

## CORRELAÇÃO DA DOSE DE RADIAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS CR E DR NO ESTUDO RADIOLÓGICO DO CRÂNIO

LUCAS, Julio Cesar Bezerra<sup>1</sup>  
BARROS, Oliveira Martins de<sup>2</sup>  
SIMÃO, Ricardo Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

As imagens radiológicas proporcionam informações relevantes em relação à conduta sobre o diagnóstico e tratamento do paciente. Portanto, durante o processo de formação das imagens é importante a implementação de protocolos para manter a qualidade das imagens com a menor dose de radiação possível. Nas últimas três décadas, houve grande avanço na forma de capturar os raios X utilizando placas sensíveis em substituição aos chassis. As placas CR (Computed Radiography) utilizam material conhecido genericamente de “fósforo” capaz de gerar uma imagem latente que será convertida em imagem visível após ser lido por um leitor de placa IP (Image Plate). O sistema DR (Digital Radiography) permite uma conversão direta dos raios X e que, através de software, irá mostrar imagens direto em um monitor. Apesar das placas CR e DR obterem imagens de boa qualidade, as doses de radiação necessárias são variadas devido às diferentes sensibilidades. A proposta deste estudo é quantificar as doses de radiação nos dois sistemas para os exames de crânio, comparar os resultados e avaliar as ações necessárias e possíveis para se obter uma otimização de dose entre os sistemas, buscando beneficiar o paciente na redução de dose.

**Palavras-chave:** placa de fósforo; sistema CR; sistema DR; dose de radiação.

### ABSTRACT

The radiological images provide relevant information regarding the conduct on the diagnosis and treatment of the patient. Therefore, during the process of image formation it is important to implement protocols to maintain the quality of the images with the lowest radiation dose possible. Over the past three decades, there has been a breakthrough in how to capture X-rays using sensitive plates instead of the chassis. CR (Computed Radiography) plates use material known generically as "phosphor" capable of generating a latent image that will be converted into visible image after being read by an IP plate reader (Image Plate). The DR (Digital Radiography) system allows direct X-ray conversion and, through software, will show images directly on a monitor. Although CR and DR plates obtain good quality images, the required radiation doses are varied due to different sensitivities. The purpose of this study is to quantify the radiation doses in the two systems for the skull exams, to compare the results and to evaluate the necessary and possible actions to obtain a dose optimization between the systems, seeking to benefit the patient in reducing the dose.

**Key words:** *phosphor plate, CR system, DR system, radiation dose.*

<sup>1</sup> Docente, SENAC Tiradentes

<sup>2</sup> Docente, SENAC Tiradentes

<sup>3</sup> Docente, SENAC Tiradentes

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a Radiologia apresenta um papel de extrema importância para a Medicina Diagnóstica, principalmente por se tratar de uma especialidade em constante avanço tecnológico.

Segundo Soares (2011) a utilização da radiação ionizante para fins de diagnósticos cresce aproximadamente 10% ao ano no Brasil em razão do desenvolvimento tecnológico. Para substituir a radiografia convencional, considerada analógica, surgiram os sistemas digitais CR e DR para aquisição de imagens de raios X, possibilitando a otimização da dose de radiação no paciente. Inicialmente surgiu a placa CR apresentando a propriedade de absorver e armazenar a radiação, que posteriormente será inserida em uma leitora e está fará a interpretação da quantidade de radiação armazenada e a conversão em imagem digital. Posteriormente surgiram as placas DR, com a possibilidade de uma leitura mais rápida da radiação, convertendo esta exposição em imagens transmitidas para um monitor (Nicholas, 2015).

Para a utilização das placas CR e DR durante os exames de raios X, é necessário aplicar parâmetros físicos de exposição para adequar a dose de radiação ao paciente. (C.T.P.Chan, 2015). Porém, esta radiação ionizante utilizada em exames é prejudicial ao paciente, por isso deve-se evitar a exposição desnecessária (Tania, 2009).

## 2. JUSTIFICATIVA

O Sistema Único de Saúde (SUS) criou a Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias, através da lei 12.401/2011, segundo a qual devem ser considerados os aspectos clínicos, sociais e econômicos envolvidos nas decisões para a incorporação, alteração ou exclusão de tecnologias no sistema de saúde (CONTÓ, 2015).

Nesse sentido, esse estudo visa estudar a possibilidade de otimização da dose de radiação através da comparação entre duas tecnologias para a realização de exames de raios X, consistindo na quantificação das doses de radiação aplicadas nos exames de crânio com a utilização de placa CR e de placa DR.

