

**Política de segurança para o paciente submetido ao tratamento de radioterapia/****Safety policy for patients undergoing radiotherapy treatment**

DOI:10.34117/bjhr2n5-056

Recebimento dos originais: 10/09/2019

Aceitação para publicação: 23/10/2019

**Thiago Victorino Claus**

Mestrando em Proteção Radiológica pelo IFSC

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300

E-mail: clausrx@gmail.com

**Otávio Bitencourt de Freitas**

Fisioterapeuta pelo Instituto de Ensino Superior da Grande Florianópolis, Mestrando em Proteção Radiológica pelo IFSC

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300

E-mail: physiollife01@gmail.com

**Rafaela Maria Diniz**

Odontóloga pela Universidade do Extremo Sul Catarinense, Licenciada em Ciências pela FAFOPA, P-graduada em Bioquímica e Biologia Molecular pela Faculdade Leão Sampaio, Mestranda em Proteção Radiológica pelo IFSC

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300

E-mail: rafaelaec86@gmail.com

**Geórgia Gonçalves**

Mestranda em Proteção Radiológica

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300

E-mail: trgeorgiagoncalves@gmail.com

**Rochelle Zacchi**

Enfermeira pela Universidade do Sul de Santa Catarina, pós-graduada em Gestão da Promoção e Assistência à Saúde pela Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais, Mestranda em Proteção Radiológica pelo Instituto Federal de Santa Catarina.

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300

E-mail: rochelle.zacchi@ifsc.edu.br

**Vagner Bolzan**

Físico Bacharel - Ênfase em Física Médica pela UNIFRA Santa Maria RS, Mestrando em Proteção Radiológica pelo IFSC

Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300  
E-mail: bolzanvagner@gmail.com

**Rita de Cássia Flôr**

Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal de Santa Catarina  
Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC  
Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300  
E-mail: rita.tablet@gmail.com

**Alexandre D'Agostini Zottis**

Doutor em Química Inorgânica pela Universidade Federal de Santa Catarina  
Instituição: Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC  
Endereço: Av. Mauro Ramos, 950 - Centro, Florianópolis - SC, Brasil. Cep 88020-300  
E-mail: adz@ifsc.edu.br

**RESUMO**

A Associação Americana de Oncologia da Radiação (ASTRO), considera muito mais multidisciplinar as responsabilidades dentro e fora de serviços de radioterapia, resultando na necessidade de melhorar a comunicação. Enfatiza que a qualidade e segurança não são apenas responsabilidade de liderança departamental, mas de toda a equipe envolvida na prática clínica. Assim, este estudo visa comparar os principais documentos internacionais e nacionais acerca da política de segurança em serviço de radioterapia. Do ponto de vista da proteção radiológica pela norma brasileira as exposições ocupacionais e do público são bem estabelecidas. Entretanto, os novos desafios se encontram no cuidado permanente das exposições médicas (do paciente), e do ponto de vista do controle de qualidade o foco é bem estabelecido no desempenho dos equipamentos e a mudança está na garantia ou gestão da qualidade (foco na qualidade dos cuidados ao paciente), representando que esta é uma área da radiologia médica que exige uma dedicação por uma equipe multidisciplinar.

**Palavras-chave:** Segurança do Paciente, Radioterapia, Lesões por Radiação e Efeitos da Radiação.

**ABSTRACT**

The American Association of Radiation Oncology (ASTRO) considers the responsibilities within and outside radiotherapy services to be much more multidisciplinary, leading them to improve communication. Emphasizes that quality and safety are not just responsibilities of clinical leadership, but of a whole team involved in clinical practice. Thus, the study aims to compare the main international documents and the safety policy in radiotherapy service. From the standpoint of national radiological radiology how busy and public doors are well established. Regarding quality, performance is accurate and does not need any of the indicators. care at patient), which is an area of medical radiology that requires dedication by a multidisciplinary team.

**Keywords:** Patient Safety, Radiation Therapy, Radiation Injuries and Radiation Effects.

## 1 INTRODUÇÃO

Passados mais de 30 anos do acidente radiológico de Goiânia com uma fonte de Césio-137, os riscos associados à radioterapia externa atualmente mudaram, pois são dependentes de erros sistemáticos no processo de planejamento e riscos nos pacientes submetidos ao tratamento com radioterapia [1].

Atualmente os aceleradores lineares clínicos (LINACs), representam a mais importante e versátil fonte de radiação ionizante em radioterapia, são equipamentos capazes de produzir feixes de raios X ou elétrons, por meio do processo de aceleração dos elétrons produzem energias da ordem de mega elétron-volt (4 MeV a 21 MeV) e são utilizados para fins terapêuticos em diversas tecnologias empregadas na prática clínica da radioterapia moderna. [1].

Apesar de haver alguns países desenvolvidos que preferem equipamentos com fontes de cobalto-60 de alta tecnologia, no Brasil a maioria dos equipamentos de cobaltoterapia são antigos e geralmente não estão em boas condições de manutenção [1,2].

