

CONTROLE DE QUALIDADE EM RADIOLOGIA CONVENCIONAL: UM GUIA PRÁTICO DE TESTES¹

QUALITY CONTROL IN CONVENTIONAL RADIOLOGY: A PRACTICAL TESTING GUIDE

Adrine Silveira da Silva², Ivana Zanella da Silva³,
Herculis Rolin Torres⁴ e Thiago Victorino Claus⁵

RESUMO

A implementação de testes de controle de qualidade (TCQ) nos equipamentos de radiodiagnóstico visa garantir o cumprimento de critérios técnicos, assegurando a obtenção de imagens de alta qualidade, otimização da dose ao paciente e redução de custos. Esses testes são fundamentais para a emissão de diagnósticos precisos e estão regulamentados por diversas normas técnicas. Este estudo teve como objetivo principal desenvolver um guia didático para a realização de TCQ em equipamentos de radiodiagnóstico convencional, visando auxiliar estudantes e profissionais da área. A pesquisa iniciou com uma revisão bibliográfica abrangente, utilizando a plataforma *Web of Science*. Em seguida, foram analisadas as principais normas regulamentadoras do setor, como a RDC nº 611/2022 e a IN nº 90/2021. Com base no embasamento teórico, foram elaboradas tabelas e roteiros práticos para a execução dos testes. Para complementar a pesquisa, foi realizado um acompanhamento *in loco* dos procedimentos de TCQ em um serviço de saúde, utilizando um detector de estado sólido. O resultado foi a criação de um material didático detalhado, contendo informações teóricas e práticas sobre os TCQ em radiodiagnóstico convencional, além disso, pode ser utilizado como ferramenta de ensino, sendo um guia prático da área.

Palavras-chave: Gestão da qualidade; Radiologia convencional; Manual didático; Detector de estado sólido.

ABSTRACT

The implementation of quality control tests (QCT) in radiodiagnostic equipment aims to ensure compliance with technical criteria, ensuring the acquisition of high-quality images, optimization of patient dose and cost reduction. These tests are essential for issuing accurate diagnoses and are regulated by several technical standards. The main objective of this study was to develop a didactic guide for performing QCT in conventional radiodiagnostic equipment, aiming to assist students and professionals in the field. The research began with a comprehensive literature review, using the Web of Science platform. Then, the main regulatory standards of the sector were analyzed, such as RDC nº 611/2022 and IN nº 90/2021. Based on the theoretical basis, tables and practical scripts for performing the tests were prepared. To complement the research, an on-site monitoring of QCT procedures was carried out in a health service, using a solid-state detector. The result was the creation of detailed teaching

1 Trabalho Final de Conclusão do curso de Bacharelado em Física Médica.

2 Autora. Acadêmica de Física Médica - Universidade Franciscana (UFN). E-mail: adrine.silveira@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8186-8026>

3 Coorientadora. Professora Universitária - Universidade Franciscana (UFN). E-mail: ivanazanella@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7067-5519>

4 Colaborador. Físico médico - Hospital Universitário (HUSM). E-mail: herculisrolinstorres69@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6360-3667>

5 Orientador. Professor Universitário - Universidade Franciscana (UFN). E-mail: thiago.claus@ufn.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1446-0721>

material, containing theoretical and practical information about TCQ in conventional radiodiagnosis, in addition, it can be used as a teaching tool, being a practical guide to the area.

Keywords: *Quality management; Conventional radiology; Teaching manual; Solid state detector.*

INTRODUÇÃO

Em 1895, marcou-se o advento da descoberta dos Raios X, inaugurando assim a aplicação prática da radiação ionizante conhecida como radiografia. Desde então, os contínuos avanços científicos e tecnológicos têm ampliado significativamente as aplicações da radiação ionizante em todo o mundo (Lucena *et al.*, 2017).

A descoberta histórica e acidental da radiação X pelo físico Wilhelm Conrad Roentgen não apenas revolucionou o campo da físico-química, mas também teve um impacto significativo na medicina. Os raios X são uma forma de radiação de alta energia com a capacidade de penetrar organismos vivos, atravessar tecidos de baixa densidade e ser absorvidos pelas partes mais densas do corpo humano. Devido a essa característica, sua principal utilização é na obtenção de radiografias convencionais (Nascimento, 2018).

