

Razão Social:

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL

CPF / CNPJ:

76.416.866/0001-40

Endereço:

DIVERSOS

Telefone:

DIVERSOS

Bairro:

DIVERSOS

CEP:

DIVERSOS

Cidade:

DIVERSOS

Estado:

PARANÁ

Serviço Prestado:

MEMORIAL DE CÁLCULO DE BLINDAGEM

Ambientes:

Sala

Aparelho

SALA DE RAIOS-X

A SER ADQUIRIDO

APRESENTAÇÃO:

***Alle Dinge sind Gift und nichts is ohne Gift.
Allein die Dosis macht es, dass ein Ding kein Gift is."***

Philippus Theophrastus Bombast von Hoheheim – PARACELSO

O sábio, Médico, Físico, Filósofo nascido na Suíça em dezembro de 1493 definiu bem a filosofia da Radioproteção com estas frases:

"Todas as coisas são venenosas, nada é sem veneno. Apenas a DOSE faz com que uma coisa não seja venenosa."

Estamos expostos a radiações de todo o tipo a nossa volta, seja a luz solar, as ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho (calor) e mesmo os raios cósmicos.

Quanto menor o comprimento de onda, maior a energia contida nestas ondas eletromagnéticas. A maioria delas não nos é prejudicial, seja porque suas energias ou intensidade são muito baixas.



A **Radioproteção** também denominada **Proteção Radiológica** inclui o desenvolvimento de práticas individuais ou públicas de forma a reduzir a exposição à radiação ionizante ao mínimo possível considerando-se o razoável de se obter. Este princípio é denominado de ALARA, sigla formada pelas suas iniciais na língua inglesa. (**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable)

Esta filosofia de se obter um potencial alto de benefício em um exame de risco baixo é que nos orienta neste projeto.



TRIFÓLIO SÍMBOLO DE RADIAÇÃO IONIZANTE

Introdução aos conceitos físicos das radiações

Ao projetarmos um serviço de radiologia em uma clínica ou hospital, um tema de grande interesse é a proteção radiológica.

Quando consideramos os possíveis efeitos a saúde dos pacientes ou trabalhadores é importante a consideração inicial da radiação de fundo. Estas fontes afetam a todos nós e incluem várias origens. Seja do material de construção, radiação cósmica, ou radionuclídeos naturalmente incorporados em nosso corpo (ex: ^{40}K). Estas doses variam conforme o local da instalação em toda Terra, mas podemos aceitar como um valor típico anual a dose de 3mSv por indivíduo por ano.

O dano biológico causado por uma fonte de radiação é proporcional à dose recebida que por sua vez depende da intensidade da fonte emissora e de seu controle; seja devido a distância, tempo de exposição ou quantidade de blindagem para conter sua exposição.

Ao estar próxima a uma fonte de radiação a pessoa não fica radioativa, mas se expõe a energia que dela emana.

As máquinas emissoras de radiação ionizante, como o raio-x e o tomógrafo não oferecem riscos quando estão desligadas.

Como são emitidas por aparelhos eletromagnéticos, as radiações só existem quando há a circulação de corrente elétrica no circuito.

NÃO HÁ RADIAÇÃO PRESENTE COM O APARELHO DESLIGADO, SEJA NA SALA, OU NO PACIENTE.

Sabe-se que grandes exposições a radiação são nocivas, e há evidências consideráveis que não há dose de radiação que seja pequena para ser nulo o risco.

Existem doses máximas permissíveis para cada parte do corpo tanto para pessoas expostas ocupacionalmente quanto para pessoas do público em geral.

Os **princípios básicos de proteção radiológica** ou radioproteção se resumem a três:

- 1) Tornar o tempo de exposição o mínimo possível;**
- 2) Manter a maior distância possível da fonte emissora;**
- 3) Usar barreira protetora (blindar a fonte)**

Na prática a maneira mais eficiente de se reduzir à exposição à radiação é a utilização de blindagens. Estas podem constituir-se em proteção para o público, como no caso do confinamento da radiação ao seu recinto com o acréscimo de materiais protetores nas paredes e portas das salas. As barreiras também podem ser individuais como no caso de EPI Equipamento de Proteção Individual, avental, luva e óculos plumbíferos. Ou mesmo as barreiras destinadas a diminuir as exposições ocupacionais dos técnicos do serviço como é o caso dos biombos de comando.

Para projetarmos as blindagens de um ambiente com emissores de radiação ionizante, uma grandeza fundamental é a exposição que uma fonte proporciona como produto de sua atividade por tempo a uma determinada distância. A unidade tradicional (antiga) de exposição é o roentgen (R).

