

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
INSTITUTO DE FÍSICA – INFIS

MÁRCIO FERREIRA DE MOURA

**ESTUDO SOBRE A PROTEÇÃO RADIOLÓGICA DE UMA
SALA DE RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA EM UM
HOSPITAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia

2019

MÁRCIO FERREIRA DE MOURA

**Estudo sobre a proteção radiológica de uma sala de radiologia
intervencionista em um hospital em Uberlândia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para aprovação na disciplina
de Trabalho de Conclusão de Curso II do
curso de Bacharelado em Física Médica pelo
Instituto de Física da Universidade Federal
de Uberlândia

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Perini

Uberlândia

2019

MÁRCIO FERREIRA DE MOURA

**Estudo sobre a proteção radiológica de uma sala de radiologia
intervencionista em um hospital em Uberlândia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para aprovação na disciplina
de Trabalho de Conclusão de Curso II do
curso de Bacharelado em Física Médica pelo
Instituto de Física da Universidade Federal
de Uberlândia

Banca de avaliação:

Profa. Dra. Ana Paula Perini – UFU
Orientadora

Prof. Dr. Diego Merigue da Cunha - UFU
Membro

Prof. Dr. Lucio Pereira Neves - UFU
Membro

Uberlândia (MG), 11 de julho de 2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de chegar até este momento com forças para superar as dificuldades.

Aos meus pais Marlene Ferreira e Maurício Garcia de Moura, e irmãos Marcilene Ferreira de Moura e Murillo Ferreira de Moura por serem essenciais na minha vida, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus avós paternos Divino Garcia de Moura (*in memoriam*), Eunice Terezinha de Moura, e maternos Mauro Ferreira e Maria José Ferreira, e a toda minha família por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e realizar meus sonhos.

Agradeço também aos grandes amigos que fiz durante a faculdade, em especial à Sarah M. de S. Abreu, Amanda Ribeiro, Victor H. Roldão, Guilherme Ramos, Ronan Júnior, Igor Versiani, Douglas Quaresma e Jaqueline Soares, por permitirem que nessa jornada a caminhada fosse mais alegre.

Aos professores por todo ensinamento durante todos esses anos de curso.

À minha orientadora professora Dra. Ana Paula Perini pelo empenho, paciência e apoio ao longo da elaboração do meu projeto final.

Ao professor Dr. Diego Merigue da Cunha coordenador do curso de Física Médica no ano em que ingressei na Universidade Federal de Uberlândia, pelos conselhos e ajuda durante meus estudos.

Agradeço à coordenação do curso de Física Médica na pessoa do coordenador professor Dr. Maurício Foschini por propiciar minha formação acadêmica, e a secretária Dilza Côrtes pelos serviços prestados a mim sempre de bom grado e disposição.

Ao Instituto de Física e a Universidade Federal de Uberlândia por oferecer um quadro docente qualificado e infraestrutura para o meu desenvolvimento acadêmico.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

A Radiologia vem sendo uma técnica muito utilizada desde sua descoberta, pois proporciona uma visualização interna da estrutura do corpo utilizando métodos minimamente invasivos. Neste sentido, há então a necessidade de se ter um melhor preparo e, cuidado com o procedimento de radiologia, para que os pacientes e funcionários envolvidos no processo não sejam expostos de forma inadequada às radiações ionizantes. Sendo assim, este trabalho contempla uma análise sobre proteção radiológica em uma sala de radiologia intervencionista. Esta análise abrange desde proteção pessoal e adicional para indivíduos ocupacionalmente expostos, até a adequação da sala para garantir a segurança dos pacientes e equipe médica. Como resultado deste trabalho, percebeu-se que a sala de radiologia intervencionista, avaliada neste estudo, está em conformidade com a maioria dos requisitos exigidos pelas normas nacionais, precisando de algumas adequações para que todos os requisitos sejam obedecidos.

ABSTRACT

Radiology has been a technique very used since its discovery, because it provides an internal visualization of the body structure without using totally invasive method. In this sense, then, there is a need to have a better preparation and care with the radiology procedure, so that the patients and employees involved in the process are not exposed in an inadequate way to the ionizing radiations. Therefore, this work contemplates an analysis on radiological protection in an interventional radiology room. This analysis includes personal and additional protection for occupationally exposed individuals, until the adequacy of the room so to ensure the safety of patients and medical staff. As a result of this work, it was noticed that the interventional radiology room, evaluated in this study, complies with most of the requirements of the national standards, needing some adjustments so that all the requirements are followed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de emissão de raios X característico para o átomo de Molibdênio. Fonte: IAEA, 2014. P. 7	5
Figura 2: Esquema para emissão de raios X de freamento. Fonte: criado pelo autor.	6
Figura 3: Representação do Efeito Fotoelétrico. Fonte: criado pelo autor.....	7
Figura 4: Representação do Efeito Compton. Fonte: criado pelo autor.	8
Figura 5: Representação do processo de Produção de Pares. Fonte: Okuno, 2016. p.162.....	9
Figura 6: Radiação espalhada em radiologia. Fonte: Técnico em Radiologia – DAINF – UTFPR. < http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/radiologia-convencional/tecnologia-e-funcionamento-dos-equipamentosrx/minimizacao-da-radiacao-espalhada >	10
Figura 7: (A) Vista panorâmica do equipamento de fluoroscopia do Setor de Hemodinâmica do Hospital em estudo, (B) Monitores suspensos para visualização de imagens em tempo real e (C) Arco onde se encontram o tubo de raios X e o intensificador de imagem.	16
Figura 8: Vidro Plumbífero separando a sala de comando da sala cirúrgica.	17
Figura 9: EPI's disponíveis na sala: (A) Óculos Plumbíferos, (B) Protetores de tireoide e (C) Aventais plumbíferos.....	17
Figura 10: Vidro plumbífero suspenso.	18
Figura 11: Placas de aviso e sinalização para prevenção de exposição acidental.	19
Figura 12: Instalação elétrica sem a luz vermelha de sinalização indicando que raios X estão sendo emitidos.	19

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2.1. Produção de Raios X	4
2.1.1. Raios X Característicos	4
2.1.2. Raios X de Freamento	5
2.2. Interação da Radiação X com a Matéria	6
2.2.1. Efeito Fotoelétrico	6
2.2.2. Efeito Compton	7
2.2.3. Produção de Pares	9
2.2.4. Espalhamento Rayleigh	9
2.3. Radiação Espalhada	10
2.4. Radiologia Intervencionista	10
3. MATERIAIS E METODOLOGIA	12
3.1. Portaria/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998	12
3.2. Equipamentos de Proteção Individual	13
3.3. Equipamentos de Proteção Adicional que devem ser utilizados em uma sala de radiologia intervencionista	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23
APÊNDICE A – TABELA DE REQUISITOS DA ANVISA E COMPARAÇÃO COM O OBSERVADO NA SALA DE HEMODINÂMICA DO HOSPITAL EM ESTUDO	24
APÊNDICE B – TABELA DE DADOS SOBRE A ROTINA E EPI'S EXISTENTES NA SALA DE HEMODINÂMICA DO HOSPITAL EM ESTUDO	25

