

## **Benefícios do teste de exatidão do sistema colimação e alinhamento do raio central do feixe para a qualidade de imagem radiográfica em aparelhos de raio x convencional**

Layrton Jhardel M. Sobrinho<sup>1\*</sup>

Iankel Ribeiro de Sá Vieira<sup>2\*</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho tem por objetivo, levando em consideração a necessidade de constante avaliação dos equipamentos de radiodiagnóstico, estudar e revisar os testes de controle de qualidade, se tratando da avaliação da coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação e do alinhamento do feixe de radiação dos equipamentos de raios X médico em serviços de radiologia. Trata-se de uma análise bibliográfica fundamentada em trabalhos de revisão integrativa. A revisão integrativa é decidida como aquela em que estudos já publicados são sintetizados e originam conclusões sobre o tema de importância. Neste estudo, realizado nos anos de 2015 e 2016, os dados foram obtidos através da revisão de dezoito (18) artigos científicos, que avaliaram as principais vantagens do teste de exatidão do sistema de colimação, como também as principais dificuldades encontradas em relação a esse tema. A fim de se adequar aos pré-requisitos impostos pela portaria 453/98 do ministério da saúde, e visando a qualidade radiográfica diagnosticável, como também a proteção radiológica do paciente, e não menos importante a redução dos custos para o serviço, a execução do teste de exatidão do sistema de colimação e perpendicularidade do raio central são de extrema valor, assim como os demais testes sugeridos pela portaria 453, como, decorrentes da multiplicação de exames. Essas atividades além de ficarem relacionadas às atribuições do Tecnólogo em Radiologia, sendo, assim, uma ótima chance para o estudante do curso de radiologia aumentar efetivamente suas capacidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** Garantia de Qualidade. Raio x convencional. Teste de Exatidão.

### **ABSTRACT**

This work aims at taking into account the need for constant evaluation of diagnostic radiology equipment, study and review the quality control tests, as regards the evaluation of the coincidence between the light field and the radiation field and the beam alignment of radiation from medical X-ray equipment in radiology services. This is a literature review based on an integrative review work. The integrative review is decided as the one that published studies are synthesized and produce conclusions on the topic of significance. In this study, conducted in the years 2015 and 2016, data were obtained from eighteen review (18) scientific articles that evaluated the main advantages of accuracy test of the collimation system, as well as the main difficulties encountered in relation to this theme. In order to fit the prerequisites imposed by Decree 453/98 of the health ministry, aimed at diagnosable radiographic quality, as well as the radiological protection of the patient, and not least cost reduction for the service, the

---

<sup>1\*</sup> Graduando do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: layrtonjhardel@gmail.com

<sup>2\*</sup> Professor especialista do Curso de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: iankelribeiro@gmail.com

Originalmente publicado na Revista COOPEX/FIP (ISSN:2177-5052). 8ª Edição - Vol. 08 - Ano: 2017 (ano 08).

No seguinte endereço: <http://coopex.fiponline.edu.br/artigos>

implementation of accuracy test of the collimation system and squareness of the central ray are of extreme value, as well as other tests suggested by decree 453, as resulting from the multiplication tests. These activities in addition to being related to the technologist's tasks in radiology, and thus a great chance for student radiology course effectively increase their capacity.

**Keywords:** Quality assurance. Conventional x-ray. Accuracy test.

## INTRODUÇÃO

O raio X foi descoberto pelo o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) que foi batizada por raios-X, foi chamada assim por falta de informação da comunidade científica da época, a respeito da natureza dessa radiação (NPR, 2010)

Depois dessa descoberta, houve avanços tecnológicos e, foram criados aparelhos de raio X, que são utilizados para ajudar os médicos em diagnóstico. A radiologia diagnóstica tem como maior função mostrar patologias quando se usa imagens obtidas da interação da radiação ionizante com o paciente, espera-se que a imagem apresente uma boa qualidade. Na maioria das vezes essas imagens ruins são causadas pelo próprio aparelho de raio X, o mesmo pode estar descalibrado. A garantia, qualidade e segurança dos aparelhos de raio X médico e a qualidade em radiologia diagnóstica médica segundo a OMS (Organização Mundial De Saúde) é dita como uma forma de direção no conceito, (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 1993)