A partir desse marco, a radiologia surgiu e rapidamente se disseminou pelo mundo (Alves, 2018). Dos primeiros filmes radiográficos aos equipamentos atuais, a imagem por raios X na área da saúde evoluiu significativamente, abrangendo uma variedade de dispositivos para diversas aplicações (Sitareni *et al.*, 2023). Mas, apesar dos inúmeros benefícios dos procedimentos radiológicos, há também riscos associados à exposição à radiação ionizante (Sitareni *et al.*, 2023). Visto que, ao passar por um procedimento radiológico, a exposição à radiação é inevitável (Farrel, 2023).

É importante salientar que a imagiologia abrange um espectro muito mais amplo de exames por imagem, indo além da radiologia convencional. Modalidades como ultrassonografia e ressonância magnética utilizam princípios físicos distintos para gerar imagens detalhadas do corpo humano. A mamografia, por sua vez, embora ainda se baseie na radiação X, tem se beneficiado de avanços tecnológicos que permitem adaptar a técnica à complexidade da anatomia mamária, otimizando a detecção de lesões. Essa diversidade de métodos tem revolucionado o diagnóstico médico, proporcionando aos profissionais da saúde ferramentas cada vez mais precisas e eficazes para a investigação de diversas doenças (Coleone, 2020).

Logo, na área da saúde, a qualidade e precisão do diagnóstico por imagem são quesitos fundamentais para garantir tratamentos eficazes e adequados, prezando pela segurança dos pacientes (Dance *et al.*, 2014). Atualmente, é a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 611, emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que representa um marco regulatório essencial para o exercício do radiodiagnóstico no Brasil (ANVISA, 2022).

Essa resolução define diretrizes rigorosas para o controle de qualidade, segurança e gestão dos serviços de radiodiagnóstico, visando garantir a proteção dos pacientes, profissionais e do ambiente.

Através de critérios técnicos e normativos, a resolução estabelece requisitos que devem ser atendidos por serviços que realizam procedimentos radiológicos, desde a qualificação dos profissionais até a operação dos equipamentos e a gestão dos resíduos. A nível nacional, elucida explicitamente as características desejáveis para os equipamentos, processos e serviços de radiologia convencional. Além disso, dispõem dos testes de controle de qualidade para serviços de radiografia médica (ANVISA, 2022).

De maneira complementar, a Instrução Normativa (IN) nº 90 de 27 de maio de 2021, elucida explicitamente as características desejáveis para os equipamentos, processos e serviços de radiologia convencional. Além disso, dispõem dos testes de controle de qualidade para serviços de radiografia médica (ANVISA, 2021).

Nesse contexto, o presente trabalho buscou desenvolver um manual prático, didático e aplicado ao radiodiagnóstico médico convencional, seguindo os princípios da RDC 611, ou seja, essencial para direcionar e uniformizar os procedimentos realizados nos testes de controle de qualidade (TCQ). Com o intuito de colaborar com o ensino do curso de física médica da Universidade Franciscana.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa utilizado neste trabalho baseou-se na busca de fundamentação teórica a respeito dos testes de controle de qualidade, a serem realizados nos equipamentos, que serviu de embasamento para a elaboração de um guia de testes práticos para controle de qualidade em radiologia convencional. Primeiramente, foram realizadas buscas bibliográficas na plataforma de pesquisas *Web of science*.

Além disso, foram analisados instrumentos normativos de interesse. Especificamente, a RDC nº 611 de 2022 e a IN nº 90 de 27 de maio de 2021. A partir do embasamento teórico foi realizada a confecção de tabelas e roteiros de execução de testes, que foram utilizados para a confecção de um material didático que irá auxiliar na realização de testes em equipamentos de radiologia convencional computadorizada.

Com o intuito de compreender de forma prática a operação dos testes, foi acompanhada presencialmente a realização dos testes de controle de qualidade no equipamento de raios X de um serviço de saúde do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. É interessante ressaltar, que o aparelho utilizado para a determinação dos resultados foi um detector de estado sólido com sistema UNFORS, conforme demonstrado na figura 1. Os TCQ foram aplicados a um equipamento de radiologia computadorizada, semelhante ao disponível na Universidade Franciscana.

Sequencialmente, foi confeccionado um material didático, utilizando a ferramenta CANVA. No qual foram inseridos valores de referências de acordo com a RDC atual, roteiros de execução dos testes e tabelas complementares. Com o objetivo de auxiliar os discentes e docentes do curso de Bacharel em Física Médica, sobretudo na disciplina de controle de qualidade em radiodiagnóstico.