1. INTRODUÇÃO

Na literatura relacionada à física moderna não é difícil encontrar informações que relacionam a descoberta dos raios X ao cientista Wilhelm Conrad Röntgen, por volta de 1895. Foi na cidade de Würzburg que se deu a descoberta dos raios X por Röntgen. Essa descoberta lhe rendeu um Prêmio Nobel em Física no ano de 1901. Não demorou muito para que Röntgen descobrisse propriedades básicas desses novos raios, como o fato de serem capazes de penetrar diversos tipos de materiais, até mesmo em grandes espessuras (principalmente aqueles materiais de menor densidade) e, também, o fato de conseguirem impressionar chapas fotográficas. Em uma das evidências de sua descoberta está uma chapa fotográfica de raios X que mostrou os ossos e anéis da mão de sua esposa Bertha, sendo essa considerada a primeira radiografia da história (MARTINS, 1998). Dentre os usos dos novos raios descobertos por Röntgen, o que mais foi almejado pelo interesse dos estudiosos e curiosos da época, foi o uso na medicina. Em pouco tempo a descoberta dos Raios X havia se difundido, e vários pesquisadores começaram a estudar suas possíveis aplicações, pois até então, pelo trabalho completo de Röntgen, pensavam não haver mais o que ser descoberto a respeito, a não ser melhores medidas a serem feitas, e aplicações a serem estudadas (MARTINS, 1997).

Desde sua descoberta, os raios X veem sendo empregados em larga escala na área hospitalar, pois as facilidades que envolvem sua utilização são alvo de vários profissionais. Os raios X apresentam uma forma não invasiva de obter imagens do interior do corpo humano, possibilitando o diagnóstico de patologias. A definição de uma imagem radiográfica segundo IAEA (2014, p.117) é “a coleção de sombras de atenuação que são projetadas de uma fonte pontual ideal de raios X para um receptor de imagem”. Dentre os benefícios das imagens radiográficas estão o diagnóstico de tumores e fraturas (SOARES et al, 2011), o que impulsiona o crescimento demasiado do setor de radiodiagnóstico. Segundo dados divulgados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), no Brasil, a utilização de radiodiagnóstico por imagem tem crescido cerca de 10% ao ano e no período entre dezembro 2000 e 2006 este acréscimo foi cerca de 45,27% (DATASUS, apud SOARES et al, 2011, p.97).

Uma das especialidades do Radiodiagnóstico muito utilizada ultimamente é a Radiologia Intervencionista, que segundo a *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) pode ser definida como:

“Procedimentos que compreendem intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas por acesso percutâneo ou outros, normalmente realizadas sob anestesia local e/ou sedação, usando a imagem fluoroscópica para localizar a lesão ou local de tratamento, monitorar o procedimento, e controlar e documentar a terapia. (ICRP, 2000, p.9)”.

Essa técnica, envolvendo intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas, permite que por meio de mínimos cortes cirúrgicos sejam realizados procedimentos complexos, diminuindo a possibilidade de infecções, aumentando a capacidade de recuperação do paciente, e diminuindo então o tempo de internação, bem como, os custos hospitalares (LUZ, 2004). Um exemplo de grande aplicação da Radiologia intervencionista é a Cardiologia Intervencionista. O principal problema relacionado aos procedimentos de radiologia intervencionista são as doses elevadas a que os pacientes e profissionais ficam expostos.

Os procedimentos tanto de radiologia convencional quanto de radiologia intervencionista expõem os pacientes e profissionais a radiações X, e ao passo com que elas interagem com o tecido biológico podem gerar efeitos deletérios. Estes efeitos por sua vez podem ser classificados em duas categorias: estocásticos ou determinísticos. Os efeitos estocásticos são gerados por qualquer exposição, sendo probabilístico e, a probabilidade de ocorrência aumenta com o acúmulo de exposição no tempo. Já os efeitos determinísticos são gerados com altas exposições a curto intervalo de tempo, nesse caso, há um limiar de dose para que os efeitos ocorram, e a gravidade do efeito está relacionada com quão alta é a exposição à radiação ionizante. Por estes motivos é de responsabilidade dos profissionais da saúde em Radiodiagnóstico fazerem uso dos chamados Princípios de Radioproteção para evitar exposições desnecessárias de si mesmos e dos pacientes, a fim de evitar os danos biológicos, sejam estes determinísticos ou estocásticos (SOARES et al, 2011).

Para que se faça estabelecer os requisitos básicos de funcionamento e de Proteção Radiológica, o Ministério da Saúde (MS) por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) publicou a Portaria SVS/MS nº 453 de 1º de junho de 1998 (SVS/MS, 1998). Este documento leva em consideração a necessidade de estabelecer uma política nacional de proteção radiológica na área do Radiodiagnóstico, assim como que exposições originadas em práticas radiológicas na saúde sejam realizadas em condições de proteção otimizada, assegurando os requisitos mínimos de proteção radiológica aos pacientes, aos profissionais e ao público em geral. Nesta publicação também se encontram requisitos detalhados de proteção em radiodiagnóstico convencional e intervencionista estabelecidos pela Resolução

nº 6, de 21 de dezembro de 1988, do Conselho Nacional de Saúde e as recomendações da ICPR estabelecidas em 1990 e 1996, levando em consideração os avanços científicos na área da proteção contra radiações.

Contudo, apenas normatizações e melhorias nas legislações não são eficazes por si próprias, devendo haver maiores aplicações das mesmas pelos profissionais que atuam no setor. Portanto, para proteger ao máximo os pacientes, profissionais e indivíduos do público, deve haver uma maior atenção voltada à falta de observação às normas de segurança e qualidade dos serviços, que manejam com radiações ionizantes. Por isso é fundamental propor sempre adequações para o setor de Radiodiagnóstico, a fim de otimizar a proteção radiológica de todos os pacientes, indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e público.

1.1.Objetivos

O objetivo geral deste projeto é avaliar os itens de proteção radiológica de uma sala de radiologia intervencionista em um Hospital de Uberlândia e, quando necessário, propor mudanças para melhorar a parte de proteção radiológica da sala em estudo.

Para alcançar este objetivo, os seguintes objetivos específicos foram alcançados:

1. Leitura das normas envolvidas em proteção radiológica em radiodiagnóstico;
 2. Criação de uma planilha para armazenar os seguintes dados: número de exames realizados diariamente na sala, o número de profissionais expostos à radiação, a utilização dos equipamentos de proteção individual e adicionais e sinalização;
 3. Quando necessário, propor mudanças com a intenção de melhorar a proteção radiológica.
-

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As radiações podem ser classificadas em duas categorias: radiações eletromagnéticas e radiações corpusculares. As radiações corpusculares são aquelas que incluem partículas como elétrons, pósitrons, prótons e nêutrons. Já as radiações eletromagnéticas são aquelas formadas por campos eletromagnéticos e, incluem a luz visível, infravermelho, ultravioleta, Raios X e Raios Gama (IAEA, 2014).