Os melhores meios para se obter uma boa imagem radiográfica é a execução de um programa de controle para garantir que imagens qualificadas sejam produzidas, fornecendo um bom diagnóstico e diminuindo a irradiação desnecessária ao paciente (OPS, 1984)

O uso de radiação ionizante para fins diagnósticos vem crescendo anualmente, em razão do desenvolvimento dos equipamentos e facilidades no acesso ao exame radiográfico e no aumento de pacientes precisando desse tipo de exames. No Brasil, essa utilização vem aumentando e crescendo a taxas próximas de 10% ao ano, e os exames de diagnóstico por imagem, segundo dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), tiveram acréscimo de 45,27% (BRASIL, 2016).

No Brasil, sabemos das ações no desenvolvimento de técnicas e dispositivos para o controle de qualidade em Radiologia produzidas no Departamento de Física do Campus de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP), desde década de 1970, sob comando do professor Thomaz Ghilardi Netto. O Professor Ghilardi, amparado e estimulado pelo

Professor John Cameron, elaborou vários tipos de dispositivos para a realização de testes de controle de qualidade em equipamentos radiológicos a fim de aperfeiçoar a imagem e o diagnóstico (BRASIL,1994).

Com a crescente evolução tecnológica nos últimos séculos, os programas de controle de qualidade precisam passar por revisões constantes para sempre avaliar e programar seu principal objetivo: melhorar a qualidade de imagem usando a menor dose possível para não causar danos nos envolvidos no processo diagnóstico (AAPM, 2016).  
Corrija essa referência

## **1.1 Surgimento do raio X**

O alemão Wilhelm Conrad Roentgen foi quem descobriu o raio X no ano de 1895, a descoberta foi de uma maneira acidental, já que Roentgen percebeu uma luz saindo de dentro da ampola e ficou intrigado com aquela luz, então resolveu ir além e colocou alguns objetos em meio a luz e, reparou que os objetos ficavam “transparentes”. A partir desse dia vários cientistas começaram a investigar esses raios que poderiam atravessar o corpo humano mostrando assim seus ossos e que essa descoberta seria um extraordinário avanço, principalmente para a área da medicina (NPR, 2010).

## **1.2 Funcionamento do aparelho de raio X convencional**

Todo equipamento para a produção de raios X é constituído basicamente de:

- Ampola ou tubo de raios X - que se encontra localizada dentro do cabeçote, onde são produzidos os raios X.
- Fonte de alta voltagem - que tem como intenção de abastecer com alta tensão, para o funcionamento da ampola.
- Painel de controle - onde mostra os valores de mAs e KV(p) que será usada.

A ampola é constituída por um tubo de vidro que suporta altas temperaturas, fechado, cujo interior é a vácuo. Nas suas pontas são posicionados o catodo e o anodo, regiões que ganham polarização negativa e positiva simultaneamente. No catodo existe o filamento, como fonte emissora de elétrons e, no anodo, tem o alvo, que é onde os elétrons se chocam para a produção dos raios X (AKANDE, 1993).

A região do alvo onde os elétrons colidem é conhecida por ponto focal, que está relacionado com a atividade de raios X gerados e com a qualidade da imagem. Para que haja a geração dos raios X é necessário que o filamento esteja aquecido e que seja aplicada uma alta tensão de energia entre o catodo e o anodo. Com a alta temperatura do filamento, os elétrons são desprendidos e, devido à alteração de potencial, são arrastados em direção ao alvo. Quando colidem com o alvo, 99% da energia cinética total é convertida em calor e, apenas 1% é convertida em raios X. Se analisarmos, por exemplo, uma alta tensão de 100 kV(p), pois a 60 kV(p) esse número muda para apenas 0,5 % (BUSHONG, 2014).

A porção principal do feixe de raios X, empregada como raio central, é projetado numa direção perpendicular à ampola, enquanto os outros fótons emitidos passam por variações na direção e na intensidade do raio central. Essa variação lateral da intensidade do feixe de raios X, na qual a radiação é inferior na direção do anodo, é chamada como efeito Hell, e tem um efeito direto na qualidade da imagem, sobretudo, quando há a obrigação da aplicação de amplos campos de radiação (BUSHONG, 2014).

