

## OTIMIZAÇÃO DA DOSE DE RADIAÇÃO NOS PROCEDIMENTOS RADIOLÓGICOS DO CRÂNIO COM A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DA IMAGEM

### OPTIMIZATION OF THE RADIATION DOSE IN THE RADIOLOGICAL PRODURES OF THE SKULL WITH THE MAINTENANCE OF IMAGE QUALITY

SIMÃO, Ricardo Silva<sup>1</sup>  
BARROS, Oliveira Martins de<sup>2</sup>

#### RESUMO

Um dos grandes desafios para o setor de radiodiagnóstico é a ausência do controle da dose de radiação emitida durante a realização dos exames de raios X. O objetivo deste trabalho é comparar as doses de radiação emitida durante os procedimentos radiológicos em equipamentos de raios X convencional e digital para aquisição de imagens radiológicas. O estudo proposto oportunizará, em um ambiente realista, uma compreensão da quantidade de dose de radiação que o phantom de crânio recebe quando é submetido a exames de raios X em equipamentos convencionais e digitais. Trata-se de um estudo experimental comparativo entre as aquisições de imagens convencionais e digitais no estudo radiológico do crânio. Diante das diretrizes elencadas pela ANVISA e do Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR), fica evidente a necessidade de haver protocolos que deem subsídio a aplicação de fatores técnicos de energia na produção de imagens radiológicas, criando o compromisso de gerar a menor dose de radiação no paciente, com a preservação e manutenção da qualidade da imagem radiológica.

**PALAVRAS-CHAVES:** Dose de radiação, raios X convencional e raios X digital.

#### ABSTRACT

One of the great challenges for the radiodiagnosis sector is the absence of control of the dose of radiation emitted during the X-ray examinations. The objective of this work is to compare the doses of radiation emitted during the radiological procedures in conventional X-ray equipment and for the acquisition of radiological images. The proposed study will provide a realistic understanding of the amount of radiation dose the skull phantom receives when undergoing X-ray examinations in conventional and digital equipment. This is a comparative experimental study between the acquisition of conventional and digital images in the radiological study of the skull. In view of the guidelines set forth by ANVISA and the Brazilian College of Radiology (CBR), it is evident the need for protocols that subsidize the application of technical energy factors in the production of radiological images, creating a commitment to generate the lowest radiation dose in the patient, with the preservation and maintenance of the radiological image quality.

**KEY WORDS:** Radiation dose, conventional X-rays and X-rays digital.

---

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

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

## 1. INTRODUÇÃO COM JUSTIFICATIVA

Um dos grandes desafios para o setor de radiodiagnósticos é a ausência do controle da dose de radiação emitida durante a realização dos exames de raios X do crânio quando os mesmos são realizados em um equipamento com sistema digital. Atualmente, quando na utilização de equipamentos de raios X convencional, são aplicadas doses de radiação preconizadas pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR). Outra maneira é o uso da técnica de Marfan, que se utiliza da espessura da estrutura a ser radiografado e com cálculos específicos chega nos ideais valores dos parâmetros técnicos de energia (kVp, mA, mAs e tempo). A aplicação desta técnica leva a geração de imagens radiológicas com qualidade compatível com o padrão para interpretação médica (SOARES, 2016). Ocorre que os valores preconizados pelo (CBR), e os cálculos oriundos da técnica de Marfan, e que são utilizados em equipamentos de raios X convencional, não foram testados em equipamentos de raios X digital. Atualmente são aplicados parâmetros elétricos de energia sem um padrão definido, onde a dose no paciente não tem resultado quantificado, apesar da qualidade da imagem estar dentro dos padrões da análise médica (DE ALBUQUERQUE, 2017). Isso ocorre por vezes pela possibilidade da manipulação da imagem, o que é possível fazer com o software de manipulação de imagens disponível no equipamento. O estudo proposto oportunizará, em um ambiente realista, uma compreensão da quantidade de dose de radiação que o Phantom do crânio recebe quando é submetido a exames de raios X em equipamentos digitais, assim será possível aplicar variações nos parâmetros técnicos de energia a partir do padrão proposto, e desta forma, procurar determinar parâmetros reais em equipamentos digitais, e com isso contribuir com uma dose menor de radiação no paciente, e ainda buscar manter a qualidade da imagem radiológica do crânio.

Diante das diretrizes elencadas pela ANVISA, fica evidente a necessidade de haver protocolos que deem subsídio a aplicação de fatores técnicos de energia na produção de imagens radiológicas, criando o compromisso de gerar a menor dose de radiação de exposição no paciente, com a preservação e manutenção da qualidade da imagem radiológica. Segundo TORRES (2015), a menor dose de radiação quando é exposto um paciente está justificada no princípio de ALARA (*As low As Reasonably Achievable*). É um acrônimo para a expressão “tão baixo quanto razoavelmente exequível”.

