PROJETO DE BLINDAGENS DE RADIOPROTEÇÃO

SALA DE EXAMES DE RAIOS-X DIAGNÓSTICO

Aparelho de raios-x convencional

Instituição:	**UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO – UPA PORTEIRINHA**
Endereço do Estabelecimento:	Rua Rua Alcetides Mendes da Silva, s/nº – Bairro: São Joaquim CEP 39.520-000 – Porteirinha – MG
C.N.P.J:	18.013.326/0001-19
Responsável Legal (RL):	Silvanei Batista Santos; **CPF:** 038.118.786-11

JUNHO / 2026

1 – INTRODUÇÃO

Neste projeto apresentamos as especificações das blindagens de radioproteção para as paredes, teto, e portas para uma sala de raios-x diagnóstico da UPA PORTEIRINHA, localizada na Rua Alcetides Mendes da Silva, s/nº, São Joaquim, no município de Porteirinha – MG.

O objetivo do projeto é minimizar a dose de radiação aos trabalhadores (indivíduos ocupacionalmente expostos) e indivíduos do público que permanecem nas proximidades das salas dos aparelhos geradores de raios-x, seguindo-se as normas e recomendações nacionais e internacionais.

No Brasil, os limites de dose ocupacionais e para indivíduos do público e os princípios básicos de radioproteção são estabelecidos na Norma CNEN-NN-3.01- *"Diretrizes Básicas de Radioproteção" e* "Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 611, de 09 de março de 2022 (Publicada no DOU nº 51, de 16 de março de 2022)*"*. As espessuras das blindagens determinadas a seguir, obedecem a essas recomendações e são obtidas a partir de dados das máquinas fornecidas pelo fabricante e das orientações das publicações ICRP - 33 - *"Protection Against Ionizing Radiation from External Sources Used in Medicine"* NCRP - 49 - *Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X-Rays and Gamma Rays or Energies up to 10MeV e* NCRP – 147 -*Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities*.

2 – PARÂMETROS GERAIS USADOS NOS CÁLCULOS DAS BLINDAGENS

Neste projeto adotaremos os valores para restrição de dose ambiente extraídos da "Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 611, de 09 de março de 2022 (Publicada no DOU nº 51, de 16 de março de 2022, a qual estabelece requisitos para uso de equipamentos de raios X. De acordo com esta portaria, a sala onde se encontra o Aparelho de Raios-X Fixo é considerada área controlada e as outras áreas circunvizinhas devem ser classificadas como áreas livres. Para fins de tolerância de dose, o valor equivalente de dose ambiente anual não deve ser superior a 5mSv para área controlada e 0,5mSv para áreas livres

2.1 – Limite de Dose Equivalente Efetiva (DEEf)

2.1.1 – **DEEf anual máxima para indivíduos ocupacionamente expostos (IOE's)** = 5 mSv

2.1.2 – **DEEf anual máxima para público** = 0,5 mSv

2.1.3 – **DEEf coletiva anual máxima** = 1 homem-Sievert

Nos cálculos de blindagens de uma sala é comum o uso de unidade de tempo semanal, e os valores limitantes serão:

Local	Pessoal	Dose máxima semanal
Área livre	Indivíduo do público	1×10^{-2} mSv
Área controlada	IOE	1×10^{-1} mSv

2.2 – Materiais de Blindagem e Equivalência

Os materiais a serem empregados nas blindagens são:

2.2.1 – **Paredes**: Paredes em tijolo furado e tijolo maciço revestido com reboco de cimento e argamassa baritada. O reboco de argamassa baritada a ser acrescentado deverá ter a espessura necessária para limitar as doses aos valores acima.

2.2.2 – **Portas**: Lâminas de chumbo.

2.2.3 – **Piso e teto**: Laje em concreto e contra-piso com assentamento de acabamento.

2.2.4 – **Visor**: Vidro plumbífero ou equivalente.

2.3 – Equivalências dos Materiais Quanto à Absorção da Radiação

Equivalência da argamassa baritada, chumbo, concreto e vidro cristâneo.

