

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Câmpus de Botucatu

**CONTROLE DE QUALIDADE E LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO
DE RAIOS X CONVENCIONAL NA PRÁTICA**

Alline Regonatti Araujo

Botucatu/SP
2023

Alline Regonatti Araujo

CONTROLE DE QUALIDADE E LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO DE RAIOS X CONVENCIONAL NA PRÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física Médica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para a obtenção do título de Bacharel em Física Médica.

Orientador: Dr. Matheus Alvarez

Botucatu/SP

2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Araujo, Alline Regonatti.

Controle de qualidade e levantamento radiométrico de
raios X convencional na prática / Alline Regonatti Araujo.
- Botucatu, 2023

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física
Médica) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Matheus Alvarez

Coorientador: José Ricardo de Arruda Miranda

Capes: 20904002

1. Radiação ionizante. 2. Controle de qualidade.
3. Física médica. 4. Radiometria. 5. Raios X.

Palavras-chave: Controle de qualidade; Físico médico;
Levantamento radiométrico; Radiação ionizante.

À minha avó (*in memoriam*)

Agradecimentos

Ao Professor Fernando Grings, e às minhas amigas Maria Eliza Antunes e Beatriz Moreira Magiore, que me ajudaram muito nos meus estudos e foram o motivo para eu ter conseguido passar nas matérias de Cálculo com excelência.

À minha mãe por ter tornado possível minha estadia na Universidade com todo o apoio necessário para que eu pudesse me dedicar às atividades propostas sem maiores preocupações.

À minha gata Agnes Maria, que foi e ainda é meu alicerce nos momentos de dificuldades, somente graças a ela foi possível ter forças pra chegar até aqui hoje.

Aos meus colegas que me ajudaram com as tarefas do período letivo.

Aos professores do curso de Física Médica, responsáveis pela minha formação e também pelo meu amadurecimento durante essa jornada.

Ao meu Orientador Matheus Alvarez por ter me proporcionado essa oportunidade.

À minha banca Marcel Ferreira, por ter sido paciente e me ajudado nesse período.

À todas as pessoas que passaram pela minha vida, causando experiências boas ou ruins, pois me tornei quem sou hoje graças a todos esses episódios e sou grata por isso.

À Deus, ao universo, à qualquer força maior que tenha guiado meus passos e selecionado caminhos certos e a mim mesmo por ter sido forte.

“A nossa maior glória não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em levantarmo-nos sempre depois de cada queda.”

(Oliver Goldsmith)

RESUMO

O Físico Médico é um profissional especializado e altamente qualificado em física aplicada à medicina, que tem um papel fundamental na garantia da qualidade de imagens no radiodiagnóstico. Ele é responsável por realizar o controle de qualidade dos equipamentos de diagnóstico por imagem, calibrando-os e verificando se estão funcionando adequadamente, a fim de garantir que as imagens produzidas sejam precisas e de qualidade, podendo inclusive, avaliar os riscos associados ao uso de técnicas de radiodiagnóstico e auxiliar na elaboração de protocolos que garantam a segurança do paciente e do profissional envolvido no procedimento, otimizando assim, as doses de radiação, garantindo que os pacientes recebam o mínimo necessário para a obtenção de imagens precisas.

Palavras-chave: Físico Médico, Controle de Qualidade, Radiação Ionizante.

ABSTRACT

The Medical Physicist is a specialized and highly qualified professional in physics applied to medicine, who plays a fundamental role in ensuring the quality of images in radiodiagnosis. They are responsible for performing quality control of diagnostic imaging equipment, calibrating and verifying if they are functioning properly, in order to ensure that the produced images are accurate and of quality. They can even evaluate the risks associated with the use of radiodiagnostic techniques and assist in the development of protocols that guarantee the safety of the patient and the professional involved in the procedure, optimizing radiation doses and ensuring that patients receive the minimum necessary to obtain accurate images.

