LUMEN ET VIRTUS
ISSN: 2177-2789

FERRAMENTAS EDUCACIONAIS DIGITAIS NA CAPACITAÇÃO CONTÍNUA DOS SUPERVISORES DAS APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS RADIOLÓGICAS: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

DIGITAL EDUCATIONAL TOOLS IN THE CONTINUING EDUCATION OF SUPERVISORS OF RADIOLOGICAL TECHNIQUES APPLICATIONS: AN INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

HERRAMIENTAS EDUCATIVAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN CONTINUA DE LOS SUPERVISORES DE LAS APLICACIÓNES DE LAS TÉCNICAS RADIOLÓGICAS: REVISIÓN INTEGRATIVA DE LA LITERATURA

https://doi.org/10.56238/levv17n63-063

Data de submissão: 12/07/2026 **Data de publicação:** 26/08/2026

Neila Amengual Garcia
Mestranda em Proteção Radiológica
Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
E-mail: neila.amengual@gmail.com

Caroline de Medeiros
Doutora em Enfermagem
Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
E-mail: carol@ifsc.edu.br

RESUMO

A educação continuada em proteção radiológica é essencial para garantir a segurança das práticas que envolvem radiações ionizantes, especialmente diante das responsabilidades técnicas, normativas e gerenciais atribuídas aos Supervisores das Aplicações das Técnicas Radiológicas (SATR). Tecnologias educacionais digitais têm sido progressivamente incorporadas à formação em saúde, ampliando oportunidades de aprendizagem flexível. Este estudo teve como objetivo caracterizar a produção científica nacional e internacional da última década sobre capacitação relacionada à função de supervisão em radiologia, com ênfase no uso de ferramentas educacionais digitais. Trata-se de revisão integrativa conduzida conforme as etapas de Souza, Silva e Carvalho (2010), com estratégia de busca estruturada segundo o modelo PICo. A seleção dos estudos foi realizada nas bases EMBASE, SCOPUS, Web of Science, PubMed e BVS/LILACS, com critérios de elegibilidade segundo o protocolo PRISMA. Ao final, 14 estudos compuseram a amostra. Os resultados evidenciaram predominância de pesquisas voltadas à avaliação do conhecimento em proteção radiológica e ao uso de tecnologias digitais na formação geral de profissionais de saúde. Não foram identificadas ferramentas educacionais estruturadas especificamente para a capacitação contínua dos SATR. Conclui-se que o desenvolvimento de soluções educacionais digitais específicas para o perfil do SATR constitui estratégia promissora para fortalecer a cultura de segurança radiológica.

Palavras-chave: Proteção Radiológica. Educação Continuada. Supervisão em Radiologia. Tecnologias Educacionais. Capacitação Profissional.

ABSTRACT

Continuing education in radiation protection is essential to ensure safe practices involving ionising radiation, given the technical, regulatory, and managerial responsibilities of Supervisors of Radiological Techniques Applications (SATR). Digital educational technologies have been progressively incorporated into health education, expanding opportunities for flexible learning. The objective of this study was to characterize national and international scientific literature from the past decade on training related to the role of supervision in radiology, with an emphasis on the use of digital educational tools. An integrative literature review was conducted following Souza, Silva and Carvalho (2010), with a search strategy structured according to the PICo model. Studies were selected from EMBASE, SCOPUS, Web of Science, PubMed, and BVS/LILACS, with eligibility criteria applied in accordance with PRISMA. Fourteen studies comprised the final sample. Results revealed a predominance of research assessing radiation protection knowledge among healthcare professionals, and the use of digital technologies in general training. No structured educational tools specifically designed for the continuing education of SATR were identified. Developing digital educational solutions tailored to the SATR profile represents a promising strategy to strengthen radiation safety culture.

Keywords: Radiation Protection. Continuing Education. Supervision in Radiology. Educational Technology. Radiology Professional Training.

