

Riscos associados à exposição à radiação ionizante na prática anestésica: avanços, desafios e normativas de proteção no Brasil

Risks associated with exposure to ionizing radiation in anesthetic practice: advances, challenges, and protection regulations in Brazil

Riesgos asociados con la exposición a la radiación ionizante en la práctica anestésica: avances, desafíos y normativas de protección en Brasil

DOI: 10.5281/zenodo.14690413

Recebido: 02 jan 2025

Aprovado: 13 jan 2025

Elielson Felix Gonçalves

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-5694-4505>

E-mail: elielsonmedi@gmail.com

Armando Costa Neto

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Universidade Potiguar (UnP)

Endereço: (Natal – Rio Grande do Norte, Brasil)

E-mail: armandocostaneto@gmail.com

Adna Cândido Nogueira

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: adnacandido@hotmail.com

Paulo Ricardo Lemos Paiva Filho

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: paulodontosl@gmail.com

Maria Fernanda Baía Veloso

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: fernandabveloso@gmail.com

Ana Clara Fernandes Diógenes

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: claradiogenesmed@gmail.com

Ashley Kessy de Sousa Lira

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: ashleykessysl@gmail.com

Ivna Naftali de Carvalho

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: ivna.carvalho@famene.com.br

Patrícia Silva dos Santos

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: patriciasantos_04@yahoo.com.br

Bruna Surlane Rodrigues de Almeida

Graduanda em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: brunaalend@gmail.com

André de Sousa Leal Neto

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: andrelealoficial@hotmail.com

Julian de Assis Almeida

Graduando em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: julianassis53@gmail.com

Marcos Vinícius Guimarães Oliveira

Graduado em Medicina

Instituição de formação: Universidade Potiguar (UnP)

Endereço: (Natal – Rio Grande do Norte, Brasil)

E-mail: lampiaodowf@gmail.com

Caio Alberto Nóbrega dos Santos

Graduado em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: nobregacaio88@hotmail.com

Pamela Valeska Nóbrega Soares

Graduada em Medicina

Instituição de formação: Afya Faculdade de Ciências Médicas da Paraíba (FCM)

Endereço: (Cabedelo – Paraíba, Brasil)

E-mail: pamelavaleskanobrega@gmail.com

Ana Letícia Fernandes Lira

Graduada em Medicina

Instituição de formação: Faculdade de Medicina Nova Esperança (FAMENE)

Endereço: (João Pessoa – Paraíba, Brasil)

E-mail: analeticiaflira@gmail.com

RESUMO

A descoberta e o uso da radiação ionizante, especialmente dos raios-X, proporcionaram diversos avanços à medicina contemporânea, sobretudo em aplicações relacionadas à identificação e ao tratamento de doenças. Embora os benefícios proporcionados pela radiação ionizante sejam incontestáveis, a conscientização sobre os riscos associados a essa tecnologia para os sistemas biológicos ainda é insuficiente entre os profissionais de saúde. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar os riscos relacionados à exposição à radiação ionizante na prática anestésica, com foco nos impactos para a saúde dos anestesiológicos, além de explorar as estratégias de proteção radiológica disponíveis e as normativas de regulamentação vigentes no Brasil. A crescente demanda por procedimentos que utilizam radiação ionizante na prática anestésica exemplifica a complexidade dos avanços tecnológicos em saúde, uma vez que, ao mesmo tempo em que traz benefícios diagnósticos e terapêuticos, também apresenta riscos ocupacionais a longo prazo, como os efeitos determinísticos (catarata, vermelhidão da pele, perda de cabelo, hipotireoidismo, infertilidade e, em casos graves, danos hematológicos, gastrointestinais e cerebrais) e estocásticos (doenças genéticas e desenvolvimento de neoplasias malignas). Além disso, apesar de diretrizes existentes, como a Norma Regulamentadora 32 e as recomendações internacionais, oferecerem um arcabouço teórico para mitigar esses riscos, sua aplicação prática ainda enfrenta desafios, como a falta de treinamento adequado, uso insuficiente de equipamentos de proteção individual e falhas na fiscalização.

