
JCA Engenharia e Arquitetura Ltda.

PROJETO DE BLINDAGEM RADIOLÓGICA
SALA DE MAMOGRAFIA

04 DE JUNHO DE 2024

SALVADOR – BAHIA

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 medico, exames de MAMOGRAFIAS EM GERAL, (*GERADOR DE RAIOS-X*), **fabricação: a ser definido; 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 611/2022.

1.2 - INSTALAÇÃO

Identificação do Serviço:	JCA Engenharia e Arquitetura Ltda.
Endereço:	Rua Alceu Amoroso Lima 276ª -sala 910- Edf. Mondial Salvador Office-Caminho das Arvores
Cidade:	Salvador
Estado:	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 citado serviço de imagem, 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 RADIOLOGIA.

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

O Serviço deverá adquirir aventais plumblíferos com equivalência de 0,25 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, **a ser definido; modelo: a ser definido**. Este equipamento deverá trabalhar com tensão máxima de 35 kVp e corrente máxima de 140 mA, pois este projeto se baseia nestas características. A taxa de kerma no ar devido à radiação de fuga atenderá os valores estabelecidos em requisitos da ABNT, pois o equipamento possui registro de fabricação e comercialização para 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 35,0 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:

$$W = 50 \text{ EX/dia} \times 5 \text{ dias} \times 50 \text{ semanas} = 15000 \text{ EX/ano}$$

Assumiremos a carga de trabalho **W** = 9,0 mGy/semana, valores estimados com base no manual do equipamento, características técnicas, demanda do Serviço e NCRP 147.

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 0.3 mm de Molibdênio.

TENSÃO (kV)	CSR (mm)		CSR (mm)	
	Chumbo	Gesso	Madeira	
25	0.014	0.79	31	
30	0.0179	0.84	32	
35	0.023	0.89	36	

ESPESSURAS EQUIVALENTES DE CHUMBO PARA DISTINTOS MATERIAIS

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 em anexo:

10- ESPESSURAS MÍNIMAS PARA BLINDAGEM DA SALA.

Veja resultados no ANEXO B. ^{1,2,3}

11 - CONCLUSÃO FINAL

A sala onde será instalada a unidade de radiodiagnóstico *medico* para exames de **MAMOGRAFIAS EM GERAL**, com as seguintes características **140 mA/35 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 35 kVp e também utilizamos sempre a razão máxima de espalhamento $\alpha < 0,00054$ para 35 kV a 25° 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.

¹ Resultados estão expressos para espessuras em chumbo, concreto, gesso e argamassa de barita. O Cliente escolhe o material mais conveniente.

² Resultados negativos, obviamente não fazem sentido. Isto é ocasionado no processo de ajuste da curva.

³ Os valores em argamassa de barita estão aproximados para 0,5 cm.

12 - CÁLCULO DE BLINDAGEM PARA SALA DE MAMOGRAFOS⁴.

Estes resultados deverão ser utilizados na construção das barreiras protetoras da sala de MAMOGRAFIA.

O kerma espalhado no ar, considerando que explorações diagnosticas em mamografia se realizam com valores de tensão na faixa de 30 kV a 35 kV e 100 mAs por exposição e feixe com a combinação Mo/Mo. Considerando também um SID = 59 cm e o espalhamento máximo direto ocorrendo a 25°, vale:

$$K_{sec}^{1m} = 3.6 \times 10^{-2} \text{ mGy/paciente} \quad (1)$$

Contudo modernos mamógrafos permitem feixes com outras combinações tais como Mo/Rh ou Rh/Rh. Mesmos assim o valor do kerma apresentado acima continua sendo um valor conservativo, pois consideramos valores de tensão no intervalo de 30 kV a 35 kV, valores estes que somente são utilizados em mamas muito espessas.

Cálculo do Fator de Transmissão, B:

$$B = \frac{P/T}{K_{sec(0)}}; K_{sec(0)} = \frac{K_{sec}^{1m} \times N}{d_{sec}^2} \quad (2)$$

P - Dose Permissível; T – Fator de Ocupação; N – número de pacientes.

A partir dos valores de B busca-se nas curvas de atenuação, NCRP#147, os valores de espessuras.



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

Revisões

REV	DATA	DESCRIÇÃO	AUTOR	APROVADO
006	31/01/2024	PROJETO DE BLINDAGEM	CFR	31/01/2024

ANEXOS

⁴ Metodologia NCRP#147

ANEXO A

Dados

	ksec, 1m =	3.60E-02	mGy/paciente
	mAs	100	ksec (Total), 1 m
Considerando que esta hipótese, dados, são conservativos. Pois o kerma por paciente a 1 m, na exposição cranio-caudal, vale 2.6E-2 mGy. Este dados são para mamógrafos modernos com SID = 60 cm; tensão máxima de 35 kV e anodo de molibidênio.			9.00 mGy/semana
Pacientes/dia	50		
dias/semana	5		

