



**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde

**PROPOSTA DE UM PLANO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA SERVIÇOS  
QUE UTILIZAM RADIODIAGNÓSTICO NA GUINÉ-BISSAU**

**ILDO DOMINGOS UFALA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde, na Área de Concentração Processos da Radiação na Saúde

Orientadora:  
Prof. Dra. Maria da Penha Albuquerque Potiens

**São Paulo  
2024**

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde

**PROPOSTA DE UM PLANO DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA SERVIÇOS  
QUE UTILIZAM RADIODIAGNÓSTICO NA GUINÉ-BISSAU**

**ILDO DOMINGOS UFALA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia das Radiações em Ciência da Saúde na Área de Concentração Processos da Radiação na Saúde

Orientadora:  
Prof. Dra. Maria da Penha Albuquerque Potiens

**São Paulo  
2024**



## FICHA CATALOGRÁFICA

Fonte de Financiamento: CNEN

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Como citar:

UFALA, I. D. ***Proposta de Plano de Proteção Radiológica para Serviços que Utilizam Radiodiagnóstico na Guiné-Bissau***. 2024. 149 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN-CNEN, São Paulo. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/>> (data de consulta no formato: dd/mm/aaaa)

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de geração automática da Biblioteca IPEN, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ufala, Ildo Domingos  
Proposta de Plano de Proteção Radiológica para Serviços  
que Utilizam Radiodiagnóstico na Guiné-Bissau / Ildo Domingos  
Ufala; orientadora Maria da Penha Albuquerque Potiens  
Potiens. -- São Paulo, 2024.  
149 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Pós-  
Graduação em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde  
(Processos de Radiação na Saúde) -- Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2024.

1. Normas de proteção radiológica. 2. Levantamento  
radiométrico. 3. Radiação Ionizante em saúde. I. Potiens,  
Maria da Penha Albuquerque Potiens, orient. II. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: Ildo Domingos Ufala

Título: **Proposta de Plano de Proteção Radiológica para Serviços que Utilizam Radiodiagnóstico na Guiné-Bissau**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia das Radiações em Ciência da Saúde na Área de Concentração Processos da Radiação na Saúde.

### Banca examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento \_\_\_\_\_

“A radiação deve ser respeitada, e não  
temida.”

*Autor desconhecido*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, expresso minha mais profunda gratidão a Deus pela proteção divina e a sabedoria concedida durante esta jornada, iluminando meu caminho e permitindo que superasse todos os desafios com a fé e perseverança. Estendo minha gratidão aos meus familiares, especialmente aos meus tios, que desde os primórdios me mostraram o caminho da educação como forma de se tornar útil para a sociedade.

À minha orientadora, Professora Dra. Maria da Penha Albuquerque Potiens, por ser formal, chamo-a de Orientadora, se não, seria Mãe, meu sincero agradecimento pela orientação precisa, paciência, dedicação e pelas boas decisões que permitiram o cumprimento das ideias iniciais. Sua orientação foi além do acadêmico, proporcionando um ambiente acolhedor. A autorização dos equipamentos para a viagem à Guiné-Bissau foi uma decisão fundamental e gratificante, viabilizando o andamento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Orlando Rodrigues Junior, agradeço pela prontidão em fornecer qualquer tipo de orientação necessária e por acompanhar meu trabalho do início ao fim.

Agradeço aos membros da banca, Professor Dr. Orlando Rodrigues Junior e Professora Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal, por avaliarem este trabalho desde as ideias iniciais até a fase final. A paixão pela área das radiações começou quando participei do grupo de estudo criado pela Professora Dra. Cinthia Marques Magalhães Paschoal, cuja valiosa contribuição é testemunhada neste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), expresso minha gratidão pela oportunidade de desenvolver minha pesquisa em um ambiente de excelência e inovação. A infraestrutura disponibilizada e o suporte técnico foram cruciais para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Centro de Metrologia das Radiações Ionizantes (CEMRI), ao Laboratório de Calibração de Instrumentos (LCI) e a todos os funcionários pelo convívio, parceria e troca de experiências ao longo da pesquisa.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde, agradeço pela oportunidade oferecida. Estendo meu agradecimento à secretaria do mestrado pelo constante apoio ao longo desta

pesquisa. À Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), agradeço o financiamento da bolsa.

À Secretária Andréa Malavazi, expresse minha gratidão pelo incontável apoio prestado. Seu apoio como secretária foi determinante para minha permanência no programa de mestrado. Agradeço também a secretária Graziella Feitosa Gomes Barbosa e a Sabrina Lopes (ex-secretária) pelo apoio prestado.

Ao Ministério da Saúde Pública da Guiné-Bissau, agradeço a recepção e apoio no transporte durante a pesquisa nas instalações sanitárias.

À Ordem dos Técnicos de Imagiologia da Guiné-Bissau, agradeço a parceria e troca de informações.

Às direções do Hospital Nacional Simão Mendes, do Hospital Militar Principal e da Clínica Madrugada, pela autorização para a realização desta pesquisa.

À minha namorada, Sindatche Nhangu, por todo amor, paciência, estímulo, preocupação e apoio incessante e incondicional em todos os momentos.

Agradeço a todos os amigos do IPEN e colegas de turma, que sempre estiveram dispostos a ajudar no que fosse preciso. Em especial, agradeço a Leonardo Camargo dos Santos pela parceria e apoio incondicional durante todo o percurso. Tudo que sei sobre laboratório foi graças a ele. Agradeço também a Gaspar Domingos Luís, um colega irmão desde a graduação, cuja relação continua no mestrado, proporcionando nosso desenvolvimento acadêmico.

E a todos que, de forma direta ou indireta, ajudaram durante o desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigado.

## RESUMO

Ufala, Ildo Domingos. Proposta de Plano de Proteção Radiológica para Serviços que Utilizam Radiodiagnóstico na Guiné-Bissau. 2024. Dissertação (Mestrado profissional em Tecnologia das Radiações em Ciências da Saúde) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN - São Paulo.

A radiação ionizante, embora seja reconhecida como energia útil para diagnóstico e tratamento humano, também é conhecida por seu potencial perigo quando utilizada de forma indevida, razões que levaram a comunidade científica, organizações, entidades e países a instituir medidas cabíveis para mitigar os danos e acidentes associados ao seu uso. A Guiné-Bissau não deve ser uma exceção a essa necessidade, no entanto, estudos apontaram que não existem normas para uso das radiações neste país. Portanto, sentindo o dever de contribuir com conhecimento científico, o presente trabalho visa desenvolver uma proposta com diretrizes normativas de boas práticas para serviços que fazem uso de radiações ionizantes na Guiné-Bissau, tendo como base as normas internacionais e nacionais, como no caso de Brasil. A trilha para o objetivo proposto seguiu o mapeamento das instalações de radiodiagnóstico por meio de medições usando câmara de ionização. Os resultados na observação da dose mostram uma extrapolação dos limites postos pela CNEN. Tais resultados instigam a urgente necessidade da criação de normas de proteção radiológica na Guiné-Bissau. Como produto final deste trabalho foi elaborado uma proposta de boas práticas em radiologia: qualidades e proteção radiológica.

**Palavras-chave:** Normas de proteção radiológica, Guiné-Bissau, radiométrico, radiação ionizante em saúde.

## ABSTRACT

Ufala. Ildo Domingos. Proposal for a Radiological Protection Plan for Services Using Radiodiagnosis in Guinea-Bissau. 2024. Dissertation (Professional Master's in Radiation Technology in Health Sciences) - Institute for Energy and Nuclear Research - IPEN - São Paulo

Ionizing radiation, although recognized as a useful energy for human diagnosis and treatment, is also known for its potential danger when used improperly. This has led the scientific community, organizations, entities, and countries to institute appropriate measures to mitigate the damage and accidents associated with its use. Guinea-Bissau should not be an exception to this need; however, studies indicate that there are no regulations for the use of radiation. Therefore, feeling the duty to contribute with scientific knowledge, this work aims to develop a proposal with normative guidelines for best practices for services that use ionizing radiation in Guinea-Bissau, based on international and national standards, such as those of Brazil. The path to the proposed objective followed the mapping of radiodiagnostic facilities through measurements using an ionization chamber. The results of dose observation show an extrapolation of the limits set by CNEN. These results highlight the urgent need for the creation of radiological protection standards in Guinea-Bissau. As the final product of this work, a "Proposal for Best Practices in Radiology: Quality and Radiological Protection" was developed.

**Keywords:** Radiological Protection Standards, Guinea-Bissau, Radiometric, Ionizing Radiation in Health

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Mapa político-administrativo da Guiné-Bissau em 2019 .....	18
Figura 2 - Espectro eletromagnético das radiações ionizantes, considerando-se o comprimento de onda em metros, a frequência de oscilações por segundo em Hertz .....	21
Figura 3 - Esquema de uma máquina geradora de raios-X.....	22
Figura 4 - Raios-X característicos são, produzidos após a ionização de um elétron K (A). E Raios-X de freamento que resultam da interação entre elétron projetado e um núcleo do alvo (B). .....	24
Figura 5 - Espectro de raios-X de freamento com raios-X característicos para voltagem de pico de 60, 90 e 120 kV .....	24
Figura 6 - Importância relativa dos diversos processos de interação dos fótons com a matéria em função da energia do fóton e do número atômico do material.....	26
Figura 7 - Laboratório de Calibração de Instrumentos LCI/IPEN. “A” dentro de laboratório, “B” comando fora de laboratório .....	35
Figura 8 - Equipamentos usados nas medições realizadas na Guiné-Bissau .....	37
Figura 9 - Imagem do acesso principal do Hospital Nacional Simão Mendes .....	43
Figura 10 - Planta do serviço de radiologia do Hospital Nacional Simão Mendes (HNSM) .....	43
Figura 11 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização na sala 1 do HNSM .....	44
Figura 12 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização na sala 2 do HNSM .....	45
Figura 13 - Imagem frontal do Hospital Militar Principal (HMP).....	45
Figura 14 - Planta da sala de raios-X do HMP .....	46
Figura 15 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização no HMP. ....	47
Figura 16 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização na Clínica Madrugada .....	48
Figura 17 - Simulação da planta de instalação do serviço da imagem da Clínica Madrugada (não representa a estrutura real da instalação).....	49

Figura 18 - Distribuição dos equipamentos de radiodiagnóstico por regiões sanitárias da RGB. ....	55
Figura 19 - Gráfico de resultado da sala 1 do HNSM em Equivalente dose ambiente comparado com RDC611 .....	63
Figura 20 - Resultado em equivalente de dose ambiente para medidas internas da sala 1 do HNSM comparado com limites da CNEN/Brasil .....	65
Figura 21 - Resultado em Equivalente de dose ambiente para medidas internas da sala 2 do HNSM comparado com limites da CNEN/Brasil .....	68
Figura 22 - Resultado em Equivalente de dose ambiente para medidas internas da do HMP comparado com limites da CNEN/Brasil.....	70
Figura 23 - Resultado obtido na medição externa da sala de TC comparado com limites da ANVISA através da RDC 611, IN nº 93.....	72
Figura 24 - Resultado obtido na medição externa da sala de TC comparado com limites da CNEN .....	73
Figura 25 - Resultado obtido na medição interna da sala de Raios-X comparado com limites da ANVISA através da RDC 611, IN nº 90.....	74
Figura 26 - estrutura da proposta apresentada .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Condições de calibração da câmara de ionização (10X5-180) na qualidade de radioproteção .....	36
Tabela 2: Estruturas Sanitárias da GB .....	38
Tabela 3: Coeficientes de conversão de Kerma no ar $K_a$ , para $H^*(10)$ .....	50
Tabela 4: Medições internas da sala 1 HNSM. ....	56
Tabela 5: Medições externas da sala 1 HNSM .....	56
Tabela 6: Dados da fuga de radiação X no cabeçote do equipamento fixo convencional .....	57
Tabela 7: Dados da fuga de radiação X no cabeçote do equipamento móvel da sala 1 do HNSM.....	58
Tabela 8: Dados internos da sala 2 do HNSM. ....	58
Tabela 9: Medições externas da sala 2 HNSM. ....	58
Tabela 10: Dados de radiação de fuga no cabeçote do equipamento fixo.....	59
Tabela 11: Dados de fuga do cabeçote do aparelho móvel da sala 2 do HNSM. ....	59
Tabela 12: Medições internas da sala de raios-X do HMP.....	60
Tabela 13: Dada da medição externa da sala de raios-X do HMP.....	60
Tabela 14: Dados de medições da radiação de fuga no cabeçote de raios-X do HMP. ....	60
Tabela 15: Medições na sala de TC da Clínica Madrugada .....	61
Tabela 16: Dados da medição externa da sala de raios-X da Clínica Madrugada. ....	62
Tabela 17: Os dados da medida da fuga do cabeçote no aparelho de raios-X da CM .....	62
Tabela 18: Limitação de dose anual estabelecida pela CNEN do Brasil.....	66
Tabela 19: Resultados da fuga do cabeçote dos dois aparelhos localizados na sala 1 (um): (A) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X móvel. (B) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X fixo .....	67
Tabela 20: Resultado dos cálculos da Fuga do Cabeçote do Equipamento de Raios-X fixo do Hospital Nacional Simão Mendes (HNSM).....	69
Tabela 21: Testes de aceitação para serviços de radiografia médica convencional, 71	

Tabela 22: Resultado dos cálculos da fuga do cabeçote do equipamento de raios-x móvel do HMP.....	71
Tabela 23 - Resultado dos cálculos da Fuga do Cabeçote do Equipamento de Raios-X da Clínica Madrugada.....	75

## LISTA DE ABREVIACÃO E ACRÔNIMO

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

ARSN - *L'Autorité de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire*

CEEA - Comissão Europeia da Energia Atômica

CM - Clínica Madrugada

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

HMP - Hospital Militar Principal

HNSM Hospital Nacional Simão Mendes

IAEA *International Atomic Energy Agency* (Organização Internacional de Energia Atômica)

ICRP *International Commission on Radiological Protection* (Comissão Internacional de Proteção Radiológica)

ICRU *International Commission on Radiation Units e Measurements* (Comissão Internacional de Unidades Radiológicas)

IEC - *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional)

IOEs - Indivíduos Ocupacionalmente Expostos

IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

ISO - *International Organization for Standardization*

KVp - quilovoltagem de pico

LCI - Laboratório de Calibração de Instrumentos

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONG - Organização Não Governamental

PNDS Plano Nacional de Desenvolvimento Sanitário

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

RGB - República da Guiné-Bissau

SAB - Setor Autônomo Bissau

SNS - Serviço Nacional de Saúde

TC - Tomografia Computadorizada

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
Panorama Administrativo Sanitário da Guiné-Bissau	18
Administração do Setor Sanitário da Guiné-Bissau	19
1.1 Objetivos	20
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Conceitos Sobre a Radiação</b>	<b>21</b>
2.2 Os raios-X	22
2.3 A Interação do Feixe de Elétrons com a Matéria	23
2.4 Raios-X Característicos	23
2.5 Raios-X de Freamento	23
2.6 Interações da Radiação Eletromagnética com a Matéria	25
2.7 Efeito Fotoelétrico	25
2.8 Efeito Compton	25
2.9 Produção de Pares	26
2.10 Efeitos Nocivos da Radiação	27
<b>2.11 Radioproteção</b>	<b>27</b>
2.12 Grandezas e Unidades	28
2.13 Tensão de pico (kVp)	29
2.14 Corrente no Tubo (mA)	30
2.15 Tempo de Exposição	30
<b>2.16 Levantamento Radiométrico</b>	<b>30</b>
2.17 Rede de Calibração de Equipamento de Detecção da Radiação Ionizante	30
2.18 Câmara de Ionização	31
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>32</b>
3.1 PRIMEIRA ETAPA	33
Obtenção do Mapa da Distribuição da Dose nos IOEs na RGB	33
3.1.1 Parte 1	33
3.1.1.1 Treinamento e Calibração do Equipamento no LCI-IPEN utilizado no Levantamento Radiométrico	33
3.1.1.2 Período Experimental no LCI/IPEN	34
3.1.1.3 Calibração da Câmara de Ionização - (10X5-180)	34
3.1.1.4 Câmara de Ionização Utilizada	36
3.1.1.5 Materiais Usados nas Medições	36

3.1.1.6 Estruturas sanitárias visitadas e mapeadas .....	37
3.1.1.7 Procedimento da Medição .....	38
3.1.1.7.1 Levantamento Radiométrico em Salas de Raios-X .....	38
<b>3.1.1.7.2 Teste de Fuga nos Aparelhos de Raios-X (Radiação de Fuga do Cabeçote)</b> .....	40
3.1.1.7.3 Levantamento Radiométrico em Salas de Tomografia Computadorizada (TC). .....	40
3.1.2 Parte 2 .....	42
Medições na Guiné-Bissau .....	42
3.1.2.1 Dados do Hospital Nacional Simão Mendes-HNSM.....	42
3.1.2.1.1 Sala 1 do HNSM .....	44
3.1.2.1.2 Medidas na Sala 2 HNSM.....	44
3.1.2.2 Medidas de Hospital Militar Principal- HMP.....	45
<b>3.1.2.3 Clínica Madrugada</b> .....	47
3.1.2.3.1 Medidas na Clínica Madrugada, CM .....	48
3.1.3 CAMINHOS PARA ACHAR OS RESULTADOS EM EQUIVALENTE DE DOSE AMBIENTE H*(d).....	49
3.1.3.1 Cálculo de Equivalente de Dose Ambiente .....	51
3.1.3.3 Cálculo de Equivalente de Dose Ambiente no Interior das Salas .....	51
3.2 SEGUNDA ETAPA.....	52
Coleta dos Documentos Internacionais e Nacionais Essencialmente do Brasil .....	52
<b>4 RESULTADOS e DISCUSSÃO</b> .....	<b>54</b>
4.1 Avaliação das condições físicas das instalações que empregam radiação X na Guiné-Bissau .....	54
4.2 Resultado das Medições na Guiné-Bissau .....	56
4.2.1 Hospital Nacional Simão Mendes HNSM .....	56
4.2.2 Resultado das medições no Hospital Militar Principal- HMP .....	59
4.2.3 Resultado das medições na Clínica Madrugada CM.....	61
4.3 Resultados em Equivalente de Dose Ambiente das Medições Radiométricas Conduzidas nas Estruturas Sanitárias de Diagnóstico da Guiné-Bissau .....	63
4.3.1 Equivalente de Dose Ambiente no HNSM.....	63
4.3.1.1 Sala 1 do HNSM .....	63
4.3.1.2 Cálculos da sala 2 HNSM .....	67
4.3.2 Equivalente de Dose Ambiente no Hospital Militar Principal (HMP) .....	69
4.3.3 Equivalente de Dose Ambiente na Clínica Madrugada .....	71
4.3.3.1 Cálculos dos Dados da sala de Tomografia Computadorizada da Clínica Madrugada .....	72
4.3.3.2 Cálculos dos Dados da sala de Raios-X da Clínica Madrugada.....	74

4.4 Outros problemas observados.....	75
<b>4.5 Desenvolvimento da Proposta de Boas Práticas na Radiologia: Garantia de Qualidade e Proteção Radiológica.....</b>	<b>76</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>95</b>
<b>Proposta de Boas Práticas em Radiologia: Garantia de Qualidade e Proteção Radiológica.....</b>	<b>95</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A radiação Ionizante foi inserida na área médica contendo vários benefícios a favor do homem, como obtenção de imagem morfológica e fisiológica, tratamentos de várias inconformidades nas estruturas das células, dos órgãos dos seres vivos. Além de ser utilizada como fonte geradora de eletricidade, a radiação ionizante também é utilizada para a produção de radioisótopos e não só, na agricultura tem sido amplamente utilizada para conservação dos alimentos, igualmente nas indústrias e especialmente em pesquisas (1).