Palavras-chave: Anestesiologia, Radiação ionizante, Riscos ocupacionais, Proteção radiológica.

ABSTRACT

The discovery and use of ionizing radiation, especially X-rays, have provided significant advancements in contemporary medicine, particularly in applications related to the identification and treatment of diseases. Although the benefits provided by ionizing radiation are undeniable, awareness of the risks associated with this technology to biological systems remains insufficient among healthcare professionals. In this context, the present study aimed to analyze the risks related to exposure to ionizing radiation in anesthetic practice, focusing on the impacts on anesthesiologists' health, as well as exploring the available radiological protection strategies and the regulatory standards in force in Brazil. The growing demand for procedures involving ionizing radiation in anesthetic practice exemplifies the complexity of technological advancements in healthcare, as it simultaneously brings diagnostic and therapeutic benefits while posing long-term occupational risks, such as deterministic effects (cataracts, skin redness, hair loss, hypothyroidism, infertility, and in severe cases, hematological, gastrointestinal, and cerebral damage) and stochastic effects (genetic disorders and the development of malignant neoplasms) caused by ionizing radiation. Moreover, despite existing guidelines, such as Regulatory Standard 32 and international recommendations, offering a theoretical framework to mitigate these risks, their practical application still faces challenges, including insufficient training, inadequate use of personal protective equipment, and lack of proper oversight.

Keywords: Anesthesiology, Ionizing radiation, Occupational risks, Radiological protection.

RESUMEN

El descubrimiento y el uso de la radiación ionizante, especialmente los rayos X, han proporcionado importantes avances en la medicina contemporánea, particularmente en aplicaciones relacionadas con la identificación y el tratamiento de enfermedades. Aunque los beneficios de la radiación ionizante son innegables, la conciencia sobre los riesgos asociados con esta tecnología para los sistemas biológicos sigue siendo insuficiente entre los profesionales de la salud. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar los riesgos relacionados con la exposición a la radiación ionizante en la práctica anestésica, centrándose en los impactos en la salud de los

anestesiólogos, además de explorar las estrategias de protección radiológica disponibles y las normativas regulatorias vigentes en Brasil. La creciente demanda de procedimientos que utilizan radiación ionizante en la práctica anestésica ejemplifica la complejidad de los avances tecnológicos en la salud, ya que, al tiempo que aporta beneficios diagnósticos y terapéuticos, también presenta riesgos ocupacionales a largo plazo, como los efectos deterministas (cataratas, enrojecimiento de la piel, caída del cabello, hipotiroidismo, infertilidad y, en casos graves, daños hematológicos, gastrointestinales y cerebrales) y estocásticos (trastornos genéticos y desarrollo de neoplasias malignas) provocados por la radiación ionizante. Además, a pesar de la existencia de directrices como la Norma Reguladora 32 y las recomendaciones internacionales que ofrecen un marco teórico para mitigar estos riesgos, su aplicación práctica sigue enfrentando desafíos, como la falta de formación adecuada, el uso insuficiente de equipos de protección personal y las deficiencias en la supervisión.

Palabras clave: Anestesiología, Radiación ionizante, Riesgos ocupacionales, Protección radiológica.

1. INTRODUÇÃO

A medicina contemporânea tem avançado com base em descobertas e inovações tecnológicas. Entre esses avanços, destaca-se o uso da radiação ionizante, especialmente dos raios-X, para aplicações diagnósticas e terapêuticas (Eufrásio *et al.*, 2013). A radiação pode ser definida como uma forma de energia de um ponto ao outro, seja eletromagneticamente ou através de um meio físico, de forma mecânica (Chen e Whitlow, 2012; Fonseca; Oliveira; Pereira, 2009; Kim *et al.*, 2017).

