

**CONFEA**  
Conselho Federal de Engenharia  
e Agronomia



**CREA**  
Conselhos Regionais de Engenharia  
e Agronomia



**MUTUA**  
CASA DE ASSISTÊNCIA DOS PROFISSIONAIS DO CREA

# PROTOCOLOS PARA EXECUÇÃO DE TESTES EM SISTEMAS DE RADIOLOGIA DIAGNÓSTICA E INTERVENCIONISTA

GT Equipamentos Eletromédicos / CCEEE 2021

CONFEA

## APRESENTAÇÃO

Considerando sua missão precípua de defender a sociedade brasileira de leigos e de maus profissionais, o CONFEA apresenta à sociedade estes protocolos nacionais oficiais.

Fruto do trabalho do Grupo de Trabalho de Equipamentos Eletromédicos da CCEEE – Coordenadoria de Câmaras Especializadas em Engenharia Elétrica no ano de 2021, esta publicação apresenta protocolos para orientar profissionais que realizam os chamados “testes de controle de qualidade” em equipamentos eletromédicos emissores de radiação, seus afins e correlatos.

Para sua elaboração, também foram consultados vários engenheiros e outros profissionais experientes no assunto. Como resultado, tem-se um material de uso amplo, tanto para Engenheiros quanto para outros profissionais legalmente habilitados.

Salientamos que os procedimentos e metodologias aqui descritos não são os únicos que podem ser utilizados. Metodologias alternativas podem ser igualmente satisfatórias. Considerando que dentre as atividades de Engenharia estão a Padronização, a Mensuração e o Controle de Qualidade, reserva-se o direito (constitucional) de cada profissional legalmente habilitado escolher a metodologia que melhor lhe convenha, bem como desenvolver novas metodologias ou adaptar outras existentes, e, desta forma, contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira.

Alerta-se que estes protocolos se destinam a profissionais experientes. Profissionais iniciantes ou que esperam procedimentos mais detalhados devem buscar apoio em outros protocolos nacionais oficiais ou internacionais dos quais o Brasil seja signatário e/ou procurar assessoria de profissionais experientes.

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	5
EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS E TESTES EXIGIDOS PELA ANVISA .....	7
EXPOSIÇÃO DE TRABALHADORES E TESTES EXIGIDOS PELA ANVISA .....	9
HABILITAÇÃO PROFISSIONAL.....	11
SOBRE A INSTRUMENTAÇÃO .....	13
PROTOCOLOS PARA TESTES.....	14
TESTES GERAIS PARA EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE: .....	15
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL: .....	29
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE FLUOROSCOPIA:.....	30
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE MAMOGRAFIA: .....	33
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA:.....	36
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA EXTRAORAL:.....	43
OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA INTRAORAL: .....	45
TESTES PARA RECEPTORES DE IMAGEM NÃO INTEGRADOS À EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE: .....	47
TESTES PARA SISTEMAS DE REVELAÇÃO DE FILMES: .....	51
TESTES PARA DIGITALIZADORES DE IMAGENS E IMPRESSORAS DE IMAGENS DIGITAIS:.....	53

TESTES PARA EQUIPAMENTOS PARA VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS E ILUMINÂNCIA DE SEUS AMBIENTES: .....	54
TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO X: .....	56
TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE ULTRASSONOGRAFIA:.....	58
TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA:.....	63
LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PARA SALAS COM EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE: .....	69
LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PARA SALAS COM EQUIPAMENTOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA:.....	77
PROTOCOLO PARA CÁLCULOS .....	78
GLOSSÁRIO .....	81
DOCUMENTOS DE APOIO .....	90
ORIENTAÇÕES PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM SERVIÇOS DE SAÚDE ..	91
AUTORES E COLABORADORES .....	92

## INTRODUÇÃO

O sucesso no uso de equipamentos eletromédicos e a realização de exames e procedimentos que permitam uma correta interpretação dos resultados é primordial em Serviços de Saúde. Por isso, os equipamentos eletromédicos, seus afins e correlatos, devem ser mantidos em condições adequadas de funcionamento e submetidos regularmente a ensaios e verificações de desempenho.

O objetivo desses ensaios e verificações é fornecer elementos para aceitação ou rejeição do equipamento, bem como para corrigir eventuais desvios, falhas e anomalias. Desta forma, é possível disponibilizar aos profissionais da Saúde equipamentos que atendam os requisitos legais.

Convém destacar que dispor de equipamentos seguros e confiáveis por si só não é suficiente. Para a obtenção de imagens com a qualidade requerida para atingir o objetivo clínico pretendido é indispensável competência por parte do operador do equipamento, atividade que transcende a Engenharia e não será tratada nesta publicação.

Além disso, é primordial garantir a segurança durante o uso destes equipamentos, mais especificamente em relação à exposição à radiação. Uma vez que não é possível anular a exposição à radiação, mas tão somente mitigá-la, não só os pacientes e operadores dos equipamentos são expostos à radiação, mas também pessoas não envolvidas com o procedimento radiológico. Por isso, seguindo as boas práticas de segurança do trabalho, a exposição dos trabalhadores deve

ser monitorada e os equipamentos de proteção coletiva e de proteção individual devem ser regularmente inspecionados.

## EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS E TESTES EXIGIDOS PELA ANVISA

Equipamentos eletromédicos são equipamentos eletroeletrônicos destinados ao diagnóstico, tratamento ou monitoramento de pacientes. No caso das radiologias diagnóstica e intervencionista, além dos equipamentos emissores de radiação há equipamentos e dispositivos para recepção, processamento e visualização de imagens, que podem ser integrados ou não àqueles, compondo o que se chama de “sistema de radiologia”.

Para estes equipamentos a legislação sanitária federal exige a realização periódica de diversos testes conhecidos como “testes de aceitação e de controle de qualidade”. Contudo, convém destacar que entre as diversas definições e conotações do termo Qualidade, neste caso específico, se está tratando de “corresponder às expectativas”; primeiro, de órgãos reguladores e depois, dos profissionais que interpretam as imagens.

Os testes exigidos pela ANVISA podem ser divididos em quatro tipos:

- testes para o equipamento emissor de radiação propriamente dito;
- testes para receptores de imagem não integrados ao equipamento emissor de radiação;
- testes para equipamentos de visualização de imagens não integrados ao equipamento emissor de radiação; e



- testes para o sistema de radiologia como um todo.

Além desses, a ANVISA também exige a estimativa de dose de radiação dada aos pacientes, testes e avaliações relativas à segurança do trabalho, iluminação de ambientes, entre outros.

## EXPOSIÇÃO DE TRABALHADORES E TESTES EXIGIDOS PELA ANVISA

Tanto a radiação ionizante quanto a radiação não-ionizante são agentes capazes de causar lesão ou agravo à saúde de trabalhadores. Por consequência, devem constar no inventário de riscos ocupacionais de Serviços de Saúde que possuem equipamentos de radiologia diagnóstica ou intervencionista. Da mesma forma, os documentos e ações de Segurança do Trabalho devem prever a monitoração da exposição dos trabalhadores e o atendimento a outros requisitos legais.

Complementarmente à legislação trabalhista, a ANVISA exige testes e avaliações relativos à Segurança do Trabalho, os quais podem apresentar limites de tolerância e periodicidades diferentes. Portanto, recomenda-se que os Laudos Técnicos atendam todas as legislações pertinentes.

Os trabalhadores expostos à radiação são divididos em dois grupos: os ocupacionalmente expostos, chamados pela ANVISA e pela CNEN de IOE – Indivíduos Ocupacionalmente Expostos; e os expostos de forma não ocupacional, chamados pela ANVISA e pela CNEN de Indivíduos do Público. Para cada grupo há um método de monitoração da exposição.

A monitoração da exposição dos trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante se dá através do uso de dosímetro individual substituído mensalmente. O somatório das doses dos últimos doze meses (jornada de um ano de trabalho) é comparado com os limites de tolerância definidos na legislação trabalhista federal. Caso a legislação

sanitária preveja exigência diferente, ambas devem ser atendidas.

Já para os trabalhadores expostos de forma não ocupacional à radiação ionizante, a monitoração da exposição se dá através do chamado levantamento radiométrico, ou radiometria. Trata-se da avaliação dos níveis de radiação em postos de trabalho, atrás de barreiras protetoras e outros locais de interesse, considerando-se o pior caso de exposição, pois se as blindagens estiverem adequadas para o pior caso, estarão adequadas para todos os outros casos. A Norma de Higiene Ocupacional NHO-05 da Fundacentro estabelece procedimentos para a realização do levantamento radiométrico, e a presente publicação traz informações técnicas suplementares.

Para serviços de ressonância magnética, embora não exigido explicitamente na atual legislação federal, recomenda-se realizar radiometrias periodicamente para monitorar a exposição dos trabalhadores à campos elétricos, campos magnéticos e campos eletromagnéticos. Enquanto a legislação trabalhista federal não definir os limites de tolerância, recomenda-se a comparação com os limites definidos da Lei Federal 11.934/2009. Para tal, os trabalhadores nas salas de comando devem ser considerados ocupacionalmente expostos.

Já para serviços de ultrassonografia, entende-se que não são necessárias ações de proteção para trabalhadores. Conforme a Organização Mundial da Saúde, o ultrassom é considerado um procedimento muito seguro, com efeitos adversos mínimos para os pacientes.