No Brasil, as medidas de segurança adotadas após outro acidente de radioterapia ocorrido no Rio de Janeiro em 2012 e as consequentes mudanças introduzidas nos procedimentos de inspeção e no processo de licenciamento da CNEN, em 2014, foram estabelecidos novos requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de radioterapia na publicação CNEN-NN-6.10 [2-4]. Em 2012, como parte de sua iniciativa com o foco na segurança, a Sociedade Americana de Radioterapia (ASTRO) liderou o esforço para atualizar e melhorar a qualidade e segurança no tratamento de radioterapia [4]. A Necessidade inerente aos novos avanços no planejamento e entrega do tratamento, resultando em maior complexidade técnica, as recomendações com o título “Segurança Sem Acidentes” fornecem uma estrutura atualizada para alcançar esse objetivo.

Em 2019, a ASTRO, atualiza esse documento, enfatizando a importância do trabalho multidisciplinar sobre as responsabilidades dentro e fora dos departamentos, resultando na necessidade de melhorar a comunicação, deixando claro que a qualidade e a segurança não são apenas responsabilidade de liderança departamental, mas, sim de toda a equipe multidisciplinar envolvida no tratamento[5].

Diante do contexto acima, este estudo visa comparar os principais documentos internacionais e nacionais acerca da política de segurança em serviço de radioterapia.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo trata de uma revisão bibliográfica com o intuito de atualizar as informações pertinentes ao tema a respeito da segurança e proteção radiológica para os serviços de radioterapia no país. Considerando que deve ser sempre levado em consideração que qualquer pesquisador deva tomar o cuidado a respeito das modalidades de pesquisas, a metodologia adequada, uma vez que qualquer objeto de estudo exige-se uma investigação prévia e um levantamento de dados na literatura a respeito do assunto [6]. Sendo assim, o presente estudo envolveu a busca em documentos pertinentes às seguintes organizações: Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), Sociedade Americana de Radioterapia - (ASTRO), Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e artigos indexados nas bases de dados nos portais de periódicos (Scopus, Science Direct ou Scielo). O período da pesquisa ocorreu entre os meses de março a abril de 2019 e envolveu o processo de atividade didática exigida por meio da disciplina de Radiobiologia do Mestrado Profissional em Proteção Radiológica (MPPR), pertencente ao programa de Pós-Graduação em Tecnologias Radiológicas do Instituto Federal de Santa Catarina. Os documentos foram analisados e comparados, obtendo-se uma análise descritiva dos dados acerca da política de segurança em serviço de radioterapia. Baseando-se inicialmente no relatório “Lições Aprendidas de Exposições Acidentais em Radioterapia”, publicado em 2000 da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Adotou-se como critério de inclusão os descritores: Segurança do Paciente, Radioterapia, Lesões por Radiação e Efeitos da Radiação em inglês, espanhol e em português, assim como os estudos publicações posteriores ao ano 2000. Como critério de exclusão, os estudos que não preencherem os critérios de inclusão. Para análise e interpretação dos dados obtidos, utilizou-se recursos computacional para organização dos documentos analisados. Tais dados foram apresentados em forma de análise descritiva, tabelas e representação, em forma de figuras das aquisição de imagens.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 EVOLUÇÃO DOS PARADIGMAS DA RADIOTERAPIA CLÍNICA**

Alguns acreditam que o Acidente Radiológico de Goiânia forneceu ensinamentos e possibilitou aprendizados para todo o mundo, em todas as áreas do conhecimento humano. Das várias lições aprendidas neste acidente, podemos nos referir àquela que trata da nossa responsabilidade em conhecer as consequências de se lidar com ciência e tecnologia, e ampliarmos os cuidados que priorizam a ética e o respeito à vida [2,7,8].

Um desses aprendizados constitui a substituição por fontes radioisotópicas (Cs-137 e Co-60) por métodos utilizando equipamentos eletrônicos como os aceleradores lineares (LINACs) na busca de um melhoramento na segurança do paciente e sucesso no tratamento de certas neoplasias que se apresentam com elevados índices de morbidade de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) [7,8].

Desde os primórdios da radioterapia, no início do século XX, quando foi realizado o primeiro tratamento com raios X, logo a necessidade de métodos que permitissem a aplicação de doses maiores que garantisse maior probabilidade de morte celular no volume tumoral e proteção de estruturas sadias. Contudo o desafio da radioterapia é a precisão da entrega da dose prescrita diariamente durante todo o tratamento no volume alvo [7,8]

A radioterapia pode ser empregada de diferentes formas: exclusiva quando empregada isoladamente; combinada à quimioterapia; de forma pré-operatória ou neoadjuvante, com o objetivo de reduzir o volume tumoral, evitando assim cirurgias mais radicais. A escolha na indicação depende basicamente do tipo histológico, do estadiamento e das condições clínicas do paciente.