## 2. OBJETIVOS

Comparar as doses de radiação emitidas durante os procedimentos radiológicos do crânio em equipamentos de raios X convencional e digital para aquisição de imagens radiológicas de qualidade estabelecidos pelo CBR.

## 3. MÉTODOS E MATERIAIS

Trata-se de um estudo experimental comparativo entre as aquisições de imagens convencionais e digitais no estudo radiológico do crânio. 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).

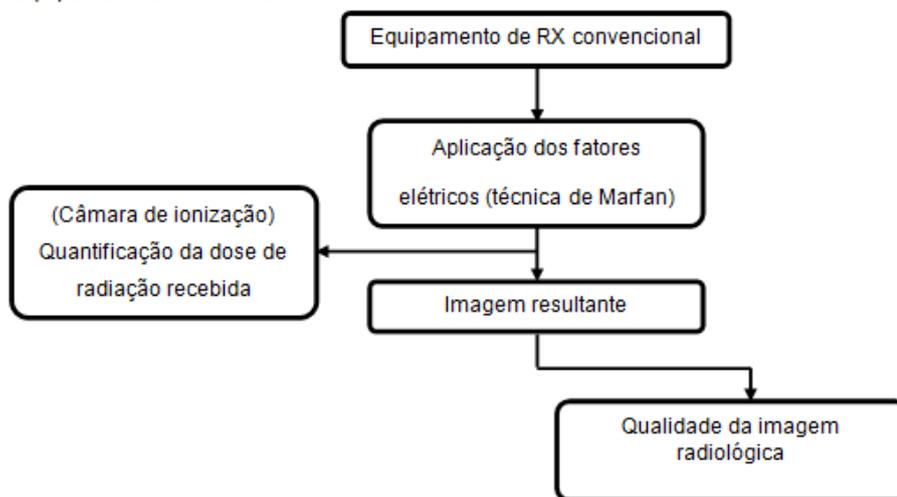
Para Gil (1989), “de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica”.

Os materiais consistem na produção e análise de imagens do crânio com diferentes condições, tais como:

1. 20 imagens do crânio produzidas no Hospital Nossa Senhora do Pari, em equipamento de raios X convencional CDK 600 – mA 500 e Kv 120. As imagens foram reveladas em processadora convencional macrotec – Mx2.
2. 20 imagens do crânio produzidas no Centro Universitário Senac, em equipamentos de raios X digital GE Healthcare – mA 400 e Kv 130. As imagens foram processadas no equipamento CR Konica Minota, modelo Regius 190.
3. Análise comparativa da dose de radiação recebida pelo phantom nestes dois equipamentos.
4. Análise comparativa da qualidade das imagens do crânio gerada nestes dois equipamentos, feita por profissionais médicos radiologistas com expertise na área. Para auxiliar na comparação dos resultados, foi utilizado imagens radiológicas do crânio de um phantom.

A metodologia para obter as imagens radiológicas do crânio foi dividida em quatro etapas. Primeira etapa: Aquisição de 01 imagem do crânio em equipamento de raios X convencional. Nesta etapa é aplicado a técnica de Marfan e/ou a orientação dada pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR) sobre os parâmetros elétricos que dão origem a dose de radiação para exames de raios X do crânio. Segunda etapa: Equipamento de raios X digital, para a aquisição de imagens radiológicas do crânio, será aplicado variações nos parâmetros elétricos de energia a partir do que é preconizado pela técnica de Marfan e/ou a orientação dada pelo CBR. Serão aplicadas variações mínimas e máximas de kVp e mAs que não causem muito enegrecimento nas imagens ou não deixe as imagens muito claras (imagem fantasma). As variações permitem a manutenção mínima da qualidade das imagens, porém com variações significativas nas doses de radiação. As doses de radiação são obtidas após os valores dos parâmetros elétricos serem inseridas na tela específica do computador (central workstation). Nas duas etapas, durante o procedimento para aquisição das imagens, foi utilizado uma câmara de ionização para registrar a dose de radiação recebido pelo Phantom. Terceira etapa: Análise comparativa entre as doses de radiação recebida pelo Phantom nos equipamentos de raios X convencional e digital. Quarta etapa: Análise comparativa da qualidade das imagens radiológicas do crânio, geradas na primeira e segunda etapa. Neste momento, tivemos a participação de radiologistas. Para comparação, foi analisado e considerado, os fatores técnicos de posicionamentos corretos, fatores elétricos e qualidade das imagens avaliadas segundo o CBR no Protocolo Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por imagem.