## HABILITAÇÃO PROFISSIONAL

Conforme a legislação atual, no âmbito do Sistema CONFEA/CREA, os profissionais legalmente habilitados para as atividades descritas neste documento são:

- Laudos técnicos de desempenho de equipamentos eletromédicos, seus afins e correlatos:
  - Engenheiro Biomédico;
  - Engenheiro Eletricista com atribuições dadas pelo art. 9º da Resolução CONFEA 218/73;
  - Engenheiro Eletrônico.
- Laudos técnicos de integridade de EPI – Equipamentos de Proteção Individual e EPC – Equipamentos de Proteção Coletiva:
  - Engenheiros de Segurança do Trabalho.
- Laudos técnicos de radiometria (levantamento radiométrico):
  - Engenheiro Biomédico;
  - Engenheiro de Segurança do Trabalho;
  - Engenheiro Eletricista com atribuições dadas pelo art. 9º da Resolução CONFEA 218/73;
  - Engenheiro Eletrônico.
- Laudos técnicos de iluminância de ambientes:
  - Engenheiro Eletricista;
  - Engenheiro de Segurança do Trabalho;
  - Engenheiro Eletrônico.

O engenheiro de Segurança do Trabalho tem a prerrogativa de fazer do laudo técnico de radiometria um laudo técnico de insalubridade por exposição à radiação.

O levantamento e coleta de dados e a realização de testes podem ser realizados por técnicos de nível médio, sob a responsabilidade do engenheiro responsável pelo laudo.

## SOBRE A INSTRUMENTAÇÃO

Para a gestão dos instrumentos de medida, sugere-se a aplicação da norma ABNT ISO 10.012 e do documento OIML D 10 da Organização Internacional de Metrologia Legal, da qual o Brasil é signatário.

Segundo o documento supracitado, intervalos fixos entre calibrações não são confiáveis. A periodicidade recomendada pelo fabricante do instrumento pode ser utilizada como ponto de partida, porém o intervalo entre calibrações deve ser sistematicamente analisado e, se necessário, corrigido. Sugere-se, por exemplo, utilizar o Método Schumacher.

### Instrumentos para medir radiação

Independentemente da grandeza a ser avaliada (Exposição, Dose Absorvida, Equivalente de Dose, kerma etc.), os instrumentos de medição medem a corrente elétrica provocada pela radiação em seu elemento sensível. Portanto, é possível utilizar instrumentos com indicação de qualquer grandeza e unidade, desde que calibrados na grandeza de interesse ou realizada a devida conversão.

## PROTOCOLOS PARA TESTES

Os protocolos aqui descritos indicam como os testes devem ser realizados. A interpretação e avaliação dos resultados competem ao profissional responsável pelo laudo técnico.

O profissional responsável deve ter em mente que os dispositivos e circuitos eletrônicos, bem como as tecnologias embarcadas em cada equipamento podem variar de fabricante para fabricante ou de modelo para modelo. Portanto, não é possível determinar uma metodologia única capaz de testar os mais diversos parâmetros, independente do equipamento a ser testado. Para cada parâmetro de cada equipamento se faz necessário determinar a quantidade de pontos a serem medidos, respeitando-se as limitações técnicas dos instrumentos de medida.

Testes para os quais a ANVISA determina que o limite de tolerância siga especificações do fabricante podem ser realizados conforme as próprias instruções do fabricante do equipamento.

## TESTES GERAIS PARA EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE:

Alinhamento de grade:

*Objetivo:* verificar o posicionamento da grade antiespalhamento em relação ao eixo central do feixe de raios X e ao plano ortogonal ao mesmo.

*Instrumentação:* receptor de imagem; placa de cobre; densitômetro óptico.

*Metodologia:* o eixo central do feixe de raios X deve estar perpendicular ao receptor de imagem e centralizado em relação à grade e o ponto focal deve estar na distância focal da grade. Realizar imagem usando baixo kV e mAs.

Para CR e DR, utilizar placa de cobre na saída do colimador.

Alinhamento do eixo central do feixe de raios X:

*Objetivo:* verificar a ortogonalidade entre o eixo central do feixe de raios X e o plano do receptor de imagem.

*Instrumentação:* receptor de imagem; dispositivo de teste.

*Metodologia:* o indicador de direcionamento do eixo central do feixe de raios X deve indicar perpendicularidade com



o receptor de imagem. Posicionar dispositivo de teste e realizar imagem conforme instruções do fabricante.

Artefatos na imagem:

*Objetivo:* verificar se há artefatos ou imagens remanescentes que possam comprometer a interpretação de imagens clínicas.

*Instrumentação:* -

*Metodologia:* Para cada imagem realizada, verificar a existência de artefatos e a remanescência de imagens prévias no receptor de imagem.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem integrado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Camada semirredutora:

*Objetivo:* verificar a filtração do feixe de raios X.

*Instrumentação:* instrumento medidor de camada semirredutora ou instrumento medidor de radiação e filtros de alumínio de alta pureza.

*Metodologia:* com instrumento medidor de camada semirredutora, seguir as instruções do fabricante.

Com medidor de radiação e filtros de alumínio, fazer exposição sem filtros e repetir o procedimento interpondo filtros

até que se meça valores abaixo da metade do valor medido sem filtros. Se necessário, interpolar os resultados.

Compensação e reprodutibilidade do Controle Automático de Exposição (CAE) ou de Intensidade (CAI):

*Objetivo:* verificar a resposta dos dispositivos e eletrônica associada que compõem o Controle Automático de Exposição ou de Intensidade.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e/ou placas de acrílico de diferentes espessuras.

*Metodologia:* para diferentes espessuras de acrílico ou diferentes tensões de tubo, medir a radiação que chega no receptor de imagem ou a densidade óptica de cada imagem ou o valor de pixels de cada imagem.

Distância foco-pele:

*Objetivo:* verificar a distância entre o ponto focal e o plano ortogonal mais próximo possível onde se possa posicionar o paciente.

*Instrumentação:* instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* medir, na direção do feixe primário, a distância entre o indicador de posição do ponto focal e o plano ortogonal mais próximo possível onde se possa posicionar o paciente.

Distorção geométrica (da imagem digitalizada):

*Objetivo:* verificar a exatidão da ferramenta de medida do software do equipamento.

*Instrumentação:* objeto com dimensões conhecidas ou com régua graduada ou com marcações com espaçamentos conhecidos.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste e fazer medições com a ferramenta de medida do software do equipamento.

Efetividade do ciclo de apagamento:

*Objetivo:* verificar a remanescência de imagens após o apagamento do receptor de imagem.

*Instrumentação:* objeto de alta densidade.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste, digitalizar a imagem, realizar o ciclo de apagamento do receptor de imagem e digitalizar novamente.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Pode ser utilizada metodologia e instrumentação indicada pelo fabricante do receptor de imagem.

Exatidão do indicador da distância foco-receptor de imagem:

*Objetivo:* verificar a distância entre o ponto focal e a entrada do receptor de imagem.

*Instrumentação:* instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* medir a distância entre o indicador de posição do ponto focal e a entrada do receptor de imagem.

Exatidão do indicador de campo luminoso:

*Objetivo:* verificar a coincidência entre o campo luminoso e o campo de radiação.

*Instrumentação:* receptor de imagem e objeto(s) radiopaco(s).

*Metodologia:* marcar o perímetro do campo luminoso com material radiopaco e realizar imagem.

Exatidão do indicador de dose do detector:

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada que indica a dose no receptor de imagem.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação.

*Metodologia:* Realizar duas exposições com mesmo kV e mAs, uma utilizando o medidor de radiação e outra não.

*Observação:* este teste não se aplica para equipamentos sem receptor de imagem incorporado.

Pode ser utilizada metodologia e instrumentação indicada pelo fabricante do receptor de imagem.

Exatidão do indicador de produto kerma-área (ou equivalente):

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada que indica o produto kerma-área.

*Instrumentação:* instrumento medidor de kerma-área ou instrumento medidor de radiação.

*Metodologia:* seguir as instruções do fabricante do instrumento medidor de kerma-área ou utilizar medidor de radiação e multiplicar o valor medido pela área da seção transversal do feixe de radiação no plano de onde foi realizada a medida.

Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição:

*Objetivo:* verificar a resposta do(s) circuito(s) eletrônico(s) que controla(m) o tempo de exposição.

*Instrumentação:* instrumento medidor de tempo de exposição.

*Metodologia:* seguir as instruções do fabricante do instrumento medidor de tempo de exposição.

*Observação:* a quantidade de pontos testados deve ser suficiente para representar o circuito eletrônico que controla o tempo de exposição como um todo. Na indisponibilidade do

esquema elétrico, recomenda-se realizar esse teste para cada filamento do tubo ou modo de operação.

Exatidão e reprodutibilidade da alta tensão aplicada ao tubo de raios X:

*Objetivo:* verificar a resposta do(s) circuito(s) eletrônico(s) que controla(m) a alta tensão do tubo.

*Instrumentação:* instrumento medidor de alta tensão aplicada à tubos de raios X.

*Metodologia:* seguir as instruções do instrumento medidor de alta tensão aplicada à tubos de raios X.

*Observação:* a quantidade de pontos testados deve ser suficiente para representar o circuito eletrônico que controla a alta tensão do tubo como um todo. Na indisponibilidade do esquema elétrico, recomenda-se realizar esse teste para todas as correntes anódicas ou cada filamento do tubo.

Para sistemas automáticos em fluoroscopia, utilizar objetos para atenuar o feixe e modificar a alta tensão aplicada ao tubo de raios X.

Exatidão do sistema de colimação:

*Objetivo:* verificar a coincidência entre o campo de radiação e a indicação de seu tamanho ou a área do receptor de imagem.

*Instrumentação:* receptor(es) de imagem, objetos radiopacos e ecran.

*Metodologia:* para colimadores reguláveis com localização luminosa, utilizar a mesma metodologia do teste de exatidão do indicador de campo luminoso.