Radioterapia convencional é utilizada desde os primórdios da radioterapia, também chamada radioterapia bidimensional (2D), pois o planejamento do volume-alvo, bem como os respectivos órgãos de risco são definidos com base nas imagens das radiografias realizadas na posição de tratamento do paciente, com o próprio equipamento de radioterapia ou simuladores que usam tubos de raios X convencional. O planejamento resulta geralmente com dois a quatro campos de radiação, paralelos e opostos, que convergem e distribuem a dose de radiação prescrita no volume-alvo, entretanto como não se conhece a localização exata dos órgãos internos, a dose deve ser estimada em um ou mais pontos de interesse, conforme a cada caso [7,8].

A radioterapia evoluiu, culminou com a evolução de técnicas avançadas de imagem, como a tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), tomografia por emissão de pósitron (PET), no entanto, a TC tornou-se parte essencial da radioterapia e as outras refinaram a localização do volume alvo, sendo a última que permite a avaliação da resposta do tratamento [7].

A radioterapia conformacional tridimensional (3DCRT) passou a ser adotada rápida e amplamente há cerca de 20 anos devido ao advento das novas técnicas de imagem associadas ao desenvolvimento da informática, possibilitando o uso de sistemas de planejamento computadorizado (TPS) que dispõe de ferramentas quantitativas, como

Histograma Dose-volume (DVH) que permitem analisar a distribuição de dose no volume alvo de interesse para tratamento, como por exemplo: tumor “identificável” (Gross Tumor Volume, [GTV]), doença subclínica (Clinical Target Volume, [CTV]) e volume-alvo de planejamento terapêutico (Planning Target Volume, [PTV]) e ainda a identificação de órgãos e tecidos saudáveis, para os quais se deseja limitar as doses de radiação em excesso, em função de maior risco de complicações agudas ou tardias indesejadas para pacientes, alguns exemplos destes chamados “órgão de risco” (Organs At Risk [OR]), bem como a possibilidade de reconstruir imagens sob o ponto de vista do feixe de radiação (Beam’s Eye View – BEV)[7-9].

Na radioterapia uma de suas metas incluem a determinação da posição de tratamento, acessórios para imobilização, aquisição de imagens por TC, identificação do volume alvo e determinação da geometria dos campos de tratamento, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Sequência mínima para o tratamento radioterápico de um paciente [5].

Modalidade	Etapas básicas do tratamento típico de radioterapia 3D
planejamento do tratamento;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acessórios para imobilização e conforto do paciente;</li> <li>2. Simulação por TC, por vezes combinada com outros dados radiográficos com RM<sup>[a]</sup> e PET<sup>[b]</sup>;</li> <li>3. Contorno do volume alvo de tratamento (PTV);</li> <li>4. Radiografias reconstruídas digitalmente (DRR)<sup>[c]</sup> em visão de feixe (BEV)</li> <li>5. Conformação do feixe de radiação ao alvo, muitas vezes usando colimação multilâminas (MLC) <sup>[d]</sup>;</li> <li>6. Cálculo de dose no volume alvo (PTV) e órgãos de Risco (OR), muitas vezes com correção de heterogeneidade de tecidos;</li> <li>7. Otimização da dose prescrita conforme o alvo;</li> <li>8. Análise do histograma de dose-volume (DVH)<sup>[e]</sup></li> <li>9. Gerenciamento de dose com aceleradores lineares tipicamente interligados ao computador;</li> <li>10. Implementação e verificação de imagens com filme, radiografia digital (DRR) e portal de imagens eletrônicas (EPI).</li> </ol>

<sup>[a]</sup>Ressonância Magnética (RM) também tem sido utilizada nos planos de tratamento através dos sistemas de planejamento computadorizados que efetuam a fusão de imagens,

conseguindo-se assim melhor delimitação PTV;

<sup>[b]</sup>A PET, como exame de corpo inteiro e multi-órgão que é, representa, por isso, um papel muito importante no estadiamento da doença metastática, bem como a caracterização acurada do volume alvo;

<sup>[c]</sup> Para verificação das incertezas geométricas são realizadas radiografias durante o tratamento, que são comparadas com as radiografias digitalmente reconstruídas (digitally reconstructed radiography – DRR) obtidas a partir da tomografia de planejamento;

<sup>[d]</sup>O Multi-leaf Collimator (MLC) pode substituir os blocos convencionais; se ajustar continuamente para formar a projeção do beam's-eye view (BEV) do volume alvo planejado (PTV);

