Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Radiação ionizante e medidas de prevenção dos profissionais de saúde

Ionizing radiation and preventive measures for healthcare professionals

Radiación ionizante y medidas preventivas para profesionales sanitários

Kátia Gomes Alves[1], Nathaly Silva Freitas[1], Thaís Mara Silva Dezincourt[1], Daniela Orlayne de Sousa Pereira[1], Maria Cecília Santos da Silva[1], Lays Oliveira Bezerra[1], Letícia Souza Gomes[2], Glenna Maíra da Silva Xavier[3], Adria Paiva Rascon[1], Veridiana Barreto do Nascimento[1].

RESUMO

Objetivo: Identificar os impactos da exposição à radiação ionizante e as medidas de prevenção voltadas aos profissionais de saúde da área de ortopedia e traumatologia. **Métodos:** Trata-se de uma Revisão Integrativa, composta por seis etapas metodológicas, com objetivo de identificar evidências científicas sobre a exposição à radiação ionizante e as medidas de proteção adotadas pelos profissionais da equipe. Foram incluídos estudos primários publicados entre 2015 a 2025, disponíveis na íntegra e redigidos em inglês, português ou espanhol. A busca bibliográfica foi realizada nas bases LILACS, MEDLINE/PubMed, IBECS, BDENF e SciELO. **Resultados:** A busca inicial identificou 1.659 artigos, dos quais 10 foram selecionados. Os estudos evidenciaram que os profissionais estão frequentemente expostos à radiação ionizante durante procedimentos cirúrgicos e sujeitos a falhas institucionais, como ausência de equipamentos protetores, falta de fiscalização e de treinamentos continuados. Demonstram um déficit significativo no conhecimento e nas práticas de proteção radiológica, expondo os profissionais a riscos ocupacionais evitáveis. **Considerações finais:** Pode se considerar uma alta adesão ao uso de aventais plumbíferos, porém uso de outros equipamentos, como protetores de tireoide e óculos, é baixo. Ademais a uma falta de treinamento adequado sobre proteção radiológica, contribuindo para o conhecimento insuficiente sobre os riscos da radiação.

Palavras-chave: Radiação ionizante, Exposição ocupacional, Ortopedia.

ABSTRACT

Objective: To identify the impacts of exposure to ionizing radiation and preventive measures aimed at health professionals in the areas of orthopedics and traumatology. **Methods:** This is an integrative review, composed of six methodological steps, with the objective of identifying scientific evidence on exposure to ionizing radiation and the protective measures adopted by the team's professionals. Primary studies published between 2015 and 2025, available in full and written in English, Portuguese or Spanish were included. The bibliographic search was carried out in the LILACS, MEDLINE/PubMed, IBECS, BDENF and SciELO databases. **Results:** The initial search identified 1,659 articles, of which 10 were selected. The studies showed that professionals are frequently exposed to ionizing radiation during surgical procedures and subject to institutional failures, such as lack of protective equipment, lack of supervision and continued training. They demonstrate a significant deficit in knowledge and practices of radiological protection, exposing professionals to avoidable occupational risks. **Final considerations:** It is possible to consider a

[1] Universidade do Estado do Pará (UEPA), Santarém - PA.
[2] Faculdades Integradas do Tapajós, Santarém - PA.
[3] Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados - MS.

SUBMETIDO EM: 6/2025 | **ACEITO EM: 7/2025** | **PUBLICADO EM: 9/2025**

high adherence to the use of lead aprons, but the use of other equipment, such as thyroid protectors and glasses, is low. In addition, there is a lack of adequate training on radiological protection, contributing to insufficient knowledge about the risks of radiation.

Keywords: Ionizing radiation, Occupational exposure, Orthopedics.

RESUMEN

Objetivo: Identificar los impactos de la exposición a las radiaciones ionizantes y las medidas de prevención dirigidas a los profesionales de la salud en las áreas de ortopedia y traumatología. **Métodos:** Se trata de una Revisión Integradora, compuesta por seis pasos metodológicos, con el objetivo de identificar evidencias científicas sobre la exposición a la radiación ionizante y las medidas de protección adoptadas por los profesionales del equipo. Se incluyeron estudios primarios publicados entre 2015 y 2025, disponibles en su totalidad y escritos en inglés, portugués o español. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos LILACS, MEDLINE/PubMed, IBECS, BDENF y SciELO. **Resultados:** La búsqueda inicial identificó 1.659 artículos, de los cuales se seleccionaron 10. Estudios han demostrado que los profesionales están frecuentemente expuestos a radiaciones ionizantes durante los procedimientos quirúrgicos y están sujetos a fallas institucionales, como falta de equipos de protección, falta de supervisión y capacitación continua. Demuestran un déficit importante en conocimientos y prácticas de protección radiológica, exponiendo a los profesionales a riesgos laborales evitables. **Consideraciones finales:** Se puede considerar una alta adherencia al uso de delantales plomados, pero el uso de otros equipos, como protectores de tiroides y gafas, es bajo. Además, existe una falta de formación adecuada en materia de protección radiológica, lo que contribuye a que haya un conocimiento insuficiente sobre los riesgos de la radiación.

Palabras clave: Radiación ionizante, Exposición ocupacional, Ortopedia**.**

INTRODUÇÃO

O uso de radiações ionizantes (RI) foi descoberto em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Rontgen, e sua utilização imediata trouxe consideráveis benefícios para as ciências e à medicina (GONÇALVES FDS, 2023). No entanto, também foram constatados danos radiobiológicos à saúde de todos os indivíduos que rodeavam a nova tecnologia (HUHN A, et al., 2017).

