

Exposição radiológica ocupacional e incumprimento das normas de proteção: Implicações jurídicas para as instituições de saúde

Occupational radiation exposure and non-compliance with safety standards: Legal implications for healthcare institutions

[10.29073/j2.v9i1.1136](#)

Recebido: 01 de março de 2026.

Aprovado: 04 de abril de 2026.

Publicado: 08 de abril de 2026.

Autor/a: Abílio Azevedo , Universidade do Porto, up201909409@edu.fe.up.pt.

Resumo

O aumento exponencial do uso de radiação ionizante nas aplicações médicas intensificou a exposição ocupacional, transformando a segurança radiológica num dever legal e institucional intransferível no âmbito da gestão hospitalar. Apesar da existência de um enquadramento normativo rigoroso, consagrado na Diretiva 2013/59/Euratom, no Decreto-Lei n.º 108/2018 e na Lei n.º 102/2009, a evidência científica documenta falhas generalizadas no cumprimento das normas de proteção radiológica, nomeadamente na monitorização individual, no uso de equipamentos de proteção e na formação profissional.

O presente estudo tem como objetivo analisar criticamente a evidência científica disponível sobre a exposição radiológica ocupacional e a discussão das consequências jurídicas associadas à gestão inadequada deste risco. Nesse sentido, foi realizada uma análise de abordagem teórico-normativa, baseada na revisão crítica e seletiva da literatura. Ficou demonstrado que o incumprimento é predominantemente um fenómeno sistémico e organizacional, resultante de falhas na gestão de recursos, na cultura de segurança institucional e na liderança, e não apenas da negligência individual dos profissionais.

O quadro jurídico português e europeu atribui à entidade empregadora a responsabilidade primária e não delegável pela proteção dos trabalhadores, sendo o seu incumprimento passível de gerar responsabilidade civil, laboral e administrativa. Destaca-se ainda o papel preventivo do direito, cuja função ultrapassa a mera dimensão sancionatória, contribuindo para a influência das práticas clínicas e organizacionais.

Conclui-se que a articulação entre a ciência e o direito é essencial para a promoção de ambientes de trabalho seguros, destacando a necessidade de abordagens integradas que reforcem a governação institucional e a cultura de segurança radiológica.

Palavras-Chave: Proteção Radiológica Ocupacional; Instituições de Saúde; Incumprimento Normativo; Responsabilidade Jurídica; Cultura de Segurança.

Abstract

The exponential increase in the use of ionizing radiation in medical applications has intensified occupational exposure, transforming radiological safety into an institutional and legal non-transferable duty within hospital management. Despite the existence of a rigorous regulatory framework, established in the Council Directive 2013/59/Euratom, Decree-Law No. 108/2018 and Law No. 102/2009, scientific evidence documents widespread failures in compliance with radiological protection standards, both in terms of individual monitoring and the use of protective equipment and professional training.

This study aims to critically analyze the available scientific evidence on occupational radiological exposure and discuss the legal consequences associated with the inadequate management of this risk. In this sense, a theoretical-normative approach analysis was carried out, based on a critical and selective review of the literature. It has been shown that non-compliance does not stem solely from individual negligence on the part of

professionals, but is predominantly a systemic and organizational phenomenon, resulting from failures in resource management, institutional safety culture, and leadership.

The Portuguese and European legal framework assigns primary and non-delegable responsibility for the protection of workers to the employer, and non-compliance may give rise to civil, labor, and administrative liability. The preventive role of law is also highlighted, whose function goes beyond the mere sanctioning dimension, contributing to the influence of clinical and organizational practices.

It is concluded that the articulation between science and law is essential for the promotion of safe work environments, highlighting the need for integrated approaches that strengthen institutional governance and the culture of radiological safety.

Keywords: Health Institutions; Legal Responsibility; Occupational Radiological Protection; Regulatory Non-Compliance; Safety Culture.

1. Introdução

A utilização de radiação ionizante nas aplicações médicas tem crescido de forma acentuada nas últimas décadas como resultado da expansão dos meios diagnósticos e terapêuticos, bem como pelo desenvolvimento tecnológico das modalidades de imagiologia (Agyeman et al., 2019). Para tal, a tomografia computadorizada assume um papel central neste cenário, sendo responsável por uma parte significativa da dose efetiva coletiva anual de radiação artificial, estimada em cerca de 67% do total (Bos et al., 2023). Ao mesmo tempo, o aumento da complexidade e frequência dos procedimentos de intervenção, como no caso específico da cardiologia, tem contribuído para uma exposição ocupacional cumulativa mais elevada entre determinados grupos de profissionais de saúde (Rose et al., 2018; Shaghghi et al., 2025).

Neste contexto, a exposição ocupacional à radiação ionizante surge como uma questão relevante do ponto de vista clínico. A evidência científica tem vindo a associar a exposição cerebral a um risco acrescido de neoplasias e doenças cerebrovasculares, sendo igualmente reportadas associações a patologias neurodegenerativas, como é o caso da doença de Parkinson e de demência (Hamada et al., 2026). Embora certos contextos clínicos apresentem níveis de risco reduzidos, como em exposições consideradas negligenciáveis, o carácter cumulativo da exposição ocupacional justifica uma análise mais aprofundada dos seus efeitos a longo prazo (Weiß et al., 2025).

Do ponto de vista organizacional, a gestão deste risco depende de sistemas eficazes de monitorização e da implementação consistente de medidas de proteção radiológica. Em diversos estudos é descrito que, em muitas instituições, as doses ocupacionais médias permanecem abaixo dos limites internacionais anuais de 20 mSv (Agyeman et al., 2019; Nassef & Kinsara, 2017; Salama et al., 2016). Ainda assim, a distribuição desigual da exposição, demonstra que o risco não é homogêneo e pode ser mitigado através de equipamentos de proteção adequados (Reeves et al., 2015; Shaghghi et al., 2025). A eficácia destas medidas está intrinsecamente ligada à existência de uma cultura de segurança radiológica, sendo sustentada pelo cumprimento do princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) e por programas de formação contínua (Rose et al., 2018; Vaz, 2015).

