

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE MEDICINA

RAFAELA MARIA BEZERRA DUARTE

**RISCOS OCUPACIONAIS NOS SERVIÇOS DE RADIODIAGNÓSTICO E
TERAPÊUTICA**

MACEIÓ
2022

RAFAELA MARIA BEZERRA DUARTE

RISCOS OCUPACIONAIS NOS SERVIÇOS DE RADIODIAGNÓSTICO E
TERAPÊUTICA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado à Coordenação do curso de
Medicina da Universidade Federal de
Alagoas.

Orientador: Gerson Odilon

MACEIÓ
2022

GERSON ODILON PEREIRA
ANDERSON DE HOURA PEREIRA
ORGANIZADORES

AÍDA MARIA FERRARIO DE CARVALHO ROCHA LOBO
GABRIEL LESSA DE SOUZA MAIA
JOSÉ ROBSON CASÉ DA ROCHA
CO-ORGANIZADORES

MEDICINA DO TRABALHO

Aspectos Teóricos e Práticos



editora
VENTUROLI



CAPÍTULO 72

RISCOS OCUPACIONAIS NOS SERVIÇOS DE RADIODIAGNÓSTICO E TERAPÊUTICO

ELISANGELA FRANCISCA SILVA DE MELO
GERSON ODILON PEREIRA
JOSÉ ROBSON CASÉ DA ROCHA
RAFAELA MARIA BEZERRA DUARTE

INTRODUÇÃO

A descoberta dos “Raios X”, em 08 de novembro de 1895, pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), marcou o século XIX e revolucionou a medicina. Nessa época, buscava-se alternativas para que os médicos pudessem ter uma visão do interior dos seus pacientes. Roentgen pôs a mão de sua esposa Anna Bertha Roentgen no chassi com filme fotográfico, fazendo incidir a radiação proveniente do tubo por cerca de 15 minutos. A imagem impressa na chapa, a figura da mão de sua esposa mostrando os ossos, as partes moles, e ressaltando o seu anel, ficou conhecida mundialmente.

Devido a inovação e aplicabilidade em diversas áreas diagnósticas da saúde, os “Raios X”, como são popularmente conhecidos, foram amplamente disseminados oportunizando o surgimento de uma área da medicina exclusiva para si, que posteriormente foi enriquecida com outros métodos diagnósticos: a Radiologia.

Contudo, a descoberta e imediata utilização das radiações ionizantes, entre as quais se incluem os raios X e os elementos radioativos, apesar de proporcionar benefícios às ciências e à medicina, também provoca diversos danos em pesquisadores, médicos, pacientes e outros indivíduos expostos. Como todas as tecnologias, os raios X traziam consigo perigos intrínsecos e desconhecidos no momento de sua incorporação a práticas sociais (NAVARRO, *et al.*, 2008 *apud* BECK, 2003).

Ademais, percebe-se o desconhecimento de muitos sobre os efeitos deletérios que a exposição repetitiva a radiação ionizante pode trazer. Um dos grandes embates da medicina diagnóstica atualmente é o uso consciente de exames de imagem de modo que, ao evitar solicitações indiscriminadas desses artifícios se poupe a saúde do paciente, do profissional técnico ou tecnólogo executor do processo para imagem e também poupe-se custos aos sistemas de saúde.

Os profissionais das técnicas radiológicas estão sujeitos a diversos riscos ocupacionais em seu local de trabalho tais como: biológicos, químicos, físicos, ergonômicos e mecânicos, sendo que o risco físico proveniente da radiação ionizante que permite a realização de exames de diagnóstico por imagem e terapias sejam realizados submetem os profissionais aos riscos ocupacionais pela exposição à radiação.

Os trabalhadores que lidam com essa técnica precisam saber identificar os diversos riscos como importantes para serem prevenidos, não somente por seus agravos à saúde, mas também devido ao acréscimo potencial do risco quando há interferência de outros agentes de risco em um mesmo ambiente. Dessa forma, ter informação atualizada e conhecimento sobre os riscos ocupacionais deve ser o primeiro passo para a mudança de atitude dos profissionais dos serviços radiológicos, essa preocupação com a prevenção de doenças relacionadas precisam estar presente nos ambientes de trabalho com uma consciência de saúde integral da equipe que precisa da participação de todos.

O Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE), é o indivíduo sujeito à exposição ocupacional a potenciais efeitos nocivos a sua saúde, por meio de quaisquer doses ou níveis de radiação ionizante. A ele devem ser destinadas medidas que minimizem os impactos da exposição à radiação e que de certa maneira o compensam pelos riscos aos quais constantemente se submete.

