



ACIDENTES RADIOLÓGICOS – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA RADIOLOGICAL ACCIDENTS – A LITERATURE REVIEW

DOI: 10.5281/zenodo.14537132

Ana Paula Queiroz Sampaio¹

Nelson Alfredo Almeman Selini²

João Baptista Domingues Junior³

Andressa Ferreira Alves Itiyama⁴

Fabio José Antonio da Silva⁵

Resumo: Desde 1985, a sociedade se beneficia das vantagens das aplicações da radiação, primeiramente no campo médico e, posteriormente, no setor industrial. A radiação é um dos achados com o menor intervalo de tempo entre sua descoberta e sua utilização pelo público, o que explica os efeitos biológicos que ela causa já serem perceptíveis. Neste estudo bibliográfico, buscamos entender melhor as causas dos acidentes e como implementar estratégias de prevenção. Trata-se de uma pesquisa acerca de incidentes radiológicos. Apesar de existir um acontecimento que provoca o acidente, como uma falha no equipamento ou uma ação inadequada do operador, existia uma condição insegura devido à falta de manutenção ou manutenção inadequada, ausência de protocolos de radioproteção, equipe despreparada para situações de emergência ou até mesmo para situações cotidianas de trabalho. Este estudo tem como objetivo fomentar o debate sobre o tema entre os profissionais técnicos e seus superiores, abrangendo todo o grupo de indivíduos envolvidos, com o objetivo de auxiliar na prevenção de novas ocorrências.

Palavras-chave: Tecnólogo. Radiologia. Acidente. Legislação.

1Doutorado em Radiologia pela Universidade de São Paulo. Graduada em Medicina pela Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública. Docente da Faculdade HONPAR.

2Graduação em Direito pela Faculdade Pitágoras. Docente da Faculdade HONPAR.

3Graduação em Física pela Universidade Estadual de Londrina. Docente da Faculdade HONPAR.

4Mestre em Promoção da Saúde pela UniCesumar. Graduada em Enfermagem pela UNOPAR/PR. Docente da Faculdade HONPAR. E-mail: andressa.itiyama@gmail.com

5Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina. Licenciatura Plena pela Universidade Estadual de Londrina/PR. Docente da Faculdade HONPAR.



Abstract: Since 1985, society has benefited from the advantages of radiation applications, first in the medical field and later in the industrial sector. Radiation is one of the finds with the shortest time interval between its discovery and its use by the public, which explains why the biological effects it causes are already noticeable. In this bibliographic study, we seek to better understand the causes of accidents and how to implement prevention strategies. It is a research on radiological incidents. Although there is an event that causes the accident, such as an equipment failure or inadequate action by the operator, there was an unsafe condition due to lack of maintenance or inadequate maintenance, absence of radioprotection protocols, unprepared staff for emergency situations or even for everyday work situations. This study aims to foster the debate on the subject among technical professionals and their superiors, covering the entire group of individuals involved, with the objective of assisting in the prevention of new occurrences.

Keywords: Technologist. Radiology. Accident. Legislation.

INTRODUÇÃO

Acidentes e incidentes radiológicos têm sido comuns nas últimas décadas, sendo a maior parte deles resultado de falhas humanas, apesar de terem sido frequentes em centros avançados de alta tecnologia. Os perigos para o paciente submetido à radioterapia estão ligados à administração adequada da dose, que afeta diretamente o resultado do tratamento. Se forem administradas doses inferiores às recomendadas, reduzem as chances de cura e elevam a chance de recaídas.

Contudo, ao fornecer doses elevadas, pode-se agravar as complicações relacionadas ao tratamento ou até mesmo criar complicações desnecessárias que podem até resultar em morte. De acordo com a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), diversos fatores contribuem para exposições radioativas, incluindo problemas em equipamentos, falhas de software, manutenção inadequada, comissionamento impróprio, erro no planejamento e cálculo da dose, falha na simulação e falha no processo de entrega do tratamento.

No tocante aos acidentes radioativos, os problemas incluem: falhas nos equipamentos e nas fontes radioativas, atraso na entrega da fonte, erro no planejamento do tratamento e no cálculo da dose, falha na remoção da fonte e falha no seu armazenamento.

