



## Lições aprendidas com acidentes radiológicos nas exposições médicas em radioterapia

J. S. Fagundes<sup>a</sup>; A. F. Ferreira<sup>a</sup>; C. M. A. Lima<sup>b</sup>; F. C. A. Da Silva<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup>*Pós-Graduação de Proteção Radiológica em Aplicações Médicas, Industriais e Nucleares, Faculdade Casa Branca, 13700-000, Casa Branca-SP, Brasil*

<sup>b</sup>*MAXIM Cursos, 22790-703, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*

<sup>c</sup>*Faculdade Casa Branca, 13700-000, Casa Branca-SP, Brasil*

<sup>d</sup>*Instituto de Radioproteção e Dosimetria/CNEN, 22783-127, Rio de Janeiro-RJ, Brasil*  
*franciscodasilva13uk@gmail.com*

---

### RESUMO

Uma exposição é considerada acidental em radioterapia quando há um desvio substancial na prescrição do tratamento. Neste trabalho foi realizada uma análise de acidentes radiológicos, ocorridos tanto no Brasil como internacionalmente, durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia, retirando as principais lições aprendidas. Da pesquisa realizada, destacam-se o Brasil com 4 acidentes radiológicos e uma morte no período entre 2011 e 2014; os Estados Unidos da América com 169 acidentes com duas mortes de 2000 a 2010 e a França de 2001 a 2014 teve 569 acidentes, sem mortes de pacientes. Como resultado principal foi a elaboração de uma lista com 10 principais aspectos retirados das lições aprendidas com acidentes radiológicos nas exposições médicas em radioterapia, com o objetivo de evitar eventos futuros.

*Palavras-chave: Radioterapia, Exposições médicas, Acidentes radiológicos.*

---

---

## ABSTRACT

An exposure is considered accidental in radiotherapy when there is a substantial deviation in the prescription of treatment. In this work, an analysis of Brazilian and international radiological accidents, during medical exposures in radiotherapy treatments, was performed and some lessons learned were highlighted. Based on the research data, Brazil had four radiological accidents with one death between 2011 and 2014; the United States of America had 169 accidents with two deaths from 2000 to 2010, and France from 2001 to 2014 had 569 accidents without deaths of patients. The main result was the elaboration of a list of top 10 aspects from lessons learned in radiological accidents in medical exposures in radiotherapy, in order to avoid future events.

*Keywords: Radiotherapy, Medical exposures, Radiological accidents.*

---

## 1. INTRODUÇÃO

Os incidentes e acidentes radiológicos em radioterapia têm ocorrido com frequência nas últimas décadas, e a maioria destes eventos são resultados principalmente devido a erro humano, embora tiverem sido ocasionados em demasia em centros sofisticados de alta tecnologia.

Os riscos para o paciente em radioterapia estão associados à entrega correta da dose, que tem o efeito direto no resultado do tratamento, pois se forem entregues doses menores que as indicadas para prescrição, minimizam o potencial de cura e aumentam a probabilidade de ocorrerem rescidivas. No entanto, se forem entregues doses maiores, aumenta-se a severidade de complicações inerentes ao tratamento ou até mesmo geram-se complicações desnecessárias que inclusive podem levar a morte [1].

Segundo a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) as causas que contribuem às exposições acidentais na teleterapia são devido a vários fatores, como: problema em equipamentos, falhas de software, falha na manutenção do equipamento, comissionamento inadequado, falha no planejamento e calculo da dose, falha na simulação e falha no processo de entrega do tratamento. Quanto à braquiterapia os fatores são: problemas nos equipamentos e nas

fontes radioativas, falha na entrega da fonte, falha no planejamento do tratamento e cálculo da dose, falha na remoção da fonte, falha no armazenamento da fonte [2].

Já Novotny (2017) enumera em seus estudos, uma abundante relação de causas para os acidentes radiológicos na teleterapia, como: erro de cálculo do tempo de exposição ou dose, erro na área anatômica a ser tratada, erro na identificação dos pacientes corretos, erro envolvendo falta ou mal uso de filtros em cunha (dispositivo em forma de cunha que é utilizado para homogeneizar a dose de radiação), erro na calibração da fonte de  $^{60}\text{Co}$ , erro de transcrição da dose prescrita, erro humano durante a simulação, erro no comissionamento do TPS (sistema de planejamento de tratamento), o tecnólogo interpretou mal o tempo de tratamento ou o cálculo da unidade motora (UM), mau funcionamento do acelerador, erro do software de controle do acelerador, posição errada das marcas de tratamento no corpo, radiação de fuga do acelerador, falta de comunicação erro na entrada de programação de computador, ou erro humano durante o tratamento [3].

