



**UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE REALEZA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**JEIFERSON PERBONI REBELATTO**

**RADIOPROTEÇÃO APLICADA A INSTALAÇÕES HOSPITALARES: UM  
ESTUDO DE CASO**

**REALEZA 2018**

JEIFERSON PERBONI REBELATTO

**RADIOPROTEÇÃO APLICADA A INSTALAÇÕES HOSPITALARES: UM  
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso graduação apresentado como requisito para obtenção do grau em licenciatura em física da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador(a). Prof. Dra. Viviane Scheibel de Almeida

Realeza-PR  
2018

# Sumário

<b>1</b>	<b>Justificativa</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>5</b>
2.1	CNEN NE 6.02 licenciamento de instalações radiativas . . . . .	8
2.1.1	Processo de licenciamento . . . . .	9
2.1.2	Autorização para Construção . . . . .	11
2.1.3	Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança .	12
2.2	Autorização para Operação . . . . .	13
2.3	Projeto . . . . .	14
2.4	Diretrizes Básicas da Proteção Radiológica (Norma CNEN NN-3.01) . . . .	15
2.4.1	Blindagem . . . . .	16
2.4.2	Blindagem para raios X e gama . . . . .	18
2.5	CNEN NE 3.02 Serviço de Radioproteção . . . . .	19
2.6	Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 . . . . .	19
2.6.1	Dosímetro . . . . .	21
2.6.2	Requisitos específicos para radiodiagnóstico médico . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>26</b>
3.1	Análise da blindagem das paredes . . . . .	26
3.2	Análise das normas de proteção radiológica . . . . .	29
3.3	Relatórios de dose . . . . .	30
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>31</b>
4.1	Análise da blindagem das paredes . . . . .	31
4.2	Análise das normas de radioproteção . . . . .	36
4.3	Relatórios de dose . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>39</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>ANEXO A: Conclusão do Projeto de Blindagem</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>ANEXO B: Planta baixa da sala de raio X</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>ANEXO C: check-list</b>	<b>45</b>
<b>9</b>	<b>ANEXO D: condições da sala de raio-X</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>ANEXO F: Relato dosímetro de 2015</b>	<b>47</b>
<b>11</b>	<b>ANEXO G: Relato dosímetro de 2016</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>ANEXO H: Relato dosímetro de 2017</b>	<b>49</b>
<b>13</b>	<b>ANEXO I: Relato dosímetro de 2018</b>	<b>50</b>

## Lista de Figuras

1	Ilustração esquemática de um tubo de raios-X. Fonte Biral 2002 . . . . .	6
2	Classificação dos efeitos biológicos das radiações ionizantes. Fonte Pacheco 2009 . . . . .	7
3	Anexo III da CNEN NE 6.02 . . . . .	10
4	Quadro de funcionários CNEN . . . . .	11
5	Localização das paredes . . . . .	27
6	Construção mini parede e utilização da mesma. . . . .	28
7	Esquema do experimento . . . . .	29
8	Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 41 cm do foco. . . . .	31
9	Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 71 cm do foco. . . . .	32
10	Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 104 cm do foco. . . . .	33
11	Medição com energia de 100 kVA, sem a presença de mini-parede. . . . .	33
12	Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 120 kVA, moeda localizada a 41 cm do foco. . . . .	34
13	Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 120 kVA, moeda localizada a 71 cm do foco. . . . .	35
14	Medida com energia de 120 kVA . . . . .	35
15	Primeira medida com energia de 120 kVA . . . . .	36
16	Gráfico comparativo entre a sala de radiologia analisada e a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998. . . . .	37
17	Gráfico comparativo sala raio-X e a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 . . . . .	37
18	imagem do dosímetro . . . . .	38

## RESUMO

O presente estudo teve por objetivo uma pesquisa das normas sobre o uso da radiação nas suas mais diversificadas aplicações até o uso específico da radiação como radiodiagnóstico em clínicas e hospitais. Inicialmente o trabalho pautou-se na conferência da Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, com a atividade na sala de radiodiagnóstico da Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária (SUHVU) de Realeza-PR. Esta verificação inicial dividiu-se em três aspectos que abrangeram as normas de radioproteção, as condições da sala de raio-X e um comparativo entre a Portaria SVS/MS n 453 e a unidade de radiodiagnóstico. O local analisado, perante análise dos três eixos referidos, apresentou mais de 80% de sua atividade em concordância com a norma. Atestou-se que tal resultado seria melhorado caso a unidade adotasse algumas adequações como, por exemplo, a implantação de um comitê de radiologia e a manutenção preventiva regular no âmbito da proteção radiológica. A segunda parte da pesquisa foi analisar os relatórios de doses de radiação acumuladas sobre os trabalhadores que têm acesso ao aparelho de raio-X em funcionamento. A análise dos relatórios de dosagem não apresentaram resultados significativos de contaminação por radiação pelos funcionários. O terceiro e último

momento do trabalho foi a construção de um aparato experimental, no qual foram construídas 4 mini paredes de argamassa baritada com espessuras diferentes, afim de simular as blindagens reais das paredes da sala de radiodiagnóstico analisada. Foram realizadas medições das mini paredes com corpos de provas de densidades variadas, para verificação da atenuação do raio-X em função da distância. De acordo com os resultados obtidos, a blindagem do ambiente analisado está de acordo com as normas específicas, assim como todas as normativas sobre proteção radiológica estão satisfatórias.

### **Abstract**

The present study aimed to research the norms on the use of radiation in its most diversified applications until the specific use of radiation as radiodiagnosis in clinics and hospitals. Initially, the work was based on the Conference of the Ordinance SVS/MS N 453, of June 1, 1998, with the activity in the radiodiagnosis room of the Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária (SUHVU) of Realeza-PR. This initial check was divided into three aspects that covered the radioprotection standards, such as the conditions of the X-ray room, a comparison between the Ordinance SVS/MS N 453 and the Radiodiagnosis unit. The site analyzed, considering the analysis of the three axes mentioned, presented more than 80% of its activity in agreement with the norm. It was attest that this result would be improved if the unit adopted some adjustments, such as the implantation of a radiology committee and regular preventive maintenance in the scope of radiological protection. The second part of the research was to analyze the reports of accumulated radiation doses on workers who have access to the X-ray machine in operation. The analysis of the dosingage reports did not present significant results of radiation contamination by the employees. The third and last moment of the work was the construction of an experimental apparatus, in which were built 4 mini mortar walls with different thicknesses, in order to simulate the actual shielding of the walls of the radiodiagnostic room analyzed. Measurements of the mini-walls with specimens of varying densities were performed to verify the attenuation of the X-ray as a function of the distance. According to the results obtained, the shielding of the analyzed environment is in accordance with the specific norms, as well as the regulations on radiological protection are satisfactory.

## **1 Justificativa**

A utilização de raio-X para obtenção de imagem teve início com o cientista Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895 quando estava desenvolvendo estudos sobre raios catódicos em tubos à vácuo. Essa descoberta tem uma das mais brilhantes histórias e também foi a primeira notícia científica a ser mundialmente divulgada. Por mais que Röntgen não buscasse essa "fama", pois na sua carreira concedeu apenas uma grande entrevista, suas descobertas revolucionaram o mundo, principalmente no meio da medicina[1].

O raio-X ganhou as mais diversas utilidades, desde radiografar um membro quebrado ou até para observar o pé dentro dos calçados. Entretanto, o uso de raio-X em seres vivos, apesar de ser muito eficiente, apresentou danos à alguns indivíduos, que começaram a apresentar hematomas e tipos de queimaduras. Tal fato pode ser exemplificado conforme

o relato a seguir:

Tragicamente, Clarence Dally, assistente chefe de Edison, o qual estava trabalhando em imagens do cérebro por raio-X, foi uma das primeiras vítimas da exposição excessiva aos raios-X. "Queimaduras" que não cicatrizavam transformaram-se em lesões malignas, que finalmente o levaram a óbito em 1904. Röntgen nunca sofreu queimaduras por raios-X, pois logo de início construiu uma cabine de estanho e chumbo, para não permitir a entrada de luz, mas também impenetrável aos raios, dentro da qual fazia seus experimentos, protegendo-o de sua exposição [1].

Com o objetivo de fornecer procedimentos padronizados de proteção para o indivíduo sem limitar as práticas benéficas que utilizam exposição à radiação, foi estabelecida, em 1928, a Comissão Internacional de Proteção Radiológica: ICRP (International Commission on Radiological Protection) [18]. A partir daí iniciou-se estudos para delimitar as fronteiras do uso da radiação e um conjunto de regras para minimizar e até mesmo eliminar os efeitos maléficos ao ser vivo.

Hoje para conceber imagens de raio-X, seguimos as normas da Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, a resolução 164/14 (CNEN NN 3.01), resolução CNEN N° 166 de 16/04/2014 ( CNEN NN 6.02) entre outras, que é o órgão regulamentador de radioproteção no Brasil. A primeira normativa é mais geral informando qual é o papel de cada indivíduo e suas colaborações, tanto para proteção do paciente e para a própria proteção, já a segunda é a qual vai limitar e organizar as empresas conforme a energia de seu equipamento. Em todas as normativas tem-se como prioridade a proteção à vida, principalmente quando o assunto é exposição à radiação, pois após ser irradiado, o que se pode fazer é muito pouco ou quase nada para eliminar ou minimizar a radiação recebida.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em busca de fiscalizar e delimitar a quantidade de radiação para várias situações, tem regras bem estabelecidas para o que se nomeia radiação primária, a qual pode ser mensurada e controlada. Para auxiliar nesse controle, necessita de um profissional adequado para essa função, no caso um técnico em radiologia, pois este deve monitorar a radiação desnecessária, reduzindo o risco a vida do paciente e a própria vida. Com o evoluir dos tempos a área da radioatividade se tornou bastante ampla, com inúmeras aplicações em variadas áreas, incluindo análises radiográficas em animais. Com esta preocupação, este trabalho versará sobre o controle radiológico de um setor específico de um hospital veterinário, no caso a blindagem de uma sala de radiodiagnóstico. Será realizado um estudo de caso sobre o projeto da blindagem e a verificação dos níveis de radiação primária e secundária emitida pela fonte de raios-X às paredes, assim como os itens necessários de proteção radiológica.

## 2 Fundamentação Teórica

Os problemas relacionados com acidentes envolvendo exposições a raios-X começaram após o seu emprego em larga escala. Em 1922, foi estimado que aproximadamente 100 radiologistas morreram devido aos efeitos à exposição de raios-X. Por esse motivo, a comunidade de médicos radiologistas introduziu dois dos principais órgãos internacionais (ICRP - Comissão Internacional em Proteção Radiológica e ICRU - Comissão Internacional de Unidades de Radiação e Medidas), os quais se destacaram na tarefa de padronização das grandezas referentes a dosimetria, tornando-se referências internacionais de práticas e limites, visando tanto a saúde do trabalhador como do público exposto à radiação [2].

Segundo De lima (2009) a proteção radiológica trata das regras, desenvolvimento e otimização dos métodos que permitem controlar a exposição do ser humano, particularmente durante o diagnóstico médico onde se recorre à utilização da radiação ionizante, sem com isso limitar os benefícios que advêm.

A proteção radiológica engloba um conjunto de conceitos, que deve estar sempre presente na prática diária dos profissionais que lidam com este tipo de radiação. Este princípio têm como objetivo proteger os profissionais e a população em geral contra os perigos resultantes da exposição à radiação ionizante (Pacheco,2009, Tradução nossa, [3].)

Na radiação ionizante temos a radiação X, os raios gama, os elétrons, os prótons, os nêutros e a partícula alfa. As partículas alfa, beta e gama tem diferentes níveis de energia, e possuem maneiras de blindagem diferenciadas. A partícula alfa é a mais energética, mas é facilmente barrada por uma folha de papel ou papelão, a partícula beta é menos energética que a partícula alfa porém é mais penetrante que a alfa, a partícula beta é barrada por placas de madeira. Já as partículas gama são barradas por grossas placas de chumbo ou paredes de concreto entre outros materiais [4]

O processo de geração de raios-X ocorre em tubos de vácuo onde os elétrons, liberados na forma de "nuvem" ao redor do filamento atravessado por uma corrente elétrica, chamado de "efeito termiônico", são acelerados em direção ao ânodo por uma diferença de potencial de várias dezenas de volts. O ânodo, em um tubo de raio-X, consiste em um alvo de alto número atômico, feito de tungstênio ou molibdênio. A desaceleração desses elétrons ao atingirem o ânodo faz com que sejam emitidos os raios-X. Esses raios são direcionados ao paciente através de uma pequena janela no tubo de raio-X como pode ser visto na Figura 1 [2].

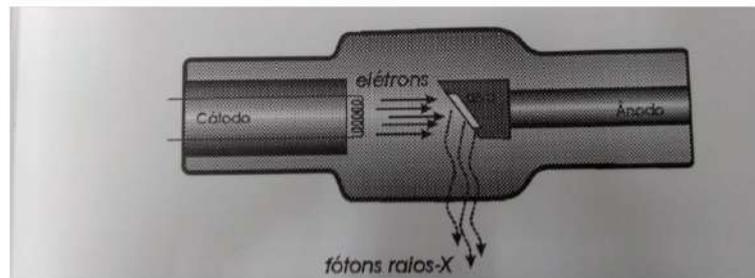


Figura 1: Ilustração esquemática de um tubo de raios-X. Fonte Biral 2002

Na construção da imagem existem outros fatores que influenciam no bom contraste que, segundo BOOF (2018), existem três fatores essenciais na formação do raio-X: nuvem de elétrons, aceleração dos elétrons e alvo ou anteparo[...] A radiografia é um exame complementar importante no diagnóstico que possibilita a visualização de estruturas internas. Assim, o cirurgião-dentista deve conhecer o seu funcionamento e utilizar essa tecnologia de forma adequada. Considerando que o aparelho de raio-X oferece muitos riscos ao operador e ao paciente, é totalmente necessário garantir a segurança na realização desse exame [5].