No entanto, apesar destes avanços, persistem fragilidades significativas. A literatura evidencia lacunas na formação em proteção radiológica, desconhecimento da legislação aplicável e perceções que tendem a desvalorizar o risco ocupacional, sobretudo em contextos onde é privilegiado o benefício imediato do paciente (Rose et al., 2018). Adicionalmente, a existência de incertezas científicas quanto aos efeitos das baixas doses de radiação, bem como limitações na investigação longitudinal, tendem a contribuir para o problema (Hamada et al., 2026; Weiß et al., 2025).

Deste modo, torna-se evidente uma lacuna relevante uma vez que, embora exista uma vasta produção científica relacionada com as temáticas da dosimetria e efeitos biológicos resultantes da exposição a radiação ionizante, permanece diminuta a articulação sistemática entre estes dados e as suas implicações jurídicas para as



instituições de saúde. Assim, para melhor definir o assunto, o presente artigo tem como objetivo analisar a exposição radiológica ocupacional em instituições de saúde e discutir as implicações jurídicas do incumprimento das normas de proteção, articulando a evidência científica disponível com o enquadramento normativo aplicável.

2. Nota Metodológica

O presente artigo adota uma análise teórico-normativa, baseada numa revisão crítica e seletiva da literatura científica, do enquadramento regulamentar europeu e português e de contributos relevantes no domínio da responsabilidade institucional. A seleção das fontes foi orientada pela sua pertinência, atendendo ao objetivo do estudo, privilegiando abordagens que articulam as dimensões científicas, organizacional e jurídica da proteção radiológica ocupacional em instituições de saúde. Foram considerados estudos publicados maioritariamente entre 2010 e 2025, bem como documentos normativos internacionais, europeus e legislação portuguesa aplicável.

A análise adotou uma perspetiva integradora, visando a identificação de convergências, lacunas e implicações práticas na gestão do risco radiológico. Atendendo à natureza teórico-normativa do estudo, não se pretendeu proceder a uma revisão sistemática exaustiva, mas antes a uma análise crítica orientada para a identificação de padrões interpretativos e pontos de articulação entre o conhecimento científico disponível e o enquadramento jurídico.

Esta opção metodológica mostra-se adequada e coerente com o objetivo definido, que consiste não apenas em descrever a evidência existente, mas em problematizar a sua relevância no plano da responsabilidade das instituições de saúde.

3. Exposição Radiológica Ocupacional

3.1. Caracterização e Variabilidade da Exposição

A exposição ocupacional à radiação ionizante em contexto de saúde não se distribui de forma homogénea entre profissionais, sendo particularmente elevada no caso dos técnicos de medicina nuclear e em médicos envolvidos em procedimentos de intervenção, nomeadamente cardiologistas e radiologistas (Alashban, 2021; Payne et al., 2025). Estes grupos atuam em ambientes onde a proximidade à fonte emissora de radiação, o manuseamento direto de rádio fármacos e a utilização prolongada de fluoroscopia aumentam significativamente o risco. É nos seus departamentos que se concentramos níveis mais elevados de exposição ocupacional (Alashban, 2021).

A observação por categoria profissional revela que, ainda que os técnicos apresentem frequentemente as doses efetivas medianas anuais mais elevadas (à volta de 0,15 mSv), é nos médicos que realizam procedimentos de intervenção associados à exposição localizada e cumulativa em regiões críticas, como o cristalino, onde se observam prevalências elevadas de opacidades (Baudin et al., 2023; Vano et al., 2013). Em contraste, os enfermeiros tendem a registar valores médios mais baixos, próximos de 0,05 mSv, embora possam ser expostos em contextos terapêuticos que envolvem contacto prolongado com pacientes emissores de radiação (Alashban, 2021; Baudin et al., 2023).

Apesar desta estratificação, os níveis de exposição apresentam uma variabilidade significativa que resulta da interação entre fatores técnicos, comportamentais e organizacionais. A intensidade da radiação dispersa é influenciada por características do paciente, como o índice de massa corporal, que pressupõe maior energia do feixe e, consequentemente, leva a um aumento da dose recebida pelo operador (Tamirisa et al., 2024; Wang et al., 2017).

Paralelamente, parâmetros operacionais como o tempo de fluoroscopia, a taxa de aquisição de imagem e a colimação condicionam diretamente a quantidade de radiação produzida (Miller et al., 2010). A disponibilidade de tecnologias mais avançadas e de sistemas de blindagem adequados contribui para a redução da exposição, embora a sua eficácia fique dependente da utilização consistente por parte dos profissionais (Adliene et al., 2020; Allam et al., 2024).



A literatura evidencia convergência ao demonstrar que práticas adequadas de proteção e monitorização mantêm as doses dentro de limites considerados seguros segundo os padrões internacionais. Contudo, surgem algumas discordâncias relativamente à magnitude do risco efetivo, sobretudo quando são considerados fatores como a experiência do operador, a adesão ao princípio ALARA e as condições organizacionais, onde estão incluídas a carga de trabalho e a cultura de segurança (Aliyu et al., 2025; Payne et al., 2025).

3.2. Efeitos na Saúde dos Profissionais

A exposição ocupacional à radiação ionizante associa-se a um conjunto alargado de efeitos biológicos, tradicionalmente classificados em dois tipos fundamentais: determinísticos e estocásticos (Adliene et al., 2020; Tamirisa et al., 2024). Os efeitos determinísticos resultam da perda funcional de um número significativo de células, manifestando-se apenas acima de um determinado limiar de dose e agravando-se com o seu aumento (Hamada & Fujimichi, 2014; López et al., 2018). Por sua vez, os efeitos estocásticos decorrem de alterações genéticas em células sobreviventes, não apresentando limiar identificável, sendo a probabilidade de ocorrência proporcional à dose (Tamirisa et al., 2024; Wang et al., 2017).