Novotny (2017) ainda cita que as causas dos acidentes na braquiterapia estão relacionadas com: utilização das atividades erradas de fontes de braquiterapia, procedimentos inadequados para a colocação de fontes no aplicador, erro no cálculo da dose de tratamento, erro ao inserir os dados no sistema de planejamento, falta de formação de pessoal envolvido, erro na definição da área de tratamento, perda da fonte de braquiterapia, mau funcionamento do equipamento, remoção involuntária de fontes pelo paciente, cabo de braquiterapia quebrada deixa a fonte no paciente, número incorreto de fontes de braquiterapia [3].

A World Health Organization (WHO) faz uma abordagem de todos os incidentes de grandes proporções da radioterapia que levaram a eventos adversos (tais como lesões por radiação e morte) que ocorreram nas últimas três décadas (1976-2007). Neste sentido, relata que os países que apresentam maior ocorrência de acidentes são os países desenvolvidos como Estados Unidos, França, Canadá, Alemanha, Espanha, Japão, Reino Unido, Bélgica, Polônia, entre outros, seguido de países em desenvolvimento como Costa Rica, Panamá. Sendo que, no total, 3125 pacientes foram afetados e destes, 38 (1,2%) pacientes morreram devido à toxicidade por overdose ou sobredose por radiação em radioterapia. O número de incidentes ocorridos na fase de planejamento foi de 1702 (55%) e dos restantes 45%, os incidentes foram decorrentes de erros ocorridos durante a introdução de novos sistemas e/ou aceleradores lineares (25%), erros na

administração do tratamento (10%), transferência de informações (9%) ou em estágios múltiplos (1%) [4].

No Brasil, até janeiro de 2015, foram relatados para CNEN, 4 acidentes ocorridos no período entre 2011 e 2014, entre estes, 1 com consequência fatal [5].

Este trabalho tem como objetivos realizar uma análise de alguns acidentes radiológicos ocorridos durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia; retirar as principais lições aprendidas e apresentar 10 principais aspectos para evitar eventos futuros.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho foi feito um levantamento bibliográfico, desde 1974 até 2014, dos acidentes radiológicos no tratamento com radioterapia. As exposições médicas nessas modalidades de tratamento levaram às síndromes agudas da radiação e até mesmo ao óbito de alguns pacientes. Para contemplar a investigação, realizou-se a análise de diversos livros, artigos, revistas, publicações internacionais e sites eletrônicos, conforme se pode constatar nas referências bibliográficas, e buscaram-se em outras fontes assuntos pertinentes ao tema explorado no estudo em questão.

Para mais, foram descritos os acidentes radiológicos ocorridos durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia em ordem cronológica, com destaque nas causas e efeitos, bem como no que se pôde aprender.

Como resultado de todos esses passos foi organizada uma lista dos 10 principais aspectos retirados das lições aprendidas com acidentes radiológicos nas exposições médicas em radioterapia. O que se pretende, em síntese, é demonstrar como eles podem evitar acidentes futuros.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões serão abordados em duas etapas: a descrição de acidentes e incidentes de grandes proporções durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia e a apresentação dos 10 principais aspectos das lições aprendidas dos acidentes.

#### 3.1. Acidentes radiológicos em exposições médicas em radioterapia

Como alguns acidentes envolvendo pacientes têm sido reportados na literatura serão descritos alguns casos de grandes proporções, que levaram a eventos adversos durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia, sendo estes tais eventos apresentados em ordem cronológica, com as causas, os efeitos produzidos e o que foi aprendido ou as lições aprendidas com esses acontecimentos.