Diariamente estamos expostos a radiação, que segundo Pacheco (2009) o principal responsável pela exposição natural é o radônio (cerca de 56 %), sendo este  $^{222}\text{Rn}$  um gás radioativo presente na crosta terrestre, que resulta do decaimento do urânio  $^{238}\text{U}$ . O restante da exposição natural vem de outras fontes, radiação cósmica (8%), a qual provém do espaço, radiação terrestre (8%) existente nas rochas e materiais de construção e por fim (11%) outros tipos de radiação. De lima conclui ainda que de todas as fontes artificiais, o maior agente de irradiação da espécie humana é os raio-X para fins de diagnóstico.

No processo de interação de radiação X com a matéria, os átomos do meio irradiado recebem energia, o que desencadeia uma sequência de fenômenos físicos, químicos e biológicos complexos, com consequências diversas, nomeadamente lesões celulares e tecidulares com possíveis manifestações patológicas. [3].

A irradiação de tecidos causa a morte de uma determinada quantidade de células e se essa perda for severa, pode causar um dano clínico das funções do tecido ou órgão. Esse efeito depende da dose, existindo um limite no qual a perda de células é tão pequena que não alteram as funções dos órgãos ou tecidos. Existem várias formas da radiação causar danos às células, como danos no DNA, que podem atingir a sua sobrevivência ou reprodução, mas esse dano frequentemente é reparado pela própria célula. Se este reparo não for perfeito, poderá ocasionar uma célula modificada. Uma célula somática modificada pode perder a sua capacidade de reprodução e originar clones de células modificadas, eventualmente resultando em um câncer [6].

Como mostrado na Figura 2, Pacheco (2009) classifica os efeitos biológicos em dois critérios de transmissão hereditária, que se dá na alteração do Ácido Desoxirribonucleico

(DNA) das células germinativas pela interação do raio-X nas gônadas, por exemplo. O efeito somático ocorre nas células somáticas afetando somente o paciente exposto a radiação.

<b>Critério</b>	<b>Efeito</b>
<b>Transmissão</b>	Hereditário
	Somático
<b>Dose</b>	Determinístico
	Estocástico

Figura 2: Classificação dos efeitos biológicos das radiações ionizantes. Fonte Pacheco 2009

A radiação ionizante causa tanto efeitos estocásticos quanto os efeitos determinísticos em tecidos irradiados. Os efeitos determinísticos obedecem um determinado limiar para altas doses, o qual depende do tecido ou órgão. Nestes tipos de efeitos existe uma relação esperada entre a dose de radiação recebida e a gravidade do dano esperado (ex. cataratas, radiodermite, esterilidade, etc) [3].

Já os efeitos estocásticos são efeitos não aparentes, aos quais são associados períodos de latência da ordem de meses ou anos. Devido a esse grande intervalo de tempo, a relação ‘causa e efeito’ é bem menos definida [2]. O período de aparecimento do câncer após a exposição pode chegar até 40 anos. No caso da leucemia, a frequência passa por um máximo entre 5 e 7 anos, com período de latência de 2 anos [7]. A Tabela 1 apresenta os limites de dose recomendados pela ICRP (1991) para exposição ocupacional e do público em geral.

Tabela 1: Limites de dose recomendados <sup>1</sup> (ICRP, 1991)

<b>Aplicação</b>	<b>Limite de Dose</b>	
	<b>Ocupacional</b>	<b>Público</b>
Dose efetiva	20 mSv ao ano, média de um período de 5 anos consecutivos <sup>2</sup>	1 mSv ao ano <sup>3</sup>
Dose equivalente anual em: cristalino dos olhos	150 mSv	15 mSv
pele <sup>4</sup>	500 mSv	500 mSv
mãos e pés	500 mSv	-

<sup>1</sup>As doses aplicam-se a soma das doses relevantes a partir de exposições externas no período especificado, 50 anos para dose cometida (70 anos para crianças) de ingestão no mesmo período.

Visando a otimização e a melhor utilização da radiação, assim como um dos critérios de proteção radiológica, todas as clínicas com fins de utilização de equipamentos para diagnóstico por imagem e para tratamento com auxílio do raio-X, devem elaborar um projeto, chamado de Relatório Preliminar de Análise de Segurança (RPAS). Portanto, para obterem a licença necessária para dar início às suas atividades, o projeto deve seguir diversas normas entre elas, CNEN NE 3.01-Diretrizes Básicas de Radioproteção, CNE NE 3.02- Serviço de radioproteção, CNEN NE 3.03- Certificação de qualificação de Supervisores de Radioproteção, CNEN NE 3.06-Requisitos de radioproteção e Segurança para Serviços Radioterapia e CNEN NE 6.02-Licenciamento de Instalações Radioativas. Cada norma trás informações específicas para diferentes áreas voltadas à radiação. Já para salas de imagens de raio-X seguem a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998. A seguir serão detalhadas as principais normativas relacionadas aos projetos de blindagem e radioproteção relacionadas ao presente trabalho.

## 2.1 CNEN NE 6.02 licenciamento de instalações radiativas

O Projeto de Blindagem é o centro do RPAS o qual deve seguir a CNEN NE 6.02, diretriz que rege todas as possíveis empresas que queiram atuar neste setor, subdivididas em áreas de atuação diretamente relacionadas à energia que se pretende utilizar. A classificação desses grupos se dá pela energia que a clínica irá utilizar, cada faixa de energia tem suas exigências para seu funcionamento a qual está dividida em subgrupos. Com essa energia definida o projeto elaborado deve seguir as especificações para seu grupo, sendo que as instalações radioativas que utilizam equipamentos geradores de radiação ionizante estão classificadas no grupo 7 e abrangem as instalações que utilizam aceleradores de partículas ou quaisquer outros aparelhos geradores de raios-X [8].

A tabela 2 mostra a divisão dos estabelecimentos e a relação com a sua energia de funcionamento.

Os respectivos estabelecimentos que se encaixam no subgrupo 7A e no 7B são classificadas como empresas de pequena ou baixa energia, e seu órgão competente de fiscalização é a agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). Já para os subgrupos 7C e 7D, classificados como alta energia, o órgão responsável pela fiscalização é a CNEN. No presente trabalho vamos analisar uma sala de radiologia que utiliza um equipamento com energia de  $0,15 M_eV$ . Seguindo a CNEN NE 6.02, documento no qual estão dispostos os possíveis modos de utilização da radiação e suas normas de instalação, o estabelecimento a ser analisado no presente trabalho se encaixa no subgrupo 7B, pois atua numa faixa de

---

<sup>2</sup>Com a precaução da dose efetiva não exceder 50 mSv em um único ano ou 100 mSv em 5 anos. Restrições adicionais são aplicadas para exposição ocupacional para mulheres grávidas.

<sup>3</sup>Em especiais circunstâncias, um valor maior da dose efetiva pode ser permitido em um único ano, desde que a média de 5 anos não exceda 1 mSv.

<sup>4</sup>A limitação da dose efetiva proporciona proteção suficiente para pele, ao contrário dos efeitos estocásticos. Ainda é necessário um limite adicional para prevenir os efeitos determinísticos.

Tabela 2: Equipamentos de raio-X

Subgrupo do equipamento	Energia do equipamento $M_eV$
7A	$\leq 0,1$
7B	$0,1 \geq 0,60$
7C	$0,6 \geq 50$
7D	$\geq 50$

**Fonte:** Produzido pelo autor

energia de 0,1 até 0,6  $M_eV$ . Nas próximas seções serão apresentadas as normas para essa faixa de energia.

### 2.1.1 Processo de licenciamento

De acordo com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, todos os serviços de radiodiagnóstico só poderão funcionar se devidamente licenciado pela autoridade sanitária local, tendo como norma superior as normas da CNEN. Neste capítulo serão descritos as normas de interesse da CNEN NE 6.02.

Na seção que descreve os "Atos Administrativos e Requerimentos para autorização de uma instalação radioativa", diz que "Deve-se cumprir as seguintes práticas administrativas para que um estabelecimento consiga a liberação para entrar em operação". Primeiramente deve seguir as orientações expressas no Art. 8º [9] o qual estabelece que todas as empresas devem buscar a autorização para operação segundo os incisos VI e VII deste, seguindo os critérios estabelecidos no Anexo II da norma.

Estão presentes no Art. 9º do referido documento, as informações a serem prestadas à CNEN, relativas ao processo de licenciamento de instalações radiativas, que devem ser encaminhadas por meio de requerimentos, conforme formulários específicos, disponíveis no portal da CNEN e listados na figura 3. Eventual solicitação de alterações ou emendas em Atos de aprovação ou de autorização emitidos pela CNEN deve ser realizada por meio dos mesmos formulários necessários para a concessão do respectivo Ato [9].

Na Figura 3 é mostrada a relação de formulários necessários para o possível licenciamento de uma instalação radioativa.

**ANEXO III**  
**RELAÇÃO DE FORMULÁRIOS PARA SOLICITAÇÃO DE**  
**ATOS ADMINISTRATIVOS DE LICENCIAMENTO DE**  
**INSTALAÇÕES RADIATIVAS**

Ato Administrativo	Formulário <sup>(a)</sup>
Aprovação do Local	SCRA
Autorização para Construção	SCRA
Autorização para Aquisição ou Movimentação de Fontes de Radiação	RAR RTR SLI PER
Autorização para Comissionamento	SCRA
Autorização para Operação	SCRA
Retirada de Operação	SCRA, RTR, PER
Renovação da Autorização para Operação	SCRA
Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança	SCRA

NOTA: (a) Formulários disponíveis em [www.cnen.gov.br](http://www.cnen.gov.br):

SCRA - Solicitação de Concessão de Registros e Autorizações;

RAR - Requerimento para Aquisição de Radioisótopos junto a um distribuidor;

RTR - Requerimento de Transferência de Fonte Radioativa ou Equipamento Gerador de Radiação Ionizante entre instalações radiativas;

PER - Permissão para Exportação de Fonte Radioativa;

Figura 3: Anexo III da CNEN NE 6.02

Juntamente aos requerimentos da Figura 3, deve-se informar o quadro de funcionários de acordo com Art. 10º, o qual apresenta as normas para os técnicos em radiologia. As instalações radiativas tem a obrigatoriedade de conter pelo menos, um supervisor de proteção radiológica, como mostrada na Figura 4 que apresenta o Anexo da CNEN NE-6.02

**VALIDADE DA AUTORIZAÇÃO PARA OPERAÇÃO E  
NÚMERO MÍNIMO DE SUPERVISORES DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA CADA  
GRUPO DE  
INSTALAÇÕES RADIATIVAS**

Grupos	Validade da autorização para operação	Nº mínimo de supervisores de proteção radiológica
3A 4 7A	3 a 5 anos	1 (um)
2A 3B 5 7B	1 a 3 anos	1 (um)
2B 3C 6 7C 7D	1 a 3 anos	1 (um), a menos que estabelecido em norma específica
1 8	1 a 2 anos	2 (dois)

Figura 4: Quadro de funcionários CNEN

Para aprovação do estabelecimento, deve-se apresentar um Relatório de Local (RL) que contenha todos os dados e informações que permitam analisar a viabilidade do local proposto para a instalação radiativa, abrangendo os seguintes aspectos:[9]

- características de utilização das cercanias, incluindo a distribuição da população local, as vias de acesso e as distâncias aos centros de população;
- características gerais de projeto e de operação da instalação proposta, a utilização pretendida, a capacidade nominal, a natureza e inventário dos materiais radioativos a serem contidos, as características de segurança que serão incluídas e os sistemas de contenção previstos para evitar a liberação de material radioativo ou a irradiação externa de pessoas;
- análise preliminar do potencial de impacto radiológico da instalação no meio ambiente, em operação normal e em caso de acidente; e
- programa preliminar de monitoração ambiental pré-operacional.

### 2.1.2 Autorização para Construção

Os requerimentos para autorização devem estar presentes no Relatório Preliminar de Análise de segurança (RPAS). Segundo o Art. 12<sup>o</sup>, este documento deve conter todos

os dados e informações que permitam analisar as características de segurança envolvidas, abrangendo os seguintes aspectos:

- qualificações técnicas do responsável pelo projeto descritivo, dos itens importantes à segurança e pela construção;
- descrição e análise da instalação, com atenção especial às características de projeto e de operação;
- análise preliminar e avaliação do projeto e desempenho de estruturas, sistemas e componentes da instalação, identificando os itens importantes à segurança, com o objetivo de avaliar os aspectos de segurança e de proteção radiológica;
- programa de garantia da qualidade do requerente e dos contratados principais, a ser aplicado às atividades de gerenciamento, projeto, fabricação, aquisição, construção civil e montagem eletromecânica de itens importantes à segurança da instalação;
- planos preliminares para procedimentos em situações de emergência, que devem ser suficientes para assegurar a compatibilidade do futuro plano de emergência com as características do projeto da instalação;
- plano preliminar de gerência de rejeitos radioativos, incluindo a descrição dos sistemas de controle de liberação de efluentes;
- relação das normas técnicas e códigos a serem adotados;
- plano preliminar de proteção física, descrevendo as medidas para prevenir roubo, perda e uso não autorizado de fontes ou materiais radioativos; e
- plano preliminar de proteção radiológica.