Na radiologia temos que a radiação eletromagnética, em especial, os raios X, tem sua maior importância, pois ela é a responsável por formar as imagens radiológicas. Essas imagens se dão por meio da interação dos raios X com a matéria biológica.

2.1. Produção de Raios X

Um aparelho de raios X hospitalar é um equipamento que se comporta como uma fonte radioativa, porém, é uma fonte artificial que só emite radiação enquanto o equipamento estiver ligado.

No processo de produção de raios X são produzidos dois tipos dessa radiação: os raios X característicos e os raios X de freamento.

2.1.1. Raios X Característicos

Quando a radiação passa pela matéria, ela pode interagir com o meio e, isso pode causar uma excitação ou ionização dos átomos ali presentes. No processo de ionização, temos a transferência de energia da radiação para um elétron do meio e, esse elétron é ejetado do átomo, deixando assim uma vacância na camada em que estava anteriormente ligado (IAEA, 2014). Na excitação, o elétron absorve energia suficiente para mudar de camada no átomo, e assumir uma camada mais externa no mesmo (lembrando que as camadas são quantizadas e, as energias de ligação das camadas são bem definidas e características para cada elemento) (IAEA, 2014).

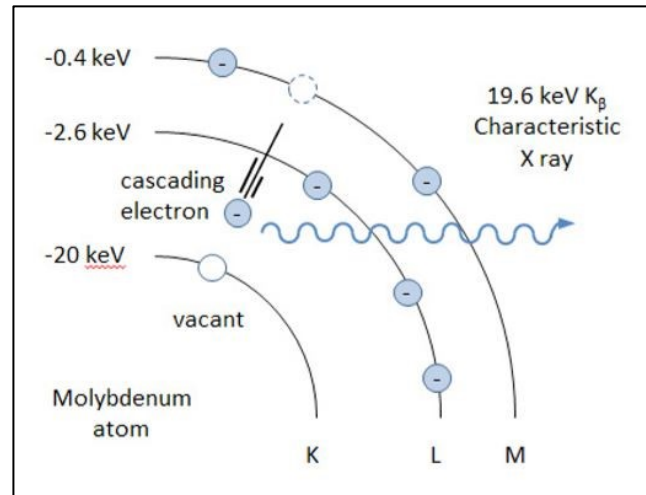


Figura 1: Exemplo de emissão de raios X característico para o átomo de Molibdênio. Fonte: IAEA, 2014. P. 7

Portanto, quando um átomo é ionizado deixando uma vacância no seu interior, a estabilidade de energia fundamental do átomo é afetada, logo, este átomo tende a voltar ao seu estado fundamental de energia, fazendo com que elétrons de camadas mais externas assumam a posição vaga na camada mais interna do átomo (Figura 1). Neste evento em que um elétron mais externo decai para uma camada mais interna, ele deve perder uma parte de uma energia para que sua energia seja equivalente à energia da camada em que assume posição. Portanto, a energia perdida representa a diferença de energia entre as camadas final e inicial que o elétron ocupa, e é chamada de raios X característico (OKUNO, 1982).

2.1.2. Raios X de Freamento

A geração de raios X de freamento ocorre quando se tem um feixe de elétrons acelerados, por um potencial, e que colidem em um alvo de material metálico. Ao colidir com o alvo, este elétron acelerado se aproxima dos átomos do meio e sofre uma brusca desaceleração, perdendo energia e mudando sua direção (Figura 2). A energia perdida é dissipada na forma de raios X, chamados raios X de freamento. A energia destes raios X pode ser de qualquer valor, desde zero até a energia cinética total que o elétron possuía antes da colisão (ATTIX, 2004). Neste processo de freamento dos elétrons, a maior parte da energia perdida na colisão é transformada em energia térmica, aquecendo o alvo metálico do tubo de raios X. Portanto, é necessário que o material do alvo seja feito de material com alto ponto de fusão para não fundir ao aquecer (OKUNO, 1982). Aproximadamente 1% da energia liberada é transformada em fótons de raios X na faixa de energia empregada em radiologia (ATTIX, 2004).

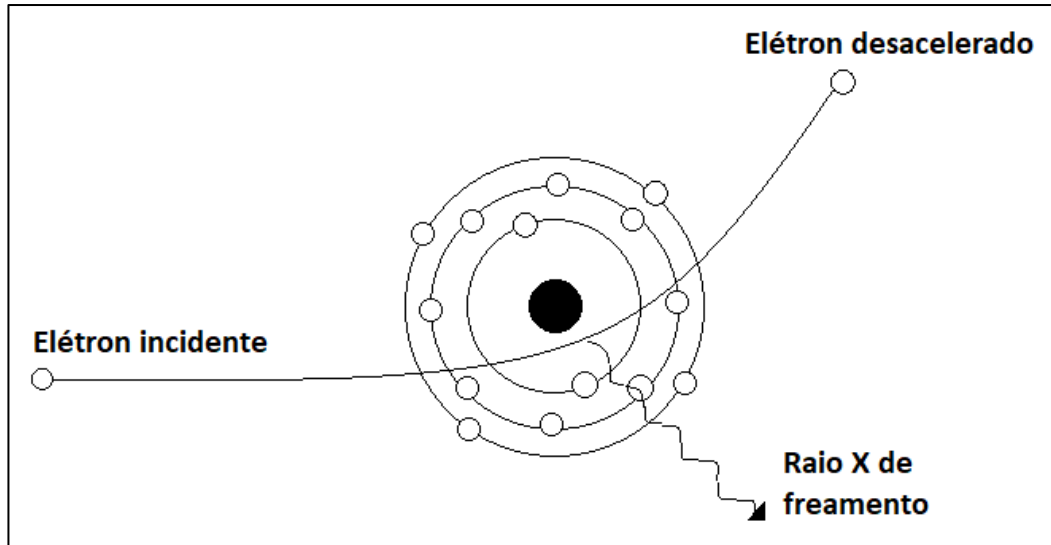


Figura 2: Esquema para emissão de raios X de freamento. Fonte: criado pelo autor.

2.2. Interação da Radiação X com a Matéria

Devemos considerar algumas interações da radiação com a matéria para os estudos de física em radiologia. Essas interações são responsáveis por formar as imagens radiológicas e, algumas das interações diminuem a qualidade da imagem obtida.

2.2.1. Efeito Fotoelétrico

Para fótons de baixa energia, o efeito fotoelétrico é o mais predominante dentre as interações com a matéria e, a probabilidade de sua ocorrência aumenta com o aumento do número atômico do meio (ATTIX, 2004).