A sequência dos acontecimentos correlatos à descoberta das radiações inclui a noção do seu poder destrutivo nos tecidos dos seres vivos, que leva até a morte, quando é usada de maneira inapropriada (2). Isto tem gerado encontros internacionais, de cientistas do mundo e conseqüentemente a criação das organizações com vocações específicas que visam promover o uso seguro das radiações no mundo, principalmente radiação empregada na medicina. O primeiro Congresso Internacional de Radiologia em Londres, em 1925, que resultou na criação da Comissão Internacional de Unidades Radiológicas, em Inglês *International Commission on Radiation Units e Measurements (ICRU)*, visava dimensionar a radiação aplicada na medicina, hoje conta com várias intervenções (2–4). Seguido do Segundo Congresso Internacional de Radiologia, em 1928, foi criada a Comissão Internacional de Proteção Radiológica, em inglês *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*, que também se alinha na preocupação de proteção radiológica. Outra em destaque foi a Organização Internacional de Energia Atômica, em inglês *International Atomic Energy Agency (IAEA)*. Ambas com missões claras, contribuindo com o conhecimento por meio de publicações regulares e de relatórios com procedimentos, diretrizes e recomendações na área de dosimetria, metrologia entre outras (5,6).

Cada país tem um órgão responsável pela adequação das normas internacionais e as adota para regulamentar o uso das radiações. Para o caso do Brasil, as principais instituições que regulamentam o uso das radiações são a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (7) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)

(8). Desde 1973 a CNEN vem elaborando as Normas Básicas de Proteção Radiológica, assim como as atualizações ao longo dos tempos, a mais recente foi apresentada com o título “Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação” NN 3.01- abril / 2024 (7). O mesmo acontece com ANVISA, cuja publicação mais recente é a RDC 611/22 (8). Ambas levam em conta as publicações das organizações Internacionais acima referidas e estudos feitos pelos cientistas (2). Além das exigências da ANVISA ou da CNEN, vários estudos de diferentes pesquisadores demonstram a busca de soluções que torne o espaço de radiodiagnóstico seguro e confiável. O trabalho de Adolfo Neto *et al* (2021) (9) avaliou as condições das instalações radiológicas nos serviços de tomografia computadorizada em estabelecimento de saúde, que atendem pelo SUS no município de Teresina-Piauí, com foco na radioproteção e instalações físicas, seguindo os requisitos da norma da ANVISA, RDC 611. Como produto final, foram apresentados relatórios para cada um dos estabelecimentos, sugerindo melhorias nos quesitos de radioproteção e condições físicas das salas de tomografia computadorizada. O texto de Navarro *et al* (2015) mostra os problemas e desafios encontrados em um levantamento radiométrico em equipamentos de mamografia (10).

Em Portugal, país que colonizou Guiné-Bissau até 1973, além das determinações publicadas pela Comissão Europeia da Energia Atômica (CEEA ou EURATOM), o uso das radiações também é normalizado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Instituição que possui a autoridade competente como órgão regulador para a proteção radiológica, segurança nuclear e gestão segura de resíduos radioativos. Fixado pelo decreto-lei nº 108/2018 (Portugal) (11). No Senegal, País vizinho da Guiné-Bissau, além da Lei 2004-17 (junho de 2004) sobre proteção contra radiação, e, da Lei 2009-14 (março de 2009) sobre proteção física, segurança nuclear e proteção contra radiações, a prática é regulamentada pela Autoridade de Radioproteção e Segurança Nuclear (ARSN) em francês *L’Autorité de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (ARSN)* que foi criada no final de 2011 pelo decreto 2010-893 sobre organização e funcionamento da ARSN (12).

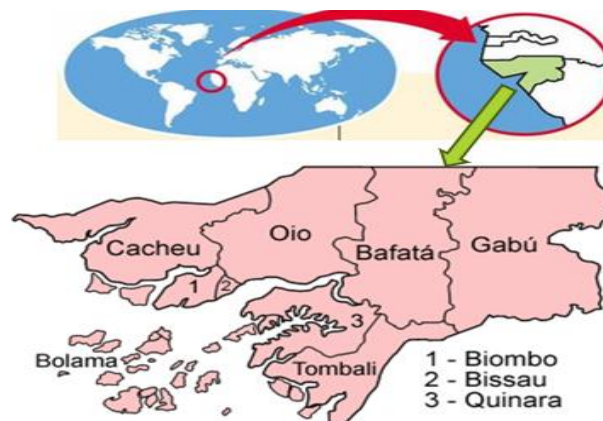
A Guiné-Bissau é também um dos países que utiliza a radiação ionizante para fins médicos, e possui nas suas estruturas sanitárias os aparelhos como tomografia

computadorizada, raios X, convencional e digital, e mamografia. Entretanto, segundo estudos de Ufala (2022), (13) não possui autoridade instituída para garantir a proteção radiológica, portanto, carece de regulamento ou norma de proteção radiológica. Em 2019, o relatório da OMS expressava a preocupação em relação à prevenção e proteção radiológica nos serviços hospitalares (14). Apesar da não existência das instalações de radioterapia ou da quimioterapia ou até das indústrias que empregam a radiação ionizante e segundo a estimativa feita em 1990 pelo Conselho Nacional de Proteção Radiológica e Medidas dos EUA (National Council on Radiation Protection and Measurements – NCRP), o diagnóstico com raios X constitui a maior fonte artificial de radiação ionizante (39 mrem/ano) (0,39 mSv/ano) (15). Um dos objetivos do presente trabalho é despertar o interesse das autoridades da Guiné-Bissau em relação a segurança dos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOEs), e do público.

### **Panorama Administrativo Sanitário da Guiné-Bissau**

A República da Guiné-Bissau - RGB conta com a extensão territorial de 36.125 km<sup>2</sup> é formada por uma parte continental e outra insular (Arquipélago dos Bijagós). Administrativamente está dividida em oito regiões mais o Setor Autônomo Bissau (SAB), figura 1, (16) capital política, econômica e administrativa do país, onde se encontra cerca de 30% da população guineense que vive no País (17,18). Em 2016, a população da RGB foi estimada em cerca 1.743.652 habitantes (taxa de crescimento anual de 2,2%), atualmente se aproxima de dois milhões de habitantes (19).

Figura 1-Mapa político-administrativo da Guiné-Bissau em 2019



Fonte: adaptada da referência (16).

## **Administração do Setor Sanitário da Guiné-Bissau**

O Sistema Nacional de Saúde é estruturado com base no Serviço Nacional de Saúde, contando também com o apoio de outros setores, incluindo o setor privado, convencionado e tradicional. Segundo o documento de orientação estratégica da saúde guineense, o chamado Plano Nacional de Desenvolvimento Sanitário (PNDS-III), (20) o mapa sanitário apresenta 11 regiões sanitárias, incluindo o Setor Autônomo de Bissau e 114 áreas sanitárias no nível mais próximo das comunidades, abrangendo uma população que varia entre os 5.000 e os 12.000 habitantes. Até 2017, 66% dos habitantes viviam a uma distância superior a 5 km das unidades de saúde mais próximas (19).

Tal como descrito no documento estratégico, o PNDS III, o Serviço Nacional de Saúde (SNS) está estruturado em três níveis, em cada nível há respostas em saúde de natureza pública, privada e tradicional (19–23).

- Nível central: corresponde à prestação de serviço primário.
- Nível regional: corresponde à prestação de serviço secundário.
- Nível local: corresponde à prestação de serviço terciário, compostos por 128 Centros sanitários ou postos sanitários, identificados por A, B e C, dos quais, 4 do tipo A, 21 do tipo B e 103 do tipo C.
- O país conta com outros centros especializados a nível primário, como Centros de Tratamento Ambulatório (CTA) do Programa Nacional de Luta Contra Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA), os Centros de Reabilitação Nutricional (CRN), os Centros Materno-Infantis, além de estabelecimentos pertencentes às Organizações Não Governamentais (ONGs).

No total, as 11 regiões sanitárias possuem 225 estruturas de saúde (ES), incluindo 9 Centros Materno-Infantis (CMI), 3 Centros de Saúde Tipo A (CS-TA), 18 Centros de Saúde Tipo B (CS-TB), 111 Centros de Saúde Tipo C (CS-TC), 6 Hospitais Regionais (HR), 1 Hospital de Referência Nacional e outros 77 centros ligados aos setores privado ou convencionado. (20)

## 1.1 Objetivos

A finalidade do presente trabalho é propor um plano de proteção radiológica para Hospitais e Clínicas que utilizam Radiação Ionizante na Guiné-Bissau.

Para atingir este propósito, são definidos os seguintes objetivos específicos:

- 1- Avaliar as condições físicas das instalações que empregam radiação X na Guiné-Bissau.
- 2- Conduzir medições radiométricas nas estruturas sanitárias que alojam equipamentos de radiodiagnóstico na Guiné-Bissau com finalidade de obter o mapa das potenciais exposições dos IOEs.
- 3- Analisar os documentos internacionais e nacionais (Brasil) que orientam e estabelecem critérios para o uso adequado da radiação ionizante.
- 4- Desenvolver uma proposta com diretrizes normativas de boas práticas para serviços que fazem uso de radiações ionizante na Guiné-Bissau.

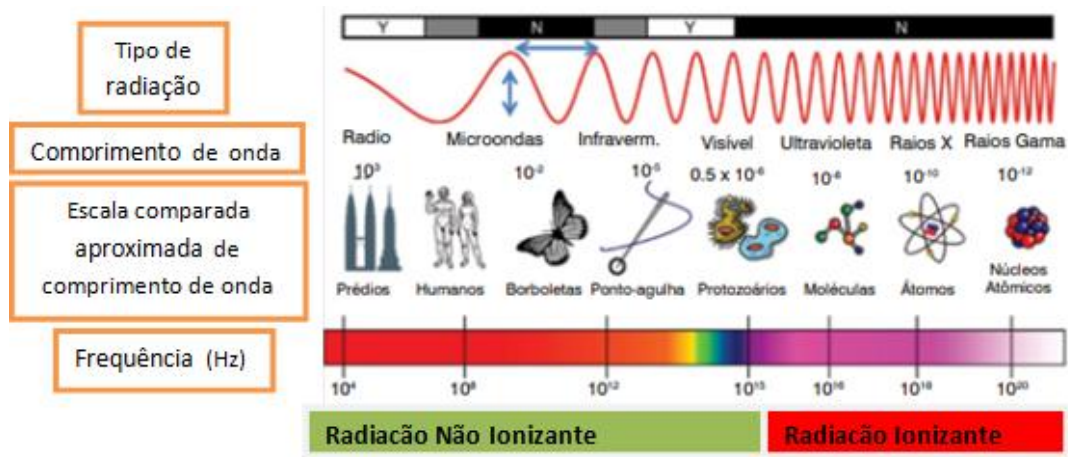
## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Conceitos Sobre a Radiação

A radiação é um tipo de energia em trânsito, emitida por uma fonte e se espalha em qualquer meio, sob forma de partícula com ou sem carga, ou ainda sob forma de onda eletromagnética. Possui duas origens distintas (fontes naturais e artificiais), porém, com mesmo efeito da radiação. Ela pode ser obtida em forma de partícula atômica ou subatômica energética tais como partículas alfa, elétrons, pósitrons, prótons, nêutrons etc. E se apresenta também em forma de onda eletromagnética, constituída de campo elétrico e campo magnético oscilantes, perpendiculares entre si (1,6,15,24,25).

O espectro eletromagnético exhibe sequência das radiações que são classificadas de acordo com sua frequência ou o comprimento de onda, como mostra a figura 2. (26) Há probabilidade das ondas e feixes de partículas sem cargas atravessarem um material sem sofrerem interação com o meio, ou não perderem energia, o que difere com feixes cujas partículas carregadas, que ao colidirem com material perdem gradativamente as suas energias (26).

Figura 2 - Espectro eletromagnético das radiações ionizantes, considerando-se o comprimento de onda em metros, a frequência de oscilações por segundo em Hertz



Fonte: adaptada da referência (26).

No espectro mostrado na figura 2, a radiação para uso médico encontra-se nas menores escalas de comprimento de onda e maior número de oscilações, como os raios-X e a radiação por emissão de fótons Gama, neste espectro da onda

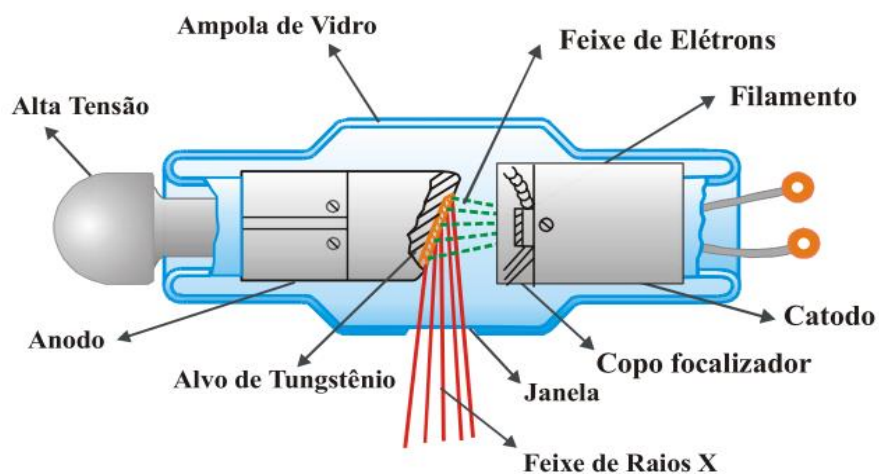
eletromagnética, somente os raios-X e gama são radiação ionizante, quer dizer, têm energia suficiente para ionizar átomos. A radiação ultravioleta para fins de fotobiológica é considerada não ionizante por não ter energia para arrancar elétron de principais átomos que constituem o corpo humano como hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio. Porém, em Radiobiologia, considera-se como sendo ionizante radiação com energia maior do que 10 eV (24,27).

Neste trabalho, o foco satisfaz apenas radiação ionizante, usada no diagnóstico por imagem, especificamente aparelhos de raios-X, tomografia computadorizada e mamografia.

## 2.2 Os raios-X

A principal função de um sistema de imagens por raios-X é converter energia elétrica em energia eletromagnética. A energia elétrica é fornecida para o sistema de imagens por raios-X sob a forma de corrente elétrica bem controlada. Uma conversão ocorre no tubo de raios-X, figura 3, onde a maior parte desta energia elétrica é transformada em calor e outra pequena parte, em raios-X (15,24). Ou seja, são produzidos quando os elétrons, acelerados (no cátodo) por alta tensão, são lançados contra um meio material (ânodo), perdendo e transferindo energia para o meio. Portanto, para emitir os raios-X é necessário um fenômeno elétrico, pois resulta da interação entre o elétron em movimento e o átomo de um material (6), como mostra a figura 3.

Figura 3 - Esquema de uma máquina geradora de raios-X



Fonte: adaptada da referência (24).

Os tubos de raios-X, embora funcionem com o mesmo princípio físico, sofrem variações no formato, tipo de alvo do anodo, faixa da tensão (kV) e corrente aplicadas e sistema de refrigeração. As máquinas utilizadas para radiologia oral apresentam a tensão na faixa de 60 a 80 kV; para mamografia entre 30 e 40 kV; para radiodiagnóstico, de 100 kV a 150 kV e as utilizadas em radiografia industrial, de 150 a 500 kV. Os alvos são constituídos por tungstênio ou molibdênio (24).

### **2.3 A Interação do Feixe de Elétrons com a Matéria**

A interação do feixe de elétrons, cuja energia cinética é da ordem de quilo elétrons-volts, com os átomos alvo do ânodo resultam em dois espectros de raios-X: um espectro contínuo (raios-X de freamento ou bremsstrahlung) e um espectro discreto (raios-X característicos) (2,5,15).

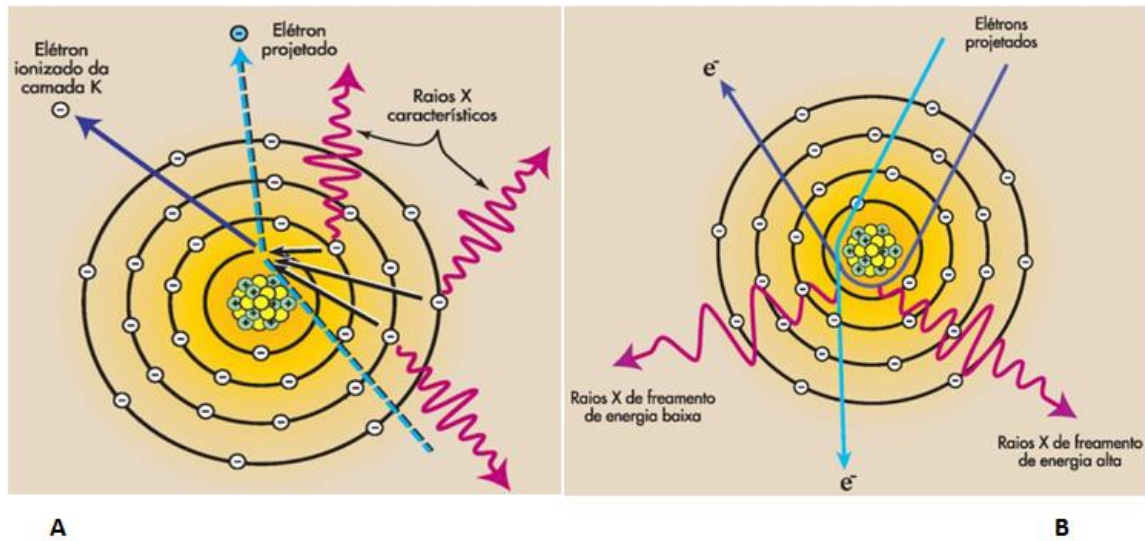
### **2.4 Raios-X Característicos**

Raios-X característicos têm energias bem definidas (discretas) e formam um espectro de emissão discreto. Tais energias são características das diferenças entre as energias de ligação de elétrons em determinado elemento (1,24). São produzidos quando ocorre a retirada de elétrons da eletrosfera do átomo, por colisão do elétron acelerado pois, a vacância originada pelo elétron é imediatamente preenchida por algum elétron de camada externa, como mostra a figura 4 A. Neste processo de preenchimento é liberada a energia por meio de uma radiação eletromagnética chamada Raios X característico (15,24).

### **2.5 Raios-X de Freamento**

Raios-X de freamento são produzidos quando um elétron projetado é desacelerado pelo campo elétrico de um núcleo do átomo do alvo ou com a nuvem de elétrons desses átomos. Veja a figura 4 B. No âmbito do radiodiagnóstico, a maior parte dos raios-X é de freamento (28–31).