### 2.1.3 Autorização para Modificação de Itens Importantes à Segurança

De acordo com o Art. 15<sup>o</sup>, toda e qualquer modificação de itens de segurança devem ser aprovados previamente pela CNEN. O requerimento de autorização para modificação de itens importantes à segurança deve descrever completamente as modificações propostas que só podem ser executadas numa instalação radiativa com prévia autorização da CNEN [8]. Entende-se por itens importantes à segurança aqueles que incluem ou estão incluídos em:

- estruturas, sistemas e componentes cuja falha ou mau funcionamento pode resultar em exposições indevidas à radiação do pessoal da instalação ou membros do público em geral;

- estruturas, sistemas e componentes que evitam que ocorrências operacionais previstas resultem em condições de acidente; ou
- dispositivos ou características necessárias para atenuar as consequências de falha ou mau funcionamento de estruturas, sistemas e componentes.

## 2.2 Autorização para Operação

De acordo com o Art. 18<sup>o</sup>, o requerimento de autorização para operação de instalações dos grupos 1, 2, 5, 6 e 8 e dos subgrupos 2A, 2B, 3B, 3C, 7B, 7C e 7D deve ser acompanhado de um Relatório Final de Análise de Segurança, RFAS, que contenha dados que permitam à CNEN analisar a conformidade das características existentes com os x normativos, abrangendo, no mínimo, os seguintes aspectos:

I - projeto da instalação; e

II - plano de proteção radiológica, contendo:

- a) organização do pessoal e responsabilidades;
- b) plano de treinamento do pessoal;
- c) plano para condução das operações;
- d) programa de garantia da qualidade dos itens importantes à segurança para a fase de operação;
- e) controles administrativos a serem aplicados durante a operação, incluindo medidas relativas à organização e gerência, procedimentos, verificações, auditorias e comunicações, necessárias para garantir a operação segura da instalação radiativa;
- f) plano de emergência;
- g) especificações referentes a características da instalação radiativa de importância relevante para a segurança e para a proteção radiológica, a serem adotadas para a operação;
- h) plano de proteção física;
- i) plano de gerência de rejeitos radioativos; e
- j) plano de transporte de materiais radioativos.

A autorização para início de atividades como prestadora de serviços para comunidade deve seguir o Art. 19<sup>o</sup>, da CNEN NE 6.02, a qual será concedida após comprovação do atendimento aos seguintes requisitos primeiro conclusão da construção da instalação de acordo com as disposições legais, regulamentares e normativas e, quando aplicável, com as condições da autorização para construção e seus aditamentos e por segundo comprovação de que a operação prevista será conduzida em conformidade com os requisitos de proteção radiológica estabelecidos nas normas emitidas pela CNEN.

### 2.3 Projeto

A elaboração do projeto deve ser feita por pessoas experientes, preferencialmente por um físico de nível superior da área de radioproteção, que nesta sinergia está o hospital contratante, médico radioterapeuta, arquiteto, engenheiro mecânico, construtor e vendedor dos equipamentos.

Uma das primeiras ações a serem tomadas antes do projeto é adquirir informações com os fabricantes sobre os equipamentos disponíveis no mercado, tipo de energia, dimensões e funcionalidades. Com estas definições pré-estabelecidas, pode-se definir as dimensões do espaço a ser construído, conforme as normas vigentes.

Deve-se estudar a construção do labirinto, assim como a opção da utilização de blindagem de chumbo nas portas, quando for o caso. Para a definição das portas, quando forem motorizadas, devem ter um mecanismo paralelo para que permitam a sua abertura, caso haja algum problema elétrico. Normalmente essas portas tem um tempo expressivo para abrir e fechar, por isso se recomenda a utilização de meia abertura. Nestas portas não são utilizadas maçanetas convencionais e sim fechaduras magnéticas, pois quando a sala estiver em utilização possa ser trancada. A blindagem da porta deve ser contínua e homogênea e se estender alguns centímetros além do vão de entrada para evitar a existência de frestas [10].

A sala de controle deve estar o mais perto possível da porta para facilitar acesso dos técnicos e da equipe. Essa sala deve ser ampla para abrigar o mobiliário e os equipamentos de controle, assim como ter várias tomadas e interruptores elétricos para o acionamento da iluminação e instalação dos equipamentos. Outro ponto importante, é a instalação de dutos de reserva, tanto para os cabos elétricos quanto para água, esgoto e ar-condicionando. Também deve ser previsto no projeto a sinalização de segurança, que deve ser fixada na porta com o sinal internacional de presença de radiação (trifólio) com os dizeres CUIDADO-RADIAÇÃO, juntamente com os telefones dos responsáveis em casos de emergência. Outro sinalizador é da utilização da sala, um sinal automático de aviso de preparo para utilização da radiação e outro de presença de radiação, que geralmente é feito por duas lâmpadas acima da porta de entrada da sala de radiologia, uma verde e outra vermelha. Análogo é a preocupação com o acabamento e a decoração que compõem a parte final do projeto, o qual deve oferecer facilidade na limpeza, desinfecção e na circulação dos indivíduos. Paredes pintadas a óleo, piso de granito e teto rebaixado de gesso oferecem acabamento adequado, as cores a ser escolhidas devem passar sensação de tranquilidade e limpeza[10].

Segundo Costa (1999) a Proteção radiológica durante a utilização de fontes de radiação ionizante na medicina deve seguir a filosofia de trabalho. Para isto, paredes, biombo, visores, tetos e pisos de salas utilizadas em radiologia, radioterapia e medicina nuclear devem ser corretamente dimensionados e revestidos com materiais atenuadores que ga-

rantam que os níveis de radiação em suas adjacências sejam compatíveis com os limites de dose para o tipo de público ocupante da área em questão [6]. Com a finalidade de compreender as dimensões das paredes, biombos e afins, este assunto será tratado na norma apresentada a seguir.

## 2.4 Diretrizes Básicas da Proteção Radiológica (Norma CNEN NN-3.01)

A norma CNEN NN-3.01 têm como papel estabelecer as regras e os requisitos para a proteção radiológica para os indivíduos que trabalham ou são submetidos à exposição. Usualmente existem dois possíveis públicos em contato com a radiação ionizante, o indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE), o ser humano sujeito à exposição ocupacional e o indivíduo público, que é qualquer membro da população quando não submetido à exposição ocupacional ou exposição médica [11].

As regras estabelecidas pela CNEN minimizam a ocorrência de acidentes radiológicos de grande magnitude. Poucas exceções ocorreram, sendo casos isolados e na maioria por falha no direcionamento dos resíduos radioativos, proporcionando níveis de exposições maiores que os estabelecidos pelas normas vigentes aos indivíduos. Para que possamos tratar dos efeitos relacionados à exposição a radiações ionizantes, é necessário que sejam definidas algumas grandezas associadas, como a seguir:

- **Dose absorvida** -  $D$  - grandeza dosimétrica fundamental expressa por  $D = d/dm$ , onde  $d$  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 absorvida comprometida** -  $D(\tau)$  - grandeza expressa por  $D(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} D(t)dt$ , onde  $t_0$  é o instante em que ocorre a incorporação,  $D(t)$  é a taxa de dose absorvida em um tempo  $t$ , e  $\tau$  é o tempo transcorrido após a incorporação das substâncias radioativas. Quando não especificado de outra forma,  $\tau$  tem o valor de 50 anos para adultos e até a idade de 70 anos para a incorporação por crianças.
- **Dose coletiva** - expressão da dose efetiva total recebida por uma população ou um grupo de pessoas, definida como o produto do número de indivíduos expostos a uma fonte de radiação ionizante, pelo valor médio da distribuição de dose efetiva desses indivíduos. A dose coletiva é expressa em pessoa-sievert (pessoa.Sv).
- **Dose comprometida** - dose absorvida comprometida, dose equivalente comprometida ou dose efetiva comprometida, dependendo do contexto.
- **Dose efetiva** -  $E$  - é a soma das doses equivalentes ponderadas nos diversos órgãos e tecidos,  $E = \sum_t w_T H_T$ , onde  $H_T$  é a dose equivalente no tecido ou órgão e  $w_T$  é

o fator de ponderação de órgão ou tecido. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada sievert (Sv).

- **Dose efetiva comprometida** –  $E(\tau)$  - grandeza expressa por  $E(\tau) = \sum_t w_T H_T(\tau)$ , onde  $H_T(\tau)$  é a dose equivalente comprometida no tecido T no período de integração  $\tau$  e  $w_t$  é o fator de ponderação de órgão ou tecido. Quando não especificado de outra forma, tem o valor de 50 anos para adultos e até a idade de 70 anos para a incorporação por crianças.
- **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 no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada sievert (Sv).
- **Dose equivalente** - HT - grandeza expressa por  $HT = DTwR$ , onde DT é dose absorvida média no órgão ou tecido e wR é o fator de ponderação da radiação. A unidade no sistema internacional é o joule por quilograma (J/kg), denominada sievert (Sv).
- **carga de trabalho (W)**: somatório dos produtos da corrente pelo tempo utilizados na semana. (definição dada pela Portaria n 453/1998). Dado em mA mim por semana (NCRP-49) ou mA min por paciente (NCRP-147).

Com as doses definidas e com a carga de trabalho estabelecida poderemos seguir para as definições de blindagem, foco do presente trabalho.

#### 2.4.1 Blindagem

Na construção de uma clínica especializada em diagnóstico por imagem, tem-se um longo processo até o atendimento ao público em geral. Inicia-se esta etapa na escolha e na compra dos equipamentos, a segunda etapa é a elaboração do Projeto de Blindagem, o qual deve ter este relatório é parte principal do Relatório preliminar de Análise de segurança (RPAS). Esses documentos são apresentados à CORAD/CNEN para que a instituição possa ter a autorização e os registros para iniciar o funcionamento. Quando a RPAS estiver aprovada pela CORAD/CNEN, esta emitirá uma autorização para a construção ou para modificação. Nesta etapa se inicia a construção do espaço físico onde as máquinas serão instaladas. Após a construção são feitos testes de segurança e elaborado um Relatório Final de Análise de Segurança (RFAS), com o plano de Radioproteção o qual aprovado, habilitará a operação dos equipamentos. [10]

Todo estabelecimento que irá trabalhar no setor de radiologia deve obedecer aos limites de proteção radiológicos, dados por :

- \* Proteção pela distância entre a fonte até a pessoa ou objeto que se quer proteger, essa primeira maneira está ligada diretamente a lei do inverso do quadrado da distância.
- \* O tempo de permanência no local onde tem radiação.
- \* A proteção pela interposição de uma barreira (parede) protetora (blindagem) entre a fonte ao objeto ou pessoa que deseja proteger.

Para os cálculos de blindagem são utilizados os limites estabelecidos pela CNEN-3.01, a qual estabelece os limites de radiação que o IOE e o indivíduo público pode sofrer durante um período de tempo, dado por:

- I) A dose efetiva anual não pode ultrapassar 1 mSv.
- II) A dose efetiva anual média para o do grupo de indivíduos publico é 10 Sv.
- III) a dose efetiva coletiva anual não supera o valor de 1 pessoa.Sv.

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA):

Os projetos devem assegurar que as blindagens ofereçam radio-proteção adequada, calculando-se inicialmente as barreiras para os limites primários de dose equivalente efetiva e, em seguida, os valores obtidos segundo o processo de otimização[10].

Na maioria das vezes as salas de raio-X situam-se no primeiro andar (térreo), pois assim minimiza-se o custo da sala e o risco a terceiros, pois com a sala nesta localização não é necessário o cálculo para blindagem do piso. É necessário calcular a espessura mínima das paredes para cada ponto da sala de raios-X. Quando a sala for no térreo, para o cálculo de blindagem do teto deve ser levado em consideração se a parte superior será utilizada; se for, devemos seguir o mesmo cálculo para as paredes laterais, caso não houver ocupação acima, deve se assegurar que não haverá ocupação e utilizar os cálculos para espalhamento de radiação no ar “skyshine”. Para os cálculos de atenuação de raio-X no ar, em direção ao teto utiliza como referência a equação do Instituto Nacional de Câncer-INCA [10].

$$b_{x,sky} = 4,03x10^{-6} \frac{D(d_i d_s)^2}{D_{io}(\Omega)^{1.3}} \quad (1)$$

Onde,

- D é a taxa de dose equivalente de fótons ao nível do solo (local ocupado) em  $nSv/s$ .
- $d_s$  é a distância horizontal (m) do isocentro até o ponto onde a taxa de dose é D.
- $d_i$  é a distância vertical em metros do alvo até um ponto situado a 2 m acima do teto;
- $d_{io}$  é a taxa de dose a 1 m do alvo em cGy/s;

- $W$  é ângulo sólido do feixe primário em esteroradianos;
- $b_{x,sky}$  é o fator de transmissão pelo teto (se houver);

Para compreender os cálculos devemos entender a diferença entre os raios primários e secundários. Os raios primários ou raios úteis são aqueles que saem diretamente do cabeçote da ampola de raio-X em direção ao paciente, o qual gera a imagem radiológica. Esse feixe deve ser barrado ou minimizado até as doses aceitas pela barreira primária de blindagem, que envolve piso, parede, teto ou qualquer estrutura com a finalidade de atenuar o feixe.