RESUMEN

La educación continua en protección radiológica es esencial para garantizar prácticas seguras en el uso de radiaciones ionizantes, especialmente considerando las responsabilidades técnicas, normativas y gerenciales atribuidas a los Supervisores de las Aplicaciones de las Técnicas Radiológicas (SATR). Las tecnologías educativas digitales se han incorporado progresivamente a la formación en salud, ampliando las oportunidades de aprendizaje flexible. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la producción científica nacional e internacional de la última década sobre capacitación relacionada con la función de supervisión en radiología, con énfasis en el uso de herramientas educativas digitales. Se trata de una revisión integrativa realizada según las etapas de Souza, Silva y Carvalho (2010), con estrategia de búsqueda estructurada según el modelo PICo. La selección de los estudios se realizó en las bases EMBASE, SCOPUS, Web of Science, PubMed y BVS/LILACS, con criterios de elegibilidad según el protocolo PRISMA. Al final, 14 estudios compusieron la muestra. Los resultados evidenciaron predominio de investigaciones centradas en evaluar el conocimiento sobre protección radiológica y el uso de tecnologías digitales en la formación general de profesionales de la salud. No se identificaron herramientas educativas estructuradas específicamente diseñadas para la capacitación continua de los SATR. Se concluye que el desarrollo de soluciones educativas digitales específicas para el perfil del SATR representa una estrategia prometedora para fortalecer la cultura de seguridad radiológica.

Palabras clave: Protección Radiológica. Formación Continua. Supervisión en Radiología. Tecnologías Educativas. Radiología. Formación Profesional.

1 INTRODUÇÃO

Desde sua descoberta, a radiação ionizante tornou-se uma ferramenta indispensável na medicina, revolucionando o diagnóstico por imagem e a terapia (Kesminiene; Schüz, 2014). Contudo, sua natureza física — caracterizada pela deposição de energia na matéria, capaz de ionizar átomos e moléculas — traz riscos biológicos inerentes (ICRP, 2007). A interação da radiação com os tecidos biológicos pode induzir dano molecular direto ao DNA e a formação de radicais livres por radiólise da água, desencadeando potenciais efeitos estocásticos (como o câncer induzido por radiação) e reações tissulares (efeitos determinísticos) em altas doses (ICRP, 2007; UNSCEAR, 2022). Nesse contexto, gerenciar esses riscos por meio dos princípios fundamentais da proteção radiológica — justificação, otimização e limitação da dose individual — é imperativo para garantir o uso seguro dessas aplicações (IAEA, 2014; ICRP, 2007).

No Brasil, o arcabouço regulatório reflete essas preocupações, sendo a Agência Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), por meio da Norma ANSN 3.01 (ANSN, 2024), responsável por estabelecer a obrigatoriedade de programas de garantia da qualidade e treinamento periódico. No âmbito da regulamentação técnica, o Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER) instituiu, pela Resolução nº 11/2011 (CONTER, 2011), a função de Supervisor das Aplicações das Técnicas Radiológicas (SATR). O SATR desempenha papel híbrido e complexo: é o responsável formal — técnico e legal — pela aplicação das técnicas radiológicas, pelo cumprimento das normas de segurança, pela qualidade dos procedimentos, pela gestão da equipe técnica e pelas condições de trabalho no setor.

Diante desse cenário, verifica-se um descompasso: embora a capacitação digital em saúde esteja em expansão, a literatura científica e as ferramentas tecnológicas disponíveis ainda exploram pouco a formação específica para a função de supervisão (SATR). Esse profissional exige um conjunto singular de competências (técnicas, normativas e gerenciais) que os modelos de treinamento genéricos frequentemente não contemplam. Diante disso, o presente artigo tem como objetivo realizar revisão integrativa da literatura para mapear as evidências científicas sobre o uso de ferramentas educacionais digitais voltadas especificamente para a função de supervisão em radiologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CENÁRIO INTERNACIONAL DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA E EDUCAÇÃO CONTINUADA

O cenário internacional de proteção radiológica é dinâmico e enfatiza, cada vez mais, a cultura de segurança e a educação continuada. A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), em suas publicações mais recentes, reforça que a otimização da proteção não é apenas requisito técnico, mas processo que depende intrinsecamente da competência e do treinamento adequado dos

profissionais envolvidos nas exposições médicas (ICRP, 2023). Paralelamente, a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e iniciativas como a Aliança Europeia para Pesquisa em Proteção Radiológica Médica (EURAMED) têm destacado, em suas agendas estratégicas, a necessidade urgente de inovar nos métodos de Educação e Treinamento, apontando a integração de tecnologias digitais e metodologias de aprendizagem ativa como cruciais para suprir lacunas de conhecimento na força de trabalho em saúde (EURAMED, 2020; IAEA, 2023).