Uma exposição de 1 R provoca uma ionização que libera uma carga elétrica igual a $2,58 \times 10^{-4}$ coulombs/kg de ar nas CNTP.

A unidade SI para exposição é o C/Kg, no entanto na prática introduziu-se uma nova quantidade conhecida como *Kerma* ar, o qual refere-se a quantidade de energia cinética liberada no meio.

O Kerma air que é a quantidade recomendada no cálculo das blindagens e definida como sendo a soma das energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas por partículas não carregadas por unidade de massa do ar, medida em um ponto do ar (ICRU 1998a).

A exposição refere-se a carga de ionização produzido no ar e o kerma a energia depositada. A unidade para o kerma é gray (Gy) expresso em (J/Kg), o mesmo para a dose absorvida. Sabendo-se que são necessários 33,7 eV de energia para produzir um par de íons no ar, podemos obter a correlação entre a exposição X e o kerma.

$$D_{ar} \text{ (Gy)} = X \text{ (C/Kg)} \times 33,7$$

Temos então a correlação entre as unidades de exposição tradicional (R) e o kerma:

$$D_{ar} \text{ (GY)} = X (2,58 \times 10^{-4}) \times 33,7 = 8,6946 \times 10^{-3} = 0,00869$$

Se o kerma ar em Gy é conhecido em um certo local, a dose absorvida em Gy liberada em uma pessoa será estimada por meio de um fator de qualidade f . Este fator f é definido como sendo a proporção entre a dose absorvida em um meio de interesse D_m e a dose absorvida no ar D_{ar} .

$$f = D_m / D_{ar}$$

O fator f depende do coeficiente de atenuação de massa do meio de interesse e do ar e sua dependência de energia. Para tecidos moles esta relação é praticamente igual a unidade. Para fótons de energias abaixo de 100 KeV o fator f para os ossos é maior que a unidade devido a absorção fotoelétrica dos elementos mais pesados dos ossos (como o Ca e o P), neste caso há uma absorção maior de energia. Como a maioria dos radionuclídeos usados em medicina Nuclear emitem fótons acima de 100 KeV, o fator f para os ossos é também igual a unidade. Assim para fins práticos o kerma ar em Gy é numericamente igual a dose absorvida em grays. Por sua vez a dose absorvida em grays é numericamente igual a dose equivalente em sieverts (Sv).

O quadro abaixo apresenta algumas unidades de radiação e seus equivalentes utilizados em radioproteção:

Descrição	Unidade	Equivalente
Dose Absorvida	Gray (Gy)	100 rad
	rad	0,01Gy
Exposição	Coulomb/Kg (C/kg)	$2,58 \times 10^{-4}$ C/Kg
	Roentgen (R)	0.876 rad nas CNTP
Dose Equivalente	Sievert (Sv)	100 rem
	rem	0.01Sv

Definição das doses máximas permissíveis e caracterização dos espaços dentro de departamentos usuários de radiações ionizantes de acordo com as recomendações da ICRP 60, incorporadas na atualização das normas da CNEN.

Limites de Dose Anuais – definido conforme a CNEN-NN-3.01 como:

Dose absorvida – D – Grandeza dosimétrica fundamental expressa por $D = d\varepsilon/dm$, onde $d\varepsilon$ é a energia média depositada pela radiação em um volume elementar de matéria de massa dm . A unidade no sistema internacional é o joule por

quilograma (J/Kg), denominada gray (Gy). Dose equivalente – H_t – Grandeza expressa por $H_t = D_t \cdot W_r$, onde D_t é dose absorvida média no órgão ou tecido e W_r é o fator de ponderação da radiação. A unidade internacional é o joule por quilograma (J/Kg), denominada Sievert.

Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]

[b] média ponderada em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

[c] em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose efetiva média em um período de 5 anos consecutivos não exceda a 1 mSv por ano.

Recomenda-se que a clínica e o hospital estabeleçam limites operacionais baseados na exposição ambiental a radiação e à contaminação por radionuclídeos.

Áreas Controladas são definidas como aquelas onde o monitoramento ambiental de rotina não é suficiente para prever as doses individuais aos trabalhadores.

Áreas supervisionadas devem ser aquelas onde as doses podem ser previstas com confiança, mas podem exceder a dose limite para membros do público em geral.

Definições estabelecidas para uma área controlada requerem que os trabalhadores observem procedimentos de segurança de forma a reduzir sua exposição à radiação.