A norma brasileira de proteção radiológica da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece parâmetros sobre a produção, armazenamento de materiais e a prática que envolve as radiações ionizantes, estabelecem também requisitos básicos ao trabalho seguro dos profissionais, normatizando também as práticas da radioterapia e medicina nuclear (CNEN, 2014).

Ministério da Saúde, através da Portaria 453:1998 da Secretaria de Vigilância Sanitária, estabelece diretrizes específicas para área de Radiodiagnóstico. Devido:

a expansão do uso das radiações ionizantes na Medicina e Odontologia no país;
(...)

a necessidade de padronizar, a nível nacional, os requisitos de proteção radiológica para o funcionamento dos estabelecimentos que operam com raios-X diagnósticos e a necessidade de detalhar os requisitos de proteção em radiologia diagnóstica e intervencionista estabelecidos na Resolução nº 6, de 21/12/88, do Conselho Nacional de Saúde. (BRASIL, 1998)

Define que:

Artigo 1º – Aprovar o Regulamento Técnico “Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico”, parte integrante desta Portaria, que estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica em radiodiagnóstico e disciplina a prática com os raios-X para fins diagnósticos e intervencionistas, visando a defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral. Artigo 2º – Este Regulamento deve ser adotado em todo território na-

cional e observado pelas pessoas físicas e jurídicas, de direito privado e público, envolvidas com a utilização dos raios-X diagnósticos. (BRASIL, 1998).

Assim, buscando melhor elucidar tais fatores, podemos discutir através de tal texto os principais tópicos a respeito dos riscos ocupacionais em ambientes de radiodiagnóstico terapêutico.

RADIAÇÕES IONIZANTES

A radiação é energia em movimento, tudo que possui massa e ocupa espaço é matéria; a energia que move a matéria e transporta ondas e partículas. Segundo CNEN a radiação ionizante ou Radiação é qualquer partícula ou radiação eletromagnética que, ao interagir com a matéria, ioniza seus átomos ou moléculas (CNEN, 2014).

A radiação pode se apresentar também em forma de onda eletromagnética, constituída de campo elétrico e campo magnético oscilantes, perpendiculares entre si e que se propagam no vácuo. De todo espectro das ondas eletromagnéticas somente os raios X e gama são radiação ionizante, isto é, têm energia suficiente para ionizar átomos.

As radiações podem ser de origem natural ou artificial. As fontes naturais representam cerca de 70% da exposição, o restante é devido às fontes artificiais (BRASIL, 2008). As fontes artificiais podem ter sua exposição controlada e devido a isso a intervenção humana em vista de diminuir seus efeitos deletérios deve ser priorizada (BUONOCORE, 2019). Há fontes artificiais de radiação como reatores nucleares, aceleradores de partículas e tubos de raios X.

São exemplos de fontes de radiação natural os radionuclídeos e radiações cósmicas e radiações provenientes de elementos radioativos espalhados na crosta terrestre. Já as radiações artificiais são os dispositivos de diagnóstico e terapia utilizados na área médica, os aparelhos de controle, medidores e radiografia usados na indústria e comércio, as instalações do ciclo do combustível nuclear, e as máquinas utilizadas na pesquisa científica (BUONOCORE, 2019).

Todos estamos expostos à radiação natural e à radiação artificial, principalmente quando exposto a exames radiológicos médicos e odontológicos. A intensidade da radiação que recebemos é medida em unidade chamada sievert (Sv) que corresponde à dose absorvida medida em gray, multiplicada por um fator que leva em conta o tipo de radiação.

EFEITOS DA RADIAÇÃO SOBRE O ORGANISMO

A radiação ionizante é um agente que possibilita a ocorrência de agravos a médio e longo prazo devido os efeitos determinísticos e estocásticos, sendo a neoplasia a doença mais associada aos efeitos biológicos às exposições ocupacionais da radiação. A CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear adota as seguintes definições:

Efeitos determinísticos – efeitos para os quais existe um limiar de dose absorvida necessário para sua ocorrência e cuja gravidade aumenta com o aumento da dose, levando a célula à perda parcial ou total de sua função biológica, ou seja, morte celular (CNEN, 2014).