2.2 O SUPERVISOR DAS APLICAÇÕES DAS TÉCNICAS RADIOLÓGICAS (SATR)

Diante do rápido avanço tecnológico dos equipamentos de imagem — como a tomografia computadorizada e a radiologia intervencionista — a função do SATR torna-se cada vez mais crítica, exigindo perfil profissional que transcenda a operação de equipamentos e se aprofunde na gestão estratégica da segurança radiológica (CONTER, 2011). A Resolução CONTER nº 11/2011 confere a esses profissionais responsabilidades que extrapolam o domínio operacional, demandando competências de gestão e conformidade regulatória que poucos programas de formação contemplam de maneira integrada.

2.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO EM RADIOLOGIA

A última década testemunhou aceleração na adoção de tecnologias digitais na educação em saúde. Revisões sistemáticas recentes indicam a eficácia crescente de ambientes de e-learning, realidade virtual e realidade aumentada no ensino da radiologia (Chau; Arruzza; Johnson, 2022). Contudo, conforme ressaltado por Van Wyk *et al*. (2022) em revisão de escopo sobre tecnologia no ensino de pós-graduação em radiologia, ainda existem lacunas significativas no desenho pedagógico, na integração curricular efetiva e na avaliação robusta do impacto dessas ferramentas na prática profissional.

3 METODOLOGIA

Trata-se de revisão integrativa, conduzida segundo as seis etapas descritas por Souza, Silva e Carvalho (2010): (1) definição da questão norteadora; (2) estabelecimento de critérios de inclusão/exclusão; (3) busca em bases eletrônicas; (4) seleção em duplo-cego e extração de dados; (5) análise interpretativa dos estudos incluídos; e (6) interpretação dos resultados e elaboração do texto final.

A questão norteadora foi formulada segundo a estratégia PICo (Aromataris; Munn, 2020): População — Supervisores das Aplicações das Técnicas Radiológicas (SATR); Fenômeno de Interesse — desenvolvimento de ferramenta educacional digital para capacitação contínua e gestão da proteção radiológica; Contexto — serviços de radiologia que utilizam radiações ionizantes. Pergunta de

pesquisa: Quais evidências científicas existem sobre o uso de ferramentas educacionais digitais para capacitação de profissionais que atuam na supervisão em radiologia?

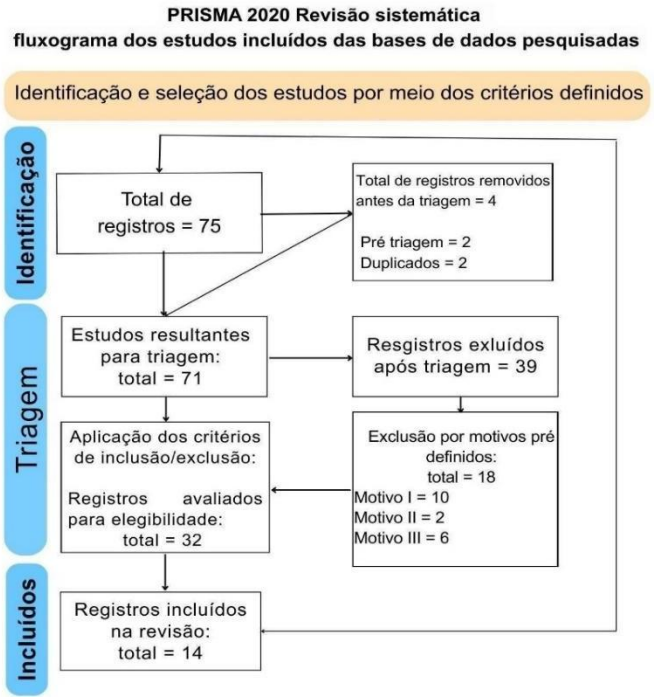
Os dados foram coletados entre 18 de setembro e 29 de outubro de 2025, com protocolo elaborado com auxílio de bibliotecário do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC, registro CRB 14/1341) e validado por pesquisadora doutora. As bases consultadas foram: EMBASE, SCOPUS, Web of Science, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS).