Keywords: Medical Physicist, Quality Control, Ionizing Radiation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplificação das Instruções Normativas	13
Figura 2 - À esquerda temos a câmara de ionização e à direita temos o eletrômetro accu-gold.	15
Figura 3 - Objeto simulador de Resolução Espacial.....	16
Figura 4 - Objeto simulador de Colimação e Alinhamento de Feixe.	17
Figura 5 - Demonstração da montagem dos testes de Colimação e Alinhamento de Feixe.....	17
Figura 6 - Cobia Meter e suas medidas.	18
Figura 7 - Imagem do nosso objeto simulador de Resolução Espacial	19
Figura 8 - Imagem do nosso objeto simulador de Baixo Contraste.....	20
Figura 9 - Imagem do nosso objeto simulador de Colimação e Alinhamento de Feixe.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Técnicas para medições com o Cobia	18
Tabela 2 - Nível de Tolerância e Restrição para o teste de Resolução Espacial.	19
Tabela 3 - Porcentagem da Sensibilidade de Baixo Contraste	20
Tabela 4 - Nível de Tolerância e Restrição para o teste de Levantamento Radiométrico e Fuga do Cabeçote.	22
Tabela 5 - Nota de 0 a 5 de acordo com a usabilidade da vestimenta.	23

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
Física Médica no Radiodiagnóstico	10
A Importância do Físico Médico	11
Resolução RDC N° 611, de 9 de março de 2022	12
Instruções Normativas	12
Plano de Proteção Radiológica (PQG, PPR, PEP).....	13
OBJETIVOS	14
MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS	24

INTRODUÇÃO

A Física Médica é a aplicação dos conceitos, leis e modelos da física à medicina. Tradicionalmente e por razões históricas, ela está muito ligada à utilização das radiações ionizantes nas áreas do radiodiagnóstico, medicina nuclear, radioterapia e braquiterapia. (Sociedade Portuguesa de Física, 2019).

Na década de 1950, médicos e profissionais já atuavam em conjunto, na área da Física Médica e foi nas décadas de 1960 e 1970 que foram criadas legislações estabelecendo a atuação desse profissional nas áreas médicas. No Brasil, a área de Física Médica foi estruturada com a criação da Associação Brasileira de Física Médica (ABFM), em 1969. (YOSHIMURA, Elisabeth, et. al. 2015)

Física Médica no Radiodiagnóstico

No ano de 1895, o alemão Wilhelm Conrad Röntgen descobriu os raios X, sendo um marco na Física e que exerce um grande impacto na medicina até os dias atuais.

Essa descoberta abriu caminhos para os estudos de Antoine Henri Becquerel, Ernest Rutherford, Pierre e Marie Curie, devido às observações e interpretações das emissões de partículas provenientes de materiais radioativos (radioatividade). (MATUSHITA, João Paulo)

Foi em 1905 que o físico e matemático Theophil Friedrich Christen, se tornou doutor em medicina, devido sua experiência em setores hospitalares, criou uma clínica médica onde se dedicou principalmente à recém-criada área de Radiologia. Após três anos, diante da Faculdade de Medicina de Berna (Suíça), defendeu uma tese não convencional para a época na área da Física Médica, intitulada "A clareza das chapas médicas como problema de absorção" (*Die Deutlichkeit des Röntgenbildes als Absorptionsproblem*). (YOSHIMURA, Elisabeth, et. al. 2015)

Nessa mesma época, vários outros físicos começaram a estudar cada vez mais a utilização de raios X no diagnóstico, sendo responsáveis pela introdução de profissionais físicos no meio hospitalar, incorporando a interdisciplinaridade dessa nova área, criando a Física Médica. (YOSHIMURA, Elisabeth, et. al. 2015)

A Importância do Físico Médico

Atualmente, o profissional Físico Médico atua nas áreas de radiologia diagnóstica e intervencionista, medicina nuclear, radioterapia, radio cirurgia, proteção radiológica, metrologia das radiações, processamento de sinais e imagens biomédicas. (YOSHIMURA, Elisabeth, et. al. 2015)

Cabe ao Físico Médico, por exemplo, garantir a administração da radiação ao paciente de forma segura e efetiva para alcançar o resultado diagnóstico ou terapêutico tal como foi prescrito pelo médico, ou pela legislação vigente. Por esse motivo, o Físico Médico tem grande impacto e importância nos processos de saúde e contribui de uma forma muito concreta para a segurança na utilização da radiação ionizante em medicina. (Sociedade Portuguesa de Física, 2019)

De uma forma muito genérica, as principais responsabilidades do(a) Físico(a) Médico(a) que exerce em ambiente hospitalar são as seguintes: (Sociedade Portuguesa de Física, 2019)

- Medição e caracterização da radiação;
- Desenvolvimento, implementação e supervisão de programas de garantia da qualidade;
- Estabelecimento de protocolos adequados para garantir a administração correta e precisa da radiação ao doente;
- Determinação da dose administrada ao paciente;
- Desenvolvimento dos procedimentos necessários para assegurar a qualidade da imagem;
- Colaboração com os restantes profissionais da saúde na otimização do balanço entre os efeitos benéficos e os efeitos nocivos da radiação;
- Definição das especificações técnicas dos equipamentos e planificação de novas instalações;
- Desenvolvimento, implementação e supervisão de programas de proteção e segurança contra as radiações para trabalhadores e pacientes.