Entre os efeitos determinísticos, as lesões oculares são as mais documentadas. Destacam-se as cataratas rádio induzidas, particularmente a opacidade subcapsular posterior, com prevalência próxima de 50% em cardiologistas de intervenção (Ko et al., 2018; Vano et al., 2013). Tal evidência levou à redução do limiar de exposição, reforçando a relevância deste risco, mesmo em exposições cumulativas (Hamada & Fujimichi, 2014). Também são descritos danos cutâneos, como radiodermite crónica e alterações ungueais, e ainda efeitos hematológicos e nas gónadas no caso de cenários com maior exposição (López et al., 2018; Wang et al., 2017).

No plano estocástico, o risco oncológico é a preocupação central. Os tumores cerebrais ganham destaque particular uma vez que, em médicos intervencionistas, 85% dos tumores reportados ocorrem no lado esquerdo da cabeça, o mais exposto durante os procedimentos realizados (Goyes et al., 2018; Ko et al., 2018). O risco de neoplasia da tiróide é igualmente significativo apresentando maior suscetibilidade em profissionais do sexo feminino (Adliene et al., 2020). Leucemia, linfomas, cancro da mama, melanoma são também referenciados na literatura (Ko et al., 2018; Siama et al., 2019).

A interpretação destes riscos é, contudo, objeto de debate científico. Persistem divergências quanto ao risco em baixas doses. O modelo linear sem limiar (LNT) sustenta que qualquer exposição implica risco cumulativo, enquanto outras perspetivas admitem limiares ou até efeitos adaptativos benéficos (Aliyu et al., 2025; Shah et al., 2012; Tsalafoutas et al., 2020). A dificuldade em demonstrar causalidade epidemiológica em níveis baixos contribui para esta incerteza (Martin et al., 2020).

Para fins de proteção, prevalece o princípio de precaução em que os limites regulamentares definem um patamar de aceitabilidade, muito embora não eliminando o risco residual. Por essa razão, o princípio ALARA exige que as doses se mantenham tão baixas quanto razoavelmente exequível, independentemente de já se encontrarem abaixo dos limites legais (Alakhras et al., 2025; IAEA, 2014).

4. Proteção Radiológica: Normas, Princípios e Desafios de Implementação

4.1. Princípios Fundamentais e Enquadramento Normativo

O sistema de proteção radiológica estrutura-se em torno de um núcleo normativo integrado que articula os princípios da justificação, otimização e limitação de dose. A sua articulação constitui o núcleo do sistema internacional de proteção desenvolvido pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) e adotado pela Agência Internacional de Energia Atómica (IAEA, 2018).

O princípio da justificação determina que nenhuma prática que envolva exposição à radiação deva ser realizada sem que produza um benefício líquido positivo para os indivíduos expostos ou para a sociedade, exigindo que o benefício diagnóstico ou terapêutico supere o risco radiológico (União Europeia, 2014; IAEA, 2018). Quanto à otimização (operacionalizada através do princípio ALARA), impõe que as doses se mantenham tão baixas quanto razoavelmente exequível, tendo em conta fatores económicos e sociais, não como meta de minimização

absoluta, mas como gestão orientada para a "dose certa" para cada objetivo clínico (Alakhras et al., 2025; López et al., 2018).

Relativamente à limitação de dose, esta fixa os valores máximos aceitáveis para trabalhadores em situações de exposição planeada, a saber: 20 mSv anualmente de dose efetiva, 20 mSv por ano para o cristalino e 500 mSv para a pele e extremidades. Estes limites não são aplicáveis às exposições médicas de pacientes, onde a proteção assenta exclusivamente na justificação e otimização (União Europeia, 2014; IAEA, 2014).

Os princípios fundamentais encontram expressão jurídica vinculativa na Diretiva 2013/59/Euratom, que estabelece as normas de segurança de base uniformes para a União Europeia. Esta exige a justificação individual de cada exposição médica, o registo sistemático de doses nos processos clínicos e a transferência automática de parâmetros dosimétricos para os relatórios de exame nos equipamentos instalados após fevereiro de 2018 (União Europeia, 2014; Tsalafoutas et al., 2020).

No caso de Portugal, tais disposições foram transpostas pelo Decreto-Lei n.º 108/2018, complementado pelo enquadramento geral de segurança e saúde no trabalho previsto na Lei n.º 102/2009 e no Código do Trabalho (Assembleia da República, 2009).

A evidência de que esta transposição produz resultados concretos existe, como é possível verificar no estudo de Adliene et al. (2020), cujos dados demonstram que na Lituânia, a implementação sistemática de monitorização e medidas de proteção reduziu as doses médias anuais ao longo de 25 anos. Adicionalmente, noutros estudos, o uso correto de blindagens físicas demonstrou ser capaz de manter as doses oculares dentro dos limites legais, mesmo em centros de elevada atividade intervencionista (López et al., 2018; Vano et al., 2013).

No entanto, a distância entre o que as normas exigem e o que acontece na prática clínica é amplamente documentada. A monitorização individual, o conhecimento dos princípios de proteção e das doses recomendadas em procedimentos quotidianos permanece insuficiente. (Allam et al., 2024; Faggioni et al., 2017; López et al., 2018; Vano et al., 2013). A variação considerável nas doses ocupacionais praticadas, para o mesmo tipo de procedimento, entre diferentes instituições, sugere que a otimização é aplicada de forma heterogénea e, frequentemente, insuficiente (López et al., 2018).

A todos estes fatores, acresce uma dimensão de inércia cultural em que a justificação individual de cada exposição, exigida pela diretiva europeia, é frequentemente contornada pela prática de solicitação indiscriminada de exames, motivada pelo medo de responsabilidade legal ou pela pressão dos pacientes (Abuelhia, 2017).

4.2. Implementação Prática: Medidas de Proteção, Monitorização e Formação

As medidas de proteção radiológica disponíveis em instituições de saúde integram um conjunto articulado de dispositivos individuais e coletivos destinados a reduzir a exposição ocupacional. Entre os equipamentos de proteção individual, destacam-se os aventais de chumbo, os protetores de tireoide e oculares, concebidos para mitigar a exposição de órgãos radiosensíveis (Carinou et al., 2015; López et al., 2018; Wang et al., 2017).

