

ANEXO I A - Memorial Descritivo



CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA EXECUÇÃO DE OBRA DE ADEQUAÇÃO A RDC N° 611/22 DA ANVISA PARA AS SALAS DE RAO X E TOMOGRAFIA DO HOSPITAL MUNICIPAL AUGUSTINHO GESUALD BLANC.

PREFEITURA MUNICIPAL DE APERIBÉ


Marcia de Souza Ferreira
Arq./Eng.ª de Seg. do Trabalho
CAU A89191-6 / CBMERJ 01-049



1. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA DA OBRA:

Este serviço tem como objetivo contratação de empresa especializada para execução de obras de cálculos de blindagens e de adequação das salas de exames de raio X existente e futura sala de tomografia computadorizada, conforme especificações de projeto básico existente, no hospital municipal Augustinho Gesuald Blanc.

2. SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

- Administração local
- Execução de blindagem

O Projeto Básico deverá ser utilizado como diretrizes pela contratada compreendem as melhorias do ambiente existente e adequação de A RDC N° 611/22 DA ANVISA, conforme especificado.

Segue abaixo as especificações dos equipamentos que serão instalados após a adequação do ambiente para recebê-los;

- Tomógrafo computadorizado helicoidal de 04 cortes. Gantry com abertura mínima 65 cm, faixa de angulação mínima mecânica ou digital de +/- 30°; tempo de corte total em 360° de 1 segundos ou menor, capacidade para aquisição helical contínua mínima de

90 segundos; capacidade térmica do anodo de no mínimo 2 MHU, com potência de, no mínimo, 24 KW. Espessura de corte em modo multislice de no mínimo 04 canais (fileiras físicas) de detectores, espessura de corte de 1 mm ou menor. Mesa do paciente com peso suportável de, no mínimo, 180 Kg e precisão de movimento longitudinal de, no mínimo, 0,25mm. Console com reconstrução de imagens em matriz de 512X512, apresentação em matriz mínima 1024X1024, monitor de imagens colorido de alta resolução Flat Screen com no mínimo 19 polegadas, disco rígido do sistema com capacidade para armazenar no mínimo 80.000 imagens, gravação de imagens em CD / DVD, tempo de reconstrução multiplanar em tempo real a partir do console principal, instrução automática de pacientes com no mínimo 10 mensagens programáveis, computador de imagens com interface já implementada para redes DICOM, protocolo DICOM completo: Storage, Print e Worklist. Programa de reconstrução de imagens de Angiografia em CT e 3D SSD a partir do console principal; Programa de reconstrução de imagens 3D VRT a partir do console principal; Modulação de dose de radiação em tempo real durante o exame; Sistema de subtração digital óssea durante a aquisição, com taxa de amostragem de no mínimo 06 imagens por segundo; Software de gatilhamento de aquisição por nível de contraste permitindo múltiplos ROIS; Software para visualização de imagens em tempo real durante a aquisição, com taxa de amostragem de no mínimo 10 imagens por segundo; Protocolos pediátricos específicos; Interface para impressão padrão DICOM e Windows Post-Script. Acessórios: Suporte de crânio; Suporte de pernas; Jogo de fantasmas para calibração; se necessário estabilizador de tensão de rede com potência compatível para todo equipamento. Nobreak para console.

- Raio X (AltusDR), GERADOR: faixa de KV 40 a 150 KV com intervalo de 1 em 1KV tensões de alimentação: trifásico – 220 V ou 380 V potência máxima: 54 Kw faixa DE mAs: 0,32 a 500 mAs fixa de mA: 80 a 630 mA (opcional 50 a 630 mA) tempo de exposição: 0,004 até 6,25s MESA: dimensões do tampo: 90 x 218 cm (L X C) deslocamento longitudinal: ± 72 cm deslocamento transversal: ± 12 cm altura do tampo: 83 cm capacidade de trabalho: 220 Kg deslocamento longitudinal do bucky: 58 cm freio do movimento do tampo: eletromagnético (pedal) tamanho máximo do chassi: 43 X 43 cm foco: fixa antidifusora 152 linhas/polegada (opcional 103 e 200 linhas/polegada). BUCKY MURAL: deslocamento vertical: 138 cm tamanho máximo do chassi: 43 x 43 cm FOCO: 100 a 180 cm grade: fixa antidifusora 152 linhas /polegada (opcional 103 e 200 linhas/polegada) ESTATIVA PORTA-TUBO TIPO CHÃO-CHÃO: Deslocamento longitudinal: ± 185 cm deslocamento vertical do braço porta-tubo: 152 cm freio dos deslocamentos: eletromagnético rotação da coluna: 360° rotação do braço do tubo: 180° giro da cúpula: $\pm 180^\circ$ TUBO 150 KV Focos: 0,6 mm (fino) e 1,2 mm (grosso) Capacidade térmica do anodo: 300 KHU(210 KJ) Rotação do anodo: 9.700 rpm DETECTOR DIGITAL WIRELESS AERODR: Dimensão de área útil de 35x43 (43x43 - opcional); Detector de painel plano (FDP) wireless, Detector de silício amorfo e cintilador de Iodeto de Césio (CsI); Matriz ativa de 1994 x 2430 pixels (43 x 43 cm:

matriz 2428 x 2428 pixels); Tamanho do pixel igual a 175 m (100 m opcional); Profundidade de imagem de 16 bits; Carga máxima tolerada e distribuída sobre detector: 300 Kg Peso do detector de 2,5 Kg; Capacitor de íons de lítio como fonte de energia

3. PROJETO E NORMAS:

Todos os serviços a serem executados deverão obedecer rigorosamente aos respectivos projetos e seus complementos, as normas técnicas da ABNT e outras pertinentes.

Ficam estabelecidos os critérios para contratação dos serviços técnicos profissionais de Engenharia incluindo-se o fornecimento dos materiais e mão de obra necessária à conclusão do serviço, a qual deverá apresentar-se uniformizada e com as ferramentas e Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs), fornecidos pela empresa contratada.

Também fica estabelecido que qualquer alteração nos projetos da obra em questão, correrão por conta da Empresa contratada, e que deverão ser apresentadas à Fiscalização para aprovação, antes da sua execução.

O acompanhado do diário de obras correspondente ao período, atualizado e assinado pela fiscalização, cuja apresentação torna-se obrigatória para a liberação dos pagamentos.

A empresa deverá possuir em seu quadro técnico um profissional técnico habilitado para execução dos serviços, habilitado em seu respectivo conselho de classe. O profissional deverá emitir um termo de responsabilidade técnica, através de seu conselho de classe.

A administração, nomeará um servidor devidamente habilitado para fiscalização dos serviços a serem executados.

4. MEDIÇÕES:

- Os pagamentos serão elaborados por preços unitários, com base no quantitativo, e depois analisada pelo setor técnico competente, providenciado o atesto e o visto para fins de pagamento;
- O pagamento deverá ser realizado após a entrega da fatura, mediante a apresentação do diário de obra, devidamente assinado pelo engenheiro responsável da contratada e pelo fiscal do contrato;
- Nenhum adiantamento de pagamento poderá ser feito pela prefeitura que deverá ater-se exclusivamente aos quantitativos de materiais e serviços;

- O Município não pagará a Contratada, os valores resultantes dos excedentes de quantidades sem que tenham sido previamente conhecidos e autorizados pela fiscalização;
- Após a execução do serviço, o mesmo será avaliado pelo fiscal do contrato se está atendendo as normativas vigentes, se todas as condições de desempenho dos mesmos sejam satisfatórias, dentro dos parâmetros estabelecidos, serviço será considerada aceita.

Aperibé, 15 de junho de 2022.



Marcia de Souza Ferreira
Arq./Eng.ª de Seg. do Trabalho
CAU A89191-6 / CBMERJ 01-049



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

MEMÓRIA DE CÁLCULOS DE BLINDAGEM

HOSPITAL MUNICIPAL AUGUSTINHO GESUALD BLANC

SALA DE RAIOS X

Rio de Janeiro, 15 de junho de 2022.



Jorge H F Nascimento
Físico

JORGE HIPOLITO F. NASCIMENTO

Físico Especialista em Radiodiagnóstico

Especialista em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas IRD/IAEA

Supervisor de Radioproteção Em Instalações

Radiativas de Baixo Risco - AP1448



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

Sumário

1. Considerações Iniciais e Objetivos.....	03
2. Identificação	04
3. Instrumentação.....	04
4. Definições.....	04
5. Introdução.....	05
6. Dados Utilizados.....	05
7. Croqui e Pontos de Interesse da Sala de Raios X	06
8. Resultados.....	07
9. Comentários.....	07
10. Recomendações	07
11. Referências	08



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

1. Considerações Iniciais e Objetivos

O objetivo da blindagem no que tange radiação ionizante é limitar a exposição radioativa de trabalhadores, membros do público e ambientes a níveis aceitáveis. Entende-se como níveis aceitáveis aqueles previstos no arcabouço legal vigente. Este documento visa apresentar recomendações e informações técnicas relacionadas à blindagem estrutural das dependências que utilizam radiação X com finalidades médica, odontológica ou veterinária, definindo a espessura mínima de cada tipo de material previsto para aplicação de blindagem a fim de garantir a proteção radiológica.