Os raios secundários são os feixes que escapam por fulga do cabeçote ou são refletidos pelo paciente ou por outros objetos que estejam sobre o foco. Esses feixes secundários também tem como barreira piso, teto, paredes, ou qualquer outro material que tenha a finalidade de atenuar essa radiação.

Essas porções de raios terão a direção conforme a localização e instalação da máquina, de acordo com o sentido do colimador, o qual estabelecerá as direções dos raios primários e secundários. Esse posicionamento direcionará qual das paredes receberá mais radiação e quais irão receber a radiação primária e a secundária. Os raios primários são os mais energéticos, os quais merecem o máximo de atenção sem minimizar a atenção para os raios secundários. Os cálculos também devem levar em consideração os feixes de espalhamento. Com esses fatores definidos e de acordo com as normas discutidas até então iremos abordar como são efetuados os cálculos para blindagem.

#### 2.4.2 Blindagem para raios X e gama

Sabemos que os fótons de raio-X e  $\gamma$ , atravessam o material absorvedor, sua redução é determinada pela energia da radiação, pela natureza do material absorvedor e a espessura. Pode-se então determinar a espessura do material necessário para se atenuar feixes de raios-X e  $\gamma$ , utilizando em primeira aproximação, a lei de atenuação exponencial:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x} \quad (2)$$

O coeficiente de atenuação  $\mu$  de um material caracteriza a facilidade com que ele pode ser penetrado por um feixe de luz, som, partículas ou outra energia ou matéria, em função da espessura do material absorvedor. Um grande coeficiente de atenuação significa que a onda é rapidamente absorvida à medida que ela passa pelo meio. Um pequeno coeficiente de atenuação significa que a onda é relativamente absorvida pelo material. A unidade SI do coeficiente de atenuação é  $m^{-1}$ .

## 2.5 CNEN NE 3.02 Serviço de Radioproteção

Presente na CNEN NE 3.02, estão os parâmetros para a implantação e funcionamento do Serviço de Radioproteção, direcionado para instalações Nucleares e instalações Radioativas. O serviço de radioproteção (SR) tem como finalidade a execução e manutenção do Plano de radioproteção de cada instalação e somente o SR está autorizado, pela supervisão/direção da instalação, para executar as atividades de radioproteção.

Estão presentes neste documento as características do quadro de funcionários, como técnicos de nível superior, técnicos de nível médio e auxiliares técnico em radiologia. As normas gerais para regulamentação desses cargos estão presentes no documento da CNEN NE 3.02.

## 2.6 Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998

Até o presente momento relatou-se sobre as leis que englobam toda e quaisquer maneiras de utilização do raio-X. Neste momento será relatado sobre a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, que apresenta um regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, expondo sobre o uso dos raios-X em diagnósticos por imagem. Para a aprovação da utilização de aparelhos de raio-X torna-se necessário a aprovação, sob os aspectos de proteção radiológica, do projeto básico de construção das instalações e da emissão do alvará de funcionamento.

Para que se possa iniciar a construção é necessário a aprovação do projeto com o parecer favorável sobre os seguintes documentos: a) Projeto básico de arquitetura das instalações e áreas adjacentes, conforme Portaria 1884/94 do Ministério da Saúde ou outra que venha a substituí-la, incluindo:

- Planta baixa e cortes relevantes apresentando o esboço das salas de raios-x e salas de controle, posicionamento dos equipamentos, painel de controle, visores, limites de deslocamento do tubo, janelas, mesa de exame, "bucky" vertical e mobiliário relevante;
- Classificação das áreas do serviço indicando os fatores de uso e os fatores de ocupação das vizinhanças de cada instalação;
- Descrição técnica das blindagens (portas, paredes, piso, teto, etc.) incluindo material utilizado, espessura e densidade.

Um dos passos relevantes é a aquisição do equipamento de acordo com o fluxo de exames a ser efetuado. Juntamente com a compra do aparelho, apresentam-se as normas e especificações, já que as normas estão ligadas diretamente com a faixa energética do equipamento, que neste projeto estão dispostos a:

- Relação dos equipamentos de raios-X diagnósticos (incluindo fabricante, modelo, mA e kVA máximas), componentes e acessórios, previstos para as instalações.
- Relação dos exames a serem praticados, com estimativa da carga de trabalho semanal máxima, considerando uma previsão de operação de cada instalação por, no mínimo, 5 anos.
- Planilha de cálculo de blindagem assinada por um especialista em física de radiodiagnóstico, ou certificação equivalente, reconhecida pelo Ministério da Saúde.

Segundo a portaria, todos estabelecimentos hospitalares devem possuir um comitê de proteção radiológica integrado por, no mínimo, o supervisor de proteção radiológica em radiodiagnóstico (SPR), juntamente com um representante da direção do hospital e um médico especialista de cada uma das unidades que fazem uso das radiações ionizantes, de modo a:

- Revisar sistematicamente o programa de proteção radiológica para garantir que os equipamentos sejam utilizados e os procedimentos executados observando-se os regulamentos vigentes de proteção radiológica.
- Recomendar as medidas cabíveis para garantir o uso seguro dos equipamentos emissores de radiação existentes na instituição.

Esta portaria, contribui para o controle e melhoria da operação da instalação em caso de exposição acidental envolvendo altas doses, fornecendo informações para investigação e suporte para acompanhamento médico e tratamento.

Juntamente com o comitê, os titulares devem implementar um programa de garantia de qualidade, integrante do programa de proteção radiológica, com os seguintes objetivos:

- Verificar, através dos testes de constância, a manutenção das características técnicas e requisitos de desempenho dos equipamentos de raios-X e do sistema de detecção/registro de imagem.
- Identificar, levando-se em consideração as informações fornecidas pelos fabricantes, possíveis falhas de equipamentos e erros humanos que possam resultar em exposições médicas indevidas e promover as medidas preventivas necessárias.
- Evitar que os equipamentos sejam operados fora das condições exigidas neste Regulamento e assegurar que as ações reparadoras necessárias sejam executadas prontamente, mediante um programa adequado de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos.

- Estabelecer e implementar padrões de qualidade de imagem e verificar a sua manutenção.
- Determinar os valores representativos das doses administradas nos pacientes em decorrência dos exames realizados no serviço e verificar se podem ser reduzidas, levando-se em consideração os níveis de referência de radiodiagnóstico estabelecidos neste Regulamento.
- Verificar a adequação da calibração e das condições de operação dos instrumentos de monitoração e de dosimetria de feixe.
- Averiguar a eficácia do programa de treinamento implementado.

A principal forma de verificar a exposição da radiação sobre IOE é a utilização do dosímetro, posteriormente explicado.

### 2.6.1 Dosímetro

Todo IOE que trabalha com raios-X diagnóstico deve usar, durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada, dosímetro individual de leitura indireta, trocado mensalmente. Somente é dispensado o uso do dosímetro se a carga de trabalho máxima for inferior a 4 mA min /semana.

Os dosímetros individuais destinados a estimar a dose efetiva devem ser utilizados na região do tronco, local onde mais se recebe radiação, e quando utilizar o avental plumbífero, o dosímetro deve ser colocado sobre o avental, aplicando-se um fator de correção de 1/10 para estimar a dose efetiva.

O uso do dosímetro é exclusivo a cada usuário, não sendo tolerado o compartilhamento do mesmo durante a ausência do indivíduo. Os dosímetros individuais devem ser mantidos em local seguro, com temperatura amena, umidade baixa e afastados de fontes de radiação ionizante, junto ao dosímetro padrão, sob a supervisão do SPR [12].

Quando houver a suspeita de exposição acidental, o dosímetro individual deve ser enviado para leitura em caráter de urgência e os titulares devem providenciar a investigação dos casos de doses efetivas mensais superiores a 1,5 mSv. Quando os resultados mensais estiverem acima de 3/10 do limite anual, o comitê de radiologia do hospital devem comunicar à autoridade sanitária local, juntamente com um relatório das providências que foram tomadas.

Outras normas a serem seguidas pelo IOE e fiscalizada pelo comitê são:

- Quando os valores mensais relatados de dose efetiva forem superiores a 100 mSv, os titulares devem providenciar uma investigação especial e, havendo uma provável exposição do usuário do dosímetro, devem submeter o usuário a uma avaliação de dosimetria citogenética.

- para casos de indivíduos que trabalham em mais de um serviço na área radiológica, os titulares de cada estabelecimento devem tomar as medidas necessárias de modo a garantir que a soma das exposições ocupacionais de cada indivíduo não ultrapasse os limites estabelecidos neste Regulamento. Pode-se adotar, entre outras medidas: (i) guias operacionais individuais, considerando a fração das jornadas de trabalho em cada estabelecimento, ou (ii) acerto de cooperação entre os titulares de modo a fornecer/ obter os resultados de monitoração em cada serviço.
- Os dosímetros individuais devem ser obtidos apenas em laboratórios de monitoração individual credenciados pela CNEN.

Para haver um controle sobre a saúde do IOE, este deve estar submetido a um programa de controle de saúde baseado nos princípios gerais de saúde ocupacional, contendo exames periódicos de saúde. Ocorrendo exposição acidental, o titular deve encaminhar o indivíduo para acompanhamento médico e, se necessário, com o aconselhamento de um médico especialista com experiência ou conhecimento específico sobre as consequências e tratamentos de efeitos determinísticos da radiação.[12]

Em uma clínica veterinária normalmente há exposição do acompanhante, pois o paciente necessita de auxílio. A portaria expõe que só é permitida a presença de acompanhantes durante os procedimentos radiológicos quando sua participação for imprescindível para conter, confortar ou ajudar pacientes. Para esse acompanhamento existe um estatuto de comportamento:

- esta atividade deve ser exercida apenas em caráter voluntário e fora do contexto da atividade profissional do acompanhante;
- é proibido a um mesmo indivíduo desenvolver regularmente esta atividade;
- durante as exposições, é obrigatória, aos acompanhantes, a utilização de vestimenta de proteção individual compatível com o tipo de procedimento radiológico e que possua, pelo menos, o equivalente a 0,25 mm de chumbo. O conceito de limite de dose não se aplica para estes acompanhantes, entretanto, as exposições a que forem submetidos devem ser otimizadas com a condição de que a dose efetiva não exceda 5 mSv durante o procedimento.

### 2.6.2 Requisitos específicos para radiodiagnóstico médico

Aos requisitos gerais aplicáveis ao serviço de radiodiagnóstico, o médico deve obedecer às exigências dispostas nesse capítulo. Primeiramente sobre os ambientes e suas regras, o projeto físico do estabelecimento deve estar em conformidade com a Portaria 1884 de 11/11/94 do Ministério da Saúde [13] ou a que vier a substituí-la. As salas de raios-X devem dispor de paredes, piso, teto e portas com blindagem que proporcionem proteção

radiológica às áreas adjacentes, de acordo com os requisitos de otimização, observando-se os níveis de restrição de dose.

Na blindagem da sala, deve-se observar que estas devem ser contínuas e sem falhas; quando as paredes ultrapassarem 210 cm do piso, a blindagem pode ser reduzida. Quando utilizado chumbo para revestimento, deve sempre ter outro material para cobri-lo visando um melhor acabamento. Toda cabine de comando deve ter suas dimensões e blindagem que proporcionem atenuação suficiente para garantir a proteção do operador. Deve-se observar ainda os seguintes requisitos:

- a cabine deve permitir ao operador, na posição de disparo, eficaz comunicação e observação visual do paciente mediante um sistema de observação eletrônico (televisão) ou visor apropriado com, pelo menos, a mesma atenuação calculada para a cabine;
- quando o comando estiver dentro da sala de raios-X, é permitido que a cabine seja aberta ou que seja utilizado um biombo fixado permanentemente no piso e com altura mínima de 210 cm, desde que a área de comando não seja atingida diretamente pelo feixe espalhado pelo paciente;
- a cabine deve estar posicionada de modo que, durante as exposições, nenhum indivíduo possa entrar na sala sem ser notado pelo operador;
- deve haver um sistema de reserva ou sistema alternativo para falha eletrônica, no caso de sistema de observação eletrônico.

Todas as salas de raio-X devem conter uma sinalização visível na face exterior das portas de acesso, contendo o símbolo internacional da radiação ionizante acompanhado das inscrições: "raios-X, entrada restrita" ou "raios-X, entrada proibida a pessoas não autorizadas". O sistema de advertência de radiação via sinalizadores luminosos deve seguir as seguintes regras :

- Sinalização luminosa vermelha acima da face externa da porta de acesso, acompanhada do seguinte aviso de advertência: "Quando a luz vermelha estiver acesa, a entrada é proibida".
- A sinalização luminosa deve ser acionada durante os procedimentos radiológicos indicando que o gerador está ligado e que pode haver exposição. Alternativamente, pode ser adotado um sistema de acionamento automático da sinalização luminosa, diretamente conectado ao mecanismo de disparo dos raios-X.

Outros sinalizadores devem ser dispostos num quadro em local visível com as seguintes orientações de proteção radiológica:

- "Não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o exame radiológico, salvo quando estritamente necessário e autorizado";
- "Acompanhante, quando houver necessidade de contenção de paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera para sua proteção".

Outro quadro deve estar no interior da sala com um campo de visão do paciente.

- Aviso: "Nesta sala somente pode permanecer um paciente de cada vez".