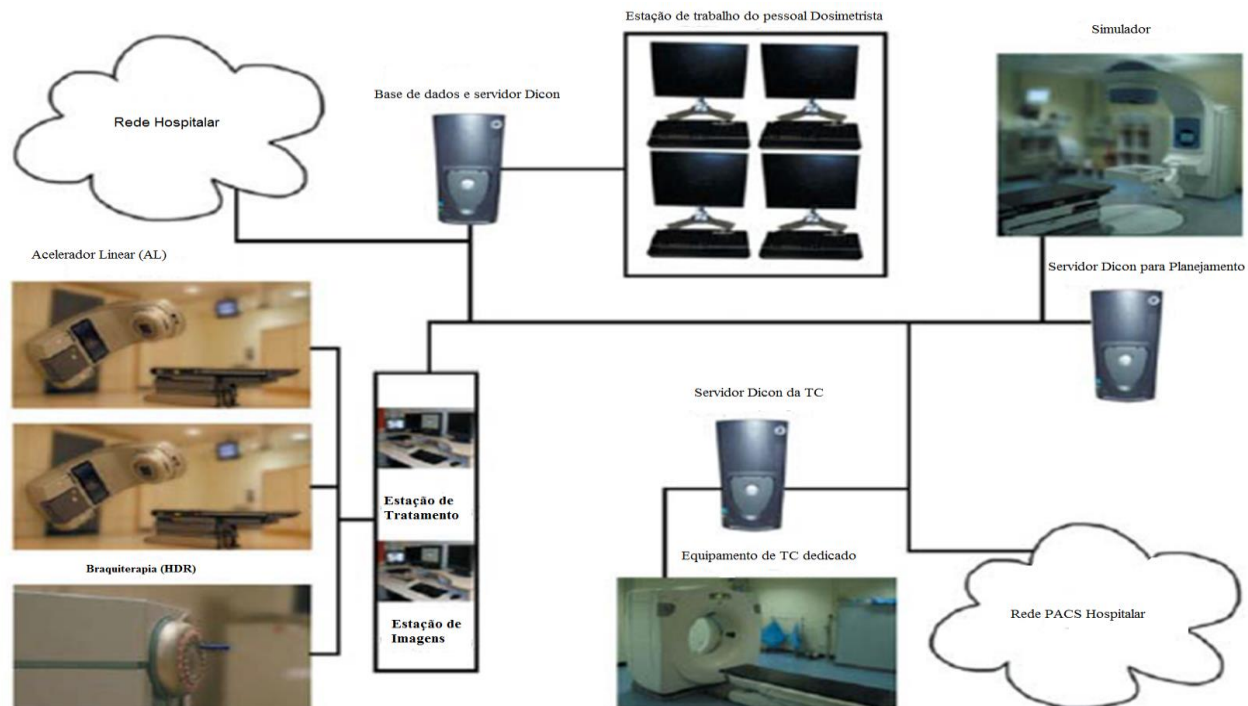
<sup>[e]</sup>Dose-Volume Histogram (DVH) permite avaliar e quantificar a dose no volume (ou porcentagem do volume), tanto para o volume alvo de tratamento (PTV) quanto para órgãos de risco (OR) e

<sup>[f]</sup>electronic portal images (EPI) também pode ser empregado com a mesma finalidade dos DRRs, além de permitir correções no momento do tratamento

Na 3DCRT outra de suas metas no processo de planejamento até a entrega do tratamento para o paciente, mostrado na Figura 1, incluem desde os dados do paciente (Rede Hospitalar), a determinação da posição de tratamento, acessórios para imobilização, aquisição de imagens por TC (Rede PACS Hospitalar), identificação do volume alvo e determinação da geometria dos campos de tratamento (Estação de Trabalho do pessoal Dosimetrista, Estação de Tratamento e Imagens e por fim no Acelerador Linear para simulação e tratamento clínico) [9].

A partir daí a técnica 3DCRT passou ser a base das técnicas cada vez mais precisas que vêm sendo aprimoradas, como o IMRT, IGRT e outras [7,8].

Figura 1: Ilustra a sequência de informações do paciente necessárias para aquisição de imagens, definição de volumes, planejamento, simulação e tratamento de 3DCRT [9].



Fonte: SIBTAIN, 1.Ed. ano 2012, P.17.

A partir da 3DCRT, surgiram novas técnicas como a radioterapia de intensidade modulada (IMRT) que envolve necessariamente todos os passos descritos na radioterapia 3DCRT. Além disso a técnica de IMRT permite modular a fluência do feixe de radiação, ou seja, nessa técnica há uma variação da intensidade da dose dentro de um mesmo campo de radiação, podendo ser pela movimentação das múltiplas lâminas do colimador ou por blocos [7,8].

Método altamente tecnológico que pode ser usado para entregar terapia altamente conformada. No planejamento da distribuição de dose diferente da técnica 3DCRT, pois o usuário estipula limite de dose e atribui pesos ou punições aos órgãos de risco no sistema de planejamento o resultado é uma composição de múltiplos campos de radiação, proporcionando um aumento da dose no volume-alvo minimizando o incremento de toxicidade para o paciente. Cada tratamento específico como o IMRT deve apresentar documentação detalhada de seu planejamento de tratamento e processo de entrega, papéis e responsabilidades de cada membro da equipe, listas de verificação de controle de qualidade e procedimentos de teste, com um plano para melhoria contínua da qualidade e segurança para o paciente.



