

**CONSÓRCIO  
SAÚDE**

**CONCREMAT | MEP**

**MEMORIAL DE CÁLCULO  
DE BLINDAGEM**  
PROJETO DE RADIOPROTEÇÃO

UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE  
(UBS)  
TIPO II

DEZEMBRO/2025  
VERSÃO R00

|              |                                                                                                                  |                               |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| ASSUNTO:     | MEMORIAL DE CÁLCULO – PROJETO EXECUTIVO – URBANISMO                                                              |                               |
| OBRA:        | UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) – TIPO II                                                                          |                               |
| LOCAL:       | DIVERSOS                                                                                                         |                               |
| CONTRATANTE: | SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA - SESAB                                                                   | CNPJ: 13.937.131/0001-41      |
| CONTRATADA:  | CONSÓRCIO SAÚDE CONCREMAT-MEP                                                                                    | CNPJ: 60.255.454/0001-35      |
|              | <hr/> <b>CONTRATANTE</b><br>SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA<br>(SESAB)<br><b>CNPJ: 13.937.131/0001-41</b> |                               |
|              | <hr/> <b>AUTOR DO MEMORIAL</b><br>ALFONSO FLORIAN DE ORTE<br>FÍSICO MÉDICO - ABFM 468                            |                               |
|              | <b>ESCALA:</b><br>INDICADA                                                                                       | <b>DATA:</b><br>DEZEMBRO/2025 |
|              | <b>TEXTO:</b><br>CONSÓRCIO SAÚDE CONCREMAT-MEP                                                                   |                               |

**NUCLEO**

## APRESENTAÇÃO DO SERVIÇO

**Razão Social:**

**SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA SESAB  
PROSUS II – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) TIPO 2**

**CPF / CNPJ:**

**13.937.131/0001-41**

**Endereço:**

**AV. LUIZ VIANA FILHO, 4ª AV., 400 - PLATAFORMA 06, LADO B**

**Telefone:**

**-**

**Bairro:**

**CAB**

**CEP:**

**41745-002**

**Cidade:**

**SALVADOR**

**Estado:**

**BAHIA**

**Serviço Prestado:**

**MEMORIAL DE CÁLCULO DE BLINDAGEM**

**Ambientes:**

**SALA**

**APARELHO**

**SALA DE RAIOS-X  
PERIAPICAL**

**A SER ADQUIRIDO**

**www.nucleo.com**



[www.nucleo.com](http://www.nucleo.com)

## APRESENTAÇÃO:

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

***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. (**As Low As Reasonably Achievable**)

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



[www.nucleo.com](http://www.nucleo.com)

### 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:  $^{40}\text{K}$ ). 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) Tomar 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).



[www.nucleo.com](http://www.nucleo.com)

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.

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

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

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

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.



[www.nucleo.com](http://www.nucleo.com)

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  $H_t = D_t W_r$ , 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).



[www.nucleo.com](http://www.nucleo.com)

### 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 611/2022**, 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:

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

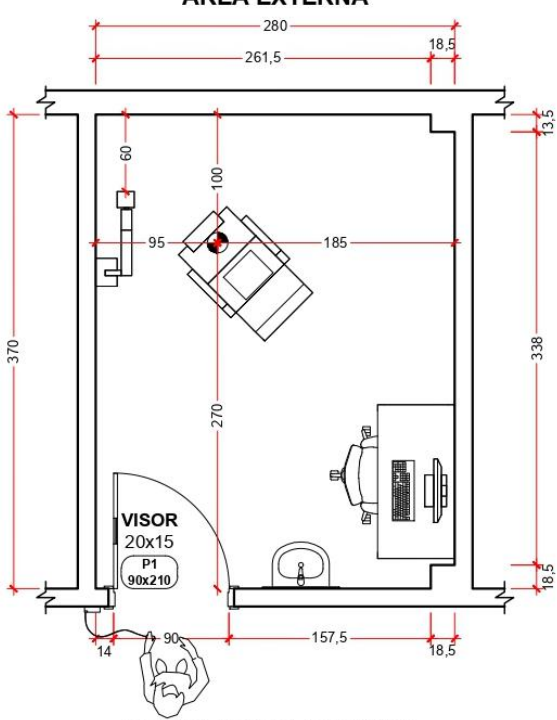
Onde substituímos  **$X_b$**  por **P**, referindo-se a máxima exposição permissível por semana. O valor de **K** é encontrado em tabelas e gráficos produzido pela ICRP (**Comissão Internacional de Proteção Radiológica**).