Tendo em vista a vasta possibilidade de atuação do Físico Médico, foi criado o Título de Especialista da ABFM nas três especialidades tradicionais de atuação do físico médico (Radioterapia, Medicina Nuclear e Radiodiagnóstico), sendo uma forma de avaliar a qualificação de profissionais da área. (HADDAD, Cecília. 2011)

Na área de dosimetria pessoal, estimam-se que 12 empresas e centros de dosimetria atendem cerca de 50.000 usuários/ano. Outra oportunidade de trabalho é também em empresas especializadas na prestação de serviços de controle da qualidade de equipamentos de alto teor tecnológico, em projetos de controle da radiação (transporte de material radioativo, cálculo de barreira/proteção radiológica), em institutos controladores e reguladores de radiação ionizante, em órgãos de vigilância sanitária e na indústria de equipamentos de diagnóstico e terapia. (HADDAD, Cecília. 2011)

A presença do físico médico também é indispensável no desenvolvimento, gerenciamento e controle de qualidade dos equipamentos médicos, como mamógrafos, tomógrafos, ressonância magnética, entre outros. Isso inclui a calibração e manutenção regular desses equipamentos para garantir que eles estejam funcionando corretamente e fornecendo imagens diagnósticas precisas e seguras aos pacientes. (HADDAD, Cecília. 2011)

Resolução RDC Nº 611, de 9 de março de 2022

Resolução é o ato normativo expedido por órgão colegiado, com o objetivo de tomar uma decisão, impor uma ordem ou estabelecer uma medida. As resoluções dispõem sobre questões de ordem administrativa ou regulamentar, sendo, em regra, de competência do Conselho Superior, podendo ser emitidas por outros órgãos colegiados desde que possuam competência estabelecida em ato normativo ou formalmente delegada. (KATREIN, Flávia. 2021)

A RDC Nº 611, de 9 de março de 2022 estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista e regulamenta o controle das exposições médicas, ocupacionais e do público decorrentes do uso de tecnologias radiológicas diagnósticas ou intervencionistas. (Diário Oficial da União, 2022)

Instruções Normativas

Instrução Normativa consiste em ato normativo expedido por uma autoridade com competência estabelecida ou delegada para normatizar a matéria, no sentido de disciplinar a execução de lei, decreto ou regulamento, sem, no entanto, transpor ou inovar em relação à norma que complementa. A Instrução Normativa tipicamente visa a orientar as unidades administrativas em relação a matérias mais específicas. (KATREIN, Flávia. 2021)

As Instruções Normativas previstas na resolução RDC N° 611, de 9 de março de 2022, em resumo são:

Figura 1 - Exemplificação das Instruções Normativas



Fonte: STAFF¹

Plano de Proteção Radiológica (PQG, PPR, PEP)

O Plano de Radioproteção é o nome dado ao documento redigido com todas as orientações a serem seguidas tanto pela equipe de radioproteção como por todos que estiverem ligados direta ou indiretamente à atividade ocupacional exposta à radiação, para fins de licenciamento da instalação. O mesmo contempla o Programa de Garantia de Qualidade (PGQ), Programa de Proteção Radiológica (PPR) e o Programa de Educação Permanente (PEP). (FERREIRA, Rodrigo. 2021)

Toda instalação que opera com material radioativo está exposta aos riscos da radiação ionizante e deve preparar um documento descrevendo as diretrizes de radioproteção que devem ser seguidas rigorosamente. E para estruturar esse documento, é preciso estar atento a alguns tópicos que são fundamentais: (FERREIRA, Rodrigo. 2021)

- Identificação da Instalação e de seu Titular (Direção);
- Função, classificação e descrição das áreas da instalação;
- Descrição da equipe, das instalações e equipamentos do Serviço de Radioproteção;
- Descrição das fontes de radiação, dos sistemas de controle e de segurança e de sua aplicação;

