

RADIOPROTEÇÃO APLICADA AO SERVIÇO DE HEMODINÂMICA**RADIOPROTECTION APPLIED TO THE HEMODYNAMIC DEPARTMENT**Adriéle Paz¹Leandro Bolognesi²**RESUMO**

Considerados de grande complexidade, os procedimentos intervencionistas são caracterizados como procedimentos longos. Por esta razão, surge a preocupação da exposição, de médicos e enfermeiros, à radiação secundária. O objetivo deste artigo foi fazer um levantamento, através de uma revisão bibliográfica, sobre os riscos radiobiológicos a que os profissionais são submetidos, bem como sobre as medidas de prevenção por meio dos princípios de radioproteção. Os dados levantados demonstraram que os efeitos radioinduzidos normalmente são queda de cabelo, anemia e leucopenia em enfermeiros e lesões principalmente nas mãos, olhos, pés e o risco de câncer radioinduzido, como leucemia e câncer digestivo em médicos. Ambos também podem desenvolver patologias hereditárias quando a radiação atinge células gonadais. Dentre as medidas de radioproteção, existem dispositivos como o saio plumbífero que permite uma redução de 90% da dose equivalente. A blindagem é fundamental, por isso recomenda-se o uso de EPI (avental de chumbo, óculos e luvas plumbíferas e protetor de tireóide), assim como o dosímetro individual. Outras duas importantes medidas são o tempo e a distância, de modo que o profissional deve minimizar a dose, otimizando-a através da regulação do tempo de fluoroscopia. Conclui-se que tais medidas permitem aos profissionais de hemodinâmica proteção efetiva, sendo importante a implementação de educação continuada ou permanente como um programa educacional voltado à segurança do trabalho.

Palavras-chave: Exposição ocupacional. Procedimentos intervencionistas. Proteção radiológica.

¹ Tecnólogo em Radiologia pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: adrielepaz002@yahoo.com.br

² Professor do Curso de Radiologia da Faculdade de Tecnologia de Botucatu

ABSTRACT

Interventional procedures are highly complex and thus characterized as long lasting actions. Hence, there is the concern of exposing doctors and nurses to secondary radiation. This paper aims, through bibliographical review, to survey on radiobiological risks on professionals as well as preventive measures through radioprotection principles. Data showed that induced radiation effects are hair loss, anemia and leukopenia in nurses and injuries mainly in hands, eyes, feet and the risk of radiation-induced cancer, such as leukemia and digestive cancer in doctors. Both professionals can also develop hereditary cancer-related diseases when radiation gets to gonadal cells. Among radioprotection measures, there are external devices such as ceiling screen and lead petticoat that allow reduction of 90% of the equivalent dose. Shielding is paramount so it is recommended the use of PPE (lead aprons, goggles and gloves and thyroid shield) as well as individual dosimeter. Two other important measures are time and distance, so that the professional should minimize the dose optimizing it by regulating fluoroscopy time. It was concluded that such measures allow hemodynamic effective protection for professionals, making it important the implementation of continuous or permanent education as well as an educational program aimed at safety.

Keywords: Occupational exposure. Interventional procedures. Radiological protection

¹ Tecnólogo em Radiologia pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Italo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: adrielepaz002@yahoo.com.br

² Professor do Curso de Radiologia da Faculdade de Tecnologia de Botucatu

1 INTRODUÇÃO

O setor de hemodinâmica representa uma exposição à alta taxa de dose de radiação aos trabalhadores, envolvendo principalmente médicos e enfermeiros. Alguns aparelhos de raios X são voltados para determinada finalidade como é o caso da fluoroscopia utilizada na hemodinâmica, que viabiliza a aquisição de imagens sequenciadas de determinada região de interesse em tempo real. São úteis principalmente em exames neurovasculares, cardiovasculares e no acompanhamento de procedimentos cirúrgicos menos invasivos, como é o caso do fluoroscópio arco em C que é usualmente encontrado no setor uma vez que é, em especial, voltado a aplicações vasculares (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009b).

Embora acarrete em uma elevada exposição à radiação, esse método apresenta vantagens, uma vez que corresponde a um procedimento menos agressivo e que traz os mesmos benefícios de uma cirurgia convencional (SILVA et al., 2011).

A aplicação dos raios X na medicina, segundo Tilly Junior (2010a), contribui na melhoria da saúde de muitas pessoas ao redor do mundo. Porém sua utilização deve ser realizada com cuidado e prudência, de modo a impedir a exposição desnecessária tanto dos pacientes quanto dos trabalhadores da área (BUSHONG, 2010a).

