

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**PAOLA DA COSTA ROSA**

**ASPECTOS DE RADIOPROTEÇÃO EM RADIOLOGIA VETERINÁRIA NA CIDADE  
DE CURITIBA - PARANÁ**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CURITIBA**

**2018**

**PAOLA DA COSTA ROSA**

**ASPECTOS DE RADIOPROTEÇÃO EM RADIOLOGIA VETERINÁRIA NA CIDADE  
DE CURITIBA - PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração: Física Médica.

Orientadora: Prof. Dra. Frieda Saicla Barros

**CURITIBA**

**2018**

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

---

R788a Rosa, Paola da Costa  
2018 Aspectos de radioproteção em radiologia veterinária na cidade de Curitiba - Paraná / Paola da Costa Rosa.-- 2018. 115 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Linha de Pesquisa: Física Médica, Curitiba, 2018.

Bibliografia: f. 95-102.

1. Radiologia veterinária. 2. Radioproteção - Controle de qualidade. 3. Raios X - Equipamento e acessórios. 4. Medicina Veterinária - Instalações - Curitiba (PR). 5. Física médica. 6. Pesquisa qualitativa. 7. Engenharia biomédica - Dissertações. I. Barros, Frieda Saicla, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 610.28

---

**Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR**  
**Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794**

## TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº110

A Dissertação de Mestrado intitulada “Aspectos de radioproteção em radiologia veterinária na cidade de Curitiba-PR”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Paola da Costa Rosa, no dia 29 de junho de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Física Médica, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

BANCA EXAMINADORA:

Frieda Saicla Barros, Dra – UTFPR

Leandra Ulbricht, Dra – UTFPR

Daniele Filipov, Dra – UTFPR

Flávia Del Claro, Dra - UTP

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 29 de junho de 2018.

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha mãe e meu pai pela dedicação em me fornecer uma boa educação e acesso ao conhecimento, apesar de todas as dificuldades e por sempre acreditarem em mim.

A minha orientadora Profa. Dra. Frieda Saicla Barros, por acreditar na minha capacidade e se fazer presente, sempre me dando apoio. Sem sua orientação cuidadosa não teria chegado até aqui.

A todos os médicos veterinários que aceitaram gentilmente a participar desta pesquisa, pois sem eles este trabalho não seria possível.

Ao meu amigo físico Me. Felipe Kiipper, por ter me apresentado o caminho da ciência e me oferecido ferramentas e oportunidades para aperfeiçoar meu conhecimento, além do apoio e carinho.

Ao meu amigo físico Ivan Pagotto, pelo auxílio com os dados coletados e análise, por compartilhar seu conhecimento comigo.

Ao meu amigo arquiteto Marlon Leandro, pelo auxílio com os dados e apoio técnico.

Ao meu namorado Brayan, pela paciência e apoio neste momento.

*“A ciência está atrás do que o universo realmente é, não do que nos faz sentir bem.”*

*Carl Sagan*

## RESUMO

ROSA, Paola da Costa. **ASPECTOS DE RADIOPROTEÇÃO EM RADIOLOGIA VETERINÁRIA NA CIDADE DE CURITIBA – PARANÁ.** 115 f. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

A radiologia é uma modalidade bem difundida na medicina veterinária, especialmente pela boa disponibilidade e custo. Entretanto, a ausência de regulamentação para a prática no Brasil, pode causar um comprometimento dos aspectos de segurança radiológica e de qualidade das instalações que realizam a prática. Por esta razão, buscou-se identificar os aspectos de radioproteção das instalações veterinárias que possuem equipamentos de raios X na cidade de Curitiba, com base na verificação das condições dos equipamentos de raios X, da documentação apresentada, existência de monitoração individual e existência de vestimentas de radioproteção, e das características arquitetônicas das salas. A coleta de dados foi feita por meio de pesquisa de campo quantitativa de caráter descritivo durante o período de março de 2016 a dezembro de 2017. Participaram voluntariamente deste estudo, médicos veterinários proprietários de clínicas, hospitais e estabelecimentos de ensino que possuem equipamentos de raios X na cidade de Curitiba. A amostra da pesquisa consistiu em 31 estabelecimentos e 32 equipamentos. Com o resultado da pesquisa, foi possível destacar que 90% das instalações possuíam projeto de radioproteção e levantamento radiométrico. Controle de qualidade existia em 45% das instalações e plano de proteção radiológica em 6% das instalações. Apenas 3% dos equipamentos atendem às características de qualidade do equipamento de raio-X descritas na Resolução 1016. Entretanto, 64% das leituras de dose pessoal estavam em nível de *background*. Nenhuma sala se encontrou com afastamento mínimo das barreiras a partir do ponto focal maior que 1,5m. Os procedimentos de radiologia veterinária podem ser otimizados, em especial com o uso de técnicas de exposição adequadas, colimação física do feixe, uso de vestimentas de chumbo e dosímetro. O estudo sugere que a falta de regulamentação para a prática de radiologia veterinária e carência de informação, pode vir a causar o comprometimento na segurança radiológica.

**Palavras-Chave:** Radiologia veterinária, controle de qualidade, radioproteção.

## ABSTRACT

ROSA, Paola da Costa. **ASPECTS OF RADIOPROTECTION IN VETERINARY RADIOLOGY IN THE CITY OF CURITIBA – PARANÁ.** 115 f. Dissertation – Postgraduate Program in Biomedical Engineering, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2018.

Radiology is a widely used modality in veterinary medicine, weak to good availability and cost. However, the lack of regulations for practice in Brazil can cause a compromise in the radiological safety and quality aspects of the facilities that perform the practice. For this reason, it was sought to identify the radioprotection aspects of veterinary facilities that have X-ray equipment in the city of Curitiba, based on the verification of the conditions of X-ray equipment, the documentation presented, the existence of individual monitoring and the existence of lead clothing, and of the architectural features of the rooms. The data was collected through quantitative field research of a descriptive nature during the period from March 2016 to December 2017. Volunteers from clinics, hospitals and educational establishments that had X-ray equipment in the city of Curitiba. The sample consisted of 31 establishments and 32 equipments. With the result of the research, it was possible to emphasize that 90% of the installations had radioprotection project and scattering measurement. Quality control existed in 45% of installations and radiation protection plan in 6% of facilities. Only 3% of the equipment meets the quality characteristics of the X-ray equipment described in Resolution 1016. However, 64% of the personal dose readings were background level. No room was found with minimal spacing of the barriers from the focal point greater than 1.5m. Veterinary radiology procedures can be optimized, especially with the use of adequate exposure techniques, physical collimation of the beam, use of lead clothing and dosimeter. The study suggests that the lack of regulation for the practice of veterinary radiology and lack of information may culminate to a compromise in radiological safety.

**Keywords:** Veterinary Radiology, Quality Control, Radioprotection.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Gráfico representativo da exposição da população mundial à radiação ionizante .....	21
Figura 2 -	Gráfico da média mundial de dose anual efetiva ocupacional.....	24
Figura 3 -	Gráfico da média de dose anual mundial na prática veterinária...	24
Figura 4 -	Gráfico da média de dose anual efetiva mundial ao longo dos anos na prática veterinária.....	25
Figura 5 -	Mão do veterinário exposta na imagem radiográfica.....	26
Figura 6 -	Gráfico da maior dose mensurável em trabalhadores das práticas veterinárias no mundo.....	28
Figura 7 -	Equipamentos de proteção individual.....	30
Figura 8 -	Dosímetro pessoal.....	31
Figura 9 -	Gráfico da quantidade de trabalhadores das práticas veterinárias monitorados mundialmente.....	31
Figura 10 -	Equipamento de raios X comum para práticas humanas e veterinárias.....	39
Figura 11 -	Equipamento de raios X próprio para veterinária.....	40
Figura 12 -	Equipamento de raios X portátil preso a um suporte.....	40
Figura 13 -	Câmara escura com processadora de filmes.....	42
Figura 14 -	Sistema de processamento computadorizado.....	43
Figura 15 -	Placas de sinalização de sala.....	45
Figura 16 -	Mapa de distribuição dos estabelecimentos veterinários visitados durante a pesquisa.....	48
Figura 17 -	Integridade das vestimentas plumbíferas. Teste de palpação e teste de imagem.....	49
Figura 18 -	Disposição do equipamento de medição dos parâmetros eletrônicos do equipamento de raios X.....	51
Figura 19 -	Teste do alinhamento e colimação do campo de radiação.....	52
Figura 20 -	Exemplo de sala de raios X.....	55
Figura 21 -	Gráfico com a disposição de blindagem por tipo de vestimenta..	59
Figura 22 -	Gráfico com a integridade das vestimentas.....	60
Figura 23 -	Radiografia de avental com falha na integridade da borracha plumbífera.....	60
Figura 24 -	Gráfico com a distribuição de dose efetiva no operador, em mSv.....	61
Figura 25 -	Gráfico da distribuição de equipamento por data de fabricação..	63
Figura 26 -	Colimador cônico.....	64

Figura 27 - Gráfico do desvio de angulação do feixe.....	65
Figura 28 - Angulação do feixe maior que 3°.....	65
Figura 29 - Gráfico do alinhamento da colimação.....	66
Figura 30 - Borda de colimação com desvio maior que 2cm à esquerda.....	66
Figura 31 - Gráfico da exatidão do tempo.....	67
Figura 32 - Gráfico da reprodutibilidade do tempo.....	68
Figura 33 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de exatidão de tempo maior que 10% por linha de teste.....	68
Figura 34 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de reprodutibilidade de tempo maior que 10% por linha de teste.....	69
Figura 35 - Gráfico da linearidade da taxa de kerma.....	70
Figura 36 - Gráfico da reprodutibilidade da taxa de kerma.....	70
Figura 37 - Gráfico da exatidão da tensão.....	71
Figura 38 - Gráfico da reprodutibilidade da tensão.....	72
Figura 39 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de exatidão de tensão maior que 10% por linha de teste.....	72
Figura 40 - Gráfico da proporção das regiões em torno do equipamento com menos de 1,5 metros.....	76
Figura 41 - Gráfico da distribuição da metragem das salas de raios X.....	76
Figura 42 - Gráfico da distribuição de biombos por instalação.....	77
Figura 43 - Representação da área mínima levando em consideração o biombo de radioproteção.....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Limiares de dose para reação tecidual em adultos .....	22
Tabela 2 -	Limites de dose anual estabelecidos pela CNEN .....	27
Tabela 3 -	Fatores de ponderação dos tecidos e órgãos .....	35
Tabela 4 -	Regulamentações internacionais acerca da prática de radiologia veterinária .....	36
Tabela 5 -	Disposição dos profissionais que atuam na radiologia veterinária.....	56
Tabela 6 -	Classificação de instalações por sistema de processamento.....	57
Tabela 7 -	Documentação legal por instalação.....	57
Tabela 8 -	Disposição de sinalização em salas.....	57
Tabela 9 -	Disposição de vestimentas por instalação.....	58
Tabela 10 -	Distribuição de dosimetria por instalação.....	61
Tabela 11 -	Valores mínimos e máximos de exposição nos operadores, no período de um ano, em mSv.....	62
Tabela 12 -	Disposição dos equipamentos por fabricante.....	63
Tabela 13 -	Disposição de equipamentos por instalação.....	64
Tabela 14 -	Resultado do teste de colimação e alinhamento do feixe de raios-X.....	67
Tabela 15 -	Resultado do teste de exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição.....	69
Tabela 16 -	Resultado do teste de camada semi-redutora.....	71
Tabela 17 -	Resultado do teste de exatidão e reprodutibilidade da tensão...	73
Tabela 18 -	Resultado dos testes de controle de qualidade por equipamento.....	73
Tabela 19 -	Resultado das medidas de distanciamento das paredes a partir do ponto focal.....	75
Tabela 20 -	Conformidade do dimensionamento médio das salas de raios X veterinário.....	77
Tabela 21 -	Comparação de limites de alinhamento de colimação.....	88
Tabela 22 -	Comparação de limites de exatidão e reprodutibilidade de tempo.....	89
Tabela 23 -	Comparação de limites para camada semi-redutora.....	90
Tabela 24 -	Comparação de limites para exatidão e reprodutibilidade de tensão.....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARPANSA	<i>Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency</i>
CEP	Comitê de ética e pesquisa em seres humanos
CFMV	Conselho Federal de Medicina Veterinária
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONTER	Conselho Nacional dos Técnicos de Radiologia
CRMV	Conselho Regional de Medicina Veterinária
CSR	Camada Semi-redutora
HERCA	<i>Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities</i>
Hz	Hertz
ICRP	<i>Internacional Commission of Radiological Protection</i>
ICRU	<i>International Commission on Radiation Units and Measurements</i>
kVp	kilovolt pico
mA	miliampére
mGy	Miligray
mmPb	Milímetros de chumbo
mSv	Milisievert
NCRP	<i>Nacional Council on Radiation Protection and measurements</i>
NR	Norma Regulamentadora
OSL	Opticoestimulável
PT	Protetor de tireoide
RDC	Resolução da diretoria colegiada
RP	<i>Radiation Protection</i>
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TL	Termoluminescente
UNSCEAR	<i>United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	15
1.2	HIPÓTESE .....	17
1.3	JUSTIFICATIVA .....	17
1.4	OBJETIVOS.....	18
1.4.1	Objetivo Geral .....	18
1.4.2	Objetivos Específicos .....	19
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	19
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1	RADIOLOGIA VETERINÁRIA.....	20
2.2	RISCOS OCUPACIONAIS.....	23
2.3	PROTEÇÃO RADIOLÓGICA NA MEDICINA VETERINÁRIA.....	26
2.4	PROTEÇÃO DOS OPERADORES.....	28
2.4.1	Vestimentas plumbíferas.....	29
2.4.2	Monitoração individual.....	30
2.5	GRANDEZAS .....	32
2.5.1	Grandezas Dosimétricas.....	32
2.5.1.1	Exposição.....	32
2.5.1.2	Kerma no ar.....	33
2.5.1.3	Dose absorvida .....	33
2.5.2	Grandezas de Radioproteção .....	34
2.5.2.1	Dose equivalente.....	34
2.5.2.2	Dose efetiva.....	34
2.6	REGULAMENTAÇÃO EM RADIOLOGIA VETERINÁRIA .....	35
2.7	COMPETÊNCIA DOS OPERADORES .....	37
2.8	CARACTERÍSTICA DOS EQUIPAMENTOS.....	38
2.8.1	Raios X fixos utilizados em radiologia humana.....	38
2.8.2	Raios X móveis próprios para medicina veterinária.....	39
2.8.3	Equipamento de Raio X portátil.....	40
2.9	CONTROLE DE QUALIDADE EM EQUIPAMENTOS DE RAIOS X.....	41
2.10	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE PROCESSAMENTO.....	41
2.10.1	Sistema de processamento convencional.....	41
2.10.2	Sistema de processamento computadorizado.....	42
2.10.3	Sistema de processamento digital.....	43

2.11	CARACTERISTICA DAS SALAS DE EXAME.....	44
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>46</b>
3.1	ASPECTOS ÉTICOS.....	46
3.2	LOCAL DA PESQUISA E QUANTIDADE DE AMOSTRAS.....	47
3.3.	AVALIAÇÃO DOS RELATÓRIOS E DOCUMENTOS DE RADIOPROTEÇÃO .....	48
3.4	AVALIAÇÃO DAS VESTIMENTAS PLUMBÍFERAS.....	49
3.5	AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE RAIOS X.....	50
3.5.1	Colimação e alinhamento do feixe .....	51
3.5.2	Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição.....	52
3.5.3	Reprodutibilidade e linearidade da taxa de KERMA no ar .....	53
3.5.4	Camada semi-redutora.....	54
3.5.5	Exatidão e reprodutibilidade da tensão no tubo.....	54
3.6	AVALIAÇÃO DA SALA DE RAIOS X.....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	56
4.2	ASPECTOS DE RADIOPROTEÇÃO.....	57
4.3	CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE RAIOS X.....	62
4.4	CONTROLE DE QUALIDADE.....	64
4.5	CARACTERIZAÇÃO DAS SALAS DE EXAME.....	74
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>93</b>
6.1	TRABALHOS FUTUROS .....	94
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
	<b>ANEXO A: FORMULÁRIO PREENCHIDO PELO PESQUISADOR.....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.</b>	<b>105</b>
	<b>ANEXO C: PARECER DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA.....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXO D: PARECER DO CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA.....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO E: CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO .....</b>	<b>112</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado uma breve contextualização das práticas da radiologia veterinária, bem como suas aplicações e quais são os riscos aos quais os operadores estão sujeitos, além dos critérios mínimos aceitáveis e regulamentações que os estabelecimentos precisam seguir para estar em condições adequadas de funcionamento. Será abordado ainda a hipótese, a justificativa, os objetivos gerais e específicos, e a estrutura do trabalho.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O radiodiagnóstico é uma ferramenta fundamental na medicina veterinária tanto quanto para a medicina humana, uma vez que é um método simples e rápido para detecção de patologias de forma não invasiva, facilitando o diagnóstico e trazendo benefícios para os animais (ANDRADE, 2007 e DRUMOND, 2012-b).

Apesar dos benefícios, o radiodiagnóstico de forma geral é a segunda principal causa da exposição humana a radiação ionizante e que pode ser agravado quando se utilizam equipamentos sem manutenção, obsoletos e ainda pela falta de uso de equipamentos de proteção radiológica (SOUZA, 2008 e AZEVEDO, 2012).

Um estudo realizado na Alemanha em 2007 demonstrou que as doses ocupacionais dos trabalhadores de centros de radiologia veterinária não eram significativas, porém outro estudo realizado no México em 2012 comprovou que estagiários e auxiliares do setor de radiologia veterinária estavam com doses em seus dosímetros acima do limite de exposição. Isto pode ser atribuído ao fato de que muitas vezes o animal precisa ser posicionado e imobilizado durante a realização do exame quando este não está sedado, ocasionando doses elevadas pela proximidade do profissional ao feixe primário (especialmente nas mãos, que na maioria das vezes, ficam expostas diretamente ao feixe primário), além de repetições de exame por movimento do animal, não colimação do feixe de raios X, técnica de exposição inadequada, equipamento mal calibrado, falta de conhecimento por parte dos veterinários, entre outros fatores (VENEZIANI, 2012; DRUMOND, 2012-a e HERCA, 2017).

O avanço tecnológico e uma maior facilidade para a aquisição de equipamentos têm provocado aumento no número de estabelecimentos de

assistência veterinária com serviços de diagnóstico por imagem, principalmente em relação aos aparelhos de raios X, exigindo atenção às normas e conceitos sobre proteção radiológica para o ambiente e para os profissionais envolvidos, uma vez que, apesar das doses ocupacionais serem baixas, ainda há o risco de efeitos estocásticos. (GINJA *et al.*, 2002; TEIXEIRA, 2007 e BAKER, 2014).

Atualmente, em Curitiba, não existe um controle por parte da vigilância sanitária com relação a estabelecimentos de atendimento veterinário com equipamentos de raios X instalados.

No Brasil, não existe uma legislação específica que trate de proteção radiológica em medicina veterinária. A Vigilância Sanitária utiliza para avaliação de alguns critérios, a Portaria utilizada para radiodiagnóstico Médico e Odontológico, que é a Portaria nº 453 de 1º de Junho de 1998, que define as diretrizes para que serviços de radiologia atinjam um padrão de qualidade e segurança, tais como: levantamento radiométrico da sala, equipamentos de proteção individual disponível, uso de dosímetros e treinamentos periódicos.

Apesar de ser voltada à medicina humana e odontológica, para fins de proteção à saúde, a Portaria pode servir de referência para a aplicação na área de Medicina Veterinária, pois apesar de os pacientes serem animais, os operadores e demais profissionais envolvidos são seres humanos ocupacionalmente expostos (BRASIL, 1998 e DRUMOND, 2012-a).

De acordo com a Portaria nº453, todos os serviços de radiologia devem manter um programa de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos, concomitante a um programa de controle da qualidade para constatar alterações no funcionamento do aparelho e corrigi-los antes que haja comprometimento da qualidade das imagens (TILLY JUNIOR, 2010 e BRASIL, 1998).

Em outros países, podem-se encontrar normas específicas que tratam de radioproteção em Radiologia Veterinária, tais como: o NCRP - *Report* nº 148 (Estados Unidos), *Radiation Protection Series* nº 17(Austrália), RPII – 02/3 (Irlanda), *STUK Guide* ST 8.1 (Finlândia), dentre outros, que trazem pontos específicos para a prática da radiologia veterinária, demonstrando que existem diferenças significativas para a radiologia humana, as quais podem ser comparadas com as normas nacionais e utilizadas para aperfeiçoar a qualidade dos serviços (NCRP, 2004; AUSTRÁLIA, 2009; RPII, 2002 e STUK, 2012).



Com isto, pretende-se verificar os aspectos de radioproteção das instalações de radiologia veterinária e também as condições de desempenho e constância dos equipamentos de raios-X, para estabelecer recomendações com as medidas necessárias para a proteção do ambiente, garantindo a segurança dos trabalhadores em seu exercício profissional e visando a eliminação ou a minimização dos riscos existentes na atividade desenvolvida.

## 1.2 HIPÓTESE

A falta de legislação e protocolo nacional para controle de qualidade e radioproteção em medicina veterinária leva à fiscalização insuficiente por parte dos órgãos competentes, o que acarreta na não realização dos testes de constância dos equipamentos de raios X e demais exigências, comprometendo a segurança radiológica das instalações e proteção radiológica dos operadores e público em geral.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Uma vez que não há regulamentação sobre proteção radiológica voltada às práticas de radiologia veterinária no Brasil, não se tem estabelecido quais critérios as instalações veterinárias precisam seguir para que a mesma possa ser considerada segura do ponto de vista radiológico.

A Vigilância Sanitária elaborou em 2010, uma referência técnica para avaliação de ambientes veterinários nos aspectos de biossegurança e radioproteção, ao qual toma como base a Portaria Federal nº453/98, que trata das disposições de radioproteção para radiodiagnóstico médico e odontológico. Esta referência serve como base para que as vigilâncias sanitárias estaduais avaliem os estabelecimentos de sua região, porém não possui valor legal (BRASIL, 2010).

Em países como a Austrália e o Canadá, existem regulamentações próprias que abrangem todos os aspectos de radioproteção para práticas, tal como exigência de dosimetria pessoal, vestimentas plumbíferas, teste de qualidade do equipamento, segurança da sala, entre outros, especialmente porque existem diferenças para radiologia médica, como por exemplo, o fato de se fazer necessário a imobilização

manual dos animais, o que leva a equipe a ficar muito próxima do feixe primário. (AUSTRÁLIA, 2009 e CANADA, 1991)

Além disso, os critérios de conformidade dos equipamentos de raios X por exemplo, tornam-se mais restritivos em algumas regulamentações do que os limites estabelecidos pela Portaria 453/98, como para os testes de exatidão e reprodutibilidade de tensão no tubo e tempo de exposição, o que indica que se considera necessário atenção com relação à qualidade do equipamento, uma vez que o mesmo influencia diretamente na qualidade de imagem e necessidade de repetição de exames, podendo expor a equipe novamente à radiação. (STUK, 2012 e AUSTRALIA, 2004)

Outros autores como Faria (2012) e Moritz (1989), cujas pesquisas também focaram na verificação de aspectos de proteção radiológica em medicina veterinária, apontaram como necessário uma maior fiscalização das instalações, para que as exigências legais sejam cumpridas por parte dos profissionais, além de uma educação continuada de forma a conscientizar os veterinários dos riscos (FARIA, 2012 e MORITZ, 1989).

Portanto, se faz necessário uma investigação a respeito das condições atuais destes locais na cidade de Curitiba, para se obter informações necessárias e estabelecer possíveis protocolos de segurança exclusivos à prática de radiologia veterinária, além de delimitar quais são os riscos aos quais estes profissionais estão sujeitos.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar as condições de radioproteção e condições de funcionamento dos equipamentos de raios X veterinário e das instalações veterinárias na cidade de Curitiba.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Verificar se os equipamentos de raios X das instalações veterinárias possuem as características descritas na Portaria 453/98 e normativas internacionais;
- Verificar a existência e integridade de equipamentos de proteção radiológica para acompanhantes dos animais e profissionais de saúde, além da utilização dos dosímetros e
- Avaliar as condições físicas das salas de exames com relação à disposição arquitetônica e blindagem;
- Por meio dos dados coletados, ressaltar a importância da necessidade da criação e implementação de regulamentação própria para a radiologia veterinária.

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A apresentação deste trabalho está estruturada em seis capítulos. Neste primeiro capítulo, estão apresentados o tema e sua delimitação, a hipótese, a justificativa e os objetivos da pesquisa. No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica sobre o tema e o terceiro capítulo traz a metodologia empregada para obtenção dos dados. Os resultados obtidos são apresentados no quarto capítulo, e suas discussões no quinto capítulo. As conclusões da pesquisa são apresentadas no sexto capítulo.

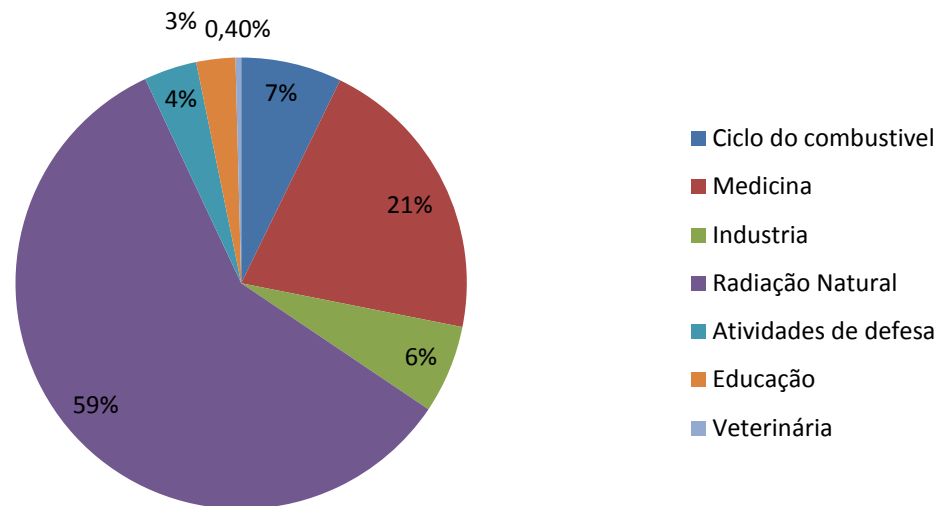
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordadas a caracterização da radiologia veterinária e quais os riscos ocupacionais relacionados à prática, aspectos de proteção radiológica, grandezas dosimétricas e de proteção, regulamentações pertinentes, tipos de equipamento de raios X e sistema de processamento de imagem, bem como controle de qualidade e características da sala de exame.

### 2.1 RADIOLOGIA VETERINÁRIA

O uso dos raios X na prática veterinária teve relatos a partir de 1896, quando os primeiros testes da aplicabilidade dos raios X eram realizados em animais, seguidos de artigos publicados em revistas de medicina veterinária na Inglaterra, França e Alemanha. Além de seu uso para diagnóstico, foi constatado que os raios X podiam ser utilizados para terapias de tratamento de alguns tipos de câncer e doenças de pele, originando os primeiros estudos na área da radiobiologia. Há relatos de que o seu uso para animais de grande porte era muito complicado devido à limitação dos equipamentos para imagear regiões muito densas ou espessas, e necessidade de imobilização dos animais. Era comum o surgimento de danos biológicos em cirurgiões veterinários e seus assistentes, devido à exposição das mãos no feixe primário e pelos longos tempos de aquisição de imagem (SCHNELLE, 1968; BIERY et al. 1995 e ESR, 2013).