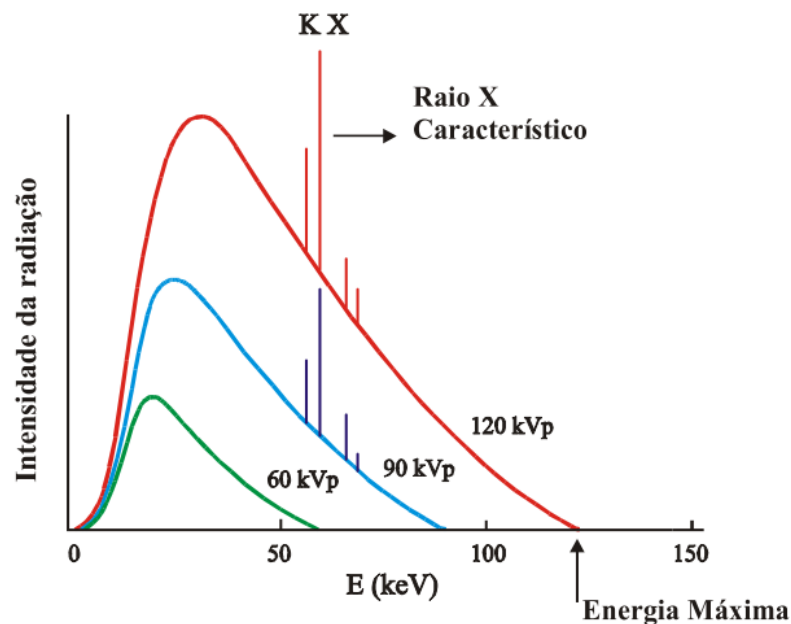
Figura 4 - Raios-X característicos são produzidos após a ionização de um elétron K (A). E Raios-X de freamento que resultam da interação entre elétron projetado e um núcleo do alvo (B).



Fonte: adaptada da referência (15).

São chamados característicos, pois se refere ao material com o qual a radiação está interagindo. Esses raios-X característicos somam-se ao espectro de raios-X de freamento e aparecem com picos destacados nesse espectro, conforme mostra a figura 5 (31).

Figura 5 - Espectro de raios-X de freamento com raios-X característicos para voltagem de pico de 60, 90 e 120 kV



Fonte: adaptada da referência (24).

## 2.6 Interações da Radiação Eletromagnética com a Matéria

As radiações eletromagnéticas ionizantes de interesse são as radiações X e gama. Os elétrons, apesar de não terem carga elétrica, interagem com os campos eletromagnéticos e nucleares, ganham o poder de penetração, que depende da probabilidade da interação para cada tipo de evento que pode absorver ou espalhar a radiação incidente. Esta probabilidade da interação depende muito do valor de sua energia. Excluindo as reações nucleares, os principais modelos de interação são o efeito fotoelétrico, o efeito Compton e a produção de pares (6,32,33), vistos na figura 6.

## 2.7 Efeito Fotoelétrico

O efeito fotoelétrico é a absorção total da radiação X, ou seja, transferência total da energia da radiação X ou gama a um único elétron orbital, que é expelido com uma energia cinética  $E_c$  bem definida, como mostra a equação 1:

$$E_c = hv - B_e \quad (1)$$

Onde  $h$  é a constante de Planck,  $v$  é a frequência da radiação e  $B_e$  é a energia de ligação do elétron orbital. Na figura 6 pode-se observar que o efeito fotoelétrico é predominante para baixas energias e para elementos químicos de elevado número atômicos  $Z$ , ou seja, a probabilidade de ocorrência aumenta com aumento do número atômico ( $Z$ )<sup>4</sup> e decresce rapidamente com o aumento da energia (15,33).

## 2.8 Efeito Compton

No diagnóstico com raios-X, no seu todo, existe possibilidade de ocorrência das interações com elétrons de camadas externas, que não só espalham os raios X, como também reduzem sua energia e ionizam os átomos. Esse tipo interação é chamado de efeito Compton ou espalhamento Compton (27). O elétron ejetado é chamado de elétron de recuo, e a energia cinética ( $E_c$ ) adquirida por este elétron é dada pela: equação 2 (34).

$$E_c = E = \frac{\alpha - \alpha \cos \theta}{1 + \alpha(1 - \cos \theta)} \quad (2)$$

Onde,  $\alpha = \frac{E}{m_0 c^2}$  sendo  $E = h\nu_0$  energia do fóton incidente,  $m_0 c^2$  é a energia e  $\theta$  é o ângulo de espalhamento.

Assim, em comparação com o efeito fotoelétrico, o efeito Compton apresenta menor sensibilidade ao número atômico e maior probabilidade em energias mais elevadas, observadas na figura 6.

## 2.9 Produção de Pares

Outro fenômeno pode ocorrer quando a energia do fóton é maior que a energia de repouso de 2 elétrons (isto é, a massa transformada em energia), uma energia maior que 1022 keV. Diferentemente dos dois fenômenos mencionados anteriormente, a produção de pares é originada da interação do fóton com o campo elétrico do núcleo do átomo. Nesta interação toda a energia do fóton é transformada num par elétron-pósitron, que vão perdendo a energia cinética adquirida via excitação e ionização. Para que o fenômeno ocorra, três grandezas devem ser conservadas: energia, carga e momento. Embora tenha uma forma matemática bastante complexa, resume-se, na equação 3 (28,30).

$$\alpha^k = \alpha r_e^2 Z^2 (P_{hv}, Z) \quad (3)$$

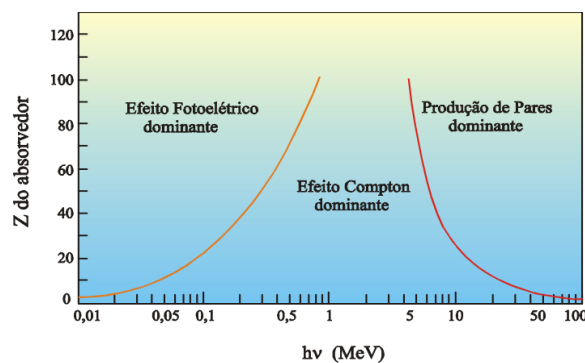
onde:

$\alpha$  é a constante de estrutura fina ( $\alpha = 1/137$ ),

$r_e$  é o raio clássico do elétron,  $Z$  é o número atômico do absorvedor e

$P(h\nu, Z)$  é uma função complicada da energia do fóton e do número atômico.

Figura 6 - Importância relativa dos diversos processos de interação dos fótons com a matéria em função da energia do fóton e do número atômico do material



Fonte: adaptada da referência (24).

## **2.10 Efeitos Nocivos da Radiação**

Ao longo da sequência de eventos relacionados à descoberta da radiação, muitos cientistas e investigadores sofreram consequências nocivas devido à interação com a radiação ionizante, incluindo inflamações, queimaduras na pele, leucemia e, em alguns casos, até a morte (35).

Os efeitos biológicos das radiações ionizantes podem ser classificados em duas categorias: (a) é comum acontecer eritema de pele, perda de pelos e possivelmente toxicidade cardíaca direta, quando um determinado tecido recebe a radiação acima de um limite de dose absorvida, essa categoria é chamada Efeitos Determinísticos (ou Teciduais) (24,26); (b) por outro lado existe uma relação entre dose e efeito que não depende do limite da dose, ou seja, quanto maior a dose, maior será o efeito danoso, podendo implicar em malignidade, habitualmente em longo prazo. Estes são chamados de Efeitos Estocásticos (36).

## **2.11 Radioproteção**

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) apresenta a definição de Radioproteção ou Proteção radiológica que é “o conjunto de princípios e medidas que visam evitar exposições desnecessárias à radiação com o objetivo de proteger o ser humano e seus descendentes, assim como o meio ambiente dos possíveis efeitos indesejados causados pela radiação ionizante” (7). Para atingir essa finalidade, três princípios básicos da proteção radiológica são estabelecidos: Justificação, Limitação de dose e Otimização (15).

Justificação porque, se o risco zero não pode ser alcançado nas práticas em saúde, deve, entretanto, ser buscado, mediante a responsabilização dos diversos, ou seja, qualquer aplicação da radiação que conduza a um aumento da exposição do homem deve ser justificada, para garantir que o benefício decorrente dessa aplicação seja mais importante que o risco devido ao aumento à exposição (25).

Limitação de dose, porque, pode garantir a não ocorrência de efeitos não estocásticos. As doses individuais devem obedecer aos limites estabelecidos em recomendações nacionais que se baseiam em normas internacionais (24).

Otimização, porque, mesmo que a aplicação das radiações ionizantes seja justificada e que os limites de dose sejam obedecidos, é necessário otimizar os níveis de radiação, ou seja, a exposição de indivíduos a fontes de radiação deve ser mantido “tão baixo quanto razoavelmente exequível”, filosofia ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), considerando-se fatores sociais e econômicos (6,37).

Ainda no contexto da defesa contra os efeitos nocivos da radiação, são considerados três princípios fundamentais para o seu controle: tempo, distância e blindagem. Estes princípios significam: a) tempo: manter o tempo de exposição às radiações tão breve quanto possível, b) distância: manter a maior distância possível entre a fonte de radiação e a pessoa exposta, já que a intensidade diminui com o aumento da distância. e c) blindagem: utilizar materiais protetores apropriados para bloquear ou atenuar a radiação (blindagens), diminuindo a exposição (15).

## 2.12 Grandezas e Unidades

Kerma (K) para partículas ionizantes sem carga é a grandeza expressa pela equação 4:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} \quad (4)$$

Onde:  $dE_{tr}$  é a soma da média das energias cinéticas iniciais de todas as partículas ionizantes eletricamente carregadas, liberadas por partículas neutras ou fótons, incidentes em um material de massa “dm” (6,24,33,50).

Dose Absorvida (D) é a energia média depositada pela radiação ionizante à matéria num volume de massa dm. Unidade: Joule por quilograma (J/kg). O nome especial para a unidade de dose absorvida é o Gray (Gy).  $1 \text{ J.kg}^{-1} = 1 \text{ Gy}$ . (51)

Dose Equivalente é a dose absorvida média no órgão ou tecido específico T, grandeza expressa pela equação 5:

$$H_T = \sum W_R D_{T,R} \quad (5)$$

Onde:  $W_R$  é o fator de ponderação para a radiação-X, assim como para nêutrons e partículas carregadas, definido de valor diferente para diferente origem da energia (utilizado pela Proteção Radiológica), sendo  $W_R=1$  para fótons de todas as energias  
 Unidade: Joule por quilograma (J/kg). Cujas unidades especiais Sievert [Sv],  $1 \text{ J. kg}^{-1}=1\text{Sv}$ . (52)

### **Equivalente de Dose Ambiente**

Grandezas operacionais para monitoração externa podem ser definidas com características metrológicas e ainda levar em conta as diferentes eficácias de danos para diferentes tipos e energia da radiação. São elas, o equivalente de dose individual  $H_p(d)$  e o equivalente de dose ambiente  $H^*(d)$ . Essas grandezas utilizam os fatores de qualidade da radiação  $Q$  como fator de peso, em lugar dos fatores de peso da radiação  $W_R$  (53,54).

A grandeza  $H^*(d)$  é uma grandeza operacional para monitoração de área em ambientes de trabalho onde há presença da fonte de radiação, significando o produto da dose absorvida em um ponto pelo fator de qualidade da radiação correspondente ao que seria produzido em uma esfera de tecido equivalente de 30 cm de diâmetro, na profundidade “d”. Essas grandezas de monitoração de área empregam os fatores de qualidade da radiação  $Q$  como fator de peso, em lugar dos fatores de peso da radiação  $W_R$  determinados pela publicação do relatório nº 51 da ICRU (54,55).

### **2.13 Tensão de pico (kVp)**

A tensão de pico (kVp), também conhecida como pico de quilovoltagem cuja unidade (V), é um parâmetro importante em radiologia diagnóstica que se refere ao valor máximo da tensão aplicada a um tubo de raios-X durante um impulso de exposição. É conhecido o seu impacto crucial na determinação de qualidade de imagem e penetração dos raios-X, afetando diretamente a nitidez e o contraste da imagem radiográfica produzida (56).

### 2.14 Corrente no Tubo (mA)

A corrente no tubo (mA), também conhecida pelos profissionais como miliamperagem, é outro parâmetro importante em radiologia diagnóstica, pois a sua seleção determina o número de raios X produzidos e, portanto, a quantidade de radiação, conseqüentemente a dose para o paciente. O ajuste adequado dos parâmetros para a produção dos raios X como a corrente no tubo de raios-X (mA) é essencial para garantir a irradiação correta do paciente. A unidade de corrente elétrica é o ampere (A)  $1 \text{ A} = 1\text{C}/\text{s} = 6,24 \times 10^{18} \text{ e}/\text{s}$  (15).

### 2.15 Tempo de Exposição

Produzir uma imagem de diagnóstico requer certa exposição à radiação do receptor de imagem. Portanto, quando o tempo de exposição (s) for reduzido, o (mA) deve ser aumentado proporcionalmente de forma a produzir a intensidade de raios X requerida. O tempo de irradiação é usualmente mantido o menor possível. Isto para reduzir o borramento na imagem, que pode ocorrer devido ao movimento do paciente (6,24).

### 2.16 Levantamento Radiométrico

No âmbito da proteção dos efeitos nocivos da radiação ionizante, principalmente para IOEs, a monitoração ou especificamente o levantamento radiométrico ocupa um papel em destaque, mensura os níveis de radiação nos espaços (salas e nas áreas adjacentes de uma instalação com equipamentos emissores de raios-X), com objetivo de avaliar se as barreiras de proteção apresentam níveis de radiação dentro dos limites de tolerância estabelecidos para IOEs e Indivíduos do Público, envolvendo instrumentos adequados e calibrados para medições em distintas grandezas usadas para mensurar diversas porções das energias em diferentes situações (8,38–40).

### 2.17 Rede de Calibração de Equipamento de Detecção da Radiação Ionizante

A calibração é uma prática que garante que o equipamento forneça leituras precisas e exatas, ou seja, é o conjunto de operações que estabelece, sob condições de referência, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou

sistema de medição e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões. Há uma rede metrológica sustentada pelas normas e instituições internacionais e nacionais dos países. A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) coordena a rede que envolve diversos laboratórios responsáveis pela determinação de grandezas radiológicas. A rede metrológica dos laboratórios apresentam hierarquias como, os laboratórios de dosimetria padrão primário (do inglês: Primary Standard Dosimetry Laboratory,-PSDL), que estabelecem valores de referência para calibrar os instrumentos de medição dos laboratórios de dosimetria padrão secundário (do inglês Secondary Standard Dosimetry Laboratory, ou SSDL) estes são submetidos à rastreabilidade dos laboratórios primários, e, por sua vez os secundários calibram os instrumentos chamados terciários (41–43).

### 2.18 Câmara de Ionização

Câmara de ionização é um dispositivo capaz de detectar a radiação a partir da coleta de íons formados pela radiação ionizante incidente num volume de gás, chamado “cavidade” (ISO-4037-2: 2021) (44). O sinal elétrico é produzido pelos íons coletados, e transmitido pelo eletrômetro associado à câmara, equipamento sensível às pequenas correntes elétricas que são produzidas nas câmaras de ionização (43,45). As câmaras da ionização de modelos não seladas utilizam o ar do ambiente para preencher o volume sensível, por essa razão é necessário fazer a correção das leituras em função da temperatura e pressão por um fator calculado -  $K_{P,T}$ .(IEC61674), (ISO 4037-1) (45–47), conforme a Equação 6 (48,49).

$$K_{P,T} = \frac{P_0}{P} \frac{(273,15+T)}{(273,15+T_0)} \quad (6)$$

onde  $P_0$  e  $T_0$  são, respectivamente, os valores de pressão atmosférica e de temperatura de referência, e P e T são os valores de pressão atmosférica e de temperatura obtidos durante as medições.

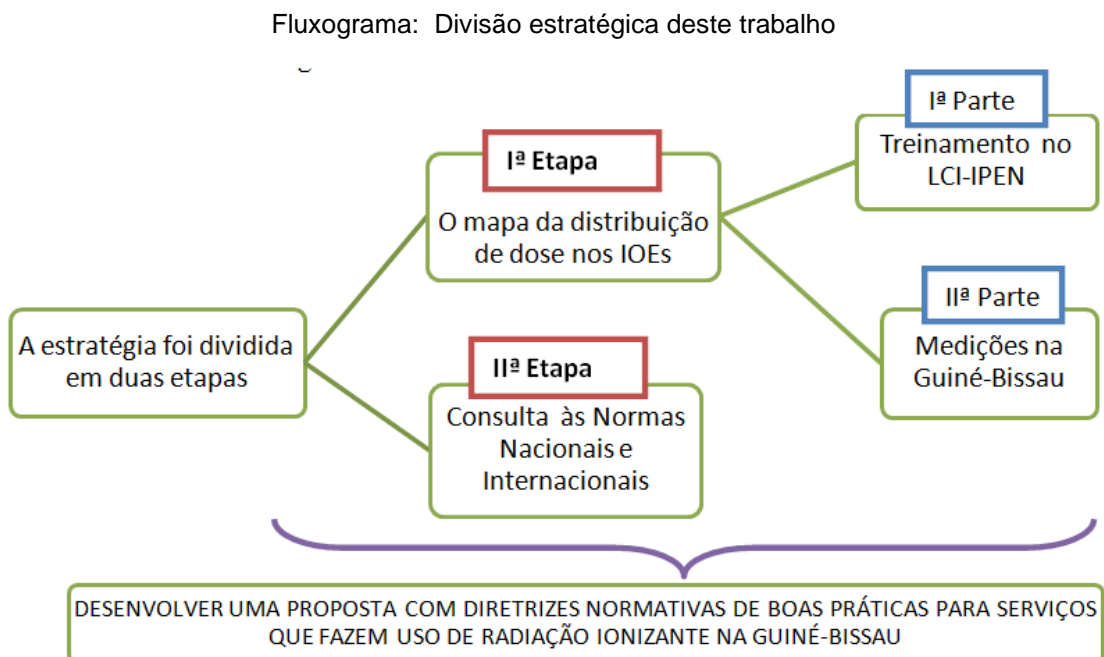
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento deste trabalho foi estruturado em duas etapas principais, conforme mostra o fluxograma.

**Iª etapa** consiste em obter o mapa da distribuição da dose nos IOEs na RGB e subdivide-se em duas partes:

- ⇒ 1ª parte: refere-se ao treinamento e calibração no LCI-IPEN, dos equipamentos utilizados no levantamento radiométrico
- ⇒ 2ª parte: aponta os procedimentos das medições realizadas nas salas

**IIª etapa**, incide em coletar e analisar as normas internacionais e nacionais, "o caso de Brasil e Portugal", como referências básicas para elaboração de uma proposta de proteção radiológica.



Fonte: UFALA, I.D.

