INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

ANA CRISTINA ALFLEN
GABRIELLI RODRIGUES

A ATUAÇÃO DO TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA NA RADIOTERAPIA GUIADA POR IMAGEM

FLORIANÓPOLIS, 2026

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

ANA CRISTINA ALFLEN
GABRIELLI RODRIGUES

A ATUAÇÃO DO TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA NA RADIOTERAPIA GUIADA POR IMAGEM

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Profa orientadora: Patrícia Fernanda Dorow, Dra.
Profa coorientadora: Juliana dos Santos Muller, Dra.

FLORIANÓPOLIS, 2026

Ficha de Identificação da obra elaborada pelo autor, através do cadastro de ficha de identificação disponível no portal discente do Sistema Integrado de Gestão Acadêmica - SIGAA, do IFSC.

Alflen, Ana Cristina
A ATUAÇÃO DO TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA NA RADIOTERAPIA GUIADA POR IMAGEM / Ana Cristina Alflen e Gabrielli Rodrigues ; orientador(a): Patrícia Fernanda Dorow, Dra. ; coorientador(a): Juliana dos Santos Muller, Dra.. -- Florianópolis : 2026.
40 p.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Curso Superior de Tecnologia em Radiologia, Florianópolis, 2026.

Inclui referências.

1. Radioterapia Guiada por Imagem; Tecnologia em Radiologia; Proteção Radiológica. I. Dra., Patrícia Fernanda Dorow,. II. Dra., Juliana dos Santos Muller,. III. Instituto Federal de Santa Catarina. Curso Superior de Tecnologia em Radiologia. IV. Título.

A ATUAÇÃO DO TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA NA RADIOTERAPIA GUIADA POR IMAGEM

ANA CRISTINA ALFLEN E GABRIELLI RODRIGUES

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em Radiologia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 08 de junho de 2026.

Documento assinado digitalmente
gov.br
PATRICIA FERNANDA DOROW
Data: 18/06/2026 08:17:52-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Patrícia Fernanda Dorow, Dra.

Orientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
JULIANA DOS SANTOS MULLER
Data: 18/06/2026 08:28:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Juliana dos Santos Müller, Dra.

Coorientadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
JULIANA ALMEIDA COELHO DE MELO
Data: 18/06/2026 09:17:40-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Juliana Almeida Coelho de Melo, Dra.

Avaliadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
LAYLA DE SOUZA COELHO
Data: 18/06/2026 10:33:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Layla de Souza Coelho.

Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer, primeiramente, a Deus, por nos conceder saúde, força e capacidade para a realização deste trabalho, tornando possível a conclusão de mais uma etapa importante de nossas vidas.

Aos nossos familiares, expressamos nossa profunda gratidão pelo apoio constante ao longo de toda a nossa trajetória acadêmica. Esse suporte foi essencial para que conseguíssemos enfrentar os desafios e seguir firmes até a conclusão deste ciclo.

Agradecemos à nossa professora orientadora, Patrícia Fernanda Dorow, Dra., e à nossa coorientadora, Juliana dos Santos Muller, Dra., por todo o apoio, dedicação e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho. O suporte oferecido por ambas foi fundamental, não apenas no direcionamento acadêmico, mas também nos momentos em que precisávamos de tranquilidade e incentivo, contribuindo para nos fortalecer durante essa etapa.

À nossa colega de curso, Vitória Schutz, expressamos nossa profunda gratidão pelo companheirismo, pela constante troca de conhecimentos e pelas experiências únicas que compartilhamos desde o primeiro dia de aula até o fim desta jornada. Obrigada por ser nosso apoio fundamental.

Agradecemos a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, agradecemos uma à outra. Ao longo dessa jornada, fomos o maior apoio uma da outra, compartilhando dificuldades, conquistas e aprendizados. Como dupla, nos fortalecemos mutuamente, nos ajudamos em todos os momentos e tornamos essa caminhada mais leve, possível e especial.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a atuação do Tecnólogo em Radiologia na aplicação da Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT), considerando suas atribuições profissionais, os desafios relacionados à prática radioterápica contemporânea e a adequação da formação acadêmica frente às demandas tecnológicas da área. A IGRT representa uma importante evolução da radioterapia moderna, permitindo maior precisão terapêutica por meio da verificação e correção do posicionamento do paciente, além da adaptação às variações anatômicas durante o tratamento. A metodologia adotada consistiu em uma análise qualitativa de caráter teórico e descritivo, baseada na revisão de literatura científica e documental de normativas do Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER) e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), além da avaliação dos Projetos Pedagógicos de Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia ofertados por instituições públicas federais. Os resultados demonstraram que a IGRT contribui significativamente para o aumento da precisão na entrega da dose de radiação, redução da exposição dos tecidos sadios e diminuição de toxicidades relacionadas ao tratamento, além de potencial melhora no controle tumoral. Também foi evidenciado que o Tecnólogo em Radiologia exerce papel fundamental na execução técnica da radioterapia, atuando no posicionamento do paciente, aquisição de imagens, controle de qualidade e proteção radiológica. Entretanto, observaram-se lacunas relacionadas à ausência de regulamentações específicas sobre a atuação profissional na IGRT e diferenças significativas na abordagem curricular da Radioterapia Guiada por Imagem entre os cursos analisados. Conclui-se que a atualização das normativas profissionais, o fortalecimento da capacitação contínua e a revisão das matrizes curriculares são fundamentais para garantir formação adequada e atuação qualificada frente às demandas da radioterapia contemporânea.

Palavras-chave: Radioterapia Guiada por Imagem; Tecnologia em Radiologia; Proteção Radiológica.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the performance of the Radiology Technologist in the application of Image-Guided Radiotherapy (IGRT), considering their professional assignments, the challenges related to contemporary radiotherapy practice and the adequacy of academic training in the face of the technological demands of the area. IGRT represents an important evolution of modern radiotherapy, allowing greater therapeutic precision through the verification and correction of patient positioning, in addition to adaptation to anatomical variations during treatment. The methodology adopted consists of a theoretical and descriptive analysis, based on the review of scientific and documentary literature of regulations of the National Council of Radiology Technicians (CONTER) and the National Nuclear Energy Commission (CNEN), in addition to the evaluation of the Pedagogical Projects of Higher Technology Courses in Radiology offered by federal public institutions. The results showed that IGRT contributes significantly to increasing the accuracy in the delivery of the radiation dose, reducing the exposure of healthy tissues and reducing treatment-related toxicities, in addition to potential improvement in tumor control. It was also evidenced that the Radiology Technologist plays a fundamental role in the technical execution of radiotherapy, acting on patient positioning, image acquisition, quality control and radiological protection. However, gaps related to the absence of specific regulations on professional performance at IGRT and significant differences in the curricular approach of Image-Guided Radiotherapy were observed between the courses analyzed. It is concluded that the updating of professional regulations, the strengthening of continuous training and the revision of curricular matrices are essential to ensure adequate training and qualified performance in the face of the demands of contemporary radiotherapy.