O objetivo do presente trabalho é informar ao leitor sobre os acidentes radiológicos, conceitos e fatos ocorridos ao longo dos tempos de uma forma clara e objetiva.



ACIDENTES RADIOLÓGICOS

Conforme relatado na literatura, alguns incidentes envolvendo pacientes resultaram em eventos adversos durante as exposições médicas durante os tratamentos com radioterapia. Esses casos serão descritos em sequência cronológica, detalhando as causas, os efeitos gerados e as lições aprendidas a partir desses eventos (Leite; Oliveira; Vicente, 2011).

Desde 1896, quando as fontes de radiação ionizante de origem humana começaram a ser usadas de maneira habitual, ocorreram acidentes significativos. Em virtude do fascínio com a descoberta que permitiu a visualização interna do corpo humano, começou uma fase de uso excessivo e, em um período de tempo relativamente curto, surgiram efeitos prejudiciais decorrentes da exposição à radiação ionizante (Fagundes; Ferreira, 2017).

Por exemplo, em 1896, um trabalhador de Chicago teve uma lesão no tornozelo e o médico optou por utilizar a recém-inventada radiografia. Contudo, para conseguir uma imagem de boa qualidade, foram necessárias diversas exposições, resultando em danos ao tecido que evoluíram para necrose, culminando na amputação do membro. Este é visto como um incidente de superexposição ao paciente, resultado de um erro médico provocado por um manejo e entendimento inadequados da radiação ionizante. Acidentes que envolvem a superexposição do paciente, em níveis cujas consequências imediatas são significativas para a saúde, ou seja, acidentes onde podem existir efeitos determinísticos, constituem o foco deste estudo (Fagundes; Ferreira, 2017).

É crucial que o técnico e o tecnólogo em Radiologia, juntamente com a equipe multidisciplinar que trata dos pacientes, dediquem parte de seu tempo de formação ao estudo dos acidentes, suas origens e medidas preventivas. No entanto, esse assunto é raramente tratado de maneira unificada e centrada nas causas e na prevenção.

Existem diversos registros de acidentes radiológicos na literatura especializada, alguns com compilações bastante extensas. Alguns fornecem uma descrição minuciosa de vários



deles. No entanto, uma análise dessa literatura revela uma mistura de acidentes nucleares, incidentes em fontes industriais, incidentes em pesquisa e desenvolvimento e incidentes em radiologia médica. Além disso, evidencia que os relatos são, em sua maioria, imprecisos.

Na utilização de radiações ionizantes, é crucial assegurar a proteção radiológica do funcionário, do público em geral e da população em geral, assegurando que as exposições estejam em conformidade com os limites de doses definidos (Leite; Oliveira; Vicente, 2011). Isso é relevante tanto para profissionais quanto para o público em geral, através do acompanhamento dos níveis de radiação, funcionamento de dispositivos de segurança, ajuste de equipamentos, verificação da integridade de blindagens e, também, avaliação do rendimento de equipamentos em uso, especialmente os mais antigos e ainda em funcionamento (Fagundes; Ferreira, 2017).

A meta é prevenir incidentes que possam provocar efeitos biológicos determinísticos e, em funcionamento normal, reduzir a chance de ocorrência de efeitos estocásticos. Contudo, acidentes com radiações ionizantes acontecem. Certos incidentes resultaram em eventos graves de exposição à radiação. Outros podem ter acontecido, porém ainda não foram notificados ou confirmados.

Um incidente radiológico é caracterizado como um acontecimento cujas consequências não podem ser consideradas insignificantes do ponto de vista da saúde e segurança, resultante de falha humana, erro operacional, falha de equipamento ou outros contratempos relacionados às fontes de radiação, que acontece durante os processos de radiodiagnóstico (Filho; Andrade; Marinho, 2011).

Detectar um acidente radiológico pode ser um processo demorado, dado que a latência de lesões e danos pode resultar em um diagnóstico equivocado, prejudicando a compreensão da situação acidental e sua origem (Fagundes; Ferreira, 2017).