Juntamente com o painel de controle de cada equipamento de raios-X deve ser mantido um protocolo de técnicas radiográficas (tabela de exposição) especificando, para cada exame realizado no equipamento, as seguintes informações:

- Tipo de exame (espessuras e partes anatômicas do paciente) e respectivos fatores de técnica radiográfica.
- Quando aplicável, parâmetros para o controle automático de exposição.
- Tamanho e tipo da combinação tela-filme.
- Distância foco-filme.
- Tipo e posicionamento da blindagem a ser usada no paciente.
- Quando determinado pela autoridade sanitária local, restrições de operação do equipamento e procedimentos de segurança.

Disposto na sala de radiologia deve ter somente o equipamento de raios-X e acessórios indispensáveis para os procedimentos radiológicos a que destina, sendo vetada a instalação de duas máquinas de raio-X na mesma sala.

Para uma imagem de qualidade deve sempre manter os filmes radiográficos em posição vertical, afastados de fontes de radiação, em condições de temperatura e umidade compatíveis com as especificações do fabricante.

Relatado sobre o ambiente da sala de radiodiagnóstico, daremos sequência sobre os procedimentos de trabalho, afim de produzir uma dose mínima ao paciente, com uma qualidade aceitável da imagem. Os médicos, os técnicos e demais membros da equipe de radiodiagnóstico devem selecionar e combinar adequadamente os parâmetros abaixo discriminados:

- A região do corpo a ser examinada e o número de exposições por exame .
- O tipo de receptor de imagem.
- Grade anti-difusora apropriada, quando aplicável.

- Colimação apropriada do feixe primário, para minimizar o volume de tecido irradiado e melhorar a qualidade da imagem.
- Valores apropriados dos parâmetros operacionais ( kVp, mA e tempo ou mAs).
- Técnicas apropriadas para registrar imagem em exames dinâmicos.

Neste contexto de proteção no momento da utilização da sala de raio-X somente é permitida permanência na sala o paciente a ser examinado e a equipe necessária ao procedimento médico ou treinando. Todos que se fizerem presente devem posicionar-se de tal forma que nenhuma parte do corpo, incluindo extremidades, seja atingida pelo feixe primário sem estar protegida por 0,5 mm equivalente de chumbo, além de se protegerem da radiação espalhada por vestimenta ou barreiras protetoras com atenuação não inferior a 0,25 mm equivalentes de chumbo.

De acordo com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 o feixe de raios-X deve ser cuidadosamente posicionado no paciente e alinhado em relação ao receptor de imagem. O feixe útil deve ser limitado à menor área possível e consistente com os objetivos do exame radiológico com isso, o campo deve ser no máximo do tamanho do receptor de imagem, o tamanho do filme/cassete deve ser o menor possível, consistente com o tamanho do objeto de estudo.

Na Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária Universitária (SUHVU) são utilizados chassis radiográficos. O receptor de imagem recebe os raios-X transmitidos pelo paciente e pela grade e os utilizam para formar a imagem da estrutura radiografada. Esse receptor nunca devem ser seguros com as mãos durante a exposição. Quando não utilizadas as vestimentas plumbíferas, estas não devem ser dobradas e sim ser mantidas de forma a preservar sua integridade, sobre superfície horizontal ou em suporte apropriado.

Todo equipamento de raios-X diagnóstico deve ser mantido em condições adequadas de funcionamento e submetido regularmente a verificações de desempenho. Uma atenção particular deve ser dada aos equipamentos antigos. Qualquer deterioração na qualidade das radiografias deve ser imediatamente investigada e o problema corrigido.

Este controle de qualidade está previsto para garantir a qualidade do serviço, o qual está dividido em testes bianuais, anuais, semestrais e semanais. Para cada período bem definido na Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, devem ser realizados testes relevantes sempre que houverem indícios de problemas ou quando houver mudanças, reparos ou ajustes no equipamento de raios-X. As imagens devem ser arquivadas e mantidas à disposição da autoridade sanitária local.

### 3 Metodologia

Foram investigados, no segundo semestre de 2018, os serviços de radiodiagnóstico convencional de uma unidade veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul, instalada na cidade de Realeza-PR. A SUHVU possui atendimento especializado em animais de pequeno e grande porte. Seu quadro funcional é de 28 profissionais, sendo 14 professores doutores, 10 profissionais de nível superior, entre os quais um médico com formação especializada em radiologia, e conta com uma técnica na área de radiologia. Este SUHVU é uma unidade de auxílio às atividades de ensino, pesquisa e extensão do *campus* Realeza-PR, especialmente, aquelas ligadas à saúde animal, onde se desenvolvem programas de residência médica nas áreas de anatomia veterinária, anestesiologia veterinária, biotério, clínica médica de pequenos animais, clínica cirúrgica de pequenos animais, clínica e cirurgia de grandes animais, diagnóstico por imagem veterinária, doenças infecciosas veterinárias, doenças parasitárias veterinárias, patologia veterinária, reprodução animal e reprodução animal.

Nessa instituição, a média mensal de exames de raio-X é de 60 pacientes, e em 2017/2018 foram realizados cerca de 1.367 exames convencionais por raios-X. A clínica de radioimagem iniciou seu funcionamento em 2015, onde já realizou mais de 2.000 exames.

#### 3.1 Análise da blindagem das paredes

Inicialmente foram localizados os projetos de blindagem e cálculos de blindagem juntamente com o engenheiro do *campus* da UFFS de Realeza-PR, o qual disponibilizou os documentos conforme os anexos A,B F,G,H e I.

O SUHVU disponibilizou a conclusão do projeto de blindagem da sala de radiologia disponível no anexo A, apresentando duas relações para composição das paredes, sendo a primeira relação com alvenaria e chumbo e a segunda com argamassa baritada e chumbo, cujas as conversões apresentadas são 10 cm de alvenaria igual 0,8 mm de chumbo e 1,0 cm de argamassa baritada igual 1,0 mm de chumbo, respectivamente. Com essas duas relações foram calculadas as espessuras das paredes (P) da sala de radiodiagnóstico, que para fins de atenuação dos raios-X sugeriu-se a construção com paredes de tijolos, juntamente com a utilização de argamassa baritada de densidade de  $2,8 \text{ g/cm}^3$ , conforme Anexo A e a Figura 5.

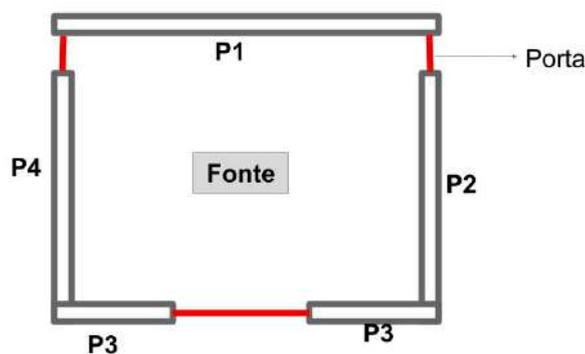


Figura 5: Localização das paredes

Cada uma das paredes P1, P2, P3 e P4 tinham uma quantidade de argamassa baritada, especificada pela conclusão do projeto de blindagem.

O próximo passo foi verificar experimentalmente a distância da radiação espalhada às paredes com a medição de protótipos de blindagem de forma a confirmar as normas de proteção radiológica.

Para isto foram construídas mini paredes de argamassa baritada do tamanho do foco primário do raio-X. A argamassa encontrada no mercado apresentou uma densidade diferente da qual foi aplicada no local. Esta argamassa apresentava  $0,4 \text{ kg/cm}^3$  a mais da que foi utilizada na sala de radiodiagnóstico analisado e de acordo com os dados da Tabela 3 as mini paredes foram construídas.

Tabela 3: Atenuação da Argamassa baritada

Paredes (cm)	$2,8 \text{ kg/cm}^3$	$3,2 \text{ kg/cm}^3$
P1	1,5	1,31
P2	1,0	0,87
P3	1,5	1,31
P4	1,0	0,87

Na Tabela 3, são apresentados os valores das espessuras relacionadas com suas densidades. Na coluna 2 são apresentados os valores de espessura da argamassa utilizada nas paredes da sala de radiologia que possui densidade real de  $2,8 \text{ kg/cm}^3$ . Já na coluna 3 são apresentados os valores de espessura das mini paredes, cuja argamassa utilizada possui densidade de  $3,2 \text{ kg/cm}^3$ . Tal diferença entre as densidades explica a diferença de espessura das paredes mostrada na tabela 3.

Na figura 6 temos alguns passos da construção da mini parede. Na imagem 1 temos a pesagem da quantidade de argamassa baritada, na imagem 2 está o processo de cura da argamassa baritada formando a mini parede e na imagem 3, a mini parede sobre o chassi com os 4 corpos de prova, mostrando que a lateral da mini parede está sobre o centro do

foco do raio-X.



Figura 6: Construção mini parede e utilização da mesma.

Na conclusão do engenheiro responsável pela construção da sala de radiologia as paredes P1 e P3 deveriam ter 1,5 cm de argamassa baritada e as outras duas paredes P2 e P4 com 1 cm. Nossa estratégia seria construir uma mini parede para cada espessura com 1, 1,3 1,5 e 2 cm. Para isso foram construídas paredes para simular essas mesmas espessuras com a argamassa baritada de maior densidade, as quais apresentaram as seguintes medidas 0,87, 1,13 1,30 e 1,74 cm.

O aparato experimental foi montado inicialmente colocando o chassi radiográfico sobre o foco do raio-X. Posteriormente posicionou-se a parede sobre o chassi e, inicialmente iríamos utilizar 100 kVA e 150kVA, pois a medida com 100 kVA é a utilizada como base de dados para os cálculos de blindagem. A segunda medida é a energia máxima que o equipamento poderia fornecer, porém não foi possível pois o limite da máquina foi somente de 122 kVA, por esse motivo foi a escolhida a energia máxima de 120 kVA. Na sala de radiodiagnóstico são utilizados uma faixa menor de energia entre 40 e 70 kVA.

Com esses parâmetros definidos, posicionou-se o chassi com a mini parede em cima, para medição, iniciando com a espessura equivalente à parede P2 e a P4, nesta primeira medida a mini parede estava a 32 cm do foco do raio-X. Sobre a mini parede também foram posicionados conjuntamente os 4 corpos de testes com densidades diferentes, sendo uma moeda, um frasco com água e outro com ar e por ultimo um pequeno osso. Disparou-se o feixe de raio-X uma vez, e posteriormente com o chassi na impressora observou-se a imagem no computador. Se algum traço de algum dos objetos aparecerem na imagem, o foco central era afastado de aproximadamente 30 cm de cada medida, como se pode observar na tabela 4 :

Tabela 4: Configuração experimental

Distância M (cm)	Distância foco (cm)	100 kVA	120 KVA
41	32	Figura 8	Figura 12
71	62	Figura 9	Figura 13
104	94,5	Figura 10	Figura 14

A distância M foi medida entre o centro do foco até a moeda. A distância do foco é a medida entre o centro do foco raio-X primário com a extremidade das mini paredes, como podemos observar na Figura 7.

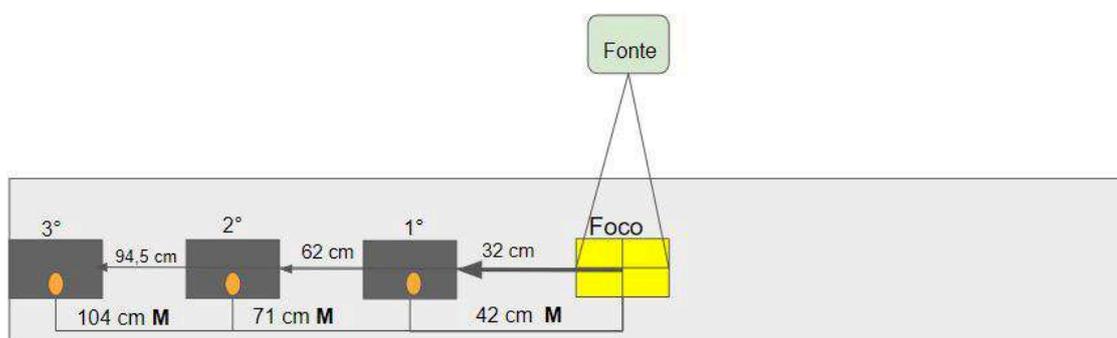


Figura 7: Esquema do experimento

Antes de trocarmos as energias no aparelho de raio-X, foi feita uma medida sem a mini parede, com a distancia M igual a 104 cm. Estes resultados estão dispostos na figura 10 para 100 kVA e a figura 15 para 120 kVA.

### 3.2 Análise das normas de proteção radiológica

Para análise qualitativa dos dados, primeiramente foram analisadas as leis em vigor, principalmente a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998. Foram realizadas comparações entre os dados encontrados nas visitas ao setor de radiologia da SUHVU juntamente com a legislação consultada. Os trabalhadores que se dispunham à colaborar com este projeto foram esclarecidos sobre a pesquisa e seu propósito, e o trabalho foi pelo diretor titular da instituição hospitalar autorizado.

Nesta avaliação foi analisado o questionário de Pacheco (2009), o qual realizou a pesquisa em dois hospitais sobre avaliação dos serviços de radiodiagnóstico convencional de dois hospitais da rede pública estadual de Rio Branco Acre, com os dados sobre proteção radiológica do SUHVU. Tais questionários estão disposto nos Anexo C, e no D.

Esta pesquisa baseou-se no serviço de radiodiagnóstico, de acordo com os temas: formação profissional, jornada de trabalho, rotina e tempo de experiência dos técnicos e auxiliares, formação continuada, documentação dos serviços, estrutura física do serviço como um todo, salas para exames radiográficos, equipamentos de proteção individual,

equipamentos convencionais de raios-X, salas de laudos e protocolos dos serviços. Nessa avaliação foram observados os critérios estabelecidos pela atual legislação brasileira [3].