Keywords: Image Guided Radiotherapy; Radiology Technology; Radiological Protection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do percurso metodológico……..20

Figura 2 – Distribuição das instituições públicas federais que ofertam o CSTR no Brasil…….26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características, aplicações e funcionalidades dos principais dispositivos utilizados na Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT).....22

Quadro 2 – Síntese das principais resoluções do CONTER e CNEN relacionadas à atuação do Tecnólogo em Radiologia na radioterapia…….24

Quadro 3 – Comparativo da carga horária e conteúdos de Radioterapia nos CSTR de instituições públicas……27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTER - Associação Brasileira de Tecnólogos em Radiologia
BA - Bahia
CBCT - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (do inglês: *Cone Beam Computed Tomography*)
CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONTER - Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia
CSTR - Curso Superior de Tecnologia em Radiologia
DRR - Radiografia Digitalmente Reconstruída (do inglês: *Digitally Reconstructed Radiograph*)
E-MEC - Sistema Eletrônico do Ministério da Educação
EPID - Dispositivo Eletrônico de Imagem Portal (do inglês: *Electronic Portal Imaging Device*)
FATEC - Faculdade de Tecnologia
IES - Instituições de Ensino Superior
IFBA - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
IFPE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
IFPI - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
IFSC - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
IGRT - Radioterapia Guiada por Imagem (do inglês: *Image-Guided Radiation Therapy)*
IMRT - Radioterapia de Intensidade Modulada (do inglês: *Intensity-Modulated Radiation Therapy*)
MG - Minas Gerais
NN - Normas Nucleares
PE - Pernambuco
PI - Piauí
PPC - Projeto Pedagógico de Curso
PR - Paraná
PTV - Volume Alvo de Planejamento (do inglês: *Planning Target Volume*)
RM - Ressonância Magnética
SBRT - Radioterapia Estereotáxica Corporal (do inglês: *Stereotactic Body Radiation Therapy*)

SC - Santa Catarina

SP - São Paulo

SRS - Radiocirurgia Estereotáxica (do inglês: *Stereotactic Radiosurgery*)

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UNCISAL - Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas

UNIFESP - Universidade Federal de São Paulo

UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

VMAT - Arcoterapia Volumétrica Modulada (do inglês: *Volumetric Modulated Arc Therapy*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 12
1.1 Objetivo Geral..... 13
1.2. Objetivos específicos..... 13
2 RESULTADOS..... 14
2.1 Apresentação do Manuscrito..... 14
2.2 Introdução..... 16
3 MATERIAIS E MÉTODOS 18
4 RESULTADOS..... 21
5 DISCUSSÃO 28
6 CONCLUSÃO..... 33
REFERÊNCIAS..... 35

1 INTRODUÇÃO

A radioterapia constitui uma das principais modalidades terapêuticas no tratamento do câncer, sendo amplamente utilizada devido à sua capacidade de destruir células tumorais por meio da radiação ionizante (Salvajoli; Souhami; Faria, 2013). Com o avanço tecnológico, novas técnicas foram incorporadas com o objetivo de aumentar a precisão do tratamento e reduzir os efeitos adversos aos tecidos saudáveis (Furnari; Fairbanks, 2019).

Nesse contexto, destaca-se a Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT), que representa um importante avanço na área, ao possibilitar maior controle do posicionamento do paciente e adaptação do tratamento às variações anatômicas ao longo das sessões, contribuindo para a melhoria da eficácia terapêutica e da segurança do paciente (Furnari; Fairbanks, 2019; Wang *et al*., 2022).

Diante desse cenário de crescente complexidade tecnológica, torna-se fundamental a atuação qualificada dos profissionais envolvidos no processo de trabalho em radioterapia, especialmente do tecnólogo em radiologia, que desempenha papel essencial na execução técnica dos procedimentos e na garantia da qualidade do tratamento (Sliva; Taumaturgo, 2021).

No entanto, a incorporação dessas tecnologias também levanta questionamentos quanto à preparação desses profissionais frente às novas demandas, incluindo aspectos relacionados à capacitação, às atribuições profissionais e ao cumprimento das normativas vigentes (BRASIL, 2021).

Apesar dos avanços da Radioterapia Guiada por Imagem e da ampla produção científica voltada aos seus benefícios clínicos e tecnológicos, observa-se uma escassez de estudos que abordem especificamente a atuação do tecnólogo em radiologia nesse contexto. Além disso, são limitadas as investigações que relacionam as atribuições desse profissional às exigências das normativas vigentes e à formação oferecida pelos cursos de Tecnologia em Radiologia, especialmente no que se refere à carga horária e aos conteúdos voltados à IGRT. Dessa forma, identifica-se uma lacuna na literatura quanto à análise integrada entre a evolução

tecnológica da radioterapia, o papel desempenhado pelo tecnólogo em radiologia e a adequação de sua formação acadêmica às demandas atuais da prática profissional.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar a atuação do tecnólogo em radiologia na aplicação da Radioterapia Guiada por Imagem, considerando suas responsabilidades, desafios e a adequação da formação acadêmica frente às exigências atuais da área.

O seguinte estudo será submetido à revista *Brazilian Journal of Radiation Technology Research*, periódico científico eletrônico de acesso aberto vinculado à Associação Brasileira de Tecnólogos em Radiologia (ABTER). A revista possui como finalidade a divulgação de produções científicas relacionadas à Tecnologia em Radiologia e áreas correlatas das Ciências Radiológicas, incluindo radioterapia, medicina nuclear e proteção radiológica, contribuindo para o fortalecimento e disseminação do conhecimento científico e tecnológico na área da Radiologia.

1.1 Objetivo Geral

Analisar a atuação do tecnólogo em radiologia na radioterapia guiada por imagem (IGRT).

1.2 Objetivos Específicos

Este tópico expõe os objetivos específicos que guiarão o desenvolvimento e a análise deste trabalho:

a) analisar a relevância da Radioterapia Guiada por Imagem no aumento da precisão terapêutica e na promoção da segurança do paciente;

b) descrever as atribuições do Tecnólogo em Radiologia na aplicação da IGRT;

c) avaliar a carga horária destinada aos conteúdos de Radioterapia Guiada por Imagem nos Projetos Pedagógicos de Cursos de Tecnologia em Radiologia.

2 RESULTADOS

2.1 APRESENTAÇÃO DO MANUSCRITO

RESUMO

A Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) representa uma das principais inovações da radioterapia moderna, contribuindo para maior precisão terapêutica, redução da exposição desnecessária dos tecidos sadios à radiação ionizante e aumento da segurança do paciente. Entretanto, a incorporação dessa tecnologia também amplia a complexidade dos procedimentos radioterápicos e exige profissionais devidamente qualificados. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a atuação do Tecnólogo em Radiologia na aplicação da IGRT e avaliar a inserção desse conteúdo na formação acadêmica. Trata-se de um estudo qualitativo, descritivo e exploratório, realizado por meio de revisão da literatura científica, análise documental das resoluções do Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER) e das normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), além do levantamento e análise dos Projetos Pedagógicos de Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia de instituições públicas federais brasileiras. Os resultados evidenciaram que a IGRT melhora a precisão do tratamento, reduz toxicidades e fortalece a segurança do paciente, embora aumente a complexidade técnica dos procedimentos e a demanda por qualificação profissional. A análise documental demonstrou que o Tecnólogo em Radiologia possui respaldo legal e desempenha papel essencial na execução técnica do tratamento, no controle de qualidade e na proteção radiológica. Entretanto, foram identificadas lacunas na formação acadêmica quanto à abordagem específica da IGRT nos currículos analisados, além da ausência de regulamentações profissionais específicas relacionadas à técnica. Conclui-se que o Tecnólogo em Radiologia possui papel indispensável na efetividade da IGRT, sendo necessária a atualização das normativas profissionais, das matrizes curriculares e o fortalecimento da capacitação contínua, visando garantir atuação qualificada, segurança assistencial e qualidade na radioterapia moderna.

Palavras-chave: Radioterapia Guiada por Imagem; Formação em Tecnologia em Radiologia; Qualificação Profissional.