Com o passar do tempo a RI tornou-se mais relevante na medicina e expandiu-se rapidamente nos últimos 30 anos devido à introdução de novas práticas diagnósticas e terapêuticas, o que aumentou a exposição à radiação dos profissionais de saúde (PS) em certos setores hospitalares e conscientização sobre os riscos de exposição à radiação (CHARTIER H, et al., 2020).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), anualmente, aproximadamente 7 milhões de PS em todo o mundo, estão expostos a doses de radiação decorrentes de sua atividade ocupacional. Nos Estados Unidos, a exposição à radiação entre esses profissionais aumentou 600% desde a década de 80, e estima-se que cerca de 2% a 3% dos casos futuros de câncer podem estar relacionados à exposição à radiação ionizante (LEYTON F, et al., 2014; METTLER JRFA, et al., 2020).

Os PS são expostos à radiação primária e dispersa durante diversos procedimentos radiológicos. No campo da assistência ortopédica e traumatologia, o uso de radiação ionizante é essencial para a assistência ao paciente, pois muitos procedimentos ortopédicos exigem o uso de intensificadores de imagem para auxiliar os médicos ortopédicos na fixação de fraturas, realização de osteotomias, permitindo a visualização da anatomia e o monitoramento dos procedimentos em tempo real. Além disso, contribuem para uma maior precisão na colocação de implantes, a redução das taxas de morbidade e o encurtamento das internações hospitalares (RAZA M, et al., 2021; BARBOSA HB e SILVA AMMD, 2022).

A exposição ocupacional à RI pode causar diversos efeitos negativos à saúde. Os problemas decorrentes da radiação estão bem documentados na literatura, incluindo dermatite crônica por radiação, necrose, alterações hematológicas, anormalidades cromossômicas, câncer de pele e catarata. Estudos

epidemiológicos indicam um risco aumentado de câncer entre cirurgiões ortopédicos expostos à radiação em todo o mundo, o estudo de Chou LB, et al. (2022), demonstrou que ortopedistas do sexo feminino apresentam uma prevalência 1,89 vezes maior de câncer em geral e quase quatro vezes mais chances de desenvolver câncer de mama em comparação com mulheres não expostas ocupacionalmente.

Em decorrência a esses efeitos indesejados e da falta de conhecimento sobre as propriedades da radiação, foram criadas normativas e instituída a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), que visa minimizar os riscos ou até os evitar, com a utilização de medidas de segurança para contemplar a proteção radiológico (PR) (ICRP, 2007). A ICRP propõe três princípios fundamentais que norteiam os cuidados de radioproteção: (1) Justificação – qualquer exame deve ter uma indicação médica precisa; (2) Otimização – cuidados relacionados ao exame e controle dos profissionais que são expostos; e (3) Limitação da dose – a exposição deve ser mantida ao mínimo necessário para a obtenção de um exame de qualidade, também conhecido como princípio ALARA - *As Low As Reasonably Achievable* (ICRP, 2007).

No Brasil, a legislação de proteção radiológica foi estabelecida em 1978, com as diretrizes da Segurança e Medicina do Trabalho definidas pela Portaria n. 3.214. Posteriormente, a norma CNEN NN 3.01, de abril de 2024, define os requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e do meio ambiente em razão da exposição à radiação ionizante proveniente de instalações e atividades, incluindo a segurança radiológica de fontes de radiação ionizante.

Além disso, a criação da Norma Regulamentadora 32 (NR-32), aprovada pela Portaria 483/2005, instituiu um Plano de Proteção Radiológica, estabelecendo diretrizes básicas para a implementação de medidas de segurança e proteção à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde e daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral.

Entretanto, a exposição dos profissionais à radiação tem sido mais pesquisada e monitorada nos serviços de radiologia geral. Comparando o Brasil a outros países, observa-se uma grande carência de estudos e pesquisas sobre os efeitos da radiação ionizante e a utilização da proteção radiológica, especialmente no que diz respeito à exposição indireta no centro cirúrgico, pelo uso do arco cirúrgico.

Além disso, embora os cirurgiões ortopédicos reconheçam os riscos da exposição à radiação, apresentam as taxas mais baixas de utilização de equipamentos de proteção individual e dosímetros (PIRES RE, et al., 2020). Ainda há poucos estudos sobre exposição radiológica e medidas de proteção radiológica por parte dos ortopedistas. Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é descrever os impactos da exposição à radiação ionizante e medidas de prevenção voltadas aos profissionais de saúde da área de ortopedia e traumatologia.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo do tipo revisão integrativa, sendo composta por 6 etapas, são elas: 1) Elaboração da questão norteadora; 2) Definição dos critérios de inclusão e exclusão e de busca bibliográfica; 3) Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; 4) Avaliação dos estudos incluídos; 5) Interpretação dos resultados; 6) Divulgação da revisão. Destaca-se a revisão integrativa da literatura (RIL) que possibilita a busca a avaliação crítica e a síntese de evidências sobre um determinado tema de forma abrangente.

Para elaboração da questão norteadora foi aplicada a estratégia PICO, definindo população/paciente “profissionais de saúde”, intervenção/exposição “exposição à radiação” e desfecho “exposição à radiação e o uso de mecanismo para proteção”. Assim, a questão central desta revisão integrativa foi: Quais são as evidências científicas sobre a exposição à radiação e as medidas de proteção radiológica adotadas para os profissionais de saúde.

Foram considerados elegíveis estudos primários publicados nos últimos dez anos (2015 a 2025), em inglês, português ou espanhol, que abordassem sobre a exposição e proteção à radiação ionizante em profissionais de saúde e que estiverem disponíveis na íntegra gratuitamente. Os critérios de exclusão foram;

carta ao editor, editoriais, resumos de conferências ou estudos de caso isolados, artigos duplicatas, artigos que não possuam uma metodologia definida e precisa, artigos que não possam ser acessados integralmente e artigos que não sejam discutidos diretamente sobre a temática do estudo.

