes novos conhecimentos e atores (laboratórios, empresas etc.) para solução de problemas.

b) Média: combinação de conhecimentos pré-estabelecidos e estáveis por diferentes atores (laboratórios, empresas etc.).

c) Baixa: alteração/adaptação de conhecimento existente por atores diferentes ou não.

d) Ausente

Florianópolis, 04 de outubro de 2023.

Coordenação MPPR.

pos_radiologia_fln@ifsc.edu.br

ANEXO E – RELATÓRIO DE COLETA DE DOSES



SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ASSESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA LTDA

RELATÓRIO DE COLETA DE DOSES

Autorização para Prestação de Serviço de Monitoração Individual Externa 2025, Ofício Nº 14/2024-CASEC/RD/CNEN

Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felicidade
São Carlos, SP - CEP: 13562-900
fone/fax: 16 3362-2700 / 3372-1324
sapra@sapra.com.br - www.sapra.com.br
CNPJ 50.429.810/0001-36 - SAC 08000 55.3567

PÁGINA: 1

CÓDIGO: 39959-6

INSTITUIÇÃO: REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS

ENDEREÇO: RUA SETE DE SETEMBRO, 110, TORRE B APTO 906

PERÍODO SUGERIDO: 09/2025-16

Monitor(es) OSL AVENTAL (28) - por cima do avental - Hp(10)

SETOR: CENTRO CIRURGICO-ESTAGIO

CIDADE: CRICIUMA

DADOS COLETADOS DE 16/09/2025 A 15/10/2025

REG. CNEN: 901693-26-01-6

UF: SC

CEP: 88801-170

Valores em mSv

LEITURA EM 05/01/2026

CÓDIGO	CPI	NOME DO USUÁRIO	Dose	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Dose
39959.001-5	02389237975	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	ANR													

SIGLA: SAPR

ANÁLISE EM 05/01/2026

EMIÇÃO: 05/01/2026

TOTAL DESTA PÁGINA: 1 USUÁRIO, 0,0 mSv no período

DOSE DO MONITOR PADRÃO: 0,3 mSv

Método de Dosimetria por Luminescência Ópticamente Estimulada com Dosímetros Inlight Sapra.

LEVEVIDAS

ANR

LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0,1 mSv)

OU

NÃO REGISTRO DE 1 mSv, DERIVADO DE TRABALHADO NO PERÍODO

OU

LEITURA IMPOSSÍVEL

OU

CONSIDERANDO VALOR IGUAL DO VALOR DE 4,5 mSv PARA MONITORES

OU

NÃO - MONITOR NÃO ESTÁ ZERADO

de corpo - não se a 45,0 mSv para esse tipo de sistema de leitura.

Para outros tipos de monitores não se aplica esta regra.

Confira a validade deste relatório no site
www.saprandauer.com.br/gn/validador
Validador: 86DgVHC8gYH2gJ84HQ==

01235761



Maria de Fátima A. Magon
Responsável Técnica





SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ACESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA LTDA
RELATÓRIO DE COLETA DE DOSES

Autorização para Prestação de Serviço de Monitoração Individual Externa 2025, Ofício Nº 14/2024-CASEC/RD/CNEN

Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felícia
São Carlos, SP - CEP: 13562-900
fone/fax: 16 3362-2700 / 3372-1324
sapra@sapra.com.br - www.sapra.com.br
CNPJ 50.429.810/0001-36 - SAC 08000 55.3567



CÓDIGO: 39959-6
INSTITUIÇÃO: REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS
ENDEREÇO: RUA SETE DE SETEMBRO, 110, TORRE B APTO 906
PERÍODO SUGERIDO: 10/2025-16
Monitor(es) OSL AVENTAL (28) - por cima do avental - Hp(10)
SETOR: CENTRO CIRURGICO-ESTAGIO
CIDADE: CRICIUMA
DADOS COLETADOS DE 16/10/2025 A 15/12/2025
REG. CNEN: 901693-26-01-6
UF: SC CEP: 88801-170
CNPJ 50.429.810/0001-36 - SAC 08000 55.3567
PÁGINA: 1/1
LEITURA EM 05/01/2026

CÓDIGO	CPF	NOME DO USUÁRIO	Dose	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Dose Ac
39959.001-5	02389237975	REGIANE RIBEIRO LIBERATO DE JESUS	ANR									ANR	ANR			0,0

SIGLA: SAPR ANALISE EM 05/01/2026 EMISSÃO: 05/01/2026 TOTAL DESTA PÁGINA: 1 USUÁRIO, 0,0 mSv no período. DOSE DO MONITOR PADRÃO: 0,3 mSv.
Método de Dosimetria por Luminescência Ópticamente Estimulada com Dosímetros Inlight Sapra.

LEGENDAS

ANR - LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0,1 mSv)
OD - EXCEDIDO O LIMITE DERIVADO DE TRABALHO NO PERÍODO
Considerando valores iguais ou acima de 4,0 mSv para monitores de corpo inteiro e 40,0 mSv para monitores de extremidade.
Para outros tipos de monitores não se aplicam estes limites.

LI - LEITURA IMPOSSÍVEL
ND - MONITOR NÃO DEVOLVIDO
NU - MONITOR NÃO UTILIZADO

Confira a validade desse relatório no site
www.sapralandauer.com.br/gpr/validador
Validador : MTTWMDRyMzg3NjI4MQ==



Responsável Técnica
Maria de Fátima A. Magon