Quando um fóton colide com um elétron de uma camada mais interna de um átomo, ou seja, colide com um elétron fortemente ligado, ele transfere toda a sua energia a esse elétron, e esse elétron é ejetado do átomo. Esse processo é chamado efeito fotoelétrico (ATTIX, 2004) e é demonstrado na Figura 3.

O efeito fotoelétrico só pode ocorrer se a energia do fóton ($h \cdot \nu$) for maior que energia de ligação do elétron (E_b). O fóton é totalmente absorvido pelo átomo, e uma parte dessa energia é usada para quebrar a ligação do elétron com o átomo e, a outra parte é mantida pelo elétron na forma de energia cinética, fazendo com que o elétron seja ejetado do átomo (ATTIX, 2004).

A energia cinética que o elétron possui é:

$$T_e = h \cdot \nu - E_b - T_a$$

Se considerarmos que a energia de recuo do núcleo atômico (T_a) é muito pequena em relação à energia cedida ao elétron ($T_e \gg T_a$) temos,

$$T_e = h \cdot \nu - E_b \quad 1$$

Portanto, a energia do fotoelétron ejetado depende da energia do fóton incidente e da energia de ligação do elétron na camada em que estava ligado (ATTIX, 2004).

Este processo de interação da radiação com a matéria é de grande importância para o radiodiagnóstico, pois as imagens formadas são por transmissão, ou seja, os fótons que saem do tubo de raios X devem atravessar o corpo do paciente, atenuando o feixe nos diferentes tecidos, e formando uma imagem, onde o contraste está ligado com a diferença de atenuação entre as regiões da imagem.

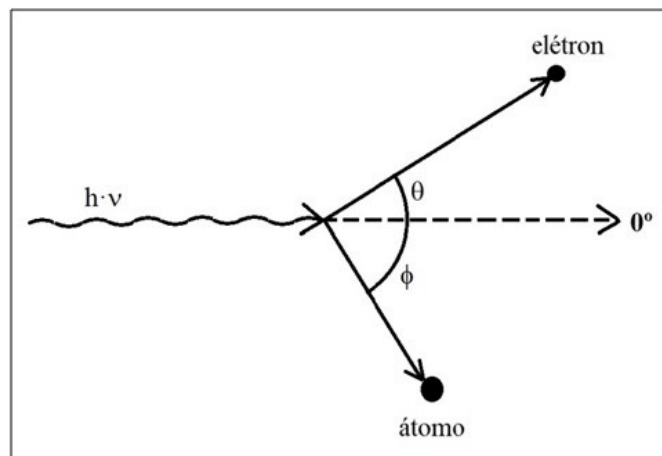


Figura 3: Representação do Efeito Fotoelétrico. Fonte: criado pelo autor.

2.2.2. Efeito Compton

Neste processo, temos uma colisão entre um fóton de energia $h \cdot \nu$ e um elétron fracamente ligado ao átomo, logo considerado um elétron livre e parado. No momento da colisão, o fóton transfere uma parte de sua energia para o elétron do átomo no meio, mudando sua direção, diminuindo sua energia para $h \cdot \nu'$ e, ejetando o elétron alvo (Figura 4). Obedecendo a conservação de energia e momento (ATTIX, 2004), podem-se obter as equações envolvidas no efeito Compton. Pela conservação de energia, temos:

$$T = h\nu - h\nu' \quad 2$$

E se observarmos na direção do eixo onde temos 0° , a conservação de momento é dada por:

$$p = p' \cos \phi + p_e \cos \theta$$

$$h\nu = h\nu' \cos \phi + p_e \cdot c \cdot \cos \theta \quad 3$$

Já na direção perpendicular ao fóton incidente, temos a relação:

$$p' \sin \phi = p_e \sin \theta$$

$$h\nu' \sin \phi = p_e \cdot c \cdot \sin \theta \quad 4$$

Manipulando estas equações chega-se à conclusão que a energia do fóton espalhado é:

$$h\nu' = \frac{h\nu}{1 + \frac{h\nu}{m_0 c^2} (1 - \cos \theta)} \quad 5$$

O efeito Compton não é um efeito desejado na Radiologia, pois os fótons espalhados contribuem para uma imagem com mais borramento e menos contraste, pois as diferenças de atenuação na imagem são menores. Além disso, este efeito também contribui com o aumento da dose ocupacional, principalmente quando se considera radiologia intervencionista, em que a equipe médica fica dentro da sala durante o procedimento.

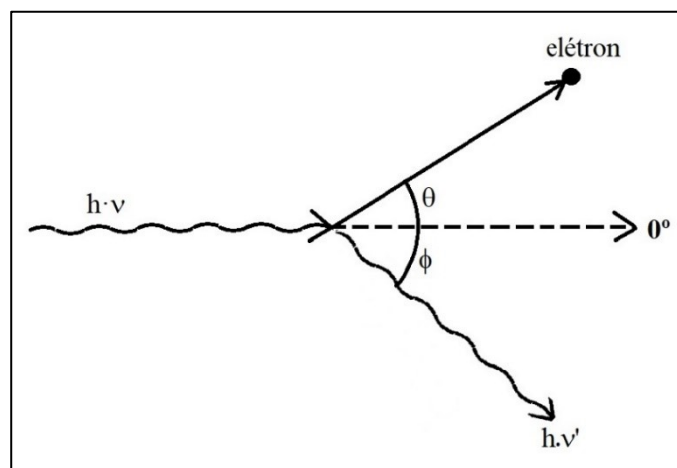


Figura 4: Representação do Efeito Compton. Fonte: criado pelo autor.

2.2.3. Produção de Pares

Na produção de pares, quando o fóton se aproxima do núcleo atômico, o mesmo fica sob influência do campo nuclear. Neste processo, o fóton incidente desaparece e dá origem a duas partículas: um elétron e um pósitron. A energia que o fóton possui antes do processo é convertida na massa de repouso das partículas e, a energia excedente é transferida como energia cinética para que as partículas sejam ejetadas do átomo (IAEA, 2014). Um esquema deste processo de interação é mostrado na Figura 5.

Para que o processo ocorra, é necessário que o fóton incidente tenha uma energia mínima igual à soma das massas de repouso das duas partículas a serem originadas após o processo, ou seja, aproximadamente 1,022 MeV.

Em radiologia este procedimento não é observado, já que as energias envolvidas estão geralmente no intervalo de 30 a 150 keV.