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de busca eletrônica nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde: Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (LILACS), Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (MEDLINE/PubMed) e Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), Base de Dados de Enfermagem (BDENF), bem como na Scientific Electronic Library Online (SciELO). Sendo utilizados os descritores da lista de vocabulário controlado Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings, e suas combinações na língua inglesa: “Radiation ionizing AND Occupational professional”; “Radiation ionizing AND Orthopedics”; “Occupational professional AND Orthopedics”.

Após a busca, os artigos foram triados pelo pesquisador principal, inicialmente por meio da leitura do título, resumo e, posteriormente, a leitura do texto completo dos artigos que potencialmente abordavam a temática. Os artigos selecionados que estavam conforme os critérios de inclusão, foram realizados a extração dos dados e variáveis de interesse, em uma planilha estruturada no Microsoft Excel, sendo coletado os seguintes itens: autores, ano de publicação, metodologia, país, amostra, objetivo e principais resultados.

Os estudos incluídos na pesquisa bibliográfica foram classificados de acordo com seu nível de evidência, com base na Hierarquia de Evidências para Estudos de Intervenção, que classifica os estudos em: Nível I – Revisão sistemática de meta-análises; Nível II – Ensaios clínicos randomizados; Nível III – Ensaios clínicos controlados sem randomização; Nível IV – Estudo de caso-controle ou coorte; Nível V – Revisão sistemática de estudos qualitativos ou descritivos; Nível VI – Estudo qualitativo ou descritivo; Nível VII – Opinião de especialistas ou consenso.

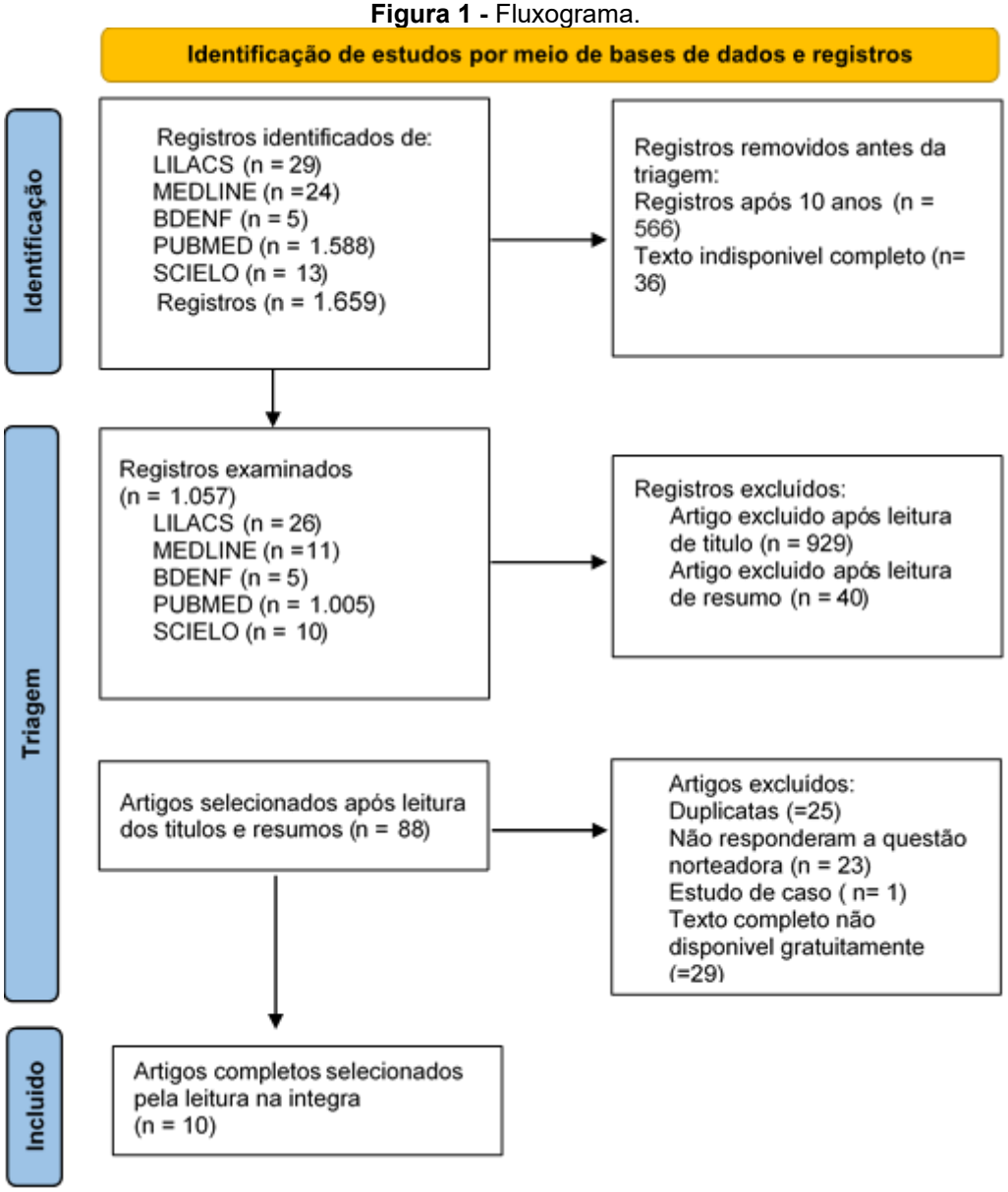
As etapas de busca da RIL foram apresentadas em um fluxograma preconizado pelo Preferred Reporting of Systematic Review sand Meta-Analyses - PRISMA (2020). Os dados dos artigos foram sintetizados e agrupados, para serem comparados e discutidos para avaliação e interpretação dos achados, sendo apresentados os achados da pesquisa de modo descritivo e com a utilização de quadros e tabelas.