Pesquisas têm sido conduzidas para melhorar a utilização desta tecnologia no diagnóstico, contudo, infelizmente, podem ocorrer exposições acidentais de pacientes durante os procedimentos, em escala global. De um certo ângulo, até mesmo a repetição de uma



radiografia por erros de posicionamento ou problemas de funcionamento do aparelho pode ser vista como uma exposição acidental (Leite; Oliveira; Vicente, 2011).

No entanto, este não é o foco deste estudo, já que, apesar de ser bastante comum e indesejável, não apresenta um perigo grave e imediato para a saúde do paciente. Este assunto será abordado em outro projeto de pesquisa focado na análise de possíveis impactos estocásticos da exposição acidental da população.

A utilização da radiação no radiodiagnóstico cresceu consideravelmente nas últimas décadas, resultando simultaneamente em uma exposição acidental de indivíduos, resultando em mortes, lesões e complicações graves. A ocorrência de acidentes graves parece crescer com o avanço tecnológico, particularmente aqueles que envolvem pacientes.

Lamentavelmente, nem sempre os acidentes são imediatamente identificados, mantendo-se oculto o número exato de ocorrências e sem ações preventivas.

Vários incidentes ocorrem globalmente, por isso é essencial um alerta sobre o manejo de radiações ionizantes, a fim de minimizar o impacto no profissional, paciente e público. Parece ser imprescindível expandir o entendimento dos profissionais sobre normas, portarias e afins, adotando uma cultura de segurança eficiente que possa sinalizar e evitar novos incidentes (Fagundes; Ferreira, 2017).

Os conhecimentos em proteção radiológica para operadores, médicos e paramédicos são essenciais tanto para o uso mais adequado e seguro dos aparelhos, quanto para a implementação dos princípios de radioproteção, com o objetivo de garantir a saúde dos profissionais, dos pacientes e do ambiente (Leite; Oliveira; Vicente, 2011).

Juntamente com a equipe multidisciplinar de assistência à saúde, o profissional de radiologia precisa de uma cultura de segurança consolidada, assegurando protocolos de execução mais adequados e seguros. Isso é alcançado através de um ensino avançado em radioproteção e segurança, radio-higiene, combinado com programas educativos que vão além da formação convencional, garantindo eficiência e excelência na identificação de ocorrências (Leite; Oliveira; Vicente, 2011).



Em vários acidentes, as notificações foram tardias e, em alguns casos, negligenciadas pelos órgãos encarregados, numa tentativa de reduzir a ansiedade e o temor de profissionais, pacientes, público e até da mídia. Isso foi feito sem transparência na identificação, na expansão das medidas e na correção do incidente.

Da responsabilidade civil

A Lei no 6.453, de 17 de outubro de 1977, é a principal lei brasileira que regula a responsabilidade civil em casos de acidentes nucleares e radiológicos (Brasil, 2012). Esta legislação determina que a responsabilidade civil por danos nucleares é objetiva e completa, implicando que a responsabilidade independe da demonstração de culpa e que a compensação deve abranger todos os prejuízos causados.

Cavalcanti (2010) esclarece que, na responsabilidade civil objetiva, a obrigação de reparar o dano é imposta ao agente que causou o dano, independentemente da existência de culpa. Em caso de acidentes nucleares, isso implica que as organizações e pessoas que manipulam materiais radioativos são obrigadas a ressarcir todas as vítimas por qualquer prejuízo que possam ter causado (Brasil, 1977).

Furnari (2012), uma proeminente juíza do Brasil, também sustenta que a responsabilidade civil por danos nucleares é um tema de natureza ambiental. Ela defende que a salvaguarda do meio ambiente e a prevenção de danos nucleares são preceitos essenciais do direito ambiental no Brasil (Brasil, 1962). Em um caso emblemático, a Ação Civil Pública no 2000.34.00.014482-6/DF, a Justiça Federal determinou que a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) realizasse a limpeza de uma área contaminada com materiais radioativos em São Paulo (Filho; Andrade; Marinho, 2011).

O tribunal argumentou que a CNEN, como entidade encarregada de regular a segurança nuclear no Brasil, tinha a obrigação de remediar a contaminação. Portanto, no Brasil, a responsabilidade civil por danos nucleares e radiológicos é de grande relevância e



está atrelada aos princípios de proteção ambiental e reparação completa de danos (Brasil, 1989).