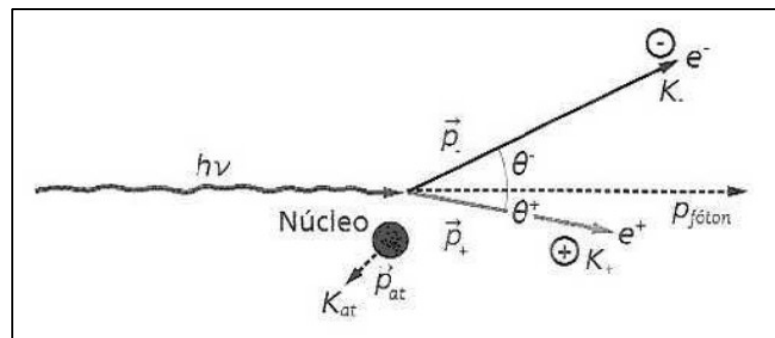


Figura 5: Representação do processo de Produção de Pares.
Fonte: Okuno, 2016. p.162

2.2.4. Espalhamento Rayleigh

Define-se como espalhamento Rayleigh o processo onde fótons de baixa energia interagem com elétrons atômicos ligados e, após o processo, esses fótons são espalhados com a mesma energia incidente (IAEA, 2014). O fóton é espalhado com um ângulo pequeno, e este processo ocorre geralmente para energias baixas e elementos de alto número atômico. Portanto, este efeito não é interessante em proteção radiológica já que não ioniza o meio e não deposita energia na matéria.

2.3. Radiação Espalhada

O feixe de radiação que se origina no ponto focal do anodo, colimado e direcionado ao paciente não é a única radiação que sensibiliza o detector e forma a imagem, pois após interagir com o paciente, como visto em tópicos anteriores, a radiação pode se espalhar em várias direções (Figura 6) e esta radiação espalhada também contribui para a imagem final. A radiação espalhada prejudica a formação da imagem, pois aumenta a densidade em regiões do filme onde não deveria, aumentando uma informação de forma não útil, ou seja, prejudicando a qualidade da imagem (DAINF-UTFPR, 2019).

Além disso, também se observa que, se a radiação pode ser espalhada em qualquer direção, uma parte dessa radiação espalhada pode estar na direção da cabine de comando e/ou na direção da equipe médica intervencionista, contribuindo para a dose ocupacional do trabalhador.

Portanto, a radiação espalhada deve ser evitada, logo, recursos foram empregados e melhorados ao longo do tempo a fim de se diminuir os efeitos indesejados da radiação espalhada.

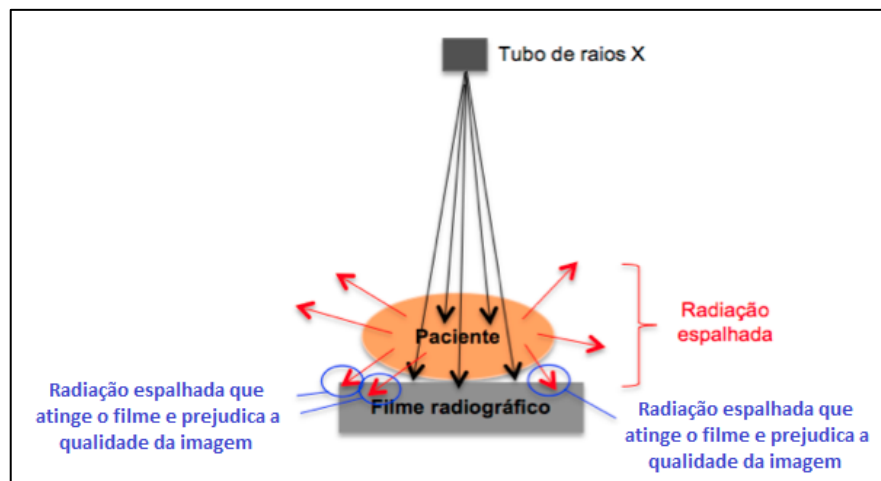


Figura 6: Radiação espalhada em radiologia. Fonte: Técnico em Radiologia – DAINF – UTFPR.
<<http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/radiologia-convencional/tecnologia-e-funcionamento-dos-equipamentosrx/minimizacao-da-radiacao-espalhada>>

2.4. Radiologia Intervencionista

A radiologia intervencionista é uma especialidade médica onde um médico especialista em diagnóstico por imagem e intervenção, utiliza de imagens instantâneas para guiar procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, com finalidade de alcançar órgãos

mais profundos sem a necessidade de grandes cortes. Isso reduz o tempo de internação do paciente, o risco de complicações e também o tempo de recuperação do paciente (CANEVARO, 2009). Durante todo o procedimento, o médico intervencionista e uma equipe de enfermagem ficam dentro da sala, junto ao paciente. Portanto, a equipe médica está exposta ao feixe primário e espalhado do feixe de radiação.

A grande preocupação na radiologia intervencionista são os altos valores de dose que a equipe médica pode ser exposta. Dentro da radiologia esta é a área em que se tem a maior exposição dos IOE's e pacientes, pois a imagem de raio X é feita com a equipe médica próxima ao paciente e dentro da sala. Logo, a radiação espalhada é um dos grandes contribuintes para os altos valores de dose ocupacional em radiologia intervencionista.

Portanto, são necessários alguns recursos e cuidados adicionais, além dos estabelecidos em radiologia convencional para diminuir os riscos para os IOE.

3. MATERIAIS E METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no Setor de Radiodiagnóstico de um Hospital de Uberlândia. Para a realização deste projeto, foi feito um acompanhamento das atividades em uma sala de radiologia intervencionista. Este estudo compreendeu a investigação do número de exames realizados diariamente na sala de radiologia intervencionista, a existência de equipamentos de proteção individual e de proteção coletiva, assim como a existência de sinalização adequada. Toda esta investigação foi feita usando como referência a Portaria/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998 (SVS/MS, 1998).

3.1. Portaria/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998

Segundo a Portaria MS/SVS nº 453 (SVS/MS, 1998), as salas de comando e salas onde os procedimentos de radiologia são realizados devem possuir alguns requisitos básicos e obrigatórios para seu funcionamento como descritos a seguir.

A sala deve ser classificada como área controlada – área sujeita a regras especiais de proteção e segurança com restrição de dose de 5 mSv/ano. Ela também deve possuir barreiras físicas e paredes, piso, teto com blindagens contínuas e sem falhas que garantam que a manutenção de dose não ultrapasse os limites estabelecidos nas normas. Deve-se manter revestida toda e qualquer superfície de chumbo com material protetor como lambris, pintura, ou outro adequado.

A área controlada deve ter acesso restrito e sinalização adequada, assim sendo de uso exclusivo dos pacientes e profissionais necessários para a realização do procedimento. Na entrada da sala de procedimentos, deve estar afixada na porta, a sinalização contendo o símbolo internacional da radiação ionizante e a advertência: “raios-x, entrada restrita” (SVS/MS, 1998). Também do lado externo, porém, acima da porta, uma luz vermelha de sinalização deve estar colocada, de modo que se o gerador estiver ligado, a luz se acenda informando o risco de exposição no interior da sala. Junto a sinalização luminosa deve ter o aviso “quando a luz vermelha estiver acesa, a entrada é proibida” (SVS/MS, 1998). A sala de comando deve possuir um sistema que permita a comunicação e visualização entre o operador e o paciente, assim como visualização que permita perceber a entrada de qualquer outro indivíduo não autorizado na sala de radiodiagnóstico durante o procedimento.