RESULTADOS

A busca inicial nas bases de dados identificou um total de 1.659 artigos. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 1.057 publicações foram consideradas elegíveis para triagem, inicialmente com a leitura do título do artigo e resumo. Nessa etapa, 969 artigos foram excluídos, sendo selecionados 88 artigos para leitura e análise do texto completo.

Após leitura do texto completo, 25 foram descartados por serem duplicados, 29 foram excluídos por não está disponível o texto na íntegra de forma gratuita, 23 foram excluídos por não abordarem a exposição de profissionais de saúde da equipe de ortopedia e traumatologia e 1 por ser relato de caso. A **Figura 1** apresenta o fluxograma PRISMA da seleção dos estudos.

Figura 1 - Fluxograma.



Fonte: Alves KG, et al., 2025.

Foram selecionados 10 artigos publicados em periódicos científicos que abordam a exposição à radiação e/ou medidas de proteção radiológica para profissionais da equipe multiprofissional de ortopedia e traumatologia. Para organizar os dados para análise, foi elaborada uma tabela que contempla as informações gerais de cada artigo (**Quadro 1**).

Quadro 1 - Identificação dos artigos selecionados da revisão.

Autores	País	Nível de evidência	Objetivo
Alshabi YA, et al. (2022)	Arábia Saudita	Nível VI	Avaliar a conscientização e o conhecimento de cirurgiões ortopédicos em hospitais Al-Madinah sobre a segurança da exposição à radiação.
Papendorp LWV, et al. (2020)	África do Sul	Nível VI	Avaliação do conhecimento, conscientização e práticas cotidianas dos cirurgiões ortopédicos sobre segurança contra radiação em um hospital acadêmico.
RAZA M, et al. (2021)	Reino Unido	Nível VI	Estabelecer a compreensão da prática, legislação e risco de radiação por médicos ortopedistas que encontram radiação ionizante durante seu trabalho diário.
Gaytán-Fernández S, et al. (2023)	México	Nível VI	Descrever e analisar a exposição à radiação ionizante em médicos residentes de ortopedia em nosso meio.
Hijikata Y, et al. (2023)	Japão	Nível VI	Avaliar o status atual e os estágios de mudança comportamental para proteção radiológica.
Sharma D, et al. (2024)	Inglaterra	Nível VI	Avaliar o estado do treinamento e da proteção com o objetivo de destacar quaisquer deficiências para que medidas possam ser tomadas para melhorar a segurança.
Cuenca C, et al. (2019)	França	Nível VI	Avaliar a dose de radiação na lente recebida por cirurgiões ortopédicos durante um período de 4 meses de atividade ortopédica e traumatológica mista, em comparação com as normas da Diretiva Euratom.
Kang S, et al. (2020)	Coreia	Nível VI	Investigar as práticas de trabalho relacionadas à exposição à radiação entre cirurgiões ortopédicos na Coreia do Sul.
Pires RE, et al. (2020)	Brasil	Nível VI	Avaliar o conhecimento dos cirurgiões ortopédicos do Brasil sobre radiação ionizante e recomendações de proteção, discriminados por especialidade.
Barbosa HB e Silva AMMD (2022)	Brasil	Nível VI	Analisar as percepções de médicos ortopedistas quanto à exposição à radiação ionizante em sua prática.

Fonte: Alves KG, et al., 2025.

O Brasil foi o país com o maior número de artigos identificados sobre a temática da pesquisa, com dois artigos (20%), porém houve uma diversidade em relação ao local de publicação com os demais artigos, sendo publicados cada um em um país diferente. Observou-se, ainda, que havia pelo menos uma publicação em cada continente e todos os artigos estavam em inglês. Consoante aos achados, nos últimos anos houve um aumento considerável nas produções científicas sobre o tema: nos anos de 2016 e 2019, foram localizados três estudos que o abordaram, enquanto nos últimos cinco anos, esse número multiplicou, para dez, indicando um crescimento do interesse dos pesquisadores nessa temática.

Quadro 2 - Principais achados dos artigos incluídos na RIL.