A quantificação das doses de radiação utilizadas e a comparação entre as duas tecnologias, possivelmente trará um cenário para se realizar a escolha entre as placas CR e DR, bem como o uso de uma quantidade inferior de radiação nas etapas de aquisição das imagens do crânio.

## 3. OBJETIVOS

Correlacionar os valores de doses de radiação nos sistemas de placas CR e DR. Identificar e descrever os fatores técnicos responsáveis pela variação na dose de radiação em cada sistema de placas.

Buscar a otimização de dose de radiação utilizada na realização de procedimentos de raios X de crânio.

## 4. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental. Tal método foi escolhido em função do estudo ser de caráter comparativo, alterando possíveis variáveis. *“O estudo experimental ocorre quando se manipula diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo. A manipulação de variáveis proporciona o estudo da relação entre as causas e os efeitos de determinado fenômeno » (CERVO, 2007).*

Para Gil (1989), *“de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica”.*

A pesquisa será desenvolvida no Laboratório de Radiologia do Centro Universitário SENAC, Unidade Tiradentes, utilizando-se de um equipamento de raios X, uma placa DR fabricada pela empresa General Eletric, acoplada a um computador e uma placa CR com o dispositivo de leitor fabricado pela empresa Konica Minolta.

Os equipamentos estão calibrados e atendem aos requisitos de proteção radiológica. Neste estudo, será utilizado um simulador de crânio que apresenta características de densidade e formato similar a anatomia humana, fabricado pela empresa CIRS. O simulador ficará disposto para exposição da radiação conforme orientações técnicas de posicionamentos do Colégio Brasileiro de Radiologia.

Durante a realização das exposições, serão utilizadas placas CR e DR com a mesma configuração de tamanho e marca, evitando variações de sensibilidade. Os cálculos para se obterem os parâmetros físicos de exposição nessas placas, seguirão os critérios do Colégio Brasileiro de Radiologia.

Inicialmente será feita uma revisão bibliográfica do que já foi publicado sobre o assunto, escolhendo os artigos que serão utilizados como referência na comparação dos dados.

Posteriormente, o estudo terá duas etapas: na primeira, serão realizados cinquenta disparos de radiação no simulador de crânio utilizando a placa DR, os parâmetros físicos de exposição (kVp, mA e tempo) gerados, serão anotados.

Nesta placa DR o próprio sistema informa os valores dos parâmetros físicos de exposição aplicados, assim como a dose de radiação absorvida.

Na segunda etapa o procedimento será reproduzido fielmente com mais cinquenta disparos de radiação no simulador de crânio utilizando a placa CR. Nesta etapa, também os parâmetros físicos de exposição (kVp, mA e tempo) gerados, serão anotados.

Diferente do que ocorre na primeira etapa, a placa CR não informa a dose de radiação absorvida, para obtermos estes dados, serão feitos cálculos a partir dos parâmetros elétricos do aparelho de raios X.

A quantificação das doses da radiação absorvida, será anotada e analisada para posterior comparação entre os dois sistemas e a literatura.

Por fim, realizar-se-á o comparativo entre os resultados obtidos na exposição das placas CR e DR, buscando avaliar as ações necessárias e possíveis para se obter uma otimização de dose para os sistemas.

## 5. RESULTADOS

Nas tabelas ímpares estão os valores obtidos para o sistema de placas DR, enquanto que nas tabelas pares estão os valores obtidos para o sistema de placas CR.

As tabelas a seguir apresentam os valores obtidos da dose em mGy:

Tabela 1- Radiologia Digital - DR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	E
FG 60	34,5	638,8	54	2,184	04	
FG 65	20,7	642,8	32	1,578	05	
FG 70	13,60	638,4	21	1,224	06	
FG 74	10,3	643,7	16	1,047	07	
FG 45	101,0	505	200	3,045	01	
FG 50	101	505	200	4,057	02	
FG 55	63,2	505,6	125	3,240	03	
FG 60	34,1	511	67	2,156	04	
FG 65	20,40	515,1	40	1,555	05	
FG 70	13,4	523,4	26	1,206	06	
FG 75	9,34	516	18	0,977	07	
FG 80	6,74	514,5	13	0,809	08	
FG 85	5,49	513	11	0,748	09	