Efeitos estocásticos – efeitos para os quais não existe um limiar de dose para sua ocorrência e cuja probabilidade de ocorrência é uma função da dose. A gravidade desses efeitos é independente da dose. A exposição à pequenas doses de radiação ao longo do tempo podem causar mutações genéticas (CNEN, 2014).

Além destes efeitos é válido frisar os demais:

Efeito direto – quando a radiação interage diretamente com as moléculas importantes como as de DNA, podendo causar desde mutação genética até morte celular (OKUNO, 2013).

Efeito indireto – a radiação quebra a molécula da água, formando assim radicais livres que podem atacar outras moléculas importantes (OKUNO, 2013).

Síndrome Aguda da Radiação

Uma pessoa ao ser exposta num intervalo de tempo pequeno de até alguns dias à radiação. Essa síndrome pode variar com a dose. Se a dose absorvida no corpo todo do paciente for de 0,25 a 1 Gy, algumas pessoas podem ter náusea, diarreia e depressão no sistema sanguíneo; se for entre 1 e 3 Gy, além de sintomas anteriores, pode ter forte infecção causada por agentes oportunistas; entre 3 e 5 Gy pode ocorrer hemorragia, perda de pelos e esterilidade temporária ou permanente; ao redor de 10 Gy ocorre a inflamação dos pulmões, e para doses maiores os efeitos incluem danos no sistema nervoso e cardiovascular levando o indivíduo à morte em poucos dias.

RADIOPROTEÇÃO

A radioproteção visa à obtenção de um exame de imagem de excelente qualidade diagnóstica com o mínimo de exposição do paciente e dos funcionários envolvidos (BRASIL, 2019). No ambiente de trabalho de radiologia, os responsáveis pela proteção dos pacientes e dos profissionais são os próprios técnicos, tecnólogos, radiologistas e físico médico. Eles têm a função de proteger contra a radiação excessiva, prezando para que a dose de radiação seja mantida a mais baixa possível, além de incentivar o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e a segurança e proteção do ambiente de trabalho como um todo.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece normas de proteção radiológica que se baseia em três princípios:

- **Justificativa** – qualquer exposição à radiação deve ser justificada de modo que o benefício supere qualquer malefício à saúde;
- **Otimização da proteção** – a proteção radiológica deve ser otimizada de forma que o número de pessoas expostas e a probabilidade de exposições que resultem em doses

mantenham-se tão baixos quanto possa ser razoavelmente exequível, considerando os fatores econômicos e sociais;

- **Limitação de dose** – as doses individuais devem obedecer aos limites estabelecidos em recomendações nacionais que se baseiam em normas internacionais.

Os profissionais das técnicas radiológicas que são os profissionais que subscrevem o código de ética que inclui a responsabilidade pelo controle e pelo limite de exposição de radiação a todos os pacientes que estão sob seus cuidados (BONTRAGER, 2008).

A Comissão Nacional de Energia Nuclear estabelece como supervisor de proteção radiológica ou supervisor de radioproteção o indivíduo com habilitação de qualificação emitida pela CNEN, no âmbito de sua atuação, formalmente designado pelo titular da instalação para assumir a condução das tarefas relativas às ações de proteção radiológica na instalação relacionada àquela prática (CNEN, 2014).

Segundo a CNEN, Proteção radiológica ou Radioproteção é um conjunto de medidas que visam a proteger o ser humano e seus descendentes contra possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante (TAUHATA, *et al.*, 2013).

No que tange a proteção do paciente, para os procedimentos diagnósticos gerais, Bontrager (2003) traz 7 (sete) passos que os profissionais de radiologia devem seguir para garantir a proteção do paciente. São eles:

1. Repetir ao mínimo as exposições;
2. Filtração correta;
3. Colimação precisa;
4. Proteção específica de área (proteção gonadal e das mamas para as mulheres);
5. Proteção para as grávidas;
6. Uso de combinações de filme-écran de alta velocidade;
7. Exposição mínima do paciente através de incidências selecionadas e de fatores de exposição com a menor dose para o paciente.

Já no que refere à proteção do Técnico e ou tecnólogo/Radiologista, desde janeiro de 1994 a Nuclear Regulatory Commission (NRC, Comissão Reguladora Nuclear) mudou alguns padrões de controle, passando a usar o termo dose-limite. Entende-se que a dose-limite para o IOE é diferente e varia de acordo com o tipo de radiação e do tecido irradiado (OKUNO, 2013). Segundo, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica em sua publicação 118 de 2012 definiu dose limiar como sendo a dose estimada que causa incidência de reações teciduais em 1% dos tecidos irradiados (OKUNO, 2013).