Encerrando estas definições iniciais, cabe o esclarecimento que, embora na prática a exposição a dose absorvida e a dose efetiva se confundam numericamente, é bom ter em mente que representam grandezas diferentes.

A redução da intensidade da radiação incidente em um determinado ponto com o uso de barreiras depende da determinação de um fator de atenuação (A_t).

Este é definido como sendo o valor de I_0/I de forma a atender o limite máximo de dose **P** conforme definido acima de acordo com a norma CNEN-NN-3.01.

Para este cálculo necessitamos saber a carga de trabalho levando em conta alguns fatores tais como a distância da fonte ao ponto de cálculo, o fator de ocupação do local, o tempo de exposição e quem ocupará o local anexo à barreira (Área livre ou controlada).

LIMITES DE EXPOSIÇÃO PESSOAL À RADIAÇÃO:

Os limites de exposição à radiação permitidos em qualquer área são dados pelos valores das doses máximas permissíveis.

De acordo com as orientações da **RDC 330**, temos para efeito de cálculos de blindagem:

5 mSv/ano em áreas controladas;

0,5 mSv/ano em áreas livres.

Sendo assim, a dose máxima permissível para indivíduos não ocupacionalmente expostos é de **0,01 mSv** por semana e para profissionais ocupacionalmente de **0,1 mSv** por semana.

Uma consideração adicional, com relação à redução da exposição, envolve a própria energia dos fótons. A medida que aumentamos a quilovoltagem no aparelho, a qualidade do feixe de radiação se altera, ou seja, os fótons possuem tornam-se mais penetrantes. De forma a explicar as diferentes energias do feixe, definimos uma nova variável de exposição, "K".

Os seguintes fatores determinam a espessura necessária de uma blindagem para reduzir a um determinado nível no ponto de interesse, a exposição aos raios-x:

- 1) Qualidade da radiação produzida. (Kv)
- 2) Quantidade da radiação produzida num dado período. (mAs)
- 3) Distância do tubo de raios-x ao ponto de interesse. (d)
- 4) Material a ser usado.

SÃO PARÂMETROS NO CÁLCULO DE UMA BLINDAGEM:

a) Carga de trabalho (W): Expressa o uso do equipamento de raios-x em miliampere × minuto por semana.

b) Fator ocupacional (T): É o fator pelo qual a carga de trabalho deverá ser multiplicada para ser corrigida para o grau ou tipo de ocupação da área em questão.

c) Fator de uso (U): É a fração de carga de trabalho durante a qual o feixe está apontado na direção considerada.

A exposição de fótons produzidos em um aparelho de raios-x pode ser descrita como:

$$X_b = \frac{W.U.T.K}{d^2}$$

Onde o símbolo X_b é utilizado para identificar a presença de uma barreira.