## 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 – 2<sup>nd</sup> 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 611/2022 ANVISA*

|                 |                        |       |                     |
|-----------------|------------------------|-------|---------------------|
| MARCA / MODELO: | <b>A SER ADQUIRIDO</b> | REF.: | <b>LAYOUT GERAL</b> |
|-----------------|------------------------|-------|---------------------|

**ÁREA EXTERNA**



|                                                                                                           |                                 |                  |               |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------|---------------|---------------------|
| PROJETO: SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA SESAB<br>PROSUS II – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) TIPO 2 | LOCAL: <b>SALVADOR - BA</b>     |                  |               |                     |
| REFERÊNCIA: <b>SALA DE RAIO-X PERIAPICAL</b>                                                              | DATA: <b>24/11/2025</b>         | FOLHA: <b>A4</b> | UN: <b>cm</b> | ESCALA: <b>1.50</b> |
| RESPONSÁVEL: <b>ALFONSO FLORIAN DE ORTE</b><br>(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)                                 | PRANCHA: <b>01/03</b>           |                  |               |                     |
| DESENHO: <b>KEVAN MC'BRIAN LUIZ</b>                                                                       | TELEFONE: <b>(41) 3356-9616</b> |                  |               |                     |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                       |                                                                                                  |                                                   |                                 |                                                                                                                                           |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| MARCA / MODELO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                       | <b>A SER ADQUIRIDO</b>                                                                           |                                                   | REF.:                           | <b>PLANTA FATORES</b>                                                                                                                     |  |
| W: <b>160 mA minuto / semana</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | kVp máx: <b>70</b>                                    | mA máx: <b>20 mA</b>                                                                             |                                                   | CSR:                            | <b>0,12 ( ICRP 33 &lt; 75 KV )</b>                                                                                                        |  |
| PORTA(S) RADIOLÓGICA(S) [CHUMBO Pb (mm)]:<br><b>PoR 1: 1,1 mm</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | VISOR RADIOLÓGICO:<br><b>Equivalência de 1,1 mm-Ø</b> |                                                                                                  | TETO E PISO:<br><b>Não é necessário blindagem</b> |                                 | PAREDE(S) [BARITA (cm) / CHUMBO Pb (mm)]:<br>P1: 1,0 cm ou 1,0 mm<br>P2: 1,5 cm ou 1,3 mm<br>P3: 1,5 cm ou 1,1 mm<br>P4: 1,5 cm ou 1,5 mm |  |
| REVESTIMENTO DAS PAREDES ATÉ A ALTURA MÍNIMA DE 2,10 m / 2,20 m DO PISO ACABADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                       |                                                                                                  |                                                   |                                 |                                                                                                                                           |  |
| <p style="text-align: center;"><b>PLANTA:</b></p> <div style="text-align: center; margin-top: 100px;"> <p><b>ÁREA EXTERNA</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO 01</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>FARMÁCIA</b></p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>CIRCULAÇÃO / COMANDO</b></p> </div> |  |                                                       |                                                                                                  |                                                   |                                 |                                                                                                                                           |  |
| PROJETO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                       | SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA SESAB<br>PROSUS II – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) TIPO 2 |                                                   |                                 | LOCAL: <b>SALVADOR - BA</b>                                                                                                               |  |
| REFERÊNCIA:<br><b>SALA DE RAIO-X PERIAPICAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                       | DATA: <b>24/11/2025</b>                                                                          |                                                   | FOLHA: <b>A4</b>                | ESCALA: <b>1.50</b>                                                                                                                       |  |
| RESPONSÁVEL:<br><b>ALFONSO FLORIAN DE ORTE</b><br>(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                       |                                                                                                  |                                                   | PRANCHA:<br><b>02/03</b>        |                                                                                                                                           |  |
| DESENHO: <b>KEVAN MC'BRIAN LUIZ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                       |                                                                                                  |                                                   | TELEFONE: <b>(41) 3356-9616</b> |                                                                                                                                           |  |