¹ Disponível em: <https://www.staffsul.com.br/ensino/nova-rdc-611>

- Função e a qualificação dos IOE;
- Descrição dos programas e procedimentos de monitoração individual, das áreas e do meio ambiente
- Descrição do sistema de gerência de rejeitos radioativos, estando a sua eliminação sujeita a limites estabelecidos em norma específica;
- Estimativa de taxas de dose para condições de rotina;
- Descrição do serviço e controle médico dos IOE, incluindo planejamento médico em caso de acidentes;
- Programa de treinamento dos IOE e demais trabalhadores da instalação;
- Níveis de referência, limites operacionais e limites derivados, sempre que convenientes;
- Descrição dos tipos de acidentes admissíveis, do sistema de detecção correspondente e do acidente mais provável ou de maior porte, com detalhamento da árvore de falhas;
- Planejamento de interferência em situações de emergência até o restabelecimento da normalidade;
- Instruções de radioproteção e segurança fornecidas, por escrito, aos trabalhadores.

O documento de Proteção Radiológica é feito com base na Resolução CNEN NN 3.01-164 de 14 Março 2014.

A radiação ionizante causa diversos efeitos biológicos aos indivíduos expostos a ela de acordo com a dose e a forma de resposta. Por isso, a melhor forma de evitar os efeitos estocásticos e determinísticos da radiação ionizante no ambiente de trabalho é através de um serviço bem preparado, com um Plano de Radioproteção em dia. (FERREIRA, Rodrigo. 2021)

OBJETIVOS

Foi realizado o estágio obrigatório na empresa Consult Medicina, Radiometria e Qualidade S/S, com o objetivo de identificar e melhor compreender a função, bem como a rotina de um físico médico em uma empresa do setor do radiodiagnóstico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o período de estágio na Consult realizei o acompanhamento da realização dos testes de Controle de Qualidade e Levantamento Radiométrico de vários equipamentos, porém o que realizei sozinha, tendo maior propriedade para descrever, foi o do equipamento de Raios X convencional.

O teste de Controle de Qualidade estipulado pela RDC 611, corresponde à um conjunto de procedimentos que abrangem a obtenção e análise de medidas provenientes de equipamentos emissores de raios X, e também a avaliação da qualidade da imagem e sua aquisição, a fim de verificar se apresentam os requisitos de conformidade estabelecidos pela legislação.

O Levantamento Radiométrico, também é previsto pela RDC 611, é o teste de medição dos níveis e das doses de radiação, a certas distâncias e aos arredores da fonte de radiação, como por exemplo no comando do equipamento, na sala ou consultório vizinho à sala do equipamento, é utilizado para esse teste uma câmara de ionização do tipo bolacha e um eletrômetro, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - À esquerda temos a câmara de ionização e à direita temos o eletrômetro accu-gold.



Fonte: SafetyRad² e Radcal³.

Os testes de Controle de Qualidade são feitos seguindo a Instrução Normativa de nº 90, para serviços de Radiografia Médica e Convencional, o mesmo também é realizado para Radiografia Veterinária.

Chegando ao local em que se encontra o equipamento, são tiradas fotos de todas as etiquetas presente no equipamento, pois informações como: marca, modelo, nº de série, kV e mA máximo, devem constar no laudo.

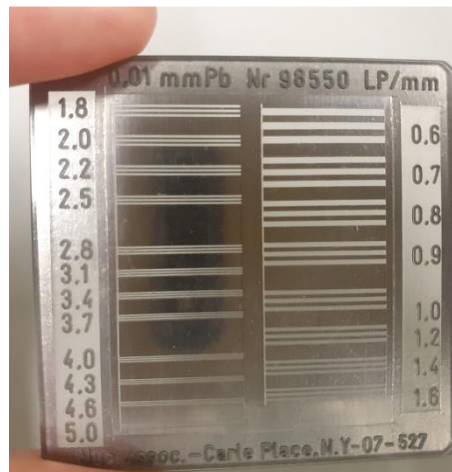
² Disponível em: <https://safetyrad.com/>

³ Disponível em: <https://radcal.com/>

Fica à critério do físico escolher a sequência em que se realizam os testes, mas irei descrever como eu realizei durante o estágio na Consult.