O progresso tecnológico também possibilitou o desenvolvimento de intervenções médicas que reduzem a dependência de procedimentos cirúrgicos como única abordagem terapêutica. Um exemplo claro dessa evolução é a radiologia intervencionista, que emprega técnicas e procedimentos minimamente invasivos para diagnóstico e tratamento de várias patologias (Chen e Whitlow, 2012).

Com o aumento da utilização da radiologia intervencionista, também cresce a necessidade da aplicação da anestesiologia no auxílio a essa área de atuação. Essa demanda inclui procedimentos como a sedação procedimental, a sedação profunda, cuidados com anestesia monitorada e, em alguns casos, a anestesia geral em salas de radiologia intervencionista (Kim *et al.*, 2017). Contudo, embora a radiologia intervencionista ofereça vantagens à saúde do paciente em comparação com procedimentos cirúrgicos tradicionais, e a anestesiologia seja indispensável em determinados cenários dessa prática, essa atividade tem como consequência a exposição desses profissionais à radiação em sua rotina diária (Dagal, 2011).

Apesar dos benefícios incontestáveis que a radiação ionizante proporcionou à medicina por meio de suas diversas formas de aplicação, a conscientização sobre os riscos associados a essa tecnologia para os sistemas biológicos costuma ser insuficiente entre os médicos (Wong, 2020). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar os riscos associados à exposição à radiação ionizante na prática anestésica, com ênfase nos impactos para a saúde dos anestesiologistas, bem como nas estratégias de proteção radiológica disponíveis e nas normativas de regulamentação aplicadas no Brasil.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, que permite, por meio da análise dos estudos selecionados, alcançar o objetivo proposto pelos autores, servindo como base para a consulta de informações a partir da sistematização dos dados relacionados à exposição à radiação ionizante na prática anestésica.

Para a realização da pesquisa, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE/PubMed) e Google Acadêmico. A busca foi realizada com os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), combinados entre si com o uso dos operadores booleanos AND e OR. Os descritores utilizados foram: "Anestesiologia" (Anesthesiology), "Radiação Ionizante" (Ionizing Radiation), "Riscos Ocupacionais" (Occupational Risks) e "Proteção Radiológica" (Radiation Protection).

Foram incluídos artigos completos e acessíveis gratuitamente, sem restrição temporal, em português, inglês ou espanhol, que abordassem os riscos relacionados à exposição à radiação ionizante na prática anestésica, as medidas de proteção radiológica, os desafios na implementação de normas e os impactos à saúde dos profissionais. Já os critérios de exclusão foram: artigos duplicados ou que não apresentassem concordância com o objetivo da pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Principais fontes de exposição à radiação ionizante

Atualmente, os serviços de anestesiologia têm sido cada vez mais requisitados para a realização de procedimentos invasivos e não invasivos, desempenhando um papel importante na imobilização e no conforto dos pacientes. Essa abordagem é particularmente indicada em casos de ansiedade, claustrofobia, condições médicas que dificultem a permanência imóvel durante o procedimento, bem como em situações envolvendo bebês, crianças e adolescentes que não conseguem permanecer estáticos ou seguir comandos (Medrado e Pustilnik, 1995).

A fluoroscopia é um exame que emprega radiação ionizante através de um aparelho denominado fluoroscópio, que serve para obtenção de imagens dinâmicas em tempo real com vista em auxiliar no diagnóstico ou tratamento de enfermidades (Detorie; Mahesh; Schueler, 2007). De acordo com Detorie, Mahesh e Schueler (2007) esse procedimento se torna mais seguro à medida que o trabalho em equipe é

feito de forma adequada. Destacando-se o papel do anestesista na monitorização dos sinais vitais e nível de sedação do paciente, permitindo que o exame seja realizado sem muitas interferências (Medeiros, 2010).