Sobre a tabela apresentada no item Cálculo de Blindagem são feitas as seguintes considerações:

- a. Os cálculos não consideram a presença de outros materiais nas dependências da instalação, senão os componentes do equipamento responsável pela imagem médica;
- b. Os fatores de ocupação para áreas não controladas são mantidos de forma conservadora com a finalidade de manter a exposição nos mínimos níveis sobre as áreas não controladas.
- c. A distância mínima assumida entre uma área ocupada e uma parede blindada é de 0,30 m, conforme recomendação da NCRP 147. [1]

De acordo com a Resolução N° 611 da ANVISA o valor de dose efetiva para indivíduos ocupacionalmente expostos não deve ultrapassar o limite de 5 mSv/ano e de 0,5 mSv/ano [2], para o público em áreas livres. De acordo com esses valores, o limite de taxa de dose absorvida adotado para áreas livres é de 0,01 mGy/semana e 0,1 mGy/semana para área controlada.

É importante salientar que esta memória de cálculos de blindagem é válida para a estrutura atual na instalação. Havendo modificações na localização dos equipamentos emissores de radiação ionizante, na utilização fim das salas circunvizinhas descritas no cálculo, ou qualquer outra mudança de disposição estrutural ou ocupacional, os cálculos das blindagens radiológicas devem ser revistos.

Comercialmente são encontradas espessuras discretas de folhas de chumbo. Neste documento são fornecidas as espessuras necessárias para uma blindagem eficaz da radiação, assim, em caso de indisponibilidade de tais espessuras no mercado, a espessura a ser utilizada deve ser a imediatamente superior disponível para comercialização.



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

O material que será adquirido para execução da blindagem deverá ser oriundo de fornecedores que possuam o devido ensaio oficial em órgão certificado pelo INMETRO de avaliação da eficácia delas, em especial os visores plumbíferos. A densidade da argamassa barita deverá ser de no mínimo $3,2 \text{ g/cm}^3$. Este cálculo considera, por intermédio de um fator de correção, a diferença entre a densidade da argamassa barita encontrada comercialmente no Brasil [3] e aquela indicada pelo *NIST* como concreto baritado, tipo BA. Argamassa comum, ou fora do especificado, não são aceitáveis para blindagem radiológica.

2. Identificação

2.1 Empresa

HOSPITAL MUNICIPAL AUGUSTINHO GESUALD BLANC

CNPJ: 02.934.539/0001-43

Endereço: Rua: Antonio José Moreira, 359 - Bairro: São Vicente de Paula – Aperibé - RJ

CEP: 28495000

3. Instrumentação

3.1 Equipamento de Raios X Fixo

Fabricante: KONICA

Modelo: AUTUS DR **Série:** 34572

Tensão Máxima: 150 kV **Corrente Máxima:** 630 mA

4. Definições

ÁREA CONTROLADA: Entrada restrita a profissionais devidamente qualificados, com conhecimento em radioproteção. Área sujeita ao risco potencial de exposição aos raios X.

ÁREA LIVRE: Toda área que não for controlada.

CARGA DE TRABALHO DO TUBO DE RX: Dada em $m\text{Amin}$, (produto corrente pelo tempo) é o quanto de corrente elétrica que o tubo de raios X utiliza para gerar os raios X.

DOSE DE RADIAÇÃO: As formas que podemos estimar a dose de radiação são:

- Dose Absorvida: usada para avaliar potenciais mudanças bioquímicas em tecidos específicos.
- Dose Equivalente: usada para estimar o potencial de dano biológico decorrente da dose absorvida.
- Dose Efetiva: usada para avaliar o potencial de efeitos a longo prazo sobre o corpo humano. Utilizada para avaliar a dose de radiação no qual foi exposto um indivíduo, sendo esse IOE ou público.



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

FATOR DE OCUPAÇÃO (T): Fração da carga de trabalho (de 40 h/semana) que um indivíduo permanece dentro de uma área com o tubo de raios X emitindo radiação.

FATOR DE USO (U): Fração da carga de trabalho do tubo de raios X em que o mesmo se encontra voltado para uma barreira primária, como por exemplo a mesa de exames ou bucky.

INDIVÍDUO OCUPACIONALMENTE EXPOSTO (IOE): Indivíduo sujeito a exposição ocupacional.

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO (LR): Mensurações realizadas ao redor da sala que empregue aparelhos emissores de raio x para fins de verificação e comparação dos níveis de radiação com os valores normativos.

VALOR DESEJADO DE BLINDAGEM (P): Dose de radiação prevista em um ponto específico de uma área ao longo de um ano. Para indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs), o valor é 0,1 mGy/semana, e para indivíduos do público é de 0,02 mGy/semana. Através desse valor calcula-se a espessura do material de blindagem.