Para os testes de Controle de Qualidade da Imagem usamos os chamados fantasmas, objetos de simulação de parte humana, com o objeto simulador de resolução espacial, como mostrado na Figura 3 é realizado o primeiro teste de imagem, o teste de Resolução Espacial, utilizando, geralmente, as técnicas de 70kV e 12,5 mAs.

Figura 3 - Objeto simulador de Resolução Espacial



Fonte: Foto tirada pela Física Médica Samara Pavan.

A resolução espacial pode ser definida como a capacidade de visualização de detalhes finos, como linhas estruturais, bordas de tecidos e estruturas pequenas. (MARQUES, Paulo. 2012)

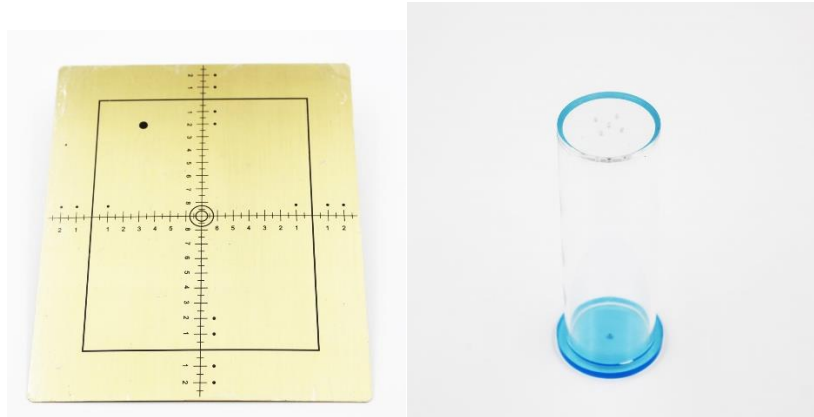
Esse teste é avaliado em termos de pares de linhas por milímetro (lp/mm), mediante a discriminação de pares de linhas pretas e brancas alternadas em grupos de diferentes frequências espaciais, na imagem. (LUZ, Eara. et. al. 2007)

O próximo teste de imagem é o teste de Resolução de Baixo Contraste, onde também utilizamos um fantoma com vários círculos de diferentes densidades e tamanhos, de acordo com o artigo 12 da IN 90 é necessário utilizar sempre o mesmo fantoma para avaliações futuras, para esse teste utilizamos a técnica de 75 kV e 20 mAs e também é adicionado uma atenuação ao colimador do equipamento de 1,5mm de cobre.

Esse teste é avaliada em termos do percentual de contraste entre esses círculos e seu fundo na imagem gerada. (LUZ, Eara. et. al. 2007)

O teste a seguir é o de colimação e alinhamento de feixe, para esses dois testes são utilizados dois objetos simuladores, o de colimação, como mostrado na Figura 4 à esquerda e o de alinhamento de feixe como mostrado à direita.

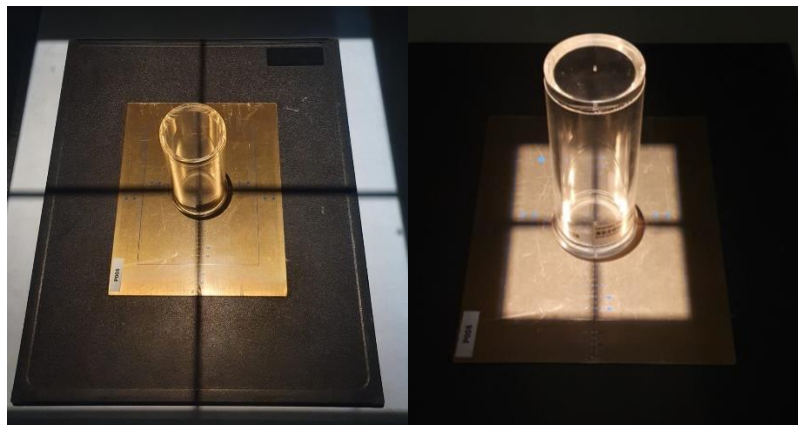
Figura 4 - Objeto simulador de Colimação e Alinhamento de Feixe.



Fonte: Imagens fornecidas pela Física Médica Samara Pavan.

Eles são realizados em uma mesma imagem, para isso a montagem é feita alinhando o eixo central e vertical do objeto simulador de alinhamento do feixe ao eixo central do objeto simulador de colimação, como demonstrado na Figura 5 à esquerda. Após a montagem é feita a colimação do equipamento na marcação do objeto simulador de Colimação, como mostrado na Figura 5 à direita.