Figura 1 - Detector de estado sólido

Fonte: Autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de controle de qualidade são implementados visando garantir o melhor desempenho dos equipamentos utilizados, para isso identificam se estão de acordo com os critérios estabelecidos. Visto que, os aparelhos dentro dos padrões certificam a obtenção de imagens com qualidade, permitindo diagnósticos precisos, otimização de doses no paciente, e redução de custos (De Santana, 2014). Com o intuito de normalizar os testes e procedimentos que devem ser efetuados nos equipamentos de radiodiagnóstico, foram estabelecidos vários regulamentos e normas técnicas. No Brasil, a primeira tentativa do governo foi a Portaria nº 453 de 1º de junho de 1998 do Ministério da Saúde (MS), que regeu um Programa de Garantia de Qualidade (PGQ), obrigatório, em radiodiagnóstico (De Paula, 2017).

Posteriormente, a Resolução da Diretoria Colegiada 330 de 20 de dezembro de 2019 da ANVISA revogou a Portaria nº 453/98. Essa RDC tornou-se crucial para a padronização dos procedimentos de segurança e qualidade nos serviços de radiologia no Brasil. A implementação dessas diretrizes visa: garantir a segurança dos pacientes e profissionais ao minimizar a exposição desnecessária à radiação, assegurar a precisão diagnóstica através da manutenção e calibração adequadas dos equipamentos, cumprir com as normas regulamentares, evitando penalidades e interrupções nos serviços e promover a educação contínua dos profissionais. Sobretudo, ela reforça a importância de um rigoroso controle de qualidade em radiologia, o que é essencial para a eficácia dos diagnósticos (Anvisa, 2019).

Atualmente, está em vigor a nova RDC nº 611/2022. Entre as principais mudanças propostas está a alteração no artigo que trata sobre os níveis de radiação permitidos em áreas livres e controladas. Em geral, os testes que devem ser realizados no equipamento de raios X são conhecidos como: testes de aceitação e de controle de qualidade (Anvisa, 2022). Esses parâmetros especificam os testes que devem ser feitos, a periodicidade da realização, a tolerância e os níveis de restrição. Na tabela abaixo (tabela 1), é possível visualizar quais são os testes que estão contidos na IN nº 90 e solicitados na RDC atual.

É interessante ressaltar que a periodicidade está relacionada ao momento que o teste deve ser realizado, a tolerância refere-se a um intervalo aceitável de variação nos resultados dos testes

de qualidade realizados nos equipamentos de radiografia. Ou seja, é uma margem de erro permitida para que um equipamento seja considerado dentro dos padrões estabelecidos. E o nível de restrição, por sua vez, estabelece limites máximos para determinados parâmetros, visando garantir a segurança. Esses limites são definidos com base em estudos científicos e em normas internacionais, e visam minimizar a exposição à radiação ionizante (Anvisa, 2022).

Tabela 1 - TCQ para radiografia médica convencional.

Teste	Periodicidade	Tolerância	Nível de restrição
Exatidão dos indicadores distância foco-receptor	Aceitação/após reparos	$\leq 5\%$	-
Exatidão do indicador de colimação	Aceitação/semestral/após reparos	$\leq 2\%$ da distância foco-receptor	$> 4\%$
Alinhamento do eixo central do feixe de raios X	Aceitação/semestral/após reparos	$\leq 3^\circ$ em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor	$> 5^\circ$
Alinhamento de grade	Aceitação/semestral/após reparos	Sem artefatos/defeitos/não uniformidade da imagem	Não possuir grade
Integridade dos cassetes	Aceitação e anual	Integridade	-
Valores representativos de dose	Aceitação, anual/após reparos	Anexo II da IN nº 90	-
Exatidão e reprodutibilidade de tensão do tubo	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 5\%$	$> 10\%$
Reprodutibilidade do kerma no ar	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 10\%$	$> 30\%$
Linearidade do kerma no ar	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
Rendimento do tubo (R)	Aceitação, anual/após reparos	$30 \leq R \text{ (}\mu\text{Gy/mAs)} \leq 65$, a 1 m para 80 kV e filtração total entre 2,5 mmAl e 5 mmAl	$R < 20 \mu\text{Gy/mAs}$
Camada semiredutora (CSR)	Aceitação, anual/após reparos	Anexo III da IN nº 90	20% menor que os do Anexo III
Resolução espacial	Aceitação, anual/após reparos	$\geq 2,5\text{lp/mm}$	$< 1,5\text{lp/mm}$
Uniformidade da imagem	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
Diferença de sensibilidade entre placas de fósforo	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 20\%$	$> 40\%$
Distorção geométrica	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 2\%$	$> 4\%$
Efetividade do ciclo de apagamento	Aceitação, anual/após reparos	Ausência de imagem residual	-
Integridade dos acessórios equipamentos de proteção individual	Aceitação, anual/após reparos	Integridade	-
Qualidade da imagem	Aceitação, anual/após reparos	Art. 12 da IN nº 90	Art. 12 da IN nº 90
Reprodutibilidade do Controle Automático de Exposição (CAE)	Aceitação, anual/após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$

