

# **Estimativa de dose de entrada a partir do Índice de Exposição em sistema CR: Resultados preliminares**

## **Estimation of entrance dose on chest radiographs according to the Exposure Index on CR system: Preliminary results**

**Autores:** Luana Kaoru Donomai, Tiago da Silva Jornada, Kellen Adriana Curci Daros

**Instituição:** Universidade Federal de São Paulo

**Email:** luana.donomai@gmail.com, tiagosjornada@gmail.com,  
daros.kellen@unifesp.br

**Resumo:** A radiologia digital implementou qualidade nas radiografias comparado ao sistema tela-filme, mas dificultou o controle visual da quantidade de radiação envolvida nestes exames, devido à falta de percepção de imagens sub e super-expostas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é estudar o índice de exposição (IE) de exames de tórax digitais e relacioná-lo à dose de entrada na pele. Foram correlacionados os índices de 29 pacientes com a dose de kerma. Obteve-se um coeficiente de correlação igual a 0,6881. O IE e a dose de entrada possuem uma correlação positiva e moderada, indicando a relevância do aprofundamento do assunto.

**Palavras-chave:** Radiologia digital; índice de exposição; dose de entrada.

**Abstract:** Digital radiology has improved image quality in radiographs in comparison to screen/film systems though the visual control of the quantity of radiation involved on these exams became more demanding due to the low perception of over and underexposed images. Therefore, this study aims to analyze the exposure index (EI) from chest examinations and relate them to the entrance skin dose. Indices from 29 patients and kerma entrance dose were correlated. A correlation coefficient equal to 0,6881 was calculated. EI and entrance dose are correlated positive and moderately, indicating the relevance to deepen the subject.

**Keywords:** Digital radiology; exposure index; entrance dose.

### **1. INTRODUÇÃO**

Com o advento da radiologia digital houve uma notável melhora na qualidade da imagem de exames de raios X gerais. Em função da redução de custos dos sistemas digitais do tipo radiologia computadorizada (CR), o Brasil encontra-se na fase de transição acelerada entre a radiologia analógica e a digital. No antigo sistema tela-filme, a dose de radiação utilizada nos exames fornecia ao técnico em radiologia um controle visual da quantidade de radiação

envolvida nos exames devido a sub ou super-exposições de raios X, representadas pelo enegrecimento da película do filme revelado. No sistema digital, devido a técnicas de pós-processamento, a qualidade da imagem se torna menos dependente da técnica utilizada, abrindo possibilidades para o uso de técnicas inadequadas, sem gerar alterações significativas de qualidade na imagem final. Quantidades perceptíveis de ruído passam a ser identificadas apenas quando a imagem está hiper-exposta ou muito sub-exposta. De modo

geral, até atingir esses níveis, quanto maior a dose utilizada melhor a qualidade da imagem (DON et al., 2012). Esse fato gera um fenômeno chamado *dose creep* (AAPM, 2009), no qual a dose utilizada em um serviço aumenta consideravelmente sem haver um ganho realmente necessário para o diagnóstico médico.

Em 2009, a AAPM (*American Association of Physicists in Medicine*) normatizou o índice de exposição (IE), parâmetro para identificação do nível de exposição do detector durante a realização de um exame em sistemas digitais. Esse índice não calcula a dose que o paciente recebeu no exame, mas sim se a técnica utilizada foi adequada. De acordo com as novas normas o IE deve ser proporcional à dose de radiação que sensibilizou o detector (SEERAM, E, 2004).

Assim, este trabalho pretende estudar o IE e relacioná-lo à dose de entrada na pele do paciente em radiografias de tórax adulto padrão geradas por um sistema CR.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados no serviço de Diagnóstico por Imagem (DDI) de um hospital universitário da rede pública no estado de São Paulo, onde se encontram instaladas 6 salas de raios X. Neste trabalho, as radiografias de tórax antero-posterior (AP) e pósterio-anterior (PA) estudadas foram realizadas em apenas duas salas de exames (sala A e sala B), devido às características semelhantes dos espectros de raios X decorrentes delas. As imagens foram processadas em um sistema CR Carestream, modelo Kodak Direct View CR 975 System. Para cada exame o sistema fornece um índice de exposição (IE). Este índice e os parâmetros técnicos de exposição foram computados para análise.