1- Em 2000: No Panamá, no Instituto Oncológico Nacional, mês de agosto, o TPS utilizado em uma clínica teve limitações nos cálculos e na apresentação dos resultados. Para superar essas limitações, uma nova maneira de inserir dados foi planejada localmente. O TPS aceitou esta nova entrada de dados, sem dar um aviso, mas calculou tempos de tratamento incorretos. O TPS permitiu a entrada de quatro blocos de blindagem para cálculos de isodose, um bloco de cada vez. A necessidade de cinco blocos de blindagem levou a desvio do procedimento padrão para entrada de dados de bloco, vários blocos foram inseridos em uma etapa. As instruções para os usuários tiveram alguma ambiguidade com relação à blindagem da entrada de dados do bloco. O tempo de tratamento calculado pelo TPS do computador foi o dobro do tempo normal (levando a 100% de overdose). Desconhecida para os operadores, a alteração resultou em toxicidade por sobredoses graves para vários pacientes. O desenvolvimento de sintomas em pacientes tratados levou à descoberta do erro em 24 de março de 2001, após 28 pacientes terem sido superexpostos. E além mais 11 pacientes morreram por sobredosagem atribuídas à exposição à radiação. A maioria dos pacientes apresentaram lesões, principalmente envolvendo lesão por complicações retais pela radiação no intestino. A lição que se pode aprender com esse evento é que os fabricantes devem evitar a ambiguidade nas instruções e realizar testes completos de software, também para uso não pretendido; O TPS também deve ser submetido ao Controle de Qualidade;

Os procedimentos de uso devem ser escritos; As modificações processuais devem ser validadas antes de serem utilizadas para o tratamento; O cálculo do computador deve ser verificado, pelo menos através de verificações manuais; A conscientização da equipe para parâmetros de tratamento incomuns deve ser estimulada e treinada [2; 4; 6; 7; 8].

2- Em 2001: Na Polônia, em 27 de fevereiro, após uma falha de energia envolvendo uma clínica, um acelerador foi automaticamente desligado enquanto estava para entregar a dose do tratamento no paciente. No restabelecimento da energia elétrica, o acelerador foi reiniciado. Alguns testes foram concluídos, indicando uma taxa de dose baixa, levando a limitação da corrente de filamento sendo aumentada para um nível elevado pela equipe de funcionários de modo que os tratamentos restantes pudessem ser terminados. Infelizmente, houve uma falha dupla: em primeiro lugar uma falha no fusível da fonte de alimentação para o sistema de monitoramento de feixe, levando a uma taxa de dose alta; e em segundo lugar um diodo foi quebrado na cadeia de bloqueio de segurança. A combinação destas falhas significou que nenhum problema foi indicado, enquanto a taxa de dose foi, de fato, muitas vezes superior ao pretendido. Como efeito cinco pacientes receberam altas doses causando toxicidade por sobredosagem de radiação. A lição que se pode aprender com esse evento é a necessidade de fazer a dosimetria da saída do feixe após a interrupção; e realizar uma verificação imediata sobre o desligamento da fonte de alimentação ou exibição incomum da unidade, e um procedimento escrito para garantir que essa verificação foi feita [4; 7; 9].

3- Em 2004: Nos Estados Unidos, St. Joseph Regional Medical Center, South Bend, Indiana, entre 26 de janeiro e 22 de março, 3 pacientes mulheres receberam overdoses localizadas durante a braquiterapia usando fontes de Césio-137. O aplicador de braquiterapia foi carregado com fontes de tamanho incorreto, permitindo que as fontes migrassem da posição pretendida e causassem doses localizadas na pele da coxa de 20 e 15 Gy, respectivamente. As três pacientes desenvolveram lesões cutâneas na parte interna da coxa após duas semanas [10].

Na França, em Lyon, no mês de novembro, um paciente recebeu sobredose devido à confusão sobre as unidades utilizadas na definição da superfície do corpo a ser irradiada. Foi entregue a esse paciente uma dose de 70 Gy no lugar de 40 Gy. O paciente desenvolveu sintomas em maio de 2005 que foram atribuídos na época a excesso de sensibilidade à radiação. Essas condições sintomáticas levaram à morte do paciente em março de 2006. A lição que pode

aprender com esse evento é a necessidade da melhoria do Controle de Qualidade de simulação e procedimentos de controle, comunicação, formação adequada [5; 11].

4- Entre 2004-2005: Nos Estados Unidos, no Lee Moffit Cancer Center, Tampa, Flórida, um Linac de radiocirurgia ficou programado incorretamente por quase um ano devido há um erro de calibração que incluiu PDD (TG 51). Esse evento afetou 77 pacientes com câncer cerebral, sendo entregue 55% a mais de dose de radiação do que o prescrito. A lição que pode aprender é checar de forma independente a resposta e fazer a calibração das máquinas e câmeras [5; 11; 13].