5. Introdução

O cálculo de blindagem tem por objetivo limitar a exposição dos trabalhadores e do público a um nível aceitável de radiação (P). Esse nível é dependente da classificação da área. Para áreas controladas, o limite de dose semanal é 0,1 mGy, e área livre o limite de dose semanal é 0,02 mGy.

IOEs obrigatoriamente frequentam áreas controladas da instalação, por exercerem suas funções em tais áreas.

Embora o material padrão para blindagem seja o chumbo, pode-se utilizar materiais com espessuras equivalentes, tais como o concreto, gesso, barita, aço, etc.

O cálculo das espessuras das blindagens foi baseado no documento NCRP Report 147 *Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities*, revisão 10, de janeiro de 2005. Tal documento contempla, dentre outros, a espessura de concreto (padrão, com densidade de 2,4 g/cm³) com equivalência de chumbo; material contemplado no presente cálculo além do chumbo, além da argamassa baritada.

As espessuras calculadas dos materiais para blindagem (chumbo, concreto e barita) são dadas em milímetros. De forma conservativa, considera-se a espessura da barita como sendo 10 vezes a do chumbo.



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

6. Dados Utilizados

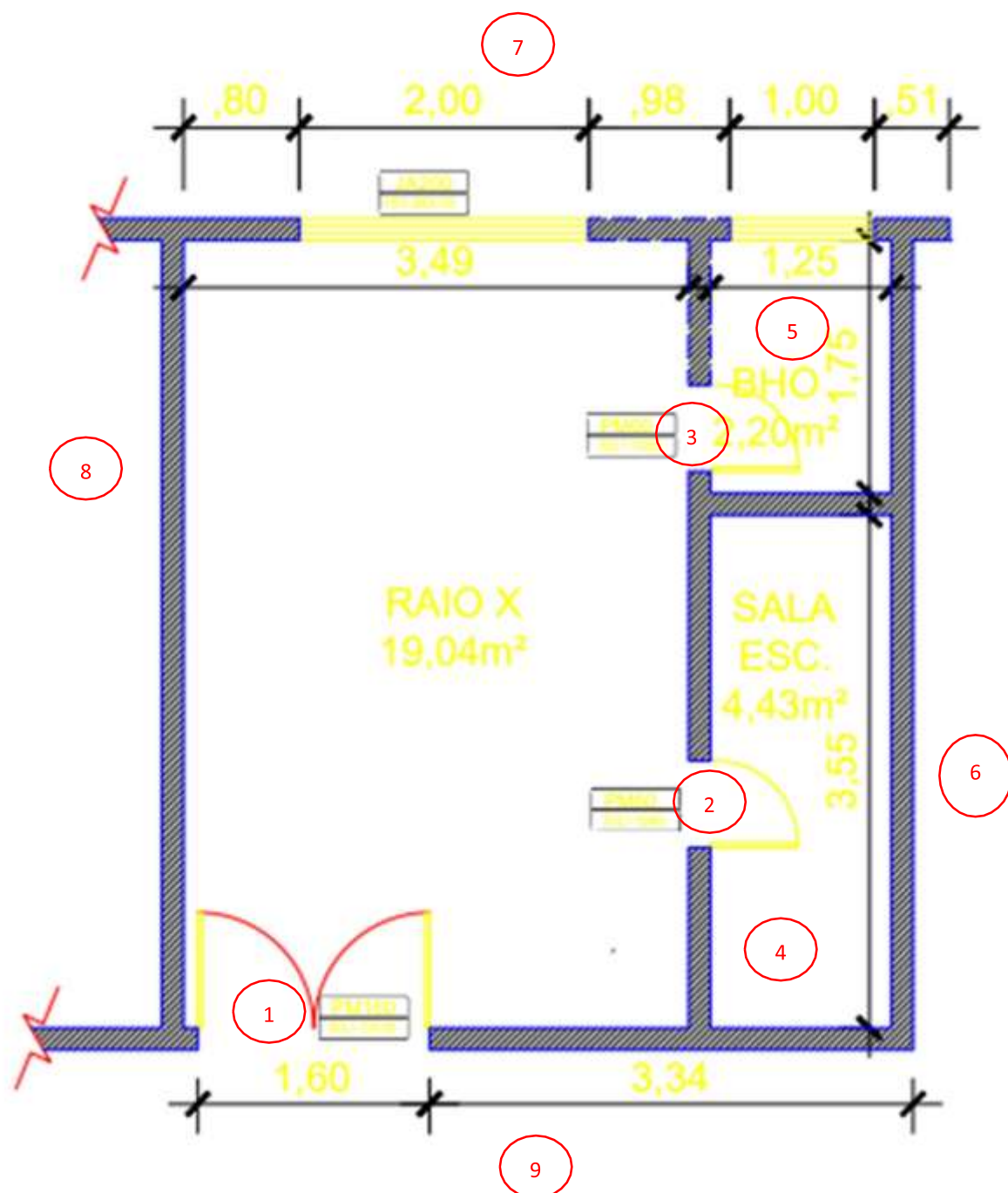
- Tensão máxima considerada^a: Tensões até 150 kV
- Número de pacientes por semana considerados: 320
- Carga de trabalho normalizada^b: 2,5 mA.min.pac⁻¹
- Carga de trabalho total^c considerada: 1600 mA.min.sem⁻¹