Para outros tipos de colimador, utilizar receptor(es) de imagem sobre o receptor de imagem do equipamento, marcando o perímetro deste último com materiais radiopacos e realizar imagem. Alternativamente, realizar exposição com ecran sobre o receptor de imagem e arranjo para medir a diferença entre as bordas do receptor de imagem e as bordas do campo de radiação.

*Observação:* para fluoroscopia o colimador deve estar todo aberto.

Para tomografia computadorizada, posicionar um receptor de imagem para radiologia convencional sobre a mesa de exames.

Funcionamento do sistema de colimação:

*Objetivo:* verificar qualitativamente a movimentação mecânica das palhetas de colimadores reguláveis.

*Instrumentação:* para fluoroscopia, ecran.

*Metodologia:* abrir e fechar o colimador ao máximo, acompanhando o campo luminoso ou, para fluoroscopia, o brilho no ecran.

Linearidade do kerma no ar com o mAs:

*Objetivo:* verificar a resposta dos circuitos eletrônicos que controlam a alta tensão do tubo e a corrente anódica em função da carga.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação.

*Metodologia:* manter fixos o kV e o mA selecionados, medir o kerma no ar para diferentes tempos de exposição e dividir o valor medido pelo tempo de exposição ou pelo mAs nominal.

Se aplicável, repetir mantendo fixo o tempo de exposição selecionado e medindo o kerma no ar para diferentes correntes anódicas.

*Observação:* a quantidade de pontos testados deve ser suficiente para representar o circuito eletrônico que controla o tempo de exposição como um todo.

Movimentos e freios do cabeçote:

*Objetivo:* verificar qualitativamente a movimentação mecânica do cabeçote e se o cabeçote permanece estável em qualquer posição.

*Instrumentação:* -.

*Metodologia:* movimentar o cabeçote em todas as direções possíveis e acionar o freio relativo à cada sentido de movimentação.



Radiação de fuga do cabeçote:

*Objetivo:* verificar a blindagem do cabeçote do tubo de raios X.

*Instrumentação:* ecran, instrumento medidor de radiação, instrumento medidor de comprimento e placa de chumbo de, no mínimo, 1,0 mm de espessura.

*Metodologia:* fechar todo o colimador e acrescentar a placa de chumbo na saída do mesmo, selecionar a maior tensão de tubo comumente utilizada pelo(s) usuário(s) do equipamento e realizar exposições com o ecran sobre a superfície do cabeçote (tantas quantas forem necessárias para verificar toda a superfície). Para os pontos onde o ecran brilha mais forte, medir a taxa de kerma no ar a um metro do ponto focal.

*Observação:* esta metodologia não se aplica para cabeçotes que se movimentam durante a emissão de radiação, exceto se for possível utilizar um arranjo para que o instrumento medidor de radiação acompanhe a movimentação do cabeçote.

Este teste está relacionado à segurança no uso de equipamentos de raios X.

Razão contraste-ruído:

*Objetivo:* verificar a capacidade do receptor de imagem de distinguir um objeto de seu entorno.

*Instrumentação:* objeto de acrílico e lâmina de alumínio de alta pureza.

*Metodologia:* utilizando o CAE, realizar imagem do objeto de acrílico (fundo) com a lâmina de alumínio alocada afastada das bordas do objeto e dos sensores do CAE.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Relação entre sensores do CAE:

*Objetivo:* verificar a diferença entre as respostas dos dispositivos e eletrônica associada que compõem cada sensor do CAE.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e/ou placas de acrílico.

*Metodologia:* manter o kV e fazer exposições para todas as combinações possíveis de sensores do CAE; medir a radiação que chega no receptor de imagem ou a densidade óptica de cada imagem ou o valor de pixels de cada imagem.

Relação sinal-ruído:

*Objetivo:* verificar a intensidade da imagem em relação ao seu ruído.

*Instrumentação:* objeto de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem de objeto-teste.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Rendimento do tubo:

*Objetivo:* verificar a resposta do(s) circuito(s) eletrônico(s) que controla(m) a(s) corrente(s) anódica(s).

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* para a alta tensão de tubo requerida, medir a taxa de kerma no ar para cada corrente anódica nominal.

Reprodutibilidade do kerma no ar:

*Objetivo:* verificar a resposta dos circuitos eletrônicos que controlam a alta tensão do tubo e a corrente anódica.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e instrumento medidor de alta tensão aplicada à tubos de raios X.

*Metodologia:* manter fixas a alta tensão do tubo e o mAs selecionados e realizar exposições.

Resolução espacial:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de radiologia de distinguir detalhes nas imagens e discriminar pequenas diferenças de atenuação da matéria.

*Instrumentação:* ferramenta-teste para resolução.

*Metodologia:* utilizar a ferramenta-teste conforme instruções do fabricante e, se aplicável, utilizando todos os tamanhos de foco disponíveis.

Para CR, realizar o teste para todos os tamanhos de receptor de imagem.

Para fluoroscopia, realizar o teste para todos os tamanhos de campo.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Ruído:

*Objetivo:* verificar a dispersão aleatória da intensidade da imagem em uma região de interesse.

*Instrumentação:* objeto de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem de objeto-teste.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Sinais sonoros e luminosos:

*Objetivo:* verificar a existência e funcionalidade de sinais indicativos de emissão de radiação.

*Instrumentação:* -.

*Metodologia:* realizar exposição com tempo suficiente para a percepção dos sentidos humanos de visão e audição.

Uniformidade da imagem:

*Objetivo:* verificar a variação da intensidade da imagem entre diferentes regiões de interesse.

*Instrumentação:* objeto de material homogêneo cuja imagem cubra todo o receptor de imagem.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste e medir a densidade óptica ou valor de pixels no centro da imagem e no centro de cada quadrante da imagem.

Para radiologia convencional e odontológica extraoral com DR, utilizar placa de cobre na saída do colimador.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem incorporado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL:

Valores representativos de dose (nos pacientes):

*Objetivo:* estimar a dose de radiação dada aos pacientes em cada tipo de exame.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação, instrumento medidor de comprimento e, se necessário, fantoma.

*Metodologia:* obter do usuário do equipamento as técnicas radiográficas comumente utilizadas e, para cada uma, fazer uma exposição, medindo a dose.

Se necessário, corrigir os valores medidos considerando o espalhamento da radiação e a espessura anatômica do paciente disponíveis na literatura técnica ou obtidos experimentalmente.

*Observação:* não se trata de um teste para o equipamento, mas uma verificação da resposta do equipamento para as técnicas radiográficas utilizadas por seu usuário.

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE FLUOROSCOPIA:

Ajuste automático de abertura do colimador:

*Objetivo:* verificar o funcionamento do sistema eletrônico de abertura automática do colimador em função da distância foco-receptor de imagem.

*Instrumentação:* ecran ou receptor de imagem para radiografia convencional.

*Metodologia:* utilizando ecran, posicionar o receptor de imagem o mais próximo possível do tubo de raios X, abrir todo o colimador e fazer exposição afastando o receptor de imagem do tubo até o máximo.

Utilizando receptor de imagem para radiologia convencional, colocá-lo sobre o receptor de imagem do equipamento e realizar uma imagem com a menor distância foco-receptor de imagem possível e outra imagem com a maior distância possível.

Distorção geométrica:

*Objetivo:* verificar a distorção da imagem causada pela curvatura das telas dos receptores de imagem e/ou dos monitores de vídeo.

*Instrumentação:* objeto com réguas graduadas ou com malha metálica e instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste com o maior tamanho de campo possível e fazer medições sobre o monitor de vídeo.

Exatidão do indicador de kerma no ponto de referência:

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada que indica o kerma (ou taxa de kerma) no ponto de referência intervencionista.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação, instrumento medidor de comprimento e, se necessário, objetos para aumentar a taxa de kerma no ar.

*Metodologia:* medir o kerma no ponto de referência intervencionista informado no manual do equipamento.

Máxima taxa de kerma no ar:

*Objetivo:* verificar a máxima taxa de kerma no ar produzida pelo equipamento.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e placas metálicas.

*Metodologia:* se possível, selecionar a maior alta tensão de tubo e medir a taxa de kerma no ar, sem retroespalhamento, no ponto desejado.



Para equipamentos que dispõem apenas de controle automático de intensidade, colocar placas metálicas junto ao receptor de imagem para aumentar ao máximo a taxa de kerma no ar.

Máxima taxa de kerma no ar no paciente:

*Objetivo:* verificar a máxima taxa de kerma no ar incidente ou na entrada da pele do paciente.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação, fantoma de acrílico com 20 cm de espessura.

*Metodologia:* para equipamentos com receptor de imagem fixo sob a mesa, posicionar o fantoma sobre a mesa e o instrumento medidor de radiação sobre o fantoma. Para os demais equipamentos, posicionar o fantoma afastado 10 cm do receptor de imagem e, se necessário colimar o feixe até as bordas do fantoma.

Se necessário, corrigir os valores medidos considerando o espalhamento da radiação.

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE MAMOGRAFIA:

Alinhamento da bandeja de compressão:

*Objetivo:* verificar o alinhamento da bandeja de compressão em relação ao suporte do paciente durante a compressão da mama.

*Instrumentação:* bloco retangular de esponja de dimensões semelhantes a fantasmas de mama média e instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* posicionar o bloco de esponja na posição da mama do paciente e acionar a bandeja de compressão; medir a distância entre a superfície do suporte do paciente e a bandeja de compressão nas arestas verticais do bloco.

Exatidão do indicador de mama comprimida:

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada à indicação da distância entre a bandeja de compressão e o suporte do paciente.

*Instrumentação:* blocos rígidos de espessuras conhecidas.