Na França, ocorreu uma configuração incorreta do Acelerador Linear após a introdução do novo sistema de planejamento de tratamento (TPS) (alterações de filtros estáticos em filtros dinâmicos, mas não modificação de intensidade de dose). Pacientes foram planejados como se fosse filtro físico, ao invés do dinâmico. Iniciou-se a utilização do filtro dinâmico, porém nem todos tinham entendido a interface. Houve toxicidade por sobredosagem de radiação em 18 pacientes com 20% ou mais da dose prescrita. Destes tais 5 pacientes morreram por sobredosagem. A lição que pode ter é o desenvolvimento de boas práticas e normas baseadas na ISO 9000; Formação de pessoal para novos equipamentos ou novos sistemas; Garantir que toda a equipe esteja adequadamente treinada; Incluir Padrões de Controle de Qualidade com procedimentos formais para verificar possíveis riscos com inclusão de novas tecnologias e procedimentos [4; 14].

5- Entre 2004-2007: No Canadá, determinações de saída incorretas para tamanhos de campo diferentes do tamanho do campo de calibração para tratamentos superficiais da pele. Esse evento provocou dose única de radiação entre 3-17% com consequência desconhecida de saúde em 326 pacientes. A lição que pode aprender é que deve ter revisão independente dos dados utilizados para determinações de saída da máquina [4].

6- Em 2005: Nos Estados Unidos, um paciente com câncer de cabeça e pescoço deveria ser tratado com um equipamento IMRT. Foi feito um plano e a verificação confirmou que o plano estava correto. Iniciou-se o tratamento corretamente, e 4 frações foram realizadas. O médico solicitou alteração do plano, com redução do campo. E assim foi gerada nova fluência e nova movimentação do MLC para IMRT, tarefa completada normalmente. No momento de salvar o plano, por um problema técnico, nem todas as informações foram salvas: a fluência foi salva normalmente, mas o DRR, não e a movimentação do MLC não foi gravada. Durante o processo

de gravação foi mostrada uma mensagem de erro e o usuário reiniciou o processo. O software travou e nada foi salvo, o usuário finalizou o programa manualmente. O plano foi reaberto em outra estação, na qual tudo parecia correto. Durante o tratamento, a tela do console indicava que o MLC não estava sendo utilizado, mas ninguém percebeu. Quando o Controle de Qualidade foi realizado, três dias após o início, apontou o erro. Como resultado o paciente recebeu 13 Gy por fração, por 3 frações, isto é, 39 Gy em 3 frações. Nenhum plano de verificação foi criado e mesmo assim o novo plano foi aprovado e preparado para tratamento contrariando ao Programa de Controle da Qualidade da clínica. E de acordo com o programa da clínica, outro físico deveria fazer a revisão (double check) do plano, incluindo, dentre outras coisas, o formato do MLC de cada campo. A lição que pode ter é que o plano de verificação deve ser realizado para todos os pacientes; Deve-se atenção quando o computador travar ou apresentar qualquer problema. Trabalhar com muita atenção na unidade de tratamento e ficar atento a qualquer comportamento inesperado da máquina [14; 15].

Nos Estados Unidos, um paciente recebeu uma sobredosagem de 22% a mais da prescrição de radiação após ter sido submetido a um tratamento destinado a outro paciente. Ambos os pacientes foram programados para serem tratados para tumores da cabeça e pescoço, e o técnico chamou o plano de tratamento do primeiro paciente no sistema de computador. Mas como o primeiro paciente não estava disponível no horário programado, o tecnólogo acompanhou o segundo paciente para a sala de tratamento. O segundo paciente foi então tratado utilizando o protocolo do primeiro paciente. Após o primeiro tratamento foi concluído, o tecnólogo percebeu que o protocolo errado estava na tela do computador e o tratamento foi abortado. De acordo com o oncologista de radiação, o impacto clínico foi mínimo. Mas essa mesma instituição também havia tratado o paciente errado em novembro de 2004 e janeiro de 2005 [15].

7- Entre 2005-2006: No Reino Unido, mudança nos procedimentos operacionais ao atualizar o sistema de gerenciamento de dados resultando em uma dose de tratamento incorreta. Resultou em toxicidade por sobredosagem de radiação em 5 pacientes e morte de 1 paciente devido a recidiva do tumor. A lição que pode aprender é que deve ter revisão das práticas de trabalho e adesão aos procedimentos escritos [4].