Autores (Ano)	Principais achados
Alshabi YA, et al. (2022)	Falta de conhecimento e conscientização sobre a segurança na exposição à radiação ionizante entre cirurgiões ortopédicos em Al-Madinah, Arábia Saudita. A maioria dos participantes não recebeu treinamento formal no uso de fluoroscopia, e o uso de equipamentos de proteção, como luvas radioprotetoras e óculos de proteção era praticamente inexistente. Além disso, muitos cirurgiões não utilizavam dosímetros para monitorar sua exposição à radiação. Esses achados destacam a necessidade urgente de implementar medidas educacionais e de conscientização sobre práticas seguras de exposição à radiação, incluindo a adesão aos princípios do ALARA (As Low As Reasonably Achievable) e a introdução de cursos de treinamento em segurança radiológica durante a residência em ortopedia.
Papendorp LWV, et al. (2020)	Investigou o nível de conhecimento, conscientização e práticas de segurança em relação à exposição à radiação entre cirurgiões ortopédicos. Os principais achados indicaram que muitos desses profissionais possuem conhecimento limitado sobre os riscos associados à radiação ionizante e não utilizam consistentemente equipamentos de proteção individual, como aventais de chumbo, luvas e óculos de proteção. Além disso, o estudo revelou que a maioria dos cirurgiões não participa regularmente de treinamentos ou cursos específicos sobre segurança radiológica.
RAZA M, et al. (2021)	Foi realizada uma pesquisa nacional online com cirurgiões ortopédicos para avaliar o nível de treinamento em segurança contra radiação, princípios básicos/conhecimento de radiação ionizante, legislação relevante e prática operacional. Esse estudo evidenciou que muitos cirurgiões ortopédicos no Reino Unido não acreditam que sejam adequadamente treinados em segurança contra radiação. Há uma deficiência entre os cirurgiões praticantes em conhecimento básico, legislação relevante e aspectos práticos do uso de radiação ionizante na sala de cirurgia. Isso poderia potencialmente colocar pacientes e profissionais de saúde em risco adicional.
Gaytán-Fernández S, et al. (2023)	O estudo avaliou a exposição desses profissionais à radiação ionizante ao longo de 10 meses, utilizando dosímetros posicionados sob aventais de chumbo. Ademais, uma pesquisa online foi conduzida para medir o conhecimento dos residentes sobre segurança radiológica. A exposição média total à radiação foi de 2,9 ± 2,17 mSv, valor inferior ao limite recomendado pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica. No entanto, o estudo identificou uma lacuna significativa no conhecimento sobre proteção radiológica entre os residentes, além de uma aparente falta de interesse e conscientização sobre os efeitos adversos da radiação.
Hijikata Y, et al. (2023)	O estudo investigou as atitudes de proteção contra a exposição ocupacional à radiação entre cirurgiões de coluna no Japão. Os resultados mostraram que 215 (99%) dos participantes utilizavam protetor de chumbo para o tronco, sendo que 113 (53%) preferiam o modelo tipo avental. No entanto, apenas 108 (50%) usavam dosímetros, 116 (53%) utilizavam protetor de tireoide, 82 (38%) óculos de chumbo e 64 (29%) luvas de chumbo. Além disso, 202 (93%) participantes evitavam a irradiação contínua, mas somente 120 (55%) estavam cientes da fonte de radiação ao determinar sua posição na sala. Esses achados indicam que, mesmo entre membros de uma sociedade dedicada a tratamentos minimamente invasivos da coluna, a proteção de todas as partes vulneráveis do corpo não é plenamente implementada.
Sharma D, et al. (2024)	Avaliou o estado atual do treinamento em radiação e dos equipamentos de proteção disponíveis para cirurgiões ortopédicos. O estudo destaca a necessidade urgente de aprimorar o treinamento em proteção radiológica e melhorar o fornecimento de equipamentos de proteção adequados para os profissionais, visando minimizar os riscos associados à exposição à radiação. Os autores enfatizam que os cirurgiões ortopédicos não devem ter que escolher entre a saúde ocupacional e a acessibilidade financeira, recomendando um maior suporte financeiro e investimento em medidas de proteção radiológica.
Cuenca C, et al. (2019)	Investigou a exposição à radiação ocular entre cirurgiões ortopédicos durante procedimentos ortopédicos. A pesquisa envolveu 10 cirurgiões, aos quais foram aplicados três dosímetros passivos posicionados na testa e em ambas as têmporas. Os resultados indicaram que todas as doses equivalentes à lente ocular, ao longo de quatro meses de estudo, permaneceram bem abaixo do limite autorizado. Não houve diferenças significativas nas doses entre as diferentes posições dos dosímetros (testa e têmporas). Esses achados sugerem que, sob as condições estudadas, a exposição à radiação ocular entre os cirurgiões ortopédicos foi mínima. No entanto, é importante notar que o estudo não avaliou a exposição em procedimentos de alta complexidade ou com maior uso de fluoroscopia.
Kang S, et al. (2020)	Investigou a exposição ocupacional à radiação entre cirurgiões ortopédicos sul-coreanos. Realizado em outubro de 2017, o estudo aplicou uma pesquisa nacional e analisou dados de dosimetria do Registro Nacional de Dosimetria. Embora os cirurgiões ortopédicos frequentemente realizassem procedimentos com radiação, eles usavam equipamentos de proteção com menos frequência, e uma grande proporção de cirurgiões ortopédicos não era monitorada pelo sistema nacional de dosimetria de radiação.
Pires RE, et al. (2020)	Avaliou o conhecimento e as práticas de cirurgiões ortopédicos brasileiros em relação à exposição à radiação ionizante e suas implicações para a saúde das equipes cirúrgicas e dos pacientes. Este estudo revelou conhecimento teórico e prático inadequado sobre exposição à radiação entre cirurgiões ortopédicos no Brasil. Apenas uma minoria de cirurgiões ortopédicos usou equipamento básico de proteção contra radiação. Não foram encontradas diferenças significativas no conhecimento ao comparar todas as especialidades de cirurgia ortopédica. O estudo indica uma necessidade urgente de educação para aumentar o conhecimento entre cirurgiões ortopédicos sobre os perigos da radiação ionizante.
Barbosa HB e Silva AMMD (2022)	Investigou as percepções de ortopedistas e traumatologistas em relação aos riscos associados à exposição à radiação ionizante durante procedimentos de fluoroscopia. A maioria dos entrevistados utiliza a fluoroscopia em suas cirurgias, e apenas 34,8% dos participantes se sentem seguros com o uso do equipamento. Observou-se que o conhecimento sobre radiação ionizante é inadequado, pois 22,6% dos participantes desconhecem o tipo de radiação emitida na fluoroscopia e seus efeitos biológicos. Além disso, 52% dos participantes não conhecem ou não entendem os princípios de proteção radiológica e sua relação com as práticas cirúrgicas.

Fonte: Alves KG, et al., 2025.

No entanto, durante a triagem da pesquisa, observou-se que, embora existam muitos estudos sobre a exposição à radiação em profissionais de saúde, há poucos especificamente voltados para a equipe multiprofissional de ortopedia e traumatologia. Em relação aos objetivos dos estudos, nove avaliaram, por meio de questionários, o conhecimento de médicos e residentes de ortopedia e traumatologia sobre proteção radiológica e medidas de segurança, e somente um investigou a dose de radiação à qual o ortopedista está exposto com o uso de dosímetros.

A seguir, os resultados serão apresentados e discutidos por categorias, a saber: caracterização dos dados epidemiológicos, riscos da exposição à radiação ionizante e estratégias de prevenção da exposição à radiação ionizante, seguindo a ordem dos fatores mais citados para os menos citados.