*Metodologia:* para diferentes espessuras de bloco, acionar a bandeja de compressão até entrar em contato com o bloco.

Qualidade da imagem com fantoma:

*Objetivo:* verificar a qualidade da imagem.

*Instrumentação:* fantoma de qualidade da imagem mamográfica que contenha as estruturas requeridas.

*Metodologia:* seguir as instruções do fabricante do fantoma e realizar imagens para todas as combinações anodo/filtro disponíveis.

*Observação:* para equipamentos sem receptor de imagem acoplado, não se trata de um teste específico para o equipamento.

Sistema de compressão automático:

*Objetivo:* verificar a força de compressão aplicada à bandeja de compressão.

*Instrumentação:* balança e material macio para evitar o contato direto da bandeja de compressão com a balança.

*Metodologia:* para forças de compressão nominais da mínima até a máxima, posicionar a balança na posição da mama do paciente, colocar um material macio sobre a balança e acionar a bandeja de compressão até o máximo.

Tempo máximo de exposição para um simulador de mama:

*Objetivo:* verificar a resposta dos dispositivos e eletrônica associada que compõem o CAE.

*Instrumentação:* simulador de mama da espessura requerida e medidor de tempo de exposição.

*Metodologia:* posicionar o simulador de mama sobre os sensores do CAE e o instrumento medidor de tempo de exposição ao lado do fantoma, acionar a bandeja de compressão e realizar exposição utilizando o CAE.

Valores representativos de dose (nos pacientes):

*Objetivo:* estimar a dose de radiação dada aos pacientes em cada tipo de exame.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e fantasmas de espessuras requeridas.

*Metodologia:* obter do usuário do equipamento as técnicas radiográficas comumente utilizadas para cada espessura de mama requerida e, para cada uma, fazer uma exposição com o simulador de mama na posição da mama do paciente e o instrumento medidor de radiação sobre ele e afastado dos sensores do CAE. Se necessário, aplicar os fatores de correção disponíveis na literatura técnica.

*Observação:* exceto para sistemas totalmente automáticos, não se trata de um teste para o equipamento, mas uma verificação da resposta do equipamento para as técnicas radiográficas utilizadas por seu(s) usuário(s).

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA:

Coincidência entre os indicadores luminosos externo a interno:

*Objetivo:* verificar se o deslocamento da mesa para o início de uma exposição corresponde à distância entre os indicadores luminosos externo e interno ao “gantry”.

*Instrumentação:* ferramenta-teste ou objeto simulador com fio metálico ou receptor de imagem para radiologia convencional e fio metálico.

*Metodologia:* usando ferramenta-teste, seguir as instruções do fabricante.

Usando objeto simulador com fio metálico, posicionar o simulador de forma que o fio metálico coincida com o indicador luminoso externo e acionar o deslocamento automático da mesa para a posição de início de exame.

Usando receptor de imagem, fixar fio metálico sobre o receptor de imagem, posicioná-lo de forma que o fio metálico coincida com o indicador luminoso externo e acionar o deslocamento automático da mesa para a posição de início de exame.

Coincidência entre o indicador luminoso interno e o feixe de radiação:

*Objetivo:* verificar a coincidência entre a posição do indicador luminoso interno ao “gantry” e o feixe de radiação.

*Instrumentação:* ferramenta-teste ou objeto simulador com fio metálico ou receptor de imagem para radiologia convencional e fio metálico.

*Metodologia:* usando ferramenta-teste, seguir as instruções do fabricante.

Usando objeto simulador com fio metálico, posicionar o simulador de forma que o fio metálico coincida com o indicador luminoso interno e realizar varredura com número ímpar de cortes, sendo o corte central posicionado sobre o fio metálico.

Usando receptor de imagem, fixar fio metálico sobre o receptor de imagem, posicioná-lo de forma que o fio metálico coincida com o indicador luminoso interno e realizar corte axial único sobre o fio metálico.

Compensação do Sistema de Modulação de Corrente para diferentes espessuras:

*Objetivo:* verificar a resposta dos dispositivos e eletrônica associada que compõem o sistema de modulação de corrente.

*Instrumentação:* fantoma cônico ou instrumento medidor de radiação e fantasmas para medição de dose em tomografia computadorizada.

*Metodologia:* para fantoma cônico, medir o ruído em diferentes partes do fantoma com a ferramenta de medida do equipamento.

Para fantasmas para medição de dose, posicionar os fantasmas de crânio e de abdômen lado a lado e centralizados em relação ao isocentro do “*gantry*” e, utilizando o sistema de modulação de corrente, medir a dose em cada fantoma.

Exatidão da Espessura de Corte:

*Objetivo:* verificar o desempenho do algoritmo de reconstrução da imagem em relação à espessura de corte selecionada.

*Instrumentação:* ferramenta-teste ou objeto com rampa delgada e metálica e nível bolha.

*Metodologia:* usando ferramenta-teste, seguir as instruções do fabricante.

Usando objeto com rampa metálica, posicionar o mesmo centralizado e alinhado no isocentro do “*gantry*” e realizar cortes, preferencialmente no modo axial. Para modo helicoidal, a espessura do corte reconstruído deve ser a mesma do detector.

*Observação:* a quantidade de espessuras de corte a serem testadas deve ser suficiente para representar todas as disponíveis.

Exatidão da Inclinação do “Gantry”:

*Objetivo:* verificar a exatidão do indicador de inclinação do “gantry”.

*Instrumentação:* receptor de imagem para radiologia convencional.

*Metodologia:* posicionar o receptor de imagem verticalmente sobre a mesa e realizar cortes com ângulo  $0^\circ$ , um ângulo positivo e outro negativo.

Exatidão do Indicador de Deslocamento/Posicionamento da Mesa:

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada que indica a posição da mesa.

*Instrumentação:* instrumento medidor de comprimento e objeto de comprimento conhecido.

*Metodologia:* marcar em parte fixa da mesa de exames a posição do objeto-teste, realizar sequência de cortes entre as extremidades do objeto-teste e medir a distância entre a posição final do objeto-teste e a marcação de sua posição inicial.

Exatidão do Posicionamento da Mesa (em relação ao “Gantry”):

*Objetivo:* verificar o alinhamento da mesa de exames em relação ao “gantry”.



*Instrumentação:* instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* deslocar a mesa de exames o máximo possível, registrar o posicionamento do indicador luminoso paralelo ao eixo longitudinal da mesa em relação ao centro da mesa. Realizar a medição com a mesa no outro extremo e em posição intermediária.

Exatidão do Topograma:

*Objetivo:* verificar a coincidência entre a imagem do topograma e o posicionamento do objeto de estudo sobre a mesa de exames.

*Instrumentação:* objeto de comprimento conhecido ou com marcadores radiopacos separados por distância conhecida.

*Metodologia:* realizar topograma do objeto teste e medir o comprimento do objeto ou a distância entre os marcadores radiopacos na imagem.

Exatidão e Uniformidade dos números de CT e ruído da imagem tomográfica:

*Objetivo:* verificar a resposta do sistema, a dispersão aleatória da intensidade da imagem em uma região de interesse e a variação da intensidade da imagem entre diferentes regiões de interesse.

*Instrumentação:* fantoma de calibração do tomógrafo.

*Metodologia:* realizar sequência de cortes em todo o fantoma com protocolo definido na instalação do equipamento ou após ajustes ou, na ausência deste protocolo, ~ 120 kVp e ~ 300 mAs; selecionar ROIs de aproximadamente 5 cm<sup>2</sup> no centro da imagem e em posições correspondentes à 3, 6, 9 e 12 horas em um relógio.

A ROI do centro da imagem é utilizada para avaliar a exatidão do número de CT e ruído da imagem, enquanto as demais ROIs são utilizadas para avaliar a uniformidade dos números de CT da imagem.

Valores Representativos de Dose e Exatidão do Indicador de Dose em TC:

*Objetivo:* estimar os índices de dose em tomografia computadorizada (CTDI) para cada tipo de exame e a resposta do algoritmo que os estima.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação com câmara de ionização tipo lápis, cujo volume ativo possua 10 cm de comprimento, e fantasmas para medida de dose em tomografia computadorizada.

*Metodologia:* obter do usuário do equipamento as técnicas radiográficas comumente utilizadas e, para cada uma, realizar as devidas exposições com o fantoma posicionado no isocentro do “gantry”.

Para exames em modo axial, realizar corte único no centro da câmara de ionização.

Para exames em modo helicoidal, realizar uma sequência de cortes em todo o volume ativo da câmara de ionização.

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA EXTRAORAL:

Exatidão do indicador de dose:

*Objetivo:* estimar a resposta do algoritmo que estima a dose.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação com câmara de ionização tipo lápis, cujo volume ativo possua 10 cm de comprimento.

*Metodologia:* obter do usuário do equipamento as técnicas radiográficas comumente utilizadas e, para cada uma, realizar as devidas exposições com o medidor de radiação perpendicular ao feixe de radiação.

Valores de densidade da imagem ou número de CT e ruído de imagem tomográfica:

*Objetivo:* verificar a resposta do sistema e a dispersão aleatória da intensidade da imagem em uma região de interesse.

*Instrumentação:* fantoma de calibração do tomógrafo ou fantoma de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem com protocolo definido na instalação do equipamento ou após ajustes ou, na ausência

deste protocolo, utilizar protocolo clínico mais comum, e selecionar uma ROI no centro da imagem.

Valores representativos de dose (nos pacientes):

*Objetivo:* fornecer elementos para estimar a dose dada aos pacientes.

*Instrumentação:* vide teste de Exatidão do Indicador de Dose.

*Metodologia:* a partir das medições realizadas no teste de Exatidão do Indicador de Dose, estimar a dose no paciente.