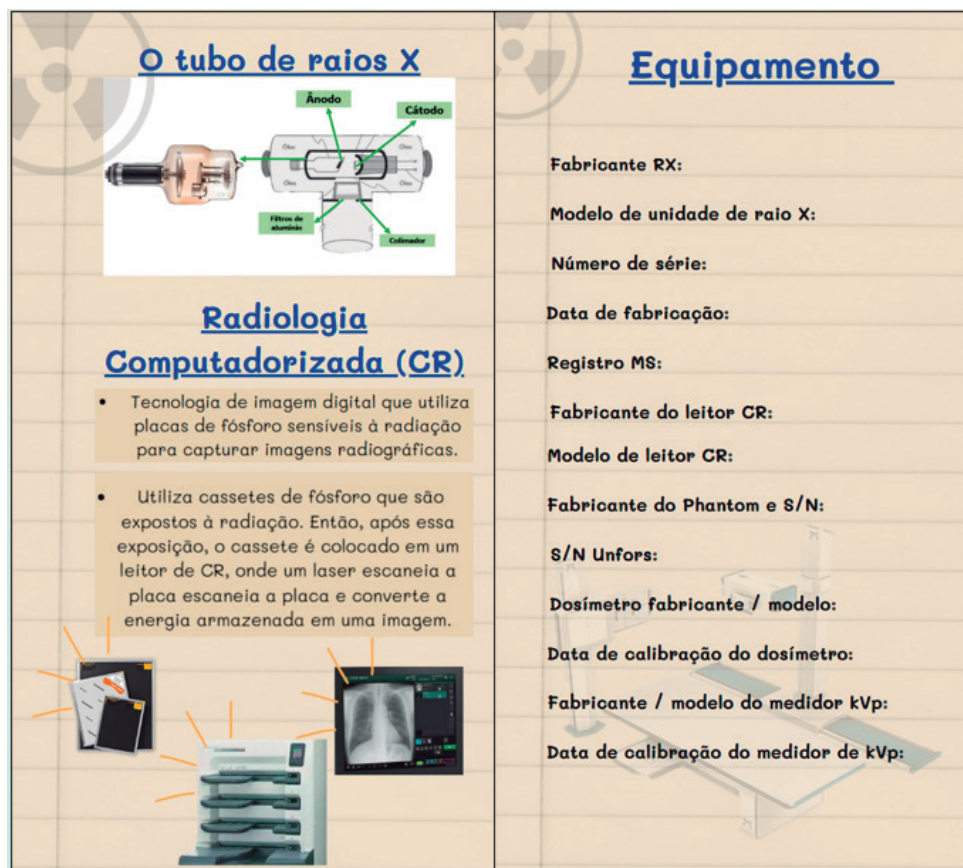
Compensação do CAE para diferentes espessuras	Aceitação, anual/ após reparos	≤20%	>40%
Levantamento radiométrico	Aceitação, quadrienal/ após modificações no ambiente	Área livre: ≤0,5 mSv/ano Área controlada: ≤5 mSv/ano	Área livre: >1 mSv/ano Área controlada: >10 mSv/ano
Radiação de fuga do cabeçote	Aceitação, quadrienal/ após modificações no equipamento	≤1 mGy/h a 1 m	> 2 mGy/h a 1 m

Fonte: Adaptado de IN nº 90 (2022).

Dessa forma, é evidente que normativas visando melhorias na área radiológica existem há décadas, e as revogações foram realizadas com o intuito de garantir segurança e elevar a qualidade dos serviços de radiodiagnóstico. Os testes de controle de qualidade são fundamentais para garantir a segurança, a precisão e a eficácia dos exames radiológicos.

Visto que, protegem os pacientes e os profissionais de saúde, garantem a conformidade com as regulamentações e prolongam a vida útil dos equipamentos. Reconhecendo essa relevância, neste trabalho foi elaborado um material didático com o objetivo de auxiliar futuros profissionais e docentes durante aulas relacionadas a controle de qualidade, sobretudo no equipamento de radiologia computadorizada. No esquema abaixo é possível visualizar as páginas introdutórias contidas no manual (Figura 2).

Figura 2 - Introdução ao material didático.



Fonte: Autores (2024).