### **3.1 PRIMEIRA ETAPA**

#### **Obtenção do Mapa da Distribuição da Dose nos IOEs na RGB**

##### **3.1.1 Parte 1**

###### **3.1.1.1 Treinamento e Calibração do Equipamento no LCI-IPEN utilizado no Levantamento Radiométrico**

O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) localizado na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, Brasil, dispõe de vários laboratórios incluindo o Laboratório de Calibração de Instrumentos (LCI), onde se realiza calibrações dos mais variados tipos de detectores de radiação, como: monitores de contaminação, monitores gama, beta, dosímetros clínicos, ativímetros, câmaras ionizantes, entre outros, usando os raios X, radiação alfa, beta e gama em níveis de radioproteção, radiodiagnóstico e radioterapia. Hierarquicamente o LCI do IPEN é um laboratório padrão secundário. Possui sistemas de referência de medição com rastreabilidade ao laboratório padrão secundário nacional (Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes – LNMRI, no Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear, IRD/CNEN, Rio de Janeiro) e aos Laboratórios de Padronização Primários PTB (Physikalisch- Technische Bundesanstalt) da Alemanha, NPL (National Physical Laboratory) da Inglaterra e BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) da França. O LCI é um dos laboratórios certificados pelo Comitê de Avaliação de Serviços de Ensaio e Calibração (CASEC), para prestação de serviço de calibração de instrumentos de medição para radiações ionizantes usados em radioproteção. Além disso, o LCI participa regularmente das comparações interlaboratoriais organizadas pelo Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes IRD/CNEN no Rio de Janeiro (57,58).

O LCI está em constante evolução, busca cada vez mais adequar-se às necessidades dos usuários, por meio de desenvolvimento das pesquisas, dos sistemas de medição de radiações, calibrações de instrumentos, estabelecimento de sistemas padrões primários para feixes usados no radiodiagnóstico e na radioproteção, ensaios de materiais desenvolvidos para proteção radiológica, entre

outras aplicações que contribuem no aumento da qualidade metrológica do laboratório.

### **3.1.1.2 Período Experimental no LCI/IPEN**

O período experimental foi composto por treinamentos, familiarização do funcionamento da calibração do instrumento de medição no LCI-IPEN, análise do comportamento dos detectores perante a radiação em diversas situações, principalmente nas câmaras de ionização, dosímetro individual entre outros insumos aplicáveis no campo da radiação. Destacando a calibração da câmara de ionização utilizada nas medições na RGB. Esse período resultou na elaboração, participação e apresentação de trabalhos científicos em congressos.

Destaca-se os trabalhos intitulados:

- ⇒ *“Avaliação do desempenho de uma câmara monitora em feixes de referência para radiodiagnóstico” apresentado no 27º Congresso Brasileiro de Física Médica (CBFM) (59),*
- ⇒ *“Arranjo para a determinação da taxa de Kerma no ar na qualidade de radiodiagnóstico em um laboratório de calibração de medidores de raios-X” apresentado no ENQUALAB – Congresso da qualidade em metrologia (60).*

Esse período incluiu o treinamento de levantamento radiométrico na Clínica Odontológica Sorridents, situada no bairro Jaguaré, cidade de São Paulo, Estado de São Paulo no Brasil, como forma de testar a câmara de ionização nas radiações baixas.

A clínica tem apenas uma sala de raios-X panorâmico, foi realizada a medição externa da sala, posicionando a câmara de ionização nos pontos “críticos”. O resultado foi o esperado, pois as paredes estavam blindadas, de modo que não apresentava nenhum vazamento externo da radiação.

### **3.1.1.3 Calibração da Câmara de Ionização - (10X5-180)**

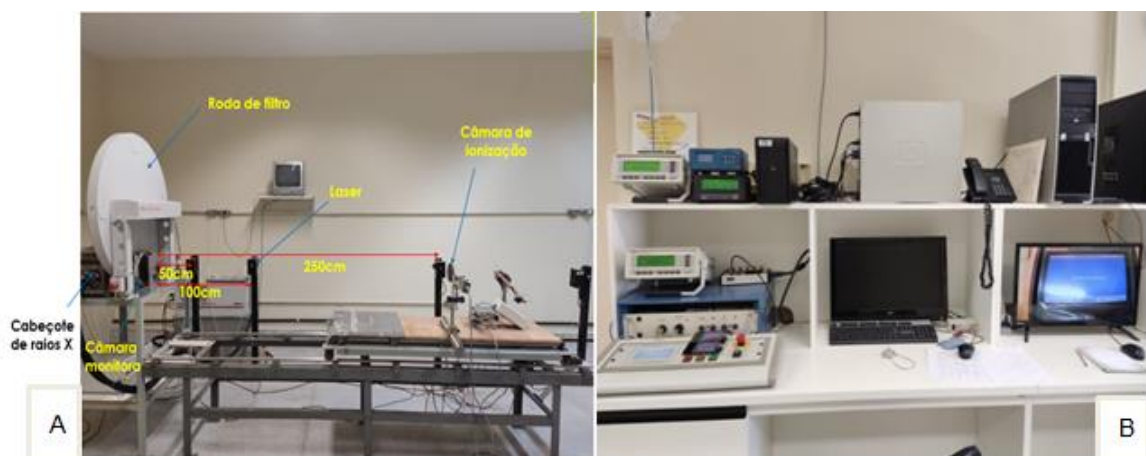
#### **Sistema do laboratório LCI/IPEN usado para calibração CI- 10x5-180**

Para calibração da CI- 10x5-180, foi utilizado equipamento de radiação-X industrial, marca Pantak/Seifert, modelo Isovolt 160HS, nas qualidades de radioproteção. O equipamento é de alta frequência e tem filtração inerente de 0,8mm de Be, sendo

utilizado para a emissão de campos padrões. O aparelho admite uma operação de tensão no intervalo de 5,0 a 160,0 kV, com a corrente elétrica podendo variar de 0,1 a 45 mA e com tempo de exposição definido pelo “gate”. O sistema padrão de referência para os feixes usados, é composto por uma câmara de ionização de esférica da PhysikalischTechnische Werkstätten (PTW), modelo 32002, com volume sensível de 1000 cm<sup>3</sup>, e um eletrômetro PTW, modelo Unidos T10010. Este sistema possui rastreabilidade ao laboratório de dosimetria padrão primário Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Alemanha (46,61).

Na saída do feixe há uma câmara monitora PTW, modelo 34014, acoplada a um eletrômetro PTW, modelo Unido E 10010. A câmara monitora é usada para garantir a precisão e a confiabilidade dos resultados obtidos. O sistema de radiação X apresenta um sistema de posicionamento a laser, que determina exatamente o centro do campo e a distância foco–câmara. Para o campo aplicado neste trabalho, a distância de referência é de 2,5 m, que corresponde ao posicionamento para instrumento usado em radioproteção. O sistema ainda possui uma roda de filtros, com a filtração adicional para cada qualidade de radiação utilizada como mostra a figura 7A, dentro do laboratório e 7B, fora da sala do irradiador onde estão os comandos do sistema de radiação e todos os acessórios usados no controle do gerador de radiação e os monitores necessários (computadores, eletrômetros, entre outros) (57).

Figura 7 - Laboratório de Calibração de Instrumentos LCI/IPEN. “A” dentro de laboratório, “B” comando fora de laboratório



Fonte: UFALA, I.D. - LCI/IPEN.

### 3.1.1.4 Câmara de Ionização Utilizada

A câmara de Ionização (10X5 -180) foi calibrada nas qualidades de radiação recomendadas para medições em radioproteção. O sistema do laboratório dispõe das três posições definidas para cada qualidade, no caso da radioproteção a distância da calibração é 2,5 m, de acordo com as indicações das normas ISO- 4037 e IEC 61674. (47). Na tabela 1 estão descritas as características das qualidades de radiação utilizadas na calibração dessa câmara (62).

Tabela 1: Condições de calibração da câmara de ionização (10X5-180) na qualidade de radioproteção

Qualidade de radioproteção	Tensão aplicada ao tubo (kV)	Corrente (mA)	Camada Semi-Redutora (mm Al)	Filtração Adicional (mm)	Taxa de Kerma no ar (mGy/s)
N-60	60	20	0,25	0,6 Cu + 4,0 Al	471
N-80	80	20	0,61	2,0 Cu + 4,0 Al	191
N-100	100	20	1,14	5,0 Cu + 4,0 Al	92,6
N-150	150	20	2,4	2,5 Cu + 4,0 Al	742

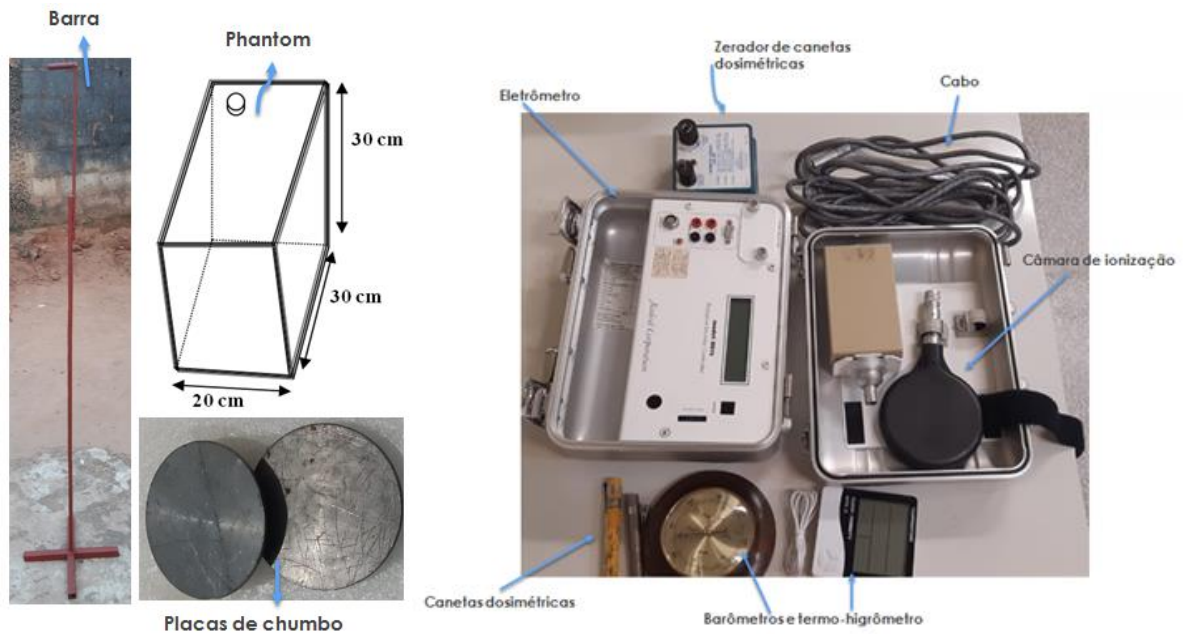
Fonte: laboratório de calibração de instrumentos LCI-IPEN.

### 3.1.1.5 Materiais Usados nas Medições

Câmara de Ionização (CI), de marca Radcal, modelo - 10X5-180, nº de série 7369, associada ao eletrômetro de Radcal modelo 9015 série 91-6280, calibrada no LCI-IPEN. Dosímetro individual (canetas dosimétricas), um fantoma paralelepípedo (medindo 30 x 30 x 20 cm volume de 18l) simulando um tórax humano com intuito de mapear o retroespalhamento das radiações (radiação secundária), duas placas de chumbo para reforçar o fechamento do colimador com finalidade de bloquear a saída da radiação, permitindo assim, as medições corretas da fuga do cabeçote do equipamento de raios-X, uma barra de ferro para suporte da câmara na posição de aproximadamente 1,0m a 1,70m de altura, barômetro e termo higrômetro para medir temperatura e pressão onde foram realizadas as medições e, por último, um avental plumbífero para proteção radiológica.

Na figura 8 são apresentados os instrumentos utilizados durante a pesquisa.

Figura 8 - Equipamentos usados nas medições realizadas na Guiné-Bissau



Fonte: UFALA, I.D.

Em destaque, enfatiza-se que, na Guiné-Bissau, foram mapeadas e visitadas as estruturas sanitárias.

### 3.1.1.6 Estruturas sanitárias visitadas e mapeadas

Foram realizadas visitas às estruturas sanitárias que utilizam serviços de radiodiagnóstico na RGB. Essas visitas permitiram avaliar as condições dos serviços de radiodiagnóstico e inspecionar as estruturas físicas das instalações que empregam radiação X. Por meio de medições usando uma câmara de ionização, com o aparelho de raios-X em funcionamento, foi possível verificar as condições das paredes em relação ao equipamento em operação. O levantamento incluiu medições das dimensões das paredes e a distância entre o aparelho e o paciente e, a distância entre o ponto da posição do operador do equipamento e o equipamento.

O país, como um todo, conta com 17 estruturas sanitárias equipadas com dispositivos emissores de radiação X, das quais 14 estão em funcionamento e 3 aguardam a designação de técnicos para operação. Entre as estruturas ativas, foram visitados 9 Estruturas Sanitárias (oito hospitais e uma clínica), contudo somente em 7 estruturas foram realizadas medições. Durante a visita, percebeu-se que as estruturas apresentadas demonstram condições semelhantes, portanto,

neste trabalho são apresentados apenas os dados e resultados da medição das três primeiras estruturas sanitárias descritas na tabela 2. A escolha se deu por serem hospitais de referência (HNSM e HMP) e por possuírem equipamentos de alta tecnologia. A Clínica Madrugada (CM) é a única no país que possui TC em funcionamento.

Tabela 2: Estruturas Sanitárias da GB

Nº	Estruturas Sanitárias	Aparelho medido	Salas
1	HNSM	2 Rx-móvel e 2 RX-fixos	2
2	HMP	1 Rx-móvel	1
3	C. M	1 Rx-fixos e TC	2
4	H R F.	1 Rx-móvel	1
5	HPRG	1 Rx-fixos	1
6	HR Mansoa	1 Rx-móvel	1
7	H Cumura	1 Rx-móvel	1
8	H RC	Não medido	
9	HPSJB	Não medido	

1-Hospital Nacional Simão Mendes;  
 2- Hospital Militar Principal  
 3-Clinica Madrugada;  
 4- Hospital Raoul Follereau;  
 5-Hospital Pediátrico Renato Grandi;  
 6-Hospital Regional de Mansoa;  
 7- Hospital do Mal de Hansen de Cumura;  
 8- Hospital Regional de Canchungo  
 9- Hospital Pediátrico São José em Bôr.

Fonte: UFALA, I.D.

Conhecendo as condições de cada estrutura sanitária visitada, os procedimentos utilizados para medições nessas instalações são descritos na sessão seguinte.

### 3.1.1.7 Procedimento da Medição

Todo procedimento seguiu o roteiro elaborado com base em protocolos, recomendações, normas nacionais e internacionais (8,63–67).

#### 3.1.1.7.1 Levantamento Radiométrico em Salas de Raios-X

De acordo com as recomendações da RDC nº 611, da ANVISA no Brasil, no seu artigo 63º, em todas as medições, deve m ser executados os seguintes passos:

- 1- *Verificar os croquis ou planta baixa das instalações e vizinhanças, com o layout apresentando portas, janelas, o equipamento de raios-X e o painel de controle, com indicação da natureza e da ocupação das salas adjacentes, veja as figuras 10 e 14;*
- 2- *Deixar os instrumentos de medidas de pressão e temperatura na sala,*

- 3- *Caracterizar tecnicamente o Equipamento emissor de Raios-X, Identificando (Fabricante, modelo e número de série), finalidade do equipamento, sistema de colimação, filtração total e permanente do feixe útil;*
- 4- *Selecionar e identificar os pontos de interesse para medições, situados dentro e fora da sala. Registrar os pontos selecionados, registrar os fatores de ocupação (T) e de uso (U);*
- 5- *Descrever e selecionar os fatores de operação utilizados no levantamento, incluindo o maior valor de tensão de pico no tubo (KVp) adotada nos exames de rotina e registrar os valores selecionados;*
- 6- *Selecionar o tempo de exposição (t) e a corrente máxima (i) adequados ao tempo de resposta do monitor e modo de detecção escolhido (no caso, foi taxa de exposição) e registrar os valores selecionados;*
- 7- *Selecionar o maior tamanho de campo permitido, 40, e posicionar o objeto espalhador (fantoma) na posição ocupada pelo paciente;*
- 8- *Ligar o equipamento de medição e fazer leituras com o aparelho de raios-X desligado, isto para ter como base o valor da taxa de dose relativa à radiação de fundo do ambiente (Background);*
- 9- *Para casos das salas que têm equipamentos móveis, posicionar os detectores no local onde o técnico emite os dados do paciente (comando);*
- 10- *Solicitar ao técnico responsável o disparo e registrar a taxa de dose obtida (uGy/min);*
- 11- *Posicionar detectores no local onde os acompanhantes ficam, (dentro da sala);*
- 12- *Solicitar ao técnico responsável o disparo e registrar a taxa de dose obtida (uGy/min);*
- 13- *Repetir itens (11) e (12) na posição onde o técnico se protege (na cabine ou numa protetora);*
- 14- *Para medidas externas, posicionar detectores nos pontos indicados no item 4;*
- 15- *Solicitar ao técnico responsável o disparo e registrar a taxa de dose obtida (uGy/min);*

*Nota: para medidas das radiações secundárias, usa-se o objeto espalhador com a distância foco-filme mais utilizada na rotina e seleciona-se o maior campo de radiação permitido. Para radiação primária não se usa o objeto espalhador.*

### **3.1.1.7.2 Teste de Fuga nos Aparelhos de Raios-X (Radiação de Fuga do Cabeçote)**

Radiação de Fuga: radiação que consegue atravessar o cabeçote ou o sistema de colimação não pertencendo ao feixe primário. Então, o intuito é verificar se os níveis da radiação de fuga detectados a um metro do ponto focal estão de acordo com as restrições estabelecidas na RDC 611 do Brasil ou nas leis internacionais.

Procedimento:

- 1- *Fechar por completo o colimador do equipamento em questão;*
- 2- *Colocar a placa de chumbo acima do colimador para reforçar bloqueio da radiação, assim, permitindo verificar as laterais do cabeçote, colocando o detector numa distância lateral de um metro a cabeçote;*
- 3- *Selecionar as condições operacionais que forneça o maior kVp e a maior corrente I (mA ) ou (mAs). Considerar o tempo de exposição adequado ao tempo de resposta da câmara de ionização operando em modo taxa;*
- 4- *Solicitar ao técnico responsável o disparo e registrar a taxa de dose obtida (uGy/min);*
- 5- *O processo se repete para quatro laterais sempre numa distância de 1,0 m (um metro);*

Os cálculos para fuga do cabeçote são triviais, pois os valores anotados em taxa de kerma no ar (uGy/min) são convertidos para a grandeza equivalente de dose ambiente (mSv/sem), facilitando a comparação com padrão internacional.

### **3.1.1.7.3 Levantamento Radiométrico em Salas de Tomografia Computadorizada (TC)**

São usados os mesmos instrumentos, porém o intuito deste procedimento foi de medir a radiação espalhada ou radiação secundária fora da sala.