ANEXO B

Memória de Cálculo

Barreira	Vizinho	d, (m)	Fator de Uso	Fator de Ocupação	Fator de Atenuação	Chumbo	Espessuras (mm)				
							Gesso	Concreto	Madeira	Barita	Drywall+barita
Parede 1	circulação	1.3	1	0.1	6.39E+01	0.12	34.41	13.35		5.00	15.1
Parede 2	sala	4	1	1	6.75E+01	0.12	34.72	7.84		5.00	15.2
Parede 3	circulação	2.5	1	0.1	1.73E+01	0.09	28.61	3.80		5.00	12.3
Parede 4	proc ortopedicos	2	1	1	2.70E+02	0.15	45.06	10.52		5.00	20.0
Parede 5										5.00	5.0
Barreira 6											
Barreira 7	Porta acesso	2	1	0.1	2.70E+01	0.10			146.42		
Barreira 8	Teto	1.5	1	1	4.80E+02	0.18	31.87	13.02		5.00	22.8
Barreira 9	Piso	1.5	1	1	480.00	0.18	31.87	13.02		5.00	22.8

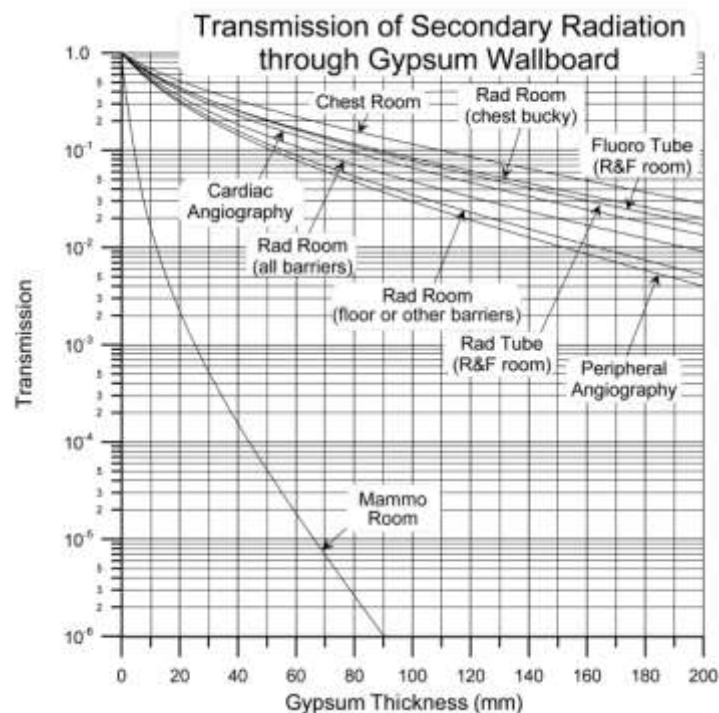
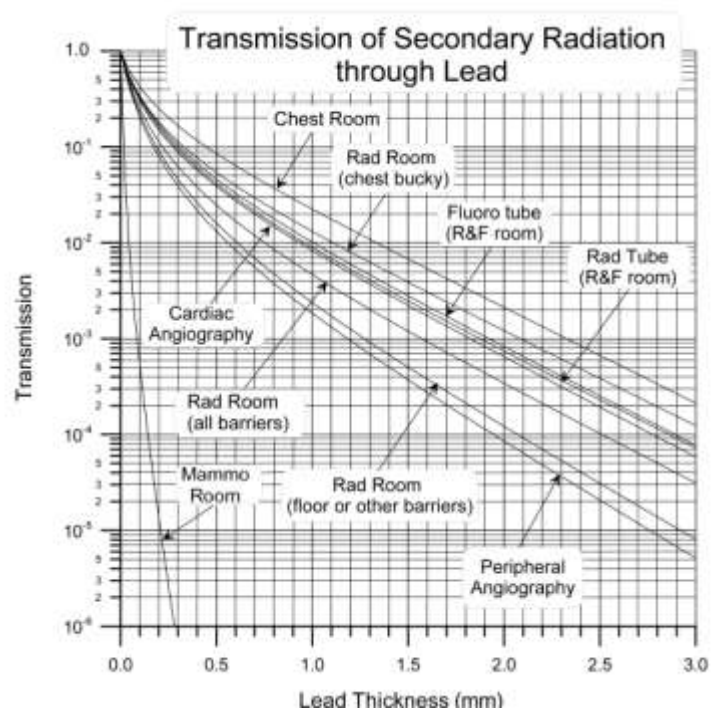
5,6,7