### **1.3 Formações da imagem radiográfica**

A imagem radiográfica é formada a partir da atenuação de forma diferente das partes anatômicas do corpo distintas do paciente que se vai se irradiar, cada parte do corpo do paciente atenua de forma diferente quando é exposto a radiação o que permite a formação de uma imagem radiográfica (GRAY, J.E., 1983).

Depois que o paciente foi exposto ao raio X e as partes do seu corpo que foram atenuadas formaram uma imagem latente no filme radiográfico, que passara por algumas etapas para ser revelado (GHILARDI NETTO, T., CAMERON J.R., 1979).

À modificação de imagem latente em imagem radiográfica é chamada de processamento do filme. As partes do processamento são constituídas basicamente da revelação, da fixação, do enxaguado e da secagem. Na parte de revelação, os cristais de brometo de prata que ficaram alterados pela radiação são diminuídos a pequenos grãos de prata metálica. A película passara então por um processo de fixação; nesse processo é impedida a ação do revelador e os cristais não expostos são retirados da emulsão, sem afetar com isso a prata metálica. Em seguida o filme é lavado na água o que faz com que toda a solução fixadora que esta na emulsão do filme seja retirada; a presença da solução fixadora na emulsão pode minimizar a vida útil da radiografia. A secagem é a última parte do

processamento. O número destes cristais revelados sem ter sido exposto depende do tempo de revelação, da concentração e temperatura do revelador. (HAUSS, A.G, 1983)

#### **1.4 Controle de qualidade do raio X convencional**

O controle correto das condições técnicas dos equipamentos de raio X convencional utilizados em diagnósticos depende das características do aparelho e da calibração dos instrumentos que são utilizados para verificar a exatidão do equipamento raio X convencional (FREITAS, L.C. E DREXLER, G., 1992).

As altas exposições encontradas são causadas pelo mal-uso do equipamento de raio X, que mostram parâmetros inadequados para o seu bom funcionamento, tais como filtração inadequada, falta de alinhamento e centralização do campo de irradiação, colimação errada ou desregulada e processamento incorreto do filme (FREITAS, L.C. E DREXLER, G., 1992).

Segundo (ROS, 2000) a portaria 453 afirma a precisão da complementação de um (PGQ) programa de garantia de qualidade no setor de radiologia.

Os testes que são usados nos aparelhos de raio X medico são:

- I- Teste que representa os valores de dose aplicada aos pacientes nos serviços de radiografia;
- II- Teste de precisão da tensão do tubo (kVp);
- III- Teste de precisão do tempo de exibição quando aplicável;
- IV- Teste de ordenação do raio central do raio X;
- V- Teste do aproveitamento do tubo;
- VI- Teste de legalidade da taxa de kerma no ar com, mAs, teste da reprodutibilidade da taxa de kerma no ar;
- VII- Teste da reprodutibilidade do programa inevitável de disposição;
- VIII- Teste do ângulo do ponto focal;
- IX- Teste de precisão do programa de colimação e
- X- Teste de ordenação da grade.

#### **1.5 Programa de garantia de qualidade**

A portaria N 453 estabelece a necessidade da introdução de um programa de garantia de qualidade (PGQ) nos serviços de radiologia médica (YACOVENCO A, LIRA SH, BORGES JC et al, 1994).

Em virtude disso, sabe-se que todo aparelho de raio X diagnóstico deve passar por controle de desempenho, periodicamente, por meio de verificação constante, como, por exemplo os que são usados nos aparelhos de raio X médico: teste de precisão do indicador de voltagem do tubo (kVp), teste de precisão do tempo de exposição quando aplicado, teste da forma do raio central do tubo, teste da quantidade de raio X, teste da efetividade do tubo, teste de originalidade da taxa de Kerma no ar com o mAs, teste da reprodução da taxa de kerma no ar, teste da reprodutibilidade do programa inevitável de exposição, teste da extensão do alvo focal, teste de precisão do aparelho de colimação e teste de retificação da grade (BRASIL, 1998).

