CLIENTE

Prefeitura Municipal de Baixa Grande
Hospital Municipal de Baixa Grande

OBRA

Instalação de equipamento de Raios-X médico

Sala de raios X

TÍTULO

PROJETO DE BLINDAGEM RADIOLÓGICA

ESPECIALIDADE

Cálculo de Blindagem

DATA

Salvador, 7 de abril de 2026

Sumário

1 - INTRODUÇÃO 3
1.1 - Objetivo 3
1.2 - Instalação 3
1.3 - Projeto final da Instalação 3
2 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA 3
2.1 - Organização do pessoal e responsabilidades 3
3.0 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, MONITORES INDIVIDUAIS DE RADIAÇÃO. 3
4.0 - CONTROLES ADMINISTRATIVOS A SEREM APLICADOS DURANTE A OPERAÇÃO 3
4.1 - Acessos e Sinalizações 3
5.0 - DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE GERADORA DE RAIOS-X 4
6.0 - PARÂMETROS BÁSICOS 4
7.0 - MATERIAIS UTILIZADOS PARA OS CÁLCULOS DA BLINDAGEM 4
8.0 - LIMITES DE DOSE; FATORES DE USO - U, FATORES DE OCUPAÇÃO – T 5
9.0 - CÁLCULO DA ESPESSURA DAS BARREIRAS 6
9.1 – METODO DE CÁLCULO DE BLINDAGEM 7
10 - ESPESSURAS MÍNIMAS PARA BLINDAGEM DA SALA. 7
10.1 MEMORIA DE CÁLCULO 8
10.2 ESQUEMA PARA CÁLCULO 9
11 - Conclusão Final 11

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivo

Este relatório destina-se a descrever o método empregado para o cálculo de barreiras e Análise Preliminar de Segurança para a instalação de um equipamento de radiodiagnóstico para uso médico, exames de RADIOGRAFIAS EM GERAL, (*GERADOR DE RAIOS-X*), **fabricação:** A SER DEFINIDA**; modelo:** A SER DEFINIDO**;** nas dependências do **Hospital Municipal de Baixa Grande** caracterizando-se dessa maneira um dos itens necessários a solicitação de Alvará de Funcionamento, conforme RDC 611/2022.

1.2 - Instalação

Razão Social: **Hospital Municipal de Baixa Grande**
Endereço: BA 052, Km 137, Bairro São Matheus, Baixa Grande - Ba

1.3 - Projeto final da Instalação

Conforme requerido em norma, segue em anexo o projeto final da Instalação nas plantas baixas, de situação, cortes longitudinais e transversais, em cópias em escala 1:50.

2 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA

2.1 - Organização do pessoal e responsabilidades

O Serviço de Radiodiagnostico está instalado no **Hospital Municipal de Baixa Grande**, estando sob a direção do Diretor Técnico: **a ser informado em formulário próprio**, e funcionará sob a orientação e assistência de especialistas na área de RADIODIAGNÓSTICO.

3.0 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL, MONITORES INDIVIDUAIS DE RADIAÇÃO.

O Serviço deverá adquirir aventais plumbíferos com equivalência de 0,5 mm de Pb e protetores de tireóide com mesma equivalência em chumbo. Todos os trabalhadores ocupacionalmente exposto serão monitorados com dosímetros termoluminescente ou tipo filme fornecido por Laboratório credenciado pela CNEN.

4.0 - CONTROLES ADMINISTRATIVOS A SEREM APLICADOS DURANTE A OPERAÇÃO

4.1 - Acessos e Sinalizações

Todas as áreas classificadas, conforme norma CNEN 3.01 e RDC 611/2022 são sinalizadas com o símbolo indicativo de radiação. São afixados nas proximidades do comando do equipamento, (console), os procedimentos em casos de emergência, a serem seguidos pelos funcionários, que usam monitores individuais, fornecidos por Laboratório credenciado pela CNEN para uso mensal durante a realização dos serviços. Além disso, deverá ser realizado exame de sangue anual ou eventual nos trabalhadores além dos exames admissionais e anuais pelo Serviço de Medicina do Trabalho.