Alguns informes ao paciente como: “Não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o exame radiológico, salvo quando estritamente necessário e autorizado” e “Acompanhante, quando houver necessidade de contenção de paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção” (SVS/MS, 1998) devem estar em quadro em local visível.

Dentro da sala deve estar presente todo equipamento de proteção individual para pacientes, profissionais e acompanhantes sujeitos à exposição. Assim, também deve estar presente um botão de emergência, que quando acionado, interrompa qualquer procedimento em andamento.

Para cada equipamento de radiologia deve existir um protocolo de técnicas radiográficas, onde esteja disposta a tabela de exposição com informações sobre o tipo de exame e fatores de técnicas radiográficas, tamanho e tipo de combinação tela-filme e distância foco-filme. Este protocolo tem que estar próximo ao painel de controle do equipamento. Também, é importante destacar que é vedada a instalação de mais de um equipamento de raios X por sala.

Toda e qualquer área ao redor de uma sala de radiologia deve ser classificada como área livre – área isenta de controle especial com restrição de dose de 0,5 mSv/ano – a fim de que seja garantida a segurança radiológica do público (SVS/MS, 1998).

3.2. Equipamentos de Proteção Individual

Durante procedimentos de radiodiagnóstico, a SVS por meio da Portaria SVS/MS nº 453 provê que cada indivíduo utilize dosímetro individual de leitura indireta e vestimentas de proteção individual (SVS/MS, 1998). Dentre essas vestimentas de proteção encontram-se aventais, luvas, óculos, protetor de gônadas, protetor de tireoide e outras blindagens de contato, geralmente feitas com material plumbífero ou chumbo equivalente.

O dosímetro individual é um acessório de proteção de uso pessoal e exclusivo de cada profissional, sendo que se o IOE trabalhar em mais de um setor, o mesmo deverá ter um dosímetro para utilização em cada setor. O seu uso deve ser feito durante toda a jornada de trabalho. Ao fim do expediente e atividades de trabalho, o dosímetro deve ser armazenado em local seguro, com temperaturas amenas, sem contatos com fontes radioativas, e baixa umidade, junto a um dosímetro designado como padrão, que recebe apenas a radiação de

fundo ambiente. Quando utilizado com o avental plumbífero, o dosímetro pessoal deve ser utilizado sobre o avental e, assim, uma correção de dose é feita considerando um fator de 1/10 para a dose efetiva. A leitura do dosímetro tem que ser realizada mensalmente, para que se tenha uma estimativa de dose a que o profissional foi ocupacionalmente exposto.

As vestimentas de proteção são acessórios de proteção à exposição à radiação feitas com materiais específicos, que têm como objetivo atenuar os feixes de radiação X, logo, funcionam como barreiras de proteção individual, otimizando a exposição e a dose em pacientes e/ou profissionais. Testes de controle de qualidade são necessários para garantir e assegurar a eficiência dos acessórios de radioproteção, de forma a observar a integridade destes acessórios. Os aventais plumbíferos, por exemplo, devem ser sempre armazenados de forma que não comprometa a uniformidade e a continuidade da barreira de chumbo contida no mesmo, caso contrário, a atenuação dos feixes de raios X não ocorre de maneira eficiente e planejada.

3.3. Equipamentos de Proteção Adicional que devem ser utilizados em uma sala de radiologia intervencionista

Em radiologia intervencionista o cuidado à exposição deve ser ainda maior, pois fatores como maior número de imagens realizadas em um único procedimento, maior tempo de exposição de pacientes e profissionais levam a altas doses efetivas dos envolvidos.

Para uma melhor monitoração de profissionais ocupacionalmente expostos em radiologia intervencionista, a ICRP recomenda que dois dosímetros de tórax sejam usados, um sobre o avental protetor e outro sob o avental, com intuito de uma melhor estimativa das doses calculadas com e sem a proteção. A ICRP também recomenda que estes profissionais utilizem dosímetros que permitam estimativa de doses em outras regiões radiosensíveis e/ou mais expostas, como o cristalino e extremidades. Dentre estes dosímetros especiais pode-se destacar o dosímetro de cristalino colocado na altura dos olhos e a pulseira dosimétrica para as mãos. Estes por sua vez, relacionam a dose local para regiões radiosensíveis, para não se ultrapassar os limites permitidos recomendados pela Portaria SVS/MS nº 453 (SVS/MS, 1998).

É recomendada também que uma sala de radiologia intervencionista possua biombo de proteção móvel que permita ao profissional posicionar-se de forma a operar o equipamento, obter visualização do procedimento, e estar protegido pela barreira (biombo).

Para procedimentos de longa duração, recomendam-se protetores pendurados no teto, a fim de se reduzir a dose recebida por cabeça, pescoço e tronco do IOE. Quanto à mesa de procedimentos, é útil a utilização de cortinas plumbíferas afixadas na mesa, de forma a estabelecer uma barreira entre o tubo gerador dos raios X e o IOE (MOURA, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sala de radiologia intervencionista do Hospital em estudo dispõe de equipamento fluoroscópico da marca Siemens, modelo AXIOM Artis zee floor, em forma de arco dinâmico (Figuras 7 (a) e (c)) que possui um tubo de raios X com tensão máxima de 125 kV e filtro inerente de 1,5 mm de Al. Junto com este equipamento, estão disponíveis monitores para visualização das imagens fluoroscópicas em tempo real, para guiar os procedimentos realizados como mostrado na Figura 7 (b).