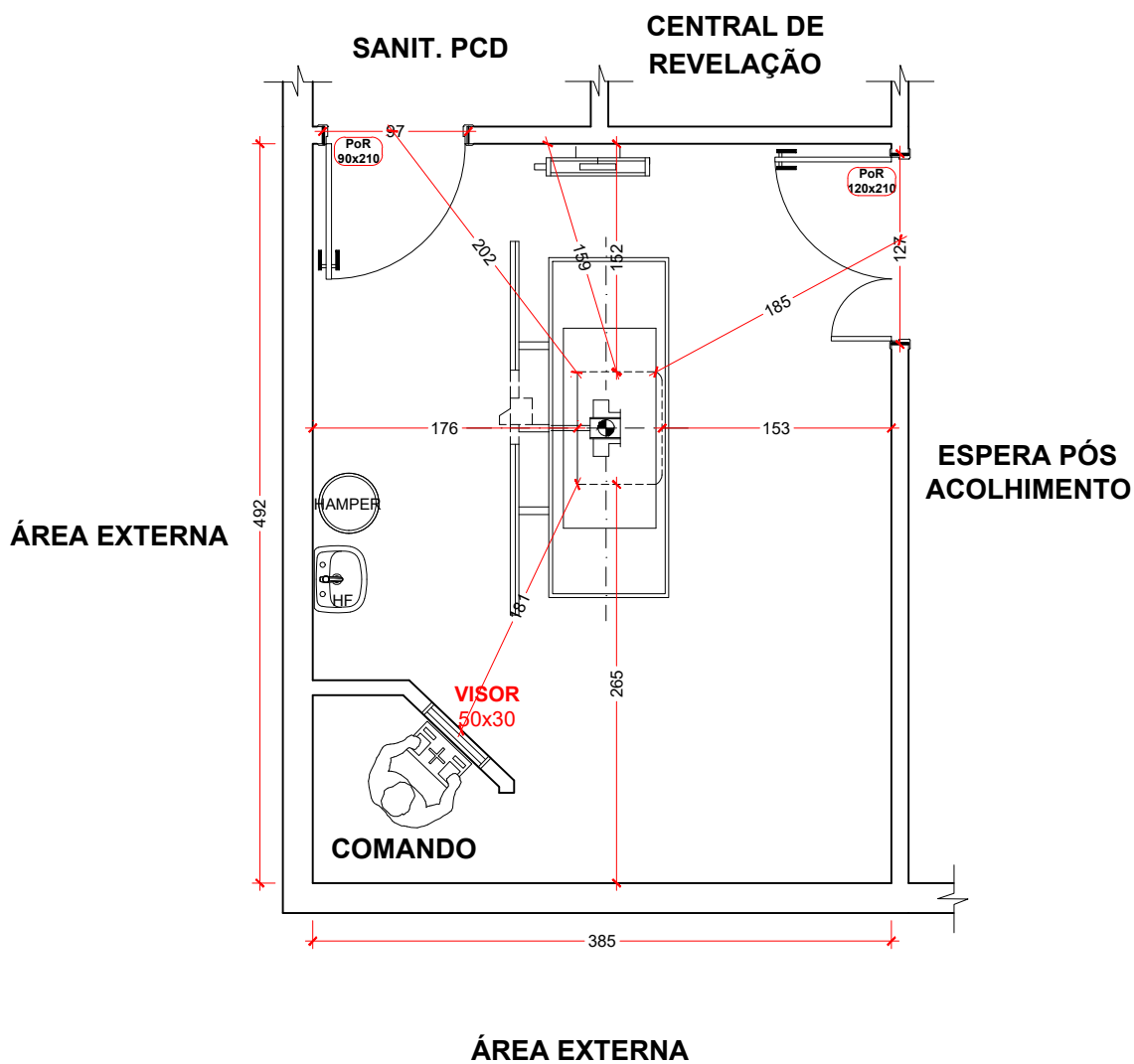
Reescrevendo-se a equação acima em K:

$$K = \frac{P.d^2}{W.U.T}$$

Onde substituímos **Xb** por **P**, referindo-se a máxima exposição permissível por semana. O valor de **K** é encontrado em tabelas e gráficos produzido pela ICRP (**Comissão Internacional de Proteção Radiológica**).

Referências Bibliográficas:

- *Física Nuclear – E. de Almeida, L. Tauhata – Guanabara Dois*
- *Practical Radiation Protection and Applied Radiobiology – Steven B. Dowd, Elwin R. Tilson – W. B. Saunders Company – 2nd ed.*
- *Essentials of Radiologic Science – Robert A. Fosbinder, Charles A. Kelsey – McGraw-Hill*
- *Medical Physics – John R. Cameron, James G. Skofronick – John Wiley & Sons, Inc.*
- *The Physics of Diagnostic Imaging – David J. Dowsett, Patrick A. Kenny and R. Eugene Johnston – Chapman & Hall Medical*
- *Definições de unidades: LNMRI*
- *NCRP 49*
- *ICRP 33*
- *ICRP 60*
- *Norma CNEN NN-3.01*
- *RDC 330 ANVISA*



PROJETO:

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL

LOCAL:

DIVERSOS - PR

REFERÊNCIA:

SALA DE RAIOS-X

DATA:

22/02/2022

FOLHA:

A4

UN:

cm

ESCALA:

1.50

RESPONSÁVEL:

ALFONSO FLORIAN DE ORTE / PAOLA DA COSTA ROSA

(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)

(ESPECIALISTA EM RADIOPROTEÇÃO)

DESENHO:

NATHALLY MILENA

TEL/FAX: (41) 3356-9616

PRANCHA:

01/03

NÚCLEO

MARCA / MODELO:

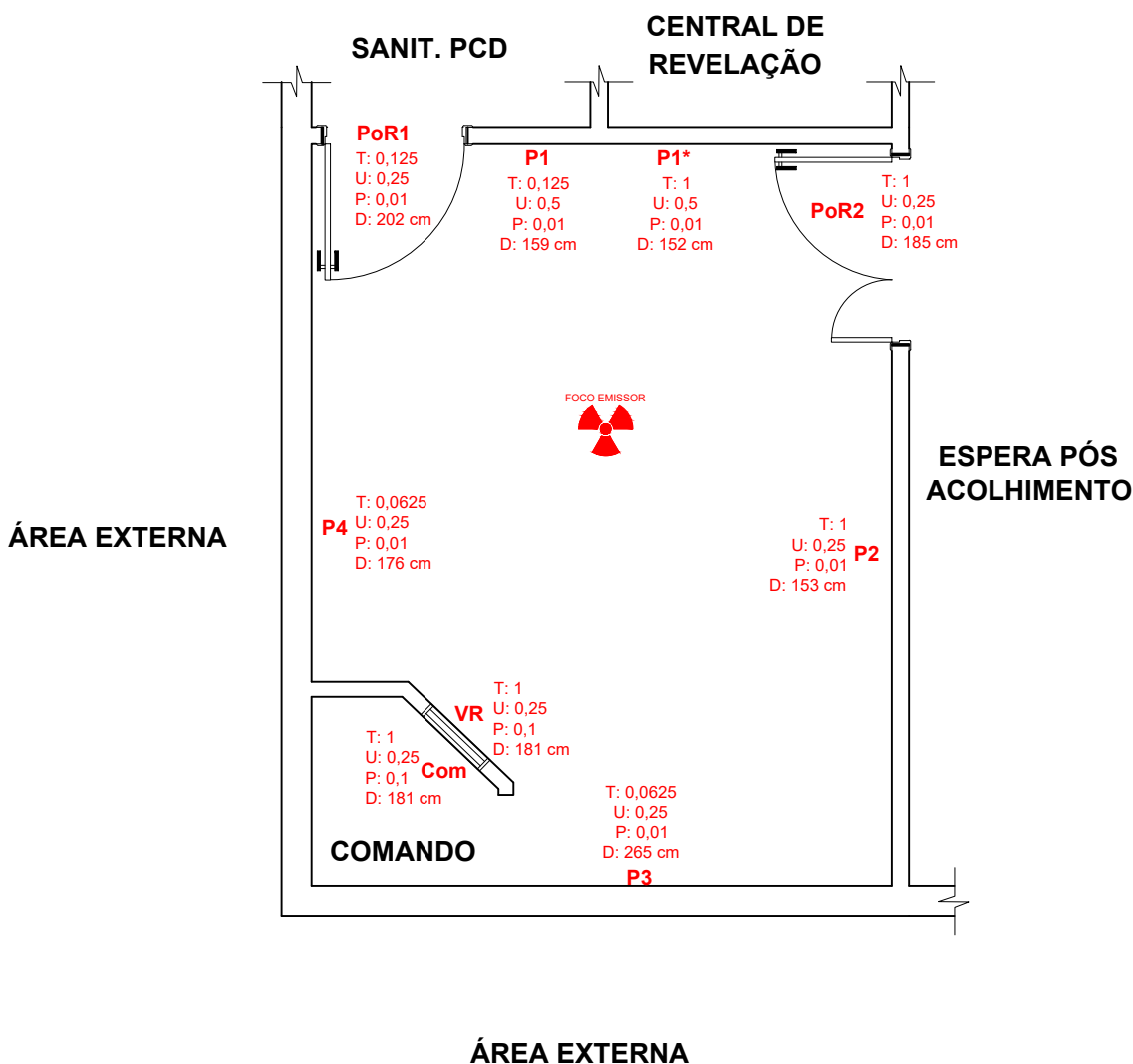
A SER ADQUIRIDO

REF.:

PLANTA FATORESW: **650 mA minuto / semana**kVp máx: **125**mA máx: **600 mA**CSR: **0,17 (ICRP - 90 kV)**VISOR RADIOLÓGICO:
equivalência de 1,5
mm-ØPORTA (S) RADIOLÓGICA: CHUMBO Pb:
(mm)
PoR 1: 1,5 mm / Por 2: 2,0 mmTETO E PISO:
Não é necessário
blindagemPAREDE (S): BARITA (cm) / CHUMBO Pb: (mm)
P1: 2,0 cm ou 1,8 mm / P1*: 2,5 cm ou 2,3 mm / P2: 2,5 cm ou 2,1 mm /
P3: 1,5 cm ou 1,2 mm / P4: 1,5 cm ou 1,4 mm /
Com: 1,5 cm ou 1,5 mm

REVESTIMENTO DAS PAREDES ATÉ A ALTURA MÍNIMA DE 2,10 m / 2,20 m DO PISO ACABADO

PLANTA:



PROJETO:

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL

LOCAL:

DIVERSOS - PR

REFERÊNCIA:

SALA DE RAO-X

DATA:

22/02/2022

FOLHA:

A4

ESCALA:

1.50

RESPONSÁVEL:

ALFONSO FLORIAN DE ORTE / PAOLA DA COSTA ROSA

(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)

(ESPECIALISTA EM RADIOPROTEÇÃO)

DESENHO:

NATHALLY MILENATEL/FAX: **(41) 3356-9616**

PRANCHA:

02/03**NUCLEO**

MEMORIAL DE CÁLCULO DAS BLINDAGENS

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL

LONDRINA - PR

SALA DE RAIOS X

DADOS

W = carga de trabalho p/ semana

W = 650 mA . minuto / semana

kVp_{máx} = 125

mA_{máx} = 600 mA

CSR = 0,17 (ICRP - 90 kV)

APARELHO: A ser adquirido

A carga de trabalho (W) inclui cerca de 10 ~ 15 exames por dia.

A carga de trabalho (W) prevê um acréscimo de exposições projetado para cinco anos.

Parede	Distância	T	U	P	Kp	Ks	Kf
P1	1,59	0,125	0,5	0,01	0,0006	0,3112	11,2014
P1*	1,52	1	0,5	0,01	0,0001	0,0355	1,2796
P2	1,53	1	0,25	0,01	0,0001	0,0360	1,2965
P3	2,65	0,0625	0,25	0,01	0,0069	1,7286	62,2302
P4	1,76	0,0625	0,25	0,01	0,0030	0,7625	27,4495
Porta 01	2,02	0,125	0,25	0,01	0,0020	0,5022	18,0793
Porta 02	1,85	1	0,25	0,01	0,0002	0,0527	1,8955
Comando	1,81	1	0,25	0,1	0,0020	0,5040	18,1446
Visor	1,81	1	0,25	0,1	0,0020	0,5040	18,1446

	Kp	Ks	Kf	nº de CSR p/ Kp	nº de CSR p/Ks	nº de CSR p/ Kf
P1	1,81	0,29	-0,59	10,6524	1,6847	-3,4864
P1*	2,34	0,82	-0,06	13,7829	4,8152	-0,3558
P2	2,17	0,82	-0,06	12,7638	4,7963	-0,3747
P3	1,22	-0,13	-1,01	7,1777	-0,7898	-5,9608
P4	1,42	0,07	-0,81	8,3588	0,3913	-4,7797
Porta 01	1,52	0,17	-0,71	8,9613	0,9939	-4,1772
Porta 02	2,08	0,72	-0,16	12,2157	4,2482	-0,9228
Comando	1,52	0,17	-0,71	8,9561	0,9887	-4,1824
Visor	1,52	0,17	-0,71	8,9561	0,9887	-4,1824

Parede	P1	área pública
--------	----	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	0,125	
Fator de Uso (U)	0,5	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,59	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0006

Nº de Camadas Semi Redutoras	10,65
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,81 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 0,3112

Nº de Camadas Semi Redutoras	1,68
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,29 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 11,2014

Nº de Camadas Semi Redutoras	-3,49
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,59 mm Pb

Parede	P1*	área pública
--------	-----	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	1	
Fator de Uso (U)	0,5	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,52	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0001

Nº de Camadas Semi Redutoras	13,78
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	2,34 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 0,0355

Nº de Camadas Semi Redutoras	4,82
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,82 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 1,2796

Nº de Camadas Semi Redutoras	-0,36
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,06 mm Pb

Parede	P2	área pública
--------	----	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	1	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,53	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0001

Nº de Camadas Semi Redutoras	12,76
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	2,17 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 0,0360

Nº de Camadas Semi Redutoras	4,80
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,82 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 1,2965

Nº de Camadas Semi Redutoras	-0,37
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,06 mm Pb

Parede	P3	área pública
--------	----	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	0,0625	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	2,65	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0069

Nº de Camadas Semi Redutoras	7,18
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,22 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 1,7286

Nº de Camadas Semi Redutoras	-0,79
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	-0,13 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 62,230

Nº de Camadas Semi Redutoras	-5,96
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-1,01 mm Pb

Parede	P4	área pública
--------	----	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	0,0625	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,76	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0030

Nº de Camadas Semi Redutoras	8,36
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,42 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 0,7625

Nº de Camadas Semi Redutoras	0,39
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,07 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 27,4495

Nº de Camadas Semi Redutoras	-4,78
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,81 mm Pb

Porta 01	área pública
----------	--------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	0,125	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	2,02	metros

Cálculo da barreira primária: Kp = 0,0020

Nº de Camadas Semi Redutoras	8,96
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,52 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: Ks = 0,5022