Proteção ambiental e reparação integral de danos

Os preceitos de preservação ambiental e reparação completa de danos são essenciais no direito ambiental do Brasil e possuem relevância relevante no âmbito da segurança radiológica e da administração de materiais radioativos. O princípio da proteção ambiental é estabelecido na Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225. Este estabelece que todos têm direito a um ambiente ecologicamente balanceado, sendo responsabilidade do Estado e da comunidade zelar por ele para as gerações atuais e vindouras.

Furnari (2012), um renomado jurista do Brasil, defende que este princípio estabelece um dever de precaução na gestão de substâncias e processos potencialmente nocivos, incluindo materiais radioativos. Isso implica que as ações que utilizam materiais radioativos precisam ser conduzidas de forma a reduzir o perigo de danos ao meio ambiente e à saúde das pessoas.

O conceito de responsabilidade civil está intrinsecamente ligado ao princípio da reparação integral de danos. Conforme Furnari (2012), este princípio estabelece que qualquer prejuízo ao meio ambiente ou à saúde humana deve ser integralmente reparado pelo responsável. No âmbito da segurança radiológica, isso implica que as organizações e pessoas que provocam danos devido ao uso impróprio de materiais radioativos são obrigadas a repará-los em sua totalidade.

Esses princípios têm desempenhado um papel crucial na elaboração de políticas públicas e na regulamentação da segurança radiológica no Brasil, mantendo-se relevantes no futuro (Filho; Andrade; Marinho, 2011).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

É reconhecido que o assunto de acidentes em radiologia médica é raramente abordado nos programas de formação e treinamento de cursos de radiologia básica ou avançada. Assim, uma seleção de eventos relevantes para essa finalidade foi examinada e condensada neste estudo.

Também se constatou que há um banco de dados restrito de acidentes e as circunstâncias em que eles aconteceram. A criação de uma cultura de segurança é um objetivo crucial para as empresas, que pode ser parcialmente atingido ao aprimorar os canais de informação e o entendimento dos profissionais de radiologia acerca dos riscos e perigos associados ao uso de radiações ionizantes, por meio de redes sociais online, intranets e outros canais.

Também se faz necessário um esforço concentrado para mobilizar os responsáveis institucionais, como universidades, sociedades internacionais e autoridades sanitárias, a fim de fomentar novas oportunidades de educação e capacitação. Essas abrangem o aprendizado no ambiente de trabalho através de orientação, capacitação, educação contínua e alterações nos currículos dos profissionais que atuam na área, sejam eles médicos, paramédicos, tecnólogos ou técnicos, possibilitando assim que os trabalhadores obtenham reconhecimento e certificação na sua profissão.

Os programas de educação e treinamento serão intensificados devido ao uso mais eficiente dos recursos disponíveis, sendo capazes de criar, ajustar e traduzir programas de treinamento que atendam às demandas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 8 dez. 2024.

_____. Lei nº 4.118, de 27 de agosto de 1962. Cria a Comissão Nacional de Energia Nuclear, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1962. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4118.htm. Acesso em: 8 dez. 2024.

_____. Lei nº 6.453, de 17 de outubro de 1977. Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6453.htm. Acesso em: 8 dez. 2024.

_____. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7735.htm. Acesso em: 8 dez. 2024.

_____. Tribunal Regional Federal da 1ª Região. Ação Civil Pública nº 2000.34.00.014482-6/DF. Relator: Desembargador Federal Kássio Nunes Marques, 16 de outubro de 2012. Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: <http://www.trf1.jus.br/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

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.

FILHO, A.P.G, ANDRADE, J.C.S., MARINHO, M.M.O. “Cultura e gestão da segurança no trabalho: uma proposta de modelo”. Gest. Prod. [online]. 2011, vol.18, n.1, pp.205-220.

FURNARI, L. Controle da qualidade em radioterapia. In: JOHNSTON2012, Salvador. Curitiba, 2012.

LEITE, E.R.; OLIVEIRA, R.L.; VICENTE, R. Use of reports on accidents with sealed sources to conceive scenarios of human intrusion into waste repositories. Belo Horizonte-MG, 2011.



REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634

Recebido em: 22/10/2024

Aprovado em: 29/11/2024

Publicado em: 20/12/2024