5.0 - DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE GERADORA DE RAIOS-X

A unidade emissora de raios-X, **fabricação:** A SER DEFINIDA**; modelo:** A SER DEFINIDO. Este equipamento deverá trabalhar com tensão máxima de 125 kVp e corrente máxima de 500 mA, pois este projeto se baseia nestas características. A taxa de kerma no ar devido à radiação de fuga atenderá os valores estabelecidos pela CNEN Norma NE 3.06, Requisitos de Radioproteção e requisitos da ABNT, se o equipamento possui registro de fabricação e comercialização fins de diagnóstico médico.

6.0 - PARÂMETROS BÁSICOS

Os cálculos de espessura das barreiras foram baseados nos seguintes parâmetros:

- Fonte de raios-X com tensão máxima de operação de 125 kV;
- Um número máximo de 48 exames (EX) por dia, ou 240 exames por semana;
- Não será considerada a atenuação da radiação pelo paciente;
- Considerando que a irradiação dos indivíduos é uniforme e abrange todo o organismo, como é característica de exposição à radiação espalhada, a dose equivalente efetiva pode ser considerada igual à dose equivalente.
- Considerando também, que o fator de qualidade da radiação X emitida, é igual a 1 (um), podemos concluir que a dose equivalente será igual à dose absorvida D.

A carga de trabalho **W** primário estimada é então:

W = 48 EX/dia x 5 dias x 50 semanas = 12000 EX/ano
Assumiremos a carga de trabalho W = 1000 mA min/semana, valores estimados com base no manual do equipamento, características técnicas, demanda do Serviço e referência da RDC 330/2019.

7.0 - MATERIAIS UTILIZADOS PARA OS CÁLCULOS DA BLINDAGEM

VALORES DE CAMADAS SEMI-REDUTORAS E DÉCIMO-REDUTORAS PARA FEIXES DE RAIOS-X COM FILTRAÇÃO TOTAL 2.5 mm de ALUMINIO

TENSÃO (kV)	CSR (mm)		CDR (mm)	
	Chumbo	Concreto	Chumbo	Concreto
50	0.06	4.3	0.17	15
70	0.17	8.4	0.52	28
100	0.27	16.0	0.88	53
125	0.28	20.0	0.93	66
150	0.30	22.4	0.99	74

ESPESSURAS EQUIVALENTES DE CHUMBO PARA DISTINTOS MATERIAIS

MATERIAL	DENSIDADE (g/cm3)	ESPESSURA DO MATERIAL (mm)									
		50 kV		100 kV				150 kV			
CHUMBO	11.35	0.5	1.0	0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	1.0	2.0	3.0
TIJOLO VERMELHO RECOZIDO	1.8	100	200	70	120	195	260	85	150	260	340
CONCRETO	2.2	62	130	44	80	140	190	60	105	180	250
ARGAMASSA BARITADA	3.2	15	31	4	9	17	24	7	15	33	51
AÇO	7.9	3	6.5	3.2	6.4	13	---	6.6	14	28	---
VIDRO NORMAL	---	---	---	40	78	---	---	---	---	---	---

INTERVALOS DE DENSIDADES DE MATERIAIS

MATERIAL	INTERVALO DE DENSIDADES (g/cm3)	DENSIDADES NOMINAIS (g/cm3)
CONCRETO	2.2 - 2.4	2.2
ARGAMASSA BARITADA	3.0 - 3.8	3.2
TIJOLO VERMELHO RECOZIDO	1.4 - 1.9	1.8

8.0 - LIMITES DE DOSE; FATORES DE USO - U, FATORES DE OCUPAÇÃO – T

FATORES DE USO (U) RECOMENDADOS

BARREIRA	U
PISO	*
BARREIRAS PRIMARIAS	**1/p***
BARRERAS SECUNDARIAS	**1**

- Onde p é o número de paredes da instalação sobre as quais pode incidir o feixe útil.