A estratégia de busca combinou descritores por meio dos operadores booleanos AND/OR: ("Proteção Radiológica" OR "Segurança Radiológica") AND ("Capacitação Profissional" OR "Treinamento") AND ("Radiologia" OR "Técnicas Radiológicas").

Os critérios de inclusão foram: (1) artigos originais; (2) publicados entre 2015 e 2025; (3) contendo os descritores no título e/ou resumo; (4) publicados em português, inglês ou espanhol. Foram excluídos: cartas, editoriais, resenhas, resumos de congresso, livros e documentos governamentais.

Os registros foram gerenciados no Rayyan, com remoção de duplicatas. Dois pesquisadores realizaram a triagem de títulos e resumos de forma independente (duplo-cego), com decisões finais tomadas pela pesquisadora principal. O processo de seleção seguiu o protocolo PRISMA (Page *et al.*, 2021), apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos, Florianópolis, SC/Brasil, 2025



Fonte: Elaborado pelas autoras, adaptado de Page *et al.* (2021).

Como limitações metodológicas, destacam-se a delimitação temporal (2015–2025), a restrição de idiomas (português, inglês, espanhol) e o foco dos descritores em radiologia e capacitação profissional, que podem não ter capturado literatura mais ampla sobre educação digital em saúde. A

natureza interpretativa da revisão integrativa não permite estabelecer relações causais entre intervenções educacionais digitais e resultados na prática profissional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A busca inicial retornou 75 artigos no período definido (2015–2025). Após remoção de duplicatas (n = 2) e exclusões na pré-triagem (n = 2), foram analisados 71 títulos e resumos, dos quais 39 foram excluídos. Para avaliação de elegibilidade, 32 textos completos foram avaliados; 18 foram excluídos por não atenderem aos critérios predefinidos (10 por temas técnicos excessivamente específicos, 2 por não apresentarem relação direta com radiologia e 6 por enfoque exclusivo em dosimetria/exposição). Ao final, 14 estudos compuseram a amostra final (Figura 1).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

Os 14 estudos selecionados apresentaram distribuição internacional heterogênea, com predominância de publicações do Oriente Médio (n = 6) e da Europa (n = 3), seguidas pela América Latina (n = 3) e Ásia (n = 2). evidenciando o caráter global da preocupação com a formação em proteção radiológica.

Em relação ao público-alvo, os estudos concentraram-se principalmente em profissionais e estudantes de radiologia (n=6), estudantes (n=3), profissionais de saúde expostos ocupacionalmente à radiação (n=3) e tecnólogos em radiologia (n=2).

Em relação ao delineamento metodológico, predominaram estudos observacionais descritivos, levantamentos de conhecimento em proteção radiológica e pesquisas sobre programas educacionais estruturados, com menor frequência de estudos envolvendo intervenções educacionais digitais baseadas em simulação ou realidade virtual.

No que se refere às tecnologias educacionais utilizadas, os estudos contemplaram principalmente programas de educação continuada estruturada (n=8), seguidos por estratégias de e-learning (n=3), simulação educacional (n=2) e aplicações relacionadas à inteligência artificial (n=1).

A Tabela 1 apresenta a caracterização geral dos estudos incluídos segundo distribuição geográfica, metodologia, público-alvo e tecnologias educacionais.

Tabela 1. Caracterização geral dos estudos (2015–2025)

Variável	Categoria	N
Continente/Região	Oriente Médio	6
	Europa	3
	América Latina	3
	Ásia	2
Tipo de Estudo	Observacional/transversal	9
	Intervenção educacional	2
	Estudo multicêntrico	1
	Estudo multicêntrico institucional	1
	Relato de experiência	1
Público-alvo	Profissionais/estudantes de radiologia	6
	Estudantes (graduação)	3
	Profissionais de saúde (geral)	3
	Tecnólogos em radiologia	2
Tecnologia Educacional	Educação continuada estruturada	8
	E-learning	3
	Simulação/realidade virtual	2
	Inteligência artificial	1

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Com base na distribuição quantitativa apresentada na Tabela 1, procedeu-se à análise individual de cada estudo incluído, visando aprofundar a compreensão dos objetivos investigados e dos principais resultados de cada estudo. O Quadro 1 apresenta a síntese dos 14 estudos que compuseram a amostra final, organizados por código de identificação, autoria, ano e país de publicação, objetivo e principais resultados, constituindo o corpus analítico a partir do qual foram identificadas as categorias temáticas discutidas na sequência.