ABSTRACT

Image-Guided Radiotherapy (IGRT) represents one of the main innovations in modern radiotherapy, contributing to greater therapeutic accuracy, reducing unnecessary exposure of healthy tissues to ionizing radiation and increasing patient safety. However, the incorporation of this technology also increases the complexity of radiotherapy procedures and requires properly qualified professionals. In this context, this study aimed to analyze the performance of the Radiology Technologist in the application of IGRT and to evaluate the insertion of this content in academic training. This is a qualitative, descriptive and exploratory study, carried out through a review of the scientific literature, documentary analysis of the resolutions of the National Council of Radiology Technicians (CONTER) and the standards of the National Nuclear Energy Commission (CNEN), in addition to the survey and analysis of the Pedagogical Projects of Higher Technology Courses in Radiology of Brazilian federal public institutions. The results showed that IGRT improves treatment accuracy, reduces toxicities and strengthens patient safety, although it increases the technical complexity of procedures and the demand for professional qualification. The documentary analysis showed that the Radiology Technologist has legal support and plays an essential role in the technical execution of the treatment, quality control and radiological protection. However, gaps were identified in academic training regarding the specific approach of IGRT in the analyzed curricula, in addition to the absence of specific professional regulations related to the technique. It is concluded that the Radiology Technologist has an indispensable role in the effectiveness of IGRT, and it is necessary to update professional regulations, curricular matrices and strengthen continuous training, in order to ensure qualified performance, care safety and quality in modern radiotherapy.

Keywords: Image Guided Radiotherapy; Radiology Technology; Radiological Protection.

2.2 INTRODUÇÃO

A radioterapia tem apresentado avanços significativos nas últimas décadas, impulsionados pela incorporação de tecnologias que possibilitam maior precisão na entrega da dose e melhor preservação dos tecidos saudáveis. Nesse contexto, a Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT, do inglês *Image-Guided Radiation Therapy* –) destaca-se como uma das principais inovações da radioterapia moderna, ao possibilitar o monitoramento e ajustes do posicionamento do paciente ao longo das sessões, além da adaptação do tratamento às variações anatômicas, contribuindo para maior eficácia terapêutica e redução da toxicidade associada (Furnari; Fairbanks, 2019).

A IGRT baseia-se na utilização de sistemas avançados de aquisição de imagens, como o *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT), os dispositivos eletrônicos de imagem portal (*Electronic Portal Imaging Device* – EPID), além de tecnologias como ExacTrac e Calypso, que permitem a verificação precisa da posição do alvo antes e durante a irradiação. Dessa forma, torna-se possível reduzir as margens do *Planning Target Volume* (PTV), minimizar a exposição de órgãos de risco e aumentar a conformidade da dose administrada ao volume tumoral (Furnari; Fairbanks, 2019).

Evidências científicas demonstram que a aplicação da IGRT está associada à redução de toxicidades gastrointestinais e geniturinárias, bem como à melhoria do controle tumoral em determinados tipos de câncer (Wang *et al.*, 2022). Entretanto, apesar dos benefícios clínicos, a incorporação dessa tecnologia impõe desafios relevantes, como o aumento da complexidade dos procedimentos, a necessidade de infraestrutura adequada, a ampliação da carga de trabalho da equipe e a exposição adicional à dose de imagem (Wang *et al.*, 2022).

Nesse cenário, o tecnólogo em radiologia assume papel fundamental no processo de trabalho em radioterapia , sendo responsável pela execução técnica dos procedimentos, pelo posicionamento adequado do paciente, pela aquisição e análise das imagens e pelo suporte à equipe multiprofissional na verificação e correção do tratamento (Salvajoli; Souhami; Faria, 2013; Santos *et al.,* 2026). Além

disso, sua atuação contribui diretamente para a garantia da qualidade e para a segurança do paciente ao longo de todo o tratamento.

A atuação desse profissional exige sólido conhecimento técnico-científico, domínio das tecnologias empregadas e cumprimento rigoroso das normativas vigentes, que regulamentam os serviços de radioterapia e asseguram a prática segura (BRASIL, 2021). Contudo, diante da constante evolução tecnológica da área, torna-se necessário avaliar se a formação e a atuação do tecnólogo em radiologia estão adequadamente alinhadas às novas demandas, especialmente no contexto da IGRT.

Desse modo, a relevância do estudo se evidencia diante da necessidade de compreender o cenário atual da atuação do tecnólogo em radiologia frente às inovações tecnológicas na radioterapia, especialmente no contexto da IGRT. Considerando a crescente complexidade dos procedimentos e as exigências técnico-legais envolvidas, destaca-se a importância desses profissionais no setor de radioterapia, uma vez que são diretamente responsáveis pela precisão do tratamento, pela qualidade das imagens obtidas e pela segurança do paciente ao longo de todo o processo terapêutico. Sendo assim, o objetivo do estudo foi analisar a relevância da Radioterapia Guiada por Imagem no aumento da precisão terapêutica e na promoção da segurança do paciente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, desenvolvido com o objetivo de analisar a relevância da Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) no aumento da precisão terapêutica e na promoção da segurança do paciente, bem como descrever as atribuições do Tecnólogo em Radiologia na aplicação dessa tecnologia no contexto da radioterapia contemporânea.

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, conduzido em três etapas complementares. A pesquisa foi conduzida em três etapas complementares: a) revisão da literatura científica; b) pesquisa documental em normativas profissionais; e c) análise documental de currículos acadêmicos de Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia (CSTR).

A revisão da literatura foi realizada por meio de buscas nas bases de dados científicas Scopus, Web of Science e SciELO. Foram utilizados descritores em português e inglês, combinados por meio de operadores booleanos, tais como: (“Image-Guided Radiotherapy” OR “IGRT” OR “Radioterapia Guiada por Imagem”) AND (“Radiologic Technologist” OR “Radiologic Technology” OR “Tecnólogo em Radiologia” OR “Tecnologia em Radiologia”) AND (“Patient Safety” OR “Segurança do Paciente” OR “Radiation Protection” OR “Proteção Radiológica”).

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos, disponíveis na íntegra e que abordassem a aplicação da IGRT, seus impactos na precisão terapêutica e segurança do paciente, bem como a atuação do Tecnólogo em Radiologia nesse contexto. No total foram encontrados 20 artigos. Foram excluídos estudos duplicados, trabalhos incompletos e publicações sem relação direta com os objetivos propostos. Após remoção dos duplicados, leitura de título e resumo, aplicação dos critérios de inclusão, sobraram 12 artigos.

Para a descrição das atribuições do Tecnólogo em Radiologia na aplicação da IGRT, foi realizada uma pesquisa documental no portal do Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER) (https://conter.gov.br/). A busca ocorreu na seção “Legislações”, selecionando-se as categorias “Portarias e Resoluções”, com

delimitação temporal entre 01 de janeiro de 2001 e 01 de janeiro de 2026.

Foi realizada também uma pesquisa documental no portal da CNEN (https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas). A busca ocorreu na seção “Normas”, por meio da consulta aos grupos “Grupo 3 – Proteção Radiológica”, “Grupo 6 – Instalações Radiativas” e “Grupo 7 – Certificação e Registro de Pessoas”, com delimitação temporal entre os anos de 2012 e 2014.