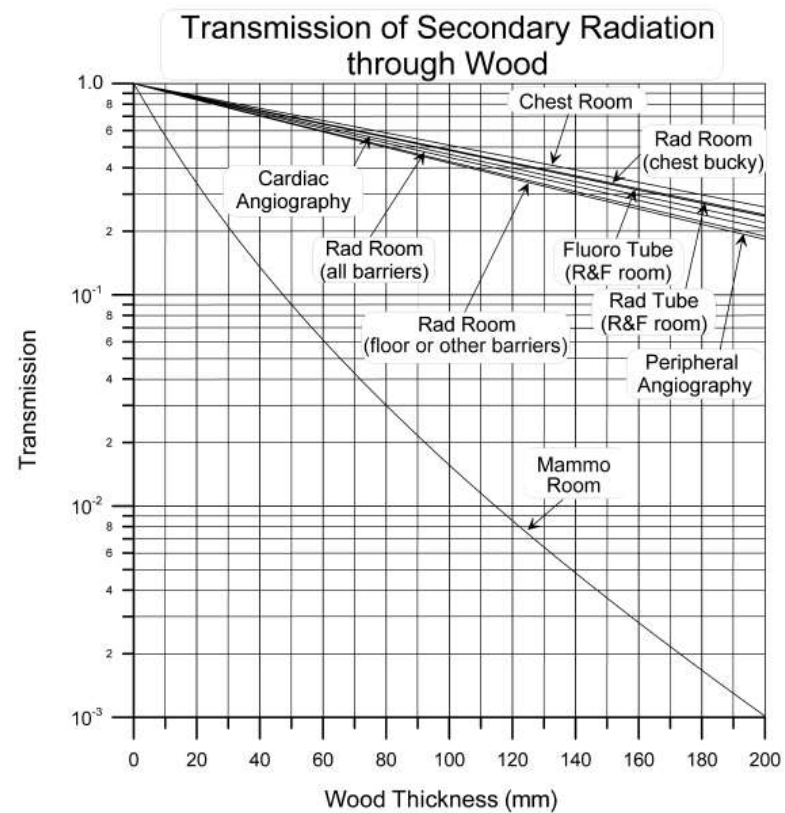
⁵ Caso não haja ocupação sobre o teto ou sob o piso desconsidere a blindagem calculada.

⁶ A existência de todas as barreiras já construídas em alvenaria dispensa a instalação de blindagens adicionais.

⁷ Os valores para comando e visor não estão aqui apresentados, pois os equipamentos de mamografia já possuem área de comando e visor instalado como parte integrante do mamógrafo.

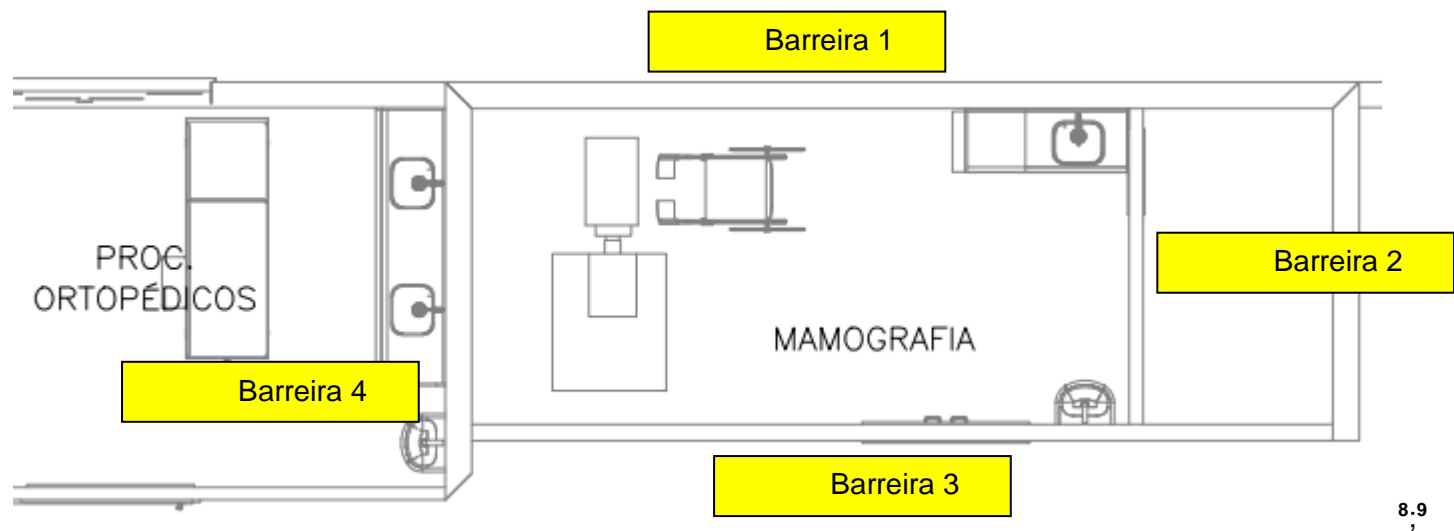
ANEXO C - CURVAS DE ATENUAÇÃO UTILIZADAS - NCRP # 147





ANEXO D – PLANTA BAIXA COM IDENTIFICAÇÃO DAS BARREIRAS

Anexar planta completa.



⁸ Caso não haja ocupação sob o piso ou sobre o teto desconsiderar as espessuras informadas.

⁹ Caso as paredes sejam de alvenaria, dispensa-se a aplicação de blindagem adicional.