A CNEN define ainda que a dose efetiva – aquela que é a soma das doses equivalentes ponderadas nos diversos órgãos e tecidos – (CNEN, 2014) de radiação a qual o indivíduo pode se expor anualmente, varia de acordo com a região corporal exposta e o tipo de indivíduo (se trabalhador da área de radiodiagnóstico ou não), sendo as doses toleradas maiores em indivíduos ocupacionalmente expostos, como visto na tabela a seguir:

Tabela 1: limites de doses efetivas anuais por região corporal

Limites de Dose Anuais ^[a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv ^[b]	1 mSv ^[c]
Dose equivalente	Cristalino	20 mSv ^[b] <i>(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)</i>	15 mSv
	Pele ^[d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: CNEN, 2014

Respeitar esses parâmetros, juntamente com a utilização de EPIs, é o fundamento básico para a redução de danos à saúde do profissional executante de processos que se valham de radiação ionizante. Em função dessas necessidades, os Serviços de Radioproteção devem possuir os equipamentos necessários para: monitoração individual de trabalhadores, monitoração de área, monitoração ambiental, ensaio de instrumentos, proteção pessoal e descontaminação externa de pessoas e superfícies (CNEN, 2011).

Além disso, o SR deve desempenhar as seguintes atividades: controle de trabalhadores, controle de áreas, controle do meio ambiente e da população, controle de fontes de radiação e de rejeitos, controle de equipamentos, treinamento de trabalhadores e, registros de dados e preparação de relatórios (CNEN, 2011).

Os Equipamentos de proteção Individual que costumam, ou deveriam ser empregados na proteção de profissionais da área da radiologia são: os aventais (de corpo inteiro ou saia-casaco) que protegem o tronco, o protetor de gônadas, o protetor da tireóide (colar), as luvas para proteger as mãos e óculos (VAZ, 2020).

RISCOS OCUPACIONAIS NOS SERVIÇOS DE RADIOLOGIA

A CNEN define como exposição ocupacional a exposição normal ou potencial de um indivíduo em decorrência de seu trabalho ou treinamento em práticas autorizadas ou intervenções, excluindo-se a radiação natural do local (CNEN, 2011).

Três fatores são essenciais na proteção à exposição a radiações: tempo, distância e blindagem. Ou seja, tanto trabalhadores que atuam em radiologia médica quanto a população em geral devem ficar expostos pelo menor tempo possível. No Brasil, a Norma Regulamentadora 32 do Ministério do Trabalho estabelece medidas de segurança e saúde em Serviços de Saúde.

A resolução CNEN 114/2011 determina os requisitos básicos de proteção radiológica para mulheres grávidas e pessoas com idade inferior a 18 anos. Para mulheres grávidas ocupacionalmente expostas, suas tarefas devem ser controladas de maneira que seja improvável que, a partir da notificação da gravidez, o feto receba dose efetiva superior a 1 mSv durante o resto do período de gestação. Indivíduos com idade inferior a 18 anos não podem estar sujeitos a exposições ocupacionais (CNEN, 2011).

Apesar dos grandes avanços tecnológicos nos equipamentos de radiodiagnósticos e tratamento radioterápico, os riscos ocupacionais nestes serviços continuam os mesmos, porquanto pouco tem sido feito para prevenir o surgimento de lesões e enfermidades ocupacionais aos profissionais desta área.

No local de trabalho dos profissionais das técnicas radiológicas são encontrados diversos tipos de riscos à saúde do trabalhador, que se encontram na Portaria nº 1.359, de 09 de dezembro de 2019, NR-9, com a seguinte classificação:

- Riscos químicos: substâncias compostas, ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.
- Riscos físicos: formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.
- Riscos biológicos: bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.
- Riscos ergonômicos: esforço físico intenso, levantamento e transporte manual de peso, exigência de postura inadequada, controle rígido de produtividade, imposição de ritmos excessivos, trabalho em turno noturno, jornada de trabalho, entre outros.
- Riscos mecânicos: arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, entre outras que contribuem para o risco de acidentes.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO AOS RISCOS OCUPACIONAIS

Segundo a NR-9 da Portaria nº 6.735, de 10 de março de 2020 que institui as medidas de avaliação das exposições ocupacionais aos agentes físicos, químicos e biológicos e estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, visto que:

deve ser realizada análise preliminar das atividades de trabalho e dos dados já disponíveis relativos aos agentes físicos, químicos e biológicos, a fim de determinar a necessidade de adoção direta de medidas de prevenção ou de realização de avaliações qualitativas ou, quando aplicáveis, de avaliações quantitativas (PORTARIA Nº 6.735).