Mediante os efeitos negativos da radiação ionizante é que surge o conceito de radioproteção ou proteção radiológica, que consiste em promover a segurança dos indivíduos, seres vivos e de equipamentos que possam expô-los à radioatividade (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009a).

Quanto a exames de raios X, a fluoroscopia é a que representa a maior fonte de exposição ocupacional na área de diagnóstico por imagem, sendo esta situação decorrente de dois fatores. Um associado à aplicação de contraste durante o procedimento e o outro à necessidade do médico de se posicionar ao lado do paciente. No fluoroscópio arco em C, o feixe primário pode apontar para qualquer direção e, com isso, aumentar significativamente a exposição dos profissionais. É fundamental que o médico angiografista, técnicos, tecnólogos, biomédicos e enfermeiros que participam das tarefas do setor tenham tido treinamento adequado (TILLY JUNIOR, 2010d).

Por conseguinte, o objetivo deste artigo foi fazer um levantamento, através de revisão de literatura, sobre os riscos biológicos radioinduzidos a que os profissionais do serviço de hemodinâmica estão sujeitos, bem como sobre as medidas de prevenção por meio dos princípios de radioproteção.

2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO

2.1 História

Desde a descoberta dos raios X no ano de 1895 e com muito afincamento para dar continuidade ao seu estudo, em pouco mais de um mês, Roentgen havia descrito a radiação X como a conhecemos nos dias de hoje. Três anos após, Thomaz Edison desenvolveu um dos dois principais conceitos da radiologia moderna, a fluoroscopia, que consiste em um tubo de raios X com capacidade de gerar imagens dinâmicas que podem ser vistas em um monitor de televisão (BUSHONG, 2010a).

Mais tarde, foi desenvolvida a tela intensificadora fluorescente que permitiu reduzir o tempo do exame fluoroscópico. Thomaz Edison passou a testar outros materiais fluorescentes, mas antes de finalizar sua pesquisa, acabou abandonando-a quando seu amigo e assistente, Clarence Dally, sofreu queimaduras graves com raios X nos dois braços, resultando na amputação de ambos e posteriormente em sua morte em 1904, sendo considerado o primeiro óbito causado por raios X nos Estados Unidos (BUSHONG, 2010a).

Nos primórdios da história radiológica, quando surgiu o conceito de fluoroscopia, por falta de conhecimento, não havia preocupação quanto aos riscos provenientes dessa metodologia. Embora a medicina tenha evoluído e com isso a exposição do médico tenha diminuído em alguns casos envolvendo este tipo de procedimento, ainda há preocupação em reduzir ainda mais a exposição decorrente da radiação secundária (MARTINS; MEDEIROS, 2014).

Após a primeira fatalidade ocasionada pela radiação ionizante, muitos casos de danos pela mesma causa foram surgindo e era caracterizado por atingir principalmente a pele, promovendo também perda de cabelo e anemia (BUSHONG, 2010a).

Por volta de 1910, as lesões passaram a ser controladas, investigadas e relatadas cientificamente (BUSHONG, 2010a). Somente no período de 1922 a 1928, norte americanos e ingleses finalmente tornaram público algumas recomendações aos profissionais da área, indicando, inclusive, as limitações de dose e determinando barreiras protetoras (SOARES; PEREIRA; FLÔR, 2011).

Verificou-se também que problemas como anemia e leucemia em radiologistas vinham se intensificando e devido a estas informações, observou-se a necessidade do desenvolvimento de dispositivos de proteção individual. Os profissionais da área também passaram a ser

monitorados rotineiramente, sob qualquer efeito de exposição ocupacional (BUSHONG, 2010a).

2.2 Dosimetria e Radiobiologia

O método para avaliar a quantidade de radiação depositada na matéria, importante à proteção radiológica, é denominado dosimetria. Tem como objetivo definir normas de proteção quanto à utilização de radiação ionizante tanto para o paciente quanto aos demais envolvidos no processo; assim como medir a energia da radiação depositada nos tecidos. Existem duas principais organizações de desenvolvimento referentes aos conceitos de dosimetria e definição das grandezas específicas de proteção radiológica, que são a Comissão Internacional de Unidades e Medidas para Radiação (ICRU) e a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009a).