A delimitação temporal entre os anos de 2012 e 2014 foi adotada por corresponder a um período de atualização e consolidação de importantes normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) relacionadas à proteção radiológica, às instalações radiativas e à qualificação dos profissionais que atuam em serviços de radioterapia. Além disso, esse intervalo coincide com a crescente incorporação de tecnologias avançadas de radioterapia, incluindo técnicas de Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT), tornando esse conjunto normativo particularmente relevante para a análise das atribuições profissionais, dos requisitos de capacitação e das responsabilidades técnicas do Tecnólogo em Radiologia no contexto da prática radioterápica contemporânea.

Foram incluídas apenas resoluções relacionadas à radioterapia, às competências profissionais e às atribuições do Tecnólogo em Radiologia. Após a seleção, os documentos foram submetidos à leitura analítica, visando identificar competências, responsabilidades técnicas e campos de atuação relacionados à utilização da IGRT e à segurança do paciente no ambiente radioterápico.

Complementarmente, realizou-se um levantamento das Instituições de Ensino Superior que ofertam o Curso Superior de Tecnologia em Radiologia por meio da plataforma do Ministério da Educação – E-MEC (https://emec.mec.gov.br/). Na aba “Consulta Avançada”, foram aplicados os seguintes filtros: “Curso de Graduação”; palavra-chave “Radiologia”; área de conhecimento “09 - Saúde e bem-estar”, refinada para “091 - Saúde”; modalidade “presencial”; e grau “tecnológico”.

Foram incluídos cursos presenciais ofertados por instituições públicas ativas na plataforma e-MEC, identificadas pelo símbolo verde. Foram excluídos cursos de instituições privadas, cursos inativos ou extintos e aqueles sem disponibilidade pública de documentos curriculares.

A opção por incluir exclusivamente instituições públicas teve como objetivo garantir maior homogeneidade da amostra analisada, uma vez que essas instituições estão submetidas a diretrizes administrativas e acadêmicas semelhantes, favorecendo a comparação entre os Projetos Pedagógicos de Curso. Além disso, essas instituições apresentam maior disponibilidade e transparência na divulgação de documentos curriculares em seus portais oficiais, possibilitando o acesso integral às informações necessárias para a análise. A inclusão de instituições privadas poderia introduzir elevada variabilidade decorrente de diferentes modelos de gestão, estruturas curriculares e políticas institucionais, dificultando a comparação dos dados e o alcance dos objetivos propostos pelo estudo.

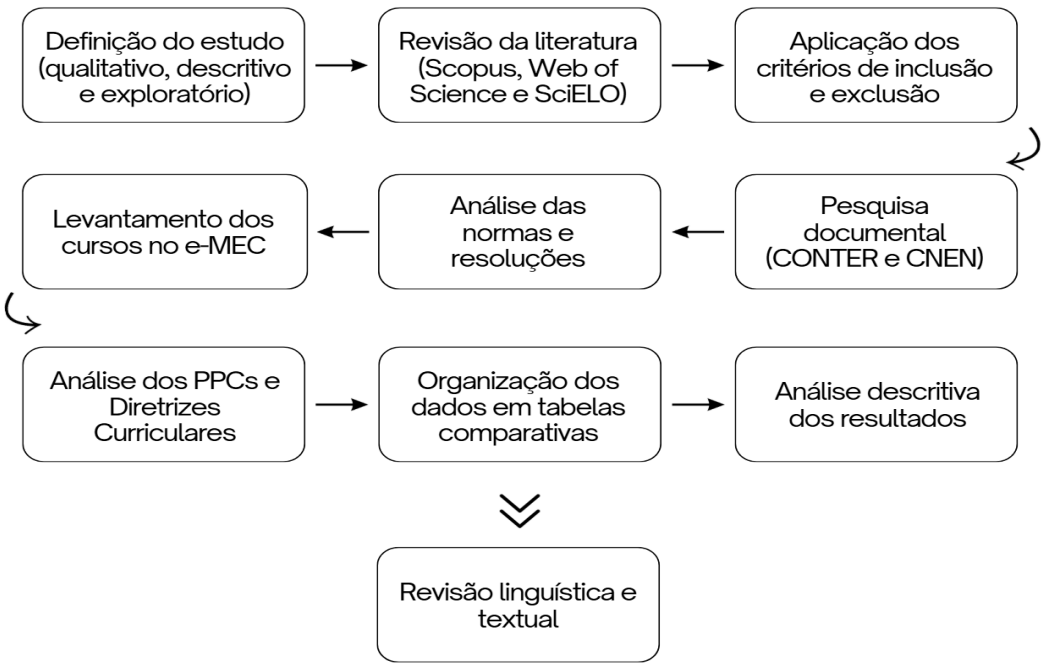
A análise curricular foi realizada a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais e dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) das instituições selecionadas, obtidos nos sites oficiais das respectivas Instituições de Ensino Superior. Foram analisadas informações relacionadas às características gerais dos cursos, carga horária, componentes curriculares e presença de conteúdos referentes à Radioterapia e à Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT).

A comparação entre os documentos foi realizada por meio da leitura integral dos Projetos Pedagógicos de Curso e das normativas selecionadas, buscando identificar conteúdos, competências, habilidades e componentes curriculares relacionados à radioterapia e à Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT). Para a análise, foram consideradas palavras-chave e expressões como "Radioterapia Guiada por Imagem", "IGRT", "radioterapia", "controle de posicionamento", "verificação por imagem", "planejamento radioterápico" e termos correlatos. Com base nessa análise, os PPCs foram classificados em três categorias: explícita, quando a IGRT era mencionada diretamente na ementa, no conteúdo programático ou nos objetivos de aprendizagem; implícita, quando eram identificados conteúdos relacionados aos princípios e aplicações da IGRT, sem menção nominal à técnica; e não explícita, quando não foram encontrados conteúdos ou referências que permitissem associar a formação ofertada à Radioterapia Guiada por Imagem. Essa classificação permitiu comparar o grau de inserção da temática nos currículos analisados de forma sistemática e padronizada.

Os dados extraídos dos PPCs e das normativas foram organizados em quadros comparativos elaborados pelas autoras e analisados de forma descritiva, com o objetivo de identificar a inserção da temática da IGRT na formação acadêmica do Tecnólogo em Radiologia, bem como sua relação com as cargas horárias, conteúdos curriculares e competências necessárias para uma atuação profissional e qualificada na radioterapia.

Por fim, para o refinamento linguístico, revisão ortográfica e aprimoramento da clareza e coesão textual, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial, como o ChatGPT e o Gemini, empregadas apenas como auxílio na elaboração e revisão do texto. Ressalta-se que não houve interferência dessas ferramentas no conteúdo científico, na análise dos dados, na interpretação dos resultados ou nas conclusões do estudo. A Figura 1 mostra as etapas metodológicas da pesquisa.

Figura 1- Fluxograma do percurso metodológico



Fonte: elaborado pelas autoras, 2026.

4 RESULTADOS

Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 12 estudos para análise. Os achados foram organizados em três categorias temáticas: precisão terapêutica e segurança do paciente; tecnologias utilizadas na IGRT; e atuação profissional do Tecnólogo em Radiologia.

A Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) consiste em uma técnica utilizada na radioterapia moderna, promovendo aumento significativo da precisão terapêutica e maior segurança ao paciente durante o tratamento oncológico. Os estudos analisados relataram que a utilização de imagens em tempo real durante as sessões radioterápicas possibilita maior controle do posicionamento do paciente e do volume-alvo, além da identificação de variações anatômicas entre as frações de tratamento (Salvajoli; Souhami; Faria, 2013; Fairbanks; Furnari, 2019).