Nº de Camadas Semi Redutoras	0,99
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,17 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: Kf = 18,0793

Nº de Camadas Semi Redutoras	-4,18
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,71 mm Pb

Porta 02

área pública

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	1	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,01	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,85	metros

Cálculo da barreira primária: $K_p = 0,0002$

Nº de Camadas Semi Redutoras	12,22
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	2,08 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: $K_s = 0,0527$

Nº de Camadas Semi Redutoras	4,25
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,72 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: $K_f = 1,8955$

Nº de Camadas Semi Redutoras	-0,92
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,16 mm Pb

Comando

área restrita

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	1	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,1	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,81	metros

Cálculo da barreira primária: $K_p = 0,0020$

Nº de Camadas Semi Redutoras	8,96
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,52 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: $K_s = 0,5040$

Nº de Camadas Semi Redutoras	0,99
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,17 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: $K_f = 18,1446$

Nº de Camadas Semi Redutoras	-4,18
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,71 mm Pb

Visor	área restrita
-------	---------------

Dados:

Carga de trabalho (W)	650	mA.minuto/semana
Tempo de ocupação (T)	1	
Fator de Uso (U)	0,25	
Dose máxima (P)	0,1	mSv/semana
Distância do foco (d)	1,81	metros

Cálculo da barreira primária: $K_p = 0,0020$

Nº de Camadas Semi Redutoras	8,96
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira primária:	1,52 mm Pb

Cálculo da barreira secundária: $K_s = 0,5040$

Nº de Camadas Semi Redutoras	0,99
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira secundária:	0,17 mm Pb

Cálculo da barreira de fugas: $K_f = 18,1446$

Nº de Camadas Semi Redutoras	-4,18
Espessura da camada Semi redutora	0,17 mm Pb
Espessura da Barreira de fuga:	-0,71 mm Pb

CONCLUSÃO:

Informamos que o uso de argamassa baritada com densidade igual a **3,2 g/cm³** possui a seguinte equivalência ao chumbo para feixes de radiação de em média **100 Kv**:

1,0 cm de argamassa baritada = 1,0 mm de chumbo

Considerando-se as barreiras já existentes (paredes de tijolos) e a equivalência em chumbo da argamassa baritada temos o cálculo das barreiras protetoras de forma otimizada, **com incremento** do fator de segurança, como segue. **(levamos em conta inclusive a aplicação prática da massa na obra e sua espessura equivalente).**

Para execução das barreiras protetoras pode-se utilizar ou chumbo ou argamassa baritada.

SALA DE RAIOS X

- Parede P1:** Blindar com 2,0 cm de argamassa baritada OU 1,8 mm de Pb (chumbo)
- Parede P1*:** Blindar com 2,5 cm de argamassa baritada OU 2,3 mm de Pb (chumbo)
- Parede P2:** Blindar com 2,5 cm de argamassa baritada OU 2,1 mm de Pb (chumbo)
- Parede P3:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,2 mm de Pb (chumbo)
- Parede P4:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,4 mm de Pb (chumbo).
- Porta 01:** Blindar com 1,5 mm de Pb (chumbo).
- Porta 02:** Blindar com 2,0 mm de Pb (chumbo).
- Comando:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,5 mm de Pb (chumbo)
- Visor:** Blindar com 1,5 mm de Pb (chumbo).
- Piso:** Não é necessário blindagem.
- Teto:** Não é necessário blindagem.

CONCLUSÃO:

Após estudo das blindagens, levando em consideração os fatores de Uso (U), Ocupação (T) e a carga de trabalho semanal do equipamento (W) na sala, podemos afirmar que, uma vez instaladas as barreiras calculadas, ***a sala encontrar-se-á em condições totalmente satisfatórias, oferecendo uma proteção radiológica adequada aos trabalhadores ocupacionalmente expostos e também aos indivíduos do público, estando de acordo com a legislação vigente, em especial a RDC 330 e RDC 50 da ANVISA.***

Curitiba, 22 de fevereiro de 2022.