O grande desenvolvimento tecnológico, tanto na parte de *software* como dos colimadores multilâminas (MLC) e dos aceleradores lineares culminaram com a implementação de novas técnicas, como: *Sweeping-Window Arc Therapy* (SWAT), *Ar-Modulated Cone Beam Therapy* (AMCBT) e *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT), de forma geral podem ser considerada uma IMRT executada sob a forma de arco, em ambas além da velocidade e posição das lâminas do MLC, a taxa de dose e a velocidade do *gantry* podem variar durante o tratamento, exigindo sistemas de controle mais rigoroso. Entre essas três técnicas foi a VMAT que sofreu maior evolução e deu origem às tecnologias empregadas atualmente na prática clínica da radioterapia.

Políticas e procedimentos relevantes para as responsabilidades de um membro da equipe ser revisado durante a nova orientação da equipe como um pré-requisito antes de iniciar o atendimento ao paciente e, em seguida, periodicamente por todo o pessoal [8,9].

O desafio da radioterapia é a precisão da entrega da dose prescrita diariamente durante todo o tratamento no volume alvo, entretanto o uso de imagens com o objetivo de localizar o alvo torna-se um instrumento de precisão durante o tratamento, essa ferramenta é conhecida como Radioterapia Guiada por Imagem (IGRT), ela pode ser associada a várias técnicas de radioterapia, a IGRT usa verificação de imagens planares com filme, radiografia digital, portal de imagens eletrônicas (PIE). Além das imagens planares, muitos equipamentos são capazes de adquirir imagens volumétricas pré-tratamento. Acoplado ao acelerador linear um sistema de TC que reconstrói imagens planares em uma imagem volumétrica pelo advento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), o mesmo realiza uma tomografia no exato momento que antecede a entrega da radiação e permite a correção sub milimétrica de qualquer movimento interno dos órgãos do paciente. Essas ferramentas garantem o posicionamento do paciente, o que resulta assim uma redução das margens de segurança no planejamento com o objetivo de aumentar a dose prescrita e reduzir a toxicidade para o paciente [7].

A radiocirurgia estereotáxica (Stereotatic Radiosurgery - SRS) é uma técnica acurada na prática clínica da radioterapia pela entrega de altas doses de radiação em pequenos volumes em elevada precisão. O termo SRS associa a técnica estereotáxica, em que a localização do alvo é feita através de sistema cartesiano tridimensional de coordenadas e para tratamentos com fração única, objetiva um planejamento mais conformal possível, utilizando-se margens de segurança de 1mm a 2 mm. Garantido a localização acurada do volume alvo é entregue toda a dose prescrita em uma única aplicação [7,8].

Na técnica de radioterapia corporal estereotáxica ( Stereotactic Body Radiation - SBRT) utiliza os princípios das radioterapias 3D, IMRT e IGRT, associados a entrega de altas doses por fração (hipofracionamento) e elevada precisão. A SBRT permite o tratamento de de lesões extracranianas de pequeno volume em regimes hipo fracionados ou em uma única fração de tratamento, esta técnica vem sendo investigada como tratamento definitivo para seleção de tumores primários, sendo pulmão, fígado e coluna os sítios mais frequentemente indicados, bem como também pode ser uma opção de tratamento em pacientes com número limitado de metástases (oligometastases), o que pode levar a importante ganho terapêutico ao paciente quando comparado ao fracionamento convencional [7-9].

Na Tabela 2 encontra-se as principais características da SBRT e sua comparação com as técnicas 3D e IMRT.

Tabela 2: Principais características da radioterapia 3D/IMRT e SBRT [8].

<b>Características</b>	<b>3D/IMRT</b>	<b>SBRT</b>
Dose/fração	1,8-3Gy	6-30 Gy <sup>[a]</sup>
Nº de frações	10-30	1-5
Volume de Tratamento	(GTV+CTV) PTV	(GTV/CTV) ITV <sup>[b]</sup>
Margens	Centímetros	Milímetros
Necessidade de monitoração do movimento respiratório	Moderada	Alta
Treinamento da equipe	Avançado	Avançado + treinamento específico em SBRT
Implementação da tecnologia	Alta	Alta

<sup>[a]</sup>O Hipofracionamento vem ganhando popularidade crescente, uma vez que pode reduzir muito o tempo de tratamento através da utilização de dose por fração significativamente mais elevada e menor dose total.

<sup>[b]</sup>A variação do tamanho e posição do PTV (GTV/CTV) dentro do ciclo respiratório pode ser avaliada com tomografia 4D ou uma combinação de três sequências de tomografia

obtidas em inspiração, expiração e respiração livre, gerando uma margem interna ao GTV/CTV (ITV - Internal Target Volume).

Além da evolução da radioterapia com feixe externo empregadas na prática clínica, outra técnica que evoluiu concomitante é a braquiterapia. A braquiterapia existe desde os primórdios da radioterapia, quando o elemento rádio ainda era utilizado, a técnica consiste na implantação de fontes radioativas que são localizadas em contato com o tumor ou com a região a ser tratada. É classificada pelas características físicas (atividade) da fonte radioativa pode ser de baixa dose (Low Dose Rate - LDR) ou alta taxa de dose (High Dose Rate - HDR) [7-9].