Sequencialmente, foi inserida uma tabela com a periodicidade, a tolerância e os níveis de restrição. E nas páginas a seguir uma lista com os testes, na qual os acadêmicos poderão assinalar se o equipamento está adequado para o respectivo teste (figura 3).

Figura 3 - Testes de Controle de Qualidade.

Teste	Periodicidade	Tolerância	Nível de restrição
Exatidão dos indicadores distância foco-receptor	Acentação após reparos	≤ 2%	-
Exatidão do indicador de colimação	Acentação/semelhante após reparos	≤ 2% da distância foco-receptor	> 4%
Alinhamento do eixo central do feixe de raios X	Acentação/semelhante após reparos	≤ 3° em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor	> 3°
Alinhamento de grade	Acentação/semelhante após reparos	sem artefatos/defeitos/ruído	Não passar
Integridade dos cassetes	Acentação e anual	uniformidade da imagem	-
Valores representativos de dose	Acentação, anual após reparos	Anexo II da IN nº 90	-
Exatidão e reprodutibilidade de tensão do tubo	Acentação, anual após reparos	≤ 10%	> 20%
Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição	Acentação, anual após reparos	≤ 5%	> 10%
Reprodutibilidade do kerma no ar	Acentação, anual após reparos	≤ 10%	> 30%
Linearidade do kerma no ar	Acentação, anual após reparos	≤ 10%	> 20%
Rendimento do tubo (R)	Acentação, anual após reparos	≤ 20%	> 20%
Camada semirredutora (CSR)	Acentação, anual após reparos	30 ≤ R (μGy/mAs) ≤ 65, a 1 m para 80 kV e filtração total entre 2,5 mmAl e 3 mmAl	R < 20 μGy/mAs
Resolução espacial	Acentação, anual após reparos	Anexo III da IN nº 90	20% menor que os de Anexo III
Uniformidade da imagem	Acentação, anual após reparos	≤ 10%	< 1,5 μl/mm
Diferença de sensibilidade entre placas de fósforo	Acentação, anual após reparos	≤ 20%	> 40%
Distorção geométrica	Acentação, anual após reparos	≤ 2%	> 4%
Efetividade do ciclo de apagamento	Acentação, anual após reparos	Assinca de imagem residual	-
Integridade dos equipamentos de proteção individual	Acentação, anual após reparos	Integridade	-
Qualidade da imagem	Acentação, anual após reparos	Art. 12 da IN nº 90	Art. 12 da IN nº 90
Reprodutibilidade do Controle Automático de Exposição (CAE)	Acentação, anual após reparos	≤ 10%	> 20%
Compensação do CAE para diferentes espessuras	Acentação, anual após reparos	≤ 20%	> 40%
Levantamento radiométrico	Acentação, quadrenal após modificações no ambiente	Área livre: > 0,5 mSv/ano Área controlada: ≤ 1 mSv/ano	Área livre: > 1 mSv/ano Área controlada: > 10 mSv/ano
Radiação de fuga do cabeçote	Acentação, quadrenal após modificações no equipamento	≤ 1 mSv/h a 1 m	> 2 mSv/h a 1 m

Testes de controle de qualidade

Exatidão dos indicadores distância foco-receptor ☐

Exatidão do indicador de colimação ☐

Alinhamento do eixo central do feixe de raios X ☐

Alinhamento de grade ☐

Integridade dos cassetes ☐

Valores representativos de dose ☐

Exatidão e reprodutibilidade de tensão do tubo ☐

Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição ☐

Reprodutibilidade do kerma no ar ☐

Linearidade do kerma no ar ☐

Rendimento do tubo ☐

Camada semirredutora (CSR) ☐

Resolução espacial ☐

Uniformidade da imagem e cassetes ☐

Diferença de sensibilidade entre placas de fósforo ☐

Testes de controle de qualidade

Distorção geométrica ☐

Efetividade do ciclo de apagamento ☐

Integridade dos equipamentos de proteção individual ☐

Qualidade da imagem ☐

Compensação do CAE para diferentes espessuras ☐

☒ **Conforme**

☐ **Não conforme**

Fonte: Autores (2024).

