

CLIENTE

JCA Engenharia e Arquitetura Ltda.

OBRA

Instalação de equipamento de Tomografia

MultiSlices

TÍTULO

PROJETO DE BLINDAGEM RADIOLÓGICA

ESPECIALIDADE

Cálculo de Blindagem

DATA

Salvador, 4 de junho de 2024

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	4
4.1 - Acessos e Sinalizações	4
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
Metodologia definida na NCRP#147 - <i>Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities</i>	7
10 - ESPESSURAS MÍNIMAS PARA BLINDAGEM DA SALA.	7
10.1 MEMORIA DE CÁLCULO	8
10.2 ESQUEMA PARA CÁLCULO	9
11 - Conclusão Final	10
Anexo 1 – Planta Baixa com identificação das barreiras.	11

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivo

Este relatório destina-se à descrever o método empregado para o cálculo de barreiras e Análise Preliminar de Segurança para a instalação de um equipamento de radiodiagnóstico para uso medico, exames de Tomografias em Geral, (GERADOR DE RAIOS-X), fabricação: a ser definida; modelo: a ser definido, nas dependências da JCA Engenharia e Arquitetura Ltda., caracterizando-se dessa maneira um dos itens necessários a solicitação de Alvará de Funcionamento, conforme RDC ANVISA 611/2022.

1.2 - Instalação

Razão Social: **JCA Engenharia e Arquitetura Ltda.**

Endereço: Rua Alceu Amoroso Lima 276ª -sala 910- Edf. Mondial Salvador Office-Caminho das Árvores - Salvador - Bahia.

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 na: **JCA Engenharia e Arquitetura Ltda.**, estando sob a direção do Diretor Técnico: a ser indicado em formulário próprio, e funcionará sob a orientação e assistência de especialistas na área de Radiodiagnostico.

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 ANVISA 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 DEFINIDO; modelo: a ser definido**. Este equipamento deverá trabalhar com tensão máxima de 140 kVp e corrente máxima de 400 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 diagnostico medico.

6.0 - PARÂMETROS BÁSICOS

DADOS

CTDI100(head)	0.802 mGy/mAs
CTDI100(body)	0.964 mGy/mAs
	mA
0.00217	300 ksec(head), 1m
0.01735	350 ksec(body), 1m
	ksec(Total), 1 m
	672.28 mGy/semana
$k_{head}, (cm^{-1})$	0.00009
$k_{body}, (cm^{-1})$	0.00030
	0.4331
	5.0610

1

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

¹ Dados baseados em um modelo de tomógrafo de 16 canais.

ESPESSURAS EQUIVALENTES DE CHUMBO PARA DISTINTOS MATERIAIS

MATERIAL	DENSIDADE (g/cm ³)	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/cm ³)	DENSIDADES NOMINAIS (g/cm ³)
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 secundárias, inicialmente utilizou-se o método descrito a seguir:

9.1 – METODO DE CÁLCULO DE BLINDAGEM

Metodologia definida na NCRP#147 - *Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities*.

$$K_0 = \frac{K^1 N}{d^2}$$

$$B(x) = \frac{P/T}{K_0} = \frac{(P/T) d^2}{(K^1 N)}$$

$$K_{CThead}^1 (mGy) = \kappa_{head} \times DLP_{head}$$

$$K_{CTbody}^1 (mGy) = 1.2 \times \kappa_{body} \times DLP_{body}$$

Onde K_0 é o kerma sem blindagem; K^1 é o kerma gerado a 1 metro; P,T e N são Limite Permissível, fator de Ocupação e Numero de exames respectivamente; d é a distancia até o ponto de interesse; k é o kerma normalizado para 10 mm de varredura; DLP é o produto kerma-comprimento no ar. E, $B(x)$ é o fator de transmissão associado a espessura x.

DADOS

CTDI100(head)		0.802 mGy/mAs	
CTDI100(body)		0.964 mGy/mAs	
	mA		ksec(Total), 1 m
0.00217	300	ksec(head), 1m	0.6496
0.01735	350	ksec(body), 1m	6.0732
$k_{head}, (cm^{-1})$	0.00009	0.4331	
$k_{body}, (cm^{-1})$	0.00030	5.0610	
			672.28 mGy/semana

2

10 - ESPESSURAS MÍNIMAS PARA BLINDAGEM DA SALA.

Veja resultados na **Memoria de Cálculo**³ apresentada no item 10.1.

² Dados baseados em modelo de tomógrafo de 16 canais.

³ Resultados inferiores a 0,5 mm de Pb são desconsiderados para o caso de paredes em ALVENARIA.

10.1 MEMORIA DE CÁLCULO

Memória de Cálculo

Barreira	Vizinho	d, (m)	Fator de Uso	Fator de Ocupação	Fator de Atenuação	Espessuras		
						Pb, (mm)	Concreto, (cm)	Barita, (cm)
Parede 1	circulação	3.00	1	0.1	1.34E-03	2.0	16.0	4.0
Parede 2	sala de espera	2.00	1	0.5	1.19E-04	3.0	22.3	5.0
Parede 3	circulação	3.00	1	0.5	1.19E-04	3.0	22.3	5.0
Parede 4	laudo e apoio	4.30	1	1	1.34E-04	3.0	22.0	5.0
Parede 5	visor	4.30	1	1	2.75E-03	1.7		1.0
Barreira 6	comando	4.30	1	1	2.75E-03	1.7	14.2	4.0
Barreira 7	Porta acesso	4.00	1	0.1	2.38E-03	1.7		1.0
Barreira 8	Teto	2.50	1	1	9.30E-05	3.11	22.99	5.0
Barreira 9	Piso	1.50	1	1	3.35E-05	3.56	25.66	6.00

10.2 ESQUEMA PARA CÁLCULO

Veja planta 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;
2. Visor tem blindagem igual a da parede do comando, obviamente em chumbo (vidro com equivalência de **1,7 mm de Pb**. Deverá ser adotado 2,0 mm (espessura comercial);
3. Porta de acesso deverá ter a mesma espessura da parede, ou seja **1,7 mm mm de Pb**. Deverá ser adotado 2,0 mm (espessura comercial);
4. Para a porta e acesso ao comando, adotar a espessura em chumbo, ou seja, **1,7 mm de Pb**. Deverá ser adotado 2,0 mm (espessura comercial);
5. **TETO e PISO** – Se não houver ocupação, não será necessário blindagem.

11 - Conclusão Final

A sala onde será instalada a unidade de radiodiagnóstico *médico* para exames de **TOMOGRAFIAS EM GERAL**, com as seguintes características **320 mA/140 kV**, está projetada para trabalhar sob as condições acima especificadas e estando esta 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 140 kVp e também utilizamos sempre a razão máxima de espalhamento $\alpha < 0,0015$ para 125 kV a 90° 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 distâncias para radiação secundária foi considerada para todas as barreiras como a menor das distâncias. Conforme o cálculo fica demonstrado que a blindagem projetada é suficiente para permitir a instalação da unidade de radiodiagnóstico, pois está superestimada.



FR - Física Radiológica Ltda
Isabel Cristina Barretto de Santana
Especialista Em Radiodiagnóstico Médico e Medicina Nuclear
Nº 185072 - 1135724 / UNY-23

Anexo 1 – Planta Baixa com identificação das barreiras.