## OUTROS TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA INTRAORAL:

Tamanho de campo:

*Objetivo:* verificar a seção transversal do feixe de radiação na saída do cilindro localizador.

*Instrumentação:* receptores de imagem ou ecran e instrumento medidor de comprimento.

*Metodologia:* com receptores de imagem, posicioná-lo(s) junto à saída do cilindro localizador e realizar exposição.

Com ecran, medir diâmetro interno do cilindro localizador, posicionar o ecran junto à saída do cilindro localizador e realizar exposição.

Valores representativos de dose (nos pacientes):

*Objetivo:* estimar a dose de radiação dada aos pacientes.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação e, se necessário, fantoma de acrílico de 10 x 10 x 5 cm.

*Metodologia:* obter do usuário do equipamento as técnicas radiográficas comumente utilizadas e, para cada uma, fazer uma exposição, medindo a dose.

Se necessário, corrigir os valores medidos considerando o espalhamento da radiação conforme disponível na literatura técnica ou obtido experimentalmente.

## TESTES PARA RECEPTORES DE IMAGEM NÃO INTEGRADOS À EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE:

Contato tela-filme:

*Objetivo:* verificar a existência de falhas no contato entre a tela intensificadora de chassis e o filme, que possam provocar artefatos ou distorções nas imagens.

*Instrumentação:* malha metálica.

*Metodologia:* posicionar a malha metálica sobre o chassi, que deve estar perpendicular ao eixo central do feixe de raios X, e realizar imagem com baixa técnica radiográfica.

Distorção geométrica (da imagem digitalizada):

*Objetivo:* verificar a exatidão da ferramenta de medida do software do digitalizador de imagem.

*Instrumentação:* objeto com dimensões conhecidas ou com régua graduada ou com marcações com espaçamentos conhecidos.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste e fazer medições com a ferramenta de medida do software do digitalizador de imagem.



Efetividade do ciclo de apagamento:

*Objetivo:* verificar a remanescência de imagens após o apagamento do receptor de imagem.

*Instrumentação:* objeto de alta densidade.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste, digitalizar a imagem, realizar o ciclo de apagamento do receptor de imagem e digitalizar novamente.

*Observação:* pode ser utilizada metodologia e instrumentação indicada pelo fabricante do receptor de imagem.

Exatidão do indicador de dose do detector:

*Objetivo:* verificar a resposta do dispositivo e eletrônica associada que indica a dose no receptor de imagem.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação.

*Metodologia:* Realizar duas exposições com mesmo kV e mAs, uma utilizando medidor de radiação e outra não.

*Observação:* pode ser utilizada metodologia e instrumentação indicada pelo fabricante do receptor de imagem.

Integridade de Chassis e Cassetes:

*Objetivo:* verificar qualitativamente a existência de avarias mecânicas que possam comprometer a qualidade da imagem.

*Instrumentação:* -

*Metodologia:* realizar inspeção visual e táctil e, se aplicável, verificar se ocorre velação de filmes por entrada de luz no chassi.

Razão contraste-ruído:

*Objetivo:* verificar a capacidade do receptor de imagem de distinguir um objeto de seu entorno.

*Instrumentação:* objeto de acrílico e lâmina de alumínio de alta pureza.

*Metodologia:* utilizando o CAE, realizar imagem de objeto de acrílico (fundo) com a lâmina de alumínio alocada afastada das bordas do objeto e dos sensores do CAE.

Relação sinal-ruído:

*Objetivo:* verificar a intensidade da imagem em relação ao seu ruído.

*Instrumentação:* objeto de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem de objeto-teste.

Uniformidade da imagem e Diferença de sensibilidade entre receptores de imagem:

*Objetivo:* verificar a variação da intensidade da imagem entre diferentes regiões de interesse de um mesmo receptor de imagem e a diferença de intensidade entre diferentes receptores de imagem.

*Instrumentação:* objeto de material homogêneo cuja imagem cubra todo o receptor de imagem e placa de cobre.

*Metodologia:* realizar imagem do objeto-teste e medir a densidade óptica ou valor de pixels no centro da imagem e no centro de cada quadrante da imagem.

A comparação entre receptores de imagem se dá pelo desvio da densidade óptica ou valor de pixels de cada receptor de imagem em relação à média de todos os receptores de imagem.

*Observação:* para radiologia convencional e odontológica extraoral, utilizar placa de cobre na saída do colimador.

## TESTES PARA SISTEMAS DE REVELAÇÃO DE FILMES:

Sensitometria da Processadora:

*Objetivo:* verificar a estabilidade da resposta da processadora ao longo do tempo.

*Instrumentação:* sensitômetro óptico e densitômetro óptico.

*Metodologia:* sensibilizar um filme virgem conforme instruções do fabricante do sensitômetro, revelar o filme e medir as densidades ópticas dos passos do padrão de densidades.

Base + Velamento: primeiro passo do padrão (exposição zero)

Velocidade: densidade óptica mais próxima de 1

Contraste: diferença entre a densidade óptica mais próxima de 2 e a mais próxima de 1.

Temperatura do Sistema de Processamento:

*Objetivo:* verificar a temperatura dos químicos e da água dentro da processadora.

*Instrumentação:* termômetro de imersão.

*Metodologia:* medir a temperatura dos químicos e da água da processadora.

Vedação da Câmara Escura:

*Objetivo:* verificar se ocorre entrada de luz para dentro da câmara escura.

*Instrumentação:* -

*Metodologia:* com as luzes da câmara escura apagadas e com a porta fechada, verificar a existência de possíveis entradas de luz externa para dentro da câmara escura.

Vedação da Câmara Portátil para Radiografia Intraoral:

*Objetivo:* verificar se ocorre entrada de luz para dentro da câmara portátil de revelação.

*Instrumentação:* filme e moeda.

*Metodologia:* dentro da câmara portátil, retirar o filme de sua embalagem e colocar a moeda sobre ele por, no mínimo, 5 minutos e revelar o filme.

## TESTES PARA DIGITALIZADORES DE IMAGENS E IMPRESSORAS DE IMAGENS DIGITAIS:

Para testes em equipamentos de digitalização de imagens e em impressoras de imagens digitais, seguir as orientações do respectivo fabricante.

## TESTES PARA EQUIPAMENTOS PARA VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS E ILUMINÂNCIA DE SEUS AMBIENTES:

Iluminância do Ambiente (onde está instalado o equipamento para visualização de imagens):

*Objetivo:* verificar a iluminância do ambiente onde está instalado equipamento para visualização de imagens.

*Instrumentação:* instrumento medidor de iluminância.

*Metodologia:* com o(s) equipamento(s) para visualização de imagens desligado(s) e com a iluminação do ambiente de acordo com o comumente utilizado para a tarefa, realizar medição conforme NHO-11 da Fundacentro - Avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes internos de trabalho.

*Observação:* os resultados poderão servir de subsídio para a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) definida na Norma Regulamentadora NR-17 do MTb.

Luminância e Uniformidade de Monitores de Vídeo:

*Objetivo:* verificar o desempenho do monitor de vídeo.

*Instrumentação:* instrumento medidor de luminância ou instrumento medidor de iluminância calibrado com instrumento medidor de luminância e padrão de imagem SMPTE ou padrões de imagem TG18-UNL10, para luminância mínima, e

TG18-UNL80, para luminância máxima, ou padrão de imagem equivalente.

*Metodologia:* com todos os equipamentos para visualização de imagens ligados e com a iluminação do ambiente de acordo com o comumente utilizado para a tarefa, realizar medições sobre a superfície do monitor de vídeo.

Luminância e Uniformidade de Negatoscópios:

*Objetivo:* verificar o desempenho do negatoscópio.

*Instrumentação:* instrumento medidor de luminância ou instrumento medidor de iluminância calibrado com instrumento medidor de luminância.

*Metodologia:* com todos os equipamentos para visualização de imagens ligados e com a iluminação do ambiente de acordo com o comumente utilizado para a tarefa, realizar medições sobre a superfície do negatoscópio, no centro do negatoscópio. Para calcular a uniformidade, fazer medições no centro de cada quadrante.

*Observação:* para negatoscópios com dois ou mais corpos, realizar as medições para cada corpo.



## TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO X:

Esta seção não se aplica à biombos, paredes, pisos, portas, tetos e seus componentes, os quais são avaliados por radiometria.

Integridade de Equipamento de Proteção Individual – EPI:

*Objetivo:* verificar a existência de falhas na blindagem do EPI.

*Instrumentação:* equipamento emissor de raios X e receptor(es) de imagem.

*Metodologia:* realizar imagem de todo o EPI.

*Observação:* caso houver somente equipamentos de mamografia ou radiografia odontológica disponíveis, realizar inspeção visual e táctil no EPI, radiografando áreas suspeitas de descontinuidade na blindagem.

Integridade de Cortinas ou Saiotes Plumbíferos para Fluoroscopia:

*Objetivo:* verificar a existência de falhas na blindagem do EPC.

*Instrumentação:* equipamento emissor de raios X e receptor(es) de imagem.

*Metodologia:* realizar imagem de todo o EPC.

*Observação:* na impossibilidade de realizar imagem, fazer inspeção visual e táctil.

Integridade de Visores Plumbíferos de Teto:

*Objetivo:* verificar a existência de falhas na blindagem do EPC.

*Instrumentação:* -

*Metodologia:* realizar inspeção visual e táctil.

## TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE ULTRASSONOGRRAFIA:

Sugere-se que após a aceitação do equipamento sejam parametrizadas, de acordo com critérios e definições do(s) usuário(s), todas as predefinições (*presets*) do equipamento.