Quadro 1. Síntese dos estudos incluídos na revisão integrativa (2015–2025)

Cód.	Autor(es), ano, país	Objetivo	Síntese dos resultados
A1	Santos *et al.* (2023), Áustria	Analisar a formação e as lacunas em proteção radiológica entre profissionais de saúde na União Europeia.	55% incluem proteção radiológica na graduação; ausência de educação continuada sistematizada.
A2	Marques *et al.* (2021), Brasil	Discutir a importância da educação continuada na formação e atualização dos tecnólogos em radiologia.	Educação continuada é essencial ao aperfeiçoamento técnico e ético dos tecnólogos em radiologia.
A3	Batista *et al.* (2019), Brasil	Revisar as práticas de proteção radiológica entre profissionais expostos.	Compreensão parcial da proteção radiológica; predominância da proteção individual, baixa percepção da dimensão coletiva.
A4	Singh (2021), Índia	Investigar os sistemas de proteção radiológica e o desenvolvimento profissional contínuo em 30 departamentos de radiologia.	Falhas significativas nos sistemas de proteção radiológica; programas de desenvolvimento profissional contínuo (DPC) insuficientes.
A5	Mendez-Avila *et al.* (2025), Costa Rica	Avaliar as percepções sobre IA entre técnicos em radiação na América Central e do Sul.	Alta aceitação da IA entre técnicos; baixa aplicação prática e falta de treinamento específico.
A6	Ploussi, Efstathopoulos e Brountzos (2021), Grécia	Avaliar a importância da educação em proteção radiológica para médicos de diferentes especialidades.	Necessidade de programas de treinamento interdisciplinar em proteção radiológica.
A7	Shafiq e Mehmood (2024), Arábia Saudita	Comparar o conhecimento sobre os riscos da radiação entre estudantes antes e após curso de segurança.	Recomendação de programas educacionais contínuos e práticos pós-curso de segurança radiológica.
A8	Alamoudi *et al.* (2025), Arábia Saudita	Avaliar a efetividade de intervenções educacionais no conhecimento sobre o uso seguro das radiações ionizantes.	Melhora significativa no conhecimento e no fortalecimento da cultura de segurança após intervenção educacional estruturada.
A9	Brady *et al.* (2025), União Europeia	Analisar a disponibilidade da força de trabalho, formação e treinamento em radiologia na União Europeia (UE).	Necessidade de treinamentos em aplicações das radiações ionizantes; heterogeneidade curricular; ausência de sistemas integrados de gestão de força de trabalho.
A10	Dahshan *et al.* (2017), Arábia Saudita	Avaliar conhecimento, atitudes e práticas de proteção radiológica de trabalhadores de saúde nos hospitais públicos e privados na Arábia Saudita.	Conhecimento satisfatório; treinamento contínuo recomendado para todos os trabalhadores expostos à radiação ionizante.
A11	Qutbi, Taher e Mahdi (2021), Iraque	Avaliar o conhecimento sobre riscos e medidas de proteção à radiação ionizante em procedimentos diagnósticos entre profissionais da saúde.	A maioria nunca recebeu treinamento formal; necessidade urgente de programas ampliados de capacitação e atualização dos currículos acadêmicos.
A12	Kahkhaei e Sarani (2020), Irã	Avaliar conhecimento e desempenho de tecnólogos nos centros cirúrgicos em relação à proteção radiológica.	Níveis moderados de conhecimento; treinamento formal associado a melhores resultados; capacitação como determinante para segurança radiológica.
A13	Maharjan *et al.* (2020), Nepal	Avaliar o nível de conhecimento em proteção radiológica entre profissionais e estudantes de radiologia em um centro universitário no Nepal.	Conhecimento médio adequado; diferença significativa por nível educacional; recomendou-se fortalecimento curricular e de programas de contínuos de capacitação.
A14	Moghimi *et al.* (2021), Irã	Avaliar o nível de conhecimento sobre proteção radiológica entre profissionais radiografistas em exercício nos serviços de imagem hospitalares vinculados Zanjan Universidade.	Conhecimento geral insatisfatório; cursos específicos melhoraram o desempenho e reforçaram a necessidade de programas contínuos de capacitação.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