Atualmente, a radiologia veterinária é uma das áreas de diagnóstico mais difundida nas práticas veterinárias, pois fornece informações de modo não invasivo e se presta como suporte em casos de tratamentos clínicos e cirúrgicos. Também é vantajoso pela sua praticidade, custo acessível e diagnóstico rápido. Além disso, Segundo o *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), a radiologia veterinária é a que possui menor índice de distribuição de dose de radiação para a população (0,40%), sendo que a maior causa de exposição mundial à radiação ionizante é proveniente da radiação natural de fundo (58,58%), seguido pela radiologia médica (20,91%). A Figura 1 apresenta o gráfico das demais fontes de exposição (UNSCEAR, 2008 GINJA et al., 2002 e VENEZIANI, 2012).



**Figura 1 - Gráfico representativo da exposição da população mundial à radiação ionizante.**

**Fonte: UNSCEAR, 2008**

Nas práticas veterinárias, são empregadas baixas técnicas de exposição radiológica, como por exemplo, tempos curtos, para evitar borramento na imagem devido à movimentação do animal. Entretanto, em condições normais, a radiologia de pequenos animais (considerados de companhia) acarreta maior exposição para a equipe, se comparada com a radiologia de grandes animais, em decorrência da necessidade de imobilização física, que obriga o médico veterinário e sua equipe a se manterem muito próximo do feixe primário, já que são eles quem realizam a imobilização em 95% das vezes, aumentando sua dose ocupacional (HALL et al., 2013; EPP et al., 2012 e FRITSHI, 2000).

As exposições às radiações ionizantes são conhecidas pelos seus danos biológicos, sejam eles imediatos ou tardios. Assim como nos seres humanos, os animais também sofrem com os efeitos biológicos causados pela radiação ionizante. Regões como o sistema hematopoiético e leucopoiético, pele, sistema linfático, glândulas mamárias, ossos e gônadas, são mais sensíveis à radiação que os demais, e todas as espécies de animais são afetados, apesar da variação de sensibilidade (GINJA et al., 2002; BASSERT et al., 2014).

Dentre os efeitos biológicos conhecidos, podemos citar os efeitos determinísticos e os efeitos estocásticos. Os efeitos determinísticos, também chamados de efeitos não estocásticos, são aqueles que ocorrem quando o limiar de dose do tecido é ultrapassado. Este limiar é relativo ao tipo de radiação e tecido afetado. Quanto maior a dose recebida pelo tecido, mais grave é o efeito, que

costuma aparecer pouco tempo depois da exposição. Alguns exemplos de danos determinísticos incluem queimaduras, úlceras cutâneas e opacificação do cristalino. A Tabela 1 apresenta a estimativa dos valores de limiar de dose para reações teciduais em humanos adultos, conforme estabelecido pela ICRP 103 (OKUNO, 2013; OKUNO & YOSHIMURA, 2010 e ICRP, 2007).

**Tabela 1 - Limiares de dose para reação tecidual em adultos.**

<b>TECIDO</b>	<b>EFEITO</b>	<b>LIMIAR DE DOSE</b>	
		<i>Dose única aguda (Gy)</i>	<i>Dose alta total Fracionada (Gy)</i>
<b>Testículo</b>	Esterilidade Temporária	0,15	Não Aplicável
	Esterilidade permanente	3,5 - 6,0	Não Aplicável
<b>Ovário</b>	Esterilidade	2,5 - 6,0	6,0
<b>Cristalino</b>	Opacidade detectável	0,5 - 2,0	5,0
	Catarata	5,0	>8
<b>Medula óssea</b>	Depressão hematopoiética	0,5	Não aplicável

**Fonte: ICRP 103 in OKUNO, 2010.**

Na prática veterinária, é incomum observar efeitos biológicos de natureza determinística, desde que seguido os protocolos de segurança radiológica (WIDMER et al., 1996).

Já os efeitos estocásticos são os danos que ocorrem após um longo tempo, depois que houve a exposição, com tempo de latência variável e que possuem a probabilidade de ocorrência aumentada conforme se aumentam as exposições, apesar de não possuírem limiares de dose definidos. Alguns dos efeitos mais comuns são o câncer e redução da expectativa de vida. Entretanto, estes efeitos costumam ser de difícil correlação, uma vez que existem outros fatores que podem desenvolver estas patologias. Dentro desta definição, ainda se aplicam os efeitos hereditários, que ocorrem quando o dano afeta as células germinativas e se transmite aos descendentes do indivíduo irradiado (OKUNO, 2013 e OKUNO & YOSHIMURA, 2010).

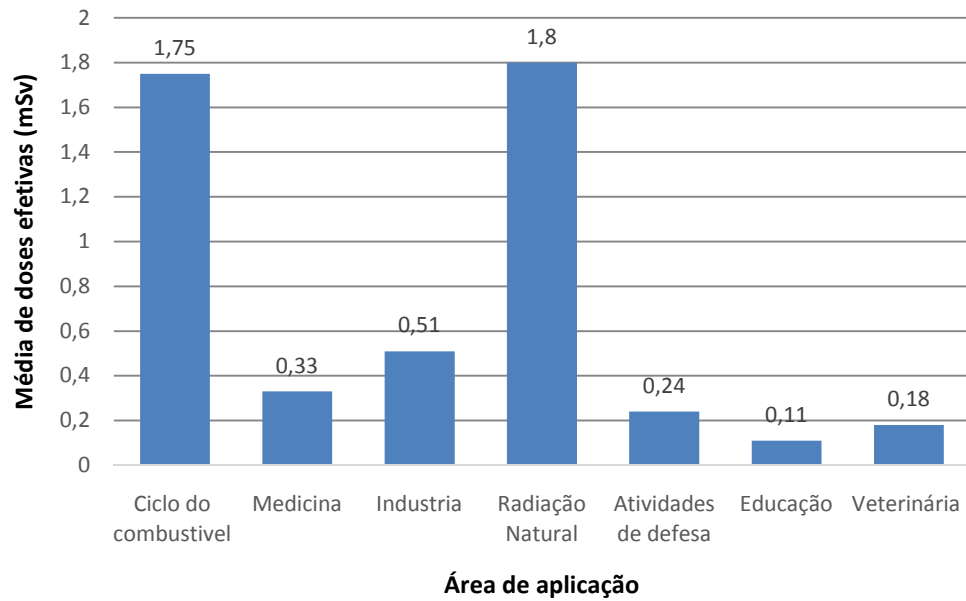
## 2.2 RISCOS OCUPACIONAIS

Os riscos exatos a que os veterinários estão expostos não são claros, mas são relacionados aos danos biológicos estocásticos decorrentes das baixas exposições ( $<0,1\text{Sv/ano}$ ), que podem variar desde o câncer, a outros efeitos mutagênicos, tais como danos embrionários, diminuição da expectativa de vida e efeitos cancerígenos. Na década de 1930, devido ao uso da fluoroscopia, foi quando se observaram os primeiros danos radioinduzidos nas mãos dos médicos veterinários. Em 1970, um estudo realizado com 41 veterinários que trabalhavam com radiação, demonstrou que 75% destes sofriam com efeitos determinísticos, apresentando lesões radioinduzidas na pele. Atualmente, as doses de um médico veterinário cirurgião, que faz uso de equipamento de fluoroscopia, por exemplo, possui registro de dose menores do que os de médicos, possivelmente pela menor quantidade de procedimentos realizados, além de equipamentos e procedimentos otimizados disponíveis no mercado atualmente (WIDMER et al., 1996; SCHLENNE, 1968; WHRIGLEY & BORAK, 1983 e FRITSCHI, 2000).

Alguns estudos realizados com gestantes que atuam na medicina veterinária buscavam correlacionar possíveis danos ao feto, como aborto ou má formação, com os riscos aos quais as médicas veterinárias estavam sujeitas, como a radiação ionizante, gases anestésicos e outros fatores mutagênicos. Entretanto, os estudos apontam que não existem diferenças do risco sofrido pelas médicas veterinárias em possuírem filhos com algum tipo de dano biológico em comparação com a população geral, o que não descarta ou minimiza os riscos aos quais estão sujeitas (LINDBOHM & TASKINEN, 2000; SHUHAIBER, et al., 2002 e SCHEFTEL, et al., 2017).

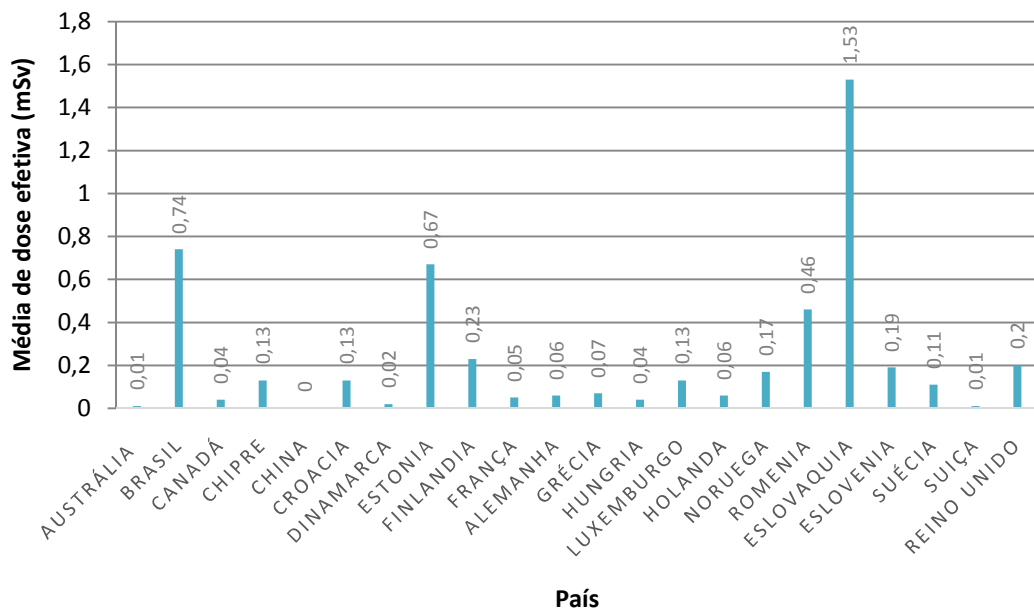
Segundo um levantamento realizado pela UNSCEAR, a média mundial de dose na prática veterinária está entre as mais baixas, que pode ser observado na Figura 2, com uma média de dose anual efetiva de  $0,18\text{ mSv}$ , bem abaixo dos limites estabelecidos pelos órgãos reguladores. A Figura 3 demonstra de modo mais abrangente, a média de dose anual efetiva apenas da prática veterinária em diversos países, inclusive o Brasil, onde possuímos uma média de dose efetiva anual de  $0,74\text{ mSv}$ . E por fim, na Figura 4, é possível visualizar dentro do período de 1975 a 2002, a diminuição das doses médias mundiais dentro da prática, o que é um bom indicador de otimização ao longo dos anos, mas que não significa que não

exista a necessidade de cuidados continuados para assegurar que as doses se mantenham tão baixas quanto razoavelmente exequíveis. (UNSCEAR, 2008)



**Figura 2 - Gráfico da média mundial de dose anual efetiva (mSv).**

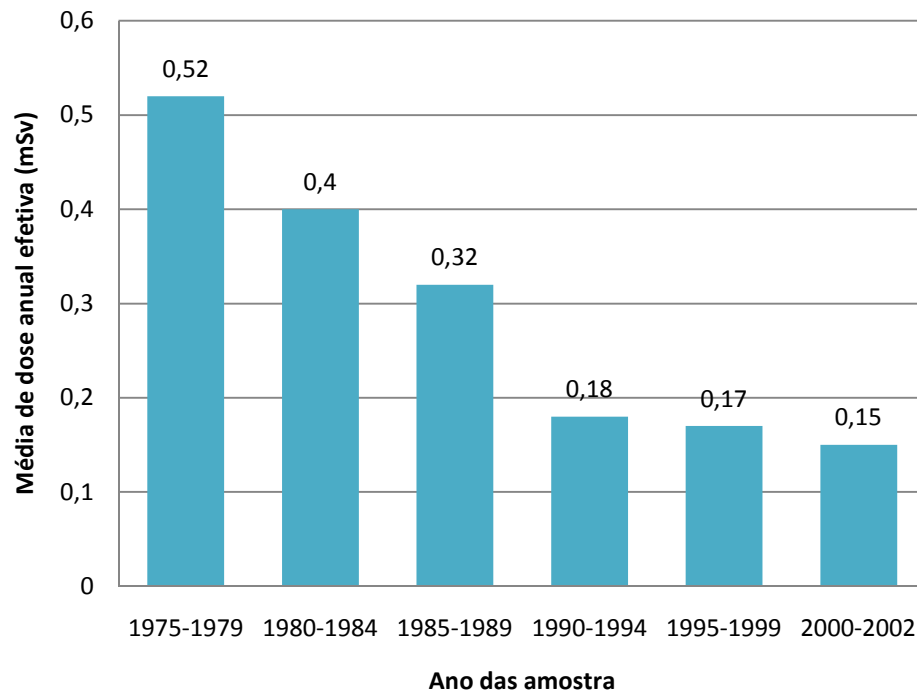
Fonte: UNSCEAR, 2008. Adaptado.



**Figura 3 - Gráfico da média de dose efetiva anual na prática veterinária (mSv).**

Fonte: UNSCEAR, 2008. Adaptado.





**Figura 4 - Gráfico da média mundial de dose anual efetiva ao longo dos anos na prática veterinária (mSv).  
Fonte: UNSCEAR, 2008. Adaptado.**

Apesar dos riscos gerais serem baixos, existe ainda o problema com a imobilização manual, especialmente quando há a exposição das mãos ao feixe primário. As doses nas mãos costumam ser  $<0,1\text{mGy}$  por exposição, mas somado às técnicas inadequadas, equipamentos descalibrados e quantidade de exames ao longo do ano, pode vir a causar problemas. Em 1953, durante o *International Veterinary Congress* em Estocolmo, houve questionamentos sobre o fato de aparecer as mãos dos operadores nas imagens radiográficas, o que indicava a exposição ao feixe primário e, em 1960, era comum observar epilações nas mãos de veterinários que trabalhavam com raios X. A utilização de luvas plumbíferas consegue reduzir a dose em 96,6% a 99,2%, mas raramente são utilizadas por atrapalharem no momento de imobilizar o animal. A Figura 5 apresenta uma imagem radiográfica com exposição das mãos do operador no momento da imobilização (HALL et al., 2013; SCHLENNE, 1968; TRAINOR et al., 1960 e TYSON et al., 2011).



**Figura 5 – Imagem das mãos do veterinário segurando o animal.  
Fonte: Autoria própria.**

Atualmente, com as técnicas pós-processamento digital, a imagem radiográfica é editada de forma a possibilitar a remoção das mãos do operador da imagem original, além de recortes na imagem para reduzir o campo de interesse sem que tenha sido realizada colimação física, o que pode mascarar um problema sério relacionado à exposição das mãos no feixe primário, o que contribui com a dose do operador. Existem regulamentações em outros países que obrigam a aparição das bordas da colimação física na imagem, sem edições, mas não é o caso do Brasil (IAC, 2014 e RPII, 2002).

### 2.3 PROTEÇÃO RADIOLÓGICA NA MEDICINA VETERINÁRIA

Apesar de na prática da medicina veterinária, os pacientes serem animais, os operadores são seres humanos e, portanto, os princípios de radioproteção devem ser seguidos. É importante que se busque alternativas de modo a reduzir a dose no paciente (animal) e por consequência do corpo técnico, de maneira que a qualidade da imagem se mantenha.

A proteção radiológica é uma ferramenta utilizada para proteger os seres humanos dos possíveis danos causados pelas radiações, buscando evitar os efeitos determinísticos e reduzir a probabilidade de ocorrência dos efeitos estocásticos. O sistema de proteção radiológica está baseado em três princípios gerais (CNEN, 2014)

- A justificação determina que nenhuma prática deve ser utilizada, a menos que o benefício supere o risco tanto para o indivíduo exposto quanto para a sociedade em geral, e que, sempre que possível, deve-se utilizar métodos alternativos de diagnóstico que não usem radiação ionizante;
- A otimização determina que as doses empregadas nos procedimentos radiológicos sejam tão baixos quanto razoavelmente exequíveis (Princípio ALARA – *As low As Reasonable Achievable*), mantendo a qualidade diagnóstica, e;
- A limitação da dose individual determina que as doses recebidas pelos IOEs e indivíduos do público não devem ultrapassar os limites estabelecidos pelas normas de radioproteção, na tentativa de manter os riscos resultantes das exposições dentro dos limites considerados aceitáveis.

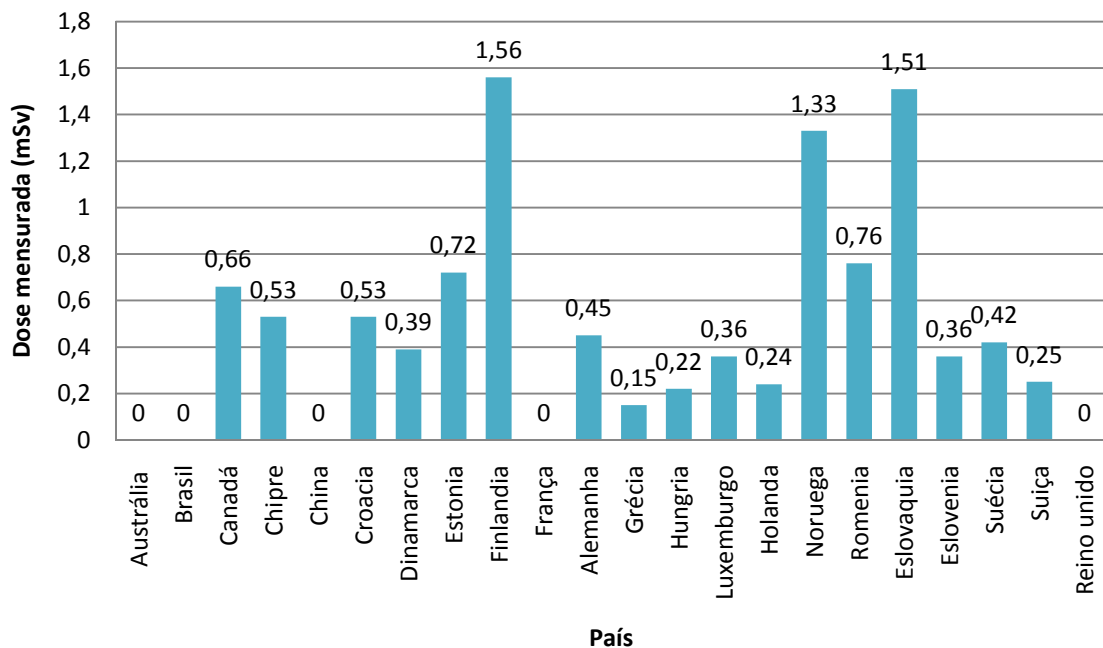
O conceito e os valores de limitação de dose começaram a ser implementados a partir de 1924 em alguns países e foram diminuindo conforme se descobria mais a respeito dos danos biológicos causados pela radiação. No Brasil, o órgão que estabelece os limites de dose aos quais os indivíduos ocupacionalmente expostos devem ser submetidos é a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), conforme a Tabela 2. É importante que a dose efetiva média anual não ultrapasse 20mSv em qualquer período de cinco anos consecutivos, não devendo exceder 50 mSv em nenhum ano (OKUNO & YOSHIMURA, 2010; CNEN, 2014).

**Tabela 2: Limites de dose anuais estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear**

<b>LIMITES DE DOSE ANUAIS</b>			
<b>GRANDEZA</b>	<b>ÓRGÃO</b>	<b>Indivíduo ocupacionalmente exposto</b>	<b>Indivíduo do público</b>
<b>Dose Efetiva</b>	Corpo Inteiro	20 mSv	1 mSv
<b>Dose equivalente</b>	Cristalino	20 mSv	15 mSv
	Pele	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	--

Fonte: CNEN, 2014.

Na prática de radiologia veterinária, é difícil chegar aos limites estabelecidos na tabela 2, porém se tratando de radiação ionizante, não significa que não existam os riscos. A Figura 6 demonstra a maior dose mensurada em um ano, em dosímetros utilizados na prática veterinária levantada pela UNSCEAR.



**Figura 6 - Maior dose mensurada em trabalhadores das práticas veterinárias (mSv).  
Fonte: UNSCEAR,2008. Adaptado.**

Manter um programa de proteção radiológica pode ser considerado uma boa ferramenta de gestão do risco radiológico do estabelecimento veterinário, de modo a resguardar a instalação de possíveis alegações sobre riscos ocupacionais (CVMB, 2012; e NCRP, 2004).

## 2.4 PROTEÇÃO DOS OPERADORES

Uma vez que a radiação ionizante emitida pelos equipamentos de raios X é insalubre, é importante que os estabelecimentos veterinários que fazem uso destes equipamentos, garantam de forma efetiva a proteção e segurança radiológica dos funcionários e dos indivíduos do público. No Brasil, a regulamentação que trata da proteção radiológica de indivíduos que operam equipamentos de raios X é a Portaria nº453, de primeiro de junho de 1998 publicada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Apesar de seu escopo citar apenas a sua aplicação para

radiodiagnóstico médico e odontológico, os aspectos de radioproteção podem ser aplicados à radiologia veterinária. De modo complementar, em 2010, a ANVISA providenciou um guia de referência técnica para análises voltadas à medicina veterinária, onde aborda as exigências a serem cobradas nas práticas radiológicas em seu item 6.5 (BRASIL, 1998 e BRASIL, 2010).

No exterior, países como Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, entre outros, possuem regulamentações próprias para as práticas radiológicas veterinárias, tais como: o *Report 148 – Radiation Protection in Veterinary Medicine*, da *Nacional Council on Radiation Protection and measurements* (NCRP 2004), o *Safety Code 28 – Radiation Protection in Veterinary Medicine (Health and Welfare Canada 1991)* e *Radiation Protection Series nº 17 – Radiation Protection in Veterinary Medicine*, (*Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency 2009*). Mais regulamentações estão dispostas no tópico 2.6.

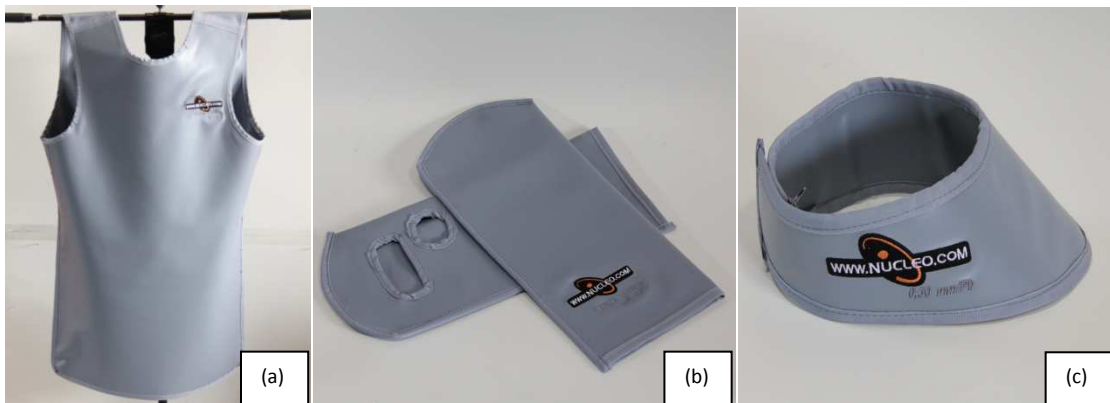
É importante que todos os funcionários da instalação estejam protegidos, inclusive aqueles que não são do setor de imagem, e esta segurança deve ser provida por meio dos diretores clínicos e responsáveis técnicos, com treinamentos periódicos, criação de protocolos específicos e plano de proteção radiológica (NCRP,2004 e NUCLEAR ENERGY BOARD, 1989).

Com relação aos profissionais que operam os equipamentos de raios X e que são gestantes, a Norma Regulamentadora NR32, do Ministério do Trabalho (MT), estabelece que a funcionária deve ser afastada imediatamente da função, não podendo permanecer junto ao feixe de raios X e, portanto, não imobilizando os animais. Em contrapartida, a portaria nº 453/98, estabelece que é preciso apenas realizar monitoração para garantir que a superfície do abdome não atinja 2 mSv em toda a gestação. (BRASIL, 2011 e BRASIL, 1998).

#### 2.4.1 Vestimentas plumbíferas

Na radiologia veterinária, a utilização de vestimentas plumbíferas é imprescindível, uma vez que os operadores ficam próximos ao feixe primário durante a exposição. A Norma Regulamentadora NR6, do Ministério do Trabalho, estabelece que para profissionais que atuam com radiação ionizante, é necessário o uso de vestimenta protetiva para a região do tórax e extremidades. A referência técnica da ANVISA pontua que deve haver aventais plumbíferos, protetores de tireoide e de

gônadas, luvas, óculos e outras blindagens para proteção dos proprietários dos animais e profissionais. A Figura 7 mostra os equipamentos de proteção individual. A Portaria nº453/98 especifica que é obrigatório que estas vestimentas tenham equivalência de blindagem mínima de 0,25mm de chumbo, e 0,5mm de chumbo se for utilizado em região que esteja a até 5 cm do feixe primário, como por exemplo, as mãos dos operadores (BRASIL, 2001; BRASIL, 2010 e BRASIL, 1998).



**Figura 7 - Equipamentos de proteção individual. (a) Avental plumbífero; (b) luvas plumbíferas e (c) protetor de tireóide.**

**Fonte: Autoria própria.**

#### 2.4.2 Monitoração individual

A monitoração radiológica é realizada para garantir que os profissionais que atuam com radiação ionizante estejam em condições de trabalho satisfatórias do ponto de vista de segurança radiológica, fornecendo a dose efetiva destes trabalhadores (BRASIL, 1998).

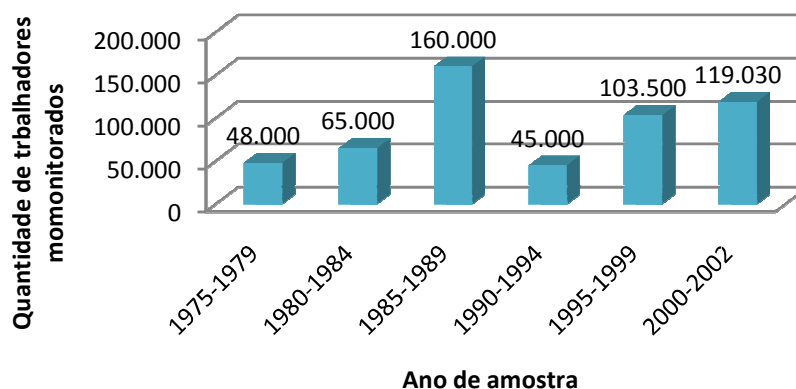
A monitoração deve incluir a monitoração de área e a monitoração individual dos operadores. A monitoração de área, também chamada de levantamento radiométrico, aponta os valores de dose do ambiente para determinar as condições de segurança radiológica para trabalhadores do setor de imagem e indivíduos do público, enquanto que a monitoração individual avalia diretamente a dose do trabalhador por meio de dispositivos chamados dosímetros, conforme Figura 8 (BRASIL, 1998; NCRP, 2004).