## MEMORIAL DE CÁLCULO DAS BLINDAGENS

**CLÍNICA SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA SESAB – PROSUS II**  
**UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) TIPO 2**

**SALVADOR - BA**

**SALA DE RAIOS X PERIAPICAL**

### DADOS

**W** = carga de trabalho p/ semana      **W** = 160 mA . minuto / semana  
**kVp<sub>máx</sub>** = 70      **mA<sub>máx</sub>** = 20 mA  
**CSR** = 0,12 (ICRP 33 < 70 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     |
|-----------------|-----------|--------|------|------|--------|--------|--------|
| <b>P1</b>       | 1,00      | 0,0625 | 0,25 | 0,01 | 0,0040 | 1,0000 | 1,2000 |
| <b>P2</b>       | 1,85      | 1      | 0,25 | 0,01 | 0,0009 | 0,2139 | 0,2567 |
| <b>P3</b>       | 2,70      | 1      | 0,25 | 0,01 | 0,0018 | 0,4556 | 0,5468 |
| <b>P4</b>       | 0,95      | 1      | 0,25 | 0,01 | 0,0002 | 0,0564 | 0,0677 |
| <b>Visor</b>    | 2,70      | 1      | 0,25 | 0,01 | 0,0018 | 0,4556 | 0,5468 |
| <b>Porta 01</b> | 2,70      | 1      | 0,25 | 0,01 | 0,0018 | 0,4556 | 0,5468 |

|                 | Kp   | Ks   | Kf    | nº de CSR<br>p/ Kp | nº de CSR<br>p/Ks | nº de CSR<br>p/ Kf |
|-----------------|------|------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <b>P1</b>       | 0,96 | 0,00 | -0,03 | 7,9675             | 0,0000            | -0,2631            |
| <b>P2</b>       | 1,22 | 0,27 | 0,24  | 10,1929            | 2,2254            | 1,9623             |
| <b>P3</b>       | 1,09 | 0,14 | 0,10  | 9,1018             | 1,1343            | 0,8712             |
| <b>P4</b>       | 1,45 | 0,50 | 0,47  | 12,1164            | 4,1489            | 3,8858             |
| <b>Visor</b>    | 1,09 | 0,14 | 0,10  | 9,1018             | 1,1343            | 0,8712             |
| <b>Porta 01</b> | 1,09 | 0,14 | 0,10  | 9,1018             | 1,1343            | 0,8712             |

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

Dados:

|                        |        |                  |
|------------------------|--------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160    | 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      | metros           |

**Cálculo da barreira primária:**  $K_p = 0,0040$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 7,97              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>0,96 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 1,0000$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 0,00              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,00 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 1,2000$

|                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | -0,26              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb         |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>-0,03 mm Pb</b> |

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

Dados:

|                        |      |                  |
|------------------------|------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160  | 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:**  $K_p = 0,0009$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 10,19             |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>1,22 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 0,2139$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 2,23              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,27 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 0,2567$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 1,96              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>0,24 mm Pb</b> |

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

Dados:

|                        |      |                  |
|------------------------|------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160  | 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)  | 2,7  | metros           |

**Cálculo da barreira primária:**  $K_p = 0,0018$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 9,10              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>1,09 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 0,4556$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 1,13              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,14 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 0,5468$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 0,87              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>0,10 mm Pb</b> |

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

Dados:

|                        |      |                  |
|------------------------|------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160  | 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)  | 0,95 | metros           |