Entre os principais sistemas identificados na literatura destacaram-se o *Electronic Portal Imaging Device* (EPID), o *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT), o *ExacTrac e o Calypso* (Fairbanks; Furnari, 2019). O EPID foi descrito como ferramenta utilizada para verificação do posicionamento e controle dosimétrico, enquanto o CBCT possibilitou a obtenção de imagens tridimensionais durante o tratamento (Guedes; Nogueira, 2024). Os sistemas *ExacTrac e Calypso* foram relacionados ao rastreamento do paciente e do alvo tumoral, principalmente em procedimentos de maior complexidade, como a radiocirurgia estereotáxica (Fairbanks; Furnari, 2019). O Quadro 1 apresenta os principais sistemas empregados na IGRT, destacando suas funcionalidades, vantagens e limitações.

Quadro 1 – Características, aplicações e funcionalidades dos principais dispositivos utilizados na Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) .

Dispositivo	**Funcionamento/ Características**	**Principais aplicações**	**Vantagens**	**Limitações**
Electronic Portal Imaging Device (EPID)	Sistema de imagem digital utilizado para verificação do posicionamento do paciente por comparação com a imagem do planejamento (DRR)	Controle de posicionamento, controle de qualidade e dosimetria *in vivo*	Alta resolução, estabilidade, flexibilidade operacional e ampla utilização clínica	Menor detalhamento anatômico quando comparado a sistemas tridimensionais
Cone Beam Computed Tomography (CBCT)	Aquisição de imagens tridimensionais durante o tratamento radioterápico	Verificação anatômica, posicionamento do paciente e apoio ao replanejamento	Melhor visualização do volume-alvo e dos órgãos de risco, permitindo ajustes durante o tratamento	O CBCT de megavoltagem apresenta menor contraste em relação à tomografia convencional
ExacTrac	Sistema que combina rastreamento infravermelho e imagens radiográficas para posicionamento do paciente	Radiocirurgia estereotáxica (SRS) e radioterapia estereotáxica corporal (SBRT)	Rastreamento submilimétrico e correção automática da mesa de tratamento.	Maior complexidade operacional e dependência de marcadores externos
Calypso	Rastreamento do alvo tumoral em tempo real por radiofrequência	Monitoramento contínuo do movimento tumoral durante a irradiação	Não utiliza radiação adicional e possibilita redução das margens do PTV	Alto custo, necessidade de implantação dos transponders e possíveis interferências em exames de RM

Fonte: elaborado pelas autoras (2026), com base em Furnari e Fairbanks (2019) e Guedes e Nogueira (2024).

Os resultados também apontaram que a utilização da IGRT esteve associada à redução das margens do volume-alvo de planejamento (PTV), bem como à diminuição da exposição dos tecidos sadios à radiação e dos efeitos adversos relacionados ao tratamento (Peres, 2018). Em regiões anatômicas próximas a órgãos críticos, os estudos relataram redução de toxicidades decorrentes da irradiação.

Em uma revisão sistemática e metanálise envolvendo 18 estudos e 6.521 pacientes com câncer de próstata não metastático, foram descritas reduções significativas das toxicidades geniturinárias agudas e gastrointestinais agudas em pacientes submetidos à IGRT, além da diminuição das toxicidades gastrointestinais tardias. O estudo também relatou melhora no controle bioquímico tumoral e aumento das taxas de sobrevida livre de recorrência bioquímica em pacientes tratados com IGRT diária, em comparação à radioterapia convencional sem verificação por imagem (Wang *et al.,* 2022).

No âmbito profissional e normativo, os resultados demonstraram que a atuação do Tecnólogo em Radiologia na radioterapia é regulamentada principalmente pelas Resoluções CONTER nº 10/2001, nº 15/2011 e nº 02/2012, além das normativas estabelecidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

No âmbito profissional e normativo, os resultados demonstraram que a atuação do Tecnólogo em Radiologia na radioterapia é regulamentada principalmente pelas Resoluções CONTER nº 10/2001, nº 15/2011 e nº 02/2012, além das normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), com destaque para a CNEN NN 6.10, que estabelece os requisitos de segurança e proteção radiológica para os serviços de radioterapia, a CNEN NN 3.01, que dispõe sobre as diretrizes básicas de proteção radiológica, e a CNEN NN 7.01, relacionada à qualificação e certificação em proteção radiológica.

Em relação às atribuições profissionais, a Resolução CONTER nº 10/2001 define e normatiza as atividades do Tecnólogo em Radiologia nas técnicas radioterápicas, estabelecendo sua atuação em procedimentos e equipamentos como acelerador linear, cobalto, braquiterapia, simuladores, planejamento técnico, cheque-filme e confecção de dispositivos auxiliares.

Os resultados evidenciaram ainda que, conforme o Art. 3º da referida resolução, o Tecnólogo em Radiologia possui atribuições relacionadas ao recebimento, orientação e posicionamento do paciente, participação no planejamento radioterápico junto ao médico radio-oncologista e ao físico médico, execução do tratamento conforme ficha técnica, operação de equipamentos,

conferência de cálculos, registro das doses administradas e verificação das condições de segurança dos equipamentos. Também foram identificadas competências relacionadas à proteção radiológica, controle de qualidade e atuação em equipe multidisciplinar.

No que se refere aos aspectos éticos e organizacionais, a Resolução CONTER nº 15/2011 reforçou os deveres profissionais, a responsabilidade técnica e a conduta ética na prática radioterápica. Complementarmente, a Resolução CONTER nº 02/2012 demonstrou ampliação do campo de atuação do Tecnólogo em Radiologia ao estabelecer competências relacionadas à gestão, implementação e execução de programas de garantia da qualidade, proteção radiológica e gerenciamento de tecnologias em saúde.

Quanto às normas de proteção radiológica e requisitos estruturais, observou-se que a Resolução CNEN nº 130/2012 estabelece critérios relacionados à segurança em serviços de radioterapia, incluindo licenciamento, controle de qualidade, monitoração das exposições e obrigatoriedade de programas de garantia da qualidade. A Resolução CNEN nº 166/2014 dispõe sobre o licenciamento de instalações radiativas, enquanto as Normas CNEN NN 3.01 e NN 6.01 estabelecem diretrizes básicas de proteção radiológica e critérios para qualificação de profissionais autorizados a manipular fontes radioativas. A seguir, o Quadro 2 apresenta uma síntese das principais resoluções relacionadas à radioterapia:

Quadro 2 – Síntese das principais resoluções do CONTER e CNEN relacionadas à atuação do Tecnólogo em Radiologia na radioterapia.

Resolução	Ano	Principais abordagens	Relação com a radioterapia
CNEN nº 166	2014	Dispõe sobre o licenciamento de instalações radiativas, incluindo construção, operação e descomissionamento	Regula o funcionamento dos serviços de radioterapia enquanto instalações radiativas, garantindo segurança estrutural e operacional
CNEN NN 3.01	2014	Diretrizes básicas de proteção radiológica, incluindo princípios de justificação, otimização e limitação de dose	Fundamenta toda a prática da radioterapia em termos de proteção ao paciente, trabalhador e público
CNEN NN 6.01	2014	Estabelece requisitos para registro de pessoas físicas autorizadas a manipular fontes radioativas	Define critérios para qualificação e autorização de profissionais envolvidos em práticas com radiação, incluindo radioterapia

Resolução	Ano	Principais abordagens	Relação com a radioterapia
CONTER nº 02	2012	Competências em gestão, proteção radiológica e garantia da qualidade	Amplia a atuação para gestão, controle de qualidade e segurança em serviços de radioterapia
CNEN nº 130	2012	Estabelece requisitos de segurança e proteção radiológica em serviços de radioterapia, incluindo licenciamento, controle de qualidade, dosimetria e organização da equipe	Define as condições para funcionamento seguro da radioterapia, incluindo exigência de prescrição médica, garantia da qualidade e monitoração das exposições
CONTER nº 15	2011	Código de Ética Profissional	Define deveres, responsabilidades e conduta ética na prática radioterápica
CONTER nº 10	2001	Define e normatiza as atribuições do Tecnólogo em Radiologia nas técnicas radioterápicas	Estabelece funções diretas na execução do tratamento, operação de equipamentos e posicionamento do paciente

Fonte: dados da pesquisa, 2026.