A monitorização da exposição é assegurada por dosímetros individuais, incluindo dosímetros termoluminescentes (TLD), dispositivos eletrónicos com leitura em tempo real e dosímetros de anel para extremidades. A sua utilização permite a quantificação e gestão do risco acumulado (Alakhras et al., 2025; Payne et al., 2025). De forma complementar, barreiras físicas como ecrãs suspensos, cortinas de chumbo e biombo móveis constituem mecanismos essenciais de proteção coletiva (López et al., 2018; Miller et al., 2010).

A monitorização individual da exposição à radiação constitui um instrumento central de controlo, permitindo avaliar o cumprimento dos limites legais e orientar estratégias de proteção em contexto ocupacional. No entanto, evidenciam-se falhas persistentes, como descrito por Ko et al. (2018), em que a utilização regular de dosímetros permanece reduzida, com apenas 30% dos médicos e 40% dos profissionais de enfermagem e técnicos a reportarem o seu uso regular.



Tal leva a que, mesmo quando presentes, os dispositivos sejam usados de forma irregular, comprometendo a fiabilidade das leituras, das quais apenas 33% são consideradas válidas (López et al., 2018). Da mesma forma, López et al. (2018) e Vano et al. (2013) revelam que uma proporção significativa de profissionais nunca utiliza dosímetros ou que não cumpre os protocolos de monitorização, atingindo valores próximos de metade dos trabalhadores (47%) em alguns contextos. Mesmo em áreas de elevado risco, como a cardiologia de intervenção, a adesão é irregular, com apenas uma fração dos profissionais a utilizar os dispositivos de forma consistente.

A proteção ocular apresenta níveis particularmente baixos, com taxas de utilização entre 24% e 35,5%, chegando a 0% em determinados grupos de profissionais (Goyes et al., 2018; Jindal, 2015; Vano et al., 2013). Relativamente ao protetor de tireoide, este não é utilizado por 57% dos profissionais, enquanto que 36,2% referem nunca usar aventais de chumbo (Allam et al., 2024). Fatores como sobrecarga de trabalho, limitações ergonómicas como o peso dos aventais, resistência cultural, receio de consequências profissionais e fatores humanos como fadiga e stress contribuem para o incumprimento verificado (Allam et al., 2024; López et al., 2018; Paredes et al., 2025; Payne et al., 2025).

Estes dados demonstram que a mera disponibilidade de recursos não garante a sua utilização efetiva, ficando dependente de condições organizacionais, comportamentais e culturais que ultrapassam o plano técnico.

A falta de literacia em proteção radiológica assume grande extensão e convergência de resultados na bibliografia. Os números demonstram que uma grande parte dos profissionais acredita que a ressonância magnética emite radiação ionizante, e que menos de um terço conhecem o princípio ALARA (Allam et al., 2024; Abuelhia, 2017; Salerno et al., 2015). Analisados isoladamente, estes dados poderiam apenas sugerir um problema de formação individual, contudo, este défice não é apenas pessoal, resulta de sistemas académicos e institucionais que não integram a proteção radiológica como uma prioridade formativa (Faggioni et al., 2017; Allam et al., 2024). Esta carência deve, por isso, ser vista como uma falha curricular e não considerada uma falha profissional.

Neste contexto, no que respeita à formação em proteção radiológica, a mesma traduz-se num fator determinante, mas insuficiente, como forma de garantia de comportamentos seguros. Verificou-se que as intervenções formativas resultaram num aumento do conhecimento de 40%, observando-se uma melhoria nas práticas de segurança, especificamente no uso de dosímetros e na aplicação de estratégias de redução de dose (Barnawi et al., 2018; Salerno et al., 2015; Zakhari & Sterrett, 2016).

No entanto, na bibliografia são descritas lacunas estruturais, verificando-se que 58,9% dos profissionais nunca frequentaram formação específica, associando-se esse facto a défices de conhecimento básico e a dificuldades na sua aplicação prática (Allam et al., 2024; Faggioni et al., 2017). Entre estudantes, segundo Faggioni et al. (2017) registou-se uma diferença entre a perceção e o desempenho. Sensivelmente 94% consideraram ter um bom nível de conhecimento, no entanto, registaram os piores resultados objetivos, com 0% de taxa de acerto na estimativa de doses.

O incumprimento das normas de proteção radiológica assume uma dimensão maioritariamente sistémica e não individual. A consistência dos dados reportados, observados em diferentes contextos, reforça esta interpretação. A implementação prática é influenciada pela formação contínua, monitorização em tempo real e ergonomia dos equipamentos (Adliene et al., 2020; Tsalaftoutas et al., 2020; Wang et al., 2017).

4.3. Cultura de Segurança, Fatores Organizacionais e Relevância Jurídica

A IAEA define como cultura de segurança radiológica o conjunto de características e atitudes em organizações e indivíduos que garante que as questões de proteção recebem a atenção prioritária que a sua importância exige (IAEA, 2014). A mesma assenta em três pilares: compromisso individual e coletivo com a segurança, responsabilização clara de todos os intervenientes e uma atitude permanente de indagação que combate a complacência (IAEA, 2006).

A evidência demonstra diferenças acentuadas entre instituições com culturas fortes e frágeis. Em contextos organizacionais mais robustos, observa-se uma maior estabilidade de doses ocupacionais, apresentando menor

variabilidade e ausência de eventos extremos. Tal é o reflexo de um controlo sistemático dos processos (Aliyu et al., 2025). De igual forma, a adesão a protocolos é mais consistente e sustentada por práticas baseadas na evidência, promovendo uma otimização contínua (Tamirisa et al., 2024). Nestes ambientes, a formação prática é valorizada, existindo uma supervisão ativa e *feedback* regular, reforçando comportamentos seguros (Faggioni et al., 2017).

Em oposição, instituições com uma cultura fragilizada apresentam elevada variabilidade na exposição e uma maior frequência de *outliers*, habitualmente associados a falhas organizacionais e à ausência de mecanismos de controlo (Aliyu et al., 2025). A persistência de práticas baseadas na tradição, descrita como inércia cultural, leva à manutenção de condutas desajustadas em relação às recomendações científicas (Zakhari & Sterrett, 2016).