O objetivo da braquiterapia é a entrega de uma elevada concentração de dose na região de interesse e ao mesmo tempo uma proteção significativa das estruturas normais próximas devido a intensidade da dose de radiação diminuir de acordo com o inverso do quadrado da distância [7].

Os avanços na braquiterapia moderna culminou com novas fontes radioativas, planejamento tridimensional, carregamento remoto e algoritmos de cálculo têm permitido constantes avanços na prática clínica da braquiterapia [8].

Atualmente elementos com melhores características dosimétricas e de logística e proteção radiológica mais simples, como o iodo-125 é o elemento mais empregado na prática clínica na LDR, este é utilizado principalmente no tratamento de tumores de próstata, enquanto os tumores ginecológicos são tratados com o elemento irídio-192, que corresponde ao maior emprego da braquiterapia HDR no Brasil [8,9].

### 3.2. PANORAMA ATUAL DA RADIOTERAPIA NO BRASIL

Segundo dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA) para cada ano do biênio 2018-2019 estima 600 mil novos casos de câncer, os tipos mais incidentes em homens é de próstata (31,7%) e pulmão (8,7%) e para as mulheres o câncer de mama (29,5%) e colo de útero (8,1%) (INCA, 2019).

A radioterapia é parte essencial da assistência de Alta Complexidade em até 70% dos casos de neoplasias malignas [10].

O Brasil conta com 236 instalações de radioterapia concentrados em sua maioria na região sul e sudeste do país. Estima-se que seriam necessários cerca de mais de 350 novos equipamentos em funcionamento para absorver a demanda de pacientes novos com câncer que têm indicação de tratamento de radioterapia [12].

O Plano de Expansão da Radioterapia no SUS tem por objetivo reduzir os vazios assistenciais e atender as demandas regionais de assistência oncológica e as demandas tecnológicas do SUS. Em maio 2012, por meio da Portaria nº 931, o Ministério da Saúde estabeleceu os critérios para o plano de expansão de radioterapia no país, o plano prevê a implantação de 80 soluções (36 ampliações de serviços já existentes, 10 construções novas com braquiterapia, 36 construções sem braquiterapia), e em dezembro de 2013 foi firmado um contrato com a empresa Varian Medical Systems para elaborar os projetos de construção dos espaços para instalação dos equipamentos e fornecimento dos aceleradores lineares [11].

A equipe de profissionais da radioterapia trabalha para fornecer a cada paciente submetidos ao tratamento com radiações com o nível adequado de cuidados médicos, nutricionais, emocionais e psicológicos antes, durante e após o tratamento, por meio de uma abordagem multidisciplinar que pode incluir outras especialidades (por exemplo, oncologia, anestesiologia, urologia e medicina nuclear).

Tabela 3: Apresenta equipe mínima que deve ser composta por um serviço de radioterapia [13].

<b>Categoria</b>	<b>Pessoal</b>
Responsável Técnico	Um por prática
Rádio oncologista	em quantitativo correspondente a três horas trabalhadas para cada paciente novo tratado, computados no intervalo de 1 (um) ano;
Físico Especialista	em quantitativo correspondente a três horas trabalhadas para cada paciente novo tratado, computados no intervalo de 1 (um) ano;
Supervisor de Radioproteção	o Supervisor de Radioproteção (SR) pode assumir a responsabilidade por apenas 1 (um) serviço de radioterapia. O SR pode acumular a supervisão de proteção radiológica e as atividades de física médica, desde que habilitado para exercer tais atividades.
Técnicos/ Tecnólogos	em quantitativo correspondente a 10 (dez) horas trabalhadas para cada 50 (cinquenta) pacientes.

### 3.3. USO DE NOVAS TECNOLOGIAS E SEGURANÇA PARA O PACIENTE SUBMETIDO A PRÁTICA DA RADIOTERAPIA

Na última década, vários relatórios de segurança do paciente em radioterapia foram publicados. O processo de radioterapia tem sido reconhecido em diferentes estudos como complexo, pois seus subprocessos são realizados com interação por equipe multidisciplinar. Assim, existem muitas oportunidades para ocorrer falha humana, como erro de comunicação e erro de operação do equipamento no subprocesso. Este trabalho foi focado em questões não técnicas para a segurança do paciente em radioterapia externa [4,5].