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

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 12,12             |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>1,45 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 0,0564$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 4,15              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,50 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 0,068$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 3,89              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>0,47 mm Pb</b> |

| Visor | área pública |
|-------|--------------|
|-------|--------------|

## Dados:

|                        |      |                  |
|------------------------|------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160  | 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)  | 2,7  | metros           |

**Cálculo da barreira primária:**  $K_p = 0,0018$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 9,10              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>1,09 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 0,4556$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 1,13              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,14 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 0,5468$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 0,87              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>0,10 mm Pb</b> |

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

## Dados:

|                        |      |                  |
|------------------------|------|------------------|
| Carga de trabalho ( W) | 160  | 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)  | 2,7  | metros           |

**Cálculo da barreira primária:**  $K_p = 0,0018$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 9,10              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira primária:   | <b>1,09 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira secundária:**  $K_s = 0,4556$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 1,13              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira secundária: | <b>0,14 mm Pb</b> |

**Cálculo da barreira de fugas:**  $K_f = 0,5468$

|                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| Nº de Camadas Semi Redutoras      | 0,87              |
| Espessura da camada Semi redutora | 0,12 mm Pb        |
| Espessura da Barreira de fuga:    | <b>0,10 mm Pb</b> |

## CONCLUSÃO:

Informamos que o uso de argamassa baritada com densidade igual a **3,2 g/cm<sup>3</sup>** 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 PERIAPICAL

**Parede P1:** Blindar com 1,0 cm de argamassa baritada OU 1,0 mm de Pb (chumbo)  
**Parede P2:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,3 mm de Pb (chumbo)  
**Parede P3:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,1 mm de Pb (chumbo)  
**Parede P4:** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada OU 1,5 mm de Pb (chumbo)  
**Visor:** Blindar com 1,1 mm de Pb (chumbo).  
**Porta 01:** Blindar com 1,1 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.***

Curitiba, 24 de novembro de 2025.

ALFONSO FLORIAN DE ORTE:20223048968

Assinado de forma digital por ALFONSO  
FLORIAN DE ORTE:20223048968  
Dados: 2025.11.24 15:29:06 -03'00'

**Alfonso Florian de Orte**  
Físico Médico - Presidente  
ABFM 468

**Responsável Legal**

|                 |                        |       |                         |
|-----------------|------------------------|-------|-------------------------|
| MARCA / MODELO: | <b>A SER ADQUIRIDO</b> | REF.: | <b>PLANTA BLINDAGEM</b> |
|-----------------|------------------------|-------|-------------------------|

| LEGENDA |                                         |            |                                         |
|---------|-----------------------------------------|------------|-----------------------------------------|
|         | BARITA - 1,0cm Ø<br>(h= 2,10 m/ 2,20 m) |            | BARITA - 2,0cm Ø<br>(h= 2,10 m/ 2,20 m) |
|         | BARITA - 1,5cm Ø<br>(h= 2,10 m/ 2,20 m) |            | BARITA - 2,5cm Ø<br>(h= 2,10 m/ 2,20 m) |
|         |                                         | <b>VR</b>  | VISOR RADIOLÓGICO                       |
|         |                                         | <b>PoR</b> | PORTA RADIOLÓGICA                       |

PLANTA:

**ÁREA EXTERNA**

**CONSULTÓRIO ODONTOLÓGICO 01**

**FARMÁCIA**

**CIRCULAÇÃO / COMANDO**

|                                                                                                           |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| PROJETO: SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DA BAHIA SESAB<br>PROSUS II – UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE (UBS) TIPO 2 | LOCAL: SALVADOR - BA     |
| REFERÊNCIA: SALA DE RAIOS-X PERIAPICAL                                                                    | DATA: 24/11/2025         |
|                                                                                                           | FOLHA: A4                |
|                                                                                                           | ESCALA: 1.50             |
| RESPONSÁVEL: ALFONSO FLORIAN DE ORTE<br>(FÍSICO MÉDICO - ABFM 468)                                        | PRANCHA: 03/03           |
| DESENHO: KEVAN MC'BRIAN LUIZ                                                                              | TELEFONE: (41) 3356-9616 |