Tabela 2- Radiologia Computadorizada - CR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	
FG 60	34,5	630	54	1,95	04	
FG 65	20,7	630	32	1,37	05	
FG 70	13,60	630	21	1,12	06	
FG 74	10,3	630	16	0,95	07	
FG 45	101,0	500	200	2,85	01	
FG 50	101	500	200	4,01	02	
FG 55	63,2	500	125	3,11	03	
FG 60	34,1	500	67	1,95	04	
FG 65	20,40	500	40	1,37	05	
FG 70	13,4	500	26	1,06	06	
FG 75	9,34	500	18	0,85	07	
FG 80	6,74	500	13	0,73	08	
FG 85	5,49	500	11	0,66	09	

Tabela 3- Radiologia Digital - DR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	E
FG 45	101	404	250	3,045	01	
FG 50	101	404	250	4,057	02	
FG 55	63,19	402,5	157	3,239	03	
FG 60	35,50	405,2	88	2,247	04	
FG 65	20,8	411	51	1,586	05	
FG 70	13,30	414,3	32	1,197	06	
FG 75	9,22	413,4	22	0,965	07	
FG 80	6,58	408,6	16	0,790	08	
FG 85	5,17	407	13	0,704	09	
FG 90	4,17	408,8	10	0,640	10	
FG 45	101,98	318,7	320	3,074	01	
FG 50	101,98	318,7	320	4,096	02	
FG 55	63,80	322,2	198	3,270	03	
FG 60	36,40	322,1	113	2,304	04	
FG 65	21,29	326,1	65	1,624	05	
FG 70	13,4	327,6	40,9	1,206	06	
FG 75	9,09	329,3	9,09	0,951	07	
FG 80	6,5	329,9	19,7	0,780	08	
FG 85	5,02	323,8	15,05	0,684	09	
FG 90	3,97	322,7	12,3	0,609	10	

Tabela 4- Radiologia Computadorizada - CR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	
FG 45	101	400	250	2,88	01	
FG 50	101	400	250	3,75	02	
FG 55	63,19	400	157	3,02	03	
FG 60	35,50	400	88	2,01	04	
FG 65	20,8	400	51	1,38	05	
FG 70	13,30	400	32	0,98	06	
FG 75	9,22	400	22	0,81	07	
FG 80	6,58	400	16	0,66	08	
FG 85	5,17	400	13	0,64	09	
FG 90	4,17	400	10	0,52	10	
FG 45	101,98	320	320	2,83	01	
FG 50	101,98	320	320	3,78	02	
FG 55	63,80	320	198	3,02	03	
FG 60	36,40	320	113	2,11	04	
FG 65	21,29	320	65	1,42	05	
FG 70	13,4	320	40,9	1,12	06	
FG 75	9,09	320	9,09	0,78	07	
FG 80	6,5	320	19,7	0,65	08	
FG 85	5,02	320	15,05	0,58	09	
FG 90	3,97	320	12,3	0,52	10	

Tabela 5- Radiologia Digital - DR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	E
FG 45	99,8	249,5	400	3,008	01	
FG 50	99,8	249,5	400	4,009	02	
FG 55	64,08	251,3	255	3,285	03	
FG 60	36,5	251,7	145	2,311	04	
FG 65	21,8	252	86	1,662	05	
FG 70	13,6	253,7	54	1,224	06	
FG 75	8,98	255,1	35,2	0,940	07	
FG 80	6,4	253,9	25,2	0,768	08	
FG 85	4,87	253,6	19	0,664	09	
FG 90	3,9	251,6	15,5	0,598	10	
FG 45	99,8	199,6	500	3,008	01	
FG 50	99,8	199,6	500	4,009	02	
FG 55	56,69	199,6	284	2,906	03	
FG 60	32,5	200,6	162	2,057	04	
FG 65	20,1	201,4	100	1,533	05	
FG 70	12,3	202,3	61	1,107	06	
FG 75	8,23	202,2	41	0,861	07	
FG 80	5,71	203,9	28	0,685	08	
FG 85	4,39	201,3	22	0,598	09	
FG 90	3,49	200,5	17	0,535	10	

Tabela 6- Radiologia Computadorizada - CR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FF					dose	
FG 45	99,8	250	400	2,81	01	
FG 50	99,8	250	400	3,82	02	
FG 55	64,08	250	255	3,02	03	
FG 60	36,5	250	145	2,11	04	
FG 65	21,8	250	86	1,48	05	
FG 70	13,6	250	54	1,08	06	
FG 75	8,98	250	35,2	0,81	07	
FG 80	6,4	250	25,2	0,66	08	
FG 85	4,87	250	19	0,52	09	
FG 90	3,9	250	15,5	0,52	10	
FG 45	99,8	200	500	2,81	01	
FG 50	99,8	200	500	3,83	02	
FG 55	56,69	200	284	2,71	03	
FG 60	32,5	200	162	1,73	04	
FG 65	20,1	200	100	1,42	05	
FG 70	12,3	200	61	0,98	06	
FG 75	8,23	200	41	0,72	07	
FG 80	5,71	200	28	0,58	08	
FG 85	4,39	200	22	0,47	09	
FG 90	3,49	200	17	0,43	10	