A análise das normativas demonstrou que as resoluções do CONTER abordam atribuições profissionais do Tecnólogo em Radiologia, enquanto as normas da CNEN estabelecem requisitos estruturais, operacionais e de proteção radiológica para os serviços de radioterapia. Não foram identificadas normativas específicas relacionadas à Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) e às atribuições do Tecnólogo em Radiologia nesse contexto tecnológico.

Os resultados da análise documental identificaram diferenças significativas entre os Cursos públicos Superiores de Tecnologia em Radiologia (CSTR's) no Brasil em relação à carga horária destinada à Radioterapia e à presença de conteúdos relacionados à Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT). A partir do levantamento realizado na plataforma e-MEC, foram identificadas 156 instituições ativas ofertando o curso na modalidade presencial. Entre essas instituições, nove correspondem a instituições públicas federais que ofertam o CSTR. A distribuição dessas instituições encontra-se apresentada na Figura 2.

Figura 2- Distribuição das instituições públicas federais que ofertam o CSTR no Brasil



Fonte: adaptado de IBGE, 2026.

Em relação à estrutura curricular, a Radioterapia foi identificada na maioria dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs) analisados. A carga horária destinada à área variou entre aproximadamente 45 e 160 horas, conforme observado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (45h), Instituto Federal de Santa Catarina, Instituto Federal do Piauí (60h), Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (80h), Instituto Federal da Bahia (90h), Instituto Federal de Pernambuco (144h) e Faculdade de Tecnologia de Botucatu (160h).

Além das diferenças quantitativas, os resultados demonstraram importantes variações qualitativas relacionadas aos conteúdos programáticos. Em determinadas instituições, a abordagem da Radioterapia permanece concentrada em conteúdos clássicos, como teleterapia, braquiterapia, radiobiologia e física das radiações. Em contrapartida, algumas instituições apresentaram currículos mais atualizados,

incluindo tópicos relacionados ao planejamento radioterápico, controle de qualidade, dosimetria avançada e técnicas modernas, como IMRT, VMAT e IGRT.

A diversidade curricular observada, embora permita flexibilidade na organização dos cursos, pode impactar o perfil profissional do egresso, evidenciando a importância de um planejamento educacional que assegure equilíbrio entre teoria, prática e desenvolvimento de competências técnicas e críticas (Monção *et al.,* 2022). Abaixo, no Quadro 3, encontra-se o resultado descritivo.

Quadro 3 – Comparativo da carga horária e conteúdos de Radioterapia nos CSTR de instituições públicas.

Instituição	Estado	Carga Horária (h)	Abordagem da Radioterapia	Presença de IGRT
FATEC	SP	160h	Conteúdo completo	Implícita
IFPE	PE	144h	Técnicas e planejamento	Não explícita
IFBA	BA	90h	Técnicas avançadas	Explícita
IFSC	SC	80h	Conteúdo amplo e tecnológico	Implícita
UNCISAL	AL	80h	Planejamento e simulação	Não explícita
IFPI	PI	60h	Conteúdos básicos e legislação	Não explícita
UFMG	MG	60h	Abordagem geral	Não explícita
UTFPR	PR	45h	Conteúdos básicos	Não explícita
UNIFESP	SP	Não informado	Abordagem geral	Não explícita

Fonte: dados da pesquisa, 2026.

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que a Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) representa uma das principais evoluções tecnológicas da radioterapia contemporânea, especialmente por promover maior precisão terapêutica e segurança ao paciente durante o tratamento oncológico. A utilização de imagens em tempo real permite maior controle do posicionamento do paciente e do volume-alvo, reduzindo erros geométricos e variações anatômicas entre as frações de tratamento, conforme descrito por Salvajoli, Souhami e Faria (2013) e por Fairbanks e Furnari (2019). Esses achados respondem diretamente ao primeiro objetivo desta pesquisa, ao demonstrar que a IGRT contribui significativamente para a melhoria da acurácia terapêutica e para a redução de riscos associados à irradiação de tecidos sadios.

A precisão proporcionada pela IGRT está diretamente relacionada à incorporação de diferentes sistemas de verificação por imagem, como o EPID, o CBCT, o *ExacTrac e o Calypso*. Conforme observado nos resultados, essas tecnologias possibilitam monitoramento contínuo, rastreamento tumoral e correções mais precisas do posicionamento do paciente, especialmente em tratamentos de alta complexidade, como radiocirurgia estereotáxica e radioterapia estereotáxica corporal. Além disso, Guedes e Nogueira (2024) destacam que o CBCT favorece a aquisição de imagens tridimensionais durante o tratamento, permitindo ajustes imediatos e melhor visualização dos órgãos de risco. Dessa forma, os resultados demonstram que a IGRT ultrapassa a função de simples verificação de posicionamento, configurando-se como ferramenta essencial para tratamentos mais individualizados, seguros e eficazes.

Outro aspecto relevante identificado foi a possibilidade de redução das margens do PTV, diminuindo a exposição desnecessária dos tecidos sadios à radiação ionizante. Segundo Peres (2018), essa redução é particularmente importante em regiões anatômicas próximas a órgãos críticos, contribuindo para minimizar toxicidades decorrentes do tratamento radioterápico. Tal achado reforça os

princípios da radiobiologia e da proteção radiológica, fundamentados no equilíbrio entre máxima dose tumoral e mínima exposição dos tecidos normais, em consonância com os princípios de otimização e limitação de dose estabelecidos pela CNEN NN 3.01 (2014).

Os achados desta pesquisa também corroboram evidências clínicas descritas na literatura científica. Wang *et al.* (2022), em revisão sistemática e metanálise envolvendo 6.521 pacientes com câncer de próstata não metastático, identificaram redução significativa das toxicidades geniturinárias e gastrintestinais agudas, além de diminuição das toxicidades gastrointestinais tardias em pacientes submetidos à IGRT diária. Os autores também observaram melhora no controle bioquímico tumoral e aumento das taxas de sobrevida livre de recorrência bioquímica quando comparada à radioterapia convencional sem verificação por imagem. Esses resultados demonstram que os benefícios da IGRT ultrapassam a dimensão tecnológica, impactando diretamente os desfechos clínicos e a qualidade de vida dos pacientes.

No que se refere ao segundo objetivo deste estudo, relacionado às atribuições do Tecnólogo em Radiologia na aplicação da IGRT, os resultados evidenciaram que a atuação desse profissional é ampla e indispensável em todas as etapas do tratamento radioterápico. As Resoluções CONTER nº 10/2001, nº 15/2011 e nº 02/2012 estabelecem competências relacionadas ao posicionamento do paciente, operação de equipamentos, execução técnica do tratamento, proteção radiológica, controle de qualidade e atuação multiprofissional. Tais atribuições demonstram que o Tecnólogo em Radiologia possui papel estratégico na garantia da segurança, qualidade e precisão dos procedimentos radioterápicos.