^a Conforme distribuição de carga de trabalho apresentada no NCRP 147, e por ser raro tensões de 150 kV na rotina.

^b Carga de trabalho média por paciente, segundo NCRP 147.

^c Produto da carga de trabalho média pelo número de pacientes esperados por semana.

7. Croqui e Pontos de Interesse da Sala de Raios X





B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

8. Resultados

Ponto	Descrição do ponto	Blindagem na(o)	Distância do tubo (m)	Fator de uso (U)	Fator de ocupação (T)	Blindagem (mm)		
						Chumbo	Concreto	Barita
1	Porta	Porta	1,80	1	1	0,38	--	--
2	Sala Escura	Porta	1,30	1	1	0,51	--	--
3	Banheiro	Porta	1,40	1	1	0,48	--	--
4	Sala Escura	Parede	1,30	1	1	0,88	73	8,85
5	Banheiro	Parede	1,40	1	1	0,85	70	8,46
6	Circulação Interna	Parede	1,80	1	1	0,72	61	7,20
7	Circulação Interna	Parede	3,50	1	1	0,43	39	4,35
8	Circulação Interna	Parede	1,80	1	1	0,72	61	7,20
9	Circulação Interna	Parede	1,30	1	1	0,88	73	8,85

9. Comentários

As distâncias são aquelas do tubo de raios X até um ponto de interesse na parede, visor ou porta da sala de exame. Foi considerado a mobilidade do tubo de raios X, conforme mostrado no croqui, de forma conservativa.

Os pontos 1 a 3, são áreas controladas segundo a Resolução - RDC N° 611, por se tratar da sala de exame. Logo, $P = 0,1$ mGy/semana. As demais áreas são livres, com $P = 0,02$ mGy/semana. Lembrando que a própria sala de exames é uma área controlada.

O teto, com pé-direito de 2,8 m, e com uma espessura de concreto média de 10 cm, é suficiente para blindar qualquer radiação espalhada gerada pelo tubo de raios X nas condições nas quais o cálculo de blindagem foi realizado.

O fator de ocupação (T), de forma conservativa, foi considerada igual a 1 para os pontos; idealiza-se sempre haver um indivíduo na área a ser blindada enquanto o tubo de raios X estiver em operação. Também de forma conservativa o fator de uso (U) foi considerado igual a 1, ou seja, o uso do tubo de raios X é o mesmo em suas angulações.



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS

CNPJ 32.535.680/0001-34

10. Recomendações

Usar a mesma espessura da blindagem: dos pontos 1 a 3 nas portas de entrada da sala de exames e demais portas na sala de exames já que é improvável haver espalhamento significativo da radiação na porta.

O cálculo de blindagem deverá ser verificado com a realização de um LR e posteriormente a cada 4 anos, ou quando mudança nas condições de trabalho ocorrer, tais como mudanças estruturais, alteração da carga de trabalho, troca do tubo, dentre outras.

11. Referências

- [1] NCRP, “Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities” Report 147, 2005;
- [2] Resolução RDC N° 611. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075>.
- [3] Santos, J.C. et al; Application of a semi-empirical model for the evaluation of transmission properties of barite mortar; Applied Radiation and Isotopes; Vol 100, June 2015



Jorge H F Nascimento
Físico



B&M SERVIÇOS ESPECIALIZADOS LTDA
CNPJ 32.535.680/0001-34

MEMÓRIA DE CÁLCULOS DE BLINDAGEM

HOSPITAL MUNICIPAL AUGUSTINHO GESUALD BLANC

SALA DE TOMOGRAFIA

Rio de Janeiro, 15 de junho de 2022.



Jorge H F Nascimento
Físico

JORGE HIPOLITO F. NASCIMENTO
Físico Especialista em Radiodiagnóstico
Especialista em Proteção Radiológica e Segurança de Fontes Radioativas IRD/IAEA
Supervisor de Radioproteção em Instalações
Radiativas de Baixo Risco - AP1448



Sumário

1. Considerações Iniciais e Objetivos.....	03
2. Identificação.....	04
3. Instrumentação.....	04
4. Definições.....	04
5. Introdução.....	05
6. Dados Utilizados.....	05
7. Croqui e Pontos de Interesse da Sala de Raios X.....	06
8. Resultados.....	07
9. Comentários.....	07
10. Recomendações.....	07
11. Referências.....	08

1.