DISCUSSÃO

Riscos da exposição à radiação ionizante

Com o avanço tecnológico dos equipamentos médicos para diagnóstico e intervenção, tanto conservadora quanto cirúrgica, na ortopedia e traumatologia, o uso de modalidades de imagem que empregam radiação ionizante aumentou significativamente, especialmente no ambiente cirúrgico (PAPENDORP LWV, et al., 2020). No entanto, esse uso não está isento de efeitos adversos para os profissionais de saúde. Embora os riscos da radiação ionizante sejam bem conhecidos, a literatura científica apresenta evidências conflitantes sobre alguns de seus impactos nesses profissionais (KAPLAN DJ, et al., 2016).

Os efeitos adversos da radiação ionizante podem ser categorizados como estocásticos ou determinísticos (RAZA M, et al., 2021). Os efeitos estocásticos resultam da exposição cumulativa ao longo da vida, sendo independentes da dose, mas associados a um risco potencial aumentado de certos tipos de câncer e catarata (RAZA M, et al., 2021). Em contraste, os efeitos determinísticos são reações teciduais dependentes da dose, ocorrendo apenas quando um limite específico de exposição é ultrapassado (PAPENDORP LWV, et al., 2020; RAZA M, et al., 2021). No contexto ortopédico, esses efeitos são improváveis, uma vez que a dose de radiação dos raios-X intraoperatórios é relativamente baixa (PAPENDORP LWV, et al., 2020; RAZA M, et al., 2021).

No presente estudo, seis artigos relataram o uso frequente de radiação ionizante na rotina ocupacional para a assistência ao paciente. No estudo de Raza M. et al. (2021), 90% dos participantes afirmaram utilizá-la pelo menos uma vez por semana, com 2% relataram exposição diária. Já de acordo com Gaytán-Fernández S, et al. (2023), 27,8% dos cirurgiões ortopédicos foram expostos entre duas e cinco vezes por semana, 33,3% entre seis e dez vezes, e 38,9% mais de dez vezes por semana.

Essa exposição frequente e prolongada à radiação ionizante pode aumentar o risco de câncer, bem como de outras doenças em diferentes partes do corpo, sendo fundamental que os profissionais de saúde da área ortopédica tenham um conhecimento prático sobre segurança da radiação, minimizar a exposição durante os procedimentos cirúrgicos e exames radiológicos (PAPENDORP LWV, et al., 2020).

Além disso, na maioria dos estudos incluídos na RIL, verificou-se que os profissionais de saúde não receberam treinamento adequado sobre proteção radiológica no uso do raio-X. No estudo de Alshabi YA, et al. (2022) 89,5% dos médicos mencionaram que não tinham nenhum treinamento prévio em segurança contra radiação. Da mesma forma, Papendorp LWV, et al. (2020) constataram que 73% dos participantes consideravam que não receberam treinamento adequado sobre segurança de radiação, sendo que a principal fonte de conhecimento mencionada foi a discussão com colegas, relatada por 34% dos participantes. Além disso, 23% dos entrevistados indicaram não ter acessado nenhuma fonte de informação sobre segurança de radiação.

Estudos anteriores semelhantes, conduzidos por Sheth B, et al. (2022) e Bukhary AH, et al. (2021), concluíram que os cirurgiões ortopédicos apresentam conhecimento insuficiente sobre os riscos da radiação ionizante, e não possuem treinamento adequado em radioproteção para prevenir danos decorrentes dessa

exposição. Apesar dessas preocupações, muitos profissionais não realizam programas de treinamento em segurança radiológica durante a residência e a graduação, o que pode justificar a falta de conscientização e de práticas adequadas (BUKHARY AH, et al., 2021).

Dessa forma, o treinamento em proteção radiológica é essencial para reduzir a exposição dos profissionais à radiação ionizante e minimizar os riscos à saúde (ALSHABI YA, et al., 2022). Estudos enfatizam que a ausência de treinamento reflete um déficit de conhecimento sobre conceitos fundamentais da radiação, no qual estudos realizados de Alshabi YA, et al. (2022), Raza M, et al. (2021) e Barbosa HB e Silva AMMD (2022) mostram que os profissionais de saúde se sentem preocupados com a exposição à radiação e acreditam estar em risco de desenvolver efeitos adversos secundários à exposição ao raio-X.

Diante disso, os estudos desse RIL evidenciam lacunas significativas no treinamento desses profissionais. Portanto, é essencial a implementação de programas de treinamento em segurança radiológica durante a formação profissional da equipe multiprofissional em ortopedia e traumatologia, a fim de mitigar os riscos associados à exposição ocupacional à radiação (ALSHABI YA, et al., 2022; PAPENDORP LWV, et al., 2020).

Estratégias de prevenção da exposição à radiação ionizante

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) estabelece normativas e recomendações para proteção radiológica, que servem como base comum para o desenvolvimento de padrões, legislações, diretrizes, programas e práticas ao nível global. Para mitigar a exposição à radiação e reduzir os efeitos estocásticos, a ICRP recomenda medidas de proteção radiológica, incluindo o aumento da distância entre o cirurgião e a fonte de radiação ionizante, além do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como aventais de chumbo, colares de proteção para a tireoide, luvas e óculos de chumbo, entre outros (GONÇALVES FDS, 2023).

O uso de aventais de chumbo é uma das formas mais básicas e indispensáveis de proteção contra radiação, sendo amplamente adotado por profissionais da área. No estudo de Raza M, et al. (2021) e Hijikata Y, et al. (2023), 99% dos participantes relataram o usode aventais plumbíferos.

Apesar da alta adesão ao uso de equipamentos de proteção para o tronco, esta revisão identificou uma baixa utilização de outros EPIs, como luvas, óculos e protetor de tireoide. No estudo de Alshabi YA, et al. (2022), apenas um participante (1,8%) relatou o uso de luvas radioprotetoras, e nenhum utilizava óculos de proteção. Já Gaytán-Fernández S, et al. (2023) indicaram que apenas 5,6% dos entrevistados utilizavam lentes de proteção radiológica.