Etapas seguintes:

- 1- *Verificar o croqui ou planta baixa da sala da TC e das instalações e vizinhanças, com o layout apresentando portas, janelas, o equipamento de TC, o painel de controle, com indicação da natureza e da ocupação das salas adjacentes, veja a figura 16;*
- 2- *Deixar os instrumentos de medidas de pressão e temperatura na sala de exame ou no ambiente onde a câmara de ionização é posicionada;*
- 3- *Caracterizar tecnicamente o equipamento emissor da radiação. Identificando (fabricante, modelo e número de série; finalidade do equipamento sistema de colimação);*
- 4- *Selecionar e identificar os pontos de interesse para medições, situados dentro e fora da sala. Registrar os pontos selecionados, os fatores da ocupação (T) e do uso (U);*
- 5- *Descrever e selecionar os fatores de operação utilizados no levantamento, incluindo o maior valor de tensão de pico no tubo (KVp) adotada nos exames de rotina e registrar o valor selecionado;*
- 6- *Selecionar uma técnica de exposição com o maior produto corrente tempo disponível entre os protocolos de exame utilizados, de modo que o tempo de exposição (t) e a corrente sejam adequados ao tipo de monitor e modo de detecção utilizados. Registrar os valores selecionados;*
- 7- *Selecionar a maior espessura de corte permitida;*
- 8- *Ligar o equipamento de medição e fazer leituras com o aparelho de TC desligado, isto, para ter como base o valor da taxa de dose relativa à radiação de fundo no ambiente (Background);*
- 9- *Posicionar o monitor no primeiro ponto de medida atrás da barreira secundária (na porta, na janela, e paredes);*
- 10- *Solicitar ao técnico responsável o disparo e registrar a taxa de dose obtida (uGy/min);*
- 11- *Repetir a medição nos demais pontos de interesse.*

É notório que a primeira etapa incide nas questões do estudo teórico e treinamento, tanto na observação assim como na análise dos materiais relevantes para a pesquisa e análise dos dados. A parte 2 que se segue apresenta um panorama geral

das medições conduzidas nas estruturas sanitárias da Guiné-Bissau, ou seja, traz as ilustrações das medições e as realidades encontradas ao longo da pesquisa.

### **3.1.2 Parte 2**

#### **Medições na Guiné-Bissau**

É importante contextualizar que, em algumas estruturas sanitárias, foram encontrados os equipamentos de raios-X móveis que operam no lugar dos fixos. Esta realidade começou numa conjuntura da pandemia de covid-19, algumas estruturas sanitárias públicas tiveram aquisição dos aparelhos de raios-X digital móvel, de marca APELEM. Ocorre que, a maioria dos aparelhos fixos que já se encontravam nestas estruturas sanitárias, apresentaram defeitos, com ressalva do HNSM, então os novos aparelhos passaram a funcionar no lugar dos fixos.

Devido a esta realidade, além das medições externas das salas dos exames e a medição da fuga do cabeçote dos equipamentos, foram também mapeadas as áreas internas das salas, medidas em três posições, a destacar: o ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e em algumas vezes se dispara nessa posição; a posição onde o técnico se posiciona para disparo do equipamento e por último, a posição aleatória onde o acompanhante se posiciona quando entrar na sala de exames.

#### **3.1.2.1 Dados do Hospital Nacional Simão Mendes-HNSM**

O HNSM, figura 9, destacado como Hospital de referência a nível nacional foi construído em 1945, inicialmente com 19 edifícios que atendem várias demandas de diferentes setores, incluindo serviço de radiodiagnóstico que contém máquinas de raios-X, mamografia e tomografia. Atualmente conta com 28 serviços, dispersos por diversos edifícios entre eles, o serviço da Imagiologia composto por radiologia e ultrassonografia (68).

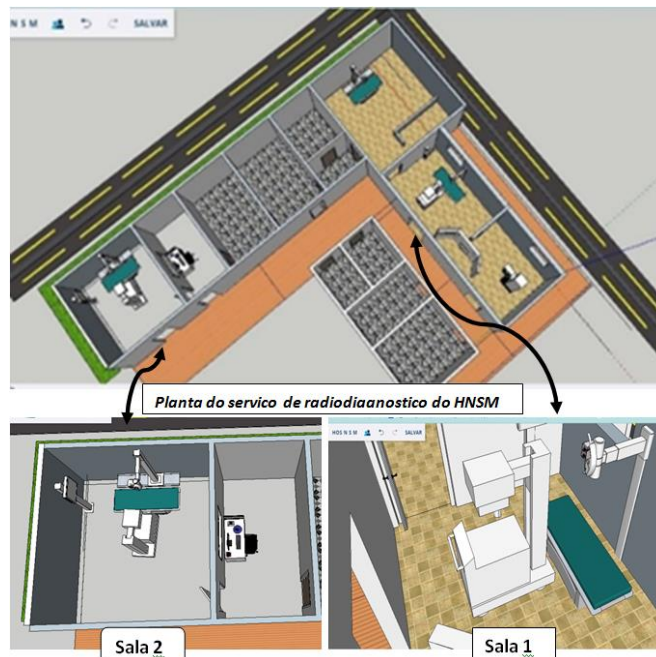
Figura 9 - Imagem do acesso principal do Hospital Nacional Simão Mendes



Fonte: Adaptado da referência (69)

Mediante a planta adaptada do serviço de radiologia, na figura 10, foi possível identificar as salas de raios-X, dos equipamentos instalados em cada sala, as áreas adjacentes das salas, sendo suficiente para decidir os fatores de Ocupação (T) e do Uso (U). Nesta Estrutura Sanitária foram encontrados quatro equipamentos de raios-X em funcionamento, localizados em duas salas, (sala 1 e 2), dois aparelhos fixos e dois móveis, em cada sala há o funcionamento de dois aparelhos (fixo e móvel). Ainda conta com uma sala de mamografia, sem funcionamento. Também foi registrado um antigo aparelho de raios-X fixo em desuso.

Figura 10 - Planta do serviço de radiologia do Hospital Nacional Simão Mendes (HNSM)



Fonte: Fonte: UFALA, I.D., usando Sketchup.

### 3.1.2.1.1 Sala 1 do HNSM

Na sala 01 operam dois aparelhos: um (1) móvel digital marca RAFALE, B DR, modelo, R 108 F, com tubo marca, APELEM IMD Generators S.R.l, modelo HF1 R/7 e um (1) fixo semi-digital, marca PHILIPS, modelo DMC GmbH, com tubo marca, PHILIPS, tipo 989001080441 s/n 04001969. Nesta sala foi feita a medição na parte interna e externa da sala e foi feita a verificação da radiação de fuga no cabeçote dos dois equipamentos conforme o roteiro elaborado. A figura 11 mostra algumas imagens de posicionamento do equipamento de medição.

Figura 11 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização na sala 1 do HNSM



Fonte: UFALA, I.D.

### 3.1.2.1.2 Medidas na Sala 2 HNSM

A sala 2 do mesmo hospital, apresenta dois aparelhos, um (1) móvel digital, marca RAFALE B DR, modelo R 108 F, com tubo marca APELEM IMD Generators S.r.l, modelo HF1 R/7 e um (1) fixo semidigital, marca MAGNUM C, modelo M- 38, com tubo marca RTM 101 HS, modelo 50V57O.

Foi seguido o roteiro elaborado, medindo radiação de fuga nos dois equipamentos (parte interna e externa) da sala, conforme mostra a figura 12.

Figura 12 - Imagens da medição, mostrando o posicionamento da câmara de ionização na sala 2 do HNSM



Fonte: UFALA, I.D.

### 3.1.2.2 Medidas de Hospital Militar Principal- HMP

O Hospital Militar Principal, mostrado na figura 13, localizado em Bissau, capital do país, (70) é considerado uma referência nos estabelecimentos hospitalares militares, tem a sua própria administração, diferente de Ministério da Saúde Pública e é dirigido por divisão militar junto do Estado Maior das Forças Armadas da Guiné-Bissau, na dependência do Ministério da Defesa (71).

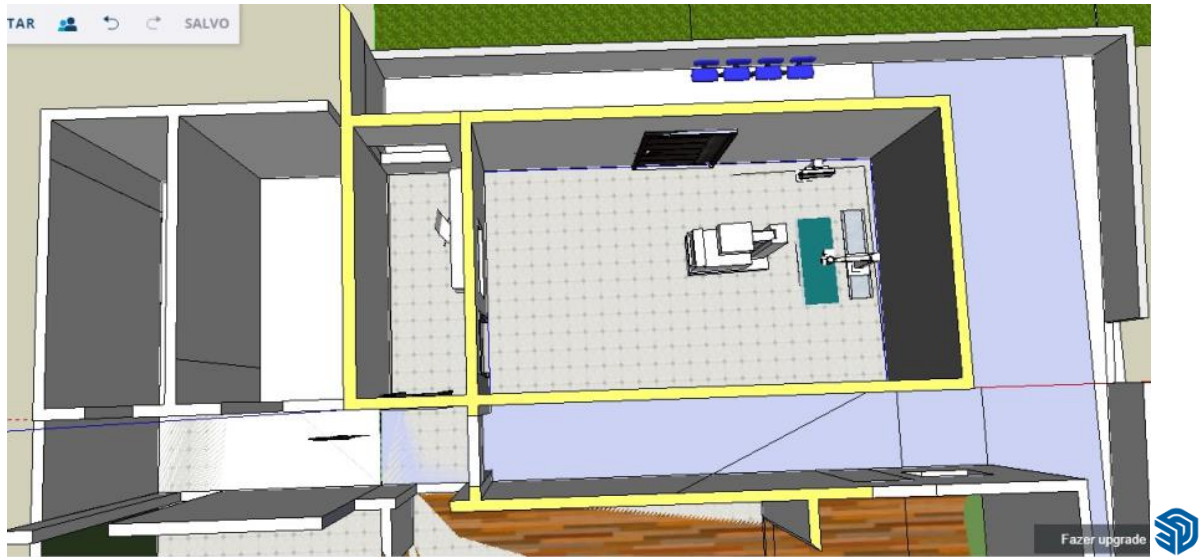
Figura 13 - Imagem frontal do Hospital Militar Principal (HMP)



Fonte: Adaptado da referência (70).

Na figura 14 apresenta-se a planta da sala de raios-X e suas áreas adjacentes, onde foi possível identificar o fator de Uso (U) e Ocupação (T).

Figura 14 - Planta da sala de raios-X do HMP



Fonte: UFALA, I.D., usando Sketchup.

Pode-se observar na figura 14 do HMP que a sala apresenta um equipamento de raios-X fixo danificado e um aparelho de raios-X digital móvel em funcionamento, marca RAFALE B DR, modelo R 108 F, com tubo, marca APELEM IMD Generators S.r.l, modelo HF1 R/7 e a mamografia em funcionamento. Ressalta-se que este hospital foi pioneiro no país ao contar com um aparelho de Tomografia Computadorizada (TC). No entanto, após algum tempo, o equipamento apresentou problemas e ficou fora de operação. Atualmente, o setor de radiodiagnóstico funciona apenas com aparelhos de raios-X e mamografia.

A sala tem a dimensão retangular de 7,0 m por 4,0 m, com espessura das paredes de 16 cm, o comando do técnico está fora da sala, contendo um visor, numa dimensão de área 1,20 m<sup>2</sup>. As paredes foram numeradas de 1 a 4. A parede da cabine foi identificada como P1, oposta dessa é a P3; a parede da blindagem primaria (bucky mural) é identificada como P2, oposta dessa é a P4, conforme podem constatar na figura 14.

É importante enfatizar que as medições foram feitas no exterior da sala, para verificar a condição da blindagem das paredes. Por outro lado, devido à utilização de raios-X móvel no interior da sala, usando a mesa do aparelho fixo, e, a frequência

dos acompanhantes dentro da sala, mesmo sem justificar, foram feitas as medições no interior da sala, mapeando as posições do interesse como: o ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e em algumas vezes se dispara nessa posição, na posição onde o técnico se posiciona para disparo do equipamento, e, por último, na posição aleatória onde o acompanhante se posiciona quando entrar na sala de exame. Por fim, foi feita a medição da fuga do cabeçote para verificar a blindagem do cabeçote dos equipamentos, conforme figura 15.

Figura 15 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização no HMP.



Fonte: UFALA, I.D.

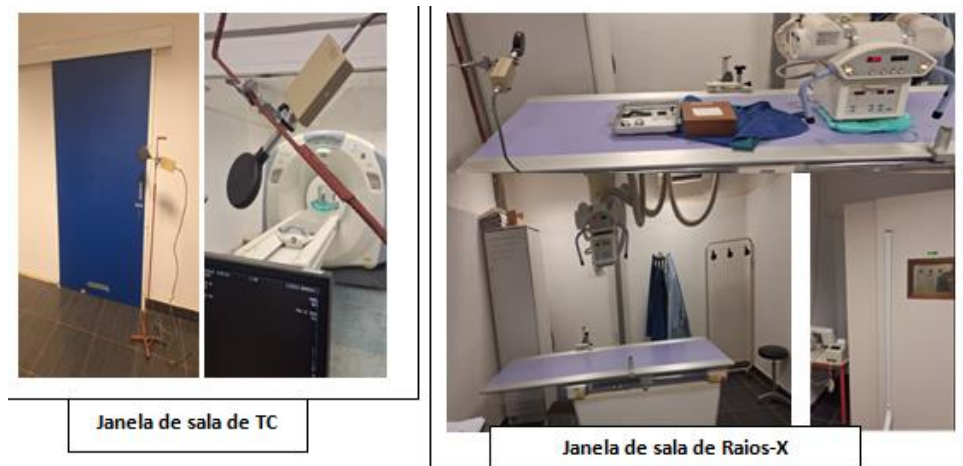
### 3.1.2.3 Clínica Madrugada

A Cooperativa Médica Sanitária Madrugada de Bissau – CRL, mais conhecida por “Clínica Madrugada”, com mais de vinte anos de existência, fundada, no dia 30 de novembro de 1993, está localizada na cidade de Bissau, no Bairro de Antula Bono. A Cooperativa tem como suporte a Associação para a Colaboração no Desenvolvimento Básico da Guiné-Bissau, de Verona, em Italiano *Associazione Per La Collaborazione Allo Sviluppo Di Base Della Guinea Bissau Di Verona- ONLUS*,

uma organização italiana não governamental, que assegura, através de apoios e donativos, as necessidades e o desenvolvimento da Clínica Madrugada (72).

A realização de exames de TC iniciou com a primeira tomografia cerebral realizada no dia 5 de maio de 2022, no novo pavilhão de radiologia do Campus Madrugada, em Bissau, utilizando o tomógrafo de marca GE Brightspeed de 16 cortes. Além do TC, conta com um equipamento de raios-X, figura 16. O projeto da Madrugada contempla várias áreas como Saúde, Educação e Desporto (73).

Figura 16 - Imagens da medição, mostrando posicionamento da câmara de ionização na Clínica Madrugada



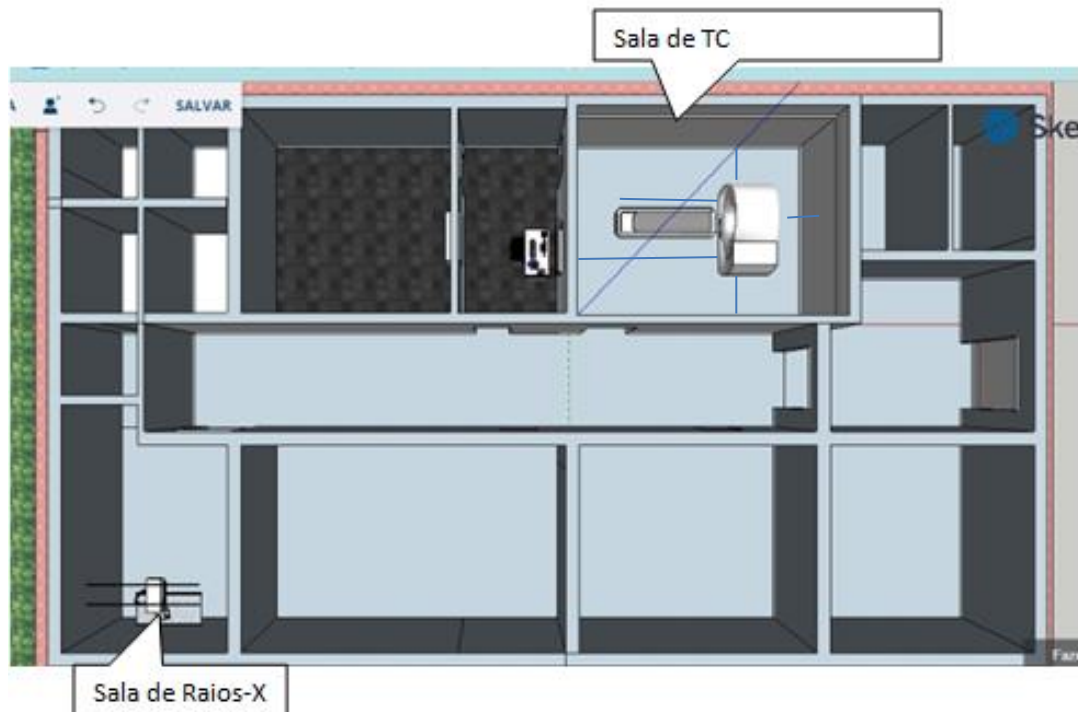
Fonte: UFALA, I.D.

### 3.1.2.3.1 Medidas na Clínica Madrugada

A Clínica Madrugada (CM) é uma estrutura sanitária privada, que presta diversos serviços, entre eles, o serviço de Imagiologia. Usa o aparelho de raios-X fixo analógico e aparelho de Tomografia Computadorizada.

As salas de TC e de raios- X vistas na figura 17 têm blindagem nas paredes numa altura aproximada de 2 m (dois metros) e 31,5 cm da espessura das paredes. A sala de TC tem dimensão retangular de 6.15 m x 4,73 m, cuja sala do comando fica localizada fora da sala do exame, contendo um visor blindado. A sala de raios-X tem 6,0 m por 4,0 m, apresenta cabine dos técnicos móvel, construída de madeira. Foram desencadeadas as medições nas duas salas, medições externas na sala de TC e raios-X, devido à presença dos técnicos dentro da sala e foram feitas medições internas na sala de raios-X e radiação de fuga do cabeçote do aparelho de raios-X.

Figura 17 - Simulação da planta de instalação do serviço da imagem da Clínica Madrugada (não representa a estrutura real da instalação)



Fonte: UFALA, I.D., usando Sketchup.

Tendo concluído as medições e obtidos os dados primários, conforme o roteiro elaborado enfatiza-se que, a subseção a seguir apresenta os caminhos dos cálculos traçados para obtenção dos resultados finais das medições em Equivalente de Dose Ambiente  $H^*(d)$ , uma grandeza operacional que representa dose no ambiente.

### 3.1.3 CAMINHOS PARA ACHAR OS RESULTADOS EM EQUIVALENTE DE DOSE AMBIENTE $H^*(d)$

Os dados obtidos foram calculados dando resultados em Equivalente de Dose Ambiente  $H^*(d)$ . A grandeza  $H^*(d)$  é uma grandeza operacional para monitoração de área em ambientes de trabalho (54). Lembrando que a Proteção Radiológica ou Radioproteção é um conjunto de medidas que visam proteger o homem, seus descendentes e o meio ambiente contra possíveis efeitos indesejáveis causados pela radiação ionizante (74,75). A intuição neste caso não foi diferente, foram tomadas várias prudências, começando pela calibração dos equipamentos medidores da radiação, gerando um fator de calibração, passando pelo controle dos

instrumentos de medição de temperatura e pressão, e também foi levada em conta a carga do trabalho.