Sugere-se, ainda, utilizar tais predefinições quando da realização dos testes, para reproduzir o mais fielmente possível as condições de uso do equipamento.

Para equipamentos com mais de um transdutor, os testes devem ser realizados para ambos os transdutores.

Exatidão da magnitude da velocidade em modo Doppler:

*Objetivo:* verificar a resposta do sistema de indicação da magnitude da velocidade de fluxo sanguíneo.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com simulador de fluxo sanguíneo com magnitude conhecida.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Exatidão da medida da distância horizontal:

*Objetivo:* verificar a resposta do sistema de indicação da distância entre objetos no eixo perpendicular ao feixe de ultrassom.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos-teste com distâncias conhecidas.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Exatidão da medida da distância vertical:

*Objetivo:* verificar a resposta do sistema de indicação da distância entre objetos no eixo do feixe de ultrassom.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos-teste com distâncias conhecidas.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Limiar de sensibilidade à baixo contraste:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de discriminar pequenas diferenças de ecogenicidade.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos de diferentes ecogenicidades.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Profundidade de penetração:

*Objetivo:* verificar a profundidade máxima em que o sistema detecta sinais de eco.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos anecoicos e ecogênicos em diferentes e conhecidas distâncias da superfície.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Resolução axial:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de distinguir objetos próximos no eixo do feixe de ultrassom.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos com espaçamentos conhecidos.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Resolução lateral:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de distinguir objetos próximos no eixo perpendicular ao feixe de ultrassom.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos com espaçamentos conhecidos.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Sensibilidade em modo doppler:

*Objetivo:* verificar a profundidade máxima em que o sistema detecta sinais Doppler.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com simulador de fluxo sanguíneo inclinado em relação à superfície do fantoma.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Uniformidade da imagem:

*Objetivo:* verificar a influência de artefatos causados por falhas mecânicas ou eletrônicas nas imagens.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano.

*Metodologia:* realizar imagem movendo o transdutor sobre região do fantoma sem objetos. Se houver defeitos na imagem, repetir em outra região do fantoma. Persistindo os defeitos, ajustar o ganho para que fiquem com o mesmo nível de cinza das áreas adjacentes. A uniformidade se dará pela variação de ganho.

Visualização de objetos anecoicos:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de detectar objetos anecoicos e a uniformidade e a distorção da imagem destes objetos.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos anecoicos de diferentes tamanhos e distâncias da superfície.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Zona focal:

*Objetivo:* verificar a seção do feixe de ultrassom em que a intensidade e a resolução lateral são maiores.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos igualmente espaçados.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Zona morta:

*Objetivo:* verificar a profundidade a partir da qual o sistema detecta sinais de eco.

*Instrumentação:* fantoma simulador de tecido humano com objetos em diferentes e conhecidas distâncias da superfície.

*Metodologia:* seguir instruções do fabricante do fantoma.

Outros testes disponíveis em fantasmas comerciais:

Os fantasmas para testes em equipamentos de ultrassom costumam incluir objetos para outros testes não previstos na atual legislação sanitária federal. Se necessário ou requisitado, devem ser realizados conforme instruções do fabricante do fantoma.

## TESTES PARA EQUIPAMENTOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA:

Os testes devem ser realizados para todas as bobinas disponíveis para o equipamento.

Análise de imagem residual:

*Objetivo:* verificar o percentual de sinal residual devido à instabilidade de fase dos sinais.

*Instrumentação:* fantoma de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem com corte único no fantoma; selecionar uma ROI que cubra, pelo menos, 75 % da imagem do fantoma, duas ROIs fora do fantoma na direção da codificação de fase do sinal (à esquerda e à direita do fantoma) e duas ROIs fora do fantoma na direção da codificação de frequência do sinal (em cima e embaixo do fantoma); calcular a Razão de Imagem Residual – RIR.

$$RIR = \frac{|ROIs\ codif.de\ frequência - ROIs\ codif.de\ fase|}{Sinal\ da\ ROI\ do\ fantoma}$$

Exatidão da posição de corte:

*Objetivo:* verificar a coincidência entre a posição selecionada para o corte e a obtida na imagem.



*Instrumentação:* fantoma com objetos-teste com dimensões e espaçamentos conhecidos.

*Metodologia:* realizar corte fino em região identificável do fantoma ou seguir as instruções do fabricante do fantoma.

Exatidão da espessura de corte:

*Objetivo:* verificar o desempenho do algoritmo de reconstrução da imagem em relação à espessura de corte selecionada.

*Instrumentação:* fantoma com rampa e preenchido com fluido com tempo de relaxação spin-rede conhecido

*Metodologia:* Realizar corte com Tempo Repetição maior que três vezes o Tempo de Relaxação spin-rede do fluido do fantoma ou conforme instruções do fabricante do fantoma.

*Observação:* a quantidade de espessuras de corte a serem testadas deve ser suficiente para representar todas as disponíveis.

Exatidão geométrica:

*Objetivo:* verificar a distorção da imagem.

*Instrumentação:* fantoma com objetos de dimensões ou espaçamentos conhecidos ou com malha metálica.

*Metodologia:* realizar imagem do fantoma e fazer medições com a ferramenta de medida do software do equipamento.

Frequência central:

*Objetivo:* verificar a constância da frequência de ressonância do sinal de radiofrequência emitido pelo equipamento.

*Instrumentação:* fantoma esférico ou cilíndrico de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem do fantoma com protocolo clínico mais comum e registrar a frequência central indicada no equipamento.

Homogeneidade do campo estático:

*Objetivo:* verificar a uniformidade da intensidade do campo magnético principal sobre determinado volume.

*Instrumentação:* fantoma esférico ou cilíndrico de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagens com a menor e a maior largura de banda do receptor; para cada imagem medir, com o mesmo FOV, na direção da codificação de frequência (vertical), medir a distância entre dois pontos conhecidos do fantoma; calcular a Homogeneidade do Campo Magnético – HCM.

$$HCM[ppm] = \frac{LB_{menor} * LB_{maior} * \Delta_d}{42,576 \text{ MHz}/T * B_0 * FOV * (LB_{menor} - LB_{maior})}$$

Onde:

$B_0$  = campo magnético principal, em Tesla

$\Delta_d$  = diferença entre as distâncias medidas para cada largura de banda do receptor, em milímetros

FOV = diâmetro do campo de visão na direção da codificação de frequência, em milímetros

LB = largura de banda do receptor, em Hertz

Razão sinal-ruído:

*Objetivo:* verificar a intensidade da imagem em relação ao ruído de fundo.

*Instrumentação:* fantoma de material homogêneo.

*Metodologia:* realizar imagem do fantoma, preferencialmente com corte menor ou igual à 10 mm; selecionar uma ROI que cubra, pelo menos, 75 % da imagem do fantoma e uma ROI fora do fantoma e que seja representativa do fundo; calcular a razão sinal-ruído:

Resolução espacial:

*Objetivo:* verificar a capacidade do sistema de radiologia de distinguir detalhes nas imagens e discriminar pequenas diferenças de atenuação da matéria.

*Instrumentação:* ferramenta-teste para resolução.

*Metodologia:* utilizar ferramenta-teste conforme instruções do fabricante.

Uniformidade:

*Objetivo:* verificar a variação da intensidade da imagem entre diferentes regiões de interesse.

*Instrumentação:* fantoma de material homogêneo.

*Metodologia:* selecionar uma ROI que cubra, pelo menos, 75 % da imagem do fantoma e janelar a imagem até localizar as regiões de maior e menor intensidade de sinal; selecionar uma ROI de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> nessas duas regiões.

Verificação das blindagens de radiofrequências:

*Objetivo:* verificar a atenuação da blindagem da sala para fontes de radiofrequências externas.

*Instrumentação:* gerador de sinais de radiofrequência e medidor de fluxo magnético.

*Metodologia:* para cada parede sala de radiologia, posicionar a antena do gerador de sinais fora da sala e o medidor de fluxo magnético dentro da sala, ambos a, aproximadamente 30 cm da parede e alinhados horizontalmente, e realizar medição.

Repetir o procedimento para cada porta, com a porta fechada e com a porta aberta e, se aplicável, realizar procedimento análogo para o piso e o teto da sala.

Visualização de artefatos:

*Objetivo:* verificar se há artefatos ou imagens remanescentes que possam comprometer a interpretação de imagens clínicas

*Instrumentação:* -

*Metodologia:* para cada imagem realizada, verificar a existência de artefatos e a remanescência de imagens prévias.

## LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PARA SALAS COM EQUIPAMENTOS EMISSORES DE RADIAÇÃO IONIZANTE:

*Objetivo:* medir os níveis de radiação em postos de trabalho, atrás de barreiras protetoras e demais locais de interesse.

*Instrumentação:* instrumento medidor de radiação, instrumento medidor de tempo de exposição e fantoma para simular a absorção e espalhamento produzido por pacientes.

*Metodologia:* estimar a carga de trabalho do equipamento; desenhar a planta baixa da sala de radiologia, com ambientes adjacentes e outros que se fizerem necessários; coletar informações sobre os fatores de Uso e de Ocupação; definir o método de medida a ser utilizado; selecionar no painel de comando do equipamento a técnica radiográfica a ser utilizada; assegurar que o colimador esteja todo aberto e com o maior tamanho de campo possível; posicionar o fantoma na posição do paciente; solicitar que um profissional do Serviço de Saúde opere o equipamento; fazer medições atrás de todas as barreiras de proteção e demais pontos de interesse; caso haja barreira que possa ser atingida pelo feixe primário, remover o fantoma, posicionar o cabeçote de modo que o feixe incida sobre esta barreira e fazer medição.