Entretanto, embora as normativas contemplem atribuições gerais relacionadas à radioterapia, observou-se ausência de regulamentações específicas voltadas à atuação do profissional na Radioterapia Guiada por Imagem. Essa lacuna normativa torna-se relevante diante da crescente incorporação de tecnologias avançadas nos serviços radioterápicos, exigindo competências cada vez mais especializadas relacionadas à operação de sistemas de imagem, análise de posicionamento e realização de verificações de alta precisão. Nesse contexto, os

resultados sugerem que as regulamentações atuais ainda não acompanham plenamente as transformações tecnológicas da radioterapia contemporânea.

A falta de definição clara dessas atribuições pode gerar insegurança jurídica e operacional nos serviços, uma vez que determinadas atividades passam a ser executadas com base em protocolos institucionais ou práticas locais, sem respaldo normativo específico. Como consequência, podem surgir divergências quanto aos limites de atuação entre diferentes categorias profissionais, especialmente entre Tecnólogos em Radiologia, físicos médicos e radio-oncologistas, principalmente em atividades relacionadas à análise das imagens obtidas durante a IGRT e à tomada de decisão sobre correções posicionais antes da irradiação.

Além dos possíveis conflitos interprofissionais, a ausência de regulamentação específica dificulta a padronização dos processos de formação e capacitação profissional. Os resultados deste estudo demonstraram que a abordagem da IGRT nos currículos dos cursos de Tecnologia em Radiologia ocorre de forma heterogênea e, em muitos casos, limitada ou inexistente. Esse cenário pode gerar um descompasso entre as competências exigidas pelos serviços de radioterapia modernos e a formação oferecida pelas instituições de ensino, criando barreiras para a inserção do egresso no mercado de trabalho e aumentando a necessidade de treinamento complementar em serviço.

Sob a perspectiva da segurança do paciente, essa lacuna também merece atenção, uma vez que a correta utilização da IGRT está diretamente relacionada à precisão do tratamento radioterápico e à redução da exposição desnecessária de tecidos sadios à radiação. Dessa forma, a inexistência de diretrizes específicas que estabeleçam competências mínimas, responsabilidades e requisitos de qualificação para os profissionais envolvidos pode comprometer a uniformidade das práticas assistenciais e favorecer variações na qualidade dos serviços prestados.

Nesse contexto, torna-se necessária a atualização das regulamentações profissionais e educacionais, de modo a acompanhar a evolução tecnológica da radioterapia contemporânea. O estabelecimento de atribuições claramente definidas para o Tecnólogo em Radiologia na IGRT poderia contribuir para maior segurança jurídica, fortalecimento da identidade profissional, redução de conflitos entre

categorias, padronização da formação acadêmica e qualificação da assistência prestada aos pacientes submetidos ao tratamento radioterápico.

Além disso, técnicas modernas como IMRT, VMAT e IGRT demandam maior domínio tecnológico, interpretação de imagens e participação ativa nos processos de garantia da qualidade. Assim, torna-se necessária a atualização das diretrizes profissionais, visando contemplar as novas demandas impostas pela radioterapia de alta precisão e fortalecer a segurança assistencial. A ampliação das atribuições relacionadas à gestão, proteção radiológica e garantia da qualidade, previstas na Resolução CONTER nº 02/2012, também evidencia tendência de expansão do campo de atuação do Tecnólogo em Radiologia em ambientes de alta complexidade tecnológica.

As normativas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), como as Resoluções nº 130/2012 e nº 166/2014, além das Normas NN 3.01 e NN 6.01, estabeleceram diretrizes fundamentais relacionadas à segurança estrutural, proteção radiológica, controle de qualidade e qualificação profissional nos serviços de radioterapia. Contudo, assim como observado nas resoluções do CONTER, não foram identificadas regulamentações específicas relacionadas à aplicação da IGRT. Essa ausência evidencia possível defasagem normativa frente às inovações tecnológicas incorporadas à prática radioterápica atual, indicando necessidade de atualização regulatória voltada às técnicas guiadas por imagem.

Os resultados evidenciaram significativa heterogeneidade entre os Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia (CSTR's) no Brasil quanto à carga horária destinada à Radioterapia e à incorporação de conteúdos relacionados à IGRT. Embora a Radioterapia esteja presente na maioria dos Projetos Pedagógicos de Curso analisados, verificaram-se diferenças expressivas tanto na carga horária quanto na profundidade dos conteúdos programáticos abordados.

A variação identificada entre cargas horárias de aproximadamente 45 a 160 horas demonstra ausência de padronização curricular entre as instituições analisadas. Além disso, observou-se que, em muitos cursos, os conteúdos permanecem concentrados em abordagens tradicionais da radioterapia, como teleterapia, braquiterapia e radiobiologia, enquanto apenas algumas instituições

apresentam inserção de conteúdos relacionados a técnicas modernas, como IMRT, VMAT e IGRT.

Destacou-se, nesse contexto, o Instituto Federal da Bahia (IFBA), por apresentar menção explícita à IGRT em seu conteúdo programático, demonstrando maior alinhamento curricular com as práticas contemporâneas da radioterapia moderna. Entretanto, mesmo em instituições que abordam tecnologias avançadas, como o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e a Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC), observou-se que a IGRT aparece, em geral, inserida de forma pontual dentro de um conjunto amplo de conteúdos, sem indicação clara de aprofundamento específico ou carga horária direcionada à temática.

Esses achados corroboram a discussão apresentada por Monção *et al.* (2022), ao destacar que a diversidade curricular, embora permita flexibilidade institucional, pode influenciar diretamente o perfil profissional do egresso e gerar diferenças no desenvolvimento de competências técnicas e críticas. A ausência de padronização na formação relacionada à IGRT pode resultar em profissionais com níveis distintos de preparo técnico para atuação em serviços que utilizam tecnologias avançadas, evidenciando a necessidade de revisão e atualização curricular dos CSTR's.

Outro aspecto relevante identificado refere-se à limitada presença de instituições públicas ofertando o Curso Superior de Tecnologia em Radiologia no Brasil. A identificação de apenas nove instituições públicas federais ofertando o curso demonstra concentração restrita da formação pública na área, o que pode impactar tanto o acesso à formação especializada quanto a qualificação profissional em determinadas regiões do país. Esse cenário reforça a importância do fortalecimento de políticas educacionais voltadas à ampliação e atualização da formação tecnológica em saúde.

A discussão dos resultados demonstra que a IGRT possui papel fundamental na radioterapia moderna, promovendo maior precisão terapêutica, redução de toxicidades e aumento da segurança do paciente. Entretanto, os achados também evidenciam desafios relacionados à regulamentação profissional e à formação acadêmica do Tecnólogo em Radiologia frente às constantes inovações

tecnológicas. Assim, torna-se necessária a atualização das normativas profissionais e das matrizes curriculares dos Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia, visando garantir formação compatível com as exigências contemporâneas da prática radioterápica e com as demandas crescentes por tratamentos cada vez mais precisos, seguros e tecnologicamente complexos.

O Tecnólogo em Radiologia integra a equipe multiprofissional de saúde e atua no manuseio de radiações ionizantes em procedimentos diagnósticos e terapêuticos, incluindo a radioterapia e a medicina nuclear, além de desempenhar funções relacionadas à gestão, docência e setores especializados. Sua formação contempla conteúdos em anatomia, fisiologia, física da radiação, radiobiologia, proteção radiológica e gestão, com o objetivo de garantir uma atuação segura e qualificada em ambientes de alta complexidade tecnológica, como os serviços de radioterapia (Zimmermann *et al.,* 2022).