A determinação da carga do trabalho máxima semanal ( $W$ ), se deu por meio dos registros da exposição anotados pelos técnicos, ou pelas entrevistas com os técnicos, a partir do número aproximado de pacientes por dia (ou por semana) e dos parâmetros operacionais mais utilizados, usando equação 7 ou 8 (64,65,76).

$$W = \frac{mA.s}{paciente} \times \frac{n^{\circ} \text{ de pacientes}}{\text{dia}} \times \frac{n^{\circ} \text{ de dias}}{\text{semana}} \times \frac{1min}{60s} \quad (7)$$

Carga de trabalho para CT

$$W = \frac{mA.s}{rotação} \times \frac{n^{\circ} \text{ de cortes}}{\text{paciente}} \times \frac{1}{\text{quant de canais}} \quad (8)$$

Geralmente, a maioria dos detectores indicam as unidades de leitura em mGy/min ou  $\mu$ Gy/min, quando as doses são muito baixas, como é o caso dessas medidas, portanto é preciso converter as grandezas com respectivas unidades para a Equivalente de dose ambiente mSv/min ou mSv/h. Isso envolve alguns fatores desta conversão, conforme segue na tabela 3

Tabela 3: Coeficientes de conversão de Kerma no ar  $K_a$ , para  $H^*(10)$ .

Para	Fatores Multiplicativos Sv/Gy	Resultado
N-60	$\times 1,59$	Dose externa (mSv) ABNT NBR-ISO_4037_3_2020
N-80	$\times 1,74$	
N-100	$\times 1,71$	
N-120	$\times 1,65$	
N-150	$\times 1,58$	

Fonte: adaptada da referência (48).

As leituras em taxa de Kerma ( $\dot{K}$ ) geradas pelo monitor em todas as medições ( $L_m$ ) são corrigidas levando em conta radiação de fundo BG (*Background*), e outros fatores, como, ( $f_c$ ) fator de calibração de instrumento de medida,  $F_{(t,p)}$  fator de

correção para pressão e temperatura na calibração, o valor para correção de corrente do eletrômetro associado à câmara, ( $K_q$ ) e o fator de correção de energia, de acordo com a curva de dependência energética, como pode ser visto na equação 9 (64,65,76).

$$\dot{K} = (L_m - BG) \times \frac{f_c}{0,99} \times F_{(t,p)} \times K_q \quad (9)$$

### 3.1.3.1 Cálculo de Equivalente de Dose Ambiente

Com o Kerma no ar medido e corrigido, usa-se a equação 10 (64,65,76) para calcular o Equivalente de Dose Ambiente nos pontos de interesse para radiação primária e secundária, (64,65,76) levando em conta que  $W$  é a carga do trabalho dada em mAmin/semana,  $I$  é a corrente anódica nominal utilizada durante a medição, em mA, os fatores de Uso,  $U$ , e de Ocupação,  $T$ , e  $H^*_N$  que é o coeficiente de conversão da unidade Gy para Sv, indicado para as qualidades de radiação recomendadas para calibração (série “N” da ISO 4037) listadas na tabela 4. As medições foram coletadas com  $\mu\text{Gy}/\text{min}$  e convertidas para  $\text{mGy}/\text{min}$  dividindo os valores por 1000

$$\dot{H} = \dot{K} \times \frac{W}{I} \times U \times T \times H^*_N \quad (10)$$

Portanto, levando em consideração as unidades aplicadas na equação 10, o resultado será dado em  $\text{mSv}/\text{sem}$ .

### 3.1.3.2 Cálculo da Radiação de Fuga

Para radiação de fuga do cabeçote, o procedimento do cálculo é o mesmo, porém não inclui os fatores de Ocupação,  $T$ , de Uso,  $U$ , e a carga de trabalho, multiplica-se apenas  $\dot{K}$  kerma corrigida dada em ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ ) por  $H^*_N$  fator que conserva a unidade Gy convertida para Sv, dependendo da tensão (kV) usada na medição, conforme equação 11. Para se obter os resultados em  $\text{mSv}/\text{min}$ , divide-se os resultados por 1000 (64,65,76).

$$\dot{H} = \dot{K} \times H^*_N \quad (11)$$

### 3.1.3.3 Cálculo de Equivalente de Dose Ambiente no Interior das Salas

Para o cálculo das medições internas, os equipamentos de raios-X, móvel, operam no lugar dos fixos sem uma estrutura que permitisse ao técnico se proteger.

Também foi percebido que há um costume ou empatia dos familiares ou acompanhantes que ficam na sala de exames no instante da irradiação. Perante essa realidade, julga-se pertinente apresentar o Equivalente de Dose Ambiente – EDA nos pontos em questão. Assim, a equação 10 passa a ser equação 12, excluindo os fatores da ocupação e do uso, pois não têm contribuição significativa nos resultados.

$$\dot{H} = \dot{K} \times \frac{W}{I} \times H^*_N \quad (12)$$

### 3.2 SEGUNDA ETAPA

#### **Coleta dos Documentos Internacionais e Nacionais Essencialmente do Brasil**

Nesta etapa, foram coletados os documentos internacionais e nacionais como base para desenvolvimento de uma proposta de boas práticas para serviços que utilizam radiação ionizante na República da Guiné-Bissau (RGB).

O principal Documento que serviu de base para desenvolvimento duma proposta de boas práticas para serviços que utilizam radiação ionizante na RGB foi a RDC 611, Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (8), documento que estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista e regulamenta o controle das exposições médicas, ocupacionais e do público decorrentes do uso de tecnologias radiológicas diagnósticas ou intervencionistas. Este documento é acompanhado de Instruções Normativas para cada tecnologia específica.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foi possível verificar que os equipamentos de radiodiagnósticos envolvidos na pesquisa foram apenas Tomografia Computadorizada e Raios-X convencional, portanto, justifica-se a condição de uso da RDC 611 como base fundamental para elaboração da proposta, sendo um documento que pauta pela normalização dos serviços de radiologia diagnóstica (8). Outro documento envolvido foi a Norma Regulatória 3.01 2024, (7) da Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN/Brasil, que dispõe sobre os

princípios gerais e requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e do meio ambiente e para a segurança radiológica das fontes de radiação ionizante. O documento foi importante neste trabalho, pois oferece melhor entendimento sobre limites da dose aplicada para indivíduos ocupacionalmente expostos e do público. Além disso, traz alguns conceitos e definição sobre o processo da segurança e proteção radiológica.

Na questão que envolve a dimensão das salas de exames ou construção das instalações de radiodiagnósticos, foi consultado o Manual de boas Práticas da Especialidade de Radiologia de Portugal, que visa instituir e consolidar normas de qualidade das Unidades de saúde que utilizem, com fins de diagnóstico, terapêutica e de prevenção, radiações ionizantes, equipamentos de ultrassom ou campos magnéticos, abrangendo as áreas logísticas e técnica, parâmetros de recursos humanos e a prática operacional (77).

A leitura estendeu para alguns principais documentos da Agência Internacional de Energia Atômica, em inglês *International Atomic Energy Agency (IAEA)*, (38,40,49,78–82) Comissão Internacional de Proteção Radiológica, em inglês *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*, (55,83) Comissão Internacional de Unidades e Medidas de Radiação, em Inglês *International Commission on Radiation Units e Measurements (ICRU)*, (51,55) que também são citados ao longo do trabalho, como o Conselho Nacional de Proteção e Medidas de Radiação, em inglês *National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)* (75,84). São basicamente os documentos específicos, como, relatórios, normas ou leis que discutem a proteção da radiação ionizante, as unidades usadas na proteção radiológica, os limites das doses nos indivíduos ocupacionalmente expostos, IOEs, dos indivíduos do público, limites das doses em diferentes órgãos do corpo, a organização do serviço da radiologia, a efetividade dos programas de garantia de qualidade, entre outros pontos discutidos deste trabalho.

## **4 RESULTADOS e DISCUSSÃO**

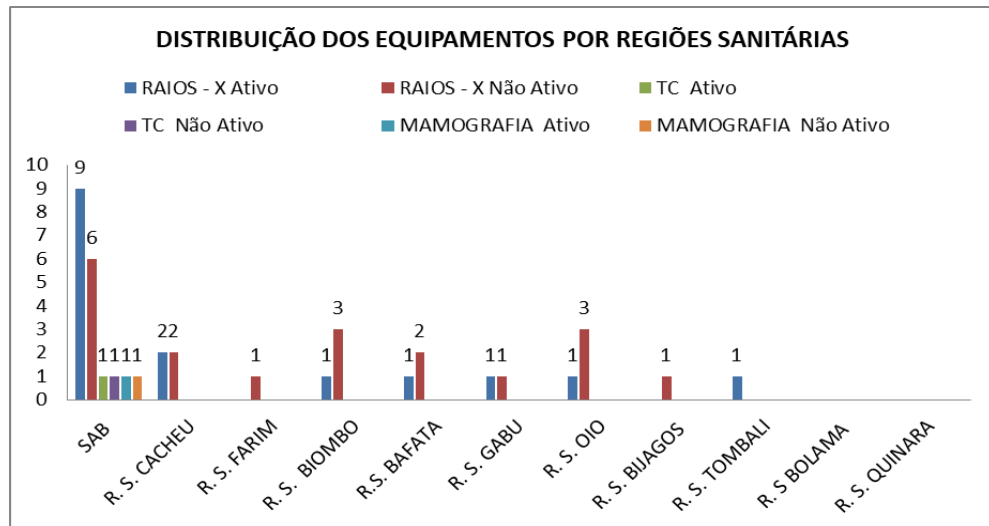
### **4.1 Avaliação das condições físicas das instalações que empregam radiação X na Guiné-Bissau**

A análise da visita às estruturas sanitárias destaca pontos fundamentais, abrangendo uma visão geral dos serviços radiológicos, o estado das condições físicas e de dosimetria, além da disponibilidade de profissionais qualificados para operar os equipamentos instalados no país. Este estudo corroborou com os resultados da pesquisa de Ufala (Ufala, 2022), (13) que apontou diversas deficiências, incluindo a falta de equipamentos de proteção individual, a ausência de normas adequadas de proteção radiológica e a carência de programas de treinamento, entre outras questões.

Além disso, este trabalho foi ainda mais específico, mapeando não apenas as áreas ocupadas pelos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOEs), como também as áreas frequentadas pelo público em geral, utilizando uma câmara de ionização. Esse método permitiu a determinação dos valores de Equivalente de Dose Ambiente nos pontos de interesse. Apesar de não ser o foco principal deste trabalho, há uma preocupação significativa com relação à quantidade e a distribuição dos equipamentos assistenciais à saúde na Guiné-Bissau. A figura 18 mostra que existe apenas uma tomografia computadorizada (TC) em funcionamento no País, o equivale a aproximadamente um TC para cada 2 milhões de habitante. Além disso, o serviço que dispõe deste equipamento pertence uma Organização Não Governamental (ONG), hipoteticamente cujos custos são diferentes dos que seriam praticados pelo Sistema Nacional de Saúde (SNS). Esse déficit também é observado em relação ao mamógrafo, com apenas um aparelho em funcionamento localizado no hospital militar. No caso dos equipamentos de raios-X, há uma falta significativa em regiões sanitárias, são 16 equipamentos em funcionamento, sendo que 09 se encontram instalados no Setor Autônomo de Bissau (SAB) (capital do país) e 07 distribuídos para seis regiões sanitárias (Cacheu, Oio, Biombo, Tombali, Bafata e Gabu). As duas regiões sanitárias (Tombali e Bolama) estão sem equipamentos de raios-X em funcionamento, conforme mostra a figura 18. Ao mesmo tempo, outras regiões enfrentam problemas devido a defeitos nos aparelhos ou à ausência de técnicos qualificados, são no total 17 equipamentos danificados e 02 no processo de

colocação de técnicos de radiologia. Esses fatos podem estar relacionados às instabilidades presentes em quase todos os setores de desenvolvimento que o país enfrentou ao longo do tempo e que ainda persistem. Setores sensíveis, como educação, saúde e justiça, são particularmente afetados. Portanto, os resultados podem servir como evidências que incentivem os responsáveis (governantes) a desacelerar a velocidade de deterioração em que o país se encontra, aproximando-o das realidades observadas em outros países, como o Brasil, onde o Ministério da saúde considera, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), que a área de cobertura máxima de um tomógrafo, para garantia do acesso ao exame principalmente em casos de urgência/emergência, deve ser de um raio de 75 km ou 100 mil habitantes (85). Uma iniciativa política que visa melhorar a situação sanitária da população. Para uma compreensão clara e aprofundada do contexto guineense, considera-se essencial apresentar a distribuição dos equipamentos de radiodiagnóstico pelas regiões sanitárias da República da Guiné-Bissau (RGB). Dessa forma, a estruturação é ilustrada na Figura 18.

Figura 18 - Distribuição dos equipamentos de radiodiagnóstico por regiões sanitárias da RGB.



Fonte: Dados do autor obtidos junto ao Ministério de Saúde Pública e de Ordem dos Técnicos da Imagiologia da RGB.

No total, o país conta com 17 estruturas sanitárias (clínicas, hospitais e postos de saúde) equipadas com dispositivos emissores de radiação X, das quais 14 estão operacionais e 2 encontram-se em processo de alocação de técnicos de radiologia. Entre as estruturas em funcionamento, foram visitados 9 hospitais e clínicas, sendo

realizadas medições em 7 estruturas. Durante a visita, foram observadas algumas condições preocupantes nos serviços, como salas de raios-X sem portas instaladas, paredes inadequadas para a blindagem contra radiação ionizante e equipamentos de exame com defeitos, incluindo a falha na exibição de parâmetros essenciais, como kV, mA, s ou mAs, no visor, sala de radiodiagnóstico com mais de um equipamento em funcionamento (radiodiagnóstico e endoscopia), salas de radiodiagnóstico com dimensão pequena e funcionamento de equipamento de raios-X móvel como um equipamento fixo. Acredita-se que as condições encontradas sejam reflexos da ausência de legislações específicas na área de radiações. Além disso, a escassez de recursos humanos qualificados com formação superior constitui um fator crítico. Nesse contexto, o subdesenvolvimento do país é identificado como a principal causa que contribui para essa realidade.

#### 4.2 Resultado das Medições na Guiné-Bissau

Os resultados correspondem às leituras feitas nas estruturas sanitárias na RGB usando uma câmara de ionização.

##### 4.2.1 Hospital Nacional Simão Mendes HNSM

Os resultados das medições encontradas na sala 1 de HNSM estão apresentadas nas tabelas 4, 5, 6, e 7

Tabela 4: Medições internas da sala 1 HNSM.

Pontos	Descrição	Distância (cm)	Condição do Equipamento	Leituras ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	leituras sem BG
A <sub>1</sub>	Ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e alguma vez dispara nessa posição.	190	111kV; 40mAs; BG = 3, 1 $\mu\text{Gy}/\text{min}$	16,8	13,7
A <sub>2</sub>	Ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e alguma vez dispara nessa posição.	190	120kV; 125mA 3.2s BG = 3,1 $\mu\text{Gy}/\text{min}$	534,6	531,5
B	Lugar onde fica o acompanhante, caso entre na sala.	220	118kV; 200mA; 20ms BG = 3,1 $\mu\text{Gy}/\text{min}$	55,4	52,3

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 5: Medições externas da sala 1 HNSM

Ponto	Descrição	Condição da medição 136kV;236mAs; BG 4,42 µGy/min.							
		Tipo de barreira		Fatores		Tipo de ocupação		valor C/BG (µGy/min)	Valor S/BG (µGy/min)
		PR	Sec.	U	T	IOE	Pu		
A	P1 Cabine dos técnicos da sala vizinha	X		0,65	1	X		4,62	0,2
B	P2 varanda acesso à instalação		X	1	1/4		X	4,42	0,00
C	P3 sala de mamografia (ocupados pelos técnicos como sala de descanso).		X	1	1/5	X		4,42	0,00
D	P3 porta adaptada para dividir as duas salas		X	1	1/5	X		34,4	29,98
E	Visor da cabine dos técnicos		X	1	1	X		7,6	3,18
F	P4 corredor entrada do edifício		X	1	1/1 6		X	4,42	0,00

U- Fator de Uso; T-Fator de Ocupacional; IOE-; Pu- Público; PR- Primária; Sec. Secundária ; P -Parede

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 6: Dados da fuga de radiação X no cabeçote do equipamento fixo convencional da sala 1 do HNSM

Pontos	Distância (cm)	Leituras (µGy/min)				Média C/ BG	Média S/BG
		L1	L2	L3	Média C/ BG		
A (frontal)	100	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	
B(lateral1)	100	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	
C (atrás)	100	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	
D (lateral2)	100	1,1	1,1	1,1	1,1	0,0	

Tensão= 120kV; Corrente = 250mA; Tempo =25ms BG=1,1 µGy/min

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 7: Dados da fuga de radiação X no cabeçote do equipamento móvel da sala 1 do HNSM

Pontos	Distância (cm)	Leituras ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )				Média S/ BG
		L1	L2	L3	Média C/ BG	
A(frontal)	100	2,8	2,6	2,8	2,8	0,6
B(lateral 1)	100	2,2	2,2	2,2	2,2	0,0
C (atrás)	100	2,2	2,2	2,2	2,2	0,0
D(lateral 2)	100	2,2	2,2	2,2	2,2	0,0

Tensão= 120kV; corrente=111mAs

Fonte: UFALA, I.D.

As Tabelas 8, 9, 10 e 11 apresentam os dados obtidos a partir das medições realizadas na sala 2 do HNSM.

Tabela 8: Dados internos da sala 2 do HNSM.

Ponto	Descrição	Distância (cm)	Condição do Equipamento	Leituras C/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{mim}$ )	Leituras S/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{mim}$ )
A 1	Ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e, em algumas vezes se dispara nessa posição	190	100 kV; 5 mAs	15,6	13,7
A 2	Ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e, em algumas vezes se dispara nessa posição	190	120 kV; 125 mA; 3,2s.	167,9	166
B	Lugar onde fica o acompanhante caso entre	205	100 kV 5 mAs	15,6	13,7
C	Lugar onde protege o técnico	210	100 kV 5 mAs	2,6	0,7

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 9: Medições externas da sala 2 HNSM.

Ponto	Descrição	Tipo de barreira		Fatores		Tipo de Ocupação		Valor C/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	Valor S/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )
		Pri	Sec	T	U	IOE	Pu		
A	P <sub>1</sub> cabine dos técnicos		X	1	1	X		3,7	0,0
B	P <sub>1</sub> porta1		X	1	1	X		3,7	0,0
C	P <sub>2</sub> corredor local de espera		X	1	1		X	3,7	0,0
D	P <sub>2</sub> porta2 corredor local de espera		X	1	1		X	3,7	0,0
E	P <sub>3</sub> jardim	X		1/1 6	1/4		X	4,8	1,1
F	P <sub>4</sub> jardim/Estrada		X	1/4	1		X	3,7	0,0

Tensão= 120 kV; corrente = 125 mA; tempo = 32000 ms  
 U- Fator de Uso; T-Fator de Ocupacional; IOE- Indivíduo Ocupacionalmente Exposto; Pu- Público; Primá.-Primaria; Sec - Secundária ; P<sub>1</sub> -Parede 1,2,3,4

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 10: Dados de radiação de fuga no cabeçote do equipamento fixo.