FATORES DE OCUPAÇÃO (T)

TIPO DE OCUPAÇÃO	EXEMPLOS
T = 1 **OCUPAÇÃO TOTAL**	Áreas de trabalho, laboratórios, oficinas, consultórios, salas de exames, restaurantes, zonas de recepção, câmara escura, enfermarias, zonas externas de propriedade alheia, etc.
T = 1/4 a 1/8 **OCUPAÇÃO PARCIAL**	Circulação interna, salas de espera, estacionamentos, elevadores com operador, vestiários, etc.
T = 1/16 a 1/128 **OCUPAÇÃO OCASIONAL**	Exteriores, sanitários, escadas, elevadores automáticos, etc.

Nota 1: Estes valores são válidos para público em geral, para trabalhadores ocupacionalmente expostos o fator de ocupação sempre é 1.
Nota 2: Estes valores são apenas referências, podendo ser utilizados valores intermediários ou outros desde que justificados.

NÍVEIS DE *EQUIVALENTE DE DOSE AMBIENTE* PARA FINS DE CÁLCULO DE BLINDAGENS

	LIMITE DE DOSE SEMANAL,(mSv)
TRABALHADOR	0,1
PUBLICO	0.01

9.0 - CÁLCULO DA ESPESSURA DAS BARREIRAS

Todas as barreiras estão identificadas nas plantas (vide plantas). Para a determinação da espessura das barreiras primárias e secundarias, inicialmente utilizou-se o método descrito a seguir:

9.1 – METODO DE CÁLCULO DE BLINDAGEM

Método de Cálculo de Blindagens

Expressões utilizadas para o cálculo do fator de atenuação:

Para o feixe primário: $A = (\Gamma . W.T.U)/(d^2.Hw)$

Para radiação espalhada: $A = (\Gamma . W.T.U.a.S)/(dp^2.ds^2.400.Hw)$

Para radiação de fuga: $A = (F . W.T.U)/(d^2.Qh.Hw)$

Sendo:

A:	Fator de atenuação
W:	Carga de trabalho em termos de mA.min/sem
Qh :	Carga máx. que suportada pelo tubo (300 para 100kVp, 240 para 125kVp, 200 para 150kVp)
T:	Fator de ocupação
U:	Fator de uso da barreira
d:	Distância foco-barreira
dp:	Distância foco-paciente
ds:	Distancia paciente-barreira secundária
Hw:	Limite de dose semanal em mSv, para a zona
a:	Fator de dispersão (0,002 para campos de 400 cm^2 sobre o paciente)
S:	Tamanho de campo
Γ:	Rendimento
F:	Fator correção para radiação de fuga (valor mais desfavorável = 1)

Baseado no Guia CSN 5.11 ""Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico""

10 - ESPESSURAS MÍNIMAS PARA BLINDAGEM DA SALA.

Veja resultados na **Memória de Cálculo**[1] apresentada no item 10.1.

[1] Resultados inferiores a 0,5 mm de Pb são desconsiderados para o caso de paredes em ALVENARIA.