Assim como Pacheco (2009) foram analisados todos os itens citados, como será mostrado posteriormente. A análise comparativa está dividida em dois aspectos nas condições da sala de raio-X e entre a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 e a unidade de saúde.

### **3.3 Relatórios de dose**

Os relatórios de dose dos dosímetros também foram solicitados à administração do SUHVU para posterior análise, sendo que estes documentos apresentam-se nos anexos F,G,H e I. Serão comparados o relatório juntamente com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, e com o capítulo 2.6.1 deste documento.

## 4 Resultados

Como a metodologia está dividida em três etapas: Análise da blindagem das paredes, análise das normas de proteção radiológica e por fim os relatórios de dose, os resultados serão apresentados nesta mesma sequência.

### 4.1 Análise da blindagem das paredes

Foram construídas quatro mini paredes medindo 1,0; 1,3; 1,5 e 2,0 cm de espessura. Logo na primeira tomada de dados com a parede, que representava a menor espessura, já obtivemos resultado esperado. NA figura 08 está apresentada a imagem para a mini parede de 1 cm de espessura de argamassa baritada. A fonte de raio-X ficou a 82 cm de distância vertical e foi utilizado a distância até a lateral da mini parede de 32 cm e 41 cm até o centro da moeda.

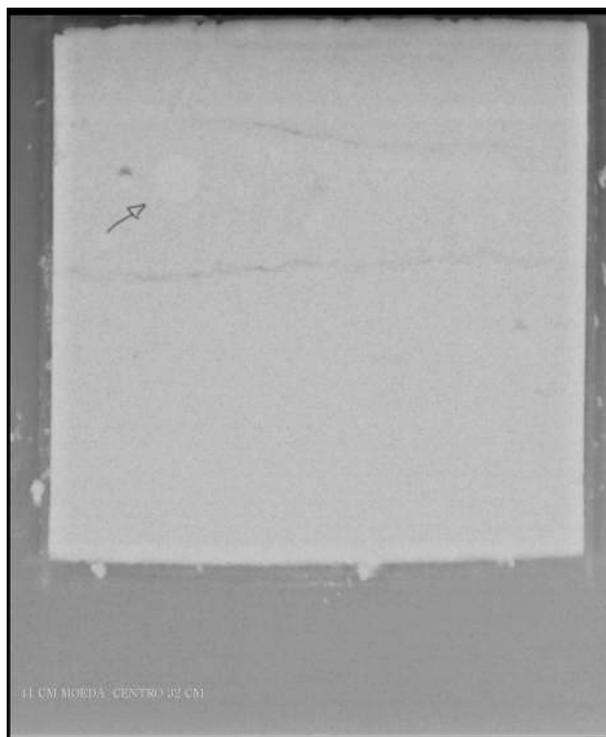


Figura 8: Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 41 cm do foco.

A moeda foi tomada como referência, pois é o objeto que mais sensibilizava o aparato experimental. Para a segunda medida tínhamos a distância de 71 cm para a moeda e a distância do foco até a lateral da mini parede de 62 cm, a qual a imagem está apresentada na Figura 9.

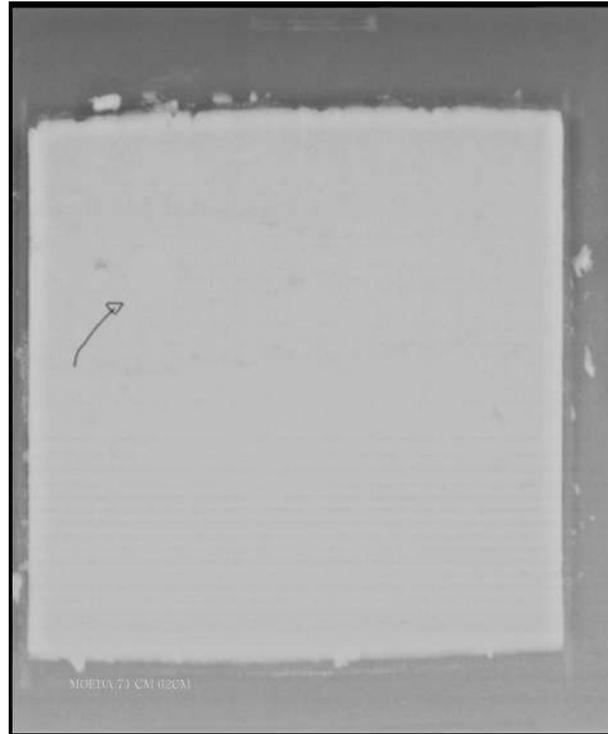


Figura 9: Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 71 cm do foco.

Posteriormente foi deslocado o aparato com a distância da moeda e o centro do foco para 104 cm e a distância entre o foco e o início da mini parede para 94,5 cm, como pode ser visualizado na Figura 10. Para esta medição, não se observou mais a moeda à 104 cm do centro do foco.

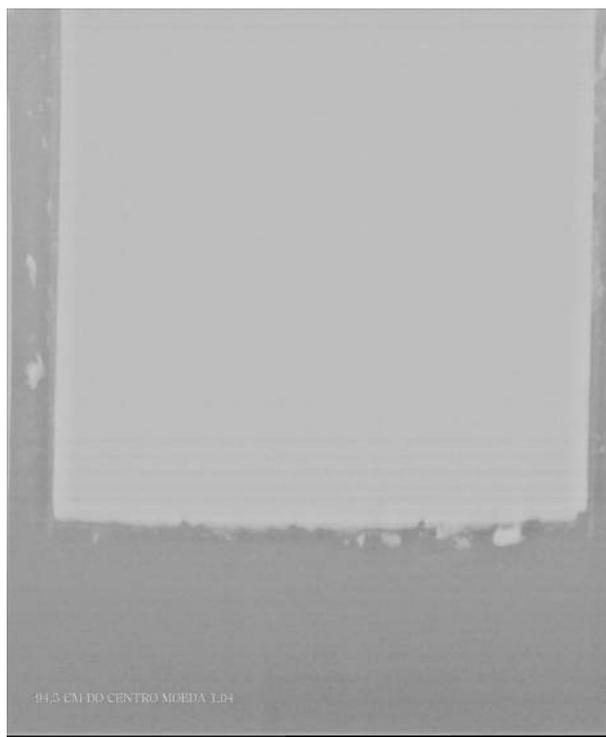


Figura 10: Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 100 kVA, moeda localizada a 104 cm do foco.

A figura 11 foi elaborada sem a mini parede, como amostra padrão, para comprovação que a 104 cm existe radiação espalhada.



Figura 11: Medição com energia de 100 kVA, sem a presença de mini-parede.

Como podemos observar na figura 11 que podemos localizar os 4 corpos, já na figura 10 esta imagem foi feita com as mesmas distâncias com a mini parede entre os corpos e o chassi, a qual não apresentou nenhum corpo na imagem. Como esses primeiros dados, utilizamos a mini parede que correspondia a 1 cm de argamassa, as quais mostraram que as medições da simulação das blindagens para as paredes P2 e P4 são suficientes para assegurar a proteção às pessoas do lado externo da sala, em virtude do não aparecimento das imagens dos corpos de prova.

O mesmo procedimento foi repetido para energia de 120 kVA, seguindo a mesma ordem, dispostas nas imagens à seguir.

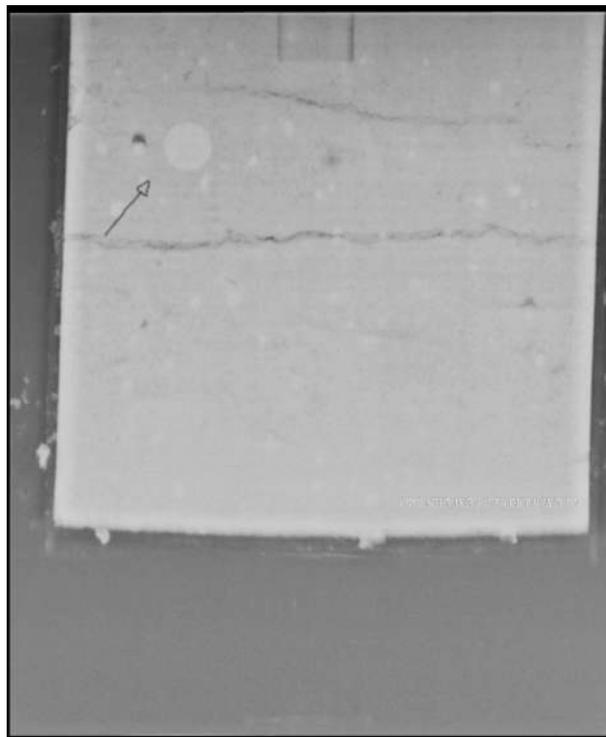


Figura 12: Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 120 kVA, moeda localizada a 41 cm do foco.

A medição para a mini parede de 1,0 cm de espessura, com energia de 120 kVA, está mostrada na Figura 12, para distância da moeda até o foco de 41 cm e no início da parede a 32 cm. A Figura 13 mostra um procedimento similar, mas para medições com distâncias diferentes, tendo a moeda 71 cm do foco e o início da mini parede a 62 cm.

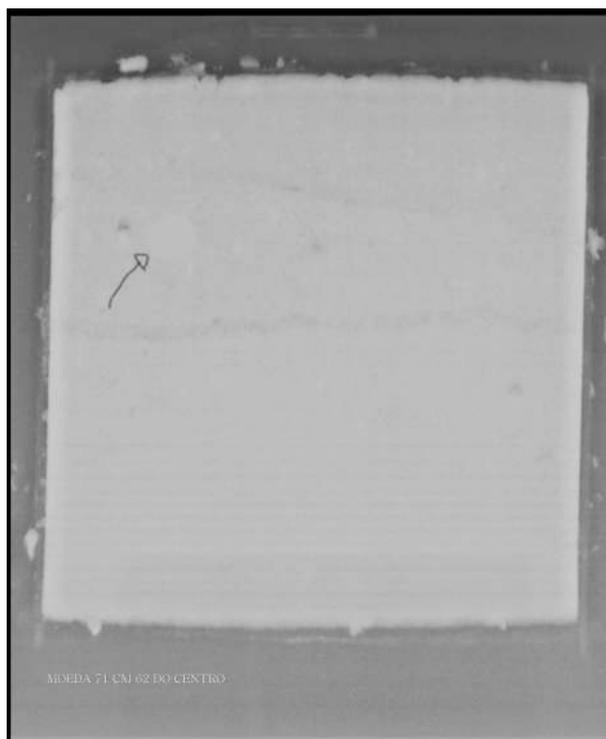


Figura 13: Medida de espalhamento de radiação com raio-X de 120 kVA, moeda localizada a 71 cm do foco.

Na Figura 14 a moeda estava localizada a 94,5 cm do centro do foco do aparelho. Como podemos observar não encontramos mais a presença da moeda na imagem.



Figura 14: Medida com energia de 120 kVA

Como na primeira tomada de dados, onde foram realizadas três medições para 100 kVA e por último uma medida padrão para esta energia sem a presença da mini parede, ou seja, de blindagem, o mesmo procedimento foi realizado para a energia de 120 kVA. A Figura 15 mostra a medição sem as mini paredes, onde pode-se visualizar os corpos de prova, para a energia de 120 kVA.



Figura 15: Primeira medida com energia de 120 kVA

Verificou-se que para ambas energias aplicadas, de 100 e 120 kVA, obteve-se o mesmo comportamento para a atenuação da radiação. Isto se verifica quando comparamos a visualização da imagem da moeda, que tende a esmaecer com o aumento da distância. Tal comportamento é menos atenuado para a maior energia, como era de se esperar.

## 4.2 Análise das normas de radioproteção

Nesta análise do Anexo C, onde foi proposto um check-list comparando a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 com o setor de radiodiagnóstico da SUHVU. Neste momento foram comparadas algumas informações como, fluxo de pessoas na sala de radiodiagnóstico, se possui supervisor de proteção radiológica, se possui comitê de proteção radiológica, a rotina de exames, se existe um controle dos exames realizados, se existem documentos dos procedimentos de rotina de trabalho, entre outros. Nesta análise, o quadro de perguntas resultou em uma porcentagem de 80% de aproveitamento ou seja, a sala radiodiagnóstico esta em concordância na sua maioria com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 como apresentado na figura 16.



;

Figura 16: Gráfico comparativo entre a sala de radiologia analisada e a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998.

A Figura 17 expressa o percentual de aprovação quanto às normas de proteção radiológica do setor analisado neste trabalho e compara com dados da literatura. Pacheco (2009) compara os dados obtidos para o mesmo questionário para duas clínicas, onde obteve resultados bastantes discordantes quando comparados às normas de proteção radiológica estabelecidas pela ANVISA. Nesta referência obteve um grande percentual de desacordo, com resultados de 87% para um dos hospitais analisados e 80% para o outro, quando comparados à Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998.

Na segunda análise foram avaliadas as condições de higiene, limpeza e a manutenção da sala de raios X, a qual apresentou um percentual de 84% de concordância com o esperado pela referida Portaria, seu resultado está disposto na Figura 17.

Pacheco (2009) relata que os diferentes hospitais investigados em sua pesquisa apresentaram níveis de satisfação abaixo de 7%, bem diferente do caso analisado no presente trabalho.