Neste contexto, a liderança institucional emerge como um fator determinante uma vez que a cultura de segurança se traduz num reflexo direto das escolhas de gestão. A responsabilidade pela segurança não é delegável em supervisores técnicos ou físicos médicos, cabendo à gestão de topo assegurar recursos, formalizar políticas e integrar a proteção radiológica nos processos de decisão (IAEA, 2018; IAEA, 2014).

Instituições onde a liderança prioriza objetivos produtivos em prejuízo da segurança, não garantindo, por exemplo, rácios adequados de pessoal e descurando regras obrigatórias de segurança, tendem a apresentar maiores níveis de incumprimento e exposição (Aliyu et al., 2025; Tsalaftoutas et al., 2020). Por outro lado, o apoio institucional mostra-se decisivo para a implementação de mudanças baseadas na evidência e na superação das resistências culturais (Zakhari & Sterrett, 2016).

O enquadramento normativo impõe ao empregador a garantia de condições materiais, formação adequada e mecanismos eficazes de supervisão (HSE, 2001; União Europeia, 2014; IAEA, 2018).

5. Implicações Jurídicas

5.1. Dever de Proteção e Vigilância

O dever de proteção e vigilância em matéria de proteção radiológica encontra-se extensivamente estruturado no direito do trabalho português e europeu, assumindo natureza jurídica vinculativa e não delegável. No plano nacional, o Decreto-Lei n.º 108/2018, que transpõe a Diretiva 2013/59/Euratom, articula-se com a Lei n.º 102/2009, estabelecendo que o empregador deve assegurar condições de trabalho que salvaguardem a segurança e a saúde dos trabalhadores em todos os aspetos relacionados com a atividade profissional (Presidência do Conselho de Ministros, 2018; Assembleia da República, 2009).

No plano europeu, a Diretiva 2013/59/Euratom impõe a criação de um sistema integrado de proteção contra radiações ionizantes, incluindo a avaliação prévia de riscos, limitação e otimização das doses, monitorização contínua e vigilância médica dos trabalhadores expostos (União Europeia, 2014).

Este quadro normativo impõe a criação de um ambiente operacional efetivamente seguro, com a disponibilização de equipamentos de proteção adequados, formação contínua e mecanismos de supervisão e auditoria. No entanto, a evidência demonstra um desencontro significativo entre o dever jurídico e a prática institucional. A indisponibilidade ou inadequação de equipamentos de proteção individual traduz uma violação direta do dever de fornecimento de meios de proteção (Allam et al., 2024; Wang et al., 2017).

Do mesmo modo, a ausência de regras obrigatórias e a marginalização da proteção radiológica nos programas formativos configuram um incumprimento do dever de informação e formação contínua imposto pela Lei n.º 102/2009 e pela Diretiva 2013/59/Euratom (União Europeia, 2014).

5.2. Modalidades de Responsabilidade: Civil, Laboral e Administrativa

A literatura evidencia que a exposição inadequada à radiação em contexto ocupacional pode desencadear diversas formas de responsabilidade jurídica para as instituições de saúde, abrangendo os planos civil, laboral e administrativo, frequentemente de forma cumulativa (HSE, 2001; Paredes et al., 2025). Este enquadramento

reflete a centralidade do dever de proteção enquanto obrigação jurídica estruturante, cuja violação pode gerar consequências significativas para as entidades empregadoras (IAEA, 2018).

No plano civil, a responsabilidade assenta no regime do facto ilícito, previsto no Código Civil, sendo acionada quando a violação de deveres de segurança causa danos patrimoniais ou não patrimoniais a trabalhadores ou pacientes. Falhas como ausência de protocolos, monitorização insuficiente ou uso inadequado de equipamentos configuram comportamentos negligentes (Paredes et al., 2025).

A litigância em contexto de radiologia, demonstra a materialidade deste risco, no entanto, a prova do nexo de causalidade constitui-se como um obstáculo, sendo dificultada pela natureza estocástica dos efeitos da radiação e pelos longos períodos de latência, sobretudo em exposições de baixa dose (Adliene et al., 2020).

No domínio laboral, a responsabilidade decorre do incumprimento dos deveres de segurança e saúde no trabalho previstos na Lei n.º 102/2009 e no Código do Trabalho, bem como das obrigações específicas em matéria de proteção radiológica (Assembleia da República, 2009). As falhas documentadas, traduzem violações diretas destes deveres legais (União Europeia, 2014).

As consequências incluem indemnizações por acidentes de trabalho ou doenças profissionais, o direito do trabalhador a resolver o contrato com justa causa e o acesso a mecanismos de reparação assegurados por sistemas de segurança social e seguros obrigatórios (Assembleia da República, 2009).

Por sua vez, a responsabilidade administrativa, frequentemente cumulável com as anteriores, resulta da violação de normas imperativas de segurança impostas pelo direito nacional e europeu, nomeadamente pela Diretiva 2013/59/Euratom e pela sua transposição interna. O incumprimento de obrigações como a avaliação de riscos, a implementação de sistemas de monitorização ou a notificação de eventos adversos constitui contraordenação grave ou muito grave, sujeita a coimas proporcionais à dimensão da entidade (Assembleia da República, 2009).

Em situações mais extremas, as autoridades podem impor sanções acessórias, incluindo a interdição do exercício da atividade ou a revogação de licenças de funcionamento, acrescidas da possibilidade de responsabilidade criminal em casos de negligência grosseira (União Europeia, 2014).

5.3. Culpa Institucional, Função Preventiva e Implicações para a Governação

A literatura distingue de forma sólida a responsabilidade individual dos profissionais de saúde da responsabilidade institucional, embora sublinhando que ambas são complementares e interdependentes no domínio da proteção radiológica (HSE, 2001; IAEA, 2018). Se é verdade que os profissionais têm deveres operacionais no cumprimento das normas, a responsabilidade primária pela criação de condições seguras é atribuída à instituição, sendo esta qualificada como uma obrigação jurídica central e não delegável (IAEA, 2018).