A tomografia computadorizada, por sua vez, baseia-se na utilização de raios-X para produzir imagens em diferentes planos anatômicos, sendo amplamente empregada na avaliação diagnóstica de diversas condições médicas (Amaro Júnior e Yamashita, 2001). Em casos onde o paciente apresenta dificuldade de cooperação para posicionamento no equipamento, torna-se necessária a sedação, um cenário que exige a presença do anestesiológico devido à sua experiência e maior grau de habilidade no controle dos níveis de sedação e na manutenção das vias aéreas (Medrado e Pustilnik, 1995). Estima-se que sejam realizadas anualmente nos Estados Unidos bem mais de 60 milhões de tomografias computadorizadas (Dagal, 2011).

Procedimentos realizados na sala de hemodinâmica, como cateterismo, arteriografias, angioplastias, embolização, entre outros, podem requerer o uso de dois tipos de anestesia: anestesia local, para anestesiar a pele e minimizar a dor durante a inserção da agulha ou cateter, e sedação profunda ou anestesia geral, para garantir que o paciente não fique agitado e não atrapalhe o procedimento (Medeiros, 2010). Esses métodos de intervenção envolvem a utilização de radiação ionizante, trazendo riscos à saúde dos profissionais envolvidos, especialmente ao anestesiológico, que participa diretamente e precisa permanecer no local de exposição para monitorar o paciente (Maghsoudi *et al.*, 2017).

3.2 Riscos associados à exposição

A exposição à radiação ionizante tem a capacidade de promover nos tecidos irradiados a formação de partículas denominadas de radicais livres, essas moléculas interagem com a dupla-hélice do DNA celular causando danos em sua composição (Volquind *et al.*, 2013). Essa interação pode causar prejuízo a funcionalidade da célula, gerando efeitos determinísticos ou levando a alterações hereditárias e induzindo malformações malignas (efeitos estocásticos) (Peck e Samei, 2017).

Os efeitos determinísticos estão relacionados com a morte celular e tem como principais representantes: problemas oculares (catarata), vermelhidão da pele, perda de cabelo, morte celular da pele com cicatrização, comprometimento da função da glândula tireoide (hipotireoidismo), infertilidade e, em casos mais severos, diminuição da produção de células sanguíneas, perda do revestimento da mucosa gastrointestinal e degeneração cerebral (Peck e Samei, 2017).

Os efeitos estocásticos estão ligados à problemas na codificação do DNA celular, intensificando a ocorrência de mutações, translocações cromossômicas e fusões gênicas, que estão relacionadas ao surgimento de alterações genéticas (exposição à radiação das células germinativas) e ao desenvolvimento

de neoplasias malignas (Guedes, 2011; Volquind *et al.*, 2013).

O risco de desenvolvimento de câncer é o fator mais preocupante da exposição à radiação, posto que sua influência já é documentada em uma ampla gama de estudos na literatura (Maghsoudi *et al.*, 2017). Essa relação é clara em doses elevadas de radiação, no entanto é complexa e difícil de ser estabelecida em exposições menores (Peck e Samei, 2017). Algumas evidências experimentais já trazem a relação entre a exposição contínua à radiação ionizante, mesmo que em doses pequenas, com o surgimento de tumores malignos (Medeiros *et al.*, 2010).

De acordo com Duval Neto (2018), existe uma série de riscos no que diz respeito à exposição de anestesiológicos a radiação, sendo estes divididos em: fatores modificáveis (como a duração da exposição, a distância do equipamento transmissor de radiação, o uso de barreira protetora, o conhecimento da equipe acerca do tema e monitorização) e fatores não modificáveis (as características individuais do paciente e a complexidade e peculiaridades da enfermidade sendo tratada). Os fatores modificáveis em especial apontam para a necessidade da aplicação de uma área essencial a atuação da anestesiologia em contextos radiológicos: a proteção radiológica.