As páginas a seguir foram organizadas de forma a enfatizar o objetivo e a execução de cada um dos testes, além disso na última a página foi adicionado um link contendo algumas tabelas no programa Excel para facilitar a execução de alguns testes. Conforme as figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Figura 4 - Execução dos testes

<p>Exatidão dos indicadores distância foco-receptor</p> <p>Objetivo: verificar a medida foco-receptor.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1 - Definir uma distância de 100 cm.2 - Medir a distância foco-receptor usando a fita métrica, começando em o indicador de ponto focal. <p>OBSERVAÇÃO: ponto focal é a região do ânodo do tubo de raios-x onde os elétrons se chocam e emitem raios-x.</p>	<p>Exatidão do indicador de colimação</p> <p>Alinhamento do eixo central do feixe de raios X</p> <p>Objetivo: garantir a coincidência e alinhamento do campo de luz colimado com o campo de raios X.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1- Colocar o receptor de imagem em uma superfície plana e defina o eixo do tubo de raios X para ficar perpendicular à imagem.2 - Posicionar o objeto de teste no detector de imagem com o cilindro no centro do retículo do feixe de luz.3 - Definir a fonte para a distância da imagem para 100 cm.4 - Usar o campo de luz e as marcações no objeto de teste para precisão alinhamento de campo.5 - Realizar uma exposição usando os parâmetros de exposição em torno de 50 kV e 3 mAs.	<p>Alinhamento de grade</p> <p>Objetivo: verificar se a instalação da grade está correta.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1 - Centralizar o tubo de raios X em relação ao receptor de imagem.2 - Posicionar o dispositivo de teste em cima da mesa.3 - Centralizar o furo central do dispositivo com o campo luminoso.4 - Colimar o feixe para obter um campo quadrado, pouco menor que o comprimento do dispositivo.5 - Colocar os blocos de chumbo em cima dos demais furos, de forma que apenas o furo central fique descoberto.6 - Selecionar uma técnica de acordo com as sugestões dos protocolos de medição.7 - Sem mexer o dispositivo, mudar os blocos de chumbo de forma que apenas o último furo de cada lado, em relação ao centro, fique coberto8 - Irradiar.9 - Retirar os blocos de chumbo e irradiar mais uma vez.10 - Por fim, se as linhas de grade estão aparentes.
---	--	---




Fonte: Autores (2024).

Figura 5 - Execução dos testes

<p>Integridade dos cassetes</p> <p>Objetivo: avaliar o grau e a origem dos artefatos visualizados nas imagens para garantir que seja uniforme e livre de artefatos. É importante ressaltar que esse teste é aplicado apenas em CR.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1 - Colocar o atenuador no campo de raios X.2 - Definir uma DFI de 100 cm. Após realizar a primeira exposição, girar o cassete em torno de seu eixo, perpendicular ao plano da imagem, em 180° e fazer uma segunda exposição.3 - Colocar a placa de cobre no colimador ou manter o atenuador a uma distância que cubra toda a área do receptor da imagem.4 - Ajustar o colimador de forma que todo o cassete fique exposto. <p>OBSERVAÇÃO: O cassete é um suporte rígido usado em radiografia computadorizada. Ele protege a placa de imagem da luz</p>	<p>Valores representativos de dose</p> <p>Objetivo: estimar a dose de entrada na pele representativa dos exames praticados no serviço.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1 - Para esse teste é necessário a tabela de exames com os respectivos parâmetros radiográficos.2 - Posicionar o detector acima da mesa.3 - Alinhar o detector com o tubo de raios X.4 - Selecionar um tamanho de campo de referência, de forma a cobrir a área sensível do detector.5 - Realizar quatro exposições, para cada uma dos exames descritos na tabela, utilizando as técnicas radiográficas fornecidas.6 - Determinar o valor da camada semi-redutora para cada tensão utilizada nos exames.	<p>Exatidão e reprodutibilidade de tensão do tubo</p> <p>Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição</p> <p>Reprodutibilidade do kerma no ar</p> <p>Objetivo: avaliar a exatidão e a reprodutibilidade da tensão e do tempo de exposição do tubo de raios x.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none">1 - Posicionar o medidor de kVp e tempo sobre a mesa, alinhado com o tubo de raios X.2 - Posicionar o detector sobre a mesa, alinhado com o tubo de raios X.3 - Ajustar a distância foco-detector recomendada pelo fabricante.4 - Abrir o campo de luz, de forma que cubra toda área sensível do detector.5 - Escolher três valores de kVp e três valores de mA mais utilizados clinicamente.6 - Fazer uma série de quatro exposições;7 - Anotar as medidas de kVp, tempo e taxa de kerma no ar obtidas em cada série de medições.
--	--	--




Fonte: Autores (2024).