Tensão (kVp)	CSR (Chumbo) mm	CDR (Chumbo) mm
50	0,06	0,17
70	0,17	0,52
80	0,20	0,67
100	0,27	0,88
125	0,28	0,93
150	0,30	0,99

Tensão (kVp)	CSR (argamassa de barita – densidade 1,91 g/cm^3) (cm)	CDR (argamassa de barita – densidade 1,91 g/cm^3) (cm)	CSR (concreto de barita – densidade 2,26 g/ cm^3) (cm)	CDR (concreto de barita – densidade 2,26 g/cm^3) (cm)
60	0,36	1,20	0,35	1,20
80	0,61	2,00	0,57	1,90
110	0,93	3,10	0,86	2,90
150	1,50	5,00	1,40	4,60

Tensão (kVp)	CSR (concreto – densidade 2,35 g/cm^3) (cm)	CDR (concreto – densidade 2,35 g/cm^3) (cm)	CSR (vidro cristâneo – densidade 2,08 g/cm^3) (cm)	CDR (vidro cristâneo – densidade 2,08 g/cm^3) (cm)
50	0,43	1,50	0,70	2,50
70	0,84	2,80	1,20	3,90
100	1,60	5,30	1,30	4,10
125	2,00	6,60	--	--
150	2,24	7,40	1,80	6,10

3 – CÁLCULO DAS BLINDAGENS PARA A SALA DO APARELHO DE RAIOS-X DIAGNÓSTICO

3.1 – Dados Técnicos do Aparelho – a ser definido

3.2 – Considerações Técnicas Usados nos Cálculos de Blindagens

- Voltagem máxima do tubo de raios-x (fixa) - 125 kVp
- Corrente máxima - 800 mA

Para este cálculo, consideramos todas as áreas adjacentes como "área livre", com uma dose máxima semanal de 1 x 10^{-2} mSv.

3.3 – Local da Instalação e Vizinhanças

O Equipamento de Raios-X será instalado em sala exclusiva no serviço conforme planta anexa. As vizinhanças e a classificação das áreas quanto à radioproteção são:

a.1 – **Piso:** Não há ocupação no nível abaixo do piso.

a.2 – **Teto:** O segundo pavimento não há ocupação. Barreira secundaria. Área livre – Indivíduos do público.

a.3 – **Porta 1 – Fundos**: Porta de acesso a uma área de circulação interna. Barreira secundária. Área livre – Indivíduos do público.

a.4 – **Porta 2 – Lateral Esquerda**: Porta de acesso a uma sala de processamento de imagens radiológicas. Barreira secundária. Neste projeto para fins de cálculo de blindagem, o comando será considerado área livre – Indivíduos do público.

a.5 – **Porta 3 – Lateral Esquerda**: Porta de acesso ao banheiro. Barreira secundária. Neste projeto para fins de cálculo de blindagem, o comando será considerado área livre – Indivíduos do público.

a.6 – **Parede A – Lateral Direita**: Parede divisa com uma área de circulação interna. Barreira secundária. Área livre – Indivíduos do público.

a.7 – **Visor plumbífero – Frente**: Visor que faz divisa com a sala de comando. Barreira secundária. Neste projeto para fins de cálculo de blindagem, o comando será considerado área livre – Indivíduos do público.

a.8 – **Parede B – Fundos**: Parede divisa com uma área de circulação interna. Barreira secundária. Área livre – Indivíduos do público.

a.9 – **Parede C – Lateral Esquerda:** Parede divisa com o banheiro e com a sala de processamento de imagens radiológicas. Barreira secundaria. Área livre – Indivíduos do público. Neste projeto para fins de cálculo de blindagem, o comando será considerado área livre – Indivíduos do público.

a.10 – **Parede D – Frente**: Parede divisa com uma área de circulação externa. Barreira secundaria. Área livre – Indivíduos do público.

a.11 – **Parede E – Frente**: Visor que faz divisa com a sala de comando. Barreira secundária. Neste projeto para fins de cálculo de blindagem, o comando será considerado área livre – Indivíduos do público.

3.4 – Doses nas Vizinhanças

O objetivo do cálculo de blindagem é determinar a espessura de barreira suficiente para reduzir o kerma no ar em áreas ocupadas a valores abaixo do valor recomendado por órgãos regulamentadores. Para uma sala contendo um aparelho de raios- x, as paredes, piso, teto, visores e portas são considerados barreiras secundárias ou primárias em função do tipo de radiação incidente, ou seja, se radiação primária, espalhada ou de fuga.

Os valores de dose nas vizinhanças, sem blindagem, foram obtidos a partir de considerações do NCRP Report 147 com dados de referência obtidos de uma pesquisa publicada pelo AAPM-TG9.

a.– Os fatores de uso foram obtidos a partir da tabela 4.4 do NCRP 147. Tomamos como referência as tabelas 4.3 para estimativa do número de paciente, tabela 4.5 para estimativa do kerma no ar para feixe primário e a tabela 4.7 para estimativa do kerma no ar para feixe secundário.