Pontos	Distância (cm)	Leituras ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )				média sem BG
		L1	L2	L3	Média	
A (frontal)	100	10,7	11,8	10,8	10,8	6,7
B (lateral1)	100	11,4	11,3	11,4	11,4	7,3
C (atrás)	100	20,5	20,4	2,5	20,4	16,3
D (lateral2)	100	26,1	26	26,3	26,1	22

Tensão= 100 kV; Corrente = 320 mA; tempo= 1400 ms; BG = 4,1  $\mu\text{Gy}/\text{min}$

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 11: Dados de fuga do cabeçote do aparelho móvel da sala 2 do HNSM.

Pontos	Distância (cm)	Leituras ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )				Média ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ ) S/ BG
		L1	L2	L3	Média C/BG	
A (frontal)	100	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0
B (lateral1)	100	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0
C (atrás)	100	3,7	3,8	3,8	3,8	0,8
D(lateral2)	100	3,8	3,7	3,7	3,7	0,7

Tensão= 120 kV; corrente = 111mAs; BG=3,0  $\mu\text{Gy}/\text{min}$ 

Fonte: UFALA, I.D.

#### 4.2.2 Resultado das medições no Hospital Militar Principal- HMP

Os resultados obtidos nas medições realizadas HMP com base no roteiro elaborado se encontram nas tabelas 12, 13, e 14.

Tabela 12: Medições internas da sala de raios-X do HMP

Pontos	Descrição	Distância (cm)	Condição do Equipamento	Medidas ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	Observação
A	Ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e algumas vezes dispara nessa posição.	190	108 kV 3,60 mAs	16,2	BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ ) 1,5
B <sub>1</sub>	Lugar onde fica o acompanhante caso entre	180	100 kV 4,0 mAs	19,5	
B <sub>2</sub>	Lugar onde fica o acompanhante caso entre	400	108 kV 3,60 mAs	2,6	
C	Lugar onde o técnico se protege	290 cm	108 kV 3,60 mAs	2,4	

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 13: Dada da medição externa da sala de raios-X do HMP

Ponto	Descrição	Condição da medição:						120kV ; 50mAs; BG=2,4	
		Tipo de barreira		Fatores		Tipo de ocupação		Valor C/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	Valor S/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )
		Prim.	Sec.	U	T	IOE	Pu		
A	P1 Comando dos técnicos		X	1	1	X		2,40	0,00
B	P2 corredor e local de espera	X		0,65	1		X	3,40	1,00
C	P2 porta de acesso a sala de R-X	X		1	1/2		X	2,40	2,4
D	P3 corredor e local de espera		X	1	1/2		X	2,40	0,00
E	P4 corredor, acesso a sala dos técnicos		X	1	1/2	X		2,40	0,00
F	Teto		X	1	1/32	X		2,40	0,00

U- Fator de Uso; T-Fator de Ocupacional; IOE- Indivíduo Ocupacionalmente Exposto ; Pu- Público; Primá.- Primária; Sec - Secundária; P<sub>1</sub> -Parede 1,2,3,4

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 14: Dados de medições da radiação de fuga no cabeçote de raios-X do HMP.

Pontos	Distância (cm)	Leituras ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )				Média ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ ) S/ BG
		L1	L2	L3	Média C/BG	
A (frontal)	100	2,5	2,4	2,5	2,46	0,45
B (lateral1)	100	2,6	2,4	2,5	2,5	0,4
C (atrás)	100	2,5	2,4	2,5	2,46	0,45
D (lateral2)	100	2,4	2,5	2,3	2,4	0,3

Tensão= 103 kVp; corrente=1,80 mAs; BG= 2,1  $\mu\text{Gy}/\text{min}$

Fonte: UFALA, I.D.

#### 4.2.3 Resultado das medições na Clínica Madrugada CM

Os resultados das medições na CM estão descritos nas tabelas 15, 16 e 17.

Tabela 15: Medições na sala de TC da Clínica Madrugada

Ponto	Descrição	Fatores		Tipo de ocupação		Valor C/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	Valor S/BG ( $\mu\text{Gy}/\text{min}$ )	Obs.
		U	T	IOE	Pu			
A1	P <sub>1</sub> Porta 2 do técnico, que dá acesso ao equipamento.	1	1	x		6,7	6,6	BG=0,1 $\mu\text{Gy}/\text{min}$ 120kV 250mAs
A2	P <sub>1</sub> Borda da Janela dos técnicos (parte superior)	1	1	x		13,1	13	
A3	P <sub>1</sub> Borda da Janela dos técnicos (parte lateral)	1	1	X		6,0	5,9	
A4	P <sub>1</sub> Borda da Janela dos técnicos (parte inferior)	1	1	X		4,4	4,3	
B	P <sub>2</sub> Jardim	1	1/4		X	0,1	0,0	
C	P <sub>3</sub> Banheiro	1	1/2		X	0,1	0,0	
D	P <sub>4</sub> Corredor, sala de espera.	1	1/2		X	0,1	0,0	

U- Fator de Uso; T-Fator de Ocupacional; IOE- Indivíduo Ocupacionalmente Exposto; Pu- Público; P<sub>1</sub> - Parede 1, 2, 3,4.

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 16: Dados da medição externa da sala de raios-X da Clínica Madrugada.

Ponto	Descrição	Condição da medição: →						BG= 1,22 (μGy/min) 100kV 32,0mAs	
		Tipo de barreira		Fatores		Tipo de ocupação		Valor C/BG (μGy/min)	Valor S/BG (μGy/min)
		Primá	Sec	U	T	IOE	Pu		
A	P1 porta de acesso ao equipamento		X	1	1	X		1,22	0,0
B	P1 Comando dos técnicos		X	0,85	1	X		4,8	1,22
C	P2 quarto dos eq. velhos	X		1	0,1		X	1,22	0,0
D	P3 corredor /jardim		X	1	0,03		X	1,22	0,0
E	P4 sala de raio-X digital		X	1	1		X	1,22	0,0

U- Fator de Uso; T-Fator de Ocupacional; IOE- Indivíduo Ocupacionalmente Exposto ; Pu- Público; Primá.-Primaria; Sec - Secundária ; P<sub>1</sub> -Parede 1,2,3,4

Fonte: UFALA, I.D.

Tabela 17: Dados da medição de fuga do cabeçote no aparelho de raios-X da CM

Pontos	Distância (cm)	Leituras (μGy/min)			Média (μGy/min) C/BG	média (μGy/min) S/BG
		L1	L2	L3		
A(frontal)	100	2,1	2,5	2,4	2,3	1
B(lateral1)	100	3,6	3,5	3,5	3,5	2,2
C (atrás)	100	1,7	1,7	1,6	1,66	0,3
D(lateral2)	100	2	2	2	2	0,7

150kV 32,0mAs BG= 1,3 μGy/min

Fonte: UFALA, I.D.

Destaca-se que, a partir dos cálculos realizados conforme descrito na metodologia utilizando os dados levantados nas medições, foi possível determinar o Equivalente de Dose Ambiente para cada medição.

### 4.3 Resultados em Equivalente de Dose Ambiente das Medições Radiométricas Conduzidas nas Estruturas Sanitárias de Diagnóstico da Guiné-Bissau

O processo de medições visa obter o mapa da distribuição da dose nos IOEs e no público. Os resultados apresentados são dados coletados e calculados para obter a estimativa da dose em equivalente de dose ambiente.

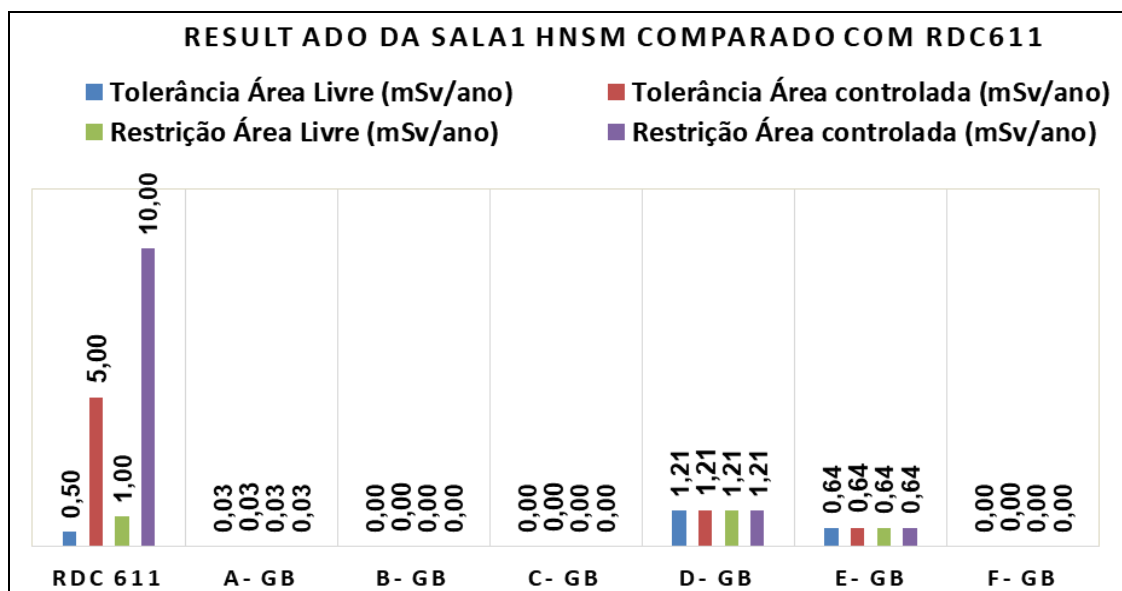
#### 4.3.1 Equivalente de Dose Ambiente no HNSM

O Hospital Nacional Simão Mendes (HNSM) possui uma estrutura arquitetônica antiga, construída em 1945. Embora o material utilizado na blindagem das paredes, seja desconhecido, sabe-se que as paredes são robustas, apresentando uma espessura aproximada de 23 cm.

##### 4.3.1.1 Sala 1 do HNSM

Os resultados dos cálculos para medições externas da sala 1 estão apontados no gráfico da figura 19 dados em equivalente de dose ambiente

Figura 19 - Gráfico de resultado da sala 1 do HNSM em Equivalente dose ambiente comparado com RDC611



Fonte: UFALA, I.D.

Os resultados apontados no gráfico da figura 19 demonstram adequação da blindagem ou barreiras primárias e secundárias das paredes com relação aos equipamentos em uso neste serviço. Os pontos medidos não representam valores significativos quando comparados com a RDC 611 do Brasil, (8) exceto os pontos “D-GB” e “E-GB” que são pontos resultantes das medições na porta adaptada para dividir as duas salas (ponto D-GB) e o visor da janela da cabine dos técnicos (ponto E-GB). Esses dois pontos demonstram a necessidade de elaboração e respeito a normas que visam garantir a segurança dos usuários do serviço. Por essas razões são criadas organizações e instituições para diminuir os efeitos da radiação ionizante no uso médico e demais aplicações. A título de molde, a RDC 611, Art. 54, deixa claro que (8) “a cabine ou sala de comando do equipamento deve permitir ao operador, na posição de disparo, eficaz comunicação e observação visual do paciente mediante sistema de observação eletrônico ou visor de tamanho apropriado com, pelo menos, a mesma atenuação da cabine”.

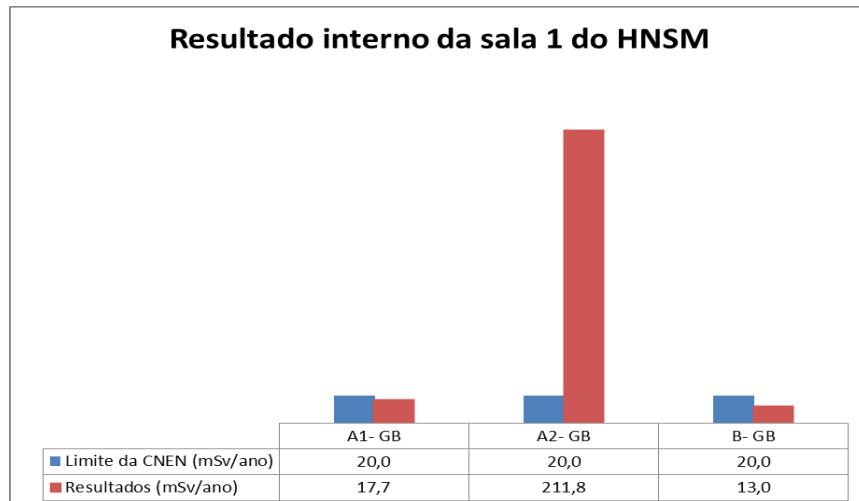
No ponto “E-GB”, os visores colocados na janela da cabine dos técnicos não são adequados, além disso, as suas junções deixam a fenda, dando a dose para IOEs. Art. 64. Do mesmo documento previu o que ocorreu no ponto “D-GB” da figura 19 dizendo que

Um novo laudo de levantamento radiométrico deve ser elaborado sempre que houver modificações na infraestrutura, nos equipamentos ou nos processos de trabalho que influenciem as medidas de proteção radiológica do serviço de radiologia diagnóstica ou intervencionista, ou quando decorrerem 4 (quatro) anos contados da realização do último levantamento. (8), p. 20.

A mesma sala apresenta equipamento de raios-X móvel como descrito anteriormente, os resultados de cálculos dos dados estão representados no gráfico da figura 20, destacando três pontos fundamentais: o ponto “A<sub>1</sub>” que é o ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e alguma vez dispara nessa posição, dista 190 cm da posição do paciente, medido na seguinte condição operacional do equipamento: tensão 111 kV e corrente 40mAs; o ponto “A<sub>2</sub>” que é mesma posição do técnico e a distância, porém, a condição operacional do equipamento é diferente: tensão 120 kV, corrente 125mA e 3.2 s; e o ponto “B”, que é o lugar em que fica o acompanhante. Essa posição é aleatória, pois não se sabe a

posição exata onde possa ficar o acompanhante, mas para coletar os dados medimos 220 cm, condição operacional do equipamento, tensão 118 kV, 200 mA e 20 ms. A figura 20 apresenta os resultados encontrados.

Figura 20 - Resultado em equivalente de dose ambiente para medidas internas da sala 1 do HNSM comparado com limites da CNEN/Brasil



Fonte: UFALA, I.D.

Analisando a figura 20, destaca-se o valor de 211,83 mSv/ano. Apesar de resultar numa condição operacional do equipamento um pouco elevado, ainda se insere no intervalo utilizado nos exames da rotina. Portanto, esse valor da dose representa a quantidade que o IOE recebe por ano. Lembrando que essa medição mereceu atenção por que o equipamento de raios-X móvel é colocado na sala operando na condição do fixo. Situação que nos outros países violam a norma, como é o caso do Brasil no Art. 81 da RDC 611/2022 (8) “Fica proibida a utilização de equipamento de radiologia diagnóstica ou intervencionista móvel como fixo, exceto em condições temporárias para atendimentos de urgência ou emergência, mediante parecer do responsável técnico”. A Guiné-Bissau não deve ser diferente, principalmente mediante esses resultados comprovativos que são 10 vezes maiores que os limites estipulados pela CNEN/Brasil, apresentados na tabela 18, assim como de Portugal ou da ICRP (7,11,83).

Tabela 18: Limitação de dose anual estabelecida pela CNEN do Brasil

Limites de Dose Anuais [a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]
Dose equivalente	Cristalino	20 mSv [b]	15 mSv
	Pele [d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: Adaptado da referência (7)

Destacando que:

*[a] Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.*

*[b] Este valor de limite de dose efetiva para corpo inteiro ou dose equivalente para cristalino pode, alternativamente, ser a média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.*

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

*[d] Valor médio em 1 cm<sup>2</sup> de área, na região mais irradiada.*

Em relação à radiação de fuga no cabeçote, os dois aparelhos localizados na sala 1, cujos dados se encontram na tabela 19, apresentaram bons resultados, ou seja, estão conforme a norma da Anvisa, sendo que o valor mais alto foi de 0,6m Sv/h ou 0,36 mGy/h. A Instrução Normativa (IN) nº 90/2021 determina que:

Todo equipamento de radiografia médica convencional deve possuir blindagem no cabeçote de modo a garantir nível mínimo de radiação de fuga, restringida à taxa de kerma no ar de 1 mGy/h (um miligray por hora) a 1 (um) metro do ponto focal, quando operado em condições de ensaio de fuga, comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios-X. (86) p.1

Tabela 19: Resultados da fuga do cabeçote dos dois aparelhos localizados na sala 1 (um): (A) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X móvel. (B) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X fixo

(A) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X móvel					(B) Fuga do cabeçote do eq. Raios-X fixo				
Pontos	Distância (cm)	K̇ (μGy/min)	Resultado		Pontos	Distância (cm)	K̇ (μGy/min)	Resultado	
			(mGy/h)	(mSv/h)				(mGy/h)	(mSv/h)
A(fronta)	100	0,602	0,0361	0,062	A(frontal)	100	0	0	0
B(later)	100	0	0	0	B(lateral)	100	0	0	0
C (atrás)	100	0	0	0	C(atrás)	100	0	0	0
D(later)	100	0	0	0	D(lateral)	100	0	0	0
Tensão= 100kV ; Corrente = 320mA; tempo= 1400ms BG=2,2					Tensão= 120kV; Corrente 250mA ; Tempo =25ms BG=1,1				

Fonte: UFALA, I.D.

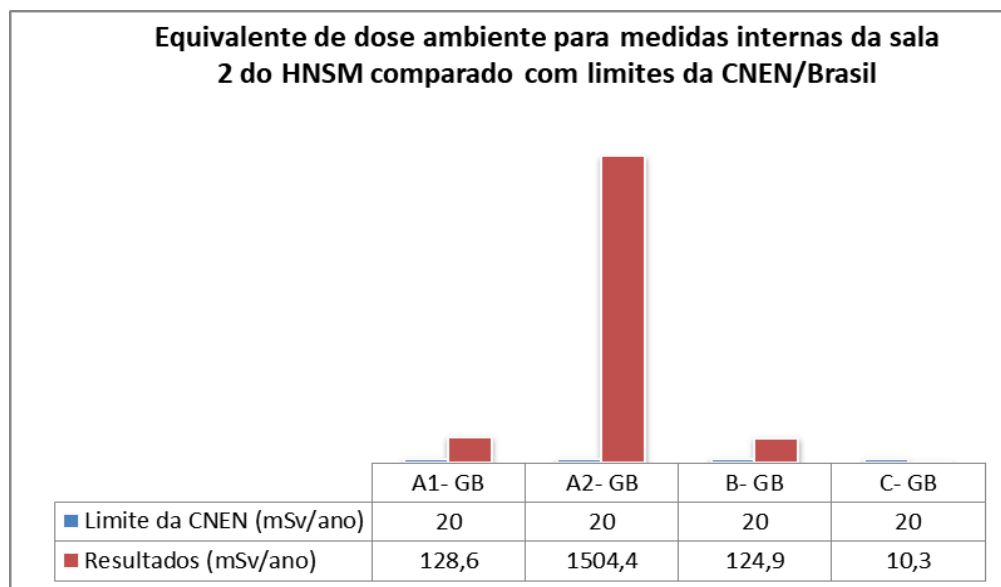
#### 4.3.1.2 Cálculos da sala 2 HNSM

Observando a figura 20, ambos os aparelhos apresentam valor abaixo de 1mGy/h (IN 90/2021) para fuga do cabeçote. Ou seja, o equivalente de dose ambiente nos pontos de interesse da sala 2 do HNSM, à semelhança da sala 1, apresenta bons resultados nas medições externas, o que implica adequação das blindagens com relação aos equipamentos instalados. Quanto à medição interna com aparelho móvel, os resultados apresentados na figura 21 são semelhantes aos da sala 1, sendo no ponto “A”, que é “o ponto onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e em algumas vezes dispara desse ponto e distam 190 cm da mesa do exame”, 0,128 Sv/ano ou 128,6 mSv/ano. Este valor é maior que 6 vezes o limite da CNEN indicado na tabela 19. No ponto “A2-GB” representa o valor mais alto, dando 1504,4 mSv/ano. Embora tenha colocado as condições operacionais de equipamento um pouco elevado, sendo a tensão igual a 200 kV, corrente 125 mA e tempo 3,2 s, este ponto pode servir como demonstração para qualquer eventual erro que possa surgir no cotidiano do trabalho. Trata-se, justamente, do lugar onde fica o acompanhante caso necessite entrar na sala de exame. Este ponto não é fixo, foi escolhido aleatoriamente, tendo a distância de 190 cm da mesa do exame. Neste mesmo ponto, com condições operacionais aplicáveis na rotina do trabalho, que são

100 kV e 5mAs, o resultado continua sendo alarmante, dando 0,125 Sv/ano ou 124,9 mSv/ano, valor maior que 6 vezes o limite da CNEN, tabela 19.