**Figura 8 - Dosímetro pessoal.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Os tipos de dosímetros mais comuns utilizados para monitoração individual são os termoluminescentes (TL) e o de luminescência opticamente estimulada (OSL), os quais se diferem pelo processo de preparo e leitura. O dosímetro é fornecido por um serviço de monitoração individual que realiza a calibração, leitura e interpretação dos dados fornecidos pelo dosímetro. Os valores de limite que as doses do operador podem atingir estão expressos na Tabela 2. Quando os limites são ultrapassados, a Secretaria de Vigilância Sanitária deve ser notificada e o operador afastado da atividade que envolve radiação. (ICRP, 2007; TAUHATA et al., 2014 e CNEN, 2014).

A Figura 9 apresenta um levantamento mundial realizado pela USCEAR a respeito da quantidade de trabalhadores da área veterinária monitorados no período de 1975 a 2002 em todo o mundo. É possível observar o crescimento da monitoração. Infelizmente, não há dados mais atuais publicados pela organização.



**Figura 9 - Gráfico da quantidade de trabalhadores das práticas veterinárias monitorados mundialmente.**  
**Fonte: UNSCEAR, 2008.**

A utilização dos dosímetros é importante, pois além de verificar se os níveis de dose não estão sendo ultrapassados, também pode apontar quando existem mudanças significativas de dose recebida, o que pode indicar problemas no equipamento ou falha de procedimentos, além de manter um histórico das doses recebidas ao longo da vida do profissional.

## 2.5 GRANDEZAS

Para que fosse possível mensurar e quantificar a radiação recebida pelo ser humano, foram estabelecidas grandezas por instituições internacionais como a *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*, que cuida de grandezas limitantes, ou seja, limites de dose para garantir integridade do indivíduo, e a *International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)*, que trata das grandezas básicas e operacionais, ou seja, aquelas para mensuração geral e para indivíduos ocupacionalmente expostos. Dentre as principais, pode-se listar a exposição, o Kerma, a dose absorvida, dose equivalente e dose efetiva (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014).

### 2.5.1 Grandezas Dosimétricas

#### 2.5.1.1 Exposição

Primeira grandeza física relacionada à radiação, a exposição, cuja definição só é válida para raios X ou gama, significa a capacidade de fótons em ionizar o ar. Em outras palavras, ela caracteriza o fóton e mede a quantidade de carga elétrica do sinal produzida por unidade de massa no ar. A exposição possui como unidade de medida *Roentgen (R)*, e está disposta na Equação 1 (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014):

$$X = \frac{dQ}{dm} \quad (1)$$



onde:

$dQ$  = Valor absoluto de carga total de íons de um dado sinal produzidos no ar quando todos os elétrons e pósitrons liberados na interação são completamente freados, em Coulomb, e

$dm$  = Massa do meio (ar), em kilograma.

### 2.5.1.2 Kerma no Ar

O Kerma (*Kinectic Energy Released per unit of Mass*) tem por definição como a soma das energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas por partículas não carregas e ionizadas. Possui como unidade de medida o Gray (Gy), e está disposto na Equação 2 (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014):

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (2)$$

onde:

$dE_{tr}$  = soma de todas as energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas por partículas neutras, expresso em joules, e

$dm$  = massa do material onde as partículas incidem, expresso em kilograma.

### 2.5.1.3 Dose absorvida

A dose absorvida é definida como a quantidade de energia depositada em um meio pela radiação ionizante por meio de excitações e ionizações, conforme mostrado pela Equação 3, cuja unidade de medida é o Gray (Gy) (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014):

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm} \quad (3)$$

onde:

$d\bar{\epsilon}$  = Energia média depositada pela radiação no ponto de interesse, expresso em joules, e

$dm$  = massa do meio, expresso em kilograma.

## 2.5.2 Grandeza de radioproteção

### 2.5.2.1 Dose equivalente

A dose equivalente é definida como o produto da dose absorvida por um órgão ou tecido por um fator de ponderação referente ao tipo de radiação. Este fator está relacionado à probabilidade da radiação de causar dano em um determinado tecido biológico, conforme a Equação 4, cuja unidade de medida é o Sievert (Sv) (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014):

$$H_t = w_R * D \quad (4)$$

onde:

$D$  é a dose absorvida pelo tecido, expresso em Gray,

$w_R$  é o fator de ponderação relacionado ao tipo de radiação e sua probabilidade de causar dano em algum tecido biológico.

### 2.5.2.2. Dose efetiva

A dose efetiva é uma medida que correlaciona a soma ponderada das doses equivalentes de todos os tecidos, considerando que os riscos de efeitos estocásticos variam com o tipo de tecido irradiado, conforme mostra a Equação 5, expresso em Sievert (Sv) (TAUHATA et al.,2014 e IRD, 2014):

$$E = \sum_T W_T * H_T \quad (5)$$

onde:

$W_T$  é o fator de ponderação para cada tecido ou órgão, e

$H_T$  é a dose equivalente de cada tecido ou órgão.

Os valores de ponderação para os tecidos são baseados em estudos epidemiológicos a respeito da indução do câncer causado pela radiação ionizante e mortalidade. A Tabela 3 traz os valores de ponderação estipulados pela ICRP 103 (OKUNO & YOSHIMURA, 2010).

Tabela 3 - Fatores de ponderação dos tecidos e órgãos.

<b>TECIDO OU ÓRGÃO</b>	<b><math>W_T</math></b>
Gônadas	0,08
Medula óssea	0,12
Cólon	0,12
Pulmão	0,12
Estômago	0,12
Mama	0,12
Bexiga	0,04
Esôfago	0,04
Fígado	0,04
Tireoide	0,04
Superfície do osso	0,01
Cérebro	0,01
Glândula salivar	0,01
Pele	0,01
Demais tecidos	0,12
<b>CORPO TODO</b>	<b>1,00</b>

Fonte: ICRP 103.

## 2.6 REGULAMENTAÇÕES EM RADIOLOGIA VETERINÁRIA

No Brasil, não existe uma regulamentação exclusiva para as práticas da radiologia na medicina veterinária. Entretanto, segundo a publicação da ANVISA – Referência Técnica para o funcionamento dos serviços veterinários, é utilizada a Portaria nº453/98 da própria ANVISA, destinada ao radiodiagnóstico médico e odontológico. Segundo esta referência, deve ser solicitado para as instalações que possuem equipamento de raios X (ANVISA, 2010):

- Projeto de Radioproteção;
- Levantamento radiométrico;
- Credenciamento do operador do equipamento (médico veterinário ou profissional da radiologia);
- Equipamento devidamente registrado no Ministério da Saúde;
- Dosimetria pessoal para os operadores;
- Vestimentas plumbíferas para operadores e proprietários dos animais e
- Programa de proteção radiológica.

Também é referenciada a Norma Regulamentadora NR32, para requisitos de saúde ocupacional dos profissionais expostos à radiação (BRASIL, 2010 e BRASIL, 2011).

Em outros países, existem regulamentações específicas para as práticas radiológicas veterinárias ou pelo menos a inclusão da prática no escopo geral das regulamentações acerca de requisitos de radioproteção. A Tabela 4 traz algumas das regulamentações próprias para medicina veterinária.

**Tabela 4 - Regulamentações internacionais acerca da prática de radiologia veterinária.**

LOCAL	REGULAMENTAÇÃO	ÓRGÃO	ANO
Austrália	<i>Report 17 – Radiation Protection in Veterinary Medicine</i>	<i>Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency</i>	2009
Austrália	<i>Radiation guideline 6 – Registration Requirements &amp; Industry Best Practice for Ionizing Radiation Apparatus used in Diagnostic Imaging – part 4 Veterinary Science</i>	<i>NSW Environment Protection Authority</i>	2004
California (EUA)	<i>Radiation Safety Relating to Veterinary Medicine and Animal Health Technology in California</i>	<i>State of California</i>	2012
Canadá	<i>Safety Code 28 – Radiation Protection in Veterinary Medicine</i>	<i>National Health and Welfare</i>	1991
Canadá	<i>Ontario regulation 861</i>	<i>Ontario Ministry of Labour</i>	2014
Carolina do Norte (EUA)	<i>NCAC 10A – Health and Human Services Chapter 15-0610 – Veterinary medicine Radiographic installations</i>	<i>North Carolina Office of Administrative Hearings</i>	2015
Estados Unidos	<i>Federal report 14 - Radiation Protection Guidance for Diagnostic and Interventional X-Rays Procedures</i>	<i>Environmental Protection Agency</i>	2014
Estados Unidos	<i>Report 148- Radiation Protection in Veterinary Medicine</i>	<i>Nacional Council on radiation Protection and Measurements (NCRP)</i>	2004
Finlândia	<i>Guide ST 8.1 – Radiation Safety in Veterinary X-Ray Examinations</i>	<i>STUK Radiation and Nuclear Safety Authority</i>	2012
Florida (EUA)	<i>Control of Radiation Hazard Regulations Chapter 64-E5</i>	<i>Florida Health</i>	2016
Georgia (EUA)	<i>Rule 290-5-22-04 – X-rays in the healing Arts Chap. 15-</i>	<i>Georgia Administrative Code</i>	2004
Hawaii (EUA)	<i>Radiation Rule Guide – Veterinary Facilities – Chapter 11-45</i>	<i>Hawaii State Department of Health</i>	2009
Inglaterra	<i>JSP 392 Management of Radiation Protection in Defense – Leaflet27 – Veterinary Diagnostic X-Ray machine</i>	<i>Ministry of Defense</i>	2014
Iowa (EUA)	<i>IAC 10/01/14 – Public Health 641 – Chap. 41 Item 1(10)</i>	<i>Iowa Department of Health</i>	2010

Continuação da tabela 4.

Irlanda	<i>RPII-02/3- Code of Practice for Radiation Protection in Veterinary Medicine</i>	<i>Radiological Protection Institute of Ireland</i>	2002
Irlanda	<i>Radiation Protection in Veterinary Radiology</i>	<i>Nuclear Energy Board</i>	1989
Michigan (EUA)	<i>Part 10 – Veterinary X-Ray Installations</i>	<i>Michigan Department of Licensing and regulatory Affairs – Radiation Safety Section</i>	2016
Minnesota (EUA)	<i>X-Ray Regulatory Guide – Veterinary X-rays Facilities</i>	<i>Minnesota Department of Health</i>	2016
Nebraska (EUA)	<i>180 NAC 6 – Control of Radiation- Chap. 6 item 007</i>	<i>Nebraska Department of Health</i>	2016
Nova York (EUA)	<i>Title 10 – Part 16- Ionizing Radiation</i>	<i>New York State – Public Health Law</i>	2016
Nova Zelândia	<i>CSP 21 - Code of Safe Practice for the use of X-Rays in Veterinary Diagnosis</i>	<i>Office of Radiation Safety – Ministry of Health</i>	2006
Singapura	<i>Radiation Protection Act – Cap 262 – Sec. 28</i>	<i>Singapura Department of Health</i>	2001
Texas (EUA)	<i>Radiation Control Regulations for radiation machines used in veterinary medicine</i>	<i>Texas Administrative Code</i>	2008
União Européia	<i>Diretiva 2013/59 EURATOM</i>	<i>Conselho da União europeia</i>	2014
Virgínia (EUA)	<i>12 VAC 5-481-10 – Radiation Protection Regulations</i>	<i>Virginia Department of Health</i>	2006
Wisconsin (EUA)	<i>Chapter DHS 157 – Radiation Protection</i>	<i>Wisconsin Department of health</i>	2002

## 2.7 COMPETÊNCIA DOS OPERADORES

Na radiologia veterinária, é comum que os exames sejam executados pelos próprios médicos veterinários, uma vez que não são todas as instalações que possuem alta demanda de raios X para justificar a contratação de um profissional responsável pelas técnicas radiológicas (FRITSCHI, 2000, HERCA, 2013).

Os técnicos e tecnólogos em radiologia também podem atuar na área, segundo a Resolução do Conselho Nacional dos Técnicos em Radiologia (CONTER) Nº6/2009, porém sua atuação costuma ser mais comum em estabelecimento que possui grande demanda de exames ou que possuem especialidades como tomografia computadorizada ou ressonância magnética, devido a complexidade destas modalidades (ANDRADE, 2007 e BRASIL, 2009).

Além das competências legais exigidas para a atuação na área da radiologia veterinária, é importante que os profissionais da prática se mantenham atualizados por meio de treinamentos específicos em radioproteção, para que sejam capazes de lidar com os riscos da exposição à radiação durante os procedimentos. Em um estudo realizado pelo *Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities* (HERCA), com base em questionários enviados para 24 países da Europa, foram avaliados os níveis de conhecimento e condições de trabalho de profissionais que trabalhavam com radiologia veterinária, do qual foi elaborado um guia sugestivo de assuntos sobre os quais os profissionais da área precisam se manter atualizados. Os tópicos do guia incluem conhecimentos básicos sobre física radiológica, radiobiologia, e legislação, como por exemplo, unidades de medida, natureza e tipos de radiação, efeitos biológicos, riscos das exposições, aplicação de um programa de garantia de qualidade e interpretação de relatórios dos dosímetros, para que os profissionais da área consigam manter o trabalho em um nível aceitável de segurança (HERCA, 2017).

## 2.8 CARACTERÍSTICA DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos de raios X empregados na prática da radiologia veterinária podem ser classificados de três formas: raios X igual ao utilizado em medicina humana, raios X próprio para medicina veterinária móvel e raios X próprio para veterinária portátil, que serão descritos nas seções seguintes (LAVIN, 2007 e AYERS, 2012).

### 2.8.1 Raio X fixos utilizados em radiologia humana

Estes equipamentos costumam ser os mesmos empregados nas práticas humanas, conforme apresentado na Figura 10. Podem ser adquiridos direto com os fabricantes como novos ou por meio de empresas que revendem equipamentos que já não podem mais ser utilizadas na radiologia humana, mas que estão em boas condições de uso geral. Estes equipamentos possuem um sistema de alta tensão eficiente que permite um maior rendimento energético e um maior *range* de valores de técnicas radiográficas, graças aos geradores trifásicos ou alta frequência, além de suas variações, tais como: ajuste de tensão, corrente elétrica (miliamperagem) e

tempos de modo separado, possibilitando o imageamento de uma maior variedade de animais pelas combinações de técnicas radiográficas. Costumam ter anodo giratório, o que permite mais disparos consecutivos e também uma maior durabilidade do tubo de raios X. Ainda possuem maior estabilidade de rede, mantendo a exatidão e reprodutibilidade dos parâmetros de exposição, o que garante uma maior qualidade de imagem (LAVIN, 2007; FOSBINDER et al., 2002 e BUSHBERG, 2002).



**Figura 10 - Equipamento de raios X comum para práticas humanas e veterinárias.**  
Fonte: Autoria própria.

### 2.8.2 Equipamento de raios X móvel próprio para medicina veterinária

Uma das principais características destes equipamentos (Figura 11) é o seu sistema de alta tensão e gerador simplificado, tornando-o mais compacto e simples, barateando o custo de aquisição para os médicos veterinários. Em contrapartida, pela simplicidade do sistema elétrico do equipamento, é comum que não possuam um bom rendimento energético por possuírem gerador monofásico e também não possuírem uma boa compensação da tensão elétrica de entrada, fazendo com que haja flutuações na reprodutibilidade dos parâmetros de exposição, além de costumarem ser integrados, o que pode ser problemático na prática, onde se deseja a otimização das técnicas de exposição (LAVIN, 2007; FOSBINDER et al., 2002 e BUSHONG, 2010).



**Figura 11 - Equipamento de raios X próprio para veterinária.  
Fonte: Autoria própria.**

### 2.8.3 Equipamento de raios X portátil

Estes equipamentos são mais utilizados por veterinários que realizam serviço de radiologia em campo aberto, como radiologia de grandes animais ou por veterinários que fazem serviço de radiologia volante em instalações que não possuem equipamento de raios X próprio, mas também pode ser empregado em instalações que realizam atendimento de animais de pequeno porte (Figura 12). São equipamentos com um sistema de alta tensão simples, porém eficaz, com gerador trifásico ou de alta frequência, o que resulta em um feixe com boa qualidade, e conseqüentemente, uma melhor imagem final (LAVIN, 2007 e BUSHBERG, 2002).



**Figura 12 – Equipamento de raios X portátil preso a um suporte.  
Fonte: Autoria própria.**



## 2.9 CONTROLE DE QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE RAIOS X

O controle de qualidade dos equipamentos de raios X é um processo que auxilia preservar o equipamento e estender seu tempo de vida útil, além de evitar danos que possam ser fonte de perigo para os profissionais e público e também garante que as imagens geradas por este sistema sejam adequadas para a interpretação e laudo (TILLY JUNIOR, 2010 e BUSHONG, 2010).

No Brasil, a Portaria nº453/98 estabelece os testes de controle de qualidade que devem ser realizados nos equipamentos de raios X, complementada pela Resolução 1016/2006, onde se institui um protocolo de testes a serem aplicados aos equipamentos de raios X e outros equipamentos de diagnóstico por imagem. Porém, os testes não são obrigatórios para as instalações de radiologia veterinária, apesar dos princípios de funcionamento dos equipamentos serem idênticos. Nas regulamentações internacionais, existe a necessidade da realização dos testes de controle de qualidade dos equipamentos que são os mesmos aplicados nos equipamentos de radiologia humana (BRASIL, 1998; ANVISA, 2005 e AUSTRALIA, 2009).

## 2.10 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE PROCESSAMENTO

O sistema de processamento de imagem pode ser classificado em: sistema convencional, sistema computadorizado e sistema digital. O emprego de um ou outro varia muito com a demanda e necessidade da instalação.

### 2.10.1 Sistema de processamento convencional

A aquisição de imagem por este sistema se dá por meio da captura de fótons de raios X por películas de filmes radiográficos, que são processados por meio de produtos químicos para exibir a imagem. Os fótons de raios X que atravessam o paciente sensibilizam os grãos de prata dispostos no filme radiográfico. A diferença de densidade das estruturas do corpo do paciente atenuam os feixes em diferentes níveis, o que causa as diferenças de contraste na imagem. Regiões menos densas permitem que mais feixes de raios X passem e sensibilizem mais grãos de prata, dando o aspecto enegrecido na imagem. Quando a película

passa pelo banho de químicos, a prata que foi sensibilizada permanece impregnada, enquanto que a prata não sensibilizada é eliminada, dando o aspecto enegrecido na imagem. Este sistema é representado na figura 13. (BUSHONG, 2010 e TILLY JUNIOR, 2010).

Este tipo de processamento é o mais barato, especialmente para instalações que possuem baixa demanda, pela sua simplicidade de manipulação. Em contrapartida, a imagem deste tipo de sistema de processamento é mais limitada quanto à resolução de contraste, além da necessidade de repetição por falhas da técnica de exposição, por exemplo, e da necessidade de um espaço físico estruturado para ser utilizado como câmara escura (FOSBINTER et al., 2002 e BUSHONG,2010).



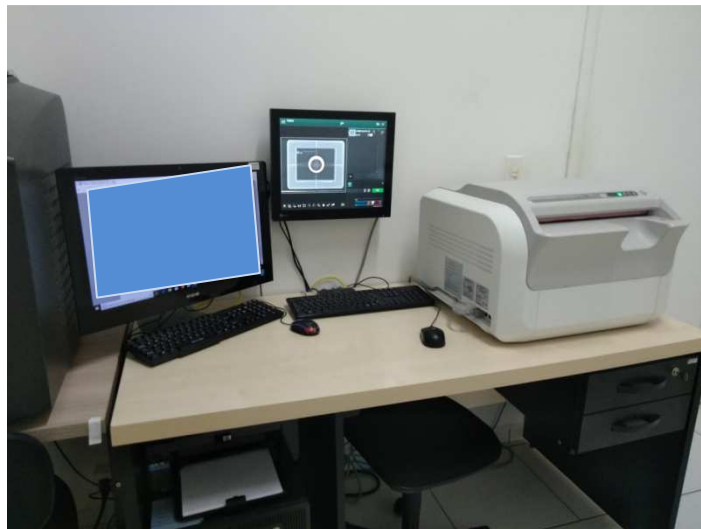
**Figura 13 - Câmara escura com processadora de filmes (instalação veterinária).  
Fonte: A autoria própria.**

#### 2.10.2 Sistema de processamento computadorizado

Este sistema é uma revolução do processamento químico. Os princípios de interação dos raios X são iguais, exceto pelo sistema de detecção, que substitui o filme radiográfico por uma placa de fósforo, que ao ser atingida pela radiação, armazena a energia, de forma que ao ser estimulado por meio de um *laser*, libera essa energia para um sensor, que a converte a informação em imagem digital que pode ser visualizada, manipulada e impressa posteriormente (AYRES, 2012 e CARTER et al., 2008).

Este tipo de sistema (Figura 14) possui um custo de aquisição mais elevado, sendo interessante para instalações que possuem maior demanda de exames, onde

é necessário agilidade no processamento das imagens, ou ainda, para instalações que trabalham com sistema de telerradiografia, onde as imagens precisam ser enviadas digitalmente para um médico veterinário radiologista. O sistema de processamento computadorizado possui muitas vantagens se comparado ao sistema químico, como a possibilidade de manipulação da imagem no sistema de pós-processamento, o que permite menor repetição de exames por erros de técnicas de exposição, maior resolução de contraste e maior praticidade, pois o sistema de processamento é compacto e rápido (CARTER et al., 2008; BUSHONG, 2008 e WRIGHT et al., 2008).



**Figura 14 - Sistema de processamento computadorizado (instalação veterinária).  
Fonte: Autoria própria.**

### 2.10.3 Sistema de processamento digital

Este sistema de processamento é normalmente utilizado por veterinários que realizam prática de radiologia de campo ou de grandes animais, pela mobilidade da placa e processamento de imagem instantâneo, sem cabos ou demais estruturas. Este sistema é o mais caro de todos, sendo viável apenas para locais com grande demanda. As vantagens deste sistema são semelhantes à do sistema de radiologia computadorizada, com a característica principal da exibição da imagem praticamente em tempo real, dispensando o uso de leitoras (HUDA, 2016; DROST et al., 2008 e CARTER et al., 2008)

## 2.11 CARACTERÍSTICAS DAS SALAS DE EXAME

A estruturação arquitetônica de uma sala de raios X possui base legal na Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº50, da ANVISA, de 21 de fevereiro de 2002, em que se estabeleceu o dimensionamento mínimo da instalação e distância que o equipamento deve estar posicionado das paredes. Entretanto, como é uma resolução direcionada para instalações de saúde humana, a sua obrigatoriedade para as práticas radiológicas na medicina veterinária fica a critério da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2002).

Com relação à segurança radiológica, é necessário que as instalações que possuem raios X providenciem um projeto de radioproteção e que inclua um memorial de cálculo de blindagem das paredes, portas e janelas. A obrigatoriedade ou não da existência de um comando blindado fica a critério da Vigilância Sanitária, já que não possui necessidade prática, uma vez que os operadores ficam próximos do feixe durante as exposições para a imobilização do animal. Instalações que possuem raios X portáteis estão dispensadas de projeto, já que o equipamento nunca é utilizado no mesmo ambiente. Também é exigido, para a liberação do alvará de funcionamento do setor de radiologia veterinária, o levantamento radiométrico da sala de raios X, que atesta a eficácia da aplicação da blindagem nas paredes e portas, garantindo a segurança radiológica do público (BRASIL, 1998 e NCRP, 2004).

As salas de raios X devem ser sinalizadas com placas informativas de alerta, conforme a Figura 15, além de uma sinalização vermelha na entrada que indica a utilização de raios X na sala (BRASIL, 1998; BRASIL, 2010 e AUSTRÁLIA, 2009).



Figura 15 - Placas de sinalização que devem estar dispostas na entrada da sala. (a) indicação de alerta às pessoas, (b) proibida a entrada e (c) uso de EPI.  
Fonte: Autoria própria.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo foi realizado por meio de pesquisa de campo, com uma abordagem quantitativa, de caráter descritivo durante o período de março de 2016 a dezembro de 2017. Participaram do estudo, médicos veterinários da cidade de Curitiba – PR que possuem em seus estabelecimentos (consultórios, clínicas, hospitais e instituições de ensino), equipamentos de raios X.

Participaram da pesquisa 31 estabelecimentos, identificados de 1 a 31, por ordem alfabética. Cada equipamento presente em cada estabelecimento foi identificado com um número de 1 a 32, seguindo a ordem de avaliação.

Os dados foram coletados por meio de formulários preenchidos pelo pesquisador, conforme anexo A, e pela avaliação dos equipamentos de raios X com medidores não invasivos calibrados, seguindo alguns testes dispostos na Resolução Normativa 1016/2006 – Guia “Radiodiagnóstico Médico – Segurança e desempenho de equipamentos”.

Além da avaliação dos equipamentos de raios X, foram avaliados 25 relatórios de utilização de dosímetros individuais com o objetivo de verificar a dose ocupacional nos estabelecimentos veterinários no período de um ano. O conhecimento sobre as normas de radioproteção, características dos equipamentos, procedimentos de trabalho e processamento das imagens foram obtidos por meio de um formulário preenchido pelo pesquisador.

Também foi verificada a existência de relatórios anteriores de controle de qualidade do equipamento, relatório de levantamento radiométrico e projeto de radioproteção. Além disso, foram realizadas medições do dimensionamento da sala para verificar sua compatibilidade com as exigências da RDC nº50/02.

#### 3.1 ASPÉCTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP-UTFPR) de CAAE: 60866916.1.0000.5547 e Parecer Consubstanciado: 1.817.425 em 10 de novembro de 2016. Todos os participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento

Livre e Esclarecido (TCLE – Anexo B) e forneceram carta de autorização para a realização da pesquisa.

### 3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA E QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS

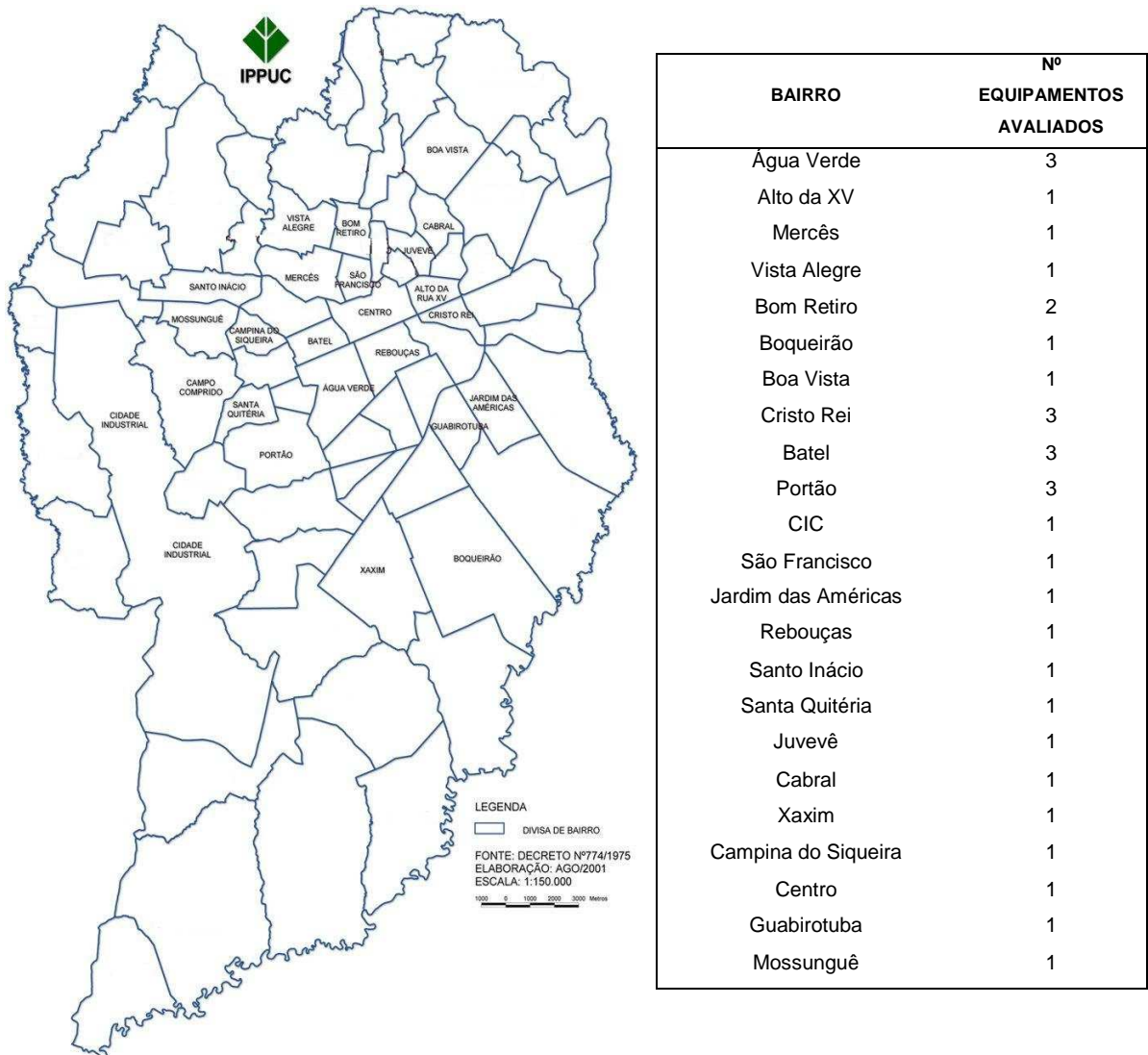
Participaram do estudo, médicos veterinários da cidade de Curitiba – PR que possuem em seus estabelecimentos (consultórios, clínicas, hospitais e instituições de ensino), equipamentos de raios X.