3.3 Radioproteção

Quando uma solução traz consigo riscos associados, é necessário que sejam desenvolvidas estratégias para minimizar essa periculosidade. A proteção radiológica ou radioproteção é o campo que envolve as estratégias necessárias para a prevenção de danos gerados pelo uso de radiação em pessoas e no ambiente (Batista *et al.*, 2019). O objetivo mais abrangente da proteção radiológica é fornecer condições adequadas que resguardem o bem-estar tanto dos profissionais da saúde quanto dos pacientes, ao mesmo tempo, sem renunciar aos benefícios da utilização da radiação para fins diagnósticos e de tratamento (ICRP, 2007). Além disso, a radioproteção tem como metas evitar os efeitos determinísticos causados quando a dose de radiação excede o limiar determinado e reduzir a probabilidade de efeitos estocásticos (Natale, 2015).

A proteção radiológica também segue três princípios-chave: o princípio da justificação (a decisão de alterar a exposição à radiação deve ser mais benéfica que maléfica, possuindo benefícios reais a saúde que compensem os danos causados); o princípio da otimização (a exposição, o número de sujeitos expostos e a magnitude da dose de radiação devem ser mantidos ao mínimo possível para aquela situação); e o princípio da limitação da dose individual (a exposição individual considerando todos os procedimentos radiológicos está sujeita a limites pré-estabelecidos) (ICRP, 2007; Natale, 2015).

No tocante a minimização da exposição, destaca-se a necessidade do balanceamento de riscos e

benefícios, para isso o médico deve avaliar as condições clínicas do paciente, a disponibilidade de equipamentos, profissionais com competência técnica para operar o maquinário e a possibilidade de substituir por exames que não envolvam radiação ionizante (como ultrassom, ressonância magnética, entre outros) (Peck e Samei, 2017).

De acordo com a Norma Regulamentadora nº 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, para todos os indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante é necessário a realização dos exames: Hemograma Completo e Contagem de Plaquetas, sendo esses realizados no momento da admissão no serviço e com manutenção semestral, servindo para prevenção e rastreamento de danos à saúde do trabalhador (Brand, Fontana e Santos, 2011; Brasil, 1996).

Outra subdivisão relevante são os tipos de exposição à radiação. São elas: a exposição ocupacional (resultante da atividade de trabalho e/ou de treinamento, com exceção de fontes naturais de radiação), a exposição médica (de pacientes, sujeitos que acompanham voluntariamente o procedimento para fins diagnósticos ou de tratamento, ou de pesquisadores) e exposição do público (aquelas não contempladas nas duas situações mencionadas anteriormente) (Brasil, 2005a; Natale, 2015).

3.4 Normas de Proteção Radiológica no Brasil

No contexto brasileiro, as diretrizes de proteção radiológica advêm de múltiplas fontes: as “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica” (NN 3.01), desenvolvidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e atualizadas em 2005; a Portaria nº 453 de 1998 “Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico”; e a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 611. Além destas, a Norma Regulamentadora 32 (NR-32) de 2005 do Ministério do Trabalho acerca da segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde traz algumas diretrizes acerca da radioproteção.

A NN 3.01 está dividida em sete seções (Brasil, 2005a). De forma concisa, são elas:

1. Objetivo e campo de aplicação: destaca que o objetivo do texto é estabelecer diretrizes básicas de proteção radiológica, além de especificar os campos específicos a qual essa norma se aplica;
2. Generalidades: traz uma lista de Posições Regulatórias (PR) que complementam a norma;
3. Definições e siglas: aponta alguns termos e siglas utilizados no decorrer da norma, e o que estes significam (e.g. dose absorvida, dose evitável);
4. Responsabilidades gerais em práticas e intervenções: destaca as responsabilidades de titulares e empregadores quanto a implementação da norma e de um sistema geral que busque a proteção radiológica naquele contexto;

5. Requisitos para práticas: aponta exigências referentes a prática, divididas em requisito fundamental (estar em conformidade com a norma); gerais (*e.g.* manter condições de segurança adequadas); administrativos (*e.g.* aqueles envolvidos na prática devem ser devidamente licenciados através de submissão de requerimento à CNEN); de proteção radiológica (*e.g.* princípio da justificação); de gestão (*e.g.* fomentar uma cultura de proteção radiológica); de verificação de proteção radiológica (*e.g.* monitoração das fontes); exposição ocupacional (regras para empregadores e profissionais); classificação de áreas; monitoração; saúde ocupacional; registros ocupacionais; controle de visitantes; exposição médica; e exposição do público;
6. Requisitos para intervenção: dispõe diretrizes para ações protetoras e situações de emergência;
7. Disposições transitórias: destaca o período estabelecido para instalações se adequarem a norma.