Tabela 7- Radiologia Digital - DR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy dose	Nº E
FG	45	100,99	160,3	630	3,044	01
FG	50	100,99	160,3	630	4,057	02
FG	55	56,5	159,6	354	2,896	03
FG	60	32,48	160	203	2,056	04
FG	65	19,89	160,4	124	1,517	05
FG	70	12,69	161,5	79	1,143	06
FG	75	8,16	161,5	50	0,853	07
FG	80	5,66	162,1	35	0,679	08
FG	85	4,31	162,6	26	0,587	09
FG	90	3,4	161	21	0,521	10
FG	45	99,76	124,7	800	3,007	01
FG	50	99,76	124,7	800	4,007	02
FG	55	57,99	124,7	465	2,972	03
FG	60	32,38	125	259	2,050	04
FG	65	19,89	125,1	159	1,517	05
FG	70	13,09	124,7	105	1,179	06
FG	75	8,38	125,7	67	0,877	07
FG	80	5,73	126,4	45	0,687	08
FG	85	4,3	126,4	34	0,586	09
FG	90	3,35	126,4	26	0,514	10

Tabela 8- Radiologia computadorizada - CR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy dose	Nº
FF	45	100,99	160	630	2,88	01
FF	50	100,99	160	630	3,78	02
FF	55	56,5	160	354	2,66	03
FF	60	32,48	160	203	1,78	04
FF	65	19,89	160	124	1,37	05
FF	70	12,69	160	79	1,01	06
FF	75	8,16	160	50	0,78	07
FF	80	5,66	160	35	0,58	08
FF	85	4,31	160	26	0,48	09
FF	90	3,4	160	21	0,46	10
FF	45	99,76	125	800	2,81	01
FF	50	99,76	125	800	3,78	02
FF	55	57,99	125	465	2,72	03
FF	60	32,38	125	259	1,88	04
FF	65	19,89	125	159	1,38	05
FF	70	13,09	125	105	1,02	06
FF	75	8,38	125	67	0,73	07
FF	80	5,73	125	45	0,61	08
FF	85	4,3	125	34	0,57	09
FF	90	3,35	125	26	0,49	10

Tabela 9- Radiologia Digital - DR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy dose	Nº E
FF	45	99,80	99,8	1000	3,008	01
FF	50	99,80	99,8	1000	4,009	02
FF	55	58,9	100	589	3,019	03
FF	60	33,7	100	337	2,134	04
FF	65	20,3	100	203	1,548	05
FF	70	13,3	100	133	1,197	06
FF	75	8,65	100,3	86	0,905	07
FF	80	5,83	100,5	58	0,700	08
FF	85	4,31	100,4	43	0,587	09
FF	90	3,37	100,8	33	0,516	10
FF	45	99,98	79,9	1250	3,011	01
FF	50	99,98	79,9	1250	4,012	02
FF	55	58,97	79,8	739	3,023	03
FF	60	33,28	79,8	417	2,107	04
FF	65	20,8	80	251	1,531	05
FF	70	13,19	80,4	164	1,187	06
FF	75	8,91	80,3	111	0,933	07
FF	80	5,97	80,3	74	0,716	08
FF	85	4,38	80,2	55	0,597	09
FF	90	3,30	80,4	41	0,506	10

Tabela 10- Radiologia Computadorizada- CR

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy dose	Nº
FF	45	99,80	100	1000	2,81	01
FF	50	99,80	100	1000	3,78	02
FF	55	58,9	100	589	2,98	03
FF	60	33,7	100	337	2,01	04
FF	65	20,3	100	203	1,47	05
FF	70	13,3	100	133	0,98	06
FF	75	8,65	100	86	0,88	07
FF	80	5,83	100	58	0,62	08
FF	85	4,31	100	43	0,48	09
FF	90	3,37	100	33	0,49	10
FF	45	99,98	80	1250	2,88	01
FF	50	99,98	80	1250	3,81	02
FF	55	58,97	80	739	2,81	03
FF	60	33,28	80	417	1,95	04
FF	65	20,8	80	251	1,38	05
FF	70	13,19	80	164	1,02	06
FF	75	8,91	80	111	0,93	07
FF	80	5,97	80	74	0,70	08
FF	85	4,38	80	55	0,51	09
FF	90	3,30	80	41	0,48	10