Para determinar a quantidade da amostra (número de estabelecimentos) a ser avaliada, foi encaminhada uma correspondência para a Secretaria Municipal de Saúde (SMS) de Curitiba. Em resposta ao questionamento da estimativa de estabelecimentos veterinários que possuem equipamentos de raios X, a SMS de Curitiba se posicionou como atuante apenas nos aspectos trabalhistas, não tendo o número exato de centros que possuem equipamento de raios X por atuarem sob demanda, orientando que a informação fosse verificada junto ao Conselho Regional de Medicina Veterinária do Paraná (CRMV-PR). A resposta encontra-se na íntegra no Anexo C.

Em contato com o CRMV-PR, os mesmos informaram que também não possuem controle dos dados, uma vez que não é necessário informar se o serviço trabalha com diagnóstico por imagem no ato do cadastro. Em contrapartida, os mesmos informaram que o número de clínicas, consultórios e hospitais veterinários existentes na cidade de Curitiba totalizam 431 estabelecimentos. Destes, o levantamento apurado indicou que apenas 250 estão ativos, sendo que os demais, segundo o CRMV, podem ter sido desativados, mas sem dar entrada legal na documentação. A informação se encontra na íntegra no Anexo D.

De um total de 250 estabelecimentos, a estimativa realizada apontou para aproximadamente 35 clínicas, hospitais e instituições de ensino que possuem equipamentos de raios X. Este número pode ser maior, uma vez que não existe um controle específico para esta informação.

Os estabelecimentos avaliados estão distribuídos em 23 bairros da cidade de Curitiba – PR. Entre as instalações, estão 19 clínicas, 4 centros de diagnóstico, 6 hospitais e 2 instituições de ensino. A Figura 16 representa o mapa de Curitiba com o número de estabelecimentos participantes em cada bairro.



**Figura 16 - Mapa da distribuição das clínicas visitadas durante a pesquisa.  
Fonte: IPPUC.**

### 3.3 AVALIAÇÃO DOS RELATÓRIOS E DOCUMENTOS DE RADIOPROTEÇÃO

Nos 31 estabelecimentos foram solicitados os relatórios dos dosímetros fornecidos pela empresa de dosimetria contratada pelo proprietário, para verificação das doses ocupacionais dos operadores do equipamento de raios X. Nestes relatórios, estavam presentes os valores de equivalente de dose pessoal recebida pela equipe durante o período de um ano. Também foi verificada a existência de relatórios anteriores de controle de qualidade, projeto de radioproteção e levantamento radiométrico, plano de proteção radiológica, tabela de exposições



radiológicas e de manutenções preventivas. Todos os relatórios foram analisados (quando disponíveis) e os dados anotados para a análise.

### 3.4 AVALIAÇÃO DAS VESTIMENTAS PLUMBÍFERAS

Foi verificada, nas 31 instalações, a existência de vestimentas plumbíferas, tais como: avental de chumbo, protetor de tireóide, luvas e óculos plumbíferos. A análise consistiu em detectar se haviam vestimentas em quantidade suficiente para operadores e proprietários (dos animais), se estavam armazenadas de forma adequada, se eram utilizadas adequadamente e se o material de blindagem estava íntegro. A integridade das vestimentas foi feita por meio de palpação, em busca de fragmentos de borracha plumbífera, e imageamento das mesmas no feixe de raios X. Quando o material apresentava falha, a imagem mostra pontos onde a radiação pode ultrapassar o material. A Figura 17 demonstra a realização do teste.



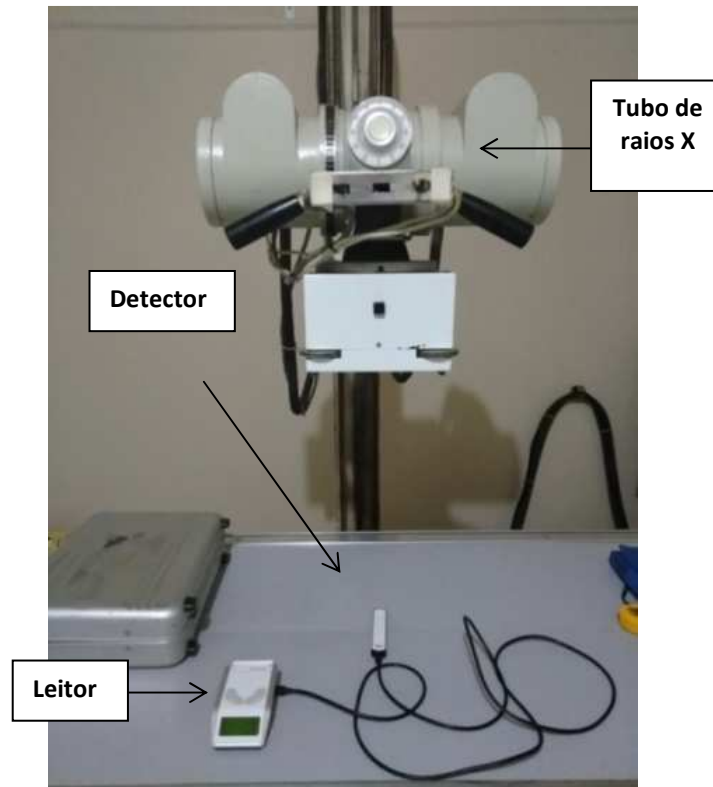
**Figura 17 – Integridade das vestimentas pumbíferas. Teste de palpação e teste de imagem**  
**Fonte: Autoria própria.**

### 3.5 AVALIAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE RAIOS X

A avaliação dos equipamentos de raios X foi realizada utilizando-se um *kit* multiparâmetro não invasivo, marca *RaySafe Xi*, Modelo R/F & Mammo, número de série 184017, com certificado de calibração no anexo D, que permite a realização de testes metrológicos, seguindo as orientações da Resolução Normativa 1016/2006 dispostos como na Figura 18, e um *kit* para medição de alinhamento e colimação do feixe de raios X, marca MRA, número de série 09-257 (copo de angulação) e 12-257 (placa de alinhamento). A partir disto, foi possível coletar dados referentes às condições de desempenho, funcionamento e características técnicas dos equipamentos de raios X. Foram considerados como “CONFORME”, aqueles equipamentos que possuem as características e desempenhos estabelecidos pela Portaria nº453/98 em todos os testes. As avaliações de controle de qualidade realizadas nos equipamentos durante a pesquisa foram:

- Colimação e alinhamento do feixe de raios X;
- Exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição;
- Reprodutibilidade e linearidade da taxa de kerma no ar;
- Camada semi-redutora e,
- Exatidão e reprodutibilidade da tensão no tubo;

A escolha dos testes a serem realizados na pesquisa foi tomada com base na resolução 1016, e em regulamentações próprias para medicina veterinária de outros países, listados na tabela 4.

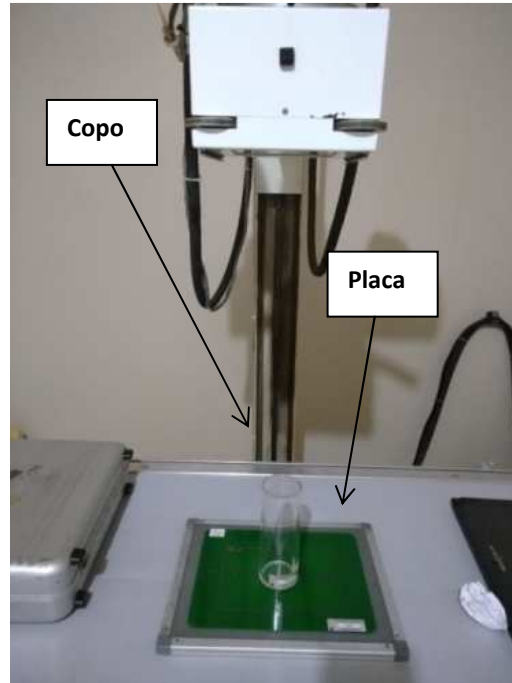


**Figura 18 - Disposição do equipamento de medição dos parâmetros eletrônicos do equipamento de raios X.  
Fonte: Autoria própria.**

Em conjunto com os testes metrológicos, foi avaliado o estado de conservação e manutenção do equipamento e existência de grades anti-difusão nas mesas de raios X.

### 3.5.1 Colimação e alinhamento do feixe

A colimação e o alinhamento do feixe foram testados com o conjunto de copo e placa de alinhamento marca MRA, número de série 09-257 (copo de angulação) e 12-257 (placa de alinhamento). O tubo de raios X foi alinhado paralelamente à placa e ao copo, com distância foco-objeto de 1 metro. A Figura 19 demonstra a disposição dos itens na execução do teste.



**Figura 19 - Teste do alinhamento e colimação do campo de radiação.  
Fonte: Autoria própria.**

O parâmetro de conformidade do ângulo de inclinação do feixe em relação ao eixo central deve ser  $<3^\circ$  e a diferença entre as bordas do campo de radiação e do campo luminoso não deve exceder 2% da distância entre o foco e a mesa (neste caso, 2cm) (BRASIL, 2005).

### 3.5.2 Exatidão e Reprodutibilidade do tempo de exposição

Para a mensuração do tempo de exposição, foram selecionados seis valores de tempo mais utilizados pelos estabelecimentos veterinários, e então, realizado uma série de quatro exposições para cada tempo. A variação da exatidão do tempo foi calculada com a média dos valores obtidos ( $t_{médio}$ ) para cada tempo selecionado, onde o  $t_{nom}$  é o valor selecionado no painel, conforme a Equação 6. (BRASIL, 2005)

$$E(\%) = 100. \left( \frac{t_{nom} - t_{médio}}{t_{nom}} \right) \quad (6)$$

A variação da reprodutibilidade do tempo de exposição foi calculada para cada série de medições considerando o valor de tempo máximo ( $t_{máx}$ ) e o tempo mínimo ( $t_{mín}$ ) entre as leituras, conforme a Equação 7. (BRASIL, 2005)

$$R(\%) = 100. \left[ \frac{t_{m\acute{a}x} - t_{m\acute{i}n}}{(t_{m\acute{a}x} + t_{m\acute{i}n})/2} \right] \quad (7)$$

O parâmetro de conformidade para a avaliação da variação da exatidão do tempo de exposição é  $\pm 10\%$  e reprodutibilidade  $\leq 10\%$ .

### 3.5.3 Reprodutibilidade e linearidade da taxa de Kerma no ar

Para a mensuração da linearidade e da reprodutibilidade da taxa de Kerma no ar, foram selecionados três valores de corrente elétrica e um valor fixo de tempo para equipamentos com parâmetros variáveis e três valores de mAs para equipamentos com parâmetros integrados.

A variação da linearidade foi calculada com a média das leituras ( $L_{m\acute{e}dio}$ ) de cada série de medidas, dividida pelos valores correspondentes de mAs/mAs ( $\text{Variação} = \frac{L_{m\acute{e}dio}}{mAs}$ ), e então, selecionado o valor de variação máximo ( $\text{Variação}_{m\acute{a}x}$ ) e variação mínimo ( $\text{Variação}_{m\acute{i}n}$ ), conforme expresso na Equação 8. (BRASIL, 2005)

$$LIN = 100. \left[ \frac{\text{Variação}_{m\acute{a}x} - \text{Variação}_{m\acute{i}n}}{(\text{Variação}_{m\acute{a}x} + \text{Variação}_{m\acute{i}n})/2} \right] \quad (8)$$

A variação da reprodutibilidade foi calculada por meio do valor máximo ( $Dose_{m\acute{a}x}$ ) e o valor mínimo ( $Dose_{m\acute{i}n}$ ) das medidas para cada série de exposição, conforme descrita na Equação 9. (BRASIL, 2005)

$$R(\%) = 100. \left[ \frac{Dose_{m\acute{a}x} - Dose_{m\acute{i}n}}{(Dose_{m\acute{a}x} + Dose_{m\acute{i}n})/2} \right] \quad (9)$$

O parâmetro de conformidade estabelecido pela Vigilância Sanitária é de variação de linearidade  $\leq 20\%$  e variação de reprodutibilidade  $\leq 10\%$ .

### 3.5.4 Camada semi-redutora

Para a mensuração da camada semi-redutora, foram realizadas 4 (quatro) exposições considerando 70 kVp e 20 mAs.

Os parâmetros de aceitação estabelecidos pela Portaria nº453/98 são no mínimo 2,1mmAl (milímetros de alumínio) para equipamentos com gerador monofásico e no mínimo 2,3mmAl para equipamentos com gerador trifásico. (BRASIL, 2005)

### 3.5.5 Exatidão e reprodutibilidade da tensão no tubo

As medidas foram tomadas com distância foco-detector a 1(um) metro e tempos de exposição acima de 0,1 milissegundo.

Para cada equipamento com parâmetros variáveis, foram selecionados quatro valores de tensão comumente utilizados pelos médicos veterinários e três valores de corrente elétrica, variados para cada série de valor de tensão. Para cada combinação de tensão-corrente, foram executados quatro disparos.

Para equipamentos com parâmetros integrados, não é possível selecionar a tensão e a corrente de modo individual, sendo sempre fixa uma combinação de tensão-corrente. Neste caso, foi executada uma série de 4 (quatro) exposições para cada combinação única de tensão-corrente.

A variação da exatidão (E) da tensão foi calculada com a média dos valores obtidos para cada série de tensão, como pode ser observado na Equação 10, onde o  $kVp_{nom}$  é o valor indicado no painel do equipamento. (BRASIL, 2005)

$$E(\%) = 100. \left( \frac{kVp_{nom} - kVp_{médio}}{kVp_{médio}} \right) \quad (10)$$

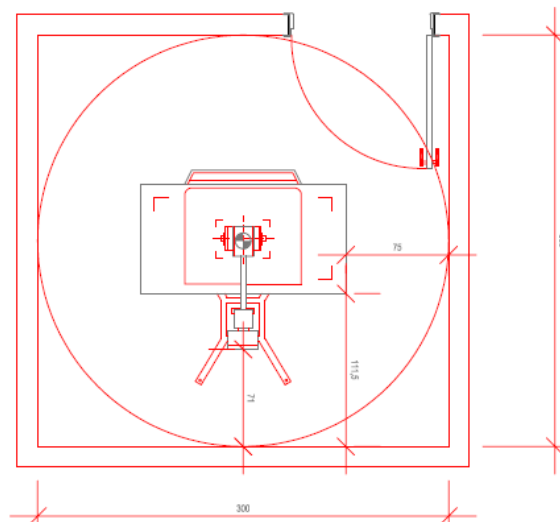
A variação da reprodutibilidade (R) da tensão foi determinada para cada série de medições conforme a Equação 11, levando em consideração os valores de tensão máxima ( $kVp_{max}$ ) e mínima ( $kVp_{min}$ ). (ANVISA, 2005)

$$R(\%) = 100 \cdot \left( \frac{kVp_{m\acute{a}x} - kVp_{m\acute{i}n}}{(kVp_{m\acute{a}x} + kVp_{m\acute{i}n})/2} \right) \quad (11)$$

O parâmetro de conformidade estipulado para o teste de exatidão estabelecido pelo manual da ANVISA é  $\pm 10\%$ , enquanto que para a reprodutibilidade é  $\leq 10\%$ .

### 3.6 AVALIAÇÃO DA SALA DE RAIOS X

As salas onde se encontravam os equipamentos de raios X foram avaliadas com relação à existência de blindagem, confirmada com base no projeto de radioproteção e radiometria. Também foi realizado o desenho da planta baixa de cada sala para verificar as dimensões médias do espaço e distanciamento do foco do equipamento das paredes, conforme o exemplo apresentado na Figura 20. Para atender ao dimensionamento mínimo de distanciamento do equipamento estabelecido na RDC 50/2002 de 1,5m de cada barreira, foi considerado área mínima da sala 9m<sup>2</sup>.



**Figura 20 – Exemplo da sala de raios X.  
Fonte: Autoria própria.**

O resultado dos testes do equipamento e demais avaliações foi informado aos médicos veterinários em forma de relatório, para que os mesmos pudessem realizar as adequações de suas instalações.

## 4. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados da pesquisa com relação à caracterização das instalações, os aspectos de radioproteção, as características dos equipamentos, aos testes de controle de qualidade dos equipamentos e características das salas.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Todas as 31 instalações visitadas possuíam Alvará de Funcionamento, atuando dentro da regularidade e já contaram com pelo menos, uma visita da Vigilância Sanitária para fins de inspeção. Em 77,4% das instalações, apenas médicos veterinários operam o equipamento de raios X, enquanto que em 22,6% existe a participação de um profissional de radiologia, como pode ser observado na Tabela 5.

**Tabela 5 - Disposição dos profissionais que atuam na radiologia veterinária.**

<b>TIPO DE INSTALAÇÃO</b>	<b>Apenas veterinário</b>	<b>Veterinário e profissional da radiologia</b>
Centro de diagnóstico	3	1
Clínica	16	3
Hospital	5	1
Instituição de ensino	0	2
<b>Total</b>	<b>77%</b>	<b>23%</b>

O sistema de processamento de imagens convencional foi encontrado em 48,4% das instalações visitadas, enquanto que o sistema de processamento computadorizado totalizou 51,6%. A distribuição por tipo de instalação pode ser acompanhada na Tabela 6. Até o momento da coleta de dados, nenhuma instalação participante possuía sistema de processamento digital.



Tabela 6 - Classificação de instalações e sistema de processamento.

TIPO DE INSTALAÇÃO	Processamento químico	Processamento computadorizado
Centro de diagnóstico	1	3
Clínica	10	9
Hospital	3	3
Instituição de ensino	1	1
<b>Total</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>

#### 4.2 ASPECTOS DE RADIOPROTEÇÃO

Com relação à documentação legal exigida pela Portaria nº453/98, foi verificada a existência de projeto de radioproteção, levantamento radiométrico, controle de qualidade e plano de proteção radiológica. Os resultados estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Documentação legal por instalação.

	Projeto de radioproteção	Levantamento radiométrico	Controle de qualidade	Plano de proteção radiológica
<b>POSSUI</b>	28	28	14	2
<b>NÃO POSSUI</b>	3	3	17	29

Em 28 instalações, foi verificada a existência de artigos de posicionamento e imobilização de animais.

As cartas técnicas para exposições radiográficas estavam presentes em apenas 10 instalações. Com relação à sinalização de área e luz vermelha de advertência, os resultados estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Disposição de sinalização em salas.

	Placas de sinalização	Luz de advertência
<b>POSSUI</b>	28	21
<b>NÃO POSSUI</b>	3	10

Todas as instalações possuíam vestimentas plumbíferas, dispostas de acordo com a Tabela 9. Ao todo, foram inspecionadas 212 itens de proteção individual, distribuídos em 82 aventais, nove óculos plumbíferos, 49 pares de luvas plumbíferas e 72 protetores de tireoide. Todas as instalações possuem pelo menos dois aventais plumbíferos e um protetor de tireóide. Foi verificado que a quantidade de vestimentas é proporcional à quantidade de membros que realizam imobilização. Verificou-se também que 26 instalações não possuem óculos plumbífero e cinco instalações não possuem luvas plumbíferas.

**Tabela 9 - Disposição de vestimentas por instalação.**

<b>INSTALAÇÃO</b>	<b>Luva plumbífera</b>	<b>Avental plumbífero</b>	<b>Protetor de tireoide</b>	<b>Óculos plumbífero</b>	<b>Total de vestimentas</b>
1	1	3	3	0	7
2	1	4	2	1	8
3	2	3	3	2	10
4	2	2	2	2	8
5	1	2	2	0	5
6	0	2	2	0	4
7	2	3	2	0	7
8	2	5	3	0	10
9	0	2	2	0	4
10	3	2	2	2	9
11	1	2	3	0	6
12	4	3	4	0	11
13	1	6	3	0	10
14	4	3	2	0	9
15	3	3	2	0	8
16	1	4	3	0	8
17	2	2	2	0	6
18	2	2	2	0	6
19	2	2	2	0	6
20	1	2	2	0	5
21	3	3	2	2	10
22	2	3	2	0	7
23	2	2	2	0	6
24	1	2	3	0	6
25	0	2	2	0	4
26	1	2	1	0	4
27	3	2	2	0	7
28	0	3	4	0	7
29	0	2	2	0	4

Continuação da tabela 9.

30	1	2	1	0	4
31	1	2	3	0	6
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>82</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>212</b>

Com relação à equivalência de blindagem, 73% dos itens possuem equivalência de 0,5mm de chumbo, considerada mais adequada para segurança radiológica, em especial pela proximidade dos operadores ao feixe primário. A Figura 21 exhibe mais detalhadamente os resultados.

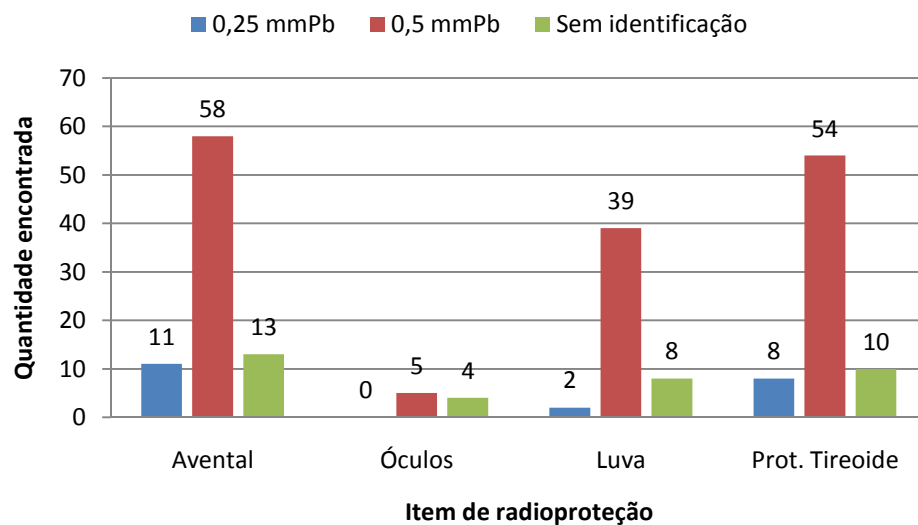
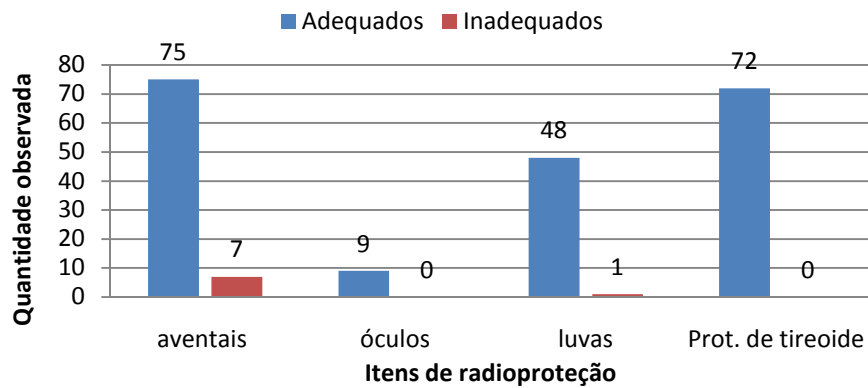
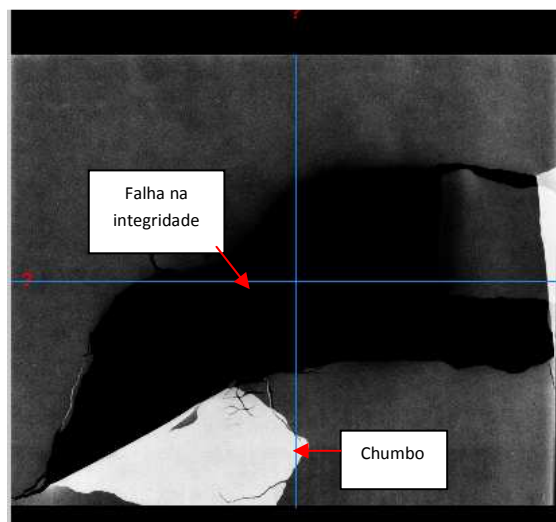


Figura 21 - Gráfico com a disposição de blindagem por tipo de vestimenta.

A integridade da blindagem dos itens avaliados foi considerada inadequada em 4% de todos os itens de vestimenta de proteção individual, sendo 7 aventais e um par de luvas, exibido na Figura 22. Os aventais e luvas inadequadas apresentavam falha de integridade da borracha plumbífera, que foi possível de ser visualizado com o equipamento de raios X, como é mostrado na Figura 23. Alguns aventais apresentavam fissuras e rasgos no material de revestimento do chumbo, ou ainda problemas no velcro para fechar a vestimenta, por estar gasto ou descosturado, o que impossibilita o uso adequado da vestimenta. Os médicos veterinários foram orientados a realizar os ajustes.



**Figura 22 - Gráfico com a integridade das vestimentas.**



**Figura 23 - Radiografia de avental com falha na integridade da borracha plumbífera.**

Com relação à avaliação das mesas utilizadas para realizar radiografias, foi constatada a presença de grades anti-difusoras em 69% dos equipamentos, estando ausente em 31%. Alguns médicos veterinários relataram não fazer uso da grade mesmo quando esta se encontrava disponível, pois era necessário aumentar as técnicas de exposição, o que consequentemente aumenta a dose distribuída na equipe.

Nesta pesquisa, foi verificada a existência de dosimetria pessoal por parte dos operadores constatando-se que 80,6 % das instalações fazem uso de dosímetro pessoal, enquanto que 19,4 % não possuem nenhum tipo de dosimetria ou monitoração individual. O resultado pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10 - Distribuição de dosimetria por instalação.