Já a portaria nº 453 é amplamente baseada nas diretrizes estabelecidas pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) na época (Natale, 2015). Ela objetiva proteger a saúde dos envolvidos na utilização de raios-X com fins diagnósticos e de intervenção (Matos, 2018). Alguns tópicos abordados na portaria são os requisitos operacionais e organizacionais (*e.g.* a estruturação da equipe), a qualificação profissional para a operação dos equipamentos e a obrigação da implementação de treinamentos anuais que abordem, no mínimo: procedimentos de operação de equipamentos, uso de vestimenta de proteção individual, procedimentos de minimização de exposição, uso de dosímetros individuais, processamento radiográfico e dispositivos legais (Brasil, 1998).

Recentemente, essa portaria foi atualizada através da Resolução 611/22, onde a principal mudança em comparação a legislação original é a regulação dos serviços de teleradiologia (Brasil, 2022). Também foram ressaltados os níveis anuais de dose equivalente (0,5 mSv para áreas livres e 5 mSv em áreas controladas), e incorporadas recomendações adicionais acerca da Proteção Radiológica (Brasil, 2022).

A RDC nº 611 estabelece diretrizes para a organização e funcionamento dos serviços de radiologia diagnóstica/ intervencionista, assim como regulamenta o controle da exposição dos profissionais de saúde a radiação ionizante (Brasil, 2019). Na seção IV dessa resolução é ressaltado os aspectos a proteção radiológica, como: realizar os procedimentos de acordo com os princípios da justificação, otimização, limitação da dose e da prevenção de acidentes; exposições ocupacionais não devem ultrapassar os limites estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear; deve-se avaliar de forma contínua as condições de trabalho, classificar e sinalizar os ambientes com o intuito de controlar o acesso de pessoas; medidas de vigilância e monitoramento como o uso obrigatório do dosímetro individual (Brasil, 2019).

Por sua vez, q seção 32.4, “Das radiações ionizantes”, da NR-32, também traz informações relevantes para o tema. Dentre elas estão: a obrigatoriedade da disposição do Plano de Proteção Radiológica

atualizado no ambiente de trabalho; a disponibilidade de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para os trabalhadores que exerçam funções em áreas com fonte de radiação ionizante, bem como a monitoração mensal da dose individual quando essa exposição é ocupacional; a implementação de medidas de proteção coletiva quanto aos riscos associados à radiação; a existência de um serviço de proteção radiológica em toda instalação radioativa, que deve ser devidamente sinalizada e classificada; dentre outras (Brasil, 2005b).

3.5 Risco Profissional Relativo à Exposição Radiológica

Com relação à exposição especificamente de anestesiológicas à radiação, Guedes (2011) destaca três fatores de risco principais: a exposição prolongada, a ausência de meios de proteção e dispositivos médicos deficientes. Para combatê-los, os profissionais da anestesiologia podem utilizar três tipos principais de proteção contra à radiação: a blindagem das paredes (com espessura mínima de 0,5 mm de chumbo ou equivalente), dos equipamentos e do pessoal (através de escudos, aventais e protetor de tireoide, por exemplo) (Duval Neto, 2018).

Os resultados de Mohapatra e colaboradores (2013) apontam que a dose recebida por esse profissional é alta em comparação com outros exercendo atividades similares. Desse modo, destaca-se a necessidade da revisão de direitos trabalhistas referentes à exposição à radiação, de forma a investigar os níveis de exposição de profissionais da saúde no contexto brasileiro.