Figura 6 - Execução dos testes

 Linearidade do kerma no ar Objetivo: monitorar o efeito das mudanças na corrente do tubo, tempo e seu produto (mAs) na saída de radiação. Procedimento: 1 - Remover o receptor de imagem. 2 - Colocar o instrumento em uma superfície plana com sua área sensível voltada para o tubo de raios X. 3 - Definir a distância entre o ponto focal e o instrumento em 100 cm. 4 - Posicionar o detector de modo que sua área ativa seja orientada perpendicularmente ao eixo ânodo-cátodo do tubo de raios X e manter o tamanho do campo o menor possível para minimizar dispersão e para garantir uma geometria de feixe estreito. Utilizar o campo de luz para posicionar o detector no centro do campo de raios X.	 Rendimento do tubo Objetivo: detectar possíveis variações no valor nominal da corrente ou deterioração do tubo e manipulação no filtro adicionado. Procedimento: 1 - Anotar a distância do detector de foco. 2 - Escolher pelo menos 3 valores de tensão nominal cobrindo a faixa do equipamento. 3 - Calcular o rendimento como dose a 1 m. 4 - Medir para ambos os focos.	 Camada semiredutora (CSR) Objetivo: Verificar a qualidade do feixe de raios x Procedimento: 1 - Remover o bucky ou mover o feixe de raios X para uma posição onde não possa irradiar o receptor de imagem, para proteger o receptor de imagem da exposição excessiva que pode causar artefatos. 2 - Definir a tensão em 80 kV e usar um valor mAs fixo. 3 - Colocar o medidor no suporte do paciente e alinhar com o feixe; em seguida, definir o instrumento para medir e exibir a CSR. 4 - Realizar três exposições e registrar os resultados. OBSERVAÇÃO: A camada semiredutora (CSR) é a espessura de um material que reduz pela metade a intensidade de um feixe de raios X ou gama. É uma grandeza utilizada na radiologia para avaliar a qualidade dos feixes de raios X.
---	--	---

Fonte: Autores (2024).

Figura 7 - Execução dos testes

 Resolução espacial Objetivo: verificar qualquer tendência de deterioração no desempenho da imagem. Procedimento: 1 - Posicionar o objeto de teste no receptor de imagem. 2 - Certificar de apagar a placa antes de realizar o teste. 3 - Realizar uma exposição de acordo com as especificações do fabricante do objeto de teste. 4 - Registrar se uma grade foi ou não usada durante o teste. 5 - Realizar este teste para dois tamanhos de pontos focais e todos os modos de processamento de imagem relevante (se disponível).	 Uniformidade da imagem e receptor Objetivo: avaliar a uniformidade da imagem. Procedimento: 1 - O fantoma deve cobrir toda a área do detector e ser uniforme. 2 - Certificar que a estação de trabalho de aquisição esteja configurada para salvar imagem. 3 - Adquirir uma imagem no modo de exposição automática que é usado com mais frequência. 4 - Registrar as configurações de exposição. 5 - Buscar por artefatos. OBSERVAÇÃO: Fantoma é um objeto físico que simula órgãos e tecidos do corpo humano, utilizado para testes e calibração em radiologia.	 Diferença de sensibilidade entre placas de fósforo Objetivo: avaliar a uniformidade da imagem. Procedimento: 1 - Colocar o bloco de polimetilmetacrilato (PMMA) sobre o cassete. 2 - O fantoma deve cobrir toda a área do detector e ser uniforme. 3 - Definir o "IP de referência". 4 - Para cada placa de imagem usada clinicamente, adquirir uma imagem do bloco PMMA no modo de exposição automática. 5 - Registrar as configurações de exposição. 6 - Buscar por artefatos.
---	--	---

Fonte: Autores (2024).

Figura 8 - Execução dos testes

<p>☢ Distorção geométrica</p> <p>Objetivo: garantir que as distâncias medidas a partir da imagem pelos indicadores de distância do software correspondam à distância real.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Centralizar o feixe de raios X no receptor de imagem. 2 - Definir a distância do ponto focal ao receptor da imagem em cerca de 100 cm. 3 - Colocar o objeto de teste no receptor de imagem ou o mais próximo possível dele, a fim de minimizar a ampliação. 4 - Fazer uma exposição usando um potencial de tubo baixo e um valor de mAs suficiente para visualizar o objeto de teste com um contraste aceitável. 	<p>☢ Efetividade do ciclo de apagamento</p> <p>Objetivo: garantir a leitura e apagamento de imagem de radiografia computadorizada para serem reutilizáveis para geração de imagens.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Colocar o avental de chumbo sobre a mesa. 2 - Colocar a placa de radiografia computadorizada apagada no avental de chumbo e centralizar o tubo de raios X na placa a uma distância suficientemente grande de 150–180 cm. 3 - Ajustar os colimadores para expor toda a área da placa de radiografia computadorizada e posicionar o atenuador no centro. 4 - Processar a placa de radiografia computadorizada aplicando o procedimento de imagem padrão recomendado pelo fabricante. Salvar esta imagem e, em seguida, preparar a placa de radiografia computadorizada para a próxima exposição. 5 - Repetir o processo. 	<p>☢ Integridade dos equipamentos de proteção individual</p> <p>Objetivo: Avaliar as condições de integridade das vestimentas plumbíferas.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Verificar visualmente áreas danificadas. 2 - Verificar a existência de fissuras através do toque. 3 - Radiografar os EPI.
--	---	--

Fonte: Autores (2024).