8- Em 2006: Na Escócia, em Glasgow, tinham menos físicos que o recomendado. Até o ano de 2005 a UM (unidade motora) era calculada no sistema de planejamento para 1 Gy, e era feita



multiplicação manual, no aparelho, para corrigir a UM para dose prescrita. Em maio de 2005, houve upgrade do sistema de gerenciamento. Decidiram colocar a dose por fração no sistema de planejamento, para a maioria dos planejamentos, mas não para todos. Em 5 de janeiro de 2006, Lisa Norris, 15 anos, começou tratamento de neuroeixo: 2 campos cerebrais e 2 campos de coluna. O plano de tratamento foi realizado por um físico júnior, sem treinamento suficiente para realização de planejamentos complexos. Pegou valor calculado corretamente no sistema e aplicou fator, a UM na ficha e colocou 67% maior. O erro não foi visto por quem conferiu o plano. O técnico calculou a dose para a fração prescrita e aplicou o fator novamente. A dose passou de 1,67 Gy para 2,92 Gy por fração para o crânio. Além disso, o mesmo físico planejou outro paciente e cometeu o mesmo erro. Desta vez o erro foi descoberto pelo físico que checkou o plano. No mesmo dia o erro foi identificado nos cálculos de Lisa Norris que recebeu uma dose total nos campos laterais do crânio de 55,5 Gy (19 x 2,92 Gy). Ela morreu nove meses depois do acidente. A lição que pode aprender com esse evento é certificar que toda a equipe tenha: treinamento apropriado em procedimentos crítico, que esteja incluída em programas de treinamento e tenha a supervisão necessária, compreendendo suas responsabilidades. Também incluir no Programa de Garantia da Qualidade os procedimentos formais para verificar possíveis riscos com inclusão de novas tecnologias, procedimentos e realizar cálculo de UM independente para todos os planejamentos [14; 16].

9- Entre 2006-2007: Na França, no Hospital Rangueilin Toulouse, um equipamento Brain Lab Novalis – unidade estereotáctica com MLC (3 mm cada lâmina) ou colimador e sem cone, com menor campo de tratamento 6 x 6 mm. Foi realizado um comissionamento com equipamento não adequado para pequenos tamanhos de campo, e com dimensões inapropriadas. E dados incorretos foram inseridos no TPS. Todos os pacientes tratados com MLC neste período foram tratados com dose errada. Como resultado um total de 145 pacientes recebeu sobredose de radiação de até 200% [5; 13].

10- Em 2007: Nos Estados Unidos, em Michigan, em um tratamento com Gamma Knife, um paciente foi planejado usando imagem de RM, a qual tem a prática padrão, de posicionar a cabeça do paciente direcionado para o gantry, “head first”. O paciente foi posicionado corretamente, porém a técnica escolhida foi “feet first” pés para o gantry. Essa eventualidade resultou em mapeamento equivocado de tumor do lado esquerdo. Pois as imagens ficaram

invertidas lateralmente e o físico não percebeu o erro quando importou as imagens para o TPS, e as inverteu longitudinalmente. O erro resultou em um deslocamento de 18 mm na posição do isocentro através da linha média do cérebro. A lição que pode aprender com esse evento é incluir no Programa de Controle da Qualidade, procedimentos para verificar orientação das imagens e garantir que existam protocolos escritos e que estes sejam conhecidos e seguidos por todos [14].

Nos Estados Unidos, no mês de março, ocorreu um erro no cálculo de dose das sementes radioativas, pois uma mulher de 31 anos com câncer vaginal foi sobredosada por causa da confusão sobre o método de medição das sementes radioativas. O operador não conseguiu introduzir as informações corretas no software de planejamento do tratamento, causando uma sobredosagem no reto e na vagina. A paciente enfrentou um risco aumentado de cistite por radiação, proctite retal, e a formação de uma fístula entre o reto e a vagina. Nem o físico nem o oncologista de radiação tinham preparado um plano de tratamento usando uma fonte de Irídio-192 [14; 16].

11- Em 2008: Nos Estados Unidos, em junho, uma mulher de 63 anos de idade seria submetida a dois tratamentos diferentes em dias alternados, um para o pulmão superior e outro para o mediastino (uma área no peito). Mas por causa do erro de um terapeuta, seu pulmão superior recebeu um décimo da dose prescrita e seu mediastino recebeu 10 vezes a dose prescrita. O paciente morreu de câncer no final do ano. O hospital agora requer dois terapeutas de radiação para participar sempre que um plano de tratamento complexo está sendo entregue. Os terapeutas também devem usar uma lista de verificação para verificar a identidade do paciente, o tipo de tratamento, a dose e o local a ser tratado [14; 16].