2. Considerações Iniciais e Objetivos

O objetivo da blindagem no que tange radiação ionizante é limitar a exposição radioativa de trabalhadores, membros do público e ambientes a níveis aceitáveis. Entende-se como níveis aceitáveis aqueles previstos no arcabouço legal vigente. Este documento visa apresentar recomendações e informações técnicas relacionadas à blindagem estrutural das dependências que utilizam radiação X com finalidades médica, odontológica ou veterinária, definindo a espessura mínima de cada tipo de material previsto para aplicação de blindagem a fim de garantir a proteção radiológica.

Sobre a tabela apresentada no item Cálculo de Blindagem são feitas as seguintes considerações:

- a. Os cálculos não consideram a presença de outros materiais nas dependências da instalação, senão os componentes do equipamento responsável pela imagem médica;
- b. Os fatores de ocupação para áreas não controladas são mantidos de forma conservadora com a finalidade de manter a exposição nos mínimos níveis sobre as áreas não controladas.
- c. A distância mínima assumida entre uma área ocupada e uma parede blindada é de 0,30 m, conforme recomendação da NCRP 147. [1]

De acordo com a Resolução N° 611 da ANVISA o valor de dose efetiva para indivíduos ocupacionalmente expostos não deve ultrapassar o limite de 5 mSv/ano e de 0,5 mSv/ano [2], para o público em áreas livres. De acordo com esses valores, o limite de taxa de dose absorvida adotado para áreas livres é de 0,01 mGy/semana e 0,1 mGy/semana para área controlada.

É importante salientar que esta memória de cálculos de blindagem é válida para a estrutura atual na instalação. Havendo modificações na localização dos equipamentos emissores de radiação ionizante, na utilização fim das salas circunvizinhas descritas no cálculo, ou qualquer outra mudança de disposição estrutural ou ocupacional, os cálculos das blindagens radiológicas devem ser revistos.

Comercialmente são encontradas espessuras discretas de folhas de chumbo. Neste documento são fornecidas as espessuras necessárias para uma blindagem eficaz da radiação, assim, em caso de indisponibilidade de tais espessuras no mercado, a espessura a ser utilizada deve ser a imediatamente superior disponível para comercialização.

O material que será adquirido para execução da blindagem deverá ser oriundo de fornecedores que possuam o devido ensaio oficial em órgão certificado pelo INMETRO de avaliação da eficácia delas, em especial os visores plumbíferos. A densidade da argamassa barita deverá ser de no mínimo 3,2 g/cm³. Este cálculo considera, por intermédio de um fator de correção, a diferença entre a densidade da argamassa barita



encontrada comercialmente no Brasil [3] e aquela indicada pelo *NIST* como concreto baritado, tipo BA. Argamassa comum, ou fora do especificado, não são aceitáveis para blindagem radiológica.

3. Identificação

2.1 Empresa

HOSPITAL MUNICIPAL AUGUSTINHO GESUALD BLANC

CNPJ: 02.934.539/0001-43

Endereço: Rua: Antonio José Moreira, 359 - Bairro: São Vicente de Paula – Aperibé – RJ

CEP: 28495000

4. Instrumentação

3.1 Equipamento de Tomografia Computadorizada

Tomógrafo (Dados fornecidos pela instituição)

Fabricante: IMAX

Modelo: IMAGINE **Série:** 34682W

Tensão Máxima: 140 Kv **Corrente Máxima:** 300 mA

5. Definições

ÁREA CONTROLADA: Entrada restrita a profissionais devidamente qualificados, com conhecimento em radioproteção. Área sujeita ao risco potencial de exposição aos raios X.

ÁREA LIVRE: Toda área que não for controlada.

CARGA DE TRABALHO DO TUBO DE RX: Dada em mAmin, (produto corrente pelo tempo) é o quanto de corrente elétrica que o tubo de raios X utiliza para gerar os raios X.

DOSE DE RADIAÇÃO: As formas que podemos estimar a dose de radiação são:

- Dose Absorvida: usada para avaliar potenciais mudanças bioquímicas em tecidos específicos.
 - Dose Equivalente: usada para estimar o potencial de dano biológico decorrente da dose absorvida.
 - Dose Efetiva: usada para avaliar o potencial de efeitos a longo prazo sobre o corpo humano.
- Utilizada para avaliar a dose de radiação no qual foi exposto um indivíduo, sendo esse IOE ou público.