10.1 MEMORIA DE CÁLCULO

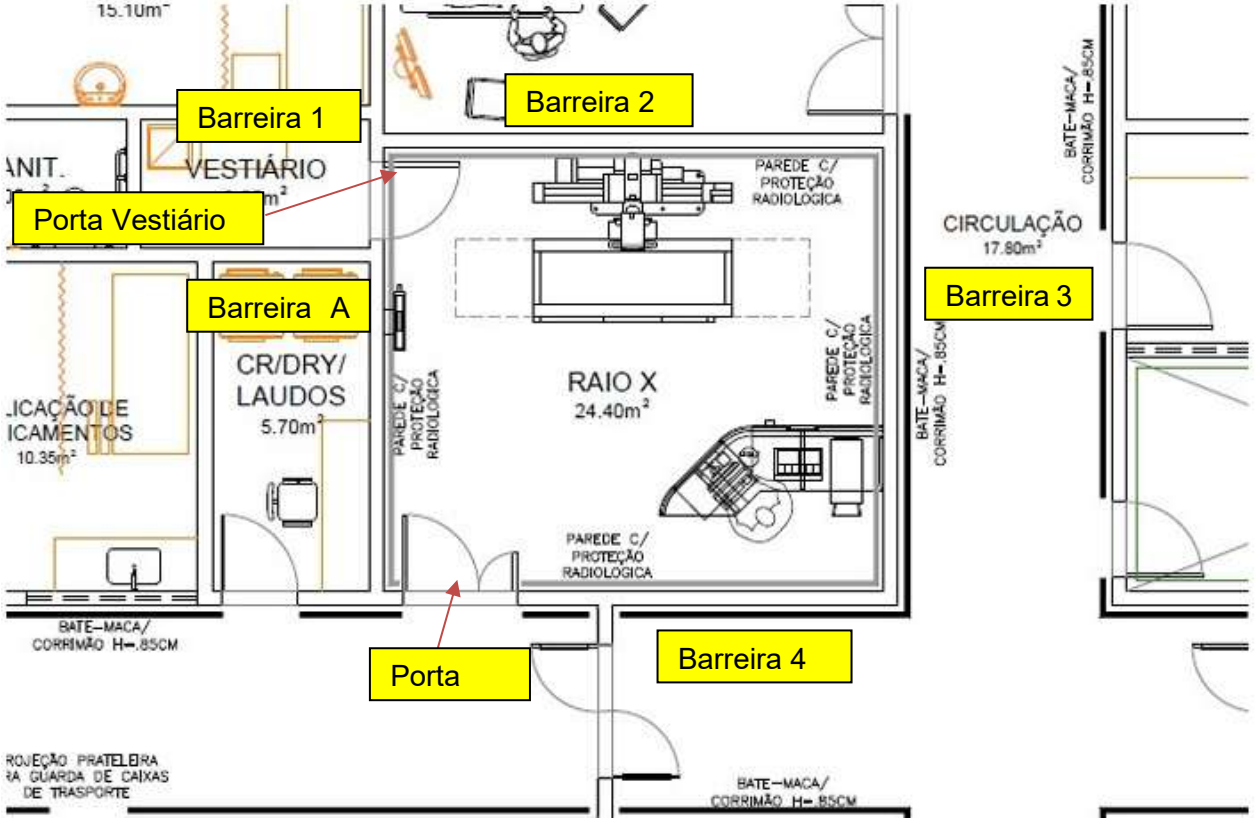
Espessuras das Barreiras

Barreira								Espessuras			
											DRYWALL
Tipo	Area	Identificação	Vizinho	d, (m)	Fator de Uso	Fator de Ocupação	Fator de Atenuação	Pb, (mm)	Concreto, (cm)	Barita, (cm)	Barita, (cm)
primária	livre	Barreira A	CR/Dry	2.50	0.25	1.00	44400.00	3.18	22.90	3.95	4.75
secundária	livre	Barreira B		n/a							
secundária	livre	Barreira C		n/a							
secundária	livre	Barreira D		n/a							
secundária	livre	Barreira 1	Vestiário	2.50	1.00	0.10	26.64	0.80	7.66	0.94	1.74
secundária	livre	Barreira 2	Sala de emergencia	1.90	1.00	1.00	461.22	1.91	15.42	2.39	3.19
secundária	livre	Barreira 3	Circulação	3.00	1.00	0.10	18.50	0.68	6.67	0.79	1.59
secundária	livre	Barreira 4	Circulação	2.50	1.00	1.00	266.40	1.70	13.98	2.10	2.90
secundária	livre	Barreira 5	Circulação	2.50	1.00	0.10	26.64	0.80	7.66	0.94	1.74
secundária	livre	Barreira 6	Porta Vestiário	2.50	1.00	0.10	26.64	0.80	7.66	0.94	1.74
secundária	controlada	comando	Comando	2.00	1.00	1.00	41.63	0.98	9.07	1.15	1.95
secundária	livre	porta	acesso a sala	3.00	1.00	0.10	18.50	0.68			
secundária	livre	teto	ocup superior	2.00	1.00	1.00	416.25	2.10	16.59	2.62	3.42
secundária	livre	piso		1.30			738.91	1.83	14.88	2.28	3.08
secundária	controlada	outros	visor	2.00	1.00	1.00	41.63	0.98			