A responsabilidade jurídica assume, assim, uma função preventiva central, ultrapassando a mera reação sancionatória. A ameaça de sanções, que vão desde coimas até responsabilidade criminal ou revogação de licenças, atua como mecanismo de pressão para a adoção de sistemas de monitorização, programas de formação e políticas internas de segurança (HSE, 2001; Paredes et al., 2025).

A evidência reforça este efeito uma vez que a maioria dos profissionais reconhece maior propensão para adotar ferramentas de segurança quando estas são impostas por autoridades reguladoras, o que demonstra a eficácia da regulação como instrumento de mudança comportamental (Zakhari & Sterrett, 2016).

Quanto ao plano da governação institucional, esta representa um instrumento de transformação estrutural que impacta a melhoria da proteção radiológica sempre que se encontre baseada na adoção de modelos sistémicos, integrados e orientados por evidência que ultrapassem abordagens centradas exclusivamente na responsabilidade individual (IAEA, 2018; Tsalafoutas et al., 2020).

No que ao nível individual diz respeito, a adoção de práticas seguras depende de contextos de formação contínua estruturada, desde a formação inicial até à prática clínica. Aqui estão incluídas metodologias ativas e treino com

impacto na redução da exposição e da variabilidade comportamental (Faggioni et al., 2017; Miller et al., 2010; Salerno et al., 2015).

O uso de dosímetros com *feedback* em tempo real reforça a autorregulação e concretiza exigências legais em matéria de formação e utilização de equipamentos (Conselho da União Europeia, 2014; López et al., 2018). Já a nível departamental, a governação clínica deve materializar-se na implementação de sistemas de monitorização de dose (DMS), permitindo identificar *outliers*, auditar práticas e alinhar protocolos com *benchmarks* externos, contribuindo para a redução da exposição (Tsalafoutas et al., 2020).

Aqui, ferramentas de apoio à decisão reduzem exames desnecessários, enquanto a adequada gestão de recursos humanos possibilita redistribuir a carga de trabalho e diminuir a dose individual a que cada profissional está exposto (Aliyu et al., 2025; Zakhari & Sterrett, 2016).

Num terceiro nível, o institucional, a criação de programas de proteção radiológica formalizados, com a supervisão por parte de especialistas qualificados e com a comunicação direta à gestão, concretiza, em si, o princípio da responsabilidade não delegável da liderança (União Europeia, 2014; IAEA, 2018). Mais, a alocação de recursos deve assegurar não apenas a disponibilidade, mas a adequação ergonómica dos equipamentos de proteção, eliminando barreiras práticas ao cumprimento (Wang et al., 2017).

Paralelamente, estruturas como comissões de proteção radiológica e planos de resposta a emergências asseguram a conformidade contínua com as exigências regulatórias e capacidade de resposta no caso de ocorrência de incidentes (União Europeia, 2014; IAEA, 2006).

6. Limitações do Estudo

Apesar do rigor metodológico adotado, devido à natureza teórico-normativa do estudo, devem ser considerados alguns aspetos relevantes. O carácter seletivo das fontes implica algum grau de subjetividade na seleção e interpretação da literatura bibliográfica, não sendo possível garantir a exaustividade dos estudos incluídos.

Adicionalmente, a heterogeneidade dos contextos analisados pode ter impacto na comparabilidade dos resultados. Por fim, a escassez de estudos que integram explicitamente a dimensão jurídica limita a profundidade da análise nesta área, o que reforça a relevância do contributo do presente trabalho.

7. Conclusão

Após a realização da presente análise teórico-normativa, partindo do objetivo inicialmente proposto, foi possível verificar que a segurança radiológica ocupacional assume um carácter sistémico que depende da interação entre fatores técnicos, organizacionais e jurídicos. Nesse sentido, os dados demonstram a impossibilidade de uma leitura centrada na negligência individual.

A falha na proteção radiológica ocupacional não ocorre porque os profissionais ignoram os riscos em abstrato, esta ocorre devido às condições institucionais. Aqui, destacam-se a indisponibilidade de equipamentos ergonómicos, ausência de regras internas obrigatórias e inércia cultural que advém de transmissão de práticas desatualizadas entre gerações de profissionais.

Outro aspeto que ficou evidenciado pelas fontes analisadas prende-se com a articulação entre a referida leitura sistémica e o enquadramento jurídico. A Directiva 2013/59/Euratom, o Decreto-Lei n.º 108/2018 e a Lei n.º 102/2009 consagram deveres institucionais de prevenção, monitorização e vigilância que não são delegáveis, sendo juridicamente exigíveis.

O incumprimento destes deveres, seja na ausência de dosimetria, falta de formação ou na insuficiência de equipamentos de proteção, não compõe uma mera falha operacional. Tal traduz-se em potenciais implicações nos domínios da responsabilidade civil, laboral e administrativa diretamente imputável às instituições. A função preventiva do direito surge, assim, como um instrumento essencial para induzir mudanças organizacionais e promover a adoção de práticas seguras.

A análise identificou ainda a existência de uma disparidade entre o conhecimento e a prática comportamental como um problema central da proteção radiológica ocupacional. Os estudos apresentam a formação teórica como fator de melhoria da literacia, no entanto, não garantindo a prática segura, o que revela implicações diretas para a formulação de políticas institucionais. Fica clara a necessidade de uma liderança institucional que assuma a segurança como prioridade de gestão e não como uma exigência exclusivamente burocrática.

A articulação entre a ciência e o direito estabelece um elemento central para a gestão eficaz do risco radiológico. A promoção de ambientes de trabalho seguros depende, em último plano, da capacidade de as instituições terem a capacidade de integrar conhecimento, regulação e prática num modelo orientado para a prevenção.

Investigações futuras poderão aprofundar a ligação entre a exposição ocupacional à radiação ionizante e a responsabilidade jurídica. Destaca-se a importância da integração de dados empíricos com análises jurídicas da responsabilidade institucional em contextos e geografias semelhantes.