A Orientação Jurisprudencial nº 345 da SDI-1 do Tribunal Superior do Trabalho afirma que a exposição do empregado à radiação ionizante ou à substância radioativa apoia o benefício do adicional de periculosidade (Brasil, 2005c). O valor corresponde a uma quantia adicional de 30% do salário, devido aos riscos à saúde do trabalhador (Brasil, 1943). Apesar desse perigo existente, não só para o profissional da anestesiologia, mas para outros profissionais da saúde envolvidos com atividades de exposição à radiação, no que concerne a direitos trabalhistas, as legislações existentes não abrangem esse público: apenas técnicos em radiologia são considerados para o recebimento de adicional de insalubridade e regras de aposentadoria especial (Brasil, 1985).

A partir dessa discussão, é possível observar que diretrizes apropriadas para a proteção radiológica existem, inclusive em território nacional. Contudo, como apontado pelos resultados de Batista e colaboradores (2019), muitos profissionais indicam uma deficiência na formação no que diz respeito ao tema, além da falta de disponibilidade das normas ou formação complementar no ambiente de trabalho.

4. CONCLUSÃO

A crescente demanda por procedimentos que utilizam radiação ionizante na prática anestésica exemplifica a complexidade dos avanços tecnológicos em saúde, uma vez que, ao mesmo tempo em que traz benefícios diagnósticos e terapêuticos, também apresenta riscos ocupacionais a longo prazo, como os efeitos determinísticos e estocásticos já apresentados ao longo deste trabalho. Além disso, apesar de diretrizes existentes, como a Norma Regulamentadora 32 e as recomendações internacionais, oferecerem um arcabouço teórico para mitigar esses riscos, sua aplicação prática ainda enfrenta desafios, refletindo a necessidade de maior investimento em educação continuada e fiscalização.

REFERÊNCIAS

AMARO JÚNIOR, E.; YAMASHITA, H. Aspectos básicos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 23, n. 1, p. 2–3, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-44462001000500002>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BATISTA, V.; Radiological protection in the perspective of health professionals exposed to radiation. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 1, p. 12–19, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/reben/a/5sKySsS4WRHqkXNgX9xzMFR/?format=pdf&lang=pt#:~:text=O%20conceito%20amplo%20de%20radioprote%C3%A7%C3%A3o,do%20ac%C3%BAmulo%20de%20cargas%20repetidas>>. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRAND, C. I.; FONTANA, R. T.; SANTOS, A. V. A saúde do trabalhador em radiologia: algumas considerações. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 20, n. 1, p. 68–75, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-07072011000100008>>. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 611, de 9 de março de 2022. **Estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista e regulamenta o controle das exposições médicas, ocupacionais e do público decorrentes do uso de tecnologias radiológicas diagnósticas ou intervencionistas**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. **Aprova a consolidação das leis do trabalho**. Lex: coletânea de legislação: edição federal, São Paulo, v. 7, 1943. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Lei nº 7.394, de 29 de outubro de 1985. **Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico em Radiologia e dá outras providências**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 30 out. 1985. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7394.htm>. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Radioproteção. **CNEN-NN-3.01 – Diretrizes básicas de proteção radiológica**, 2005a. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra%20norma.asp?op=301>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SVS/MS nº 453, de 1º de junho de 1998. **Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico e dispõe sobre o uso de raios-X diagnósticos em todo território nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 jun. 1998. Disponível em: <https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Portaria_453.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 8, de 8 de maio de 1996. **Altera a Norma Regulamentadora NR-7 – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 8202, 13 maio 1996. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/1996/portaria_8_altera_nr_07_e_nr_28.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora nº 32: Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde.** Brasília, DF, 16 nov. 2005b. Seção 1. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-32.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BRASIL. Tribunal Superior do Trabalho. **Orientação Jurisprudencial nº 345 da Subseção I Especializada em Dissídios Individuais.** Diário da Justiça da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jun. 2005c. Seção 1, p. 620. Disponível em: <https://juslaboris.tst.jus.br/bitstream/handle/20.500.12178/16328/2005_oj0345.pdf?sequence=1&isAlloWed=y>. Acesso em: 11 jan. 2025.