Figura 5 - Demonstração da montagem dos testes de Colimação e Alinhamento de Feixe



Fonte: Repositório da Universidade Estadual de Santa Cruz⁴

⁴ Disponível em: <http://www.uesc.br/centros/ctr/modulos/infraestrutura/geral/equipamento.php?lab=lrld&eq=ftco&pic=1>

Para os restantes dos testes, como o de linearidade, reprodutibilidade, exatidão, tempo de exposição, valores de dose e CSR (Camada Semi Redutora), é utilizado o equipamento *RTI Cobia Meter*, um equipamento multifuncional, em que obtemos quase todos os testes em apenas algumas medidas, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - *Cobia Meter* e suas medidas.



Fonte: RTI Group⁵

Começamos colimando o feixe do equipamento no centro, parte sensível, do Cobia, para realizarmos as exposições variando as técnicas (kV e mAs), seguindo a Tabela 1. Obtendo ao final das exposições, nove medidas.

Tabela 1 - Técnicas para medições com o Cobia

kV (60, 70, 80)	mAs (5, 10, 20)
60	5
70	5
80	5
60	10
70	10
80	10
60	20
70	20
80	20

Fonte: Elaborada pela autora.

⁵ Disponível em: <https://rtigroup.com/>

Para avaliar a reprodutibilidade é necessário manter o mAs e alterar o kV, caso contrário estaremos analisando o quão repetitivo é o equipamento, o que não consta na Instrução Normativa nº 90.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 7 temos o resultado do teste de Resolução Espacial, onde devemos analisar em até qual marcação decimal conseguimos distinguir os pares de linha do início ao fim da linha, sem que se misturem.

Figura 7 - Imagem do nosso objeto simulador de Resolução Espacial



Fonte: Foto tirada pela Física Médica Samara Pavan.

Quando analisamos essa imagem em sua extensão original (.dicom), conseguimos enxergar as linhas sem que se misturem até a marcação de 2,5 pl/mmPb.

Seguindo as definições da IN 90, para o teste de Resolução Espacial, temos que o nível de Tolerância é para valores maiores ou igual à 2,5 pl/mm, conforme mostra a Tabela 2

Tabela 2 - Nível de Tolerância e Restrição para o teste de Resolução Espacial.

Aplicabilidade	Teste	Periodicidade	Tolerância	Nível de Restrição
G	Resolução Espacial	Testes de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 2,5$ pl/mm	$< 1,5$ pl/mm

Fonte: Diário Oficial da União.⁶

⁶ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-90-de-27-de-maio-de-2021-323020973>

Neste caso pode-se concluir que para o teste de Resolução Espacial, o mesmo se apresenta conforme.

Na Figura 8 temos o resultado do teste de Baixo Contraste, onde devemos contar a quantidade de circunferências, que conseguimos visualizar todo seu contorno, sem que a mesma desvaneça na metade da circunferência.

Figura 8 - Imagem do nosso objeto simulador de Baixo Contraste



Fonte: Foto tirada pela autora.

Para conseguirmos ter a porcentagem da sensibilidade de baixo contraste é utilizado a Tabela 3.

Tabela 3 - Porcentagem da Sensibilidade de Baixo Contraste

%	8mm	6mm	3mm	Nº Circunferências
54,90	o	o	o	1
32,70	o	o	o	2
10,40	o	o	o	3
9,30	o	o	o	4
8,30	o	o	o	5
7,20	o	o	o	6
6,20	o	o	o	7
5,10	o	o	o	8
4,00	o	o	o	9
3,00	o	o	o	10
2,50	o	o	o	11
2,10	o	o	o	12
1,70	o	o	o	13
1,30	o	o	o	14

0,80	x	x	x	15
0,40	x	x	x	16

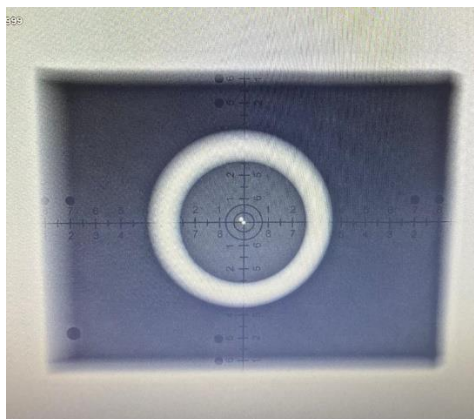
Fonte: Acervo Consult.