;

Figura 17: Gráfico comparativo sala raio-X e a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998

Na figura 17 está disposto os resultados do Anexo D que avaliou as sinalizações da sala de radiodiagnostico conforme Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 no item 3.41 3.9 e a 5.4

### 4.3 Relatórios de dose

De acordo com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 os trabalhadores devem utilizar um dosímetro pessoal e intransferível, o qual deve seguir os itens 3.29, 3.47, 3.51, 3.55 e 3.60 da referida portaria. Pelas análises dos relatórios dos dosímetros, os mesmos não foram verificados nos meses de janeiro e maio de 2018, como pode ser visto no Anexo H. A figura 18 mostra a imagem de um dosímetro utilizado na sala de radiologia analisada.



Figura 18: imagem do dosímetro

De acordo com a imagem do dosímetro, obtida no dia 06/11/2018, nos demonstra desacordo com a Portaria SVS/MS n<sup>o</sup> 453, conforme os itens citados acima. por esse motivo não se tem dados para esses meses no relatório de dose.

## 5 Conclusão

Aqui serão apresentadas as principais observações seguindo a sequência da metodologia e resultados dos três eixos principais e por último as considerações finais.

No primeiro eixo sobre a análise da blindagem, temos que a partir das medições das mini paredes, construídas para simular a blindagem real das paredes da sala de radiologia, verificou-se que a menor espessura da argamassa baritada, de 1 cm, já foi o suficiente para atenuar a radiação incidente. De acordo com este aparato experimental, concluímos que se as paredes estivessem situadas à fonte a 104 cm com 1 cm de argamassa baritada, não teríamos mais radiação escapando da sala. Na realidade, esse número se reduz pois a parede é construída com tijolos e cimento e nesse caso só foi utilizado a barreira de argamassa baritada, a qual está sobre a estrutura da parede.

Quando comparamos o Anexo A com o Anexo B, verifica-se uma incoerência entre os projetos quanto aos valores apresentados para a parede P3. No Anexo B que mostra a planta baixa da sala de radiologia, a parede aparece com 1 cm de argamassa baritada, enquanto que no Anexo A, que mostra a conclusão do projeto de blindagem, essa espessura é de 1,5 cm. Por este motivo não se pode afirmar qual a quantidade de argamassa baritada que foi utilizada na P3. De qualquer forma as medições comprovaram a segurança dos indivíduos que se encontram fora da sala de radiodiagnóstico. A planilha de cálculo de blindagem, que deve fazer parte do RPAS não foi encontrado no setor de engenharia do campus.

Para o segundo eixo do trabalho foi realizada a comparação da Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998 com a sala de radiodiagnóstico, especificamente quanto as normas de proteção radiológica. Este eixo está subdividido em dois blocos, o Anexo C e o Anexo D. Verificou-se que para o primeiro bloco de perguntas presente no Anexo C, sobre a manutenção periódica da sala de radiologia, se teria um percentual de aprovação de 87% e não de 80%, sendo que o desacordo cairia para 13%. No segundo caso, mostrado no Anexo D, se houvesse manutenção na sala de radiodiagnóstico demonstraria 97% de conformidade com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998. Tal fato corrobora sobre a importância da manutenção periódica da sala de radiodiagnóstico, seguindo os itens 3.25, 3.28 e 3.55 da portaria referida.

Observou-se também que o aviso de advertência, sobre a luz vermelha que deve estar acima da porta de entrada da sala de radiologia, a qual deve estar acesa indicando a proibição de entrada de pessoas não autorizadas, não estava funcionando. Após várias visitas verificou-se que a mesma estava funcionando, pois seu acionamento é manual. A Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, quando trata da sinalização luminosa mostra como alternativa que o sinal seja automatizado. Uma estratégia seria integrar o acionamento da lâmpada ao equipamento de raio-X. Outra recomendação é a realização do protocolo de técnicas radiográficas (tabela de exposição) pois esta não está presente

na sala de radiodiagnóstico.

No terceiro eixo foram analisados os relatórios dos dosímetros referente aos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. Os três primeiros anos não apresentaram doses significativas acumuladas nos IOE, e houve coleta mensalmente dos dosímetros. No ano de 2018 Anexo I, o relatório apresenta problemas pois a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998, orienta que os dosímetros deveriam ser renovados mensalmente, e observou-se que em janeiro e maio o relatório não apresenta os referidos valores de dose. Na última visita no início de novembro 2018 verificou-se que os dosímetros utilizados ainda eram do mês de setembro, indicando o desacordo com a Portaria SVS/MS n 453, de 1 de junho de 1998.

Quanto a técnica de radiologia, que utiliza o referido dosímetro, apresentou até o presente momento 0,4 mSv para o ano de 2018, o que está dentro da portaria referida. Por outro lado, foi a primeira vez que os relatórios de dose apresentaram radiação sobre algum IOE neste setor analisado.

Para melhor adequação perante as normas de proteção radiológica do setor de radiodiagnóstico da SUHVU, esta requer a formação de um comitê de proteção radiológica, conforme estabelecido na Portaria 453/1998 da Anvisa e a implementação de um programa de qualidade na instituição, que inclua a rotina de manutenção preventiva dos equipamentos, principalmente dos dosímetros e da máquina de raio-X. Este comitê poderia investigar os motivos da dose no IOE apresentado para o mês março de 2018. Outra medida que poderia se tomar sobre os estudantes que praticam atividade no SUHVU e tenham contado com a sala de raio-X, que os mesmos deveriam usar um dosímetro pessoal. Deve-se lembrar que as regras seguidas pela área de radiologia do SUHVU são superestimadas das clínicas de raio-X convencionais para humanos, por falta de normas específicas.

Como considerações finais, podemos destacar a qualidade da sala de radiodiagnóstico da SUHVU do *campus* de Realeza-PR, principalmente quando comparado com a literatura citada no trabalho.

Todas as análises para blindagens foram apresentadas de forma qualitativa. Serão melhores resultados quantitativos poderiam ser realizados num trabalho futuro com a aquisição de um contador Geiger Muller, por exemplo.

## Referências

- [1] WALTER OLESCHKO ARRUDA, ILHELM CONRAD RÖNTGEN 100 ANOS DA DESCOBERTA DO RAIOS-X. (1996).
- [2] BIRAL, A. R. Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos. Florianópolis: Ed. Insular Ltda., 2002.
- [3] PACHECO, José Geraldo; SANTOS, Marcelo Benício dos; TAVARES-NETO, José. Avaliação dos serviços de radiodiagnóstico convencional de dois hospitais da rede pública estadual de Rio Branco, Acre. 2007.
- [4] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;
- [5] BOFF, Djhonatan et al. Aparelho de radiografia odontológico: funcionamento e formação de raios-X. Ação Odonto, n. 2, 2018.
- [6] SCHEIBEL V. Determinação das Doses Efetivas por Ingestão de Farinhas de Cereais através da Espectrometria de Raios Gama (tese de doutorado). Universidade Estadual de Londrina, 2006.
- [7] ICRP Publication 60. Pergamon Press, Oxford. 1991.
- [8] BRASIL. Resolução CNEN N° 166 DE 16/04/2014
- [9] CNEN (2014). Licenciamento de Instalações Radiativas. CNEN NE- 6.02.
- [10] BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer-INCA. Blindagem em radioterapia: técnica e normas. Rio de Janeiro: INCA, 2000.
- [11] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes Básicas de Radioproteção. CNEN-NN-3.01. (2014).
- [12] Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria MS/SVS n° 453, de 1° de junho de 1998. Brasília: Diário Oficial da União, 2/6/1998.
- [13] Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência a Saúde. Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistências e saúde. Serie: Saúde e Tecnologia. Brasília; 1994.
- [14] COSTA, Paulo Roberto et al. Modelo para determinação de espessuras de barreiras protetoras em salas para radiologia diagnóstica. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 1999.

- [15] DE LIMA, João José Pedroso. Técnicas de diagnóstico com raios-X: aspectos físicos e biofísicos, 2ª Edição. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2009.
- [16] ICRP - International Commission on Radiological Protection – 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.
- [17] TAUHATA, L., SALATI I. P. A., PRINZIO R.Di e Prinzio, M. A. R. R.Di. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos. Rio de Janeiro – IRD/CNEN, 2003.
- [18] ALPHA SERVICES, **HISTÓRIA RADIOPROTEÇÃO**. Disponível em: <<http://alphaservices.com.br/hello-world/>>. Acesso em: 20 nov. 2018

## 6 ANEXO A: Conclusão do Projeto de Blindagem

### CONCLUSÃO:

Consideramos nas equivalências das barreiras protetoras a atenuação proporcionada pelas paredes de alvenaria, lages e colunas, segundo a seguinte relação:

**10 cm de alvenaria = 0,8 mm de chumbo**

Informamos que o uso de argamassa baritada com densidade igual a **2,8 g/cm<sup>3</sup>** possui a seguinte equivalência ao chumbo para feixes de radiação de **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).**

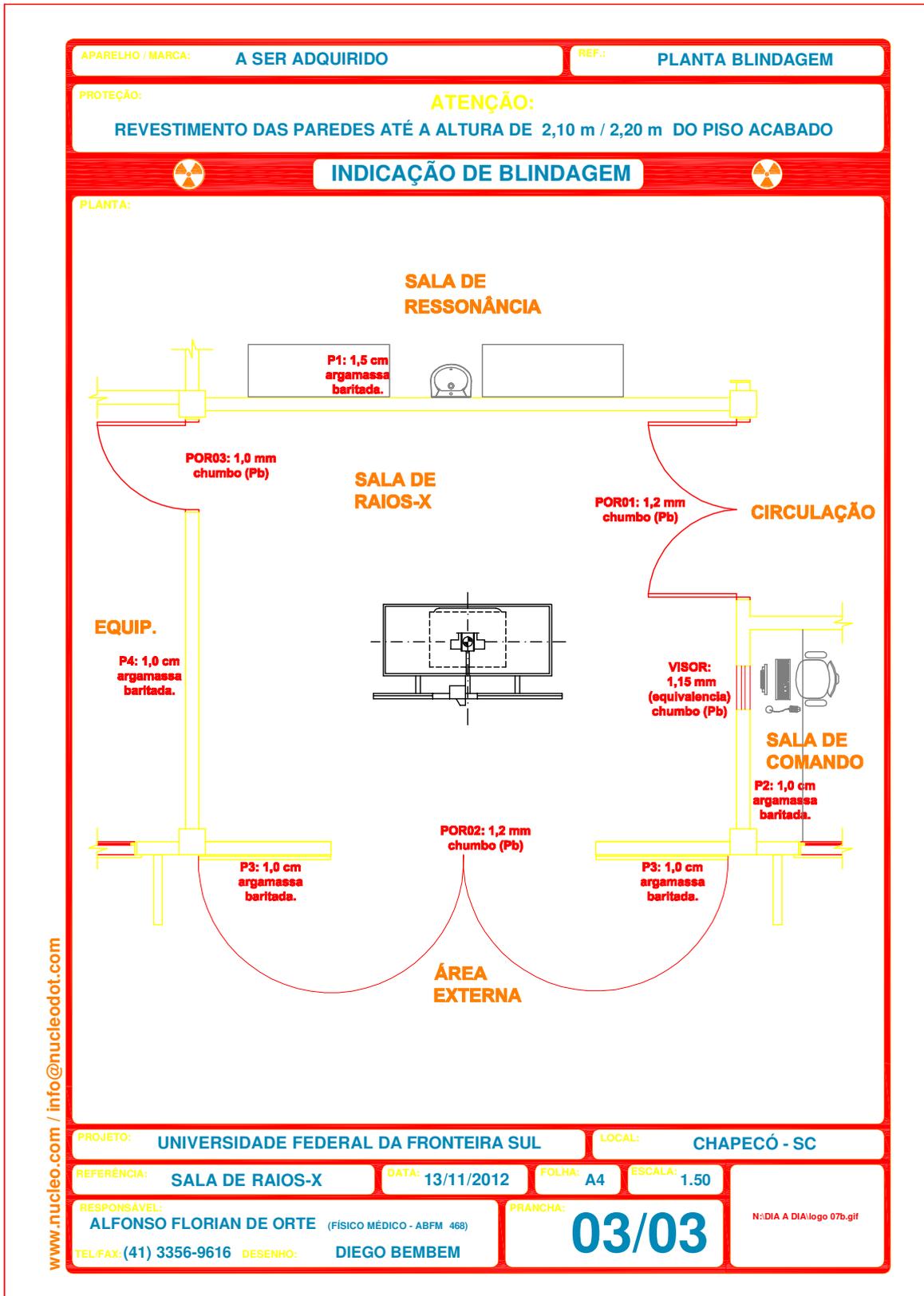
Para execução das barreiras protetoras pode-se utilizar ou chumbo ou argamassa baritada.

### SALA DE RAIOS X

Opção de blindagem com argamassa baritada e Pb (chumbo).

- Parede P1** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada ou com 1,40 mm de Pb (chumbo).
- Parede P2** Blindar com 1,0 cm de argamassa baritada ou com 1,00 mm de Pb (chumbo).
- Parede P3** Blindar com 1,5 cm de argamassa baritada ou com 1,40 mm de Pb (chumbo).
- Parede P4** Blindar com 1,0 cm de argamassa baritada ou com 1,00 mm de Pb (chumbo).
- Porta 01** Blindar com 1,20 mm de Pb (chumbo).
- Porta 02** Blindar com 1,00 mm de Pb (chumbo).
- Visor** Blindar com 1,15 mm de equivalência em Pb (chumbo).