TIPO DE INSTALAÇÃO	Possui dosimetria	Não possui dosimetria
Centro de diagnóstico	4	0
Clínica	14	5
Hospital	5	1
Instituição de ensino	2	0
<b>Total</b>	<b>81%</b>	<b>19%</b>

As disposições dos equivalentes de dose pessoal dentro do período de um ano estão dispostas na Figura 24, de acordo com os limites de dose estabelecidos pela portaria 453/98. No total, As instalações que não possuíam dosimetria informaram que a demanda era muito baixa para justificar a contratação do serviço.

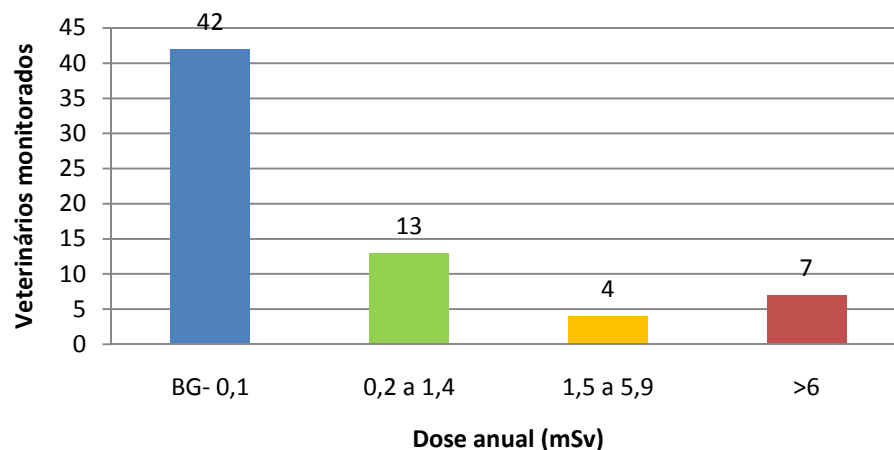


Figura 24 - Distribuição de dose efetiva por operador, em mSv.

Em pelo menos 8 instalações, foi observado que o dosímetro padrão encontrava-se dentro da sala, próximo ao feixe primário de raios X.

Os valores mínimos e máximos registrados pelos dosímetros estão dispostos na Tabela 11.

**Tabela 11 - Valores mínimos e máximos de dose efetiva nos operadores, no período de um ano, em mSv.**

<b>INSTALAÇÃO</b>	<b>Operadores monitorados</b>	<b>Operador com menor dose (mSv)</b>	<b>Operador com maior dose (mSv)</b>
1	3	0	0
2	3	0	0
3	6	0,9	18,9
4	2	0	0,2
5	2	0	0
8	8	0	1,4
10	6	0	8,6
11	1	0	0
12	2	0,5	1,1
13	3	0	0
14	1	-	0,5
15	2	0	0
16	1	-	4,1
17	5	0	0
18	3	0	0
19	1	0	0
20	3	0	0
21	2	0	0
23	1	0	0
25	2	0	0
27	4	0	0
28	1	0	20,9
29	2	0	0
31	2	9,44	11,66

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE RAIOS X

Com relação aos equipamentos testados, a distribuição por fabricante encontra-se na Tabela 12. A maior parte dos equipamentos possui data de fabricação após o ano 2000, o que demonstra não serem equipamentos tão obsoletos. Poucos equipamentos foram comprados novos diretamente com o fabricante. Quase todos os equipamentos foram adquiridos já usados da medicina humana ou usados de outros centros veterinários, pois o custo de aquisição é mais acessível. A distribuição dos equipamentos por ano de fabricação está disposta na Figura 25.

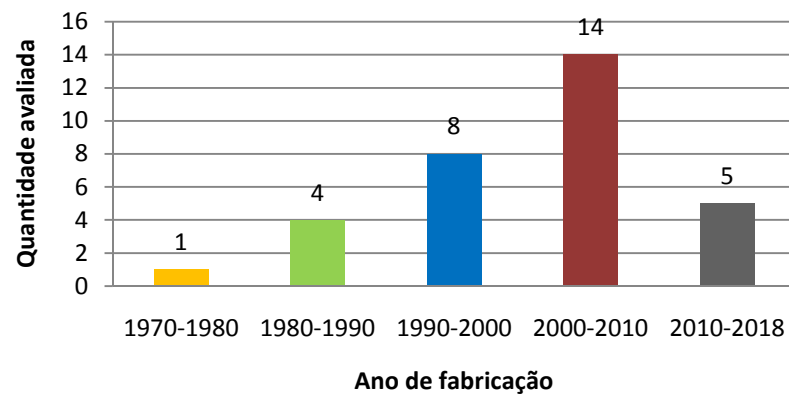


Figura 25 - Gráfico da distribuição de equipamento por data de fabricação.

Tabela 12 - Disposição dos equipamentos por fabricante.

FABRICANTE	Quantidade	Porcentagem (%)
BRASMED	2	6,3
CDK	2	6,3
CRX	3	9,4
ELT	1	3,1
EQUIMEX	1	3,1
FNX	1	3,1
MEDICOR	1	3,1
MEDSYSTEM	1	3,1
MKD	1	3,1
ORION 100	1	3,1
PHILIPS	2	6,3
POSKON	1	3,1
RADIOLOGICA	1	3,1
RAICENTER	2	6,3
RAYTEC	4	12,5
SALGADO & HERMANN	1	3,1
SEDECAL	1	3,1
TECNODESIGN	2	6,3
VETMAX	1	3,1
VMI	1	3,1
X-RAD	1	3,1
X-RAICOM	1	3,1
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

Em relação aos tipos de gerador, os mais comumente encontrados são os com gerador monofásico, totalizando 63%, uma vez que são equipamentos mais baratos para aquisição do que equipamentos trifásicos (25%) ou alta frequência (12%) e costumam atender às necessidades dos médicos veterinários de animais de companhia.

Com relação ao tipo de equipamento, 50% das clínicas possuíam equipamento do tipo fixo, enquanto que 43,75% possuem raios X móvel, mas utilizado como fixo e 6,25 % são portáteis, como é possível observar na Tabela 13. Apenas 25% dos equipamentos contam com manutenção preventiva, sendo o restante realizado manutenção apenas em caráter corretivo.

**Tabela 13 - Disposição de equipamentos por instalação.**

<b>TIPO DE INSTALAÇÃO</b>	<b>Equipamento fixo</b>	<b>Equipamento móvel usado como fixo</b>	<b>Equipamento portátil</b>
Centro de diagnóstico	3	1	0
Clínica	8	9	2
Hospital	3	3	0
Instituição de ensino	2	1	0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>2</b>

#### 4.4 CONTROLE DE QUALIDADE

Ao se realizarem os testes da colimação e alinhamento da angulação verificaram-se que quatro equipamentos possuíam o tipo de colimação cônico mostrado na Figura 26, o que impossibilitou a execução do teste.



**Figura 26 - Colimador cônico.**



A Figura 27 traz os resultados dos testes de alinhamento do tubo de raios X. Equipamentos com angulação superior à  $3^\circ$  são considerados inadequados, o que neste caso, totaliza apenas 14% do total. A Figura 28 apresenta um exemplo do teste demonstrando angulação superior a  $3^\circ$ .

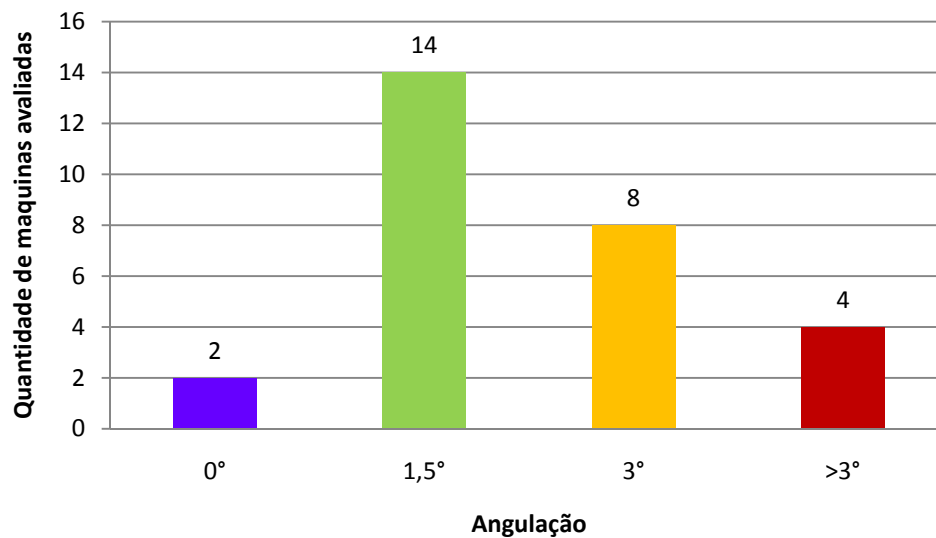


Figura 27 - Gráfico do desvio de angulação do feixe.

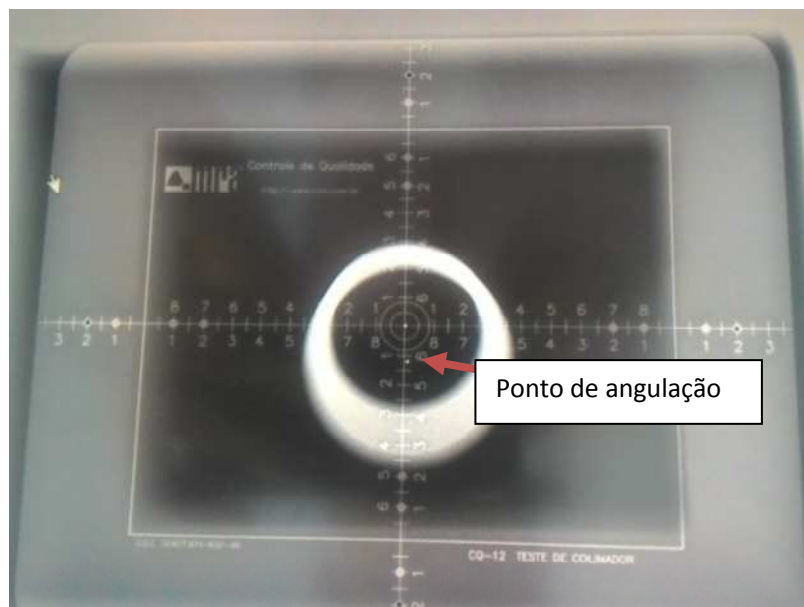


Figura 28 - Angulação do feixe maior que  $3^\circ$ . Qualidade imagem

As bordas de colimação foram consideradas fora dos limites estabelecidos se pelo menos um dos quatro lados ultrapassavam 2 cm, conforme disposto na

Resolução nº1016, podendo ser observada na Figura 30. A Figura 29 aponta que apenas 7% dos equipamentos ultrapassaram os limites.

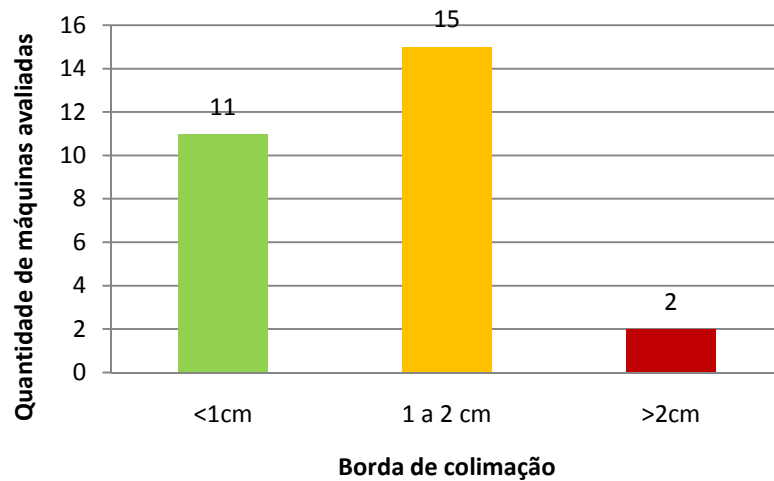


Figura 29 - Gráfico do alinhamento da colimação.



Figura 30 - Borda de colimação com desvio maior que 2 cm à esquerda.

A Tabela 14 apresenta os resultados de conformidade para os equipamentos com relação aos testes de colimação, classificado de acordo com o tipo de instalação aos quais os equipamentos testados estavam distribuídos.

Tabela 14: resultado do teste de colimação e alinhamento do feixe de raios X.

TIPO DE INSTALAÇÃO	Angulação		Alinhamento	
	Conforme	Não conforme	Conforme	Não conforme
Centro de diagnóstico	4	0	4	0
Clínica	12	3	14	1
Hospital	5	1	5	1
Instituição de ensino	3	0	3	0
<b>Total (%)</b>	<b>86%</b>	<b>14%</b>	<b>93%</b>	<b>7%</b>

Os parâmetros de tempo de exposição testados com base no protocolo da Resolução nº1016 se mantiveram fora dos limites estabelecidos em boa parte dos equipamentos, que pode ser acompanhado nas Figuras 31 e 32.

Os resultados do teste de exatidão do tempo de exposição, 60% apontou desvio maior que 10% e para reprodutibilidade, 27%. Dois equipamentos não possuíam seletor de tempo de exposição, sendo determinado pela razão mAs/mA, e sem exibição de valor nominal para os quais não foi possível realizar este teste.

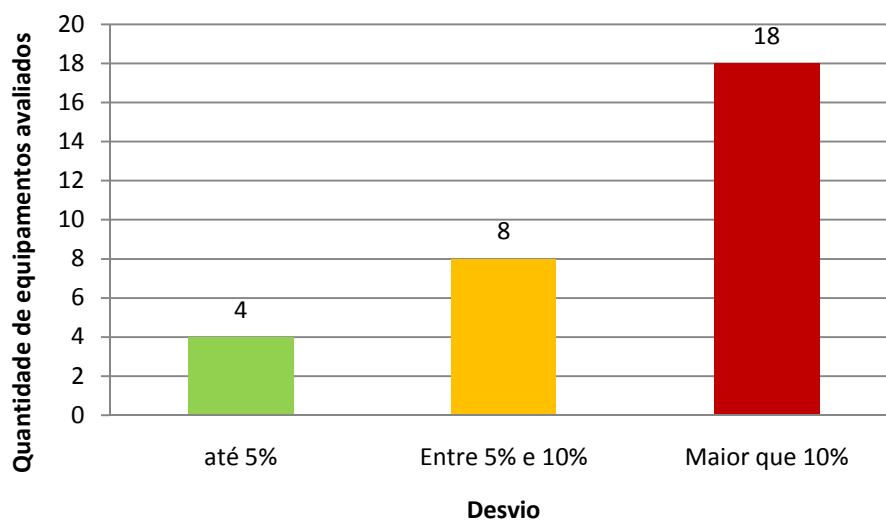
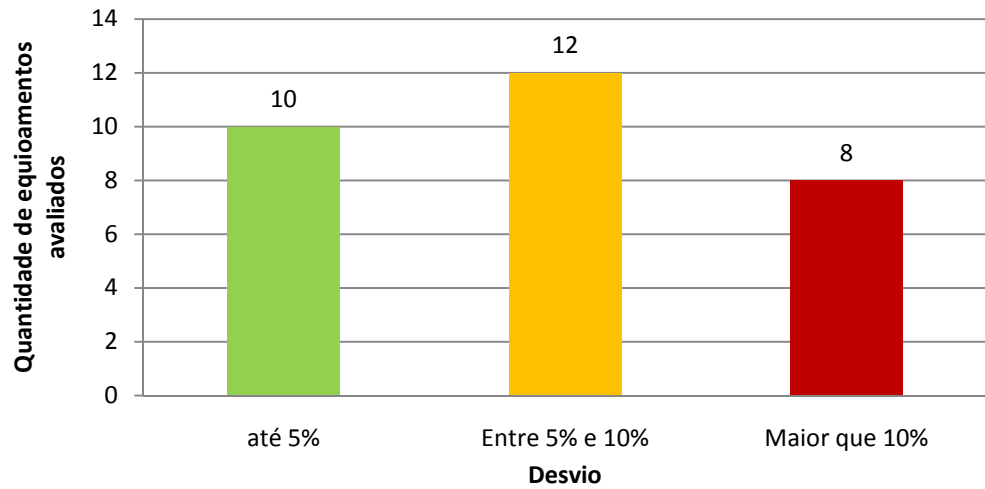


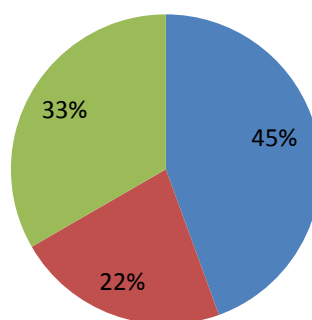
Figura 31 - Gráfico da exatidão do tempo.



**Figura 32 - Gráfico da reprodutibilidade do tempo.**

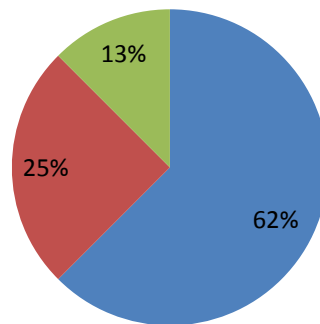
Nesta pesquisa, foi optado por segregar os equipamentos que apresentavam desvios acima do limite da exatidão e reprodutibilidade, de maneira a ser possível identificar se estavam presentes em todas as combinações de tensão com corrente, ou seja, linhas de teste, ou apenas em algumas, como pode ser observado nas Figuras 33 e 34. É possível verificar que a variação, na maior parte das vezes, é apenas para alguns dos parâmetros selecionados e não todos.

■ 1 a 2 linhas ■ 3 a 4 linhas ■ 5 a 6 linhas



**Figura 33 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de exatidão de tempo maior que 10% por linha de teste.**

■ 1 a 2 linhas ■ 3 a 4 linhas ■ 5 a 6 linhas



**Figura 34 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de reprodutibilidade de tempo maior que 10% por linha de teste.**

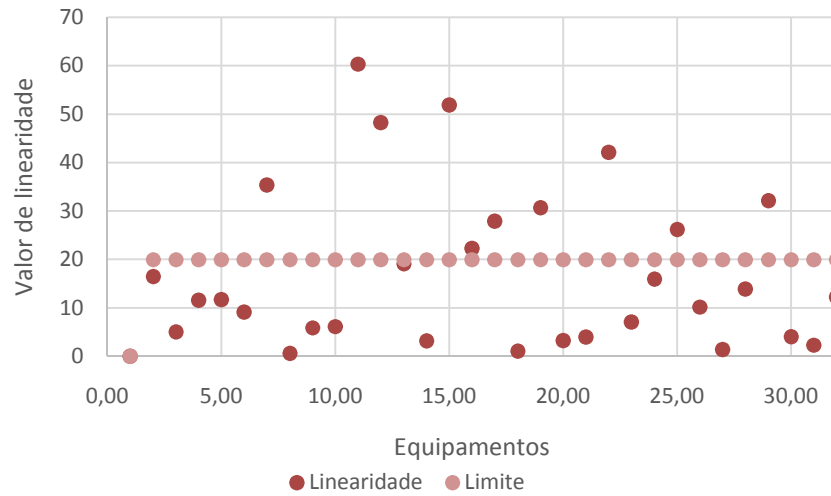
A Tabela 15 a seguir traz os resultados de conformidade para os equipamentos com relação aos testes de tempo. Foram considerados conformes aqueles que apresentavam desvio de exatidão e reprodutibilidade igual ou inferior à 10%.

**Tabela 15 - Resultado do teste de exatidão e reprodutibilidade do tempo de exposição.**

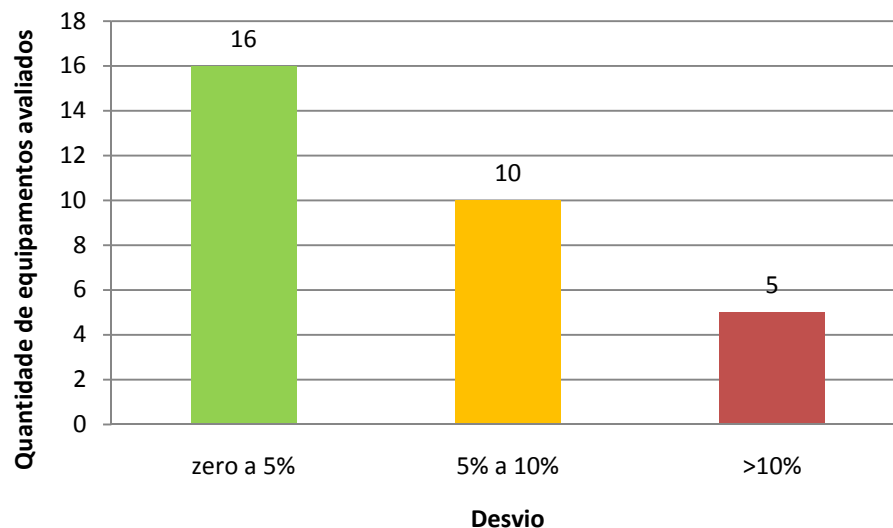
TIPO DE INSTALAÇÃO	Exatidão				Reprodutibilidade			
	C	NC	Média do Desvio (%)	Desv. Padrão	C	NC	Média do Desvio (%)	Desv. padrão
Centro de diagnóstico	1	3	-2,75	15,2	2	2	7,55	11,61
Clínica	8	9	-7,53	9,4	11	5	3,82	3,82
Hospital	2	4	-2,31	20,1	4	2	2,27	2,62
Instituição de ensino	1	2	-12,37	35,6	3	1	6,24	12,24
<b>Total (%)</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	-	-	<b>67%</b>	<b>33%</b>	-	-

C – Conforme e NC – não conforme.

A linearidade da taxa de Kerma obtida para cada equipamento está exibida na Figura 35, onde o limite encontra-se em 20%, enquanto que a reprodutibilidade, mostrada na Figura 36, possui um limite de 10% de variação. Em um equipamento, não foi possível obter a linearidade e reprodutibilidade da taxa de Kerma por não atingir os parâmetros de exposição necessários.



**Figura 35 - Gráfico da linearidade da taxa de Kerma.**



**Figura 36 - Gráfico da reprodutibilidade da taxa de Kerma.**

A camada semi-redutora possui valores mínimos a serem atingidos de acordo com o tipo de gerador, sendo 2,1mmAl para monofásicos e 2,3mmAl para trifásicos. Para equipamentos monofásicos, 12 se apresentaram abaixo de 2,1 mmAl, enquanto que 8 se apresentaram acima de 2,1 mmAl. Já para os monofásicos e alta frequência, 6 se apresentaram acima de 2,3 mmAl e 6 abaixo de 2,3 mmAl.

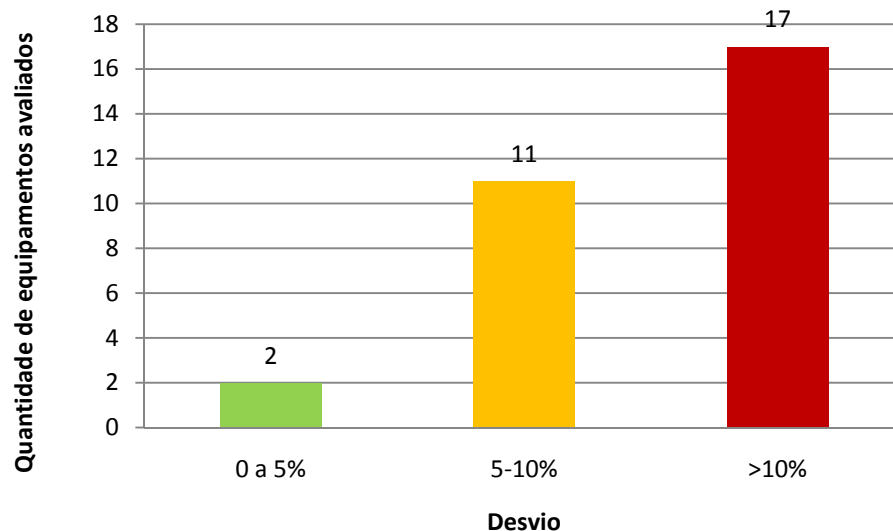
A Tabela 16 traz os resultados de conformidade para os equipamentos com relação aos testes de camada semi-redutora. Foram considerados conformes

àqueles que apresentavam valor acima de 2,1mm de alumínio para equipamentos monofásicos e 2,3mm de alumínio para equipamentos trifásicos.

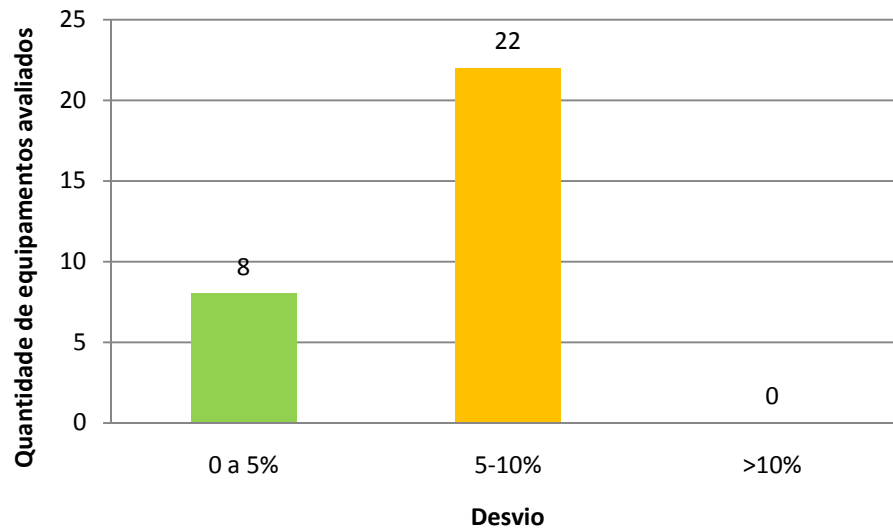
**Tabela 16 - Resultado do teste de camada semi-redutora.**

TIPO DE INSTALAÇÃO	Conforme	Não conforme	Média (mmAl)	Desvio padrão
Centro de diagnóstico	3	1	2,1	0,78
Clínica	6	13	2,2	0,82
Hospital	2	4	2,3	0,72
Instituição de ensino	3	0	3,1	1,54
<b>Total (%)</b>	<b>44%</b>	<b>56%</b>	-	-

Com relação à exatidão e reprodutibilidade da tensão, os desvios foram separados entre os abaixo e acima de 10%. Constatou-se que 57% dos equipamentos estavam com desvio acima do limite de exatidão e nenhum com desvio acima do limite de reprodutibilidade. Dois equipamentos não possuíam seletor de tensão, não sendo possível realizar o teste. Os resultados podem ser observados nas Figuras 37 e 38.

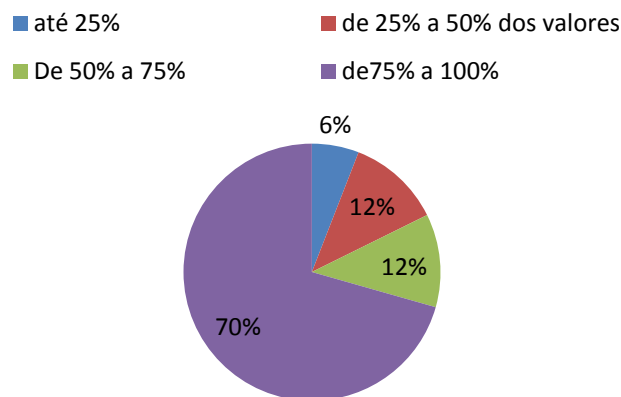


**Figura 37 - Gráfico da exatidão da tensão.**



**Figura 38 - Gráfico da reprodutibilidade da tensão.**

Também se optou por exibir os testes de exatidão e reprodutibilidade de tensão de modo a demonstrar se os equipamentos tem o desvio acima de 10% em todas as linhas de teste ou apenas em algumas conforme a Figura 39. Em máquinas que possuem parâmetros variáveis, as linhas de teste totalizam em 12 (100% das tensões), enquanto que para equipamentos de parâmetros integrados, as linhas de teste totalizam em 4 (100% das tensões).