4.2 CATEGORIAS TEMÁTICAS IDENTIFICADAS NA LITERATURA

Considerando a lacuna identificada quanto à ausência de ferramentas digitais específicas para a capacitação dos SATR, os achados foram organizados em quatro categorias analíticas.

a) categoria 1 - Avaliação do conhecimento em proteção radiológica: a maioria dos estudos analisados concentrou-se em avaliar o nível de conhecimento de estudantes e profissionais de saúde sobre proteção radiológica, revelando níveis heterogêneos e lacunas formativas significativas (Batista *et al*., 2019; Singh, 2021; Dahshan *et al*., 2017; Qutbi; Taher; Mahdi, 2021; Kahkhaei; Sarani, 2020; Maharjan *et al*., 2020; Moghimi *et al*., 2021);

b) categoria 2 – Tecnologias digitais aplicadas à formação em radiologia: alguns estudos examinaram o uso de recursos digitais na formação profissional, incluindo cursos de e-learning e aplicações de inteligência artificial (Ploussi; Efstathopoulos; Brountzos, 2021; Shafiq; Mehmood, 2024; Alamoudi *et al.*, 2025; Brady *et al.*, 2025; Mendez-Avila *et al.*, 2025). Esses recursos demonstraram potencial para melhorar o desempenho cognitivo, mas faltam abordagens voltadas a profissionais com responsabilidades gerenciais equivalentes às do SATR;

c) categoria 3 – Simulação e realidade virtual como ferramentas de treinamento: estudos com simulação e realidade virtual mostraram resultados positivos na aprendizagem de conceitos de proteção radiológica (Chau; Arruzza; Johnson, 2022), mas tais abordagens ainda não foram estruturadas como programas educacionais voltados ao papel do SATR;

d) categoria 4 – Lacunas formativas relacionadas à supervisão das técnicas radiológicas: embora a literatura reconheça a importância da educação continuada em proteção radiológica, não foram identificados estudos descrevendo ferramentas digitais específicas para a capacitação do SATR. O arcabouço regulatório brasileiro (CONTER, 2011) atribui a esses profissionais responsabilidades que transcendem o domínio operacional, e os modelos atuais permanecem predominantemente generalistas.

4.3 IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS E TECNOLÓGICAS PARA A CAPACITAÇÃO DOS SATR

Revisões recentes apontam que ferramentas educacionais digitais como microaprendizagem, plataformas on-line, realidade virtual e aplicativos móveis têm se mostrado eficazes para apoiar a aprendizagem autodirigida (Stirrat *et al*., 2024). Estudos em educação radiográfica demonstraram impacto positivo de plataformas de e-learning na aquisição de conhecimento (Chen *et al*., 2022; Zafar; Safdar; Zafar, 2014; Tay; McNulty, 2023), bem como a relevância de abordagens padronizadas internacionalmente para a prática radiográfica (McNulty; England; Shanahan, 2021). Em contextos de atenção primária à saúde, benefícios semelhantes de tecnologias educacionais também foram documentados (Luna; Viana, 2025). Contudo, persistem lacunas importantes na educação continuada e na articulação entre formação e exigências normativas (Santos *et al*., 2023).

A ICRP ressalta que pacotes de formação virtual e sob demanda ampliam o acesso e permitem revisão independente de tempo e local (ICRP, 2023). De forma complementar, a IAEA concluiu haver necessidade de credenciamento de formadores e inclusão de tecnologias de aprendizagem digital nos programas de treinamento em proteção radiológica (Vassileva *et al*., 2022). No âmbito europeu, estudos apontam lacunas na implementação de normas de educação e treinamento (Rainford *et al*., 2022).