Dentre as unidades e medidas da radiação, a dose absorvida representa a quantidade de energia transferida à matéria pela radiação ionizante por unidade de massa, cuja unidade de medida é o Gray (Gy). A dose equivalente relaciona a dose média absorvida pelo tecido e o fator de ponderação da radiação, que leva em consideração a qualidade da radiação ionizante e sua capacidade de transferir energia para o tecido e produzir uma resposta biológica, sendo utilizada para esta medida, a unidade denominada Sievert (Sv) (SOARES; PEREIRA; FLÔR, 2011). Outro termo igualmente importante é a grandeza exposição, que se caracteriza pela quantidade de ionização gerada pelos raios X e fótons gama em um determinado volume de ar, cujas unidades são o Roentgen (R) e Coulomb por quilograma (C/Kg) (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009a).

A dose efetiva, por sua vez, é obtida pela probabilidade dos efeitos biológicos relacionados com a dose equivalente e por isso também é medida em Sievert. A dose efetiva relaciona o efeito de acordo com o tecido irradiado, já que há tecidos mais e menos sensíveis (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009a).

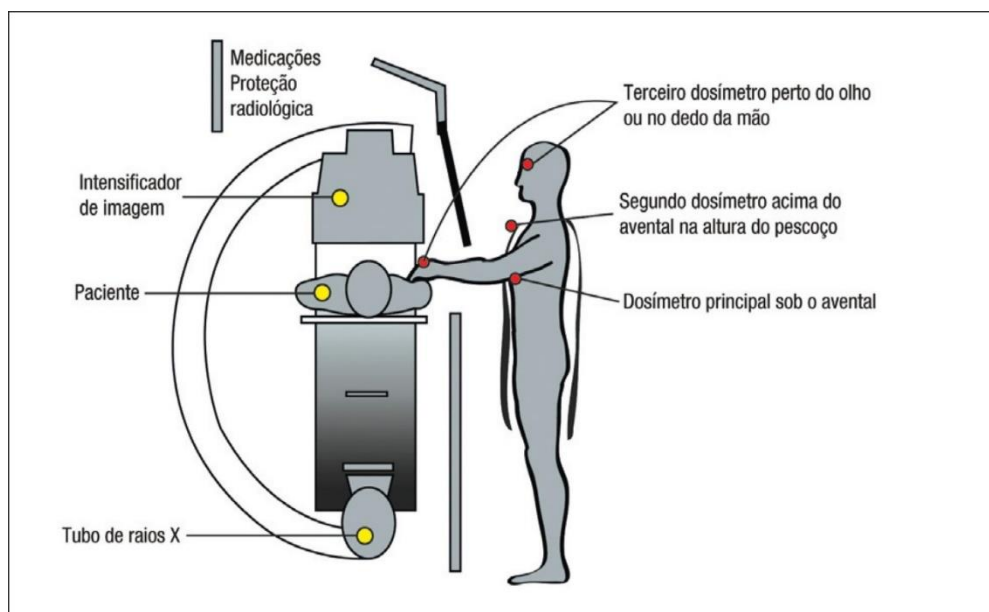
A norma 3.01 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) preconiza que o nível de monitoração individual do indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE), em termos de dose efetiva, deva ser de 1 mSv ao mês, segundo Silva et al. (2008) caso esta dose seja superior, deve haver investigação para uma avaliação precisa.

A todos aqueles que estejam envolvidos com o emprego de radiações ionizantes, foram estabelecidos pela CNEN uma dose efetiva média anual de até 20 mSv e dose equivalente anual

de até 500 mSv para pele e extremidades (mãos e pés) e no máximo 20 mSv para o cristalino. Estabelece também que o trabalhador da área não seja exposto desnecessariamente, que tenha conhecimento dos riscos radiológicos e que seja devidamente treinado para desempenhar sua função seguramente (MACHADO, 2013).

A publicação 85 da ICRP estipulou que os indivíduos mais expostos, ou seja, médicos intervencionistas utilizem dosímetros em três diferentes posições. O primeiro por fora do avental de chumbo como estabelecido pela normativa brasileira, na altura do tórax; o segundo localizado próximo ao pescoço, região da tireoide e o terceiro próximo ao olho, referente à região do cristalino ou localizado na região da mão, conforme demonstrado na figura 1 (LEYTON et al., 2014).

Figura 1. Posição dos dosímetros utilizados durante procedimentos intervencionistas



Fonte: Leyton et al. (2014).

Além da avaliação da proteção radiológica dos IOE, é igualmente importante que se realizem o teste de radiação de fuga e o levantamento radiométrico que correspondem a procedimentos relativos à verificação do ambiente que utiliza radiação ionizante (MARTINS; MEDEIROS, 2014).