**Figura 39 - Gráfico da proporção de máquinas com desvio de exatidão de tensão maior que 10% por linha de teste.**

Para reprodutibilidade da tensão, nenhum passou de 10% de variação.

A Tabela 17 mostra os resultados de conformidade para os equipamentos com relação aos testes de exatidão e reprodutibilidade da tensão do tubo. Foram considerados conformes aqueles que apresentavam desvios menor ou igual 10%.



Tabela 17 - Resultado dos testes de exatidão e reprodutibilidade da tensão.

TIPO DE INSTALAÇÃO	Exatidão				Reprodutibilidade			
	C	NC	Média desvio (%)	Desv. Padrão	C	NC	Média desvio (%)	Desv. Padrão
Centro de diagnóstico	1	3	20,85	16,73	4	0	2,07	1,95
Clínica	7	10	-0,56	17,07	17	0	1,78	1,62
Hospital	3	3	-6,44	18,77	6	0	1,96	1,64
Instituição de ensino	2	1	-6,22	7,55	3	0	1,85	1,53
<b>Total (%)</b>	<b>43%</b>	<b>57%</b>	-	-	<b>100%</b>	<b>0%</b>	-	-

C – Conforme e NC- Não conforme.

Os equipamentos considerados conformes foram aqueles que estiveram dentro dos parâmetros estabelecidos pela Resolução nº1016 para todos os testes do controle de qualidade (Tabela 18). De modo a facilitar a disposição dos testes, foram nomeados como **Teste 1** o teste de angulação do feixe; **Teste 2** como o teste de colimação do feixe; **Teste 3** como exatidão do tempo de exposição; **Teste 4** como reprodutibilidade do tempo de exposição; **Teste 5** como linearidade da taxa de kerma; **Teste 6** como reprodutibilidade da taxa de kerma; **Teste 7** como camada semi-redutora; **Teste 8** como reprodutibilidade da tensão no tubo e o **Teste 9** como a exatidão da tensão no tubo. É possível observar que quase todos os equipamentos apresentaram bom desempenho nos testes de colimação e angulação do feixe. Já os testes de exatidão de tensão no tubo e tempo de exposição apresentaram os maiores desvios.

Tabela 18 - Resultado dos testes de controle de qualidade por equipamento.

EQUIPAMENTO	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Teste 6	Teste 7	Teste 8	Teste 9	RESULTADO
Poskon	C	C	-	-	C	C	NC	C	C	Rep
Brasmed	C	C	C	C	C	C	NC	C	NC	Rep
Vmi	C	C	NC	NC	C	C	C	C	NC	Rep
Raytec	C	C	NC	C	C	C	NC	C	C	Rep
Mkd	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	Rep
X Rad	C	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	Rep
Sedecal	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	Rep
Cdk	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	Rep
Medsystems	-	-	NC	NC	C	NC	NC	C	NC	Rep
Cdk	C	NC	C	C	NC	C	NC	C	C	Rep

Continuação da Tabela 18.

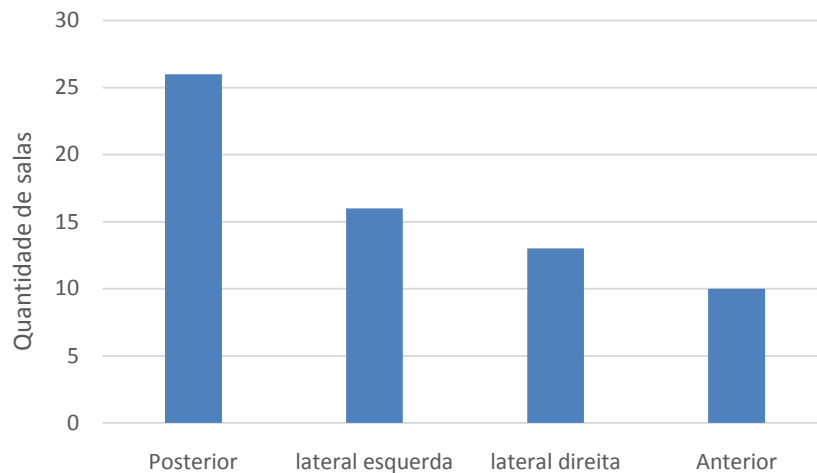
Raytec	C	C	C	C	NC	C	C	C	NC	Rep
Crx	C	C	NC	C	C	C	C	C	NC	Rep
Medicor Budapest	C	C	NC	C	C	C	C	C	NC	Rep
Crx	C	C	NC	C	NC	C	C	C	C	Rep
Raytec	C	C	NC	NC	NC	C	NC	C	C	Rep
Raytec	C	C	NC	C	NC	C	NC	C	C	Rep
Brasmed	C	C	NC	C	C	C	NC	C	NC	Rep
Crx	C	C	C	C	NC	C	NC	C	NC	Rep
Raicenter	C	C	NC	C	C	NC	NC	C	C	Rep
X-Raicom	NC	C	C	C	C	NC	NC	C	NC	Rep
Radiológica	NC	C	NC	NC	NC	NC	C	C	NC	Rep
Equimex	C	C	C	C	C	C	NC	C	NC	Rep
Elt 50	-	-	NC	NC	C	NC	NC	C	NC	Rep
Salgado & Hermann	C	C	NC	NC	NC	C	NC	C	NC	Rep
Philips	C	NC	NC	NC	C	C	C	C	NC	Rep
Orion 100	C	C	NC	NC	C	C	NC	C	C	Rep
Fnx	-	-	NC	C	C	C	NC	C	NC	Rep
Raycenter	C	C	C	C	NC	C	C	C	C	Rep
Philips	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Apr
Vetmax	-	-	-	-	-	-	C	-	-	Rep
Tecnodesign	C	C	C	C	C	C	NC	C	C	Rep
Tecnodesign	C	C	C	C	C	C	C	C	NC	Rep

#### 4.5 CARACTERÍSTICAS DAS SALAS DE EXAME

O dimensionamento das salas, que deve ter tamanho de pelo menos 1,5m de distância entre o ponto focal e as paredes, não foi cumprido em todas as salas, como pode ser observado na Tabela 19. A região onde o espaço era inferior ao valor mínimo é a parte posterior do equipamento, como pode ser observado na Figura 40.

Tabela 19 - Resultado das medidas de distanciamento das paredes a partir do ponto focal.

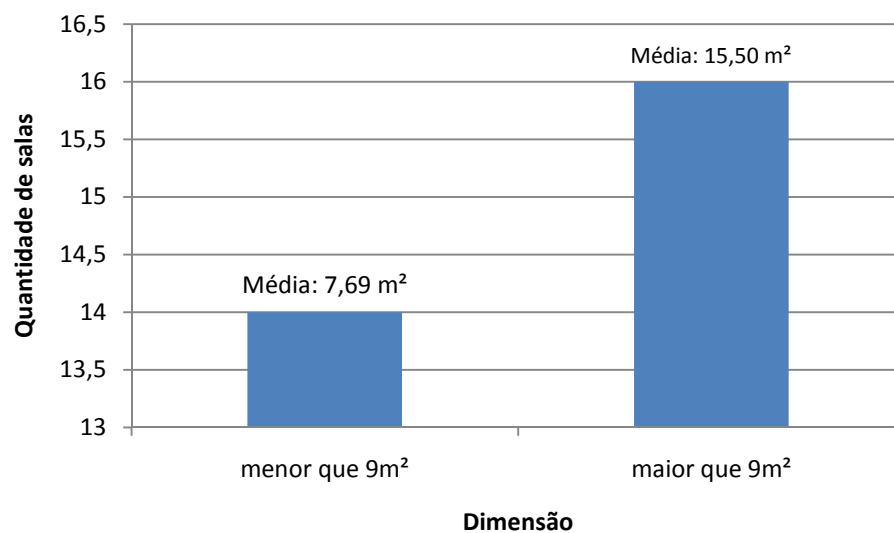
INSTALAÇÃO	Posterior (m)	Lateral Esquerda (m)	Lateral direita (m)	Anterior (m)	Quantidade de pontos < 1,5m
1					
Não possui sala fixa					
2	2,87	1,65	1,35	1,90	1
3	1,35	1,79	2,15	1,70	1
4	1,06	1,45	1,46	1,85	3
5	1,14	1,54	1,82	1,89	1
6	2,01	1,09	1,61	1,69	1
7	1,65	1,39	1,20	1,54	2
8	1,03	2,63	1,55	2,10	1
9	0,92	1,65	1,58	1,77	1
10	0,97	1,38	1,87	1,18	3
11	0,95	2,99	2,51	1,70	1
12	0,97	1,36	1,14	1,79	3
13					
Duas máquinas na mesma sala					
14	0,97	0,88	1,73	1,32	3
15	0,93	1,30	2,18	0,97	3
16	0,95	1,01	1,31	1,37	4
17	1,18	1,27	1,78	2,43	2
18	1,07	1,10	1,58	0,92	3
19	0,65	1,20	0,90	1,40	4
20	1,25	2,00	1,61	2,53	1
21	1,01	2,20	1,00	1,53	2
22	0,91	1,40	0,70	1,40	4
23	0,97	1,97	1,83	1,99	2
24	0,94	1,60	2,21	1,94	1
25	0,96	1,77	0,85	2,20	2
26	0,92	1,41	1,59	1,47	3
27	1,24	1,57	0,89	1,46	3
28	0,85	1,41	1,45	1,80	3
29	0,76	2,32	0,86	0,42	3
30	0,97	0,97	1,07	2,03	3
31	0,94	1,26	1,44	1,78	3
<b>Valor médio</b>	<b>1,12</b>	<b>1,57</b>	<b>1,49</b>	<b>1,66</b>	<b>2</b>



**Figura 40 - Proporção das regiões em torno do equipamento com menos de 1,5 metros.**

Em uma das salas existiam dois equipamentos que eram utilizados simultaneamente enquanto que em outras oito salas, existiam janelas, porém com entorno não acessível à circulação de pessoas.

As áreas mínimas estipulada para as salas de raios X veterinário, levando em consideração a necessidade do afastamento mínimo de 1,5 metros das paredes a partir do ponto focal, está disposta na Figura 41.



**Figura 41 – Quantidade de salas de raios X e suas respectivas áreas.**

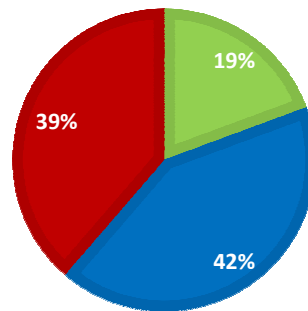
A Tabela 20 a seguir, traz os resultados das dimensões das salas classificadas de acordo com o tipo de instalação. São consideradas salas não conforme as que apresentam área inferior à 9m<sup>2</sup>

**Tabela 20 - Conformidade do dimensionamento médio das salas de raios X veterinário.**

TIPO DE INSTALAÇÃO	Conforme	Não Conforme	Dimensionamento Médio (m <sup>2</sup> )	Desvio padrão
Centro de diagnóstico	4	0	12,65	2,50
Clínica	8	10	9,70	3,16
Hospital	3	3	10,72	3,95
Instituição de ensino	1	1	33,28	35,0
<b>Total (%)</b>	53%	47%	-	-

Em 12 salas, não existiam biombos para radioproteção, conforme Figura 42. Das instalações que possuíam sistema de processamento químico, apenas duas apresentavam entrada de luz e uma com o banho de químicos em condições precárias.

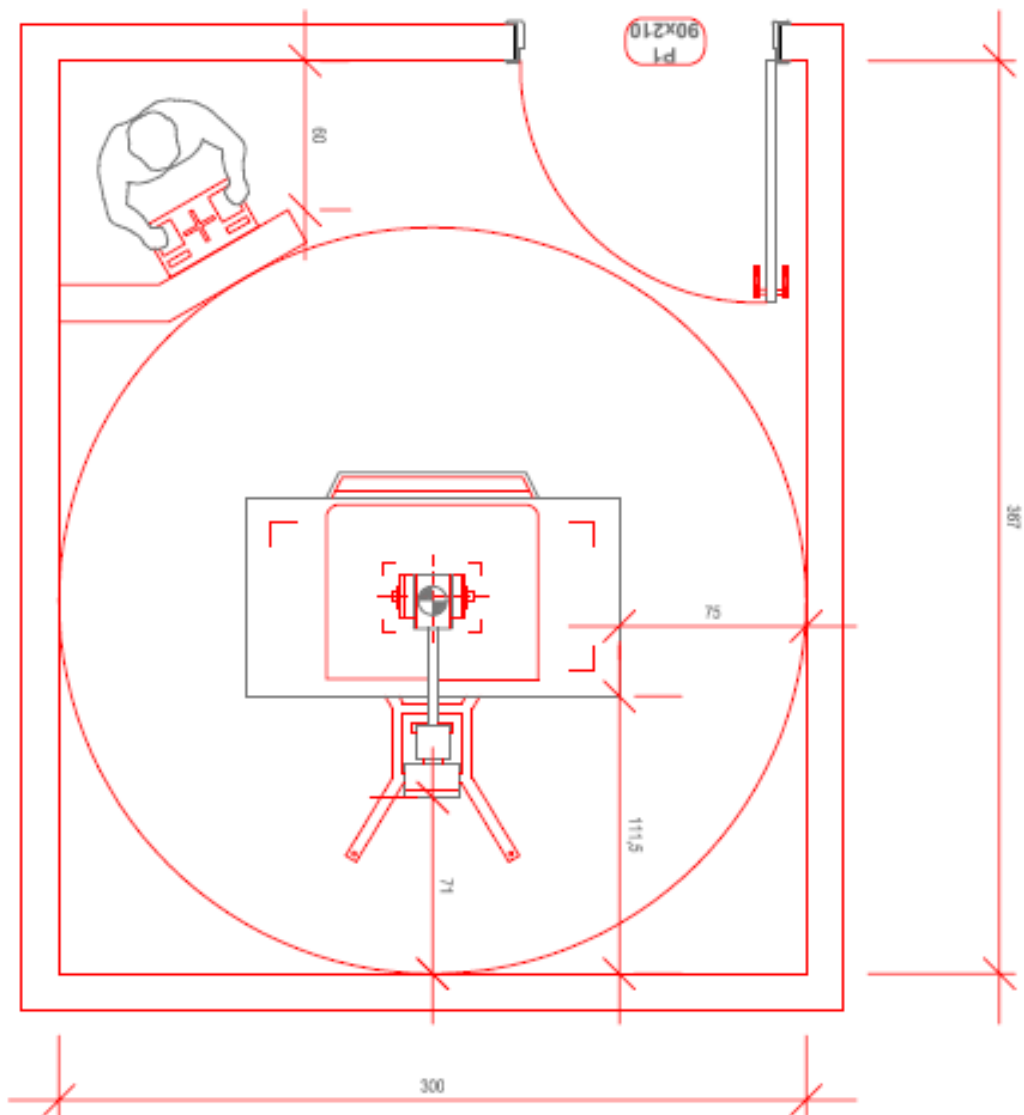
■ biombo móvel ■ biombo fixo ■ sem biombo



**Figura 42 - Distribuição de biombos por instalação.**

Levando em conta o fato de que todos os estabelecimentos visitados atendem apenas animais de pequeno e médio porte, e também a não necessidade do biombo, não se faz necessária uma sala muito grande, uma vez que todas elas estavam dentro dos níveis de exposição para indivíduos do público, segundo o levantamento radiométrico. A área mínima estimada nesta pesquisa para acomodar o equipamento de raios X e atender a exigência de afastamento das paredes a partir do ponto focal de 1,5m resultou em uma área de 9m<sup>2</sup>. Caso houvesse exigência

legal do uso de biombo para a prática veterinária, a área mínima necessária seria de  $11\text{m}^2$ , como pode ser verificado na Figura 43. Cerca de 53% das instalações estavam com dimensionamento adequado, o que indica que a distância de 1,5m só não é cumprida por uma questão de alocação do equipamento de raios X.



**Figura 43 – Representação de área mínima levando em consideração o biombo de radioproteção.**

## 5. DISCUSSÃO

Por meio desta pesquisa foi possível identificar que não existe uma grande quantidade de equipamentos de raios X utilizados em medicina veterinária na região de Curitiba. O número de instalações com equipamento de raios X regulamentado é muito próximo do estabelecido pelo CRMV-PR em seu último levantamento, ou seja, 33 instalações (TEIXEIRA, 2007). Um estudo semelhante realizado pela Vigilância Sanitária do estado de São Paulo (VALENTE, 2004) levantou que, de um total de 36 instalações registradas em Ribeirão Preto, apenas sete possuíam equipamento de raios X, e que destas, apenas uma se encontrava em condições adequadas de radioproteção.

Uma hipótese levantada que pode explicar a baixa quantidade de equipamentos de raios X em instalações veterinárias na cidade de Curitiba é a existência de prestadores de serviço de radiologia volante ou radiologia portátil, que consiste em uma prática na qual o serviço de diagnóstico por imagem é terceirizado, sendo realizado por um veterinário radiologista com equipamento portátil na própria instalação, em especial para as que possuem baixa demanda de solicitação de exames. Este foi também um mecanismo encontrado para contornar a Resolução nº1015 do CFMV (BRASIL,2012) por parte dos hospitais veterinários, que estabelece que estes devem ter, obrigatoriamente, serviço de diagnóstico por imagem. Apenas 6 dos 12 hospitais de Curitiba possuem este serviço.

A autora buscou investigar a prática da radiologia volante em Curitiba a fim de caracterizar os aspectos de radioproteção com base em um questionário (projeto aprovado no comitê de ética CAAE nº 69101417.9.0000.5547), porém sem adesão por parte das instalações e sem a colaboração do CRMV-PR. Com a existência desta modalidade, os médicos veterinários podem optar por não ter o equipamento em sua instalação e terceirizar o serviço, o que acaba sendo mais benéfico em diversos aspectos. É possível que possa existir um número maior de instalações que possuem equipamento de raios X próprio em Curitiba do que o levantado pelo autor, mas como não há registro desta informação, este dado torna-se de difícil confirmação. Moritz (1989) em estudo semelhante, conseguiu encontrar apenas 29 instalações veterinárias com raios X no estado de Ohio, Estados Unidos. É importante salientar que alguns médicos veterinários que participaram deste projeto

pontuaram que possivelmente no futuro, acabem por desativar seus equipamentos para aderir ao sistema de radiologia volante.

Os profissionais que atuam na área da radiologia veterinária são, em maior parte, os próprios médicos veterinários responsáveis pela instalação, especialmente tratando-se de clínicas. Os profissionais da radiologia se encontram presentes em instalações com grande demanda de exames ou em instalações onde existe o equipamento de tomografia, pela complexidade do equipamento. Este fator pode ser atribuído ao alto custo empregatício de um profissional de radiologia, já que, segundo o Conselho Nacional dos Técnicos de Radiologia (CONTER-2016), respaldado pela lei nº16.807/11, o piso salarial regional do estado do Paraná totaliza R\$ 3.101,34, para trabalhar por 4 horas diárias exclusivamente com raios X.

No nível de comparação, um médico veterinário, para uma carga horária de 6 horas, para exercer mais funções além da tomada de imagem, possui piso salarial estipulado pelo Sindicato dos Médicos Veterinários do Estado do Paraná (SINDIVET-PR -2014), respaldados pela lei nº4.950/14, no valor de R\$ 4.344,00. Por este ponto de vista, é muito mais conveniente que haja a contratação do profissional médico veterinário frente ao profissional da radiologia, especialmente se existe uma demanda muito baixa ou utilização de raios X exclusivo para apoio diagnóstico eventual. O problema em se ter somente um profissional médico veterinário realizando radiografias, está relacionado exclusivamente ao aspecto de radioproteção.

Um levantamento realizado pela autora desta pesquisa, constatou que, das 31 instituições de ensino existentes no estado do Paraná, aos quais 8 forneceram ementa do curso, apenas metade inclui o tema de proteção radiológica, sendo o médico veterinário preparado apenas para diagnóstico e interpretação das imagens. Um estudo realizado pelo *Herca* (2013) demonstrou que, entre outros pontos, nos países da Europa, existe a abordagem do tema “proteção radiológica” durante a graduação, mas que é retratado de forma básica ou então pontuado apenas para casos onde se produzem tomografias e outros equipamentos que operam com mais energia. A falta de conhecimento é um fator diferencial para manter uma rotina de segurança radiológica.

O sistema de processamento de imagens das 31 instalações se demonstrou bem dividido entre 48% tipo convencional, ou seja, processamento químico, e 52% computadorizado, ou seja, com *plate* de imagem semi-digital. Um estudo semelhante



realizado por Faria (2012) sobre gestão do risco radiológico demonstrou distribuição mais desigual dos tipos de sistema de processamento, onde das 24 instalações visitadas, 71% possuíam sistema de processamento químico. Em outro estudo realizado pela NRPA (2010), sobre as condições de proteção radiológica das instalações veterinárias da Noruega, constatou que 69% das instalações possuem sistema de processamento químico.

As instalações que possuem sistema de processamento químico devem contar com a inclusão do descarte dos reveladores e fixadores dentro do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde - PGRSSLISTA, conforme a resolução RDC nº306/04. REF As vantagens das instalações com sistema químico é o cuidado maior com o emprego de técnicas de exposição, uma vez que alterações muito significativas dos parâmetros causam uma imagem não laudável, além de ser possível detectar com mais facilidade possíveis aspectos de descalibração dos equipamentos, enquanto que o sistema digital pode “mascarar” superexposições, por não causar degradação de imagem. Além disso, o custo de aquisição e manutenção de um sistema químico é mais econômico, sendo útil para quem tem baixa demanda. O problema relatado pelos médicos veterinários é quando o equipamento não possui grande variação de técnicas de exposição ou possui parâmetros integrados, sendo difícil acertar os parâmetros ideais no sistema de filme. A vantagem do sistema computadorizado está diretamente relacionada à proteção radiológica. Pela grande variação de contraste de imagem do sistema computadorizado, é possível realizar apenas uma exposição e utilizar a mesma imagem para ver regiões anatômicas diferentes, não sendo necessário que a equipe que realiza a imobilização, se exponha mais vezes. Entretanto, se não utilizado de maneira adequada, pode comprometer a segurança radiológica, como em situações onde não se realizam otimizações nas técnicas radiográficas, uma vez que excesso de radiação não danifica a imagem. Nesta pesquisa, as nove instalações que apresentaram usuários com doses acima do nível de registro, faziam uso do sistema computadorizado, o que pode indicar uma correlação entre dose ocupacional e tipo de sistema de processamento.

A regulamentação atual sobre proteção radiológica no Brasil é a Portaria Federal nº453/98 que, apesar de ser direcionada à área de radiodiagnóstico médico e odontológico, é a mesma regulamentação empregada pela Secretaria de Vigilância Sanitária para inspecionar as instalações veterinárias. O projeto de radioproteção,

assim como o levantamento radiométrico, é exigido para liberação de Alvará de Funcionamento da instalação, conforme disposto na referência técnica para o funcionamento dos serviços veterinários da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2010) e, portanto, estava presente em todas as instalações, com exceção em duas que dispunham de equipamento portátil e uma terceira em fase de licenciamento. Números diferentes foram encontrados por Faria (2012), onde o levantamento radiométrico existia em apenas 37% das instalações. Em contrapartida, o controle de qualidade do equipamento de raios X estava presente em apenas 45% das instalações investigadas. As demais não possuíam nenhum tipo de controle de qualidade, ou se possuíam, já estavam fora do prazo de validade de um ano. Nesta pesquisa, o plano de proteção radiológica contou como presente em apenas 6% das instalações.

Estes números podem ser justificados por este tipo de relatório não ser exigido pela Vigilância Sanitária para práticas veterinárias, porém a não obrigatoriedade do controle de qualidade resulta em más práticas de radioproteção, o que pode ser comprovado pela Tabela 18, onde apenas um equipamento encontra-se com parâmetros adequados, sendo que os demais se encontram fora dos parâmetros legais de adequação em pelo menos um item. A exigência de um controle de qualidade é válida em legislações internacionais e devem ser cumpridas, como, por exemplo, a regulamentação irlandesa RPII-02/3 e a norma finlandesa STUK *guide* ST8.01/2012. O plano de proteção radiológica é exigido em todas as legislações listadas na Tabela 4.

O estudo da NRPA (2010) aponta que na Noruega, existia controle de qualidade em 55% das instalações e que não se sabia quem realizava estes testes, ou seja, se eram profissionais considerados habilitados para tal procedimento. Faria (2012) aponta a existência de testes de controle de qualidade em 54% das instalações estudadas e plano de proteção radiológica em 71% das instalações. Valente (2004) mostrou, entre as principais irregularidades dos estabelecimentos veterinários, a ausência de levantamento radiométrico e programa de garantia de qualidade, definido pela Portaria nº 453/98 – Item 3-55, como os relatórios dos testes de controle de qualidade e manutenções periódicas.

Em quase todas as instalações estavam presentes os itens utilizados para imobilização dos animais para tomada radiográfica. Dentre eles, os mais comuns eram calhas e sacos de areia. A utilização destes acessórios permite que o operador

não fique tão próximo ao feixe primário, além de permitir que o animal se mantenha mais confortável e por consequência mais estável, garantindo melhor qualidade de imagem e minimizando a necessidade de exposições (LAVIN, 2007).

A carta técnica de exposição estava presente em apenas 32% das instalações e estas existiam apenas para fins de exigência por parte da Vigilância Sanitária. Cada médico veterinário tem seu padrão de exposição, o que não é adequado, uma vez que se necessita de um padrão para garantir que o princípio de otimização de dose esteja sendo cumprido. Moritz (1989) chegou a resultado superior, com a presença da tabela de exposição em cerca de 90% das instalações.

A sinalização de área com placas de advertência, existia em 90% das instalações, enquanto a luz vermelha existia em 68%. Faria (2012) apontou dados muito semelhantes, de sinalização com placas de advertência em 87% as instalações e luz vermelha em 58%. A sinalização é exigida por todas as legislações listadas na Tabela 4. Valente (2004) também apontou como ausente nas instalações a sinalização de área e luz vermelha. É importante que se tenha esta delimitação de área para que pessoas desavisadas não entrem na sala durante o procedimento e se exponham acidentalmente.

Com relação às vestimentas plumbíferas, 100% das instalações visitadas as possuíam, uma vez que também faz parte das exigências da Vigilância Sanitária (2010). Todas possuíam pelo menos avental e protetor de tireóide (três instalações possuem avental com protetor de tireoide embutido), resultado semelhante ao obtido por Faria (2012), onde 100% das instalações possuíam avental e 96% das instalações possuíam protetor de tireóide. Já os óculos plumbíferos foram encontrados em apenas 16,1% dos estabelecimentos, enquanto que as luvas plumbíferas existiam em 83,9% respectivamente.