Embora órgãos internacionais como a IAEA disponibilizem cursos on-line de proteção radiológica, tais recursos permanecem insuficientes para atender, de forma integrada, às atribuições normativas e gerenciais esperadas do SATR (IAEA, 2025). No Brasil, a Resolução CONTER nº 11/2011 confere a esses profissionais responsabilidades que exigem competências de gestão e conformidade regulatória. A ausência de ferramentas educacionais estruturadas pode gerar fragilidades na consolidação da cultura de segurança radiológica, inconsistências na aplicação normativa e limitações na integração entre processos técnicos e gerenciais — repercutindo diretamente na segurança de pacientes, trabalhadores e do público.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa evidenciou que, embora a literatura nacional e internacional contemple iniciativas de educação digital em proteção radiológica, não foram identificadas ferramentas educacionais estruturadas e específicas voltadas à capacitação contínua dos Supervisores das Aplicações das Técnicas Radiológicas, considerando de forma integrada suas atribuições técnicas, normativas e gerenciais.

Os achados desta revisão corroboram a pertinência do desenvolvimento de ferramenta educacional digital especificamente estruturada para apoiar a capacitação contínua desses profissionais. Ao integrar conteúdos técnicos, atualização normativa e competências gerenciais em ambiente digital estruturado, a proposta contribui para reduzir as lacunas identificadas na literatura e apresenta potencial para fortalecer a cultura de segurança radiológica e a conformidade regulatória nos serviços de radiologia.

Como limitações do estudo, destacam-se o recorte temporal adotado e a seleção de bases de dados indexadas, o que pode ter restringido a identificação de iniciativas descritas em literatura cinzenta. Recomenda-se que estudos futuros avancem na validação e avaliação da usabilidade da ferramenta proposta, bem como na medição de seus impactos sobre indicadores de conformidade normativa e cultura de segurança radiológica.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo apoio institucional e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa de mestrado (Processo nº 18/2024) vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Proteção Radiológica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SEGURANÇA NUCLEAR (ANSN). Requisitos básicos de radioproteção e segurança radiológica de fontes de radiação – ANSN 3.01. Rio de Janeiro: ANSN, 2024.

ALAMOUDI, D. *et al.* Assessing knowledge of radiation protection and safety among undergraduate and intern radiologic technologists: a pre- and post-educational course survey. Advances in Medical Education and Practice, v. 16, p. 1151-1158, 2025.

AROMATARIS, E.; MUNN, Z. (ed.). JBI manual for evidence synthesis. Adelaide: Joanna Briggs Institute, 2020.

BATISTA, V. M. D. *et al.* Radiological protection from the perspective of health professionals exposed to radiation. Revista Brasileira de Enfermagem, v. 72, supl. 1, p. 9-16, 2019.

BRADY, A. P. *et al.* A project to define standards for radiology staffing, education, and training across the European Union. Insights Imaging, v. 16, n. 1, p. 56, 2025.

CHAU, M. T.; ARRUZZA, E.; JOHNSON, N. Simulation-based education for medical radiation students: a scoping review. Journal of Medical Radiation Sciences, v. 69, n. 3, p. 367-381, 2022.

CHEN, D. *et al.* Review of learning tools for effective radiology education during the COVID-19 era. Academic Radiology, v. 29, n. 1, p. 129-136, 2022.

CONSELHO NACIONAL DE TÉCNICOS EM RADIOLOGIA (CONTER). Resolução nº 11, de 11 de novembro de 2011. Regula e normatiza as atribuições do Supervisor das Aplicações das Técnicas Radiológicas. Brasília: CONTER, 2011.

DAHSHAN, M. E. A. E. *et al.* Assessment of radiology health workers' knowledge, attitudes, and practices regarding radiation protection precautions in Makkah City, Saudi Arabia. International Journal of Advanced Research, v. 5, n. 2, p. 1815-1822, 2017.

EUROPEAN ALLIANCE FOR MEDICAL RADIATION PROTECTION RESEARCH (EURAMED). Strategic research agenda for radiation protection in medicine. [s. l.]: EURAMED, 2020.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards. Vienna: IAEA, 2014.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Radiation protection culture in healthcare. Vienna: IAEA, 2025.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). Radiation protection of patients. Vienna: IAEA, 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). Ethics of radiological protection for patients. ICRP Publication 157, 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP). The 2007 recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP, v. 37, n. 2-4, 2007.