Figura 9 - Execução dos testes e link

<p>☢ Compensação do CAE para diferentes espessuras</p> <p>Objetivo: verificar se o CAE possui uma resposta consistente e produz em uma faixa de valores de quilovoltagem. E garantir que o CAE compense a espessura do objeto da imagem e forneça uma dose suficiente na superfície do receptor da imagem.</p> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Centralizar o tubo no receptor de imagem, que está situado no bucky. Definir o SID na distância de foco da grade e certificar que a grade esteja no lugar. 2 - Colocar o atenuador na mesa de forma que cubra os sensores CAE. 3 - Colimar o feixe para cobrir todo o atenuador. 4 - Selecionar uma tensão de tubo comumente usada e a mais sensores usados com frequência. 5 - Fazer uma exposição e registrar o valor de mAs pós exposição e índice de exposição. 6 - Repetir o passo anterior com mais duas espessuras do atenuador, uma maior e outra menor. <p>OBSERVAÇÃO: CAE é a sigla para Controle Automático de Exposição, um sistema que regula a dose de radiação e os parâmetros de exposição em exames de imagem.</p>	<p><u>Clique aqui</u></p> <p>https://docs.google.com/spreadsheets/d/108wKbEEwgEABZBm5PB_Jgy5C18uJAL612hvB3PJQc9-g/edit?usp=drive_web&ouid=105639185782463160067</p> <p>Tabelas para auxiliar a turma em alguns testes</p>
--	--

Fonte: Autores (2024).

CONCLUSÃO

A Resolução da Diretoria Colegiada que regulamenta os testes de controle de qualidade em radiodiagnóstico desempenha um papel crucial na garantia da qualidade e segurança dos procedimentos radiológicos. Os testes de controle de qualidade em radiodiagnóstico acarretam garantia da excelência e segurança dos procedimentos radiológicos. Ao monitorar periodicamente o desempenho dos equipamentos e dos processos, esses testes contribuem significativamente para qualidade das imagens, redução da dose de radiação, conformidade com as normas, eficiência operacional e melhorias contínuas. Dessa forma, é fundamental que esses testes sejam realizados periodicamente conforme a RDC determina. Além disso, é imprescindível o conhecimento da execução dos testes por parte dos acadêmicos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P. A radiologia no Início do Século XXI: A Radiologia no Início do Século XXI. **Gazeta Médica**. v. 5, n. 4, 2018.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - **IN nº 90**, de 27 de maio de 2021.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - **RDC nº 330**, de 20 de dezembro de 2019.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada - **RDC nº 611**, de 09 de março de 2022.
- COLEONE, V. **A história da imagiologia na biomedicina**. Graduação - ANANGUERA, São Paulo, 2020.
- DANCE, D. R. *et al.* **Diagnostic radiology physics: A handbook for teachers and students**. endorsed by: American association of physicists in medicine, asia-oceania federation of organizations for medical physics, european federation of organisations for medical physics. Viena: Technical Editors, 2014
- DE PAULA, L. F. F. **Testes de controle de qualidade em equipamentos de Raios X**. Orientador: Ana Cláudia Patrocínio. Graduação - Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2017

DE SANTANA, A. S. A. **Estatísticas e tamanho amostral no controle de qualidade de equipamentos para radiodiagnóstico.** Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras (UFL), Lavras/MG, 2014.

FARREL, N. D. *et al.* Radiation exposure in multiple hereditary exostoses: A retrospective review. **Journal of Orthopaedics.** v. 40, p. 87-90, 2023.

LUCENA, E. A. *et al.* Radiação ionizante, energia nuclear e proteção radiológica para a escola. **Revista Brasileira de Ciências da Radiação.** v. 5, n. 1, 2017.

NASCIMENTO, A. X. Como Raio-X. **Open Editions Journals.** v. 14, n. 1, 2018.

SITARENI, M *et al.* Justification of radiological procedures: Radiographers experience at two public hospitals. **Journal of Medical Imaging and Radiation Science.** v. 54, n.2, p. 312-318, 2023.