Nossos achados evidenciam uma baixa adesão ao uso do protetor de tireoide durante a exposição a RI. Segundo Raza M, et al. (2021), 50% dos entrevistados declararam que utilizavam o protetor de tireoide apenas ocasionalmente, raramente ou nunca e Alshabi YA, et al. (2022) relataram que apenas 17,5% dos participantes faziam uso do protetor. Essa baixa adesão é preocupante, pois as mãos, o cristalino do olho e a tireoide do cirurgião e equipe que auxilia e instrumenta o procedimento, estão particularmente em risco devido à sua potencial proximidade com o feixe de raios-X e à elevada radiossensibilidade dessas estruturas (HAK DJ, 2017).

De acordo com Alshabi YA, et al. (2022), a falta de conhecimento sobre radiação e a baixa conscientização sobre fluoroscopia entre cirurgiões ortopédicos em hospitais de Al-Madinah estavam associadas a um alto nível de preocupação e a uma baixa taxa de uso de dispositivos de proteção. Além disso, o principal motivo alegado para a não utilização de EPIs foi a dificuldade que esses equipamentos impõem ao procedimento cirúrgico, bem como da falta de fornecimento por parte do hospital (SHARMA D, et al., 2024). Outros fatores relatados incluem dores nas costas, desconforto e a sensação de impraticabilidade do uso desses equipamentos (PAPENDORP LWV, et al., 2020).

No que diz respeito aos dispositivos de proteção individual, como óculos de chumbo, luvas de chumbo, saias de mesa de chumbo e escudos de chumbo fixos e móveis, esses itens são frequentemente indisponíveis (SHARMA D, et al., 2024). A RIL também destaca não apenas a falta de disponibilidade, mas

também a má manutenção dos equipamentos de proteção. No estudo de Sharma D, et al. (2024), verificou-se que os protetores de tireoide estavam disponíveis para apenas 51% dos profissionais, 49% restantes afirmaram que esses dispositivos não estavam disponíveis ou eram escassos.

Além disso, nove entrevistados afirmaram ter comprado seu próprio protetor de tireoide, enquanto 14 disseram que o fariam caso o equipamento fosse mais acessível financeiramente. Corroborando esses achados, o estudo de Raposo JAA, et al. (2020), revelou que 43,9% dos entrevistados relataram a indisponibilidade de aventais de chumbo no hospital.

Outrossim, a exposição à radiação ionizante pode ser monitorada por meio do uso de dosímetros. No entanto, há diversas limitações que dificultam o monitoramento adequado da dose, como a falha no uso de dosímetros pessoais, o uso incorreto desses dispositivos e suas limitações inerentes, como a detecção de radiação em um único ângulo, dependendo da posição do dispositivo em relação à fonte da radiação (KANG S, et al., 2020).

Em 2020, um estudo realizado na África do Sul apontou que 44 cirurgiões ortopédicos utilizavam fluoroscopia em mais de 50% de suas operações diárias, no entanto, apenas três (7%) fizeram uso de dosímetros pessoais (PAPENDORP LWV, et al., 2020).

Segundo Alshabi YA, et al. (2022), quase nenhum cirurgião (94,7%) utilizava dosímetros para monitoramento da exposição, e apenas três especialistas relataram usá-lo regularmente, sendo que dois enviavam os dispositivos para medição em laboratório. Um estudo realizado na América Latina mostrou que 75,7% da amostra raramente ou nunca usava um dosímetro, e apenas 20,2% dos profissionais usavam óculos de chumbo (FALAVIGNA A, et al., 2018).

Uma possível razão para a baixa adesão ao uso dos dosímetros é a percepção de que eles podem comprometer o desempenho da equipe multiprofissional ortopédica e causar desconforto (KANG S, et al., 2020). Além disso, alguns profissionais acreditam que, caso sua exposição à radiação ultrapasse o limite permitido, seriam proibidos de operar com raio-X, o que os leva a evitar o uso rotineiro dos dosímetros e alguns profissionais nunca receberam o dosímetro durante sua formação e exercício profissional (SHARMA D, et al., 2024).

O único estudo da RIL que avaliou a dose de radiação com dosímetro confirmou que as doses recebidas pelos olhos dos cirurgiões ortopédicos estão abaixo do limite estabelecido pela Diretiva Euratom e pela legislação francesa (CUENCA C, et al., 2019).