**Figura 1** – Diagrama da 1ª etapa; aquisição da imagem radiológica do Phantom de crânio no equipamento convencional.



**Figura 2** – Diagrama da 2ª etapa: aquisição da imagem radiológica do Phantom de crânio no equipamento digital.

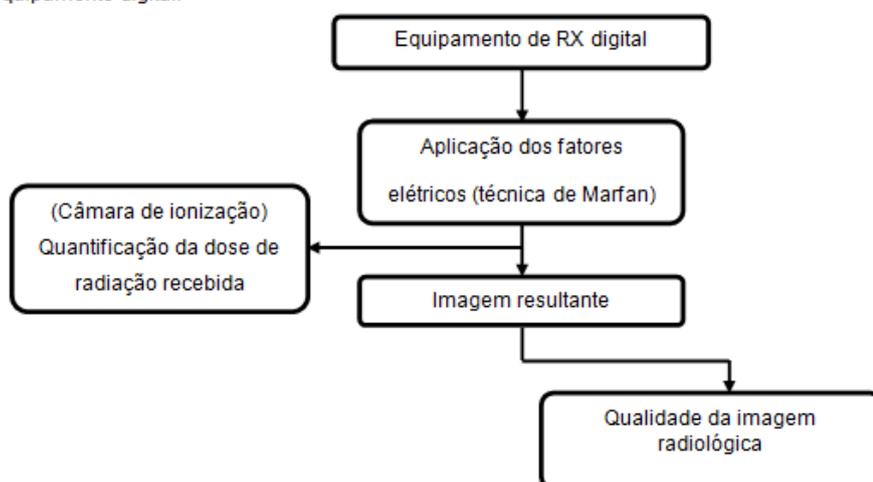
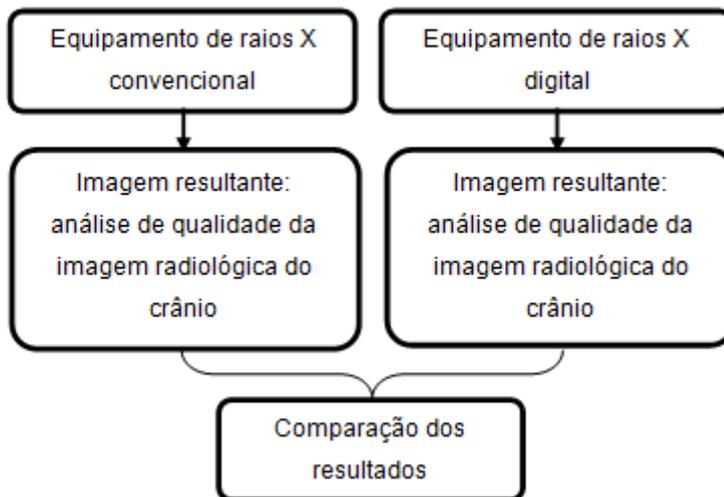


Figura 3 – Diagrama da 3ª etapa: comparação dos resultados da dose de radiação recebida pelo Phantom de crânio.



Figura 4 – Diagrama da 4ª etapa comparação dos resultados da qualidade da imagem radiológica do crânio.



#### 4. RESULTADOS

Na tabela 1 mostra os valores referente ao processamento analógico das imagens. Na tabela 2 mostra os valores referente ao processamento digital das imagens.

Tabela 1 – Processamento analógico

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FG 45	100	250	395	3,01	01	
FG 50	100	250	381	4,01	02	
FG 53	80	250	377	3,7	03	
FG 56	80	250	365	4,3	04	
FG 59	62,5	250	361	3,8	05	
FG 62	62,5	250	358	4,3	06	
FG 65	50	250	351	3,8	07	
FG 68	50	250	344	4,2	08	
FG 71	40	250	339	3,7	09	
FG 73	40	250	335	3,9	10	
FG 75	31,25	250	331	3,3	11	
FG 77	31,25	250	327	3,4	12	
FG 79	25	250	322	2,9	13	
FG 81	25	250	318	3,1	14	
FG 82	20	250	314	2,5	15	
FG 84	20	250	305	2,7	16	
FG 86	15,75	250	291	2,2	17	
FG 87	15,75	250	284	2,3	18	
FG 90	12,5	250	277	1,9	19	
FG 91	12,5	250	251	2,0	20	

Tabela 2 – Processamento analógico

Fatores Técnicos						
FG	kV	mAs	mA	ms	mGy	Nº
FG 45	100	250	395	3,16	01	
FG 50	100	250	381	4,11	02	
FG 53	80	250	377	4,1	03	
FG 56	80	250	365	4,9	04	
FG 59	62,5	250	361	4,3	05	
FG 62	62,5	250	358	4,9	06	
FG 65	50	250	351	4,6	07	
FG 68	50	250	344	4,8	08	
FG 71	40	250	339	4,3	09	
FG 73	40	250	335	4,4	10	
FG 75	31,25	250	331	4,6	11	
FG 77	31,25	250	327	3,9	12	
FG 79	25	250	322	3,5	13	
FG 81	25	250	318	3,6	14	
FG 82	20	250	314	2,9	15	
FG 84	20	250	305	3,4	16	
FG 86	15,75	250	291	2,8	17	
FG 87	15,75	250	284	2,6	18	
FG 90	12,5	250	277	2,4	19	
FG 91	12,5	250	251	2,5	20	

