

ESTUDO DA VARIAÇÃO DA DOSE DE RADIAÇÃO COM DIFERENTES TÉCNICAS OPERACIONAIS EM RADIOLOGIA.

RODRIGUES, Rafael Pereira¹; GOES, Evamberto²; DYTZ, Aline Guerra³

¹Universidade Federal do Rio Grande; ^{2,3}Universidade Federal do Rio Grande, IMEF.
rapeirara@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

Os exames radiológicos requerem técnicas que podem ocasionar efeitos biológicos nos tecidos humanos. As medidas utilizadas de miliamperagem (mA), isto é, a corrente elétrica produzidas no interior do tubo de raios X, para a produção destes, e o tempo de exposição (s) do paciente a radiação ionizante, influenciam na qualidade de imagem e na sua exposição. Associado a isso, a tensão de pico (kVp), aplicada entre o ânodo e o cátodo do tubo, necessária para acelerar os elétrons para converter sua energia cinética em raios X, também estão intimamente ligados a formação de imagens com qualidade para o diagnóstico médico. O diagnóstico por imagem em exames com radiação ionizante, como a radiologia convencional e a tomografia computadorizada (TC), expõe o paciente a certas doses de radiação.

A exposição à radiação, representada pela unidade especial roentgen (R) em homenagem ao descobridor dos raios X, e medida por C/kg no sistema internacional de unidades, mede a quantidade de carga elétrica, de mesmo sinal, gerada pela ionização do volume de uma massa, onde esta se distribui (SCAFF, 1997). Porém, é importante ressaltar que nenhuma prática ou fonte associada a essa prática será aceita pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a não ser que a prática produza benefícios, para os indivíduos, maior que o detrimento correspondente, tendo em conta os fatores sociais e econômicos (CNEN-NN-3.01, 2005). Desta forma, destaca-se a relevância do controle de qualidade dos equipamentos radiológicos para se manter as medidas de dosagem dentro das limitações estabelecidas pelas normas internacionais e da CNEN.

As limitações de doses devem ser respeitadas, para evitar danos biológicos tanto nos pacientes quanto nos trabalhadores, utilizando as técnicas e os recursos adequados no uso da radiação para formação de imagens com diferentes nuances e detalhes bem definidos. A distância da fonte de radiação X até a superfície a ser atingida também é um fator determinante na intensidade dos fótons que interagem com os tecidos e órgãos. Variações dessa distância provocam alterações nos fatores ligadas a dosagem, radiação espalhada e na imagem produzida.

O uso de filtros serve para absorver os fótons de baixa energia e aumentar, deste modo, o poder de penetração do feixe de radiação e diminuir, assim, a dose depositada no volume irradiado. A serventia dos filtros também colabora para a obtenção de imagens com nitidez, apropriadas para o radiodiagnóstico.

O método de comparação de materiais desenvolvido por Jennings (1988), baseado no ajuste espectral, mostrou a superioridade de filtros de ferro, cobre, por exemplo, sobre o alumínio, em termos de tempo de exposição necessário para a equivalência quantitativa dos espectros transmitidos. Outra importante contribuição do método citado foi a descoberta da possibilidade de que filtros de diferentes materiais pudessem transmitir espectros de mesma forma, para espessuras determinadas, fato comprovado experimentalmente para cobre, alumínio e ítrio. Outros estudos também mostram que é possível reduzir razoavelmente a dose

absorvida (15% a 30%) simplesmente aumentando a tensão do tubo e reduzindo o mAs. Para cada padrão de técnica (aumento da tensão do tubo e redução do mAs), o método fornece uma combinação de kVp, mAs e espessura de filtro, mantendo-se sempre a mesma qualidade da imagem (BROCHI, 1990).

O presente trabalho, realizado no Laboratório de Física Médica do Instituto de Matemática Estatística e Física (IMEF) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), teve por objetivo determinar a relação entre a exposição e os parâmetros técnicos associados ao aparelho de raios X do Laboratório.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Neste trabalho utilizou-se um aparelho de raios X monofásico e portátil mediroll-s1 da medicor Röntgen Rt. O estudo dos níveis de exposição que estão sujeitos os técnicos e os pacientes submetidos aos exames radiológicos foi realizado através da variação das técnicas radiográficas associadas a esse aparelho de raios X. As medidas da kVp e da exposição foram determinadas através de um *multi function meter* com câmara de ionização da Fluke Victoreen – modelo 6000-532. Inicialmente, mantendo-se valores constante de mA, variou-se o tempo da exposição, provocando a variação do mAs, mas mantendo-se a kVp fixa. Em seguida foi mantido o valor do mA e do tempo de exposição com variação do valor da kVp. Esses experimentos também foram realizados através do uso de filtros de alumínio com diferentes espessuras, mantendo-se fixos os valores de mAs e kVp. Além de serem realizadas as medidas variando-se um parâmetro operacional, foi avaliada a exposição em função da variação da distância da câmara de ionização em relação à fonte de radiação, para os mesmos valores de técnica radiográfica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados do estudo realizado sobre a variação da exposição (mR) em função da variações do tempo (s). Esse estudo foi realizado mantendo-se fixo o valor da mA, 50 mA, e da kVp, em torno de 68 kVp. A distância foco-superfície utilizada foi de 80,0 cm. De acordo com esses resultados, a variação do valor de mAs de 19,85 para 39,70 resultou em um aumento de 100 % do valor da exposição.