Referências

Abuelhia, E. (2017). Awareness of ionizing radiation exposure among junior doctors and senior medical students in radiological investigations. *Journal of Radiological Protection*, 37(1), 59–67. <https://doi.org/10.1088/1361-6498/37/1/59>

Adliene, D., Gričienė, B., Skovorodko, K., Laurikaitienė, J., & Puiso, J. (2020). Occupational radiation exposure of health professionals and cancer risk assessment for Lithuanian nuclear medicine workers. *Environmental Research*, 183, 109144. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109144>

Agyeman, H. K., Nyarko, B. J. B., Osae, S., Adeku, F., Darko, E. O., Amoako, J. K., Owusu-Banahene, J., Inkoom, S., Agyeman, B. K., Manteaw, P., Amoatey, E., Aseidu, G. O., Appiah, P., Bekoe, B. D., & Charles, D. F. (2019). Level of Practical Skills in Personnel Dosimetry Monitoring and the Laboratory Experience with Different Types of TLD Readers. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 08(03), 141–150. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2019.83013>

Alakhras, M., Al-Mousa, D. S., Al Mohammad, B., & Kleib, I. (2025). Radiation dose to health care workers measured by thermoluminescent dosimetry. *Clinical Radiology*, 81, 106712. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2024.09.018>

Alashban, Y. (2021). An assessment of occupational effective dose in several medical departments in Saudi Arabia. *Journal of King Saud University - Science*, 33(3), 101402. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101402>

Aliyu, A., Alhems, L. M., & Abbas, M. (2025). Trends in occupational radiation dose of health practitioners in the Eastern Province of Saudi Arabia. *Applied Radiation and Isotopes*, 225(April), 111937. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2025.111937>

Allam, S. M. E., Algany, M. M. A., & Khider, Y. I. A. (2024). Radiation safety compliance awareness among healthcare workers exposed to ionizing radiation. *BMC Nursing*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-01858-4>

Assembleia da República. (2009). Lei n.º 7/2009, de 12 de Fevereiro: Aprova a Revisão Do Código Do Trabalho, 1.a Série Diário da República 926 (2009). <https://dre.pt/application/file/602193>

Barnawi, R. A., Alrefai, W. M., Qari, F., Aljefri, A. A., Hagi, S. K., & Khafaji, M. (2018). Doctors' knowledge of the doses and risks of radiological investigations performed in the emergency department. *Saudi Medical Journal*, 39(11), 1130–1138. <https://doi.org/10.15537/smj.2018.11.23091>

Baudin, C., Vacquier, B., Thin, G., Chenene, L., Guersen, J., Partarrieu, I., Louet, M., Ducou Le Pointe, H., Mora, S., Verdun-Esquer, C., Feuardent, J., Rousseau, F., Roy, H., Bensefa-Colas, L., Boyer, L., & Bernier, M. O. (2023).

Occupational exposure to ionizing radiation in medical staff: trends during the 2009–2019 period in a multicentric study. *European Radiology*, 33(8), 5675–5684. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-09541-z>

Bos, D., Guberina, N., Zensen, S., Opitz, M., Forsting, M., & Wetter, A. (2023). Radiation Exposure in Computed Tomography. *Deutsches Arzteblatt International*, 120(9), 135–141. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0395>

Carinou, E., Ferrari, P., Bjelac, O. C., Gingaume, M., Merce, M. S., & O'Connor, U. (2015). Eye lens monitoring for interventional radiology personnel: Dosimeters, calibration and practical aspects of H p(3) monitoring. A 2015 review. *Journal of Radiological Protection*, 35(3), R17–R34. <https://doi.org/10.1088/0952-4746/35/3/R17>

Faggioni, L., Paolicchi, F., Bastiani, L., Guido, D., & Caramella, D. (2017). Awareness of radiation protection and dose levels of imaging procedures among medical students , radiography students , and radiology residents at an academic hospital : Results of a comprehensive survey. *European Journal of Radiology*, 86, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.10.033>

Goyes, J. C. R., Gomez, N. J., Restrepo, V. J., Gaviria, S., Hincapie, A., & Arias, E. (2018). Biologic effect of ionizing radiation. *Interventional Cardiology*, 10, 133–138.

Hamada, N., & Fujimichi, Y. (2014). Classification of radiation effects for dose limitation purposes: History, current situation and future prospects. *Journal of Radiation Research*, 55(4), 629–640. <https://doi.org/10.1093/jrr/rru019>

Hamada, N., Bernier, M. O., Lumniczky, K., & Laurier, D. (2026). Health effects of ionizing radiation exposure in the brain: MELODI perspectives on potential implications of emerging evidence for radiation protection. *Mutation Research - Reviews in Mutation Research*, 797(September 2025), 108582. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2025.108582>

Health and Safety Executive (HSE). (2001). The regulatory requirements for medical exposure to ionising radiation: An employer's overview. 1–12.

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2006). Safety Fundamentals No. SF-1. In *IAEA Safety standard series* (Vol. 2). <https://doi.org/10.61092/iaea.hmxn-vw0a>

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2014). Safety Standards Series No. GSR Part 3. In *IAEA Safety standard series*. <https://doi.org/10.61092/iaea.u2pu-60vm>

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2018). Safety Standards for protecting people and the environment General Safety Guide No. GSG-7 Occupational Radiation Protection Jointly sponsored by. In *General Safety Guide*. International Atomic Energy Agency.

Jindal, T. (2015). The knowledge of radiation and the attitude towards radio-protection among urology residents in India. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(12), JC08-JC11. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14004.6968>

Ko, S., Kang, S., Ha, M., Kim, J., Jun, J. K., Kong, K. A., & Lee, W. J. (2018). Health Effects from Occupational Radiation Exposure among Fluoroscopy-Guided Interventional Medical Workers: A Systematic Review. *Journal of Vascular and Interventional Radiology : JVIR*, 29(3), 353–366. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2017.10.008>

López, P. O., Dauer, L. T., Loose, R., Martin, C. J., Miller, D. L., Vañó, E., Doruff, M., Padovani, R., Massera, G., & Yoder, C. (2018). ICRP Publication 139: Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. *Annals of the ICRP*, 47(2), 1–118. <https://doi.org/10.1177/0146645317750356>

Martin, C. J., Harrison, J. D., & Rehani, M. M. (2020). Effective dose from radiation exposure in medicine: Past, present, and future. *Physica Medica*, 79(November), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.ejimp.2020.10.020>