Esses resultados são consistentes com a literatura, que relata regularmente doses abaixo do limite estabelecido. Em consonância com esses achados, o estudo de Troisi K e Ferreira N (2016), demonstrou que as leituras anuais do dosímetro de um grupo de cirurgiões ortopédicos não excederam os limites recomendados pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica. No entanto, isso não exclui o risco de efeitos estocásticos decorrentes da exposição crônica a baixos níveis de radiação ionizante (RAZA M, et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo evidenciou uma alta adesão ao uso de aventais plumbíferos entre os profissionais expostos, no entanto o uso de outros equipamentos de proteção, como protetor de tireoide, óculos de proteção e luvas, foi baixo. Além disso, os resultados destacaram a carência de capacitações e treinamentos para esses profissionais, tanto na formação acadêmica quanto na educação continuada, refletindo um conhecimento insuficiente sobre proteção radiológica e exposição à radiação ionizante. Diante disso, a proteção radiológica deve ser vista como um compromisso permanente, no qual a capacitação contínua dos profissionais é essencial para garantir a correta aplicação dessas medidas e fomentar uma cultura de segurança nas instituições de saúde e garantindo a segurança tanto dos trabalhadores quanto dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. ALSHABI YA, et al. Knowledge regarding ionizing radiation exposure safety among orthopedic surgeons at hospitals in Al-Madinah. Cureus, 2022; 14: 10.
2. BARBOSA HB, SILVA AMMD. Perception of Orthopedic Surgeons about the Risks of Radiation Exposure in Fluoroscopy. Revista Brasileira de Ortopedia, 2022; 57(04): 546-551.
3. BRASIL. Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear. NORMA CNEN NN 3.01 de abril de 2024. Disponível: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf. Acessado em: 28 de abril de 2025.
4. BRASIL. Ministério do Trabalho. Gabinete do Ministro. Portaria n.º 3.214, 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 127, p. 1, 6 jul. 1978. Suplemento. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/1978/portaria_3-214_aprova_as_nrs.pdf. Acesso em: 5 de julho de 2025.
5. BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Norma CNEN NN 3.01 de 28 de março de 2024. Dispõe sobre os princípios gerais e requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e do meio ambiente e para a segurança radiológica das fontes de radiação ionizante. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf. Acesso em: 05 de julho de 2025.
6. BRASIL. Norma Regulamentadora No. 32 (NR-32). 2005. Disponível: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-32-atualizada-2022-2.pdf. Acessado em: 24 de março de 2025.
7. BUKHARY HA, et al. Assessment of knowledge and awareness regarding radiation safety and fluoroscopy use among orthopedic surgeons in Saudi Arabia. Journal of Musculoskeletal Surgery and Research, 2021; 5: 35.
8. CHARTIER H, et al. Occupational low-dose irradiation and cancer risk among medical radiation workers. Occupational Medicine, 2020; 70(7): 476-484.
9. CHOU LB, et al. Increased prevalence of breast and all-cause cancer in female orthopaedic surgeons. JAAOS Global Research & Reviews, 2022; 6(5): e22.
10. CUENCA C, et al. Are orthopedic surgeons exposed to excessive eye irradiation? A prospective study of lens irradiation in orthopedics and traumatology. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2019; 105(3): 569-572.
11. DEL ROSARIO M, MIKHAIL M. The World Health Organization Global Initiative on Radiation Safety in Healthcare Settings. Radiation Protection in Medical Imaging and Radiation Oncology. Series: Series in Medical Physics and Biomedical Engineering, 2015; 325-340.
12. FALAVIGNA A, et al. Knowledge and attitude regarding radiation exposure among spine surgeons in Latin America. World Neurosurgery, 2018; 112: e823-e829.
13. GAYTÁN-FERNÁNDEZ S, et al. Exposición a radiación ionizante en médicos residentes de ortopedia en un hospital de referencia. Cirugía y cirujanos, 2023; 91(1): 64-72.
14. GONÇALVES FDS. 100 anos de acidentes envolvendo radiação: Uma análise histórico-científica dos principais eventos. 2023.
15. HAK DJ. Radiation exposure during intramedullary nailing. Injury, 2017; 48: S26-S29.
16. HAMADA N, et al. An update on effects of ionizing radiation exposure on the eye. The British Journal of Radiology, 2020; 93(1115): 20190829.
17. HIJIKATA Y, et al. Protective attitudes toward occupational radiation exposure among spine surgeons in Japan: an epidemiological description from the survey by the Society for Minimally Invasive Spinal Treatment. Medicina, 2023; 59(3): 545.
18. HUHN A, et al. Implementação do programa de proteção radiológica: olhar da equipe de saúde atuante em um serviço de radiologia. Texto & Contexto - Enfermagem, 2017; 26: e5370015.

19. KANG S, et al. Radiation exposure and fluoroscopically-guided interventional procedures among orthopedic surgeons in South Korea. Journal of Occupational Medicine and Toxicology, 2020; 15: 1-9.
20. KAPLAN DJ, et al. Intraoperative radiation safety in orthopaedics: a review of the ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principle. Patient Safety in Surgery, 2016; 10: 1-7.
21. LEYTON F, et al. Riscos da Radiação X e a Importância da Proteção Radiológica na Cardiologia Intervencionista: Uma Revisão Sistemática. Revista Brasileira de Cardiologia Invasiva, 2014; 22(1): 87-98.
22. METTLER JRFA, et al. Patient exposure from radiologic and nuclear medicine procedures in the United States: procedure volume and effective dose for the period 2006–2016. Radiology, 2020; 295: 2: 418-427.
23. PAPENDORP LWV, et al. O conhecimento, a conscientização e as práticas de segurança radiológica entre cirurgiões ortopédicos. SA Journal of Radiology, 2020; 24: 1.
24. PIRES RE, et al. The hidden risk of ionizing radiation in the operating room: a survey among 258 orthopaedic surgeons in Brazil. Patient Safety in Surgery, 2020; 14: 1-7.
25. RAPOSO JAA, et al. Avaliação da utilização de equipamentos de proteção individual em trabalhadores expostos a radiação ionizante num centro hospitalar universitário português. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, 2020; 20(2): 240-248.
26. RAZA M, et al. Radiation in orthopaedics (RIO) study: a national survey of UK orthopaedic surgeons. The British Journal of Radiology, 2021; 94: 1125: 20210736.
27. RÜHM W, et al. Cancer risk following low doses of ionising radiation – Current epidemiological evidence and implications for radiological protection. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2022; 873: 503436.
28. SHARMA D, et al. Radiation Protection in Orthopaedic Surgery: A Regional Survey. Cureus, 2024; 16: 11.
29. SHETH B, et al. Are Indian orthopaedic surgeons aware of the health hazards of radiation exposure? A survey and review on awareness and ways to mitigate them. Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 2022; 32: 101982.
30. TROISI K, FERREIRA N. Radiation exposure to orthopaedic registrars in the Pietermaritzburg Metropolitan Complex. SA Orthopaedic Journal, 2016; 15(2): 38-42.