O teste de radiação de fuga analisa os níveis de radiação a um metro do ponto focal e os valores obtidos não podem exceder 1 mGy/h, devendo o teste ser realizado a cada quatro anos, após modificações ou reformas no cabeçote ou ainda troca do tubo de raios X (MARTINS; MEDEIROS, 2014). Segundo Machado (2013) os equipamentos radiológicos devem estar em

conformidade mediante a análise da blindagem do cabeçote do tubo de raios X como estipulado pela CNEN e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O intuito é verificar o funcionamento adequado e garantir deste modo, uma mínima absorção ao trabalhador.

Já o levantamento radiométrico tem como objetivo avaliar a dose equivalente a que estão expostos os IOE e o público em geral, contando que estejam dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Este teste deve ser realizado a cada quatro anos, após reformas estruturais e no caso de mudança no leiaute da sala (MARTINS; MEDEIROS, 2014).

O nível desejável de radioproteção também inclui uma infraestrutura física aceitável, envolvendo questões de segurança, parte elétrica e hidráulica, bem como a operação adequada desses fatores relacionada ao planejamento, aplicação e manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e acessórios utilizados (TILLY JUNIOR, 2010d).

Os métodos para verificar e controlar as exposições surgem devido à preocupação relacionada com a interação das radiações e os seres vivos, também conhecida como radiobiologia. O efeito biológico é decorrente dos danos causados nas células devido à emissão da radiação que interage com o meio celular, sujeitando-as a alterações em seu DNA (TILLY JUNIOR, 2010b). Conforme Machado (2013) relata, mesmo que grande parte desses danos sejam reparados com o passar do tempo, há uma pequena fração que não se restaura e quando o organismo recebe doses repetidas, a parte não regenerada pode gerar um detrimento que impactará na incapacidade de reprodução celular ou na transformação das células que provocarão um crescimento anormal ou a morte celular.

Essa interação entre a radiação e os átomos que compõem as moléculas do organismo pode provocar mudanças na organização atômica e na estrutura molecular que poderão ocasionar patologias de acordo com a exposição, tipo de radiação e características próprias do indivíduo e, em casos mais graves, podendo levar a morte (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009a).

A classificação dos efeitos biológicos radioinduzidos em determinístico e estocástico é dada segundo a dose absorvida. Os efeitos determinísticos ocorrem por uma elevada dose de radiação em um curto espaço de tempo e o efeito estocástico é promovido por uma baixa dose de radiação, porém em um tempo maior de exposição. Devido aos efeitos estocásticos não estarem relacionados a um limiar de dose, as condições básicas de radioproteção se aplicam aos efeitos determinísticos, possibilitando que as doses fiquem abaixo do limiar e assim, garantir que todas as providências possíveis sejam tomadas para reduzir ao máximo a probabilidade de ocorrência do efeito estocástico (TILLY JUNIOR, 2010b).

2.3 Radioproteção

Mediante os efeitos capazes de provocar danos no organismo e a preocupação cada vez mais acirrada quanto à proteção dos indivíduos, surgem os princípios de proteção radiológica. A justificativa da prática condiz com uma exposição médica à radiação que somente será aceita caso resulte em benefícios para a sociedade ou para o indivíduo. A limitação de dose representa a restrição da exposição ocupacional à radiação e exposição do público. E a otimização, cuja dose no paciente deve ser a menor possível, sem que isso implique na má qualidade do exame (SOARES; PEREIRA; FLÔR, 2011). Desses princípios, as principais medidas de radioproteção são: o tempo, já que a dose absorvida pelo IOE é diretamente proporcional ao tempo de exposição; a distância já que a intensidade da radiação diminui com o inverso do quadrado da distância, ou seja, conforme a distância entre a fonte de radiação e o indivíduo aumenta, a exposição é reduzida rapidamente e, por fim, a blindagem, que permite reduzir a um nível muito baixo a exposição radiológica (BUSHONG, 2010c).

2.4 Exame de Fluoroscopia

Os procedimentos que necessitam avaliar patologias vasculares, denominados angiografias, se caracterizam pela realização conjunta da aplicação de contraste com o intuito de realçar os vasos. São correlacionadas com procedimentos como embolização, colocação de stents intravasculares e na realização de biópsias (BUSHONG, 2010b).

Com isso, a exposição é maior devido à verificação do trajeto do sangue através dos vasos sanguíneos, envolvendo processos complexos como os mencionados acima (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009b).

Segundo Mourão e Oliveira (2009b), apesar do médico estar mais exposto à radiação espalhada que se concentra principalmente na região da cintura, atingindo também outras áreas como tórax e rosto, os enfermeiros também devem ser o enfoque, mesmo que sejam expostos a uma dose menor por geralmente não estarem posicionados próximo ao equipamento e ao paciente. Não obstante que ele também se encontra no interior da sala e se expõe, mesmo que menos, a radiação secundária (SCREMIN; SCHELIN; TILLY JUNIOR, 2006).