### **1.6 Teste de exatidão do sistema de colimação**

O teste de precisão do aparelho de raio X no sistema de colimação visa examinar se a área luminosa coincide com a área de radiação demarcada pelo colimador do aparelho, evitando, dessa maneira, que os raios X alcancem áreas dispensáveis no corpo do paciente no momento do exame radiológico. Por outro lado, a averiguação de alinhamento do raio principal do feixe de raios X, paralelo ao centro da área luminosa, esteja perpendicular ao plano do aparelhamento receptor de imagem, impedindo, portanto, a distorção da imagem radiográfica (NETTO TG, 2010).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Trata-se de uma análise bibliográfica fundamentada em trabalhos de revisão integrativa. A revisão integrativa é decidida como aquela em que estudos já publicados são sintetizados e originam conclusões sobre o tema de importância (MENDES *et.al.*, 2008). Esse tipo de análise permite abrangência mais aprofundada com baseamento nas evidências disponíveis, as quais colaboram com o desenvolvimento da informação na temática. Nesta pesquisa, a revisão foi realizada pelas seguintes etapas: significado do tema e a principal finalidade; afirmação de critérios para admissão e exceção de estudos; análise literária sobre o tema

escolhido; classificação dos estudos; interpretação dos resultados e apresentação da revisão da informação.

As bases de informações empregadas para o levantamento bibliográfico foram: bases de informações Lilacs, Capes, ScienceDirect, SpringerLink. A procura nas bases de dados foi conseguida no período de janeiro a setembro de 2016, analisando como descritores de busca em português.

Neste estudo, realizado no ano 2016, os dados foram obtidos através da revisão de dezoito (18) artigos científicos, que avaliaram as principais vantagens do teste de exatidão do sistema de colimação, como também as principais dificuldades encontradas em relação a esse tema.

Esse estudo tem por finalidade mostrar que muitos dos serviços de radiologia medica e seus aparelhos de raio X convencional estão fora do padrão ou não se encaixam na portaria 453/98 VS/MS, que fala que todo aparelho de radiologia medica teve esta funcionando dentro das normas descritas nesse estudo, e que para que possa se funcionar nesses determinados parâmetros, os aparelhos de raio X devem passar por vários tipos de testes já predeterminados e que estão citados ao longo desse estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No atual estudo, verificou-se que a maior parte das instituições não têm PGQ em radiodiagnóstico, contrariando a Portaria 453/98 do Ministério da Saúde, que sugere a realização periódica de testes de execução em todos os aparelhamentos de raios X diagnósticos, a fim de mantê-los em qualidades ajustadas para funcionamento.

Até os dias de hoje, ainda são notadas dificuldades quanto à conscientização do departamento regulador na implementação deste programa nos estabelecimentos, bem como a falta de profissionais capacitados à sua prática e a escassez de tecnólogos qualificados e experientes na manutenção destes aparelhamentos, uma vez detectados dificuldades. "Torna-se necessário não somente um treinamento em radioproteção de todos as pessoas envolvidas no manuseio dos aparelhamentos emissores de radiação, mas também é necessário garantir o exato funcionamento desses aparelhos." (MOORES BM, et al,1994).

## CONCLUSÕES

A fim de se adequar aos pré-requisitos impostos pela portaria N 453/98 do ministério da saúde, e visando a qualidade radiográfica diagnosticável, como também a proteção radiológica do paciente, e não menos importante a redução dos custos para o serviço, a execução do teste de exatidão do sistema de colimação e perpendicularidade do raio central são de extremo valor, assim como os demais testes sugeridos pela portaria N 453/98, para que assim não haja repetições de exames. Essas atividades além de ficarem relacionadas às atribuições do Técnico em Radiologia, sendo, assim, uma ótima chance para o estudante do curso de radiologia aumentar efetivamente suas capacidades e melhorar suas habilidades no setor de radiologia médica, mostrando seu valor para o mercado.

Mediante a atenção e cumprimento dos testes de coincidência de campos e perpendicularidade do raio principal do feixe de raios X em aparelhamentos, foi possível constatar que as não conformidades notadas eram de grande dimensão, tendo em vista a necessidade da implementação de um PGQ no setor de radiologia, para precaução e manutenção de tais aparelhamentos. A adaptação dos equipamentos de raios X impróprios somente era realizada após fiscalização e notificação do órgão fiscalizador (**Agevisa**), visto que nenhum dos serviços de radiologia do Estado havia tal programa.