Alfonso Florian de Orte
Físico Médico - Presidente
ABFM 468

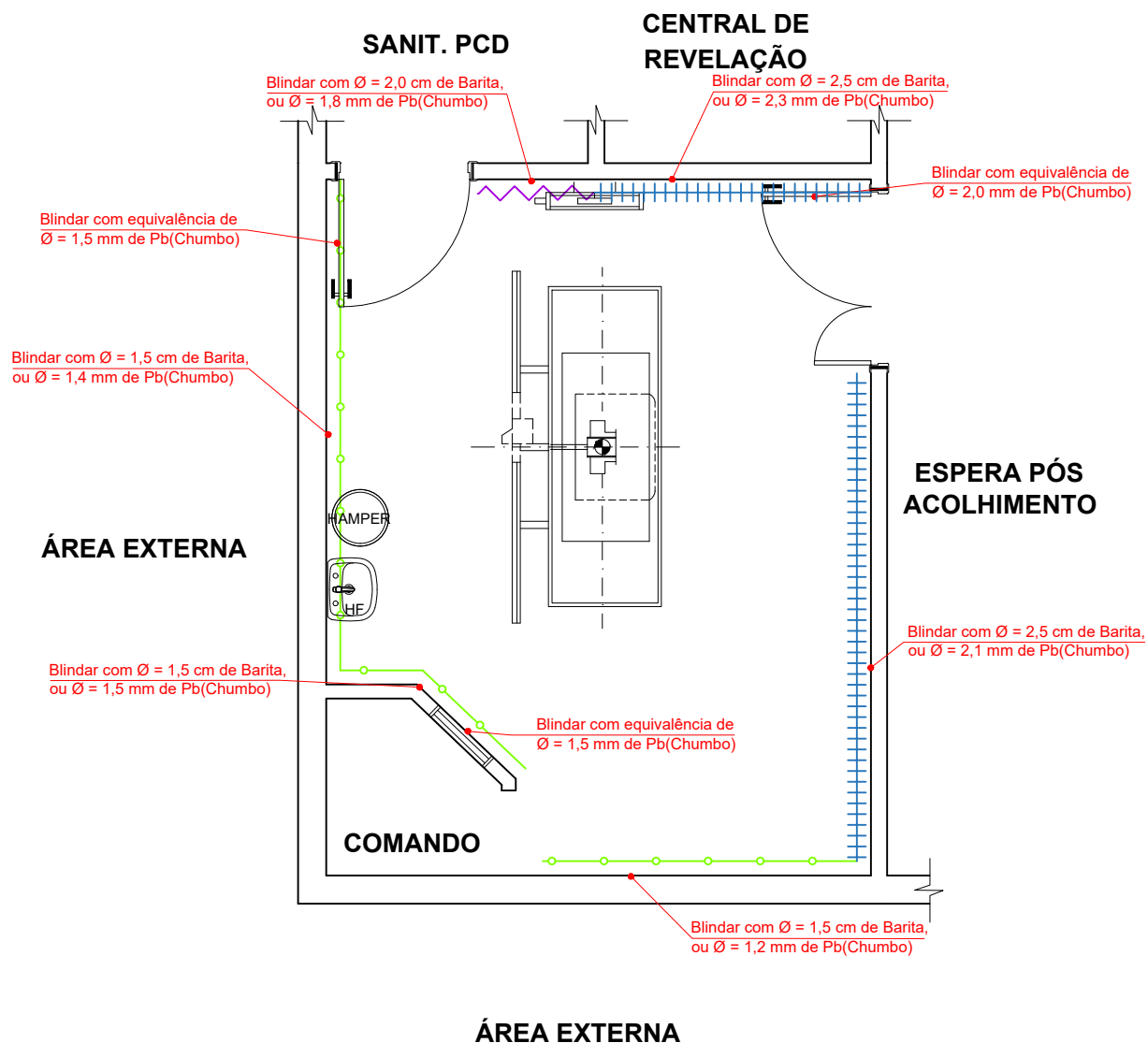
LEGENDA

	BARITA - 1,0cm Ø (h= 2,10 m/ 2,20 m)
	BARITA - 1,5cm Ø (h= 2,10 m/ 2,20 m)

	BARITA - 2,0cm Ø (h= 2,10 m/ 2,20 m)
	BARITA - 2,5cm Ø (h= 2,10 m/ 2,20 m)

VR	VISOR RADIOLÓGICO
PoR	PORTA RADIOLÓGICA

PLANTA:



PROJETO:

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL

LOCAL:

DIVERSOS - PR

REFERÊNCIA:

SALA DE RAIOS-X

DATA:

22/02/2022

FOLHA:

A4

ESCALA:

1.50

RESPONSÁVEL:

ALFONSO FLORIAN DE ORTE / PAOLA DA COSTA ROSA

(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)

(ESPECIALISTA EM RADIOPROTEÇÃO)

DESENHO:

NATHALLY MILENA

TEL/FAX:

(41) 3356-9616

PRANCHA:

03/03