No caso de uma rotina adequadamente conduzida, as doses mensais referentes a um grupo de trabalhadores em exames intervencionistas como a fluoroscopia, podem ser usadas para estabelecer uma dose como um valor de referência para exposições futuras. Isto permite

que as doses sejam consideravelmente reduzidas a níveis mais aceitáveis (TILLY JUNIOR, 2010c).

2.5 Discussões

A radiação secundária emitida através de exames fluoroscópicos predispõe ao surgimento de sérios danos, além de, muitas vezes, impossibilitar a apresentação de uma informação diagnóstica eficiente. Na maioria dos casos, a radiação secundária ou espalhada proveniente da radiação incidente no paciente que não foi totalmente absorvida por ele, sendo deste modo emitida ao seu redor, é caracterizada como grande parte da exposição ocupacional dos médicos que manipulam o equipamento (BUSHONG, 2010a). Por isso, o interesse em levantar dados relevantes quanto aos métodos mais adequados para não somente proteger os profissionais do serviço de hemodinâmica, como também fazê-los entender a importância em se utilizar os mecanismos de proteção existentes.

2.6 Riscos da Radiação Ionizante

A taxa de dose no ar proveniente do funcionamento dos aparelhos utilizados no serviço está diretamente relacionada com a radiação de fuga e a exposição do profissional (SILVA, 2011). Segundo a portaria 453/98, os equipamentos radiológicos devem ser verificados já que permitem avaliar taxas fora dos padrões estabelecidos (MEDEIROS et al., 2010). É necessário e viável reduzir a exposição a níveis tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, fazendo valer o princípio da otimização (BACCHIM NETO et al., 2014).

Muitas vezes, o profissional do serviço de hemodinâmica desconsidera os riscos devido à radiação ser uma “carga física invisível” (FLÔR, 2010). Dos 11 trabalhos levantados, 8 (72,7%) estabelecem a necessidade de qualificação na área de proteção radiológica envolvendo o serviço de hemodinâmica, radiação ionizante e medidas de radioproteção, seja por programas de educação continuada e/ou permanente. Esses programas permitem orientar e “lembrar” constantemente sobre a importância na adoção de medidas que otimizam as doses recebidas durante os procedimentos realizados (FLÔR, 2010).