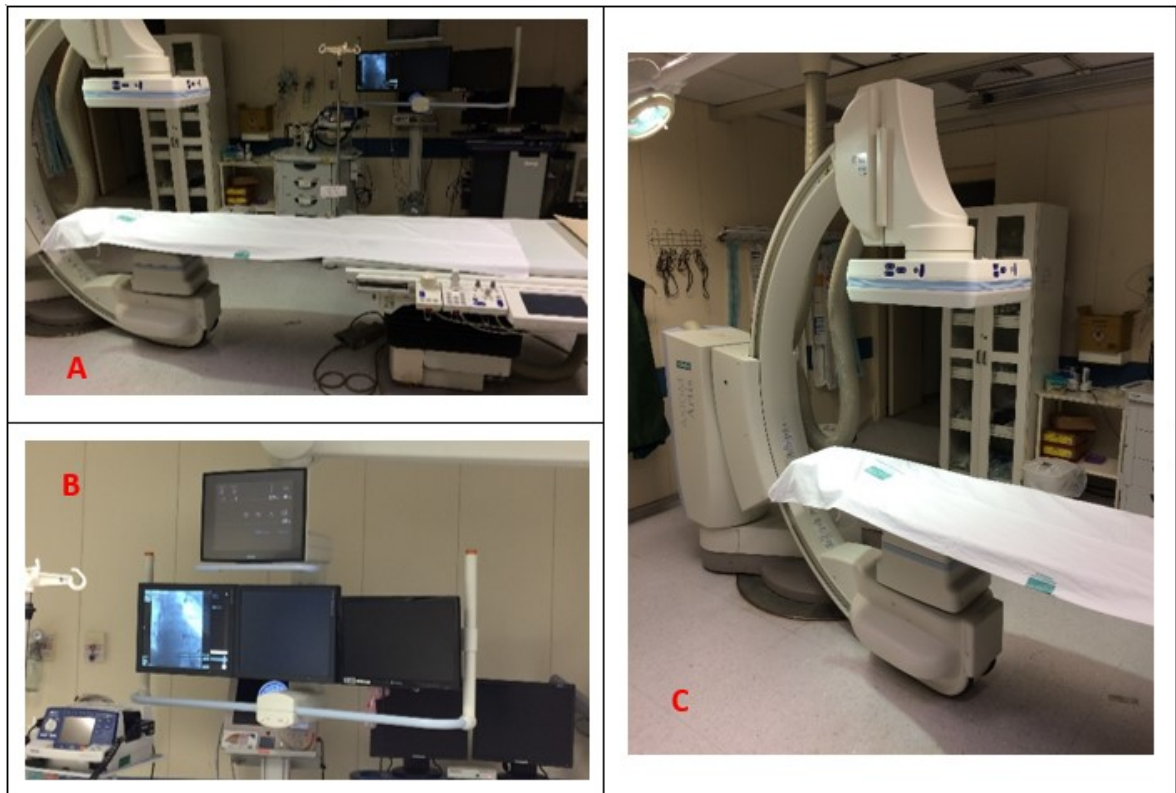


Figura 7: (A) Vista panorâmica do equipamento de fluoroscopia do Setor de Hemodinâmica do Hospital em estudo, (B) Monitores suspensos para visualização de imagens em tempo real e (C) Arco onde se encontram o tubo de raios X e o intensificador de imagem.

A divisão entre a sala de comando e a sala cirúrgica é feita por uma parede blindada, com uma janela em vidro plumbífero para atenuação dos feixes de radiação, emitidos durante o procedimento de fluoroscopia (Figura 8). Dentro da sala de comando está fixado à parede o quadro de dosímetros, onde todos os dosímetros individuais são armazenados junto a um dosímetro de controle.



Figura 8: Vidro Plumbífero separando a sala de comando da sala cirúrgica.

Na sala cirúrgica, a equipe médica dispõe de equipamentos de proteção individual (EPI's) como aventais plumbíferos para proteção da região do tórax e abdômen, óculos plumbíferos para proteção do cristalino e protetores de tireoide para proteção da tireoide. Os EPI's encontrados estavam armazenados de forma correta, para manter a sua integridade (Figura 9).



Figura 9: EPI's disponíveis na sala: (A) Óculos Plumbíferos, (B) Protetores de tireoide e (C) Aventais plumbíferos.

Como equipamento de proteção adicional em radiologia intervencionista foi observado a existência de um vidro plumbífero suspenso, que tem como objetivo atenuar o feixe de radiação espalhado na direção do rosto, evitando principalmente exposição do cristalino (Figura 10).

Outro equipamento usado para proteção adicional é o saíote plumbífero, acoplado na mesa do equipamento, onde o paciente fica posicionado. O uso do saíote protege a região pélvica e extremidades inferiores do IOE da exposição excessiva, já que pode tanto estar exposto ao feixe primário quanto à radiação espalhada. Porém este equipamento de proteção adicional não estava presente na sala avaliada.

O dosímetro pessoal era usado pelo IOE durante o procedimento e, quando o IOE saía da área controlada, ele era armazenado em um quadro de dosímetros.



Figura 10: Vidro plumbífero suspenso.

Um grande problema na utilização dos EPI's é o peso dos mesmos, que possuem 0,5 mm equivalente de chumbo, alto número atômico e alta densidade. Portanto, o uso contínuo causa certo desconforto e incômodo, além do principal, o risco ergonômico. Uma alternativa seria a utilização de alguns materiais alternativos ao chumbo, que possuem menor densidade, porém número atômico efetivo comparável. Estes EPI's são mais caros e, portanto, não costumam ser a primeira opção de compra em clínicas e hospitais. Porém, eles passam a ser uma opção viável, se é feita uma avaliação em longo prazo, visto que com o tempo a equipe médica tende a sofrer com problemas na coluna vertebral, e, assim, muitas vezes o IOE tem que se afastar das suas atividades.

Quanto ao aprendizado e atualização da equipe envolvida na sala de radiologia intervencionista, são oferecidos anualmente, cursos de treinamento que englobam vários aspectos da proteção radiológica.

Quanto à sinalização, somente foram encontradas duas placas de sinalização exigidas pela ANVISA. A Figura 11 mostra as placas existentes.



Figura 11: Placas de aviso e sinalização para prevenção de exposição accidental.

As luzes vermelhas de sinalização exigidas na PRT/MS/SVS nº 453/98 não estão em boas condições físicas e em funcionamento, como mostra a Figura 12. Sem esta sinalização de aviso, é possível que um IOE, paciente ou indivíduo do público entre na sala durante um procedimento e, seja irradiado desnecessariamente. Junto com a sinalização luminosa, também deveria ter um aviso dizendo que quando a luz estiver acesa a entrada é proibida.



Figura 12: Instalação elétrica sem a luz vermelha de sinalização indicando que raios X estão sendo emitidos.

Além das luzes de sinalização nas portas, algumas placas exigidas pela ANVISA (SVS/MS, 1998) não estão presentes na sala. Estas placas trazem avisos sobre acompanhantes na sala, sobre a espera de mais de um paciente na sala de procedimento, assim como, avisos sobre vestimentas de proteção em caso de necessidade de acompanhante. Portanto, placas com os seguintes dizeres devem ser providenciadas:

1. “Quando a luz estiver acesa, a entrada é proibida.” Deve ser colocada do lado externo da sala.
2. “Somente é permitido um paciente por vez.” Deve ser colocada no interior da sala.
3. “Não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o exame radiológico, salvo quando estritamente necessário e autorizado.” Deve ser colocada no interior da sala.
4. “Acompanhante, quando houver necessidade de contenção de paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção.” Deve ser colocada no interior da sala.
5. “Mulheres grávidas ou com suspeita de gravidez: favor informarem ao médico ou ao técnico antes do exame”. Deve ser fixada em local visível a fim de evitar exposições inadvertidas e indevidas.

O Apêndice A mostra uma tabela onde estão listados os requisitos exigidos pela ANVISA em radiodiagnóstico (SVS/MS, 1998), na qual estão marcados quais requisitos a sala de Hemodinâmica do Hospital em estudo se enquadra ou não.