CHEN, M.; WHITLOW, C. Escopo da imagem diagnóstica. In: CHEN, M.; WHITLOW, C. (Orgs.). **Radiologia básica.** 2. ed. São Paulo: AMGH, 2012. p. 10–25.

DAGAL, A. Radiation safety for anesthesiologists. **Current Opinion in Anaesthesiology**, v. 24, n. 4, p. 445–450, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1097/aco.0b013e328347f984>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

DETORIE, N.; MAHESH, M.; SCHUELER, B. A. Reducing occupational exposure from fluoroscopy. **Journal of the American College of Radiology**, v. 4, n. 5, p. 335–337, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2007.01.018>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

DUVAL NETO, G. Riscos ocupacionais em anestesiologia. In: MANICA, J. (Org.). **Anestesiologia: princípios e técnicas.** Porto Alegre: Artmed, 2018. p. 183–197.

EUFRÁSIO, S. *et al.* Risco da exposição à radiação ionizante durante procedimentos endovasculares. **Angiologia e Cirurgia Vascular**, v. 9, n. 3, p. 84–89, 2013. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s1646-706x\(13\)70005-3](https://doi.org/10.1016/s1646-706x(13)70005-3)>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FONSECA, N. M.; OLIVEIRA, C. R. D.; PEREIRA, E. Exposição ocupacional a radiações. In: ASSAD, J. *et al.* (Orgs.). **Curso de educação a distância em anestesiologia.** 9. ed. Rio de Janeiro: SBA, 2009. p. 29–45.

GUEDES, A. Riscos profissionais em anestesiologia. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 21, n. 2, suppl. 3, p. 41–49, 2011. Disponível em: <<https://rmmg.org/artigo/detalhes/877>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). **The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP, Oxford: Pergamon Press, 2007. Disponível em: <<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>>. Acesso em: 10 jan. 2025.

KIM, H. *et al.* Use of anesthesiology services in radiology. **Anesthesiology Clinics**, v. 35, n. 4, p. 601–610, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anclin.2017.07.005>>. Acesso em: 23 dez. 2024.

MAGHSOUDI, B. *et al.* Evaluation of radiation exposure pattern and radiation absorbed dose resulting from occupational exposure of anesthesiologists to ionizing radiation. **Journal of Biomedical Physics and Engineering**, v. 7, n. 3, p. 271–278, 2017. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5654133/>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MATOS, M. **A proteção radiológica e o conhecimento dos trabalhadores que atuam na neurorradiologia intervencionista**. 2018. 61 p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Proteção Radiológica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/522/TCC%20MARLICIA%20MATOS.pdf?squence=1>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MEDEIROS, F. R. *et al.* Exposição à radiação ionizante na sala de hemodinâmica. **Revista Brasileira de Cardiologia Invasiva**, v. 18, n. 3, p. 316–336, 2010.

MEDRADO, V. C.; PUSTILNIK, A. G. Anestesia para tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 45, p. 15–19, 1995.

MOHAPATRA, A. *et al.* Radiation exposure to operating room personnel and patients during endovascular procedures. **Journal of Vascular Surgery**, v. 58, n. 3, p. 702–709, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.02.032>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

NATALE, S. **Proteção radiológica e dosimetria: efeitos genéticos e biológicos, principais cuidados e normas de segurança**. São Paulo: Érica, 2015.

PECK, D. J.; SAMEI, E.. How to understand and communicate radiation risk. **Image Wisely**, 2017. Disponível em: <<https://www.imagewisely.org/Imaging-Modalities/Computed-Tomography/How-to-Understand-and-Communicate-Radiation-Risk>>. Acesso em: 17 dez. 2024.

WONG, D. Radiação ionizante e o anestesista. **Anaesthesia Tutorial of the Week**, n. 429, 28 jul. 2020. Disponível em: <<https://www.sbahq.org/wp-content/uploads/2022/12/RadiacaoIonizante-e-o-Anestesista.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2025.