Neste caso é possível visualizar até 14 esferas, em seu arquivo de extensão original, seguindo a tabela, temos que a porcentagem da resolução de Baixo Contraste é de 1,30%, tendo como limite o nível base para esse fantoma, ou seja, conforme especificação do fabricante.

Na Figura 9 temos o resultado do teste de Colimação e também do teste de Alinhamento de Feixe, onde para a colimação analisamos o desvio da penumbra do campo de luz e radiação, tanto no eixo x, como no eixo y, sendo possível verificar se o campo de luz que auxilia na colimação é de fato o campo que será irradiado.

Já para o alinhamento devemos analisar os dois círculos centrais da placa, onde o primeiro corresponde a um valor de até 1,5 graus e o segundo de até 3 graus, sendo possível analisar se o feixe de raios X está perpendicular ao paciente.

Figura 9 - Imagem do nosso objeto simulador de Colimação e Alinhamento de Feixe



Fonte: Foto tirada pela autora.

De acordo com a IN 90 temos que o nível de tolerância é $\leq 3^\circ$, nesse caso o alinhamento do feixe ficou $< 1,5$ graus, estando conforme.

Para o teste de colimação temos um desvio de 0,5 cm no eixo x1, 1,0 cm do eixo x2, 0,5 cm no eixo y1 e também 0,5 cm no eixo y2. Estando conforme, pois a exatidão do campo luminoso deve ser $\leq 2\%$ da distância foco-receptor usada, neste caso de 100 cm.

Com o equipamento *RTI Cobia Meter* conseguimos estimar e calcular os demais testes do Controle de Qualidade, como por exemplo:

Exatidão e Reprodutibilidade da Tensão do Tubo, onde a constância e o valor médio da tensão aplicada ao tubo de Raios-X são avaliados;

Exatidão e Reprodutibilidade do Tempo de Exposição, avaliando a exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição gerada pelo equipamento;

Reprodutibilidade e Linearidade da Taxa de Kerma no Ar, onde é avaliado a exatidão e a reprodutibilidade da exposição gerada pelo equipamento, sendo possível determinar a validade das doses de radiação quando administradas em exames de rotina;

Rendimento do Tubo de Raios-X;

Camada Semi-Redutora (CSR), avaliando o quanto esse raios X permeia no corpo do paciente, ou seja, qual a espessura do material necessária para reduzir pela metade a intensidade do feixe de radiação.

Os testes de Levantamento Radiométrico e Radiação de Fuga do Cabeçote, comprovam a conformidade, com os níveis de restrição de dose na sala de raios X, conforme especificado na Tabela 4, retirada da IN nº90.

Tabela 4 - Nível de Tolerância e Restrição para o teste de Levantamento Radiométrico e Fuga do Cabeçote.

Aplicabilidade	Teste	Periodicidade	Tolerância	Nível de Restrição
G	Levantamento Radiométrico	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificação nas salas, equipamentos ou procedimentos	Área Livre: $\leq 0,5$ mSv/ano; Área Controlada: $\leq 5,0$ mSv/ano;	Área Livre: $> 1,0$ mSv/ano; Área Controlada: $> 10,0$ mSv/ano.
G	Radiação de Fuga do Cabeçote	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações no equipamento,	$\leq 1,0$ mGy/h a 1m	$> 2,0$ mGy/h a 1m

Fonte: Diário Oficial da União⁷

Em alguns casos é necessário fazer a conversão de mR para mGy.

Também é realizado o teste de Controle de Qualidade dos Acessórios Plumbíferos, que servem para atenuar a radiação ionizante, por esse motivo, o uso é aconselhável sempre que o profissional (IOE) necessite ser exposto a radiação, para a realização do exame ou cirurgia, como nos Arcos Cirúrgicos. Em pacientes, é aconselhável utilizar os Acessórios Plumbíferos sempre que seu uso não atrapalhar a aquisição de imagens da estrutura de interesse.

Para o controle dos Acessórios fazemos a análise visual, verificando se há presença de rasgos, mal armazenamento, costuras e etiquetas. Após essa análise, também são feitas imagens desses acessórios, para garantir que a radiação ionizante não esteja atravessando as vestimentas.