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 referem-se às medidas obtidas com as variações de kV, mAs, mA, ms e mGy utilizando os sistemas de radiologia convencional e raios X digital (CR). As medidas de dose (mGy) obtidas variam conforme são aplicados valores diferentes de kV, mAs, mA e ms no phantom de crânio. Para o sistema de raios X convencional, foi aplicado a técnica de Marfan e/ou a orientação dada pelo Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR) sobre os parâmetros elétricos que dão origem a dose de radiação para exames de raios X do crânio. 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 parâmetros de kV aplicados sofreram variações entre 45 à 91, o que afeta diretamente o poder de penetração dos fótons de raios X, e conseqüentemente a dose de radiação recebida. Em relação ao parâmetro de mAs, o mesmo implica no aumento na dose de radiação. Sendo assim, as duas grandezas juntas são responsáveis pelo poder de penetração dos feixes, pelo brilho e contraste das imagens avaliadas em exames de raios X realizados pelos equipamentos convencionais e digitais (CR).

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os equipamentos de radiologia convencional proporcionaram uma menor taxa de dose de radiação ionizante quando aplicados nos exames de raios X convencional. Isso ocorre devido ao processo de revelação automática que utiliza elementos químicos para a formação da imagem radiológica. Esse processamento automático junto com os elementos químicos, criam a possibilidade de otimização da dose de radiação ionizante, utilizando parâmetros elétricos sem a alteração nos processos físicos da película de forma inadequada durante a revelação, proporcionando a manutenção e a qualidade das imagens radiológicas. Nos sistemas de formação de imagem digital, a possibilidade de otimização de dose de radiação ionizante não é possível, devido à possibilidade de intensificação do feixe de radiação ionizantes, a fim de computar a perda ocasionada pela formação destas imagens. Após a verificação das médias entre as modalidades de formação das imagens, a radiologia convencional proporcionou a redução da dose de radiação entre 10 a 12% quando comparado ao processo de radiologia digital.

## 7. CONCLUSÃO

Um dos maiores desafios dos profissionais das técnicas radiológicas é conhecer e acompanhar a evolução tecnológica. Portanto, estes conhecimentos darão o subsídio técnico para apresentarmos exames com a devida qualidade bem como a otimização das doses de radiação aos pacientes e aos trabalhadores ocupacionalmente expostos. Para processos de otimização há necessidade de se conhecer os mecanismos de obtenção das imagens radiológicas e os processos de digitalização. No presente trabalho, diante dos fatores de aquisição, que incluíram os parâmetros elétricos e as tecnologias utilizadas, foi observado pelos avaliadores que imagens digitalizadas forneceram qualidade superior em relação à radiologia convencional, inclusive pela possibilidade de manipulação de alguns fatores, como brilho, contraste, filtros específicos entre outros. Mas, em relação à dose de radiação, o sistema digital apresentou dose de radiação superior em comparação ao sistema convencional (analógico). 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 a 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.

## 8. REFERÊNCIAS

1. BUSHONG, Stewart. Ciência radiológica para tecnólogos. Elsevier Health Sciences, 2011.
2. PAZ, Adriéle; BOLOGNESI, Leandro. RADIOPROTEÇÃO APLICADA AO SERVIÇO DE HEMODINÂMICA. Tekhne e Logos, v. 8, n. 1, p. 68-82, 2017.

3. DE ALBUQUERQUE, Alvaro Santana et al. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS RADIOGRÁFICOS CONVENCIONAIS E DIGITAIS; REVISÃO DE LITERATURA. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-FACIPE, v. 2, n. 3, p. 99, 2017
4. GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. In: Métodos e técnicas de pesquisa social. Atlas, 2010.
5. CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; DA SILVA, Roberto. Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
6. ROQUE-TORRES, Gina D. et al. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia, ortopedia facial y funcional. Revista Estomatológica Herediana, v. 25, n. 1, p. 61-78, 2015.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 453, de 1o de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico que dispõe sobre diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo o território nacional e dá outras providências. Brasília; 1998. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/453\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/453_98.htm). Acesso em 27 de out 2018.
8. SOARES, Amanda Anastacio; SOARES, Flávio Augusto Penna; KAHL, Gabrielly Gomes. Estimativa de Dose Absorvida pelo Paciente relacionada à Anatomia Irradiada. Brazilian Journal of Radiation Sciences, v. 4, n. 1A, 2016.

**Endereço eletrônico:**

Ricardo Silva Simão

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

Recebido em: 19 de Junho de 2019  
Aceito em: 29 de Junho de 2019