7 ANEXO B: Planta baixa da sala de raio X



## 8 ANEXO C: check-list

Avaliação das condições de proteção radiológica de dois serviços de radiologia de duas instituições em Rio Branco, AC

Perguntas	Sim	Não
1. Possui supervisor de proteção radiológica		
2. Possui responsável técnico		
3. Possui comitê de proteção radiológica		
4. Possui o cálculo das blindagens das instalações radiológicas realizado por especialista devidamente credenciado		
5. O setor possui alvará de funcionamento para o serviço de radiodiagnóstico, emitido pela Visa-Paraná		
6. O projeto básico de arquitetura das instalações foi aprovado, sob os aspectos de proteção radiológica, pela Visa-Pr		
7. Disponibiliza dosímetros individuais aos trabalhadores do setor de radiodiagnóstico		
8. Os dados de monitoração individual dos funcionários ocupacionalmente expostos encontram-se assentados e atualizados		
9. A circulação do público é restrita às áreas livres		
10. Existe exemplar da Portaria SVS/MS nº 453/1998 disponível no setor		
11. Os exames radiológicos são assentados em livro próprio, com data de realização e identificação cadastral do paciente		
12. A indicação clínica do exame consta nos registros		
13. Os corredores permitem a correta circulação de pessoal e macas		
14. Existe documentação dos procedimentos de rotina de trabalho, incluindo os procedimentos de proteção radiológica		
15. Já passou por inspeções radiológicas da Visa-Pr		

## 9 ANEXO D: condições da sala de raio-X

Condições das salas de raios-X e dos aparelhos de radiodiagnóstico estudadas em Rio Branco,

PERGUNTAS	SIM	NÃO
1. As salas de raios-X apresentam-se em boas condições de higiene e limpeza		
2. A instalações elétricas das salas estão em boas condições de conservação e funcionamento		
3. A instalações hidráulicas das salas estão em boas condições de conservação e funcionamento		
4. As portas, quando fechadas, permitem o perfeito isolamento das salas		
5. O Bucky mural está em boas condições		
6. A localização da cabine de comando permite a observação da porta de acesso à sala		
7. O sistema de localização luminosa abre simetricamente e a intensidade de luz é suficiente para visualizar o campo		
8. Existe o aviso de advertência “Quando a luz vermelha estiver acesa, a entrada é proibid		
9. Existe junto ao painel de comando do equipamento o protocolo de técnicas radiográficas (tabela de exposição)		
10. Existe programa de controle de qualidade e manutenção preventiva para assegurar que o equipamento está de acordo com as especificações de desempenho		
11. Realiza teste de reavaliação de desempenho após a manutenção dos equipamentos		
12. Existem protetores de gônadas e tireóide para os pacientes		
13. Existem aventais plumbíferos em numero suficiente		
14. A câmara escura possui boa vedação contra entrada de luz natural		
15. Existe controle de qualidade da água utilizada na processadora		

## 10 ANEXO F: Relato dosímetro de 2015

	<p>SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ACESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLOGICA LTDA          Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felícia - São Carlos - SP - CEP: 13562-900          CNPJ: 50.429.810/0001-36 - SAC: 0800 55 3567 - Fone: (16) 3362-2700          Fax: (16) 3372-1324 - Email: sapra@sapra.com.br - Site: www.sapra.com.br</p>
---	--

## RELATÓRIO DE DOSES ACUMULADAS NO ANO DE 2015

Impresso em: 09/11/2018

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL-UFFS Setor: RAIOS X-UNID DE MED VETERINARIA

Cód.	Nome	Tipo de monitor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Nro. meses	Dose (mSv)
001	EMANUEL CAON	28								ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	5	0,0
002	GENTIL FERREIRA GONCALVES	28								ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	5	0,0
003	MICHELLE DE ARAUJO	28								ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	5	0,0

Relatório para simples conferência. Para relatório oficial, entrar em contato pelo fone 0800 553567

Legenda do tipo de monitor

0 -&gt; MONITOR PADRÃO

2 -&gt; TLD TÓRAX - sem avental

3 -&gt; TLD ANEL ESQUERDO

4 -&gt; TLD ANEL DIREITO

5 -&gt; TLD PULSEIRA ESQUERDA

6 -&gt; TLD PULSEIRA DIREITA

9 -&gt; TLD AVENTAL - por cima do avental

10 -&gt; TLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

11 -&gt; TLD - por baixo do avental

21 -&gt; OSLD TÓRAX - sem avental

25 -&gt; OSLD PULSEIRA ESQUERDA

26 -&gt; OSLD PULSEIRA DIREITA

28 -&gt; OSLD AVENTAL - por cima do avental

30 -&gt; OSLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

31 -&gt; OSLD - por baixo do avental

ANR = LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0.2 mSv)

OD = EXCEDIDO O LIMITE DERIVADO DE TRABALHO - considerando valores iguais ao acima de:

4.0 mSv p/ monitores de corpo inteiro e 40.0 mSv p/ monitores de extremidades (para outros tipos não se aplica estes limites)

LI - LEITURA IMPOSSÍVEL

ND - MONITOR NÃO DEVOLVIDO

NU - MONITOR NÃO UTILIZADO

EC - EXCEDIDO O LIMITE DE CERTIFICAÇÃO CONCEDIDO PELO IRD/CNEN

EX - MONITOR EXTRAVIADO

(\*) - MONITORES DE EXTREMIDADES NÃO SÃO CERTIFICADOS PELO IRD/CNEN

Emissão: 09/11/2018 - SIGLA: SAPR - CNEN: {REGISTRO\_CNEN}

## 11 ANEXO G: Relato dosímetro de 2016

	<b>SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ACESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLOGICA LTDA</b> Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felícia - São Carlos - SP - CEP: 13562-900 CNPJ: 50.429.810/0001-36 - SAC: 0800 55 3567 - Fone: (16) 3362-2700 Fax: (16) 3372-1324 - Email: sapra@sapra.com.br - Site: www.sapra.com.br
	<b>RELATÓRIO DE DOSES ACUMULADAS NO ANO DE 2016</b>

Impresso em: 09/11/2018

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL-UFFS Setor: RAIOS X-UNID DE MED VETERINARIA

Cód.	Nome	Tipo de monitor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Nro. meses	Dose (mSv)
001	EMANUEL CAON	28	ANR	12	0,0											
002	GENTIL FERREIRA GONCALVES	28	ANR	12	0,0											
003	MICHELLE DE ARAUJO	28	ANR	12	0,0											

Relatório para simples conferência. Para relatório oficial, entrar em contato pelo fone 0800 553567

Legenda do tipo de monitor

0 -> MONITOR PADRÃO

2 -> TLD TÓRAX - sem avental

3 -> TLD ANEL ESQUERDO

4 -> TLD ANEL DIREITO

5 -> TLD PULSEIRA ESQUERDA

6 -> TLD PULSEIRA DIREITA

9 -> TLD AVENTAL - por cima do avental

10 -> TLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

11 -> TLD - por baixo do avental

21 -> OSLD TÓRAX - sem avental

25 -> OSLD PULSEIRA ESQUERDA

26 -> OSLD PULSEIRA DIREITA

28 -> OSLD AVENTAL - por cima do avental

30 -> OSLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

31 -> OSLD - por baixo do avental

ANR = LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0,2 mSv)

OD = EXCEDIDO O LIMITE DERIVADO DE TRABALHO - considerando valores iguais ao acima de:

4,0 mSv p/ monitores de corpo inteiro e 40,0 mSv p/ monitores de extremidades (para outros tipos não se aplica estes limites)

LI - LEITURA IMPOSSÍVEL

ND - MONITOR NÃO DEVOLVIDO

NU - MONITOR NÃO UTILIZADO

EC - EXCEDIDO O LIMITE DE CERTIFICAÇÃO CONCEDIDO PELO IRD/CNEN

EX - MONITOR EXTRAVIADO

(\*) - MONITORES DE EXTREMIDADES NÃO SÃO CERTIFICADOS PELO IRD/CNEN

Emissão: 09/11/2018 - SIGLA: SAPR - CNEN: (REGISTRO\_CNEN)

## 12 ANEXO H: Relato dosímetro de 2017

	<p>SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ASSESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLOGICA LTDA          Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felícia - São Carlos - SP - CEP: 13562-900          CNPJ: 00.429.810/0001-36 - SAC: 0800 55 3567 - Fone: (16) 3362-2700          Fax: (16) 3372-1324 - Email: sapra@sapra.com.br - Site: www.sapra.com.br</p>
---	---

## RELATÓRIO DE DOSES ACUMULADAS NO ANO DE 2017

Impresso em: 09/11/2018

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL-UFFS Setor: RAIOS X-UNID DE MED VETERINARIA

Cód.	Nome	Tipo de monitor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Nro. meses	Dose (mSv)
001	EMANUEL CAON	28	ANR	12	0,0											
002	GENTIL FERREIRA GONCALVES	28	ANR	12	0,0											
003	MICHELLE DE ARAUJO	28	ANR	12	0,0											

Relatório para simples conferência. Para relatório oficial, entrar em contato pelo fone 0800 553567

Legenda do tipo de monitor

0 -&gt; MONITOR PADRÃO

2 -&gt; TLD TÓRAX - sem avental

3 -&gt; TLD ANEL ESQUERDO

4 -&gt; TLD ANEL DIREITO

5 -&gt; TLD PULSEIRA ESQUERDA

6 -&gt; TLD PULSEIRA DIREITA

9 -&gt; TLD AVENTAL - por cima do avental

10 -&gt; TLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

11 -&gt; TLD - por baixo do avental

21 -&gt; OSLD TÓRAX - sem avental

25 -&gt; OSLD PULSEIRA ESQUERDA

26 -&gt; OSLD PULSEIRA DIREITA

28 -&gt; OSLD AVENTAL - por cima do avental

30 -&gt; OSLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

31 -&gt; OSLD - por baixo do avental

ANR = LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0,2 mSv)

OD = EXCEDIDO O LIMITE DERIVADO DE TRABALHO - considerando valores iguais ao acima de:

4,0 mSv p/ monitores de corpo inteiro e 40,0 mSv p/ monitores de extremidades (para outros tipos não se aplica estes limites)

LI - LEITURA IMPOSSÍVEL

ND - MONITOR NÃO DEVOLVIDO

NU - MONITOR NÃO UTILIZADO

EQ - EXCEDIDO O LIMITE DE CERTIFICAÇÃO CONCEDIDO PELO IRD/CNEN

EX - MONITOR EXTRAVIADO

(\*) - MONITORES DE EXTREMIDADES NÃO SÃO CERTIFICADOS PELO IRD/CNEN

Emissão: 09/11/2018 - SIGLA: SAPR - CNEN: (REGISTRO\_CNEN)

## 13 ANEXO I: Relato dosímetro de 2018

	<b>SAPRA LANDAUER SERVIÇO DE ASSESSORIA E PROTEÇÃO RADIOLOGICA LTDA</b> Rua Cid Silva Cesar, 600 - Santa Felicia - São Carlos - SP - CEP: 13562-900 CNPJ: 50.429.810/0001-36 - SAC: 0800 55 3567 - Fone: (16) 3362-2700 Fax: (16) 3372-1324 - Email: sapra@sapra.com.br - Site: www.sapra.com.br
	<b>RELATÓRIO DE DOSES ACUMULADAS NO ANO DE 2018</b>

Impresso em: 09/11/2018

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL-UFFS Setor: RAIOS X-UNID DE MED VETERINARIA

Cód.	Nome	Tipo de monitor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Nro. meses	Dose (mSv)
001	EMANUEL CAON	28		ANR	ANR	ANR		ANR	ANR	ANR					6	0,0
002	GENTIL FERREIRA GONCALVES	28		ANR	ANR	ANR		ANR	ANR	ANR					6	0,0
003	MICHELLE DE ARAUJO	28		ANR	0,4	ANR		ANR	ANR	ANR					6	0,4

Relatório para simples conferência. Para relatório oficial, entrar em contato pelo fone 0800 553567

Legenda do tipo de monitor

0 -> MONITOR PADRÃO

2 -> TLD TÓRAX - sem avental

3 -> TLD ANEL ESQUERDO

4 -> TLD ANEL DIREITO

5 -> TLD PULSEIRA ESQUERDA

6 -> TLD PULSEIRA DIREITA

9 -> TLD AVENTAL - por cima do avental

10 -> TLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

11 -> TLD - por baixo do avental

21 -> OSLD TÓRAX - sem avental

25 -> OSLD PULSEIRA ESQUERDA

26 -> OSLD PULSEIRA DIREITA

28 -> OSLD AVENTAL - por cima do avental

30 -> OSLD CONTROLE/AMBIENTAL/LRA

31 -> OSLD - por baixo do avental

ANR = LEITURA ABAIXO DO NÍVEL DE REGISTRO (valores abaixo de 0,2 mSv)

OD = EXCEDIDO O LIMITE DERIVADO DE TRABALHO - considerando valores iguais ao acima de:

4,0 mSv p/ monitores de corpo inteiro e 40,0 mSv p/ monitores de extremidades (para outros tipos não se aplica estes limites)

LI - LEITURA IMPOSSÍVEL

ND - MONITOR NÃO DEVOLVIDO

NU - MONITOR NÃO UTILIZADO

EC - EXCEDIDO O LIMITE DE CERTIFICAÇÃO CONCEDIDO PELO IRD/CNEN

EX - MONITOR EXTRAVIADO

(\*) - MONITORES DE EXTREMIDADES NÃO SÃO CERTIFICADOS PELO IRD/CNEN

Emissão: 09/11/2018 - SIGLA: SAPR - CNEN: {REGISTRO\_CNEN}