## 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados nas tabelas de 1 a 10 referem-se às medidas obtidas com as variações de kV, mAs, mA, ms e mGy utilizando os sistemas de placas receptoras CR (Computed Radiography) e DR (Digital Radiography). As medidas de dose (mGy) obtidas variam conforme são aplicados valores diferentes de kV, mAs, mA e ms no phantom de crânio. Para a placa receptora DR, os valores de dose (mGy) foram obtidos através da leitura direta na tela do computador no qual o software faz o cálculo diretamente considerando que a placa está calibrada e em perfeitas condições de uso. Para a placa CR, os valores de dose (mGy) foram obtidos através de cálculos matemáticos que levam em consideração a espessura da estrutura, o kV, mAs, mA e ms de cada exposição realizada.

Os valores de kV aplicados sofreram variações entre 45 e 90, o que afeta diretamente a energia dos fótons X e conseqüentemente a dose de radiação recebida. Outro valor que afeta diretamente a dose é o mAs (mA x s), no qual o aumento do mAs implica no aumento na dose de radiação. As duas grandezas juntas são responsáveis pela formação das imagens e pela dose de radiação recebida pelo paciente nos exames realizados com raios X.

## 7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O aumento do kV com a manutenção do mAs causa uma menor absorção dos raios X pelos tecidos e, conseqüentemente, uma redução na dose de radiação absorvida, sendo que em ambos os sistemas (CR e DR) isto é observado. Portanto, uma das técnicas radiológicas aplicadas para a redução de dose é aquela que utiliza altos kVs com baixos mAs, sem que cause grandes alterações na visualização das imagens.

O aumento do mAs com a manutenção do kV causa uma maior absorção dos raios X pelos tecidos e, conseqüentemente, um aumento na dose de radiação absorvida, sendo que para ambos os sistemas isto é observado. Como consequência, as técnicas radiológicas aplicadas com alto mAs são consideradas importantes para o aumento da dose de radiação no paciente. Deve existir um equilíbrio na aplicação dos parâmetros de kV e mAs que depende das características teciduais e da espessura da estrutura anatômica.

## 8. CONCLUSÃO

As maiores doses de radiação são observadas em condições extremas no qual temos baixo kV e alto mAs aplicados simultaneamente. Em condições normais nas clínicas ou hospitais, os profissionais das técnicas radiológicas devem evitar tal situação que pode causar perda da imagem e repetição de exames. Por outro lado, utilizar baixos valores de mAs podem gerar ruídos na imagem pela baixa quantidade de raios X (ruído quântico) com a formação de imagem “fantasma” com consequência de perda da imagem e repetição de exames. Deve-se adotar um equilíbrio entre kV, mAs (mA x s) no qual a dose de radiação seja otimizada e a imagem seja adequada para o laudo médico.

## 9. REFERÊNCIAS

1. CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
  2. CHAN, C. T. P.; FUNG, K. K. L. Dose optimization in pelvic radiography by air gap method on CR and DR systems—A phantom study. **Radiography**, v. 21, n. 3, p. 214-223, 2015.
  3. CONTÓ, Murilo; DE AGOSTINO BIELLA, Carla; PETRAMALE, Clarice Alegre. Dispositivos médicos no Sistema Único de Saúde (SUS) - avaliação e incorporação tecnológica. **Gestão e Saúde**, v. 6, n. 4, p. Pág. 3016-3023, 2015.
  4. FURQUIM, Tania AC; COSTA, Paulo R. Quality assurance in diagnostic radiology. **Revista Brasileira de Física Médica (Online)**, v. 3, n. 1, p. 91-99, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Atlas, 2010.

5. SOARES, Flávio Augusto Penna; PEREIRA, Aline Garcia; FLÔR, Rita de Cássia. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Radiol. Bras**, v. 44, n. 2, p. 97-103, 2011.
6. TAYLOR, Nicholas. The art of rejection: Comparative analysis between Computed Radiography (CR) and Digital Radiography (DR) workstations in the Accident & Emergency and General radiology departments at a district general hospital using customised and standardised reject criteria over a three year period. **Radiography**, v. 21, n. 3, p. 236-241, 2015.

**Endereço Eletrônico:**

Ricardo Silva Simão  
E-mail: [ricardo.ssimao@sp.senac.br](mailto:ricardo.ssimao@sp.senac.br)

Recebido em: 26 de abril de 2018  
Aceito em: 10 de junho de 2018