Tabela 1. Variação da dose de Radiação (mR) em função da mAs, para variações mínimas no valor da kVp e distância foco-superfície de 80 cm.

kVp	mAs	Corrente Elétrica (mA)	Tempo (s)	Exposição (mR)
68,53	19,85	50	0,397	121,6
67,11	39,70	50	0,794	247,5
67,66	81,20	50	1,624	498,4

A Tabela 2, mostra as alterações do valor da kVp, para um valor médio de 20 mAs. Observou-se que um decréscimo percentual de 106% no valor da kVp,

provocou uma diminuição de 550% na exposição. Essa redução na exposição demonstra variações percentuais praticamente idênticas na dose absorvida pelo ar.

Tabela 2. Variação da dose de radiação (mR) em função da kVp, para valores fixo de mAs (20mAs) e distância foco-superfície (80,0 cm)

kVp	mAs	Corrente Elétrica (mA)	Tempo (s)	Exposição (mR)
95,99	20	40	0,498	248,6
46,54	20	80	0,250	45,29

Além das variações da exposição da radiação com os parâmetros operacionais utilizados nas técnicas radiográficas, realizaram-se experimentos para avaliar o comportamento da exposição da radiação em relação ao uso de atenuadores (filtros) com diferentes espessuras, como mostrado na Tabela 3. Observou-se redução nos valores de dose em função do aumento da espessura dos atenuadores e da distância foco-superfície.

Tabela 3. Variação da dose de radiação em função da espessura dos filtros.

kVp	Corrente Elétrica (mA)	Tempo (s)	Exposição (mR)	Filtro (mm Al)	Distância (cm)
68,77	50	0,739	238,4	0	80
68,09	50	0,794	169,59	1	80
68,48	50	0,739	119,00	2,3	80
69,33	50	0,794	92,5	3,3	80

A Tabela 4 mostra os resultados referentes à variação da exposição em função da distância foco-superfície.

Tabela 4. Variação da dose de radiação em função da distância, sem considerar o uso de filtros.

kVp	Corrente Elétrica (mA)	Tempo (s)	Distância (cm)	Exposição (mR)
68	50	0,3992	80	108
69,57	50	0,3966	153,3	153,3

Conforme os resultados obtidos neste trabalho, foi observado que se mantendo o valor da kVp constante e aumentando-se o valor da mAs, aumenta-se o valor da exposição de maneira linear. Também, foi observado que se mantendo o valor da mAs constante e variando-se o valor da kVp, aumenta-se o valor da exposição de forma exponencial. Além disso, também foi observado que, para valores constantes de kVp e mAs, a relação entre a espessura do filtro e a redução no valor da exposição é uma função não linear. Essa diminuição no valor da exposição é atribuída à retenção dos fótons de baixa energia do feixe de raios X pelo material do filtro. Neste estudo, verificou-se que a relação entre a exposição e a distância fonte superfície não obedeceu a lei do inverso do quadrado da distância. Isso é atribuído

ao fato de se utilizar neste trabalho uma fonte não pontual, condição necessária para se verificar a validade dessa lei.

4 CONCLUSÃO

O uso de raios X implica em uma exposição, que gera uma dose absorvida pelos órgãos e tecidos do paciente durante um exame radiológico. Essa exposição está associada principalmente aos fatores de mAs, kVp, distância foco-superfície e filtro, necessários para a formação da imagem radiográfica. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, esses parâmetros devem ser determinados e combinados de maneira a minimizar-se a exposição no paciente, em conformidade com a portaria 453 do Ministério da Saúde.

5 REFERÊNCIAS

BROCHI, M.A.C., **Métodos de Simulação Computacional para Redução de Dose, em Radiodiagnóstico**. 1990. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada à Medicina e Biologia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

CÔRTE, R.E.F., **Implantação de um Programa de Controle de Qualidade de Imagens Radiográficas em um Hospital de Grande Porte**. 1991. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada à Medicina e Biologia) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica- NN. 3.01**. 2005. Requisitos Básicos de Proteção radiológica, 14-16.

JENNINGS R.J., **Med. Phys.** 15 588-99 (1988).

SCAFF, Luiz A.M. **Física da Radioterapia**. São Paulo: Sarvier, 1997.

Portaria/MS/SVS nº 453, de 01 de junho de 1998 D.O.U. 02./06/98.