Como paciente padrão incluído neste estudo, foram considerados pacientes adultos

com índice de massa corpórea (IMC) de 21 kg/m<sup>2</sup> a 29 kg/m<sup>2</sup>.

Para a avaliação do IE foi necessário verificar a calibração da placa de imagem IP utilizados no serviço. Para isso foi utilizado uma câmara de ionização modelo 10X6-6 da RADCAL. Os testes de calibração foram realizados segundo recomendação técnica nº 93 da AAPM, onde um IP de (35 cm x 43 cm) foi exposto em sua área total e processado após 10 minutos. O IE da imagem foi convertido em miliroentgen (mR) segundo a equação (1).

$$(1) IE = 1000 \log(dmR) + 2000,$$

Onde dmR é a quantidade de radiação em miliroentgen.

Verificada a calibração do IP, as técnicas utilizadas nos exames de raios X foram reproduzidas com o auxílio da câmara de ionização para leitura das doses de cada exame.

## 3. RESULTADOS

Os parâmetros de exposição, kerma no ar e IE apresentado pelo console do sistema CR encontram-se apresentados na tabela 1. A distância entre o tubo de raios X e o detector/ câmara de ionização era 2 m.

**Tabela 1.** Parâmetros de exposição, kerma no ar e IE apresentado pelo console do sistema CR.

<b>Tensão (kV)</b>	81
<b>Corrente x Tempo (mAs)</b>	1,6
<b>Kerma a 2m (mGy)</b>	0,009
<b>IE*</b>	1853

\*IE – Índice de Exposição

Na tabela 2 encontra-se a relação dos índices de exposição com a dose de entrada na pele correspondente à técnica utilizada durante os exames. Todas as técnicas foram reproduzidas com uma distância foco-receptor (DFR) de 180 cm.

**Tabela 2.** Índices de exposição e dose na entrada da pele para cada técnica utilizada em exames de raios x de tórax.

Tensão (kV)	Corrente x Tempo (mAs)	IE*	Kerma (mGy)				
			Exposição 1	Exposição 2	Exposição 3	Média	Desvio-padrão
102	5	1385	0,1195	0,1219	0,1166	0,1193	0,0027
96	5	1410	0,1094	0,1048	0,1050	0,1064	0,0026
96	5	1285	0,1094	0,1048	0,1050	0,1064	0,0026
96	5	1392	0,1094	0,1048	0,1050	0,1064	0,0026
117	8	1583	0,2295	0,2285	0,2291	0,2290	0,0005
109	10	1400	0,2874	0,2599	0,2779	0,2751	0,0140
96	10	1518	0,2108	0,2045	0,2036	0,2063	0,0039
109	10	1765	0,2772	0,2737	0,2668	0,2726	0,0053
102	10	1344	0,2314	0,236	0,2393	0,2356	0,0040
96	10	1478	0,2024	0,2096	0,2041	0,2054	0,0039
96	10	1446	0,2024	0,2096	0,2041	0,2054	0,0038
109	12,5	1560	0,2030	0,2070	0,1986	0,2029	0,0042
102	12,5	1500	0,2902	0,2846	0,2934	0,2900	0,0047
102	12,5	1521	0,2920	0,2846	0,2934	0,2900	0,0047
90	12,5	1646	0,2131	0,2123	0,2059	0,2104	0,0039
96	12,5	1447	0,2487	0,2456	0,2440	0,2461	0,0020
96	12,5	1444	0,3117	0,3046	0,3070	0,3078	0,0036
96	12,5	1612	0,2487	0,2456	0,2440	0,2461	0,0020
102	12,5	1498	0,2893	0,2896	0,2890	0,2893	0,0003
96	12,5	1777	0,2487	0,2456	0,2440	0,2461	0,0024
102	12,5	1721	0,2920	0,2846	0,2934	0,2900	0,0047
117	16	1659	0,4734	0,4794	0,4756	0,4761	0,0030
109	16	1887	0,3985	0,3991	0,3941	0,3972	0,0027
109	16	1666	0,4166	0,4143	0,4090	0,4133	0,0039
102	16	1361	0,3474	0,3441	0,3442	0,3452	0,0019
96	16	1472	0,2487	0,2456	0,2440	0,2461	0,0020
109	32	1878	0,8290	0,8049	0,8253	0,8197	0,0130
109	32	1911	0,7930	0,8040	0,8034	0,8001	0,0062