Limite Permissivel para fins de planejamento de barreiras	Area Livre	0,5 mSv/ano
	Area Controlada	5 mSv/ano

10.2 ESQUEMA PARA CÁLCULO

Veja planta baixa em anexo.



Observações.

1. Sobre os materiais apresentados na tabela: não é obrigatório utilizar todos os materiais citados. Todos os materiais estão calculados com equivalência à espessura em chumbo (Pb);

2. É obrigatório adotar as espessuras mínimas. Especificamente para a adoção de chumbo, as espessuras calculadas, normalmente não coincidem com as espessuras comerciais deve ser adotado o valor de espessura comercial superior ao valor calculado;

3. Especificamente a **Barreira A,** barreira primária, na qual a distância de 2,10 m como distância primária encontra-se baseada na distância de focalização da grade do suporte vertical, 1,80 m. Dessa forma, a distância de 1,80 m + 0,30 m +40 cm (recomendado pela publicação "*Radiation Shielding for Diagnostic Radiology*") = 2,50 m;

4. A espessura em chumbo para a porta de acesso deve no mínimo 0,68 mm de Pb. Como esse valor não é uma espessura comercial, deverá ser adotado 1,0 mm de Pb;

5. Para o Comando e Visor devem ser no mínimo 0,98 mm de Pb. Como esse valor não é uma espessura comercial, deverá ser adotado 1,0 mm de Pb, se chumbo for a opção de material para o comando;

6. A blindagem do Vestiário, Barreira 1, visa a proteção do sanitário, (próxima vizinhança fora da sala de RX;

7. Porta do vestiário tem a mesma função da Barreira 1. Espessura 0,80 mm de Pb. Como esse valor não é uma espessura comercial, deverá ser adotado 1,0 mm de Pb;

8. Nesta Sala (RX) as blindagens, para o teto e para o piso, foram calculadas com a condição de ocupação plena. Caso não haja ocupação sobre e sob estas blindagens desconsiderar os valores de espessuras.

11 - Conclusão Final

A sala onde será instalada a unidade de radiodiagnostico *médico* para exames de ***RADIOGRAFIAS EM GERAL*, com as seguintes características 500 mA/125 kV,** está projetada para trabalhar sob as condições acima especificadas e estando está segura do ponto de vista de radioproteção, desde que sejam cumpridas todas as exigências legais e constantes neste relatório. A tensão máxima de operação do equipamento é 125 kVp e também utilizamos sempre a razão máxima de espalhamento $\alpha < 0{,}0015$ para 125 kV a 90º tornando desta forma superestimados todos os resultados. Também vale ressaltar que todas as áreas foram consideradas livres, com exceção do comando do equipamento, e que as distancias para radiação secundaria foi considerada para todas as barreiras como a menor das distancias. Conforme o cálculo fica demonstrado que a blindagem projetada é suficiente para permitir a instalação da unidade de radiodiagnostico, pois está superestimada.



_____

FR - Fisica Radiologica Ltda
Isabel Cristina Barretto de Santana
Especialista Em Radiodiagnostico Medico e Medicina Nuclear
Nº 185072 - 1135724 / UNY-23