- Miller, D. L., Vañó, E., Bartal, G., Balter, S., Dixon, R., Padovani, R., Schueler, B., Cardella, J. F., & De Baère, T. (2010). Occupational radiation protection in interventional radiology: A joint guideline of the cardiovascular and interventional radiology society of Europe and the society of interventional radiology. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 21(5), 607–615. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2010.01.007>
- Nassef, M. H., & Kinsara, A. A. (2017). Occupational Radiation Dose for Medical Workers at a University Hospital. *Journal of Taibah University for Science*, 11(6), 1259–1266. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2017.01.003>
- Paredes, A. S., Moreira, A., Silva, A. C., & Crispim, J. (2025). Assessing Risk Management Practices in the Radiology Department of São João Local Health Unit: A Case Study. *Procedia Computer Science*, 256, 1073–1080. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.02.214>
- Payne, A., Skilton, C., & James, D. (2025). Occupational radiation exposure in nuclear medicine technologists: A scoping review. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 56(6). <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2025.102123>
- Presidência do Conselho de Ministros. (2018). Decreto-Lei n.º 108/2018 de 3 de Dezembro, 1a Série Diário da República 5490 (2018).
- Reeves, R. R., Ang, L., Bahadorani, J., Naghi, J., Dominguez, A., Palakodeti, V., Tsimikas, S., Patel, M. P., & Mahmud, E. (2015). Invasive Cardiologists Are Exposed to Greater Left Sided Cranial Radiation: The BRAIN Study (Brain Radiation Exposure and Attenuation during Invasive Cardiology Procedures). *JACC: Cardiovascular Interventions*, 8(9), 1197–1206. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.03.027>
- Rose, A., Uebel, K. E., & Rae, W. I. (2018). Interventionalists' perceptions on a culture of radiation protection. *South African Journal of Radiology*, 22(1). <https://doi.org/10.4102/sajr.v22i1.1285>
- Salama, K. F., Alobireed, A., Albagawi, M., Alsufayan, Y., & Alserheed, M. (2016). Assessment of occupational radiation exposure among medical staff in health-care facilities in the Eastern Province, Kingdom of Saudi Arabia. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20(1), 21–25.
- Salerno, S., Marchese, P., Magistrelli, A., Tomà, P., Matranga, D., Midiri, M., Ugazio, A. G., & Corsello, G. (2015). Radiation risks knowledge in resident and fellow in paediatrics: a questionnaire survey. *Italian Journal of Pediatrics*, 41(1), 1–7.
- Shaghghi, Z., Javid, R. N., & Alvandi, M. (2025). Advancements in Cardiac Catheterization Safety: Novel Radiation Protection Approaches Redefining Occupational Health. *Current Cardiology Reviews*, 21(1). <https://doi.org/10.2174/011573403x304828240819050538>
- Shah, D. J., Sachs, R. K., & Wilson, D. J. (2012). Radiation-induced cancer: A modern view. *British Journal of Radiology*, 85(1020), 1166–1173. <https://doi.org/10.1259/bjr/25026140>
- Siama, Z., Zosang-zuali, M., Vanlalruati, A., Jagetia, G. C., Pau, K. S., & Kumar, N. S. (2019). Chronic low dose exposure of hospital workers to ionizing radiation leads to increased micronuclei frequency and reduced antioxidants in their peripheral blood lymphocytes. *International Journal of Radiation Biology*, 95(6), 697–709. <https://doi.org/10.1080/09553002.2019.1571255>
- Szarmach, A., Piskunowicz, M., Świętoń, D., Muc, A., Mockało, G., Dzierżanowski, J., & Szurowska, E. (2015). Radiation safety awareness among medical staff. *Polish Journal of Radiology*, 80(1), 57–61.
- Tamirisa, K. P., Alasnag, M., Calvert, P., Islam, S., Bhardwaj, A., Pakanati, K., Zieroth, S., Razminia, M., Dalal, A. S., Mamas, M., Russo, A. M., & Kort, S. (2024). Radiation Exposure, Training, and Safety in Cardiology. *JACC: Advances*, 3(4). <https://doi.org/10.1016/j.jacadv.2024.100863>



Tsalafoutas, I. A., Hassan Kharita, M., Al-Naemi, H., & Kalra, M. K. (2020). Radiation dose monitoring in computed tomography: Status, options and limitations. *Physica Medica*, 79(July), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ejimp.2020.08.020>

União Europeia. (2014). Diretiva 2013/59/EURATOM do Conselho de 5 de dezembro de 2013. Jornal Oficial Da União Europeia, L13, 1–73.

Vano, E., Kleiman, N. J., Duran, A., Romano-Miller, M., & Rehani, M. M. (2013). Radiation-associated lens opacities in catheterization personnel: Results of a survey and direct assessments. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, 24(2), 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2012.10.016>

Vaz, P. (2015). Radiological protection , safety and security issues in the industrial and medical applications of radiation sources. *Radiation Physics and Chemistry*, 116, 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.012>

Wang, R. R., Kumar, A. H., Tanaka, P., & Macario, A. (2017). Occupational Radiation Exposure of Anesthesia Providers: A Summary of Key Learning Points and Resident-Led Radiation Safety Projects. *Seminars in Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 21(2), 165–171. <https://doi.org/10.1177/1089253217692110>

Weiß, D., Beeres, M., Rochwalsky, U., Vogl, T. J., & Schlößer, R. (2025). Radiation exposure and estimated risk of radiation-induced cancer from thoracic and abdominal radiographs in 1307 neonates. *European Radiology*, 35(1), 297–308. <https://doi.org/10.1007/s00330-024-10942-x>

Zakhari, R., & Sterrett, S. E. (2016). Attitudes toward evidence-based clinical decision support tools to reduce exposure to ionizing radiation: The Canadian CT Head Rule. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 28(12), 659–667. <https://doi.org/10.1002/2327-6924.12402>

Declaração Ética

Conflito de Interesse: Nada a declarar. **Financiamento:** Nada a declarar. **Revisão por Pares:** Dupla-cega.



Todo o conteúdo do *J² — Jornal Jurídico* é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.