Dados obtidos a partir do NCRP report 147 – tabela 4.3
W(tórax) = 100 mAmin/semana para 160 pacientes /40 horas semanais
W(geral) = 320 mAmin/semana para 160 pacientes /40 horas semanais

Dados obtidos a partir do NCRP report 147 – tabela 4.5
Kerma no ar (feixe primário) = 2,3 mGy/paciente a 1metro

Dados obtidos a partir do NCRP report 147 – tabela 4.7
Kerma no ar (fuga + retro-espalhamento) = 4,9 x 10 -2 mGy/paciente a 1 metro
Kerma no ar (fuga + espalhamento lateral) = 3,4 x 10 -2 mGy/paciente a 1 metro
Kerma no ar (fuga + retro-espalhamento) = 7,3 x 10 -3 mGy/paciente a 1 metro (Tórax)

Área da sala: 22,04m^2
Pé direito: 2,70m

b. – Para este cálculo, consideramos todas as áreas adjacentes como “área livre”, com uma dose máxima semanal de 1 x 10-2 mSv.

c. – Não vamos considerar a atenuação do mural-bucky ou da mesa.

A tabela seguinte apresenta as doses estimadas nas vizinhanças e as espessuras necessárias das barreiras de proteção.

3.5 – Determinação das Espessuras Necessárias das Blindagens – SALA DE EXAMES DE RAIOS-X

- Tensão considerada para cálculo = 80 kVp
- Doses limitantes: DEEfsemanal = 0,01 mSv/sem.

Local	Direção	Blindagem	Pessoal	U	T	D (m)	D (mSv/sem) sem blindagem	B	N° de HVL	Espessura necessária Pb (mm)
1.Teto (Ponto T)	Teto	Concreto	Público	1	1	2,70	0,746	0,0134	6,22	62
2. Piso (Ponto P)	Piso	Concreto	Público	1	0	-	-	-	-	-
3. Porta 1 (P1)	Fundo	Lâmina de Chumbo	Público	1	1	3,85	0,367	0,0272	5,20	1,04
4. Porta 2 (P2)	Lateral Esquerda	Lâmina de Chumbo	Público	1	1	4,25	0,301	0,0332	4,91	0,98
5. Porta 3 (P3)	Lateral Esquerda	Lâmina de Chumbo	Público	1	1	4,25	0,301	0,0332	4,91	0,98
6. Circulação interna. Parede A (Ponto 2)	Lateral Direita	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	1,00	5,44	0,00184	9,09	55,4
5. Sala de comando. Parede E (Ponto 3)	Frente	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	1,62	2,07	0,00482	7,70	47,0
7. Visor da Sala de comando (Ponto 3)	Frente	Vidro Plumbifero	Público	1	1	1,62	2,07	0,00482	7,70	47,0
8. Circulação interna. Parede B (Ponto 4)	Fundos	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	0,60	15,11	0,00066	10,56	64,4
9. Sala de processamento de imagens radiológicas. Parede C (Ponto 5)	Lateral Esquerda	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	4,25	0,301	0,0332	4,91	30,0
10. Banheiro. Parede C (Ponto 6)	Lateral Esquerda	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	4,25	0,301	0,332	4,91	30,0
11. Circulação externa. Parede D (Ponto 7)	Frente	Parede com argamassa de barita	Público	1	1	1,00	5,44	0,00184	9,09	55,4

4 – RESUMO – ESPESSURAS NECESSÁRIAS DE BLINDAGEM

4.1 – Blindagens

Local	Espessura necessária em chumbo (mm)	Espessura necessária em Concreto comum (densidade =2,35g/cm^3) (cm)	Espessura necessária de Concreto de barita (densidade = 1,9 g/ cm^3) (cm)	Barita a acrescentar (densidade = 3,2 g/ cm^3) (cm)	Espessura necessária vidro"cristal" (densidade =2,08 g/cm^3) (cm)
1.Teto (Ponto T)	-	62	-	-	-
2. Piso (Ponto P)	-	-	-	-	-
3. Porta 1 (P1)	1,04	-	-	-	-
4. Porta 2 (P2)	0,98	-	-	-	-
5. Porta 3 (P3)	0,98	-	-	-	
6. Circulação interna. Parede A (Ponto 2)	-	-	5,54	5,54	-
5. Sala de comando. Parede E (Ponto 3)	-	-	4,70	4,70	-
7. Visor da Sala de comando (Ponto 3)	-	-	-	-	4,70
8. Circulação interna. Parede B (Ponto 4)	-	-	6,44	6,44	-
9. Sala de processamento de imagens radiológicas. Parede C (Ponto 5)	-	-	3,00	3,00	
10. Banheiro. Parede C (Ponto 6)	-	-	3,00	3,00	
11. Circulação externa. Parede D (Ponto 7)	-	-	5,54	5,54	