6 CONCLUSÃO

A Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT) consolidou-se como uma importante evolução tecnológica da radioterapia moderna, promovendo maior precisão terapêutica, redução da exposição desnecessária dos tecidos sadios à radiação ionizante e aumento da segurança do paciente durante o tratamento oncológico. Os resultados deste estudo demonstraram que a utilização de sistemas de verificação por imagem, como CBCT, EPID, *ExacTrac e Calypso*, possibilita melhor controle do posicionamento do paciente, maior conformidade da dose e redução de toxicidades associadas à radioterapia.

Além dos benefícios clínicos e tecnológicos, evidenciou-se que o Tecnólogo em Radiologia exerce papel fundamental na aplicação da IGRT, atuando diretamente no posicionamento do paciente, aquisição e análise das imagens, operação dos equipamentos, controle de qualidade e proteção radiológica. As normativas analisadas demonstraram que esse profissional possui respaldo legal para atuação na radioterapia, sendo parte essencial da equipe multiprofissional responsável pela segurança e efetividade do tratamento.

Entretanto, observou-se ausência de regulamentações específicas relacionadas à Radioterapia Guiada por Imagem e às atribuições do Tecnólogo em Radiologia nesse contexto tecnológico, indicando uma lacuna normativa frente às demandas atuais da prática radioterápica. Também foram identificadas diferenças significativas entre os Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia quanto à carga horária, profundidade dos conteúdos e inserção de técnicas modernas, como IMRT, VMAT e IGRT, evidenciando falta de padronização curricular entre as instituições analisadas.

Dessa forma, os achados deste estudo reforçam a necessidade de atualização das normativas profissionais, fortalecimento da educação continuada e revisão das matrizes curriculares dos Cursos Superiores de Tecnologia em Radiologia, visando garantir formação compatível com as exigências contemporâneas da radioterapia moderna. Conclui-se, portanto, que a qualificação

contínua do Tecnólogo em Radiologia é indispensável para assegurar qualidade, precisão terapêutica e segurança assistencial na aplicação da IGRT.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN. **Norma CNEN NN 6.10: Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de radioterapia.** Brasília: CNEN, 2021. Disponível em:www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-6/grupo6-nrm610.pdf Acesso em: 18 nov. 2025.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)**. Norma CNEN NN 3.01: Diretrizes básicas de proteção radiológica.** Rio de Janeiro: CNEN, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas/grupo-3/copy2_of_NormaCNENNN3.01.pdf. Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). **Norma CNEN NN 6.01: Requisitos para o registro de pessoas físicas para o preparo, uso e manuseio de fontes radioativas.** Rio de Janeiro: CNEN, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-rapido/normas. Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)**. Resolução CNEN n.º 130, de 31 de maio de 2012.** Dispõe sobre os requisitos necessários para a segurança e a proteção radiológica em serviços de radioterapia. Rio de Janeiro: CNEN, 2012. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-a-informacao/atos-normativos-cnen/comissao_deliberativa/resolucoes/2012/rs_cnencd_130_2012.pdf. Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)**. Resolução CNEN n.º 166, de 16 de abril de 2014.** Aprova a Norma CNEN NN 6.02 – Licenciamento de Instalações Radiativas. Rio de Janeiro: CNEN, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/cnen/pt-br/acesso-a-informacao/atos-normativos-cnen/comissao_deliberativa/resolucoes/2014. Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER). **Resolução CONTER n.º 10, de 11 de novembro de 2001.** Dispõe sobre atribuições profissionais dos Técnicos e Tecnólogos em Radiologia. Brasília, DF: CONTER, 2001. Disponível em: https://conter.gov.br/. Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER). **Resolução CONTER n.º 15, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre especialidades e áreas de atuação dos profissionais das técnicas radiológicas. Brasília, DF: CONTER, 2011. Disponível em: https://conter.gov.br/ Acesso em: 31 maio 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia (CONTER). **Resolução CONTER n.º 02, de 04 de maio de 2012.** Regulamenta atribuições profissionais nas áreas das técnicas radiológicas. Brasília, DF: CONTER, 2012. Disponível em: https:https://conter.gov.br/. Acesso em: 31 maio 2026.

CONSELHO NACIONAL DE TÉCNICOS EM RADIOLOGIA (CONTER). **Resolução nº 17, de 17 de julho de 2012**. Aprova o Código de Ética do Profissional das Técnicas Radiológicas. Brasília: CONTER, 2012.

FAIRBANKS, L. R.; FURNARI, L. **Radioterapia guiada por imagem: técnicas e controle de qualidade**. *Revista Brasileira de Física Médica*, v. 13, n. 1, p. 99–108, h2019. DOI: 10.29384/rbfm.2019.v13.n1.p99-108. Disponível em: https://rbfm.emnuvens.com.br/rbfm/article/view/507. Acesso em: 18 nov. 2025.

GUEDES, A. P. O.; NOGUEIRA, L. B. **Radioterapia guiada por imagem (IGRT): a importância da tecnologia nos tratamentos radioterápicos**. In: SEMANA NACIONAL DE ENGENHARIA NUCLEAR E DA ENERGIA E CIÊNCIAS DAS RADIAÇÕES – VII SENCIR, 12–14 nov. 2024, Belo Horizonte. *Anais…* Belo Horizonte: UFMG, 2024. Disponível em: https://sencir.nuclear.ufmg.br/wp-content/uploads/2024/11/875955.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

MONÇÃO, Mauricio Mitsuo; MACHADO, Carolina Neis; SILVA, Charlene da; SOUZA, Daiane Cristini Barbosa de; OLIVEIRA, Marcus Vinícius Linhares de; MULLER, Juliana dos Santos. Análise curricular dos cursos superiores de tecnologia em radiologia de instituições públicas federais no Brasil. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, *[S. l.]*, v. 1, n. 22, p. e11699, 2022. DOI: 10.15628/rbept.2022.11699. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/11699. Acesso em: 2 maio. 2026.

PERES, L. **Princípios físicos e técnicos em radioterapia.** 1. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2018.

SANTOS, A. et al. **Enhancing Radiation Therapy Technologists' (RTTs) autonomy in IGRT through structured training**: a Protocol for a Quality Improvement Project. Radiation Oncology, 2026.

SALVAJOLI, J. V.; SOUHAMI, L.; FARIA, S. L. ***Radioterapia em Oncologia*.** 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2013.

SILVA, J.; TAUMATURGO, R. **Atuação do tecnólogo em radiologia na radioterapia moderna**. *Revista Brasileira de Radiologia*, v. 53, n. 2, p. 45–52, 2021.

SILVA, M. P.; TAUMATURGO, I. C. B. A**tuação do profissional das técnicas radiológicas e a importância do atendimento humanizado no setor de radioterapia.** *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 7, p. 73303–73311, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n7-485. Disponível em: https://web.archive.org/web/20211206113950id_/https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/33305/pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

WANG, S. et al. **The role of image-guided radiotherapy in prostate cancer: a systematic review and meta-analysis.** *Clinical and Translational Radiation Oncology*, v. 38, p. 6, 2022. DOI: 10.1016/j.ctro.2022.11.001. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9668680/. Acesso em: 18 nov. 2025.

ZIMMERMANN, Estéfany; MUNHOZ, Gabriele Bonetto Motril; MÜLLER, Juliana dos Santos; SILVA, Charlene da. Análise curricular da formação acadêmica dos tecnólogos em radiologia para atuação profissional como dosimetrista. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 11, n. 11, p. e179111133171, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33171. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/33171. Acesso em: 2 maio. 2026.