Nesta sala de hemodinâmica são realizados aproximadamente 10 (dez) procedimentos por dia, sendo a equipe médica composta por 1 (um) médico especialista em diagnóstico por imagem e intervenção e 2 (dois) ou 3 (três) enfermeiros. Na rotina do setor, a cada procedimento de intervenção há uma rotação da equipe de enfermagem a fim de otimizar a exposição ocupacional. Além disso, foi observado que há EPI's para todos os membros da equipe médica, pois foram encontrados em bom estado de armazenamento 4 (quatro) unidades de cada EPI, sendo eles: óculos plumbífero, avental plumbífero e protetor de tireoide. O único EPI não encontrado e importante para a proteção radiológica foi a luva plumbífera, pois a mesma atenua o feixe de radiação a que as mãos do médico estão expostas. Estes dados estão tabelados no Apêndice B.

Portanto, é possível notar que o setor de Hemodinâmica do Hospital em estudo necessita de algumas adequações para atender à norma nacional PRT/MS/SVS nº 453/98 (SVS/MS, 1998). Estas adequações são referentes à luz vermelha para sinalização e algumas placas que visam a proteção do IOE, paciente e acompanhantes. Além disso, para garantir uma proteção maior ao IOE seria importante a utilização de saíote de chumbo, para proteção dos membros inferiores e luvas plumbíferas para proteção das mãos.

5. CONCLUSÃO

A realização da supervisão de Radioproteção se faz necessário dentro da radiologia, visto que é uma das áreas mais comuns e difundidas para diagnóstico médico. Assim como o setor de Hemodinâmica do Hospital estudado neste trabalho precisa de uma readequação para atender às normativas nacionais, vários outros estabelecimentos em saúde podem estar passando por situações semelhantes. Conclui-se, então, que a presença de um Físico Médico no setor de Radiodiagnóstico é muito importante para conscientizar os IOE's em relação ao uso de equipamentos de proteção individual e coletiva. Esta conscientização pode se dar por meio de cursos de treinamento, que já foram incorporados no processo de capacitação dos IOE's da radiologia do Hospital em estudo. Estes cursos de treinamento devem ser ofertados anualmente, e precisam abordar os riscos, formas de proteção contra as radiações ionizantes e maneiras de otimizar os procedimentos, com a finalidade de diminuir o tempo de exposição à radiação. Como resultado deste trabalho, percebeu-se que a sala de radiologia intervencionista está em conformidade com a maioria dos requisitos exigidos pela Portaria SVS/MS nº 453. Porém, precisa de algumas adequações, que serão apresentadas ao Comitê de Proteção Radiológica do Hospital estudado, para que providências sejam tomadas, com o intuito de adequar o serviço a todos os requisitos exigidos pelas normas nacionais vigentes.

REFERÊNCIAS

- ATTIX, F. H. **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2004.
- CANEVARO, L., 2009. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. **Revista Brasileira de Física Médica**, v.3, n.1, p. 101-115.
- DAINF-UTFPR. Departamento Acadêmico de Informática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Hipermídia – Minimização da radiação espalhada**. Acessado em 3 de junho de 2019. Disponível em:
<http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/index.php/radiologia-convencional/tecnologia-e-funcionamento-dos-equipamentosrx/minimizacao-da-radiacao-espalhada>
- IAEA, 2014. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students**, Vienna.
- ICRP, 2000. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures**. Publication 85, Annals of the ICRP. v.30, n.2, Vienna.
- LUZ, E. S. **Proteção Radiológica em Radiologia Intervencionista: Estudo de Caso**. 2004. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia.
- MARTINS, R. A., 1997. Investigando o Invisível: As Pesquisas Sobre Raios X Logo Após a Sua Descoberta por Röntgen. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n.17, p. 81-102.
- MARTINS, R. A., 1998. A Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n.4, p. 373-391.
- MOURA, R., BACCHIM NETO, F. A., 2015. Proteção Radiológica Aplicada à Radiologia Intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.14, n.3, p. 197-199.
- OKUNO, E., CALDAS, I. L., CHOW, C. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.
- OKUNO, E., YOSHIMURA, E. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- SOARES, F. A. P., PEREIRA, A. G., FLÔR, R. C., 2011. Utilização de Vestimentas de Proteção Radiológica para Redução de Dose Absorvida: Uma Revisão Integrativa da Literatura. **Radiologia Brasileira**, v.44, n.2, p. 97-103.
- SVS/MS, 1998. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE – MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico**. Portaria n. 453, de 1 de junho de 1998. Brasil.
-

APÊNDICE A – TABELA DE REQUISITOS DA ANVISA E COMPARAÇÃO COM O OBSERVADO NA SALA DE HEMODINÂMICA DO HOSPITAL EM ESTUDO

ITENS VERIFICADOS E AVALIADOS	Status
Quadro de Dosímetros com dosímetro Padrão - 3.47 g)	S
Quadro de dosímetros está no local correto - 3.47 g)	S
Cabine de comando permite comunicação e visualização com paciente - 4.3 b) (i)	S
Cabine permite operador visualizar qualquer indivíduo a entrar na sala durante procedimento - 4.3 b) (iii)	S
Símbolo internacional de Radiação Ionizante do lado externo das portas da sala - 4.3 c)	S
Placa "Raios X, entrada Restrita" - 4.3 c)	S
Luz vermelha no lado externo da sala - 4.3 d)	N
Luz vermelha está em bom funcionamento - 4.3 d)	N
Placa "Quando a luz estiver acesa, a entrada é proibida." - 4.3 d)	N
"Não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o exame radiológico, salvo quando estritamente necessário e autorizado" - 4.3 e) (i)	N
"Acompanhante, quando houver necessidade de contenção de paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção" - 4.3 e) (ii)	N
No interior da sala "Nesta sala somente pode permanecer um paciente de cada vez" - 4.3 f)	N
Vestimenta de proteção individual para pacientes, equipe e acompanhantes - 4.3 g)	S
Suportes apropriados para os EPI's - 4.3 g)	S
Tabela de Exposição junto ao painel de controle - 4.4	NA
Um equipamento de raios X por sala - 4.6	S
Aviso para Grávidas informarem a gravidez ao médico ou técnico antes do procedimento - 4.7	N
Cortina ou saíote plumbífero inferior/lateral para a proteção do operador - 4.17 d)	N
Luvas Plumbíferas - 4.40 a)	N
Boas Condições de Higiene e Limpeza	S
Instalações elétricas em boas condições	S
Instalações hidráulicas em boas condições	S
Controle Automático de Exposição	S
Portas que dão Acesso restrito à sala - 3.41 b)	S

S – Sim

N – Não

NA – Não se Aplica

APÊNDICE B – TABELA DE DADOS SOBRE A ROTINA E EPI'S EXISTENTES NA SALA DE HEMODINÂMICA DO HOSPITAL EM ESTUDO

Exames realizados por dia	Aprox. 10
Número de membros na equipe médica por procedimento	Aprox. 2 ou 3 enfermeiros e 1 médico
Quantidade de aventais plumbíferos	4
Quantidade de óculos plumbíferos	4
Quantidade de protetores de tireoide	4
Quantidade de luvas plumbíferas	Não encontrado