12- Em 2011: No Brasil, no Hospital Venerável Ordem Terceira de São Francisco da Penitência, na Tijuca, no Rio de Janeiro, em outubro, uma falha humana durante o tratamento de uma criança de 7 anos que era portadora de um tipo raro de leucemia, recebeu altas dose de radiação, o que ocasionou lesões como queimaduras na pele. Após passar por sessões de radioterapia, a criança desenvolveu a Síndrome Cutânea da Radiação, perdendo as duas orelhas, e teve queimaduras de 3º grau na cabeça e no pescoço. Também sofreu graves lesões neurológicas, que comprometeram a fala, os movimentos e memória. A criança morreu no dia 30 de maio de 2012 [17; 18].

### 3.2. Lições aprendidas com acidentes radiológicos em radioterapia

Os dez principais aspectos para evitar eventos futuros de acidentes radiológicos, retirados das lições aprendidas nas exposições médicas em radioterapia, e apresentadas de acordo com as causas de alguns dos acidentes radiológicos ocorridos, são [19]:

(1) Manter ativo o Programa de Controle de Qualidade.

Em radioterapia, um único erro ou falha do equipamento pode causar consequências fatais se não forem descobertas antes da administração incorreta da dose de radiação aos pacientes. Um sistema que garante a detecção e a correção de erros antes que eles resultem em acidente deve estar em vigor, ou seja, um Programa de Controle de Qualidade. Observa-se que a maior parte dos acidentes foi causada pela falta ou por subestimar a aplicação dos procedimentos do Controle de Qualidade. Convém ressaltar que um bom Programa de Controle e Garantia de Qualidade é de grande importância na radioterapia, pois ele minimiza erros e, portanto os acidentes.

(2) Realizar um programa adequado de educação e formação de pessoal.

É evidente na literatura que os acidentes e incidentes de tratamento através da radiação estão principalmente relacionados à falha humana. De forma considerável a radioterapia tem um potencial significativo para falhas, isso por envolver uma equipe multidisciplinar de especialistas, e além do mais, tem a complexidade dos equipamentos, técnicas e procedimentos que surgem cada vez mais aprimoradas nos centros de radioterapia. Com base nessas considerações, o erro na radioterapia pode ser reduzido através da educação, treinamento e de mudanças na prática de trabalho. Se os procedimentos fossem supervisionados ou com verificação independente, muitos desses erros poderiam ter sido eliminados.

(3) Utilizar os métodos de dosimetria in vivo para controle da dose administrada.

A dosimetria in vivo permite medir a dose recebida pelo paciente durante o tratamento com feixe externo. Possibilita revelar se a energia do feixe está correta ou incorreta, detectar erro na calibração do feixe, avaliar as diferenças entre a dose planejada e administrada, identificar possíveis erros no cálculo da dose, se existe transferência de dados incorretos, erros na entrega de dose. Esse procedimento faz necessário, embora não seja comumente utilizado nos centros de radioterapia. Visa atingir níveis de controle adicional das doses administradas aos pacientes, de

modo a garantir que essas doses estejam de acordo com a prescrição do tratamento a fim de prevenir potenciais acidentes.

(4) Identificar corretamente o paciente.

A identificação correta do paciente é o método pela qual assegura ao paciente que a ele é destinado receber o tratamento radioterápico. Algumas exposições acidentais resultaram na entrega de um tratamento ou parte dele para o paciente errado ou por usar o planejamento de outro paciente. Erros como entregar a dose de tratamento no paciente errado podem ocorrer, pois fatores como falta de comunicação, falta de atenção ou distração, cartões de identificação misturados e outras circunstâncias no ambiente podem contribuir a causar sérias consequências ao paciente. Por isso é indispensável promover um sistema de identificação eficiente do paciente e verificar diariamente antes de cada procedimento a sua identidade, através de foto no prontuário (ficha técnica) e no sistema de gerenciamento de dados, pulseira de identificação, impressões digitais. Isso visa eliminar todo o risco de erro de identificação do paciente de um modo geral. Vale ressaltar que toda não conformidade relacionada à entrega de dose ao paciente errado deve ser comunicada para um dos físicos.

(5) Identificar corretamente o tratamento do paciente;

Algumas das exposições acidentais também resultaram na entrega de um tratamento no local da anatomia errada. Nesse sentido Ortiz, Oresegun e Wheatley (2000), em seus estudos mencionam que a entrega do tratamento requer um alto grau de concentração que pode ser difícil de manter em um ambiente ruidoso e em condições de carga pesada. Por isso importante que o operador das técnicas radioterápicas antes de liberar o feixe de tratamento, fazer a verificação do sítio anatômico do tratamento, do posicionamento adequado do paciente e o lado de tratamento, além disso, verificar o campo a ser tratado, comparando o mesmo com a ficha técnica e com o arquivo do sistema de gerenciamento.