4.2 – Traço de barita com densidade: 1,91 g/cm^3

BaSO4 (sulfato de bário) – 600g	Cimento – 200g	Areia – 400g	Água – 270ml	Densidade: 1,91 g/cm^3

4.3 – Visor

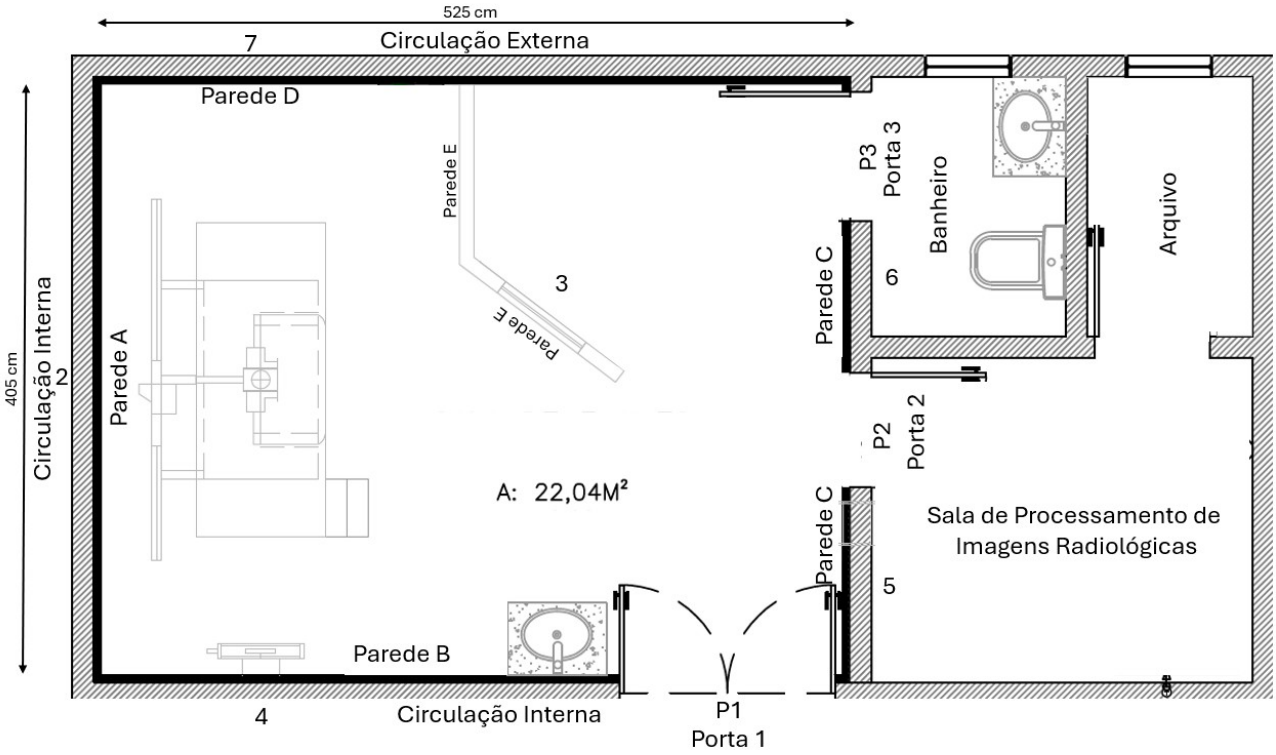
Vidro plumbífero ou vidro cristal com densidade de 2,08 g/cm^3.

OBS: A posição e o tamanho do visor plumbífero devem permitir que o técnico, a partir da sala de comando, visualize quem entra ou sai da sala do raios-x durante a realização de exames

4.4 – Considerações:

- Carga de trabalho para 160 pacientes / semana
- Tensão de cálculo: 80kVp
- Todas as áreas, a exceção da sala de exames, são áreas livres.
- As espessuras já construídas não foram consideradas no cálculo.

4.5– Planta Mostrando a Localização dos Pontos de Cálculo.



Belo Horizonte, 17 de junho de 2026.

IARA SILVA MARQUES: 35929430659

Assinado de forma digital por IARA SILVA MARQUES: 35929430659
Versão do Adobe Acrobat Reader: 2026.001.21662

Iara Silva Marques
Supervisora de Radioproteção
CNEN- FT-034

SILVANEI BATISTA SANTOS:03811878611

Assinado de forma digital por SILVANEI BATISTA SANTOS:03811878611
Dados: 2026.06.19 09:36:02 -03'00'