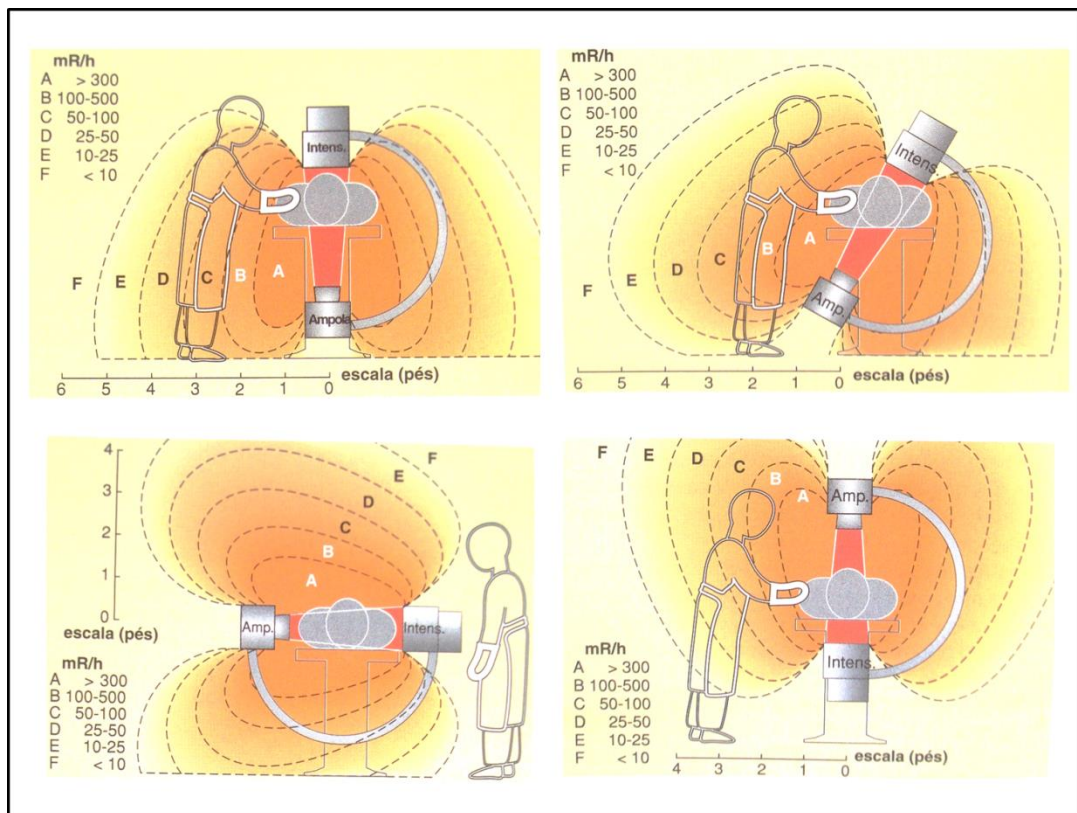
2.7 Danos Radioinduzidos

Um estudo de 2012 aponta para a ocorrência de lesões radioinduzidas por leucemia e câncer digestivo em IOE. Apesar de que possam estar relacionadas com fatores químicos e físicos, estudos epidemiológicos buscam relacionar os detrimientos causados pela radiação em caráter cumulativo, já que os IOE se expõem por anos à radiação secundária (SILVEIRA FILHO et al., 2012). Quando atinge células gonadais podem provocar patologias hereditárias (FLÔR, 2010).

A orientação do arco em “C” deve seguir algumas recomendações que auxiliam na redução da exposição do profissional. O mais recomendado é que o paciente seja posicionado em decúbito dorsal, de modo que o tubo de raios X fique abaixo da mesa de exames e o intensificador de imagem (detector) acima, pois esta posição é favorável por proporcionar uma menor exposição em região de face e pescoço do médico intervencionista. Caso o arco seja inclinado 30° em relação ao plano vertical, a exposição do operador pode aumentar em até quatro vezes em região superior (face e pescoço). Em uma incidência com o raio central na horizontal, para que a exposição seja a menor possível, o profissional deve ficar ao lado do intensificador, já que do lado do tubo de raios X a exposição é significativamente maior. Já a orientação do tubo de raios X acima da mesa e o intensificador abaixo não deve ser utilizada, uma vez que resulta em um aumento de até cem vezes da dose nos olhos do operador (KENDRICK, 2015).

A figura 2 mostra os diferentes níveis de exposição aos quais o operador é submetido, em função da orientação do arco em "C".

Figura 2. Níveis de exposição em função da orientação do arco em "C"



Fonte: Kendrick (2015).

Quando se trata de profissionais da enfermagem, alguns dos sintomas mais prováveis da radiação são queda de cabelo e diminuição de hematócritos associados à anemia e leucopenia (FLÔR, 2010). Quanto aos médicos, diversos estudos demonstraram lesões principalmente nas mãos e olhos e o risco de câncer radioinduzido (SILVA, 2011).

O lado do profissional que fica mais tempo exposto ao paciente e/ou tubo de raios X, indicará os maiores níveis de radiação principalmente na região dos pés, mãos e olhos (BACCHIM NETO et al., 2014; LUNELLI et al., 2013; SILVEIRA FILHO et al., 2012; SILVA, 2011; SILVA et al., 2011). Dependendo da posição do tubo, os níveis podem ser maiores na região superior (olhos) ou inferior (pés). Em um dos casos, a dose média no olho esquerdo do médico avaliado foi de 69 μSv ; levando em consideração que são realizados de 20 a 32 procedimentos semanalmente, excederia o limite anual permitido. Por esta razão, há inúmeros relatos de lesão no cristalino de médicos intervencionistas, como catarata e opacificação do cristalino (SILVA et al., 2011).

2.8 Medidas de prevenção segundo os princípios de radioproteção

Para que esses danos sejam minimizados ao máximo, alguns países incluindo o continente europeu estabelecem que equipamentos de fluoroscopia somente sejam adquiridos se contiverem dispositivos externos de proteção como o saioite plumbífero e biombo de teto; embora no Brasil ainda não haja uma regra que estabeleça essa diretriz (LEYTON et al., 2014, SILVA et al., 2011, SILVA, 2011). O uso do saioite permite a redução da dose equivalente nos pés do médico em aproximadamente 90% (LUNELLI et al., 2013).

Fica evidente também, em grande parte dos estudos, a importância do uso dos EPI (avental de chumbo, óculos e luvas plumbíferas e protetor de tireoide). Apesar de que há relatos de desuso por causa do peso e conseqüentemente incômodo que trazem, ou ainda a omissão quanto à disponibilidade no serviço, esses itens são de uso obrigatório por todos os trabalhadores da área (FLÔR; GELBCKE, 2013; SILVA, 2011; FLÔR, 2010).