FATOR DE OCUPAÇÃO (T): Fração da carga de trabalho (de 40 h/semana) que um indivíduo permanece dentro de uma área com o tubo de raios X emitindo radiação.

FATOR DE USO (U): Fração da carga de trabalho do tubo de raios X em que o mesmo se encontra voltado para uma barreira primária, como por exemplo a mesa de exames ou bucky.

INDIVÍDUO OCUPACIONALMENTE EXPOSTO (IOE): Indivíduo sujeito a exposição ocupacional.

LEVANTAMENTO RADIOMÉTRICO (LR): Mensurações realizadas ao redor da sala que que empregue aparelhos emissores de raio x para fins de verificação e comparação dos níveis de radiação com os valores normativos.

VALOR DESEJADO DE BLINDAGEM (P): Dose de radiação prevista em um ponto específico de uma área ao longo de um ano. Para indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs), o valor é 0,1 mGy/semana, e para indivíduos do público é de 0,02 mGy/semana. Através desse valor calcula-se a espessura do material de blindagem.

6. Introdução

O cálculo de blindagem tem por objetivo limitar a exposição dos trabalhadores e do público a um nível aceitável de radiação (P). Esse nível é dependente da classificação da área. Para áreas controladas, o limite de dose semanal é 0,1 mGy, e área livre o limite de dose semanal é 0,02 mGy.

IOEs obrigatoriamente frequentam áreas controladas da instalação, por exercerem suas funções em tais áreas.

Embora o material padrão para blindagem seja o chumbo, pode-se utilizar materiais com espessuras equivalentes, tais como o concreto, gesso, barita, aço, etc.

O cálculo das espessuras das blindagens foi baseado no documento NCRP Report 147 *Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities*, revisão 10, de janeiro de 2005. Tal documento contempla, dentre outros, a espessura de concreto (padrão, com densidade de 2,4 g/cm³) com equivalência de chumbo; material contemplado no presente cálculo além do chumbo, além da argamassa baritada.

As espessuras calculadas dos materiais para blindagem (chumbo, concreto e barita) são dadas em milímetros. De forma conservativa, considera-se a espessura da barita como sendo 10 vezes a do chumbo.

7. Dados Utilizados

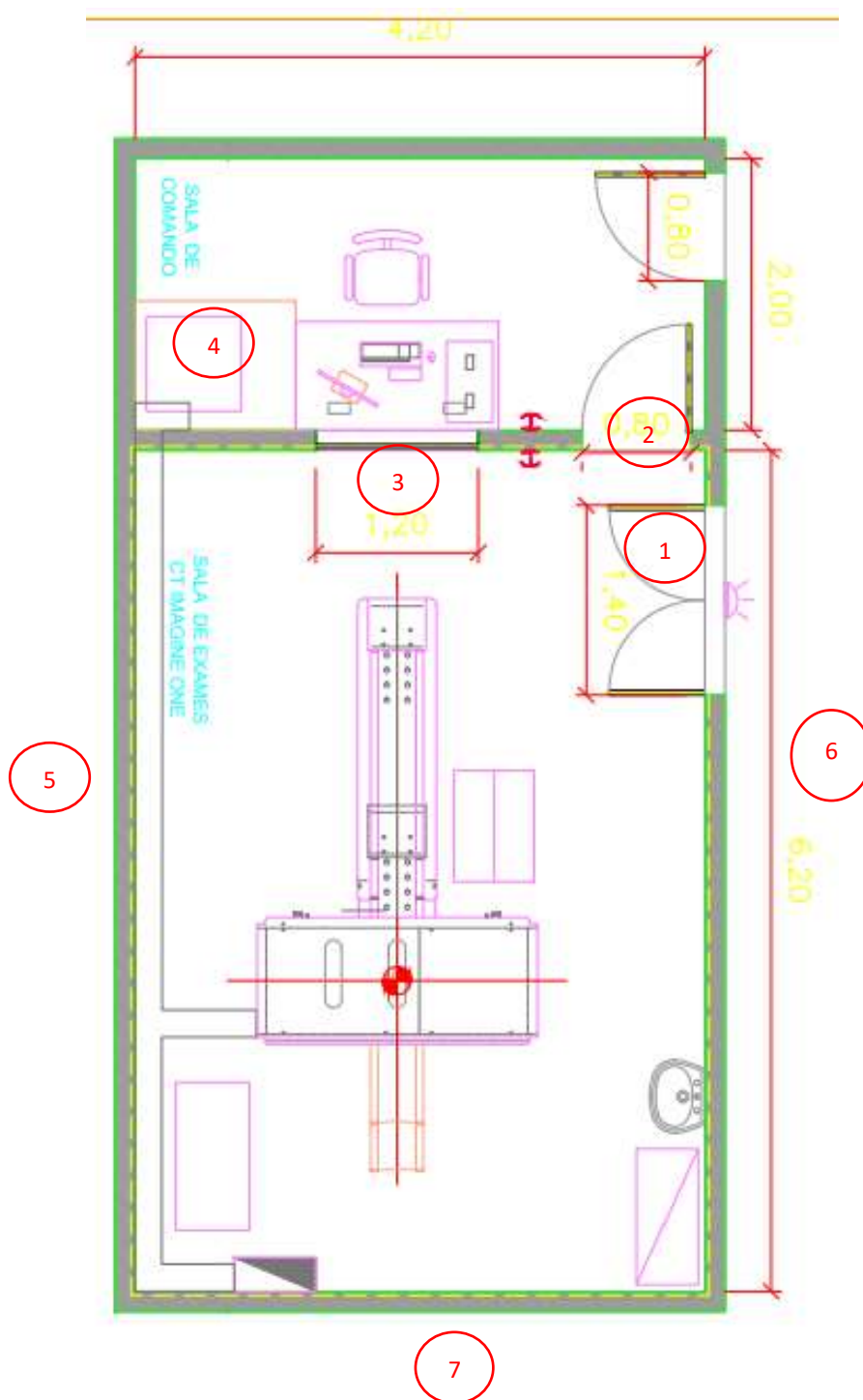
- Tensão máxima considerada^a: Tensões até 130 kV
- Número de pacientes por semana considerados: 120
- Carga de trabalho normalizada^b: 2,5 mA.min.pac⁻¹
- Carga de trabalho total^c considerada: 600 mA.min.sem⁻¹