⁷ Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-90-de-27-de-maio-de-2021-323020973>

Para o laudo de usabilidade dessas vestimentas, são aplicadas notas de 0 a 5, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Nota de 0 a 5 de acordo com a usabilidade da vestimenta.

0	Blindagem não íntegra (com furos de raio maior que 7 mm ou trincas mais extensas que 7 cm), avental reprovado e não deve ser usado na rotina.
1	Avental com blindagem íntegra porém apresentando rasgos no revestimento, feixes danificados e muita dificuldade em ser utilizado de maneira adequada, aconselha-se manutenção antes do uso na rotina.
2	Avental com blindagem íntegra porém proporciona dificuldades em usá-lo de modo correto devido a danos no revestimento e feixes gastos.
3	Avental usável, blindagem íntegra, pode ser encontrado alguma dificuldade em vesti-lo devido a revestimento e feixes estarem em mal estado.
4	Avental com marcas de uso, Blindagem íntegra, Tecidos e Feixe em bons estados.
5	Avental em Perfeito Estado, Blindagem, Tecidos e Feixes em ótimo estado.

Fonte: Acervo Consult.

É considerado conforme, as vestimentas que apresentam uma nota ≥ 3 .

CONCLUSÃO

Durante o período de estágio na Consult, acompanhando os testes, visitas e toda a rotina da empresa, foi possível concluir que ser um Físico Médico é muito mais que realizar testes em equipamentos, é saber um pouco sobre segurança do trabalho, eletrônica e elétrica, administração, finanças e etc. A interdisciplinaridade dessa profissão, vai muito além da área hospitalar.

Os testes de Controle de Qualidade e Levantamento Radiométrico, tanto dos equipamentos, como das vestimentas plumbíferas, são de extrema importância para ser possível existir um Programa de Garantia de Qualidade, onde consegue-se garantir de fato a qualidade e segurança para saúde do paciente e dos profissionais, evitando exposições à radiação ionizante sem necessidade, bem como disseminar a educação na radioproteção.

REFERÊNCIAS

DIVISÃO DE FÍSICA MÉDICA. Sociedade Portuguesa de Física, 2019. O que é física médica? Disponível em: <<https://dfm.spf.pt/>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

YOSHIMURA, Elisabeth, et. al. Comunicação Instituto de Física, 21/12/2015. A importância da Física Médica. Disponível em: <<http://portal.if.usp.br/imprensa/pt-br/node/1117>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

MATUSHITA, João Paulo. Exame – Radiodiagnóstico/Radiografia. Disponível em: <<https://www.ddi.unifesp.br/radiodiagnostico-radiografia>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

HADDAD, Cecilia. A importância da Física Médica no cenário de desenvolvimento do País. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, 2011. v. 12, n. 1, p. 8-10. Disponível em: <<https://periodicos.ufn.edu.br>>. Acesso em: 01 de março de 2023.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. gov.br, 2022. RESOLUÇÃO RDC Nº 611, DE 9 DE Março DE 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075>>. Acesso em: 02 de março de 2023.

FERREIRA, Rodrigo. Radioproteção na Prática. Plano de Radioproteção – Tudo o que deve ter, 23/02/2021. Disponível em: <<https://radioprotecaonapratica.com.br/tudo-que-bom-plano-de-radioprotecao-deve-ter/>>. Acesso em: 04 de março de 2023.

STAFF Soluções em Física Médica e Radioproteção. NOVA RDC 611, 2022. Disponível em: <<https://www.staffsul.com.br/ensino/nova-rdc-611>>. Acesso em: 04 de março de 2023.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. gov.br, 2021. INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 90, DE 27 DE MAIO DE 2021. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-90-de-27-de-maio-de-2021-323020973>>. Acesso em: 04 de março de 2023.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. cnen.gov.br, 2014. DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA Norma CNEN 3.01 Resolução 164/14 Março / 2014. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br>>. Acesso em: 04 de março de 2023.

LUZ, Eara. et al. Scielo. A importância do controle de qualidade em serviços de hemodinâmica e cardiologia intervencionista, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rb/a/8c8YfT3gGS66CbTHBWTfvYv/?lang=pt>>. Acesso em: 05 de março de 2023.

MARQUES, Paulo. Semiologia em Diagnóstico por Imagem. Conceitos Básicos da Imagem Médica, Armazenamento, e Distribuição, 2012. Disponível em: <edisciplinas.usp.br> Acesso em 07 de março de 2023.