Scremin, Schelin e Tilly Junior (2006) comprovaram que a barreira de 0,5 mm de chumbo presente no avental, por exemplo, auxilia numa redução de 90% e 80% da exposição de médicos e enfermeiros respectivamente; devendo ser avaliados quanto sua integridade física conforme prediz a portaria 453/98, através da varredura por fluoroscopia para garantir que os profissionais estejam efetivamente protegidos (MIGUEL et al., 2014; FLÔR, 2010).

Outro dispositivo de monitoramento individual é o dosímetro que permite uma avaliação constante da dose efetiva recebida pelo profissional. Um estudo publicado em 2015, realizado no período entre 2012 e 2013, demonstrou que no primeiro momento, os trabalhadores de hemodinâmica de um hospital não usavam os dosímetros constantemente, mas posteriormente foram orientados a utilizarem-nos diariamente. As doses efetivas analisadas resultaram em um aumento de aproximadamente 300% entre um período e outro. Em 2012, enquanto as doses ficaram abaixo do limiar; no ano seguinte, a dose efetiva média anual registrada foi de 27,41 mSv, excedendo o limite anual permitido (MELO et al., 2015).

O tempo é outro termo fundamental, tanto em relação ao período em que o aparelho está em funcionamento, já que é o operador que o controla, quanto à permanência na sala de exames (FLÔR, 2010). Apesar do hemodinamicista ter sua carga reduzida, geralmente enfermeiros tem a carga horária maior, fazem hora extra ou trabalham em mais de um serviço radiológico e, portanto, o alerta a esses profissionais quanto ao potencial risco proveniente da radiação ionizante (FLÔR; GELBCKE, 2013). Os médicos intervencionistas também devem se atentar ao número máximo de procedimentos realizados em um determinado período, pois mesmo

usando proteção individual, a sugestão de Bacchim Neto et al. (2014) é que haja o revezamento para que o tempo de exposição seja compatível com sua segurança.

Entre os princípios de radioproteção, o profissional deve utilizar a mínima dose possível, ou seja, regular o tempo de fluoroscopia (otimização), o que permitirá adequar as doses durante os procedimentos intervencionistas (LEYTON et al., 2014).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos objetivos propostos neste estudo, observou-se que medidas de radioproteção são de extrema importância e permitem aos profissionais estarem protegidos de modo efetivo à radiação secundária, resultante de danos radiobiológicos. Entre esses danos estão queda de cabelo, anemia e leucopenia em enfermeiros e lesões principalmente nas mãos, olhos e pés e o risco de câncer radioinduzido, como leucemia e câncer digestivo em médicos. Ambos também podem desenvolver patologias hereditárias quando a radiação atinge células gonadais. Um método eficaz para a proteção dos IOE é a implementação de educação continuada e/ou permanente como um programa educacional voltado à segurança do trabalho.

REFERÊNCIAS

BACCHIM NETO, F. A. et al. Estudo dos perfis de exposição à radiação em profissionais de radiologia intervencionista. In: INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE RADIO 2014, 2014, Gramado/RS. **Anais...** Gramado: Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica – SBPR, 2014. p. 26-29.

BUSHONG, S. C. Conceitos de ciência radiológica. In: _____. **Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010a. cap. 1, p. 2-15.

BUSHONG, S. C. Fluoroscopia. In: _____. **Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010b. cap. 21, p. 350-363.

BUSHONG, S. C. Proteção radiológica. In: _____. **Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010c. cap. 37, p. 574-583.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **CNEN-NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/pr301_04.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2015.

FLÔR, R. C. **O trabalho da enfermagem em hemodinâmica e o desgaste dos trabalhadores decorrente da exposição à radiação ionizante**. 2010. 231f. Tese (Doutorado

em Enfermagem) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94451>> Acesso em: 27 Dez. 2015.

FLÔR, R. C.; GELBCKE, F.L. Proteção radiológica e a atitude de trabalhadores de enfermagem em serviço de hemodinâmica. **Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v.22, n.2, p.416-422, Abr./Jun. 2013. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v22n2/v22n2a18.pdf>>. Acesso em: 29 Dez. 2015.

KENDRICK, L. E. Radiografia para traumatismo, móvel e cirúrgica. In: BONTRAGER, K. L.; LAMPIGNANO, J. P. **Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. cap. 15, p. 563-618.

LEYTON, F. et al. Riscos da Radiação X e a Importância da Proteção Radiológica na Cardiologia Intervencionista: Uma Revisão Sistemática. **Revista Brasileira Cardiologia Invasiva**, São Paulo, v.22, n.1, p.87-98, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbci/v22n1/0104-1843-rbci-22-01-0087.pdf>>. Acesso em: 07 Out. 2015.