Para uma boa execução do aparelhamento, fazem-se necessários não exclusivamente a execução da lei, como também um empenho incessante do tecnólogo em progresso na condição e eficiência do serviço. É sugerida, portanto, a prática de um PGQ nos estabelecimentos que possuem raios X diagnósticos, por meio da avaliação periódica e adaptação dos aparelhamentos por profissional qualificado, no intuito de se realizar imagens de ótima qualidade que permitam diagnóstico correto, com diminuição da dose dada aos pacientes e acompanhantes submetidos à exposição a radiação, como também a redução dos valores para o serviço, causado pela repetição de exames.

## REFERÊNCIAS



AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE. **One Physics Ellipse**. College Park, AAPM Report 93, 2006

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE. **Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems**. 2016.

AKANDE, Wole; Estimation of stopping powers of non-relativistic electrons in solid materials. **Physical of State Solid**, v. 135, n. 87; p. 87-101, 1993.

BACELAR A; OLIVEIRA SS; STRECK EE; BORGES V; FURTFO APA; PINTO, ALA. Avaliação preliminar de parâmetros operacionais em equipamentos fixos de raios X diagnóstico. **Radiol Bras**, v. 31, p. 129-133, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico**. Portaria nº 453. Brasília, DF: Diário Oficial da União; 2/6/1998.

BUSHONG, S. C. **Manual de Radiologia para Técnicos**. Spain: Moby/Doyma Libros, 6a Edição, 2014.

Departamento de Informática do SUS – DATA-SUS. **Informações de saúde**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sia/cnv/pauf.def>>. Acesso em: Out. 2016.

**Diagnóstico utilizados em calibração de instrumentos**. [dissertação]. São Paulo, SP.

EISBERG, R. M. **Fundamentos da Física Moderna**, Guanabara Dois ROS RA.

FREITAS, L.C.; DREXLER, G. The Role of Secondary Standard Dosimetry Laboratories in Diagnostic Radiology. **Radiat. Prot. Dosim**, v. 43, p. 99-102, 1992.

GHILARDI NETTO, T., CAMERON J.R., **Garantia de Qualidade em Radiodiagnóstico, FFCLRP-USP**, 1979.

GRAY, J.E. **Quality Control in Diagnostic Imaging**. Rockville, USA: 2014.

HAUSS, A.G.; "**Automatic Film Processing in Medical Imaging**", Health Sciences Division Eastman Kodak Company, Rochester, N.Y, 1983.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **Evaluation and routine testing in medical imaging departments**. Part 1: general aspects. IEC 61223-1. 1st ed.; 1993. IPEN/USP; 2000.

MENDES ACR; RAMOS CL; ABREU DWM. Avaliação das condições de funcionamento dos equipamentos de raios X médico em serviços de radiologia no Estado da Paraíba, durante os anos de 2008 e 2009. **Radiol Bras**, v.44, n. 4, 2011.

**Metodologia de controle de qualidade de equipamentos de raios X (nível Secretaria de Estado da Saúde.** Resolução SS 625/94, de 14 de dezembro de 1994. In: Diário Oficial do Estado.

MOORES B. M.; WATKINSON A. S.; HENSHAW E. T. **Quality control in diagnostic radiology.** In: OBERHOFER, M. Advances in radiation protection. 1st ed. Brussels and Luxembourg: Kluwer Academic Publishers; 1991. p. 209–36

NETTO, T. G. **Garantia e controle de qualidade em radiodiagnóstico.** Disponível em: <[http://www.rxnet.com.br/fique\\_informado/documentos/controle\\_%20qualidade.pdf](http://www.rxnet.com.br/fique_informado/documentos/controle_%20qualidade.pdf)>. Acesso em: Fev. 2016.

**Norma técnica que dispõe sobre o uso, posse e armazenamento de fontes de radiação ionizante no âmbito do Estado de São Paulo.** São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde; 1994.

OPS. Organización Panamericana de la Salud. **Garantía de la calidad en radiodiagnóstico.** México: OPS; 1984.

**Science Diction: How 'X-Ray' Got Its 'X'.** 2010. Acesso em: Out. 2016.

YACOVENCO A., LIRA S. H.; BORGES J. C. **Programa de garantia de qualidade em radiologia diagnóstica.** RBE/CEB. 1994;10:7–19.