*Observações:* para radiologia convencional e fluoroscopia a distância foco receptor de imagem deve ser a comumente utilizada pelo usuário do equipamento.

Fantomas:

Para mamografia: fantoma para teste de qualidade da imagem equivalente à mama média ou bloco de acrílico com dimensões aproximadas de 10 cm x 10 cm x 4,5 cm ou fantoma definido pela ISO.

Para radiologia extraoral: recipiente com dimensões aproximadas de 18 cm x 18 cm x 12 cm, cheio de água ou fantoma definido pela ISO.

Para radiologia intraoral: mesmo fantoma de mamografia ou de radiologia extraoral ou fantoma definido pela ISO.

Para os demais casos: recipiente com dimensões aproximadas de 25 cm x 25 cm x 18 cm, cheio de água ou fantoma definido pela ISO.

Estimativa da Carga de Trabalho (W):

Caso não esteja definida no Programa de Proteção Radiológica do Serviço de Saúde ou o Serviço de Saúde não forneça essa informação, utilizar a equação abaixo para estimar a carga de trabalho.

$$W [mA \cdot min/sem] = \frac{E * C}{60 s/min}$$

Onde

E = quantidade de exames realizados por semana

$$C = \begin{cases} p/ \text{tomografia: } \frac{\overline{mAs}}{\text{rotação do tubo}} * \frac{\overline{\text{quant. de cortes}}}{\text{exame}} * \frac{1}{QC} \\ p/ \text{os demais casos: } \frac{\overline{mAs}}{\text{exame}} \end{cases}$$

$\overline{mAs}$  = valor médio do mAs utilizado na rotina clínica

QC = quantidade de canais

Estas informações devem ser obtidas junto ao Serviço de Saúde.

Fatores de Uso (U) e de Ocupação (T):

Os fatores de Uso (U) são calculados conforme informações obtidas junto ao Serviço de Saúde.

Na ausência de fatores de Ocupação (T) previstos na legislação, utilizar os estimados pelo responsável pela segurança do trabalho do Serviço de Saúde ou os sugeridos na literatura técnica.

Escolha do método de medição:

Existem dois métodos de medida: *dose integrada* e *taxa de dose*. A escolha depende do instrumento medidor de radiação e da carga de trabalho do equipamento.



*Método da dose integrada:*

Para realizar as medições em modo *dose integrada* é necessário que o tempo de exposição seja suficiente para integrar uma dose superior à resolução do instrumento de medida, considerando-se a incerteza intrínseca da escala.

A dose mínima a ser integrada é dada por:

$$DI_{\min} = R * \frac{0,5}{I \%}$$

Onde:

I = Incerteza requerida para a medição do limite de tolerância, considerando-se exclusivamente a resolução do instrumento de medida.

R = Resolução do instrumento de medida

O profissional responsável deve, ainda, aplicar a incerteza declarada no certificado de calibração do instrumento de medição para definir a dose a ser integrada (DI).

A partir da definição da DI, o mAs mínimo a ser utilizado é dado por:

$$[mAs]_{\min} = W * \frac{DI * 60 \text{ s/min} * 52 \text{ semanas/ano}}{LT}$$

Onde

DI = dose a ser integrada para corresponder ao limite de tolerância no local de medida, em mSv

LT = limite de tolerância no local de medida, em mSv/ano

W = carga de trabalho, em mA.min/semana

O tempo mínimo de exposição se dá pela divisão do mAs calculado pela corrente anódica nominal a ser utilizada.

*Método da taxa de dose:*

Para realizar as medições em modo *taxa de dose* é necessário que o instrumento de medição seja capaz de medir, pelo menos, a taxa de dose que corresponda ao limite de tolerância no local da medida, utilizando-se um tempo de exposição adequado ao equipamento de raios X e ao instrumento de medição.

A taxa de dose mínima a ser medida é dada por:

$$H^*(10)_{min} [mSv/h] = LT * \frac{I * 60 \text{ min/h}}{W * 52 \text{ semanas/ano}}$$

Onde

I = corrente anódica nominal a ser utilizada no levantamento radiométrico, em mA

LT = limite de tolerância no local de medida, em mSv/ano

W = carga de trabalho, em mA.min/semana

Seleção da técnica radiográfica a ser utilizada:

O levantamento radiométrico deve representar o pior caso de exposição, ou seja, a condição na qual as blindagens são menos eficientes. Isso ocorre com a maior alta tensão possível aplicada ao tubo de raios X. Contudo, é aceitável utilizar a maior alta tensão de tubo comumente utilizada pelo usuário do equipamento.

O mAs ou a corrente anódica e o tempo de exposição são definidos na etapa de “escolha do método de medição”, entretanto recomenda-se evitar o uso de tempos de exposição e correntes anódicas baixos. Medições feitas com tempos de exposição inferiores ao tempo necessário para que o equipamento atinja sua máxima emissão de radiação requerem análises não triviais. Correntes anódicas baixas provocam baixas taxas de dose, que são mais difíceis de medir, aumentando a incerteza da medição.

Orientações gerais para as medições:

As medições atrás de barreiras protetoras devem ser realizadas a, aproximadamente, 30 cm (trinta centímetros) de distância da barreira protetora.

Além de paredes, portas, pisos, tetos, biombos, visores e janelas, conforme aplicável, as medições devem ser realizadas atrás de todas as possíveis discontinuidades de

blindagem, tais como troca de materiais, passa-chassis, caixas de disjuntores, *shafts* etc.

Cálculo da taxa anual de Equivalente de Dose Ambiente –  $H^*(10)$ :

A dose ou a taxa de dose medida possui duas componentes, a da medição com o fantoma na posição do paciente e a da medição sem o fantoma e com o feixe incidindo sobre a barreira.

$$H_{medida} = H_{espalhada} * (1 - U) + H_{direta} * U$$

Onde:

$H_{direta}$  = medição sem o fantoma e com o feixe incidindo sobre a barreira

$H_{espalhada}$  = medição com o fantoma na posição do paciente

U = fator de uso para a barreira

*Para medições no modo dose integrada:*

$$H^*(10)[mSv/ano] = \frac{W * T}{mAs} * 52 \text{ semanas/ano} * 60 \text{ s/min} * H_{medida}$$

Onde

mAs = mAs utilizado

T = fator de Ocupação

W = carga de trabalho, em mA.min/semana

*Para medições no modo taxa de dose:*

$$H^*(10)[mSv/ano] = \frac{W * T}{I} * \frac{52 \text{ semanas/ano}}{60 \text{ min/h}} * H_{medida}$$

Onde

I = corrente anódica nominal utilizada, em mA

T = fator de Ocupação

W = carga de trabalho, em mA.min/semana

## LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO PARA SALAS COM EQUIPAMENTOS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA:

*Objetivo:* medir os níveis de radiação em postos de trabalho, atrás de barreiras protetoras e demais locais de interesse.

*Instrumentação:* instrumento medidor de fluxo magnético, instrumento medidor de campos elétrico e magnético e fantoma com dimensões aproximadas de 25 cm x 25 cm x 18 cm, cheio de água ou fantoma definido pela ISO.

*Metodologia:* posicionar o fantoma na posição do paciente, utilizar o protocolo clínico mais comum e realizar as medidas conforme instruções do fabricante do instrumento de medida.

## PROTOCOLO PARA CÁLCULOS

Compensação (do CAE ou CAI):

É o coeficiente de linearidade dos valores medidos:

$$Lin = \frac{Valor\ máximo - Valor\ mínimo}{Valor\ máximo + Valor\ mínimo}$$

Distorção Geométrica:

É a exatidão do comprimento medido em relação ao comprimento nominal.

Espessura do corte reconstruído (em ressonância magnética ou tomografia computadorizada):

Traçando o perfil de variação de intensidade da imagem do corte reconstruído, é a largura à meia altura, corrigida pela inclinação da rampa.

Exatidão:

$$Exatidão = \frac{Valor\ medido - Valor\ nominal}{Valor\ nominal}$$

Índice de Dose Volumétrico em Tomografia Computadorizada –  
CTDI<sub>vol</sub>:

Para modo axial:

$$CTDI_{vol} = \frac{D_p * 100}{\text{Incremento entre cortes}}$$

Para modo helicoidal:

$$CTDI_{vol} = D_p$$

$$D_p = \frac{\text{Dose no centro do fantoma} + 2 * \text{Doses na periferia do fantoma}}{3}$$

Reprodutibilidade:

É o coeficiente de variação da amostra de medições:

$$CV = \frac{\text{Desvio Padrão}}{\text{Média}}$$

Linearidade:

É o coeficiente de linearidade dos valores medidos:

$$Lin = \frac{\text{Valor máximo} - \text{Valor mínimo}}{\text{Valor máximo} + \text{Valor mínimo}}$$



Razão Contraste-Ruído

$$RCR = \frac{\text{Valor médio do sinal do objeto} - \text{Valor médio do sinal de fundo}}{\text{Ruído do sinal de fundo}}$$

Razão Sinal-Ruído:

$$RSR = \begin{cases} \frac{\text{Valor médio do sinal do fantoma}}{\text{Ruído do sinal de fundo}} & p/ \text{ressonância magnética} \\ \frac{\text{Valor médio do sinal}}{\text{Ruído do sinal}} & p/ \text{os demais casos} \end{cases}$$

Ruído:

É o desvio padrão da média do sinal.

Para ressonância magnética, calcular o desvio padrão para uma Distribuição de Rayleigh.