A prevenção dos efeitos negativos do trabalho sobre a saúde e o meio ambiente requer a prevenção primária dos riscos. Entende-se que, segundo Goelze (2004):

Por prevenção primária entende-se evitar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco, e a contaminação do meio ambiente, através da aplicação de tecnologias e medidas adequadas, que vão desde a seleção de processos e operações industriais até o controle de efluentes. A prevenção primária é a meta da higiene ocupacional (GOELZE, 2004).

Segundo a Portaria nº 1.359, o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) deverá conter, no mínimo, a seguinte estrutura:

1. Planejamento anual com estabelecimento de metas, prioridades e cronograma;
2. Estratégia e metodologia de ação;
3. Forma do registro, manutenção e divulgação dos dados;
4. Periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do PPRA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Graças ao uso da radiação na medicina, o campo da saúde tem avançado no diagnóstico e tratamento de várias doenças. As aplicações das radiações ionizantes na medicina podem salvar vidas através de radiodiagnóstico e radioterapia. As principais fontes dessas radiações são as radiações emitidas por tubos de raios X para realizar exames de diagnóstico por imagem, por aceleradores lineares e por radionuclídeos para tratamento de pacientes.

Entretanto, o uso dessas radiações em excesso ou mal administrada em seu tempo de exposição e intensidade, produzem danos biológicos ao paciente ou ao profissional das técnicas radiológicas, seu uso deve ser feito de forma criteriosa levando em consideração seus benefícios na área da medicina, ou seja, fazendo levantamento de riscos e benefícios para paciente. Levando em consideração, o que já foi exposto anteriormente sobre os efeitos biológicos das radiações ionizantes que podem ser estocásticos ou determinísticos. A principal diferença entre eles é que os efeitos estocásticos causam a transformação celular enquanto os determinísticos causam a morte celular. A radiação quando utilizada junto a medidas de segurança, essa especialidade tem muito mais vantagens que desvantagens.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Ana Cecília Pedrosa de. **Radioproteção em serviços de saúde**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2005.
- BONTRAGER, Kenneth L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. 5. ed. Guanabara Koogan, 2003.
- BRASIL (1998), Portaria 453, de 01 de junho de 1998. Estabelece as diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 7-16, 02 de junho de 1998. Seção 1.

- BUONOCORE, Tathianna Cristina Cavalheiro *et al.* Energia das radiações: radioatividade natural e artificial, radiações ionizantes e excitantes. **Unisanta BioScience**, v. 8, n. 4, p. 447-457, 2019.
- CNEN: **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. Norma NN 3.01 Resolução 164/14 CNEN-NN, C. N. E. N. 3.01 – “Diretrizes básicas de proteção radiológica”, v. 13, set. 2011.
- DA SILVA, Carina Burkert *et al.* Conhecimento sobre radiação ionizante diagnóstica em uma população do sul do Brasil. **PUBVET**, v. 13, p. 130, 2019.
- GUIDETTI, Alana Morais *et al.* O impacto da exposição à radiação nos exames de imagem para o paciente: revisão de literatura. **Connection line-revista eletrônica do univag**, n. 15, 2016.
- NAVARRO, Marcus Vinicius Teixeira *et al.* Controle de riscos à saúde em radiodiagnóstico: uma perspectiva histórica. **Hist. cienc. saúde-Manguinhos**, p. 1039-1047, 2008.
- NR, NORMA REGULAMENTADORA. 9 – **Programa de prevenção de riscos ambientais**. Ministério do trabalho e emprego. Brasília, 2019.
- NR, NORMA REGULAMENTADORA. 9 – **Programa de prevenção de riscos Ambientais**. Ministério do trabalho e emprego. Brasília, 2020.
- OKUNO, Emico. **Efeitos biológicos das radiações ionizantes**: acidente radiológico de Goiânia. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013.
- TAUHATA, L.; SALATI, I. P. A., DI PRINZIO, R.; DI PRINZIO, M. A. R. R. **Radioproteção e dosimetria**: fundamentos, 9. revisão, novembro/2013 – Rio de Janeiro – IRD/CNEN. 345p. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/images/CIN/PDFs/Tahuata_Fundamentos.pdf>Acesso em: 29 de jun. 2020.
-