(6) Aplicar o conceito de defesa em profundidade no planejamento de tratamento.

Um acelerador somente deve ser operado se todos os níveis de tarefas críticas de segurança forem aplicados. Para atingir esses níveis, os sistemas de segurança devem ser planejados para serem redundantes. Como por exemplo: devem ser aplicados níveis de segurança em que o próprio aparelho seja bloqueado automaticamente caso ocorra algum procedimento que esteja fora do padrão da configuração do planejamento do tratamento, e ainda, deve contar com a

existência de dispositivos de segurança obrigatórios como os botões de emergência de interrupção do tratamento para que ocorra o desligamento do sistema na sala de tratamento e no console, pois a sua existência propicia um recurso a mais para a suspensão do tratamento, caso haja necessidade.

(7) Realizar a dupla checagem de dados em todo o processo de tratamento.

Quando se trata de segurança do paciente, a dupla checagem deve ser realizada nas instalações em radioterapia na expectativa de que se um profissional cometer um erro, o outro profissional irá detectá-lo. É interessante enfatizar a importância da dupla checagem com verificações independente de defesa em profundidade antes da administração do tratamento. Essa dupla verificação (*double check*) deve ser feita em todo o processo de tratamento como, no planejamento, no sistema de cálculo de dose, na distribuição de dose, no campo a ser tratado, nos parâmetros físicos e geométricos a ser tratado, e quando houver mudanças no curso do tratamento (um novo campo), sempre comparando com a ficha técnica. Nessa perspectiva, o físico médico é o profissional que além de atuar no controle de qualidade dos equipamentos utilizados para irradiar os pacientes com câncer, é responsável pela realização do planejamento do tratamento.

(8) Manter atualizada a dosimetria da fonte de radiação.

Para alcançar uma entrega precisa da dose absorvida durante o tratamento é imprescindível fazer a medição absoluta da intensidade dos feixes de exposição dos fótons e elétrons dos equipamentos. Furnari (2009) comenta em sua pesquisa que “os instrumentos de medida tem tanta importância como o dos equipamentos de tratamento em si. Os sistemas baseados em câmaras de ionização continuam sendo os preferidos para a realização das calibrações dosimétricas dos feixes de fótons e elétrons”.

(9) Manter um nível de comunicação adequado entre os profissionais.

Durante todo o tratamento o paciente será visto por uma equipe multidisciplinar com profissionais especialistas. Desse modo, a segurança do paciente depende da qualidade da comunicação. A comunicação efetiva entre os profissionais é fundamental em todos os aspectos do tratamento, uma vez que muitas pessoas com várias responsabilidades devem interagir para realizar o tratamento. Erros podem acontecer devido à falta de comunicação adequada ou uma

má compreensão das informações. É interessante que se tenha no departamento, a definição clara das responsabilidades de todos profissionais da equipe.

(10) Criar e manter atualizado os protocolos de tratamento.

A ficha técnica do paciente é onde se encontra as informações relacionadas à prescrição e a execução de todo o tratamento. Algumas das ocorrências acidentais sucederam devido à ausência de protocolos de prescrição do tratamento por escrito. Pois situações incomuns como mal-entendido na prescrição no plano de tratamento, bem como mudança de pessoal, sem transferência formal de informações relevantes do tratamento podem contribuir a sérios erros.

#### **4. CONCLUSÃO**

Durante o desdobramento do trabalho pode-se perceber que existem várias situações que podem provocar grandes erros na radioterapia. Tais erros comprometem o sucesso do tratamento e devem ser minimizados ao máximo, mediante ao rígido Programa de Controle da Qualidade que abranja todos os aspectos clínico e técnico do departamento.

Dada a complexidade da radioterapia e sua sensibilidade a erros, nada deve ser deixado por acaso, o mau desempenho de qualquer parte do departamento pode levar a graves consequências para os pacientes e para a instalação. Contudo o benefício total do tratamento radioterápico do câncer só pode ser alcançado se as doses de radiação para pacientes forem administrados de forma precisa e reprodutível.

Recomenda-se a aplicação das 10 principais lições aprendidas devido aos acidentes radiológicos, ocorridos durante as exposições médicas nos tratamentos com radioterapia, para evitar eventos futuros.