O processo de implementação de uma nova tecnologia para atendimento ao paciente nos departamentos de radioterapia varia entre instituições e depende da organização específica e características de cada serviço. No entanto, alguns passos são comuns entre as instituições para implementação de uma nova tecnologia da seguinte forma [8]:

- Avaliação das necessidades clínicas são as necessidades locais dos pacientes no serviço e o quanto essa nova tecnologia irá aumentar a eficiência dos tratamentos;
- Processo de seleção e compra envolve todos os profissionais clínicos e gestores do serviço para um objetivo comum, desde informações técnicas específicas e ferramentas adicionais, definições de prazos para fabricação, entrega e instalação;
- Aceite é a etapa de verificação por meio de um conjunto de testes, chamados Testes de Aceitação. São necessários testes mecânicos, elétricos, com o feixe de radiação e outros itens inclusos devem ser verificados para garantir tudo o que foi fornecido pelo fabricante.
- Comissionamento consiste em adquirir um conjunto de dados mecânicos e dosimétricos através de medidas feitas com diferentes dosímetros, os resultados serão posteriormente usados como referência para cálculos de dose e CQ;
- Treinamento representa a etapa fundamental na implantação de uma nova tecnologia. As pessoas envolvidas devem ser capazes aprender as novas informações e transmiti-las, de modo a criar uma equipe pronta para resolver qualquer intercorrência durante a prática clínica;
- Controle de Qualidade (CQ) representa um programa essencial de testes que devem ser descritos e anotados em livro próprio para avaliação periódica, bem como o comportamento do equipamento num período de tempo, ele minimiza erros e portanto acidentes. Atualmente concentra-se em mapear as etapas dos

procedimentos e desenvolver uma matriz de risco para o serviço, tendendo a criar uma cultura de segurança de qualidade para todos envolvidos, que vai muito além de apenas testes periódicos e

- Uso clínico é a etapa final do processo de implementação da nova tecnologia, com a equipe toda treinada e apta para o início do uso na prática clínica, se recomenda iniciar com poucos pacientes para maior segurança e ir aumentando gradativamente.

A manutenção da segurança e qualidade do processo de radioterapia para a maioria dos pacientes requer que um número de procedimentos que devem ser executado adequadamente. O “processo de cuidado” em radioterapia refere-se a um quadro para facilitar a adequação, qualidade e segurança de todos os tratamentos recebidos por pacientes submetidos a radioterapia.

Para assegurar que um paciente submetido à prática clínica da radioterapia receba corretamente a dose de radiação prescrita, é primordial que todo serviço de radioterapia possua um plano de verificação e garantia da qualidade (GQ). Esse processo requer envolvimento de toda equipe: médicos rádio-oncologistas, físicos especialistas, dosimetristas, tecnólogos/técnicos, enfermeiros e todo pessoal clínico.

Uma das atividades mais importantes em um serviço de radioterapia de qualidade é a revisão organizada e monitoramento de todos os aspectos de segurança, bem como erros e qualidade. Criando uma “cultura de segurança”. Todos os funcionários clínicos se beneficiam de receber informações e feedback de seus colegas, uma proposta é a revisão interdisciplinar conforme mostra a Tabela 4 que é dependente da orientação, direção e meios financeiros da instituição e do departamento de radioterapia; em um esforço individual por todos os membros do departamento; e em organizado apoio à qualidade e segurança em todos os níveis da instituição [5].

Tabela 4: Exemplos de revisão interdisciplinar de pares e itens de Garantia de Qualidade (GQ) [5].

<b>Profissional</b>	<b>Revisão por pares</b>	<b>Garantia da qualidade</b>
Rádio oncologista	Definição do volume alvo, seleção de dose e seleção da técnica.	Verificar a nomenclatura apropriada e documentação, verificar se as restrições de dose estão dentro política de segurança e ainda rever os filmes do portal.

Físico Especialista	Verificação independente do planejamento, calibrações de saída das máquinas e revisões de planos de auditoria.	Verificar a transferência correta de dados do TPS <sup>[a]</sup> ao TMS <sup>[b]</sup> e revisar o planejamento.
Dosimetrista	Avaliar a seleção da orientação do feixe e planejar a otimização e avaliação.	Verificar se a prescrição corresponde ao plano de tratamento.
Técnico/ Tecnólogo	Verificar novamente a configuração do paciente.	Garantir o procedimento específico do paciente em tratamento.

<sup>[a]</sup>TPS, sistema de planejamento de tratamento e

<sup>[b]</sup>TMS, sistema de gerenciamento de tratamento.

Notadamente com os avanços tecnológicos empregados na radioterapia moderna, principalmente nos sistemas de planejamento para o tratamento em teleterapia é atribuído os novos desafios para os radio oncologistas possibilitarem alguma autonomia a outros profissionais da equipe, envolvendo outros profissionais na segurança do paciente (enfermeiros, médicos, técnicos/tecnólogos em radiologia equipe multidisciplinar), oferecer treinamento em ferramentas avançadas de análise de processos para segurança do paciente e comunicação, como mostra a Tabela 5 [5].

Tabela 5: Exemplos de papéis dos profissionais da equipe de um serviço de radioterapia e desafios relacionados à segurança do paciente, seg. ASTRO, 2019 [5].

<b>Equipe</b>	<b>Papel Tradicional</b>	<b>Desafios</b>
Rádio oncologista	Assistência ao paciente e supervisionar o serviço de radioterapia	Possibilitar alguma autonomia a outro profissional, envolver os outros em defesa da segurança, educação em ferramentas avançadas de análise de processos para segurança do paciente e comunicação.
Físico Especialista	Garantir a segurança e entrega efetiva do tratamento prescrito	treinamento em ferramentas avançadas de análise de processos para segurança do paciente, ampliar a visão da função além do controle de qualidade específico da tarefa deveres e comunicação.