O estudo de Faria (2012) também se mostrou semelhante neste aspecto, com 21% das instalações possuindo óculos plumbíferos e 92% das instalações possuindo luvas plumbíferas. Moritz (1989) também encontrou aventais disponíveis em 96,6% das instalações bem como luvas plumbíferas. Em contrapartida, não encontrou nenhum óculos plumbífero ou protetor de tireóide nas instalações visitadas. No estudo de Faria (2012), os médicos veterinários alegaram utilizar as vestimentas todas as vezes que realizam tomadas radiográficas. Em contrapartida, as maiorias dos médicos veterinários participantes desta pesquisa alegaram não utilizar as vestimentas sempre, uma vez que estas não são ergonômicas e muitas

vezes atrapalham o momento de imobilização. Alguns médicos veterinários pontuaram que empregam baixas técnicas de exposição, fazem poucas tomadas radiográficas, e que por estes motivos, acabam não utilizando vestimentas plumbíferas. Há também os que alegam que como utilizam dosímetro, e que este nunca vem alterado, não sentem necessidade de utilizar as vestimentas, mas dizem ter consciência sobre o risco, o que justifica a baixa taxa de acessórios de radioproteção com falha na blindagem (4%), pois são pouco utilizados, o que também foi atestado por Valente (2004) em seu estudo. O NRPA (2010) apontou que todos os médicos veterinários utilizam vestimenta, enquanto que Faria (2012) mostrou que 86,4% dos operadores utilizam as vestimentas, e Moritz (1989) afirmou que nenhum médico veterinário participante da sua pesquisa fazia uso de vestimentas plumbíferas. A realidade de 29 anos atrás não parece diferente da realidade atual, com relação à negligência do uso das vestimentas plumbíferas.

Dentre os itens mais negligenciados, o principal é a luva plumbífera. Os médicos veterinários alegam que pelo formato, ela pode encobrir estruturas importantes durante a imobilização atrapalhando na firmeza da pegada durante o posicionamento, como pode ser observado na Figura 9.

Com relação às equivalências de blindagem, a maior parte possui equivalência de 0,5mm Pb, o que é o ideal, pela proximidade dos profissionais ao feixe primário, principalmente para luvas plumbíferas. Em todas as regulamentações da Tabela 4 é estipulado que o mínimo de equivalência de blindagem deve ser 0,5mm Pb e que devem ser verificadas regularmente em busca de falhas de integridade anualmente ou quando houver suspeitas, e que mesmo com o uso destes aparatos, nenhuma região deve ser exposta ao feixe primário.

A Portaria nº 453/98 exige vestimentas de 0,5mm Pb apenas para quem opera em centro cirúrgico ou para situações onde alguma parte do corpo fique a menos de 5cm do feixe primário (neste caso, as mãos dos operadores), sendo aceito para os demais casos, vestimentas de 0,25mm Pb.

Os óculos plumbíferos foram os itens menos disponíveis nas instalações, uma vez que a Vigilância Sanitária não exige e também por possuírem preços que variam entre R\$ 700,00 e R\$ 1.500,00. As instalações que as possuíam, raramente faziam utilização, uma vez que os óculos não costumam ficar parados no rosto, em decorrência do peso das lentes, podendo atrapalhar o andamento do procedimento no momento em que os operadores se abaixam para realizar imobilização física.

Alguns pesquisadores que realizaram experimento com óculos plumbíferos constataram que seu uso consegue trazer uma redução de dose nos olhos significativa, mas que para isso, depende muito da posição do usuário frente ao feixe primário; a radiação espalhada pode atingir os olhos pelos espaços acima das lentes quando o operador inclina o rosto (VAN ROOIJEN et al, 2014).

O uso de grades anti-difusoras colabora para a melhora do contraste radiográfico da imagem por absorver cerca de 80% a 90% da radiação secundária (AYERS, 2012). Das instalações visitadas, a maioria possuía grade na mesa, porém nem todos a utilizavam seja por defeitos da grade que causavam artefatos de imagem ou por ter que aumentar os parâmetros de exposição (a grade absorve 30% do feixe primário), aumentando conseqüentemente a dose ocupacional (LAVIN, 2007). Das instalações que não possuíam grade, as mesas existentes eram apenas mesas comuns ou ainda mesas cirúrgicas, onde o exame era feito com contato direto entre o paciente animal e o chassi. Como todas as instalações são estabelecimentos que atendem animais de companhia (pequeno e médio porte) e uma com atendimento a pequenos silvestres, a inexistência de grades não afeta significativamente a qualidade diagnóstica do serviço, uma vez que a grade pode não ser utilizada em animais com menos de 20kg (LAVIN, 2007).

Uma questão interessante a respeito das mesas de exame para a prática veterinária é que em legislações internacionais é exigida a blindagem da parte posterior da mesa para que não haja passagem do feixe primário em excesso, protegendo ocupações abaixo da sala de raios X ou ainda os pés e pernas dos operadores durante a imobilização. Na ARPANSA (2009), as mesas veterinárias precisam ter uma equivalência de blindagem de 1mm de Pb em toda a extensão da mesa abaixo da gaveta. Na legislação irlandesa RPII (2002) também é necessário esta blindagem, ou então, que as bordas possuam blindagem de 0,5mm de Pb, no ponto aonde acabam as barreiras da colimação totalmente aberta na altura máxima do tubo. As proteções laterais da mesa também são pontuadas pela NCRP 148 (2004) e ainda pela norma canadense AB.VMA (2011), que descreve uma alternativa de colocar uma lâmina de chumbo de 1mm abaixo da mesa do tamanho do campo com colimação aberta em altura máxima do tubo. Nada referente a este aspecto foi identificado nas instalações visitadas.

A dosimetria pessoal é exigida por todas as legislações nacionais e internacionais, tanto para práticas veterinárias quanto para as demais relacionadas à

exposição radiológica. Entretanto, nas legislações internacionais, a responsabilidade de disponibilização do dosímetro pessoal é de cada colaborador, enquanto que na Portaria nº453/98, o fornecimento é obrigatório por parte das instalações.

Das instalações visitadas em Curitiba, 81% possuíam a contratação de dosimetria pessoal, ou seja, para cerca de 66 profissionais. As instalações que não possuíam a dosimetria argumentaram que, pela baixa demanda de exames, optaram por não utilizar, já que eles reduzem custos deste modo. Valente (2004) em sua pesquisa, apontou em seu estudo que quase nenhuma instalação possuía dosímetro pessoal. Faria (2012) apontou que apenas 33,3% das instalações possuíam dosimetria, e das que possuíam apenas 13,6% relataram fazer utilização do mesmo.

O NRPA (2010) demonstrou que quase todos os colaboradores utilizam dosímetro, porém mais da metade de maneira incorreta, alguns inclusive, deixando o dosímetro pendurado ao lado do equipamento para registro de dose. Situação semelhante foi observada nas instalações visitadas. Moritz (1989) constatou em sua pesquisa que 55% das instalações possuíam dosimetria, mas que os usuários também faziam uso inadequado do dosímetro, onde foi identificado que em três instalações, os operadores compartilhavam um único dosímetro entre os membros da equipe.

A dose efetiva média anual do Brasil, segundo levantamento realizado pela UNSCEAR (2008) que pode ser verificado na Figura 7, é de 0,7 mSv. A média de dose efetiva anual dos 66 operadores monitorados foi de 1,7 mSv. O valor acima da média pode indicar falhas no processo de otimização das práticas radiológicas veterinárias.

O NRPA (2010) apontou que existiam 112 veterinários que faziam uso de dosímetro e que aproximadamente 12 tiveram dose acima do nível de registro. Dos participantes desta pesquisa, 24 operadores possuíam dose acima do nível de registro. Nesta pesquisa, um dos operadores ultrapassou o limite de 20 mSv anual, enquanto que pelo menos 7 apresentaram doses acima de 6 mSv, dos quais 5 eram de centros diagnósticos, o que pode estar ligado à demanda de exames destas instalações.

Fritschi (2000) relatou um estudo dosimétrico realizado com 271 profissionais veterinários, onde suas doses estiveram bem abaixo dos limites de exposição individual, porém que isso é atribuído a uma mudança de comportamento por parte dos médicos veterinários ao saberem que estavam sendo monitorados.

Hall (2013) explicou em seu estudo que dos 7.013 veterinários e profissionais da radiologia monitorados no Canadá, nenhum ultrapassou o limite de 20 mSv anual, porém 536 possuíam doses acima de 1 mSv mensal, ao qual ele atribui a equipamentos muito antigos que carecem de ferramentas de otimização de dose.

Neste estudo, apenas um operador ultrapassou o limite de 20 mSv anual. EPP (2012) pontuou em seu estudo que dos 558 operadores que trabalhavam com a radiologia veterinária, todos fazem imobilização física e 39% já tiveram exposições acidentais, sendo que 15 destes receberam doses acima de 20 mSv anual. Exposições acidentais foram observadas ao longo da coleta de dados, em equipamentos que possuem disparo por pedal, pois pode ser acionado de modo não intencional. Uma vez que não existem limiares de dose para ocorrência de efeitos estocásticos, é importante que seja mantido um registro de dose o mais baixo possível.

Foi observado ao longo da coleta de dados, que alguns estabelecimentos armazenavam o dosímetro padrão junto ao feixe primário de raios X, o que pode ter levado a uma alteração na leitura final dos dosímetros utilizados por estes profissionais, justificando o grande número de leituras com nível de *background*. Outro fator que pode colaborar com a quantidade de leituras apenas a nível de *background*, é a negligência com relação a sua utilização, não sendo preso junto ao tórax no momento da exposição.

Boa parte dos equipamentos encontrados era de fabricação relativamente recente, sendo poucas máquinas com mais de 20 anos, de diversos fabricantes. Com exceção dos fabricantes dos equipamentos portáteis Poskon e Sedecal, e do equipamento portátil Vetmax, os demais equipamentos não são de fabricação exclusiva para uso em medicina veterinária. O principal problema relacionado aos tipos de equipamento está ligado às técnicas de exposição disponíveis. Os equipamentos do tipo móvel possuem parâmetros de exposição integrados (kV com mA, ou tempo com mA) o que dificulta a seleção de tempos curtos de exposição, podendo levar a borramentos pelo movimento do animal e necessidade de repetição, expondo a equipe novamente.

Não foi encontrada uma relação entre a dose dos operadores e condições do equipamento, uma vez que o operador que recebeu a maior dose era o que operava o equipamento que possuía todos os parâmetros adequados. Além disso, o

uso inadequado do dosímetro padrão e a negligência do uso do mesmo podem afetar diretamente esta correlação.

A colimação física do feixe de raios X é uma ferramenta útil para a redução de dose dos operadores, uma vez que restringe o feixe primário apenas à região de interesse, minimizando radiação espalhada na equipe e nas mãos do operador. Das máquinas visitadas, todas possuíam colimação e quatro possuíam colimador tipo cilíndrico, os quais são inapropriados por não possibilitar ajuste do feixe. Moritz (1989) apontou que das 29 instalações que ele visitou, cada um com um equipamento, 25 destes possuíam colimador, e 22 eram do tipo cilíndrico. O alinhamento da colimação, cujo limite é 2% da distância foco filme, se apresentou dentro dos limites para boa parte dos equipamentos do presente estudo. Porém, este limite possui variações dependendo da legislação. A Tabela 21 apresenta os valores de desvio permitido.

**Tabela 21 - Comparação de limites de alinhamento de colimação.**

<b>NORMA</b>	<b>Res. 1016</b>	<b>Alberta Rad. Protection</b>	<b>ARPANSA</b>	<b>EPA Rad Guide</b>	<b>STUK Guide ST 8.1</b>	<b>NCRP 148</b>	<b>CSP21</b>
<b>País</b>	Brasil	Canadá	Austrália	Austrália	Finlândia	Estados Unidos	Nova Zelândia
<b>Desvio permitido (DFoFi)</b>	2%	2%	1%	1%	1%	2%	2%

Comparado ao limite de 2%, apenas dois equipamentos apresentam-se fora dos limites. Entretanto, se comparado com os valores mais restritivos das normativas australianas e finlandesas, por exemplo, o número aumenta para 17. Uma vez que o campo de luz auxilia no correto posicionamento, e o desvio deste parâmetro pode vir a atrapalhar o médico veterinário fazendo-o colocar as mãos no feixe primário, um valor mais restritivo deveria ser seguido. Além do alinhamento de campo, a normativa australiana *EPA Rad Guide* (AUSTRALIA, 2004) ainda acrescenta que o teste de colimação deve ser realizado para cada um dos focos do equipamento, além de ter a luminância da luz de colimação não inferior a 100 lux a 1 metro de distância, para que seja visível mesmo com o ambiente bem iluminado, permanecendo ligada por não mais que dois minutos.

Em normas externas, não existe uma limitação referente à angulação do feixe de raios X, porém uma angulação superior a 3 graus pode comprometer a veracidade da imagem, pois causa distorções geométricas.



Os testes de tempo de exposição apresentaram valores de desvio de exatidão de tempo em 60% dos equipamentos, para limites de tolerância de 10%. Se os resultados forem aplicados sobre os limites de desvios do *Safety Code 28 ref* e *EPA rad guide ref*, que são mais restritivos, o número de máquinas não conformes aumenta para 87%. A Figura 33, porém, demonstra que estes desvios não se aplicam a todos os tempos testados, pois a maioria dos equipamentos apresentou desvios de exatidão para um ou dois valores de tempo. Para a reprodutibilidade, os desvios para tolerância de 10% foram menores, presente em 27% dos equipamentos. Porém, tal como para a exatidão, se compararmos aos limites mais restritivos do *EPA rad guide*, *Stuk guide ST 8.1* e *ARPANSA*, o número aumenta para 67% e para 100% se utilizarmos o *Safety Code 28*. A tabela 2 traz estes valores para comparação.

**Tabela 22 - Comparação de limites de exatidão e reprodutibilidade de tempo.**

<b>NORMA</b>	<b>ANVISA 453/98</b>	<b>Safety Code 28</b>	<b>EPA Rad Guide</b>	<b>STUK Guide ST 8.1</b>	<b>NCRP 148</b>	<b>ARPANSA</b>	<b>CSP21</b>
<b>País</b>	Brasil	Canadá	Austrália	Finlândia	Estados Unidos	Austrália	Nova Zelândia
<b>Exatidão</b>	10%	7%	5%	10%	10%	-	-
<b>Reprodutibilidade</b>	10%	1%	5%	5%	10%	5%	1%

Grande parte dos equipamentos que apresentaram desvios acima dos valores de 10% possuem tipo de gerador monofásico, o que significa que possuem temporizadores mecânicos. Este tipo de temporizador possui precisão e reprodutibilidade ruins, especialmente para tempos muito curtos, pois os intervalos entre os tempos só pode ser realizado de 8 em 8 milissegundos, o que para as práticas veterinárias afeta diretamente as imagens, uma vez que os animais se mexem muito durante os exames, sendo necessário os menores tempos para redução de borramento em imagem, o que justifica limites mais restritivos de normativas externas. (BUSHBERG, 2002 e LAVIN, 2007).

A linearidade e reprodutibilidade da taxa de Kerma indica o desempenho do seletor de corrente do tubo, de modo indireto. Se ao variar a corrente no tubo, a dose variar de modo linear, o seletor está calibrado. Este teste não é mencionado por nenhuma regulamentação específica da medicina veterinária, e apenas o NRPA

(2010) verificou este parâmetro nas instalações norueguesas, que constatou estar adequada em todas as instalações, bem como a exatidão e colimação do feixe.

A camada semi-redutora (CSR) possui dois valores mínimos exigidos pela legislação 453/98, a depender do tipo de gerador. Em outras legislações, a camada semi-redutora (Tabela 23) apresenta valores de referência a depender apenas da tensão aplicada no momento do teste. Para as legislações externas, com exceção da *STUK Guide ST 8.1*, os demais limites se tornam menos restritivos. Entretanto, é importante pontuar que um valor de camada semi-redutora muito acima do valor mínimo pode indicar um problema de metalização do vidro da ampola de raios X, causado por excesso de uso e vaporização do metal que compõe as estruturas elétricas do equipamento, comumente apresentado em aparelhos antigos. Valores acima de 4 mm Al para exposição acima de 70 kVp, foi encontrado em um equipamento, o mais antigo da amostra.

**Tabela 23 - Comparação de limites para camada semi-redutora.**

<b>NORMA</b>	<b>ARPANSA</b>	<b>ALBERTA</b>	<b>EPA Rad Guide</b>	<b>STUK Guide ST 8.1</b>	<b>NCRP</b>	<b>CSP21</b>
<b>País</b>	Austrália	Canada	Austrália	Finlândia	Estados Unidos	Nova Zelândia
<b>Limite de CSR (mm Al)</b>	2,1	2,1	2,1	2,5	1,5	1,8
<b>Equipamentos dentro dos limites</b>	17	17	17	7	26	24

A exatidão de tensão dos equipamentos veterinários apresentou um desvio acima de 10% em 17 equipamentos. Se o limite for mais restritivo como das legislações listadas na Tabela 24, onde a exatidão não deve passar de 5%, o número de máquinas com este item inadequado aumentaria para 28. Já a reprodutibilidade se apresentou inferior a 10% em todos os equipamentos. Porém, se aplicar valores mais restritivos de 5%, o número de máquinas fora do parâmetro aumenta para 22 equipamentos. Já para valores de 1 a 2 % de variação, nenhum equipamento se encontraria dentro dos parâmetros. A tabela 24 traz os limites para fins comparativos.

Tabela 24 - Comparação de limites para exatidão e reprodutibilidade de tensão.

NORMA	ANVISA 453/98	Safety Code 28	EPA Rad Guide	STUK Guide ST 8.1	NCRP 148	ARPAN- SA	ALBER- TA	CSP21
País	Brasil	canada	Austrália	Finlândia	Estados Unidos	Austrália	Canadá	Nova Zelândia
<b>Exatidão</b>	10%	5%	5%	10%	10%	-	-	-
<b>Reprodutibilidade</b>	10%	1%	2%	5%	10%	5%	5%	1%

É importante ressaltar que a maioria dos equipamentos que apresentaram os desvios de exatidão são os que têm gerador monofásico, apresentando maiores flutuações de tensão se comparado aos trifásicos e de alta frequência, uma vez que os trifásicos possuem múltiplos circuitos retificadores de onda que garantem fornecimento de corrente contínua ao tubo de raios X (BUSHBERG,2002 e TILLY, 2010).

Por esta avaliação constatou-se que apenas um dos equipamentos encontra-se totalmente aprovado dentro dos parâmetros estipulados pela Portaria nº453/98. Logo, 97% dos equipamentos encontram-se reprovados, mesmo com os limites de desvio menos restritivos que normativas externas, o que demonstra a carência de cuidados com relação aos equipamentos, aumentando o risco ocupacional, além da necessidade de realização de um controle de qualidade e manutenções preventivas com maior frequência por parte dos responsáveis proprietários. Os médicos veterinários que receberam os relatórios foram orientados com relação aos itens marcados como inadequados para efetuar os ajustes e manter a qualidade do seu serviço.

O afastamento mínimo de 1,5m das paredes a partir do ponto focal, estabelecido na RDC nº50 (2002), não foi seguido por nenhum estabelecimento, especialmente na parte posterior do equipamento, o que pode atrapalhar em situações onde o comando se encontra nesta região. Neufert (2013) estabelece como espaço mínimo em um ambiente ocupado por uma pessoa parada, uma distância mínima de 62,5 cm. Com o espaço reduzido na parte posterior do equipamento, o acesso ao comando para inserção das técnicas radiográficas pode ser prejudicado.

Para as bordas da mesa, um espaço menor do que 62,5 cm também pode ser problemático durante o momento de imobilização física dos animais por parte da equipe. Se respeitado a distância mínima de 1,5m a partir do ponto focal do

equipamento, o espaço entre a borda da mesa e a parede fica em 75 cm, assim como da parte posterior do equipamento.

O fato das radiografias serem realizadas sempre com imobilização física, justificaria a não existência de biombos. Das instalações visitadas, 39% não possuem biombo, e as que possuíam, sejam eles fixos ou móveis, em pelo menos 8 ele servia como depósito de algum tipo de material. Moritz (1989) em seu estudo encontrou biombo de radioproteção em apenas 17% das instalações.

## 6. CONCLUSÕES

Esta pesquisa possibilitou a avaliação das condições de radioproteção em radiologia veterinária em Curitiba – PR. Os objetivos do trabalho foram atingidos por meio do estudo dos resultados de avaliação e características técnicas dos equipamentos de raios X, verificação de vestimentas de proteção individual, procedimentos de trabalho e verificação da exposição ocupacional dos profissionais, chegando às seguintes conclusões:

- Os resultados da avaliação de desempenho dos equipamentos indicam que estes são fabricados visando um custo mais acessível, não alcançando os padrões de desempenho necessário para garantir máxima proteção dos operadores e melhor qualidade de imagem;
- 97% dos equipamentos se encontraram fora dos parâmetros estabelecidos pela resolução 1016. O alto índice de não conformidade dos equipamentos aos testes de controle de qualidade sugere a falta de manutenção, calibração e fiscalização dos equipamentos de raios X;
- Apenas 4% do total de vestimentas encontravam-se com falha na integridade da blindagem. A baixa quantidade de vestimentas com falha na integridade não indica segurança radiológica, e sim que o uso das mesmas é negligenciado pelos operadores;
- A luva plumbífera é pouco utilizada, mesmo com a proximidade das mãos com relação ao feixe primário, pois atrapalha os operadores no momento de imobilização e podem sobrepor regiões de interesse de estudo;
- 63,6% dos operadores que utilizavam dosímetro apresentaram leituras no nível de *background*. 10,6% apresentaram leitura acima do nível de 6 mSv. O alto número de leitura dos dosímetros pessoais abaixo dos níveis não indica segurança radiológica, e sim que os dosímetros são utilizados de maneira inadequada ou até mesmo não utilizados. Em 25,8% das instalações, os dosímetros utilizados como padrão se encontravam dentro da sala de exames, próximo ao feixe primário;
- Os valores elevados de registro de dose não tem relação com o estado de conservação do equipamento.

- As salas de raios X veterinário precisam ser mais bem planejadas, de modo que o ambiente seja estruturado para facilitar as práticas;
- A ausência de regulamentação própria para a prática veterinária contribui para a falta de padronização e fiscalização das condições de proteção radiológica das instalações veterinárias;
- As condições gerais de radioproteção das instalações visitadas são insuficientes, em especial, se comparadas às legislações internacionais próprias para a prática.

### 6.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

- Buscar compreender como é o funcionamento da prática da radiologia veterinária volante ou portátil, que está em uso atualmente e não se conhece os riscos ocupacionais e públicos da prática, pois não possui padrão e fiscalização.
- Realizar um estudo de monitoração individual controlada para médicos veterinários, uma vez que o modo como a dosimetria é empregada por eles não é adequada para correlacionar com riscos ocupacionais.
- Investigar como é a prática da radiologia de animais de grande porte, pois muitos pontos da Portaria 453/98 são inviáveis de serem aplicados a esta prática.
- Desenvolvimento de ferramentas de proteção radiológica específica para os operadores de radiologia veterinária ou ferramentas de imobilização física para animais.
- Verificar as condições de ensino da proteção radiológica para os estudantes de medicina veterinária.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB.VMA - ALBERTA VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. **Radiation Protection Program Manual**. Canadá: 2011.

ANDRADE, Simone Aparecida Fernandes. Atuação do tecnólogo em radiologia na área da medicina veterinária, **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**. São Paulo, v.4, n.7, p.23-28, jul/dez. 2007.

ATTIX, Frank Herbert. **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**. Alemanha: Wiley-VCH, 1986.

AUSTRÁLIA. Code Of Practice & Safety Guide, Radiation Protection in Veterinary Medicine. ARPANSA - Australian Radiation Protection And Nuclear Safety Agency. Radiation Series n 17, 2009.

AUSTRALIA. Radiation Guideline 6: Registration requirements & industry best practice for ionising radiation apparatus used in diagnost imaging – part 4: veterinary Science EPA – **ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY**, 2004.

AYERS, Mary H. **Small Animal Radiographic techniques and Posicioning**. Reino Unido: Wiley-Blackwell, 2012.

AZEVEDO, Ana Cecília Pedroza. **Radioproteção em Serviços de Saúde**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro, 2012.

BAKER, Martin A. An Introduction to Radiation Protection in Veterinary Radiography. **The Veterinary Nurse**, Inglaterra: Vol 5, Nº 9, p.04-09, nov. 2014.

BASSERT, Joanna M.; THOMAS, John. **Clinical Textbook for Veterinary Technicians** 8ª Edição. Estados Unidos: Elsevier, 2014.

BIERY, Darryl N; RHODES, W. Harker; GILETTE, Edward. Roentgen's Mysterious Rays: 100 years of Progress. **Veterinary Forum** Estados Unidos: pg. 20-25 nov. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Federal nº 453: **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Radiodiagnóstico Médico. Agência nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Referência Técnica para o Funcionamento dos Serviços Veterinários: **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC, nº 50: **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2002.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Reguladora 32** – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Reguladora 6** – Equipamento de Proteção Individual, 2001.

BRASIL. Norma NN3.01 - Resolução 164/14 - Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. **Comissão Nacional de Energia Nuclear**, 2014.

BRASIL. Resolução 1015, de 9 de novembro de 2012. **Conselho Federal de Medicina Veterinária**.

BRASIL. Resolução 6, de 28 de Maio de 2009. **Conselho Nacional dos Técnicos De Radiologia**.

BUSHBERG, Jerrold T.; SEIBERT, J. Anthony; LEIDHOLDT, Edwin M.; BOONE, John M.; **The essential Physics of Medical Imaging**. 2ª Edição. Estados Unidos: Lippincott Williams& Wilkins, 2002.

BUSHONG, Steward C. **Ciência radiológica para Tecnólogos: Física, Biologia e Proteção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.



CANADÁ. Safety Code 28 – Radiation Protection in Veterinary Medicine – Recommended Safety Procedures for Installation and Use of Veterinary X-Ray Equipments. **HEALTH AND WELFARE CANADA**, 1991.

CARTER, Christi E.; VEALÉ Beth L.; **Digital Radiography And Pacs**. Estados Unidos: Elsevier, 2008.

CONTER – **CONSELHO NACIONAL DOS TÉCNICOS DE RADIOLOGIA**, matéria de website: Veja como fica o reajuste salarial dos profissionais das técnicas radiológicas sem acordo ou convenção coletiva em 2016. Disponível em < <http://conter.gov.br/site/noticia/piso-salarial-2>> acesso em maio de 2018.

CRMV- PR – **CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DO ESTADO DO PARANÁ**, Instituições de Ensino. Disponível em < <http://www.crmv-pr.org.br/?p=inicial/instituicoes>> acesso em maio de 2018.

CVMB – **CALIFORNIA VETERINARY MEDICAL BOARD**. Radiation Safety – Relating to Veterinary medicine and Animal Health Technology in California, 2012.

DROST, Wm Tod; REESE, David J.; HORNOF, William J. Digital Radiography Artefacts. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. Estados Unidos: Vol 49, Nº 1, pg. 48-56. 2008

DRUMOND, Gisele Russo Canato. **Avaliação de Exposição Ocupacional em Radiologia Digital Veterinária Portátil**. Dissertação (mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

DRUMOND, Luiz Fernando. **Avaliação do Kerma no Ar na Entrada da Pele e da Qualidade da Imagem em Radiografias de Tórax de Pequenos Animais com Sistemas de Imagens Convencional e Digital**. Dissertação (mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

EPP, Tasha; WALDNER, Cheryl. Occupational Health hazards in Veterinary medicine: Physical, psychological and Chemical hazards. **Can Vet J**. Canadá: Vol 53, pg 151-157, 2012.