No Brasil, infelizmente, ainda não há a cultura de informar os incidentes ou acidentes radiológicos nas exposições médicas nos tratamentos com radioterapia. Os poucos acidentes divulgados foram aqueles que tiveram uma repercussão na imprensa. Isso não significa que não haja acidente e sim falta de divulgação.

## REFERÊNCIAS

- [1] TEIXEIRA, F. C.. Estudo e desenvolvimento de um modelo de análise de risco para radiocirurgia intracraniana. 2015. 293 f. **Tese em Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Biociências**, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2015b.
- [2] ICRP. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Prevention of Accidental Exposures to Patients Undergoing Radiation Therapy**. Viena. ICRP 86, 2000.
- [3] NOVOTNY, J. Accidents in radiotherapy: lack of quality assurance. **Department of Stereotactic and Radiation Neurosurgery**. Praga, República Tcheca, [s.d.].
- [4] WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Radiotherapy Risk Profile**. Suíça, Technical Manual, 2008.
- [5] TEIXEIRA, F. C. Acidentes em Radioterapia. In: **XX Congresso Brasileiro de Física Médica e Simpósio Internacional de Proteção Radiológica em Medicina**. Rio de Janeiro, 2015a. 47 slides.
- [6] HOLMBERG, O. Accident prevention in radiotherapy. **Biomed Imaging Interv**, EUA, 1 abr. 2007.
- [7] ORTIZ, P.; ORESEGUN M.; WHEATLEY J. **Lessons from major radiation accidents**. [S.I.: s.n]. 2000. Disponível em: < <http://www.irpa.net/irpa10/cdrom/00140.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- [8] JOHNSTON, W. R. **Bialystok radiotherapy accident**, 2001. [S.I.:s.n.] 2004b. Disponível em: <<http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/2001POL1.html>>. Acesso em: 28 maio 2017.

- [9] JOHNSTON, W. R. **South Bend radiotherapy accident**, 2004. [S.I.:s.n.] 2007c. Disponível em: <<http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/2004USA1.html>>. Acesso em: 28 maio 2017.
- [10] JOHNSTON, W. R. **Epinal radiotherapy accident**, 2004-2005. [S.I.:s.n.] 2006b. Disponível em: <<http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/2004FRA1.html>>. Acesso em: 28 maio 2017.
- [11] ALVAREZ, L. **Tecnologia aumenta eficácia e incidência de erros de radioterapia**. O Estadão de S. Paulo, São Paulo, 8 fev. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,tecnologia-aumenta-eficacia-e-incidencia-de-erros-da-radioterapia,507824>>. Acesso em: 29 mai. 2017.
- [12] SOLBERG, T. D., et al. Quality and safety considerations in stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiation therapy: Executive summary. **Pract Radiat Oncol**, v. 2, n. 1, p. 2-9, jan./mar. 2012.
- [13] FURNARI, L., et al., **Controle da qualidade em radioterapia**. In: JOHNSTON 2012, Salvador. Curitiba, 2012. 46 slides.
- [14] BOGDANICH, W. **Case Studies: When Medical Radiation Goes Away**. The New York Times, EUA, 26 jan. 2010b. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2010/01/27/us/27RADIATIONSIDEBAR.html>>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- [15] JOHNSTON, W. R. **Glasgow radiotherapy accident, 2006**. [S.I.:s.n.] 2007d. Disponível em: <<http://www.johnstonsarchive.net/nuclear/radevents/2006UKG1.html>>. Acesso em: 28 maio 2017.
- [16] MUKHERJI, A. **Accidents in radiation oncology practice**. [S.I.: s.n.], Abr., 2013.
- [17] MENASCE, M. Menina de 7 anos morre após radioterapia em clínica no Rio. **UOL Notícias**. Rio de Janeiro, 01 jun. 2012. Disponível em:



<<http://m.noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2012/06/01/menina-de-7-anos-morre-apos-radioterapia-em-clinica-no-rio.htm>>. Acesso em: 28 de maio 2017.

- [18] CONTER. CONSELHO NACIONAL DE TÉCNICOS EM RADIOLOGIA. **Hospital apura morte de menina queimada em radioterapia no Rio**. Brasília, 4 jun. 2012. Disponível em: < <http://conter.gov.br/site/noticia/lamentavel>>. Acesso em: 29 mai. 2017.
- [19] FAGUNDES, J. S; FERREIRA, A. F. Lições aprendidas com acidentes radiológicos nas exposições médicas em radioterapia. **Monografia Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Radioterapia com Ênfase em Técnicas e Protocolos de Tratamento**. Faculdade Casa Branca, SP, 2017.