KAHKHAEI, F. R.; SARANI, H. Surgical technologists' knowledge and performance regarding radiation protection in Zahedan educational hospitals: a descriptive-analytical study. Journal of Education and Health Promotion, v. 9, p. 283, 2020.

KESMINIENE, A.; SCHÜZ, J. Radiation exposure from medical imaging in children and cancer risk. Pediatric Radiology, v. 44, p. S135-S142, 2014.

LUNA, R. C. C.; VIANA, M. R. P. Educational technologies for healthcare professionals in primary healthcare. Contributions to Social Sciences, v. 18, n. 1, e14835, 2025.

MAHARJAN, S. *et al.* Knowledge of radiation protection among radiology professionals and students: a medical college-based study. European Journal of Radiology Open, v. 7, p. 100287, 2020.

MARQUES, L. *et al.* The importance of continuing education in the radiology service: a successful practice at the University Hospital of the Federal University of Maranhão. Brazilian Journal of Radiation Sciences, v. 9, n. 3, 2021.

MCNULTY, J. P.; ENGLAND, A.; SHANAHAN, M. C. International perspectives on radiography practice education. Radiography, v. 27, n. 3, p. 717-723, 2021.

MENDEZ-AVILA, C. *et al.* Artificial intelligence in radiology, nuclear medicine, and radiotherapy: perceptions, experiences, and expectations of medical radiation technologists in Central and South America. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences, v. 56, 2025.

MOGHIMI, P. *et al.* Assessment of the awareness level of radiation protection among radiographers working in the medical imaging wards of hospitals in Zanjan, Iran. Radiation Protection Dosimetry, v. 194, n. 2-3, p. 97-103, 2021.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, v. 372, n. 71, 2021.

PLOUSSI, A.; EFSTATHOPOULOS, E. P.; BROUNTZOS, E. The importance of radiation protection education and training for medical professionals of all specialties. Cardiovascular and Interventional Radiology, v. 44, n. 6, p. 829-834, 2021.

QUTBI, H. A. S.; TAHER, T. M. J.; MAHDI, S. A. Knowledge about risk and protective measures related to diagnostic radiation among medical staff in teaching hospitals (Wasit Province). Wiadomości Lekarskie, v. 74, n. 9, p. 2345-2351, 2021.

RAINFORD, L. *et al.* Education and training in radiation protection in Europe: an analysis from the EURAMED rock-n-roll project. Insights Imaging, v. 13, n. 1, p. 142, 2022.

SANTOS, J. *et al.* Education and training in radiation protection in Europe: results from the EURAMED Rocc-n-Roll project survey. Insights Imaging, v. 14, n. 1, p. 55, 2023.

SHAFIQ, P.; MEHMOOD, Y. Awareness of radiation hazards and knowledge about radiation protection among medical students at the Northern Border University, Arar. Cureus, v. 16, n. 3, e55484, 2024.

SINGH, T. D. Understanding radiological protection systems among diagnostic radiology facilities in Mumbai, India. Journal of Radiological Protection, v. 41, n. 1, 2021.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

STIRRAT, T. *et al.* Advancing radiology education for medical students: leveraging digital tools and sources. Polish Journal of Radiology, v. 89, p. e508-e516, 2024.

TAY, Y. X.; MCNULTY, J. P. Radiography education in 2022 and beyond: writing the history of the present: a narrative review. Radiography, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2023.

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR). Biological mechanisms relevant to health effects of radiation exposure. New York: United Nations, 2022.

VAN WYK, J. *et al.* The use of technology in postgraduate medical education within radiology: a scoping review. The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, v. 53, n. 1, p. 94, 2022.

VASSILEVA, J. *et al.* Strengthening radiation protection education and training of health professionals: conclusions from an IAEA meeting. Journal of Radiological Protection, v. 42, n. 1, art. 011504, 2022.

ZAFAR, S.; SAFDAR, S.; ZAFAR, A. N. Evaluation of the use of e-learning in undergraduate radiology education: a review. European Journal of Radiology, v. 83, n. 10, p. 1757-1763, 2014.