ESR – **EUROPEAN SOCIETY OF RADIOLOGY**. The History of Radiology. Volume 2; Austria, out. 2013.

FARIA, Bárbara Maria Gomes de Carvalho Nóbrega. **Gestão Do Risco Radiológico Em Centros De Atendimento Veterinário na região de Trás-Os-Montes e Alto Douro**. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Serviços de Saúde) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2012.

FOSBINDER, Robert; ORTH, Denise. **Essentials of Radiologic Science**. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2002.

FRITSCHI, Lin. Cancer in Veterinarians. **Ocup Environ Med 2000**. Australia: Vol 57, pg 289-297. 2000.

GINJA, M.M.D.; FERREIRA, A.J.A. Efeitos Biológicos da Radiação X e Radioproteção em Medicina Veterinária, **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. Lisboa: Vol 97, nº 543, pg 101-109. 2002.

HALL Anny L.; DAVIES, Hugh W.; DEMERS, Paul A.; NICOL, Anne-Marie; PETERS, Cheryl E.; Occupational Exposures to Antineoplastic Drugs and Ionizing Radiation in Canadian Veterinary Settings: Findings from a National Surveillance Project. **Can J Public Health**. Canadá: Vol 104, nº7, pg 460-465. 2013.

HERCA – **Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities**, Guidelines on Radiation Protection Education and Training of Veterinary Professionals. Polónia, 2017.

HERCA – **Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities**, Veterinary applications of ionizing radiation – main results of the Questionnaire “Nacional regulatory requirements with regard to veterinary medical applications of ionising radiation” and conclusions. Alemanha, 2013.

HUDA, Walter. **Review of Radiologic Physics**, 4ª Edição. Estados unidos: **Wolters Kluwer**, 2016.

IAC - **IOWA ADMINISTRATIVE CODE**, Public Health 641 – 10/1/14 – Chapter 41 – Safety Requirements for the use of Radiation Machines and Certain Uses of radioactive Materials. Estados Unidos: 2014.

ICRP – INTERNATIONAL COUNCIL ON RADIOLOGICAL PROTECTION – The 2007 Recommendations of the international Commission on radiological Protection – Publication 103. **Editora Elsevier**, 2007.

IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Mapa de Curitiba**. Elaborado com base no Decreto nº 774/1975, Curitiba, 2001. Disponível em <<http://www.curitiba-parana.net/mapas/bairros.htm>>, acesso em dezembro de 2017.

IRD – INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA. Ionizing Radiation Metrology. **Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes**, 2014.

LAVIN, Lisa M. **Radiography in Veterinary Technology**, 4ª Edição. Estados Unidos: **Elsevier**, 2007.

LINDBOHM, Marja Liisa; TASKINEN, Helena. Spontaneous Abortions among Veterinarians. **Scand J. Work Environ Health**. Finlândia: Vol 26, nº 6, pg 501-506, 2000.

MORITZ, Sheryl A.; WILKINS, John R.; HUESTON, William D. Evaluation of Radiation Safety in 29 Central Ohio Veterinary Practices. **American Journal of Public Health**. Estados Unidos: Vol 79, nº 7, Jul. de 1989.

NCRP - **NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS**, Report n 148 – Radiation Protection in Veterinary Medicine. Estados Unidos: 2004.

NEUFERT, Ernest. **Arte de projetar em arquitetura**. 18ª Edição – pg 41. São Paulo: Gustavo Gilli, 2013.

NOVA ZELÂNDIA. CSP – **Code of Safety Practice 21** – Code of Safe Practice for the use of X-rays in veterinary diagnosis. 2006.

NRPA – **Norwegian Radiation Protection Authority** – Results from mapping project guidance for veterinary use of X-ray. Noruega: 2010.

**NUCLEAR ENERGY BOARD**, Radiation Protection in Veterinary Radiology – Code of Practice. Irlanda: 1989.

OKUNO, Emico. Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes: Acidente Radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**, Brasil: Vol 27, nº 77, 2013.

OKUNO, Emico; YOSHIMURA, Eizabeth. **Física das Radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

RPII - **RADIOLOGICAL PROTECTION INSTITUTE OF IRELAND**. Code Of Practice for Radiation Protection in Veterinary Medicine, RPII – 02/3. Irlanda: 2002.

SCHEFTEL, Joni M.; ELCHOS, Brigid L.; RUBIN, Carol S.; DECKER, John A. Review of hazards to female reproductive health in veterinary practice. **Journal of the American Veterinary Medical Association**. Estados Unidos: Vol 250, nº8, pg 862-872. 2017.

SCHNELLE, Gerry B. The History of Veterinary Radiology. **1<sup>st</sup> International Conference of Veterinary Radiologists**. Irlanda: 1968.

SHUHAIBER, Samaer; EINARSON, Adrienne; RADDE, Ingeborg C.; SARKAR, Moumita, KOREN G; A prospective-Controlled Study of Pregnant Veterinary Staff Exposed to Inhaled anesthetics and X-Rays, **International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health**. Canadá: Vol 15, nº4, pg 363-373, 2002.

SINDIVET-PR – **SINDICADO DOS MÉDICOS VETERINÁRIOS DO ESTADO DO PARANÁ**, Ofício nº 005/2014 – Tabela de Honorários. Disponível em <<http://sindivetpr.org/honorarios/honorarios.asp>> acesso em maio de 2018.

SOUZA, Juliana Facchini. **Controle de qualidade em raios X Convencional**. Monografia (especialização em Física Médica) - Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

STUK - **RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY**, Radiation Safety in Veterinary X-Ray Examinations, Guide ST 8.1, Finlandia, 2012.

TAUHATA, Luiz; SALATI, Ivan P.A.; PRINZIO, Renato Di; PRINZIO, Antonieta R.Di; Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos, 10ª Revisão. Rio de Janeiro: **IRD/CNEN**, abril de 2014.

TEIXEIRA, Luiz Antônio Bittencourt. A Medicina Veterinária e o uso de Raio X. **CRMV-PR**, 14 DE DEZEMBRO DE 2007.

TILLY JUNIOR, João Gilberto. **Física Radiológica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

TRAINOR, D.C. et al. Radiological Hazards in Veterinary Practice. **The Australian Veterinary Journal**. Austrália: pg 08 a 13, 1960.

TYSON, Reid; SMILEY, Douglas C.; PLEASANT, Robert S.; DANIEL, Gregory B. Estimated Operator exposure for hand holding portable x-rays during imaging of the equine distal extremity. **Veterinary Radiology & ultrasound**. Estados Unidos: Vol 52, nº2, pp121-124. 2011.

UNSCEAR - **UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION**, Volume I: Sources and effects of ionizing Radiation – Report to the General Assembly with Scientific Annexes, 2008.

VALENTE, Dario; et. al. Biossegurança em Estabelecimentos Veterinários. **Rev. Educ. Cont. CRMV- SP**, São Paulo: vol.7, nº. 1/3, p.45-54, 2004.

VAN ROOIJEN, B.D.; DE HAAN, M.W.; DAS, M.; ARNOLDUSSEN, C.W.; DE GRAAF, R.; VAN ZWAM, W.H.; BACKES, W.H.; JEUKENS, C.R. Efficacy of Radiation Safety Glasses in Interventional Radiology. **Cardiovasc Intervent Radiol**. Estados Unidos: Vol 37, nº5, pg 1149-55, 2014.

VENEZIANI, Glauco Rogério. **Avaliação das doses resultantes de procedimentos Radiodiagnósticos Realizados em Medicina Veterinária e Avaliação das doses secundárias de radiação espalhadas pelo corpo clínico e proprietários dos animais**. Dissertação (mestrado em tecnologia nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

WHRIGLEY, Robert H.; BORAK, Thomas B.; The effect of kvp on the dose equivalent received from scattered radiation by radiography personnel. **Veterinary Radiology**. Estados Unidos: vol 24, n<sup>o</sup>4, pg 181-185, 1983.

WIDMER, William R.; SHAW, Stanley M.; THRALL, Donald E.; Effects of Low – level Exposure to ionizing radiation: Current concepts and Concerns for Veterinary Workers. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. Estados Unidos: vol 37, n<sup>o</sup>3, pg 227-239, 1996.

WRIGHT, Matthew A.; BALANCE, Dennis.; ROBERTSON, Ian D.; POTTET, Brian. Introduction to DICOM for the Practicing Veterinarians. **Veterinary Radiology & Ultrasound**. Estados Unidos: vol. 49, n<sup>o</sup> 1, pg S14-S18, 2008.

## ANEXO A – FORMULÁRIO PREENCHIDO PELO PESQUISADOR

**INSTALAÇÃO:** \_\_\_\_\_ **Endereço:** \_\_\_\_\_

( ) CLÍNICA ( ) HOSPITAL ( ) CENTRO DIAGNÓSTICO ( ) INSTITUIÇÃO DE ENSINO

**Realizam exposições:** ( ) médicos veterinários ( ) profissionais radiologia

**Utilizam dosimetria?** ( ) sim ( ) não – se sim, recolher relatório

( ) sinalização de porta? ( ) luz vermelha? Visita VISA? ( ) sim ( ) não

**Existência de:**

( ) Projeto de radioproteção ( ) levantamento radiométrico ( ) controle de qualidade

( ) plano de proteção radiológica- verificar relatório

**Tipo de sistema de processamento:** ( ) químico ( ) CR ( ) DR

**Tipo equipamento** ( ) fixo ( ) móvel usado como fixo ( ) portátil - Desenhar croqui caso não fixo

**Marca:** \_\_\_\_\_ **Modelo** \_\_\_\_\_ **Ano** \_\_\_\_\_

**Tipo de gerador** ( ) monofásico ( ) trifásico

**Lista de vestimentas:**

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Item \_\_\_\_\_ Blindagem \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Grade antifusora? ( ) sim ( ) não imobilizadores? ( ) sim ( ) não

**Resultado do Teste de alinhamento de colimação (cm)**

Acima: \_\_\_\_\_ Abaixo: \_\_\_\_\_ Direita: \_\_\_\_\_ Esquerda: \_\_\_\_\_ ( ) N/A

**Resultado do teste de Angulação:** \_\_\_\_\_ ( ) N/A





## ANEXO B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

**Título da pesquisa:** Aspectos de Radioproteção em Radiologia Veterinária na região de Curitiba – PR

**Aluna** (mestrado – PPGEB): Paola da Costa Rosa – paah\_dacosta@hotmail.com  
Endereço: Rua Antônio Costa, 436 – Vista Alegre – Curitiba-PR  
CEP : 80820-020 – Tel : (041) 9579-8525

Local de realização da pesquisa:  
Endereço:  
TELEFONE:

#### A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE:

##### 1. Apresentação da pesquisa:

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa para avaliar Aspectos de Radioproteção e Controle de Qualidade em Radiologia Veterinária na região de Curitiba – PR.

A radiologia veterinária é uma modalidade que não utiliza parâmetros de exposição muito elevados que ocasionem aumento de dose recebido pelos profissionais. Entretanto, deve-se pontuar que as superexposições podem ocorrer em virtude da proximidade dos profissionais ao feixe primário pela contenção dos animais ou pelas repetições de exames em animais não sedados e inquietos. Além disso, a não realização dos testes de constância do equipamento de raios X pode contribuir com este aumento de dose dos profissionais. No Brasil, a legislação que rege os aspectos de proteção radiológica é a Portaria 453/98, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, voltada à radiologia médica e odontológica, mas que pode ser aplicada à radiologia veterinária. Esta Portaria será usada como base para a realização dos testes de constância do equipamento de raios X e, comparado com normas internacionais posteriormente, verificar-se-á quais aspectos de radioproteção podem ser aprimorados.

##### 2. Objetivos da pesquisa:

###### OBJETIVO PRIMÁRIO

Verificar as condições de controle de qualidade e radioproteção em instalações veterinárias na cidade de Curitiba – PR.

###### OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Verificar o nível de conhecimento dos médicos veterinários e profissionais desta área quanto às normas e exigências de proteção radiológica e prestar os devidos esclarecimentos;
- Avaliar as condições físicas das salas de exames com relação à disposição arquitetônica e blindagem;
- Verificar se os equipamentos possuem as características descritas na Portaria 453/98 e conflitar com normativas internacionais;
- Verificar a existência e integridade de equipamentos de proteção radiológica para os acompanhantes dos animais e profissionais de saúde, além da utilização dos dosímetros e
- Utilizar os dados para averiguar se existem riscos à saúde do trabalhador e se há a necessidade de maior fiscalização por parte dos órgãos competentes.

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

### **3. Participação na pesquisa:**

O responsável pelo estabelecimento e os funcionários onde será desenvolvida a pesquisa deverão assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concordando com os termos aqui apresentados. A partir desta condição, o pesquisador aplicará um questionário que visa questões relacionadas ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI), procedimentos de trabalho durante o exame e processamento de imagens, treinamento e controle de qualidade e avaliação do espaço físico com relação às barreiras de proteção.

Os questionários serão aplicados pelo pesquisador devidamente identificado pelo crachá de identificação da Universidade. Caso seja necessário, a clínica ou Instituição poderá pedir para o pesquisador preencher formulários próprios de identificação ou seguir condutas próprias do estabelecimento.

Caso a clínica ou hospital não disponha de dosímetros, estes serão fornecidos e deverão ser utilizados pelo operador do equipamento de raios X durante o período de um mês (poderão ser disponibilizados no máximo 2 (dois) por estabelecimento).

O responsável pelo estabelecimento receberá um Relatório de Proteção Radiológica com as informações referentes ao teste de controle de qualidade nos equipamentos de raios X e leitura dos dosímetros. Este Laudo não possuirá valor legal, uma vez que não é exigido por lei para radiologia veterinária, porém será útil se necessário possíveis manutenções no equipamento.

As informações obtidas formarão um banco de dados que possibilitará fazer análise estatística através de média e desvio padrão dos resultados obtidos, testes não paramétricos para dados não qualitativos e demais análises estabelecidas na portaria 453/98, para interpretar as necessidades dos procedimentos e indicar a melhor forma de resolver os problemas.

### **4. Confidencialidade.**

Os dados coletados serão usados na dissertação de mestrado sem a identificação nominal do profissional, nome da Clínica, Instituição de Ensino ou hospital e os resultados serão divulgados na forma de estatística no meio científico.

### **5. Desconfortos, Riscos e Benefícios:**

#### **a) Desconfortos e ou Riscos:**

Há riscos mínimos a serem considerados, como por exemplo, o constrangimento dos profissionais responderem as questões dos questionários propostos ou não permitir a medição dos parâmetros técnicos em função deles não atenderem à Portaria 453/98.

O desconhecimento dos médicos veterinários com relação às condições dos equipamentos radiológicos e a dificuldade de acesso aos locais podem acarretar em dificuldades quanto à execução da coleta de dados, principalmente por medo de denúncia na Vigilância Sanitária.

#### **b) Benefícios:**

O conhecimento dos médicos veterinários em relação às condições dos equipamentos radiológicos torna o profissional capaz de manter diálogo e exigir qualidade das empresas fabricantes e das empresas de manutenção. O médico veterinário (autônomo) ou responsável pelo estabelecimento (Clínica ou Hospital) receberá um Relatório de Proteção Radiológica com as informações referentes ao teste de controle de qualidade nos equipamentos de raios X com o Parecer Técnico. Este Laudo não possuirá valor legal, uma vez

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

que não é exigido por lei para radiologia veterinária, porém será útil se necessário possíveis manutenções no equipamento.

Além destes benefícios o profissional será informado de como proceder para a regularização e melhoria da segurança radiológica da equipe.

Além destes benefícios o profissional será informado de como proceder ao descarte correto de substâncias químicas da revelação das radiografias e resíduos a base de chumbo e mercúrio, trazendo benefícios para a população em geral por evitar a contaminação da terra e da água.

#### **6. Critérios de inclusão e exclusão:**

##### **a) Inclusão:**

- Locais de trabalho veterinário da região de Curitiba que realizem exames radiográficos com equipamento de raios X;
- Instituições de Ensino que ofertem o curso superior de Medicina Veterinária e
- Locais vinculados a Prefeitura Municipal de Curitiba com atendimento veterinário (com equipamento de raio X).

##### **b) Exclusão:**

- Clínicas e instituições de ensino que sua localização esteja fora dos limites de Curitiba-PR.
- Locais que tenha o equipamento de raios X para uso humano.
- Clínicas veterinárias e instituições de ensino em que o equipamento de raios-X não esteja operante.

#### **7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.**

Não há nenhum risco de desconforto ou para a saúde dos voluntários na participação desta pesquisa, sendo sua participação voluntária. Você não terá nenhum prejuízo se não quiser participar, podendo se retirar desta pesquisa a qualquer momento, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador responsável.

É também um direito seu, que qualquer dúvida referente ao processo da pesquisa lhe seja sanada durante qualquer etapa em que ela ocorra.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse :

(  ) quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : \_\_\_\_\_)

(  ) não quero receber os resultados da pesquisa

#### **8. Ressarcimento ou indenização:**

Você não terá nenhum gasto para participar desta pesquisa, assim não haverá nenhum ressarcimento, ou outra forma de pagamento ou compensação financeira relacionada à sua participação nesta pesquisa. Em caso de eventuais danos decorrentes da participação na pesquisa, você será devidamente indenizado, de acordo com o que prevê a Resolução 466/12.

#### **B) CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo. Após reflexão e um tempo

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Concordo que o material e as informações obtidas serão publicados em congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos, porém tenho ciência que não serei identificada sendo mantido o sigilo quanto a minha participação.

Nome completo: \_\_\_\_\_  
 RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_  
 Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
 Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
 (ou seu representante)

Nome completo: \_\_\_\_\_

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Paola da Costa Rosa via e-mail: [paah\\_dacosta@hotmail.com](mailto:paah_dacosta@hotmail.com) ou telefone: (41) 9579-8525.

#### ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR), Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4494, e-mail: [ceep@utfpr.edu.br](mailto:ceep@utfpr.edu.br)

**OBS:** este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

## ANEXO C: RESPOSTA DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA

2017-0-25

Email - paah\_dacosta@hotmail.com

Re: Solicitação de informação

saicla@utfpr.edu.br

qui 22/09/2016 11:03

Para: Paola da Costa <paah\_dacosta@hotmail.com>;

Prof. Frieda,  
Boa tarde,

Segue orientação encaminhada pelo setor Centro de Saúde Ambiental - Vigilância Sanitária da Secretaria Municipal da Saúde:

" Tendo em vista que a 453/98 se refere a humanos, atuamos junto clinicas veterinárias no que tange a Saúde do Trabalhador.  
Conforme legislação vigente, solicitamos o Levantamento Radiométrico, PCMSO, EPI, Treinamento da Equipe e leitura de Dosímetros.  
Quanto aos Testes de Qualidade dos equipamentos não exigimos, pois não temos base legal para tanto.  
Quanto a Listagem dos serviços veterinários de Curitiba, sugiro que você solicite ao CRMV, tendo em vista que atuamos sob demanda e somente nos serviços com RX".

Atenciosamente,  
Ouvidoria da Secretaria Municipal da Saúde de Curitiba  
Fone: 0800-644-0041

---

**De:** "saicla" <saicla@utfpr.edu.br>  
**Para:** "ouvidoria sms" <ouvidoria@sms.curitiba.pr.gov.br>  
**Cc:** "Paola da Costa" <paah\_dacosta@hotmail.com>  
**Enviadas:** Segunda-feira, 12 de setembro de 2016 19:26:40  
**Assunto:** Solicitação de informação

Prezados Senhores,

sou professora da UTFPR-Curitiba e estou desenvolvendo um trabalho sobre Avaliação dos Consultórios Veterinários - Aspectos de controle de qualidade e proteção radiológica. Gostaria de obter informações quanto ao número de instituições (consultorios, clinicas,hospitais, etc) cadastradas em Curitiba que atuam na área de radiologia veterinária.

Atenciosamente,

Prof. Frieda Saicla Barros  
PPGEB-UTFPR

## ANEXO D – RESPOSTA DO CONSELHO REGIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA

17/06/2018

Email – paah\_dacosta@hotmail.com

RES: Número de clínicas e hospitais veterinários de Curitiba

CRMV-PR - [redacted] <[redacted]@crm-v-pr.org.br>

qua 25/01/2017 13:19

Re: Paola da Costa <psah\_dacosta@hotmail.com>

Prezada Paola,

Estavam computados apenas os de Curitiba e só consultórios, clínicas e hospitais. Contudo podem existir estabelecimentos que fecharam, mas que não deram baixa formal no CRMV-PR, entrando no sistema como atuantes. Isso é comum, principalmente para consultórios.

Fico à disposição.

Atenciosamente,

[redacted]  
CRMV-PR [redacted]  
Médico Veterinário do CRMV-PR  
Assessoria Técnica/Fiscalização

---

**De:** Paola da Costa [mailto:paah\_dacosta@hotmail.com]

**Enviado em:** terça-feira, 24 de janeiro de 2017 13:58

**Para:** CRMV-PR - [redacted]

**Assunto:** Re: Número de clínicas e hospitais veterinários de Curitiba

Boa tarde, Dr. [redacted]

Estive tentando fazer o levantamento dos estabelecimentos de veterinária, Mas consegui listar apenas 241. Gostaria apenas de saber se, dentre estes números que me passou, estão inclusos as clínicas/consultórios de região metropolitana, ou exclusivamente os do município de Curitiba? caso sejam exclusivos de Curitiba, os pet-shops estão inclusos?

No aguardo,

Paola - PPGEB  
41 99579-8525

---

**De:** CRMV-PR [mailto:paah\_dacosta@crm-v-pr.org.br]

**Enviado:** terça-feira, 4 de outubro de 2016 10:10

**Para:** 'Paola da Costa'

**Assunto:** RES: Número de clínicas e hospitais veterinários de Curitiba

Prezada Paola,

Em Curitiba estão registrados atualmente 259 consultórios, 160 clínicas e 12 hospitais.

Fico à disposição.

Atenciosamente,

<https://outlook.live.com/owa/?path=/mail/search/tp>

1/2

17/06/2016

Email - paah\_dacosta@hotmail.com

[REDACTED]  
CRMV-PR [REDACTED]  
Médico Veterinário do CRMV-PR  
Assessoria Técnica/Fiscalização

---

**De:** Paola da Costa [[mailto:paah\\_dacosta@hotmail.com](mailto:paah_dacosta@hotmail.com)]  
**Enviada em:** quinta-feira, 22 de setembro de 2016 11:12  
**Para:** [REDACTED]@pr.org.br  
**Assunto:** Número de clínicas e hospitais veterinários de Curitiba

Bom dia, [REDACTED]

Conforme falamos a pouco, gostaria de saber quantos consultórios, clínicas e hospitais veterinários existem em funcionamento dentro do município de Curitiba, para que eu possa ter uma dimensão de população a ser estudada para o projeto de pesquisa que estou desenvolvendo.

Fico no aguardo, e agradeço desde já.

Atenciosamente,

Paola - PPGEB  
41 9579-8525

**ANEXO E – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO****DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR – UFPE**

LABORATÓRIO DE METROLOGIA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

Av. Professor Luiz Freire, 1000 Cep: 50740-545 - Recife - PE

Fone: (81) 2126-8708 Fax: (81) 3271-4256

[metrologia@ufpe.br](mailto:metrologia@ufpe.br)**LABORATÓRIO DE METROLOGIA  
DAS RADIAÇÕES IONIZANTES  
LMRI - DEN / UFPE****CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO****Nº 1004RX/1116****A CALIBRAÇÃO DO INSTRUMENTO SÓ É VÁLIDA NAS CONDIÇÕES ESPECIFICADAS NESTE CERTIFICADO**

Salvo autorização específica do Laboratório, é proibido qualquer tipo de cópia ou divulgação a terceiros deste documento



**1. Instituição**

Razão Social : Nucleodot Equipamentos Médicos Ltda  
Endereço : Rua João Matos de Almeida, 26  
Bairro : Centro Industrial Mauá  
Cidade : Colombo  
Estado : PR  
CEP : 83.413-676  
C.N.P.J. : 09.687.921/0001-49

**2. Especificações do instrumento**

Tipo : Detector de Estado Sólido  
Patrimônio : Não Informado  
Fabricante : Unfors / RaySafe  
Modelo : 82010231-D Xi  
Série : 196043  
Detector : Semicondutor  
Modelo : 8202031-J Xi R/F & MAM  
Série : 184017

**3. Data de calibração**

14 de novembro de 2016

**4. Condições de calibração****4.1 Condições Ambientais durante a Calibração**

Temperatura : 20,75 °C  
Pressão : 100,95 kPa  
Umidade relativa do ar : 43,5 %

**4.2 Condições Ambientais de Referência**

Temperatura : 20 °C  
Pressão : 101,325 kPa  
Umidade relativa do ar : 50 %

### 4.3 Tipo de Radiação

Radiação X produzida pelo equipamento Pantak modelo Bipolar Series 2 HF320 com filtros adicionais que fornecem a qualidade de feixe radiodiagnóstico segundo a IEC 61267.

### 4.4 Geometria de calibração

A janela de entrada do detector perpendicular ao feixe de radiação.

### 4.5 Ponto de referência

A Janela de entrada do volume sensível do detector foi posicionada a 100 cm do foco do tubo de raios-X.

### 4.6 Método de Calibração

Calibração pelo método do campo de radiação conhecido.

## 5. Resultados da calibração

Os resultados das medidas referem-se à média aritmética de cinco leituras efetuadas com tempo de exposição de 60 segundos.

Qualidade	Tensão (kV)	1 <sup>o</sup> CSR <sup>1</sup> (mm Al)	Taxa de Kerma no Ar (mGy/min)	Indicação do Instrumento (mGy)	Fator de Calibração <sup>2</sup> (K <sub>C</sub> )	Incerteza Expandida <sup>3</sup> (%)
LMRI - RQR5	70	2,57	16,92	17,54	0,954	2,5
LMRI - RQR8	100	3,97	29,81	30,63	0,964	2,5

<sup>1</sup> Primeira camada semirredutora.

<sup>2</sup> O fator de calibração leva em consideração a correção das leituras com a câmara monitora.

<sup>3</sup> Definida como duas vezes o valor da incerteza combinada calculada com base no ISO GUM – Guia para expressão da incerteza da medição, 2<sup>a</sup> edição brasileira, editado pelo INMETRO (1998), para um fator de abrangência de aproximadamente 95% (k = 2,00).

## 6. Rastreabilidade

A rastreabilidade da grandeza de calibração é estabelecida no uso de um Dosímetro Padrão tipo Câmara de Ionização PTW Freiburg, modelo TW34069, série 0058 e por um eletrômetro PTW Freiburg modelo Unidos E, rastreável ao Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes do Instituto de Radioproteção e Dosimetria – IRD / CNEN através do certificado N<sup>o</sup> LMRI 0720RX/0315.

---

LMRI - DEN/LJPE

### 7. Recalibração do sistema de medida

O instrumento deve ser recalibrado em novembro de 2018.

Os prazos para recalibração de monitores de área são estabelecidos pelas normas CNEN-NN-3.05, CNEN-NN-6.04, CNEN-NE-3.02 e resolução CNEN N° 130. Para equipamentos de uso em radiodiagnóstico o prazo para recalibração é estabelecido pelo Ministério da Saúde através do item 3.60 da Portaria 453 de 01 de junho de 1998. Adicionalmente deve ser sempre efetuada nova calibração de instrumentos de medição após a ocorrência de defeitos, reparos ou indicação de funcionamento irregular.

Certificado emitido em 17 de novembro de 2016.



---

Itayana de Albuquerque Lima  
Técnica executor da calibração



---

Helen Jamil Khoury  
Coordenador(a) do Laboratório  
Signatário Autorizado