Dosimetrista	Realizar o planejamento do tratamento.	Instrução adequada em anatomia seccional, utilização adequada de ferramentas atuais de manipulação de imagens e comunicação.
Técnico/Tecnólogo	Fornecer segurança e eficácia na entrega de radiação como planejado e realizar CQ <sup>[a]</sup> diários em equipamentos.	Uso seguro e adequado de imagens; treinamento constante em sistemas de entrega de tratamento e comunicação.
Todo o pessoal clínico	Identificação adequada do paciente e revisão por pares	Identificação / discussão de possíveis erros, educação continuada, maior dependência do RES <sup>[b]</sup> , instrução adequada com software e avanços tecnológicos, dedicando tempo para iniciativas de segurança e minimizando distrações.

---

<sup>[a]</sup>CQ, controle de Qualidade e

<sup>[b]</sup>RES, Registro Eletrônico de Saúde.

Para os físicos, os desafios residem na educação em ferramentas avançadas de análise de processos para segurança do paciente, ampliar a visão da função além do controle de qualidade específico.

Para a equipe de Técnicos e tecnólogos em radioterapia os novos desafios estão no uso seguro e adequado de imagens e sistema de entrega de tratamento, comunicação. De forma geral o desafio para todos envolvidos no processo de radioterapia está na identificação/discussão de riscos, educação continuada, maior dependência do registro eletrônico de saúde, instrução adequada com software/avanços tecnológicos, dedicando tempo para iniciativas de segurança, minimizando distrações e melhorando a comunicação [5].

#### 4 CONCLUSÕES

A avaliação dos dados analisados permitiu concluir que mesmo com as mudanças de paradigmas na radioterapia pela evolução tecnológica não se pode eliminar a possibilidade de erros e acidentes acontecerem, contudo pode-se minimizar sua probabilidade por meio de um robusto Programa de Gestão da Qualidade. Do ponto de vista da proteção radiológica pela norma brasileira as exposições ocupacionais e do



público são bem estabelecidas. Entretanto, os novos desafios se encontram no cuidado permanente das exposições médicas (do paciente) e do ponto de vista do controle de qualidade o foco é bem estabelecido no desempenho dos equipamentos e a mudança está na Garantia ou gestão da Qualidade (foco na qualidade dos cuidados ao paciente), representando que esta é uma área da radiologia médica que exige uma dedicação por uma equipe multidisciplinar.

### AGRADECIMENTOS

O incentivo intelectual dos professores do curso de Mestrado Profissional em Proteção Radiológica do Instituto Federal de Santa Catarina.

### REFERÊNCIAS

- FURNARI, L. **Controle de Qualidade em Radioterapia**. São Paulo: Miró Editorial, 2012.
- OKUNO, E. **Radiação: efeitos , riscos e benefícios**. São Paulo: Oficina de textos, 2018.
- CNEN NN-6.10 – Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Requisitos de Segurança e Proteção Radiológica para Serviços de Radioterapia**, 2014, 18 PP.
- ASTRO – American Society For Radiation Oncology. **Safety is No Accident**, 2012.
- ASTRO – American Society For Radiation Oncology. **Safety is No Accident**, 2019.
- BAPTISTA, Makilim Nunes; CAMPOS, Dinael Corrêa de. **Metodologia de pesquisa em ciência: análise quantitativa e qualitativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016.
- SALVAJOLI, J.; SOUHAMI, L.; FARIA, L. S. **Radioterapia em Oncologia**. 2. Ed. São Paulo: Atheneu, 2013.
- MORIKAWA, Lisa; FERREIRA, Carlos Gil Moreira. **Radioterapia Contemporânea**. 1.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2018.
- SIBTAIN, A., MORGAN, A., MORGAN, A. **Radioteraphy in Praticce – Physics for Clinical Oncology**. 1. Ed, New york, Oxford, 2012.
- [10] INCA – Instituto Nacional do Câncer. **Estimativa 2018 – Incidência de Câncer no Brasil**. Disponível em <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2018/sintese-de-resultadoscomentarios.asp>> Acesso em: 20 de abril de 2019.
- BRASIL- Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria n° 931, de 10 de maio de 2012. **Institui o Plano de Expansão da Radioterapia no Sistema Único de Saúde (SUS)**.

[12]CNEN- Comissão Nacional de Energia Nuclear <<http://www.cnen.gov.br/ultimas-noticias/559-2-workshop-sobre-analise-de-risco-em-radioterapia-e-o-sistema-sevrra>> Acesso em 29 de abril de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Resolução nº 20, de 2 de fevereiro de 2006. **Estabelece o Regulamento Técnico para o funcionamento de serviços de radioterapia, visando a defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral.**

AIEA – International Atomic Energy Agency. Safety Reports Series nº 7. **Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy.** Vienna, (2000).