^a Conforme distribuição de carga de trabalho apresentada no NCRP 147, e por ser raro tensões de 150 kV na rotina.

^b Carga de trabalho média por paciente, segundo NCRP 147.

^c Produto da carga de trabalho média pelo número de pacientes esperados por semana.

8. Croqui e Pontos de Interesse da Sala do Tomógrafo



9. Resultados

Ponto	Descrição do ponto	Blindagem na(o)	Distância do tubo (m)	Fator de uso (U)	Fator de ocupação (T)	Blindagem (mm)		
						Chumbo	Concreto	Barita
1	Porta	Porta	3,20	1	1	0,23	--	--
2	Porta Sala de Comando	Porta	3,30	1	1	0,22	--	--
3	Visor	Visor	3,40	1	1	0,20	--	--
4	Sala Comando	Parede	3,40	1	1	0,69	51	6,90
5	Circulação Interna	Parede	2,40	1	1	0,96	68	9,60
6	Circulação Interna	Parede	2,00	1	1	1,11	77	11,10
7	Circulação Interna	Parede	2,60	1	1	0,90	64	9,00

10. Comentários

As distâncias são aquelas do tubo de raios X até um ponto de interesse na parede, visor ou porta da sala de exame. Foi considerado a mobilidade do tubo de raios X, conforme mostrado no croqui, de forma conservativa.

Os pontos 1 a 3, são áreas controladas segundo a Resolução - RDC N° 611, por se tratar da sala de exame. Logo, $P = 0,1$ mGy/semana. As demais áreas são livres, com $P = 0,02$ mGy/semana. Lembrando que a própria sala de exames é uma área controlada.

O teto, com pé-direito de 2,8 m, e com uma espessura de concreto média de 10 cm, é suficiente para blindar qualquer radiação espalhada gerada pelo tubo de raios X nas condições nas quais o cálculo de blindagem foi realizado.

O fator de ocupação (T), de forma conservativa, foi considerada igual a 1 para os pontos; idealiza-se sempre haver um indivíduo na área a ser blindada enquanto o tubo de raios X estiver em operação. Também de forma conservativa o fator de uso (U) foi considerado igual a 1, ou seja, o uso do tubo de raios X é o mesmo em suas angulações.

11. Recomendações

Usar a mesma espessura da blindagem: dos pontos 1 a 3 nas portas de entrada da sala de exames e demais portas na sala de exames já que é improvável haver espalhamento significativo da radiação na porta.

O cálculo de blindagem deverá ser verificado com a realização de um LR e posteriormente a cada 4 anos, ou quando mudança nas condições de trabalho ocorrer, tais como mudanças estruturais, alteração da carga de trabalho, troca do tubo, dentre outras.

12. Referências

- [1] NCRP, “Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities” Report 147, 2005;
- [2] Resolução RDC N° 611. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-611-de-9-de-marco-de-2022-386107075>.
- [3] Santos, J.C. et al; Application of a semi-empirical model for the evaluation of transmission properties of barite mortar; Applied Radiation and Isotopes; Vol 100, June 2015


Jorge H F Nascimento
Físico