LUNELLI, N. A. et al. Avaliação da dose ocupacional e de pacientes adultos em procedimentos de angiografia cerebral. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.46, n.6, p.351–35, Nov./Dez. 2013. Disponível em <http://www.rb.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2472>. Acesso em: 29 Dez. 2015.

MACHADO, O. Proteção radiológica. In: CHRISTOVAM, A. C. M.; MACHADO, O. **Manual de física e proteção radiológica**. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora; Rio de Janeiro: Editora Senac Rio de Janeiro, 2013. Cap. 4, p. 127-176.

MARTINS, H. L.; MEDEIROS, R. B. Física das radiações. In: PRANDO, A.; MOREIRA, F. **Fundamentos de radiologia e diagnóstico por imagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. cap. 1, p.1-14.

MEDEIROS, R. F. et al. Exposição à Radiação Ionizante na Sala de Hemodinâmica. **Revista Brasileira Cardiologia Invasiva**, São Paulo, v.18, n.3, p.316-20, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbci/v18n3/v18n3a15.pdf>>. Acesso em: 27 Dez. 2015.

MELO, F. A. et al. A importância do uso do dosímetro nos profissionais médicos no serviço de hemodinâmica. **Brazilian Journal Of Radiation Sciences**, Recife, v. 3, n.1, p. 1-7, 2015. Disponível em <<http://www.bjrs.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/58/64>>. Acesso em: 10 Jan. 2016.

MIGUEL, F. A. et al. Avaliação do elemento interno de vestimentas de proteção radiológica utilizadas em hemodinâmica. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 2014, Uberlândia/MG. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica - SBEB, 2014. p. 385-387.

MOURÃO, A. P.; OLIVEIRA, F. A. Biofísica das radiações. In: _____. **Fundamentos de radiologia e imagem**. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2009a. cap. 1, p. 17-68.

MOURÃO, A. P.; OLIVEIRA, F. A. Fluoroscopia e hemodinâmica. In: _____. **Fundamentos de radiologia e imagem**. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2009b. cap. 4, p. 137-157.

SCREMIN, S. G. C.; SCHELIN, H. R.; TILLY JUNIOR, J. G. Avaliação da exposição ocupacional em procedimentos de hemodinâmica. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.123-126, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v39n2/29194.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2015.

SILVA, L. P. et al. Avaliação da exposição dos médicos à radiação em procedimentos hemodinâmicos intervencionistas. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.41, n.5, p.319-323, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v41n5/v41n5a10.pdf>>. Acesso em: 14 Out. 2015.

SILVA, M. S. R. et al. Dosimetria de pacientes e médicos em intervenções coronárias percutâneas em Recife, Pernambuco, Brasil. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.44, n.2, p.90-96, Mar./Abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v44n2/v44n2a08.pdf>>. Acesso em: 16 Out. 2015.

SILVA, M. S. R. **Estudo dosimétrico em cardiologia intervencionista**: dose paciente e dose trabalhador. 2011. 177f. Tese (Doutorado em Ciências Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2011. Disponível em <<http://www.repositorio.ufpe.br/handle/123456789/9305>>. Acesso em: 29 Dez. 2015.

SILVEIRA FILHO, J. A. M. et al. Estudo de dose e risco relativo de indivíduos ocupacionalmente expostos em procedimentos intervencionistas. **Revista Brasileira de Física Médica**, Porto Alegre, v.6, n.3, p. 167-71, 2012. Disponível em <http://acervo.abfm.org.br/rbfm/publicado/RBFM_v6n3_167-171.PDF>. Acesso em: 27 Dez. 2015.

SOARES, F. A. P.; PEREIRA, A. G., FLÔR, R. C. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v.44, n.2, p.97-103, Mar./Abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rb/v44n2/v44n2a09>>. Acesso em: 07 Out. 2015.

TILLY JUNIOR, J. G. Conceitos dosimétricos. In _____. **Física radiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010a. cap. 12, p. 63-74.

TILLY JUNIOR, J. G. Efeitos Biológicos das Radiações ionizantes. In _____. **Física radiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010b. cap. 17, p. 147-158.

TILLY JUNIOR, J. G. Implicações do sistema de proteção radiológica. In _____. **Física radiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010c. cap. 19, p. 163-168.

TILLY JUNIOR, J. G. Proteção de profissionais em radiodiagnóstico. In _____. **Física radiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010d. cap. 20, p. 169-182.