\* IE – Índice de Exposição

#### 4.DISSCUSSÃO

De acordo com a fórmula 1, uma dose de 1mR (~0,009 mGy) corresponde a um IE de 2000. No entanto, a calibração do sistema CR com o IP 35 cm x 43 cm apresentou o valor de 1853, como demonstrado na tabela 1, gerando incerteza de 147 unidades no valor do índice

de exposição calculado pelo sistema CR utilizado. Esse valor é muito superior ao proposto pela recomendação técnica nº 93 da AAPM, que indica incerteza máxima de 45 unidades.

Na tabela 2 notam-se diferentes valores de IE para uma mesma técnica. Isto pode ser justificado pela característica intrínseca da

radiação X, que interage de maneira diferente para cada paciente dependendo de sua composição corporal. Assim, uma mesma técnica pode ser mais ou menos atenuada dependendo do tipo de paciente e da patologia associada. Em estudo anterior observou-se que a quantidade de radiação que atinge o detector também é influenciada pelo sexo do paciente (MOTHIRAM et al, 2013).

#### 4.1. Análise estatística

Foi realizado o teste de normalidade da amostra pelo método Shapiro- Wilk, tendo o p valor maior que 0,005, o que indica um comportamento normal dos dados. Posteriormente a isto, foi calculado o grau de correlação pelo método de Pearson dos IEs adquiridos com a dose de kerma medido pela câmara de ionização. O valor de R determinado foi de 0,6881. Esse valor indica que os dados da amostra possuem uma correlação positiva e moderada, indicando a relevância do aprofundamento do estudo e ampliação da amostra.

### 5.CONCLUSÃO

O teste de verificação da calibração do cassete não alcançou o valor esperado o que pode ser justificado pelo tempo de uso dos IPs (maior que 4 anos) e portanto pode apresentar um desvanecimento de sinal fotoestimável previsto para tecnologia CR. Caso isto não ocorra, estudos anteriores indicam que, em sistemas CR, o IE sofre pequenas variações para uma mesma dose de radiação (BUTLER et al, 2010).

A análise estatística mostrou que o IE e a dose de kerma na entrada da pele do paciente possuem uma correlação moderada e positiva, o que indica que há uma grande tendência dos valores de dose acompanhar as flutuações do índice de exposição, ou seja, valores de IE maiores terão valores de dose maiores também.

### 6.REFERÊNCIAS

AAPM. Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems. Report of AAPM Task Group 10. Outubro, 2006.

AAPM. An Exposure Indicator for Digital Radiography. Report of AAPM Task Group 116. Julho, 2009.

BUTLER, M.L. et al. Are Exposure Index Values Consistent in Clinical Practice? A Multi-manufacturer Investigation. *Radiation Protection Dosymetry*, Austrália, Vol. 139, No. 1–3, pp. 371–374. Março 2010. Disponível em: < <http://rpd.oxfordjournals.org/> >.

DON, S. et al. New Exposure Indicators For Digital Radiography Simplified For Radiologists and Technologists. *American Journal of Roentgenology*, Pittsburgo. Fevereiro, 2012. Disponível em: < [www.ajronline.org](http://www.ajronline.org) >.

FILHO, D.B.R; JUNIOR,J.A.S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Pernambuco, Vol. 18, No.1, pp. 115-146. 2009. Disponível em: < <http://www.revista.ufpe.br> >.

MOTHIRAM, U. et al. Retrospective Evaluation of Exposure Index (EI) Values From Plain Radiographs Reveals Important Considerations For Quality Improvement. *Journal of Medical Radiation Sciences*, Austrália. Outubro, 2013. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com> >.

SEERAM, E. The New Indicator for Digital Radiology. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, Austrália. 2014. Disponível em: < [www.elsevier.com/locate/jmir](http://www.elsevier.com/locate/jmir) >.