Uniformidade (ou homogeneidade):

$$U = \begin{cases} \frac{\text{Valor mínimo}}{\text{Valor médio}} & p/ \text{ressonância magnética} \\ \frac{|\text{Valor medido} - \text{Valor médio}|_{\text{máximo}}}{\text{Valor médio}} & p/ \text{os demais casos} \end{cases}$$

## GLOSSÁRIO

Para auxiliar os profissionais da área, as definições que aparecem neste glossário foram delineadas para melhor atender as peculiaridades desta publicação, onde foram utilizados termos de forma simplificada.

A inclusão de alguns termos se fez necessária para não prejudicar a uniformização da terminologia utilizada no campo da metrologia adotada através da Portaria 232/2012 do INMETRO. O VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia deve ser a referência para os profissionais que realizam medições e/ou interpretam seus resultados.

ANVISA:

Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Artefatos em fantasmas:

Objetos ou corpos estranhos à composição do fantoma, incluindo limo, mofo e assemelhados, que podem prejudicar os resultados de testes.

Artefatos na imagem:

Irregularidades de densidade óptica ou de valores de pixel não relacionadas com as propriedades do objeto radiografado.

CAE:

Controle Automático de Exposição. Sistema que interrompe automaticamente a exposição quando a dose atinge um determinado valor.

CAI:

Controle Automático de Intensidade. Sistema de equipamentos de fluoroscopia, que ajusta automaticamente a alta tensão aplicada ao tubo de raios X e/ou a corrente anódica para manter constante a taxa de dose no receptor de imagem.

Calibração:

Conforme VIM-2012,

*operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação*

*para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação.*

*NOTA 1 Uma calibração pode ser expressa por meio duma declaração, uma função de calibração, um diagrama de calibração, uma curva de calibração ou uma tabela de calibração. Em alguns casos, pode consistir duma correção aditiva ou multiplicativa da indicação com uma incerteza de medição associada.*

*NOTA 2 Convém não confundir a calibração com o ajuste dum sistema de medição, frequentemente denominado de maneira imprópria de “auto-calibração”, nem com a verificação da calibração.*

*NOTA 3 Frequentemente, apenas a primeira etapa na definição acima é entendida como sendo calibração.*

Em suma, a calibração estabelece a relação entre os valores indicados em um instrumento de medição e o valor verdadeiro de um padrão de referência. Esta relação, chamada fator de calibração, serve para corrigir a resposta do instrumento quando da medição de um mensurando.

CNEN:

Comissão Nacional de Energia Nuclear.

CR:

Sistema de Radiografia Computadorizada. Os receptores de imagem são placas de fósforo.

Compensação do CAE ou do CAI:

Efeito esperado do CAE ou do CAI para manter a dose no receptor de imagem ou a densidade óptica ou o valor de pixels na imagem produzida.

Dose:

O uso deste termo é *lato senso*. Dependendo do contexto, se refere à (grandeza) Exposição, kerma, Dose Absorvida, Dose Efetiva, Dose Equivalente, Equivalente de Dose ou qualquer outra grandeza relacionada a estas.

DR:

Sistema de Radiografia Digital. Os receptores de imagem são matrizes de detectores de estado sólido.

Ecran:

Tela de material fluorescente.

Equipamento:

Quando usado sem adjunto adnominal, se refere à equipamento emissor de radiação.

Exatidão:

Grau de concordância entre o indicado no equipamento e o valor medido.

Exposição:

Ato de expor, de submeter algo ou alguém à radiação. (não confundir com a grandeza Exposição).

Fantoma:

Objeto simulador. Pode conter objetos para avaliação de qualidade de imagem, simular o tecido humano ou apenas simular o efeito da radiação incidente sobre um paciente.

FOV:

Campo de visão (do Inglês, *Field of View*).

Fundacentro:

Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, órgão do Governo Federal.

Laudo Técnico:

Peça na qual, com fundamentação técnica, o profissional legalmente habilitado relata o que observou, interpreta as medições realizadas e apresenta suas conclusões. Espera-se que seja claro e conciso.

Levantamento Radiométrico:

Coleta de informações e medição de níveis de radiação em postos de trabalho, atrás de barreiras protetoras e demais locais de interesse. Constitui subsídios para a elaboração de um laudo técnico.

Linearidade:

Relação entre duas variáveis que se ajusta a uma equação de primeiro grau.

Monitoração:

Ato de monitorar algo; acompanhar através de medições periódicas a variação de um parâmetro, por exemplo níveis de radiação e exposição de trabalhadores.

Nível de radiação:

Para radiação ionizante: Taxa de Equivalente de Dose Ambiente –  $H^*(10)$ .

Para radiofrequências em ressonância magnética: Intensidade de Campo Elétrico, Intensidade de Campo Magnético, Campo Magnético, Densidade de Potência ou outra grandeza definida como limite de tolerância.

Ponto focal:

Local da superfície do anodo do tubo de raios X, onde se origina o feixe de radiação.

Qualidade da Imagem:

Propriedade ou característica necessária para que a imagem permita uma correta interpretação e/ou atinja o objetivo clínico pretendido. Depende da acuidade visual e experiência do profissional que interpreta a imagem.

Radiologia Convencional:

Também conhecida por Radiologia Geral.



Reprodutibilidade:

Grau de concordância entre medições sucessivas. As medições devem ser realizadas em condições de repetibilidade.

ROI:

Região de Interesse.

Sistema de radiologia:

Conjunto composto por um equipamento de radiologia, receptor(es) de imagem e equipamento para visualização de imagens.

Técnica radiográfica

Parâmetros utilizados para realizar uma radiografia: kV, mAs, distância foco-receptor de imagem, combinação anodo-filtro etc.

Teste de Constância:

Teste cujo resultado é comparado com os resultados anteriores, a fim de verificar a estabilidade da resposta do equipamento.

Tubo:

Tubo de raios X.

Usuário (do equipamento):

Profissional que opera o equipamento eletromédico.

Valor medido:

Aos valores indicados nos instrumentos de medição aplicam-se os devidos fatores de calibração e de correção, tais como resposta em energia, resposta no tempo, resposta em função de temperatura e pressão etc. para se obter os valores medidos.

## DOCUMENTOS DE APOIO

Além da experiência profissional dos autores e colaboradores, foram consultados os seguintes documentos:

- ANVISA, Radiodiagnóstico Médico: Desempenho de Equipamentos e Segurança.
- IAEA Human Health Series n° 2 – Quality Assurance Programme for Screen Film Mammography.
- IAEA Human Health Series n° 17 – Quality Assurance Programme for Digital Mammography.
- IAEA Human Health Series n° 19 – Quality Assurance Programme for Computed Tomography: Diagnostic and Therapy Applications.
- IAEA-TECDOC-1958 – Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico em América Latina y el Caribe.
- Fundacentro, Norma de Higiene Ocupacional NHO-05 – Procedimento Técnico – Avaliação da Exposição Ocupacional aos Raios X nos Serviços de Radiologia.
- Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer – INCA, Mamografia: da prática ao controle, 2007.

## ORIENTAÇÕES PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM SERVIÇOS DE SAÚDE

Onde o cuidado com a saúde humana é de suma importância, o fornecimento de energia elétrica requer qualidade, segurança e confiabilidade. Instalações inadequadas põem em risco a segurança dos pacientes e das equipes assistenciais. Recomenda-se que as instalações elétricas de Serviços de Radiologia atendam a norma ABNT NBR 13534 – Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.

Esta norma preconiza o uso do Sistema IT-Médico, que utiliza transformador de separação e dispositivo de supervisão de isolamento (DSI). Diminuindo, assim, o risco de choque elétrico em pacientes e evitando o surgimento de arco voltaico, ajudando a manter os equipamentos médicos operantes sem interrupção.

## AUTORES E COLABORADORES

### GT DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS DA CCEEE em 2021

- Adir Átila Matos de Sousa, Eng. Eletricista – CREA/PE
- Álvaro Martins, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho – CREA/SP
- Eduardo de Brito Souto, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho, Especialista em Metrologia, Mestre em Ciências – Tecnologia Nuclear – CREA/RS
- Flávio Augusto Santos de Goes, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho – CREA/SE
- Gabriel Pires Assunção Júnior, Eng. Eletricista – Eletrotécnica – CREA/PI
- João Carlos Sarri Junior, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho – CREA/TO
- José Augusto da Matta Guedes, Eng. Eletricista – CREA/SC
- Leonardo Carneiro Fontineles Alves, Eng. Eletricista – CREA/AC
- Mailson da Silva Neto, Eng. Eletricista – CREA/PE
- Marcos Paulo Hirth, Eng. Eletricista – CREA/SC
- Michele Carolina Morais Maia, Eng. Eletricista – Eletrônica – CREA/SP
- Nilza Luiza Venturini Zampieri, Eng. Eletricista – CREA/RS
- Pedro José Gomes Rodrigues, Eng. Eletricista – CREA/PI
- Petersonn Gomes Caparrosa Silva, Eng. Eletricista – CREA/GO
- Walter Barreto Oliveira Monteiro, Eng. Eletricista – CREA/SE
- Wellington Damascena Dutra, Eng. Industrial – Elétrica – CREA/MG

## OUTROS PROFISSIONAIS

- Fabrício Nery Garrafiel, Bacharel em Física, Especialista em Física Médica do Radiodiagnóstico
- Gabriel D'Arrigo de Brito Souto, Biólogo, Eng. Civil e de Segurança do Trabalho, Mestre e Doutor em Engenharia
- Laura Larré Godolfim, Bacharel em Física Médica
- Martin Krueel Elbern, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho, Especialista em Física do Radiodiagnóstico com Ênfase em Tomografia Computadorizada e Medicina Nuclear
- Réges Kapp, Eng. Eletricista, Especialista em Eng. Clínica
- Sérgio Luiz Lena Souto, Eng. Eletricista e de Segurança do Trabalho, Especialista em Eng. Nuclear.