Já no ponto “C-GB”, da figura 21, local onde o técnico se protege atrás de um biombo, resultou em 10,3 mSv/ano na condição de rotina do trabalho, que equivale 100 kV e 5 mAs, com a distância de 210 cm. Mesmo não atingindo o limite da CNEN/Brasil na tabela 19, o ponto em causa é o lugar que possivelmente o técnico se posiciona recebendo a dose a cada exame realizado, algo que é intolerável no âmbito da proteção radiológica (7,83).

Figura 21 - Resultado em Equivalente de dose ambiente para medidas internas da sala 2 do HNSM comparado com limites da CNEN/Brasil



Fonte: UFALA, I.D.

Para o cabeçote do equipamento móvel da sala 2, os resultados foram satisfatórios. O maior valor encontrado foi de 0,066 mSv/h ou 0,038mGy/h. No entanto, o cabeçote do equipamento de raios-X fixo, apresenta resultados não adequados, sendo 0,0343 mSv/min (2,05 mSv/h). Comparado com a norma de higiene ocupacional que limita em 1,0mSv/h, ou até com IN nº 90 da RDC 611, que também coloca tolerância de 1,0 mGy/h e restrição em 2,0mGy/h a distância de 1 m (86), Nesse hospital está o único aparelho de raios-X que apresentou valores da radiação de fuga muito elevados, conforme demonstra a tabela 20.

Tabela 20: Resultado dos cálculos da Fuga do Cabeçote do Equipamento de Raios-X fixo do Hospital Nacional Simão Mendes (HNSM)

Pontos	Distância (cm)	K̇ (μGy/min)	Resultado	
			(mGy/h)	(mSv/h)
A (frontal)	100	6,115	0,627	0,367
B (lateral)	100	6,663	0,684	0,400
C (atrás)	100	14,877	1,526	0,893
D (lateral)	100	20,080	2,060	1,205

Tensão= 100kV; Corrente = 320mA; tempo= 1400ms BG=4,1 μGy/min  
 Fonte: UFALA, I.D.

#### 4.3.2 Equivalente de Dose Ambiente no Hospital Militar Principal (HMP)

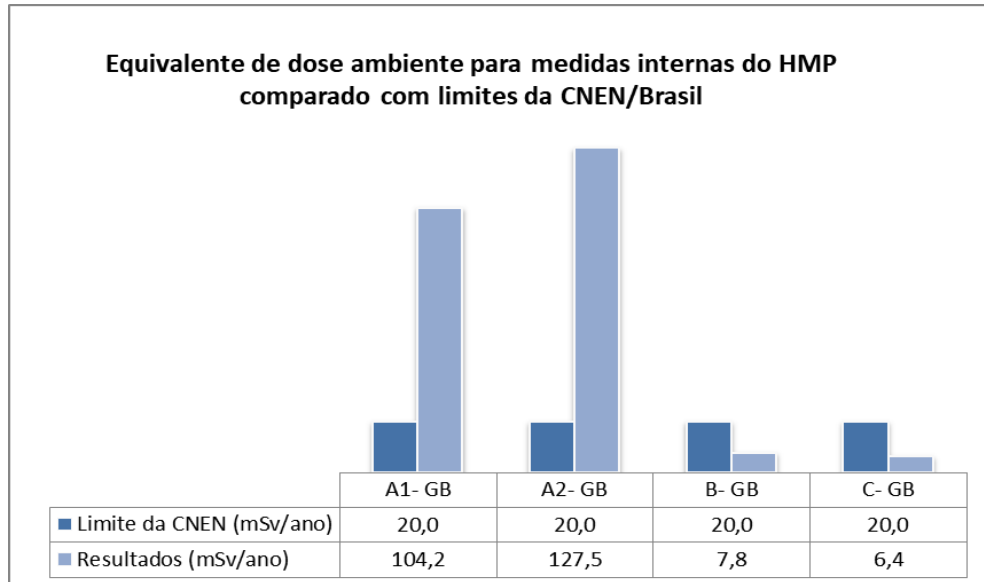
Os resultados obtidos no HMP são semelhantes aos de outros hospitais, provavelmente devido ao uso do único aparelho de raios-X móvel da mesma marca dos dois aparelhos alocados pelo HNSM. Assim, a situação alarmante permanece a mesma mencionada anteriormente, com o funcionamento do aparelho de raios-X móvel sendo utilizado de forma fixa.

No ponto “A1-GB” onde o técnico se posiciona para inserir os dados dos pacientes e em algumas vezes dispara desse ponto, com uma distância 190 cm da mesa do exame, conforme a figura 22, apresenta a equivalente de dose ambiente de 104,15 mSv/ano, com a seguinte condição operacional tensão: 108kV, produto corrente-tempo, 3,60 mAs. Este valor é maior 5 vezes que o limite da CNEN (20 mSv/ano) (7) Já atrás do biombo plumbífero móvel, o ponto onde o técnico se posiciona para dar o comando de disparo e dista 290 cm, o valor de equivalente de dose ambiente registrado foi de 6,4 mSv/ano. Embora o valor esteja abaixo da limitação da CNEN, trata-se da cabine do técnico que é partilhada e a radiação retroespalhada é constante, o técnico recebe a dose por cada exame feito nesse serviço, violando todos os princípios de proteção radiológica.

No lugar possível de receber acompanhantes, apresenta 127,5 mSv/ano, na condição operacional de tensão de 100 kV e produto corrente-tempo de 4,0 mAs. Nesse mesmo ponto, porém com distância de 400 cm, resultou em 7,8 mSv/ano. A otimização da radioproteção das exposições médicas de pacientes deve ser

entendida como a aplicação da dose de radiação estritamente necessária e suficiente para atingir os propósitos a que se destina (51).

Figura 22 - Resultado em Equivalente de dose ambiente para medidas internas da do HMP comparado com limites da CNEN/Brasil



Fonte: UFALA, I.D.

Os fatos e evidências justificam a proibição da utilização de equipamento de radiologia diagnóstica ou intervencionista móvel como fixo, exceto em condições temporárias para atendimentos de urgência ou emergência, mediante parecer do responsável técnico, prevista do artigo 81 da RDC 611 (8).

No que tange a medição externa da sala, não foram registradas doses no exterior da sala correspondente à barreira secundária (foram nulas), contudo na barreira primária atrás do Bucky mural, apresentou uma taxa de equivalente de dose ambiente de 0,00307 mSv/sem ou 0,1599 mSv/ano considerada muito baixa. O que demonstra adequação das blindagens com relação à limitação da ANVISA/ IN nº 90 indicado na tabela 21.

Tabela 21: Testes de aceitação para serviços de radiografia médica convencional, tabelada pela ANVISA RDC 611. IN Nº 90

Intervenção		Tolerância (mSv/ano)		Nível de Restrição (mSv/ano)	
Testes	Periodicidade	Área Livre	Área controlada	Área Livre	Área controlada
Levantamento radiométrico	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações nas salas, equipamentos ou procedimentos.	≤ 0,5	≤ 5,0	> 1,0	> 10,0

Fonte: Adaptado das referências (86).

Os resultados dos cálculos da radiação de fuga do cabeçote do equipamento desse hospital estão baixas como mostra a tabela 22. Apresenta taxa de kerma no ar de 0,04 mGy/h, comparado com 1,0 mSv/h estipulada pela Norma de Higiene Ocupacional (76), ou de 1,0 mGy/h a 1m, em como tolerância e 2,0mGy/h a 1m, em como restrição estipulada na IN nº 90 da ANVISA (86).

Tabela 22: Resultado dos cálculos da fuga do cabeçote do equipamento de raios-x móvel do HMP

Pontos	Distância (cm)	K̇ (μGy/min)	Resultado	
			(mGy/h)	(mSv/h)
A (frontal)	100	0,35	0,02	0,04
B (lateral)	100	0,39	0,02	0,04
C (atrás)	100	0,35	0,02	0,04
D (lateral)	100	0,30	0,02	0,03

Tensão= 103kVp; corrente=1.80mAs BG= 2,1 μGy/min

Fonte: UFALA, I.D.

De modo geral, a estrutura do edifício está adequada em relação ao equipamento existente. A sala de raios-X possui uma dimensão retangular de 7 m por 5 m, o que diminui a possibilidade de retroespalhamento. O comando para o equipamento fixo está localizado fora da sala, com um visor de janela apropriado. No entanto, o material específico utilizado para a blindagem das paredes é desconhecido.

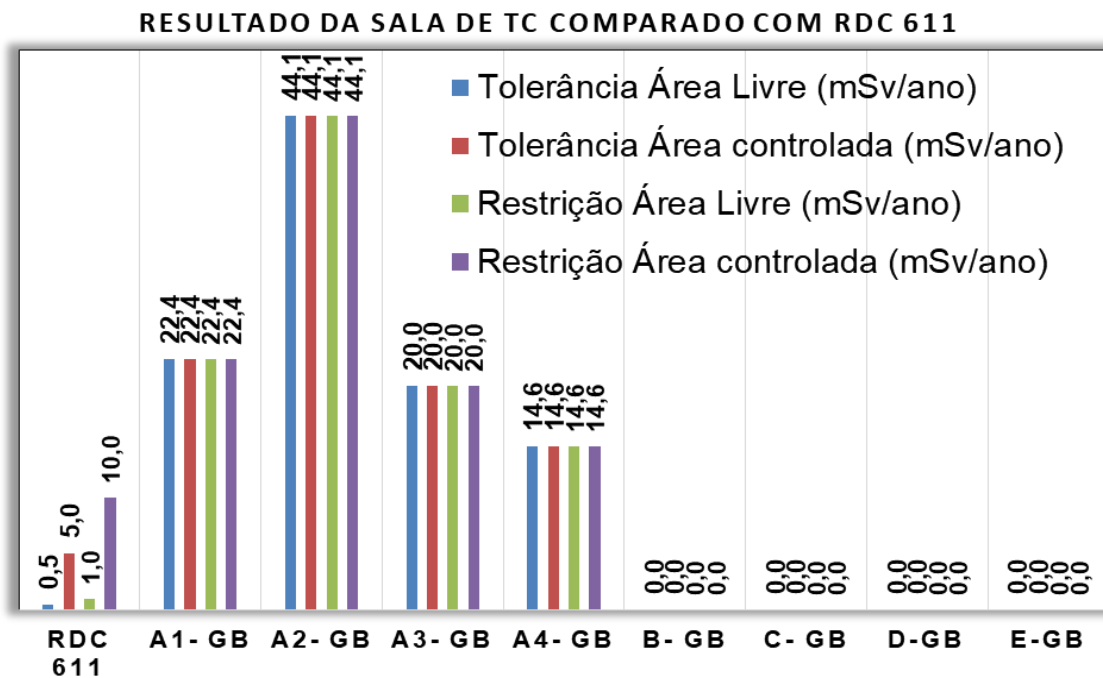
### 4.3.3 Equivalente de Dose Ambiente na Clínica Madrugada

Dentre as unidades visitadas, a Clínica Madrugada é a única estrutura sanitária particular que possui um equipamento de Tomografia Computadorizada (TC) em funcionamento no país e apresenta melhores condições de radioproteção. No entanto, devido à presença do TC em funcionamento, há uma maior exposição à radiação, embora o número de pacientes que utilizam o serviço de imagem seja menor. Essa desproporção, de forma hipotética, pode ser atribuída à situação socioeconômica do país.

#### 4.3.3.1 Cálculos dos Dados da sala de Tomografia Computadorizada da Clínica Madrugada

Os dados apresentados na figura 23 indicam os resultados das medições calculados em equivalente de dose ambiente.

Figura 23 - Resultado obtido na medição externa da sala de TC comparado com limites da ANVISA através da RDC 611, IN nº 93

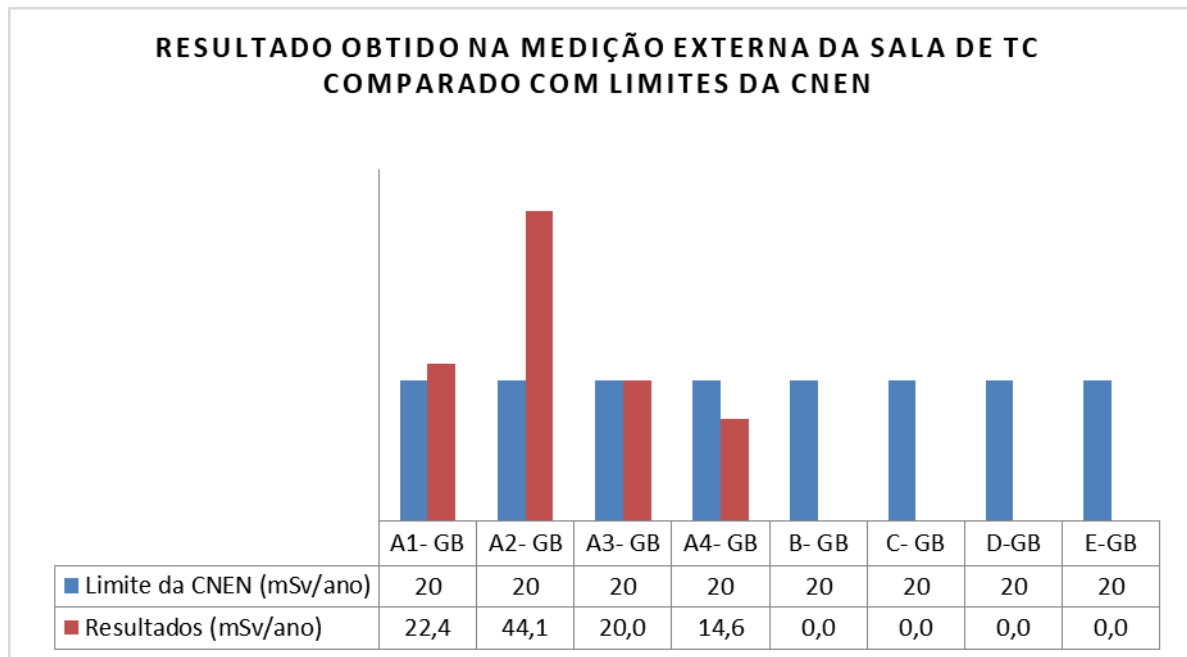


Fonte: UFALA, I.D.

Apesar de apresentar estruturas da blindagem das paredes adequadas para esse equipamento, foi detectada a radiação na borda da janela da cabine dos técnicos, justamente na posição onde o técnico se senta para operar o equipamento, conforme apontados nos pontos, A2-GB, A3-GB e A4-GB, da figura 23. Os valores encontrados foram 22,4mSv/ano, 44,1mSv/ano e 14,64mSv/ano. Comparadas com a limitação da Anvisa RDC 611 (87) declara restrição do serviço até reparação da estrutura e conseqüentemente realização de novo levantamento radiométrico. Já o ponto A1-GB, refere-se à parte de baixo da porta aonde fica o técnico e que dá acesso à sala do TC.

A figura 24 mostra uma comparação dos valores encontrados na Clínica Madrugada com a limitação da CNEN do Brasil apresentada na tabela 19.

Figura 24 - Resultado obtido na medição externa da sala de TC comparado com limites da CNEN



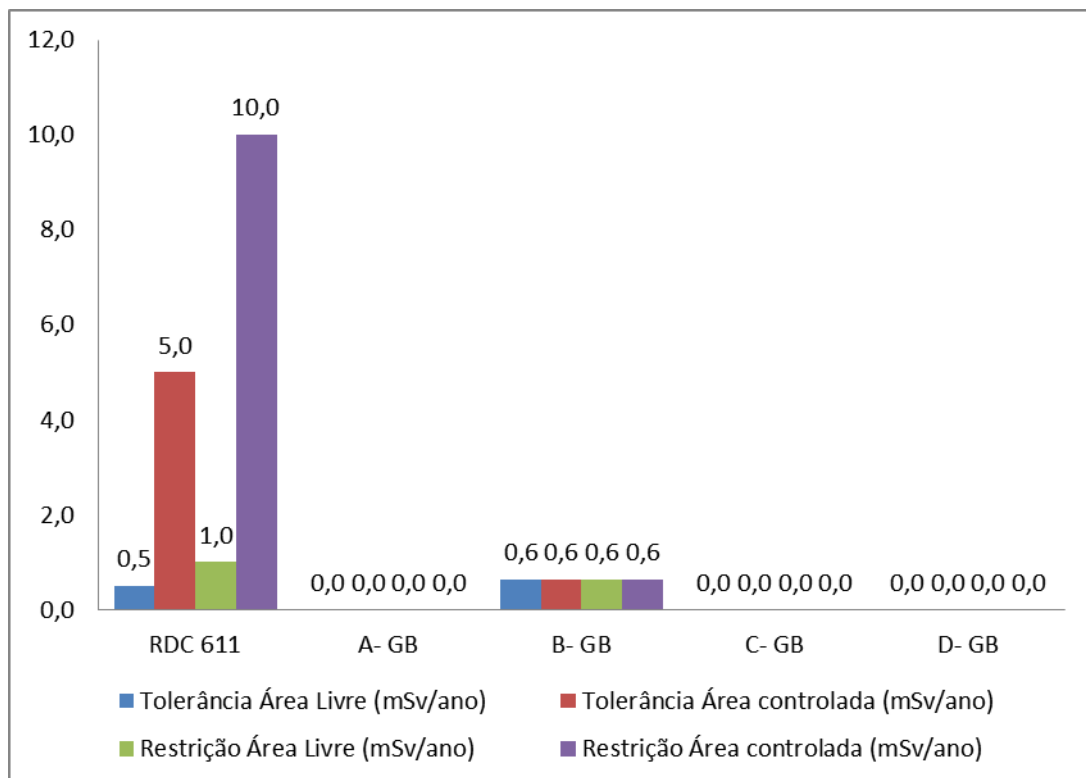
Fonte: UFALA, I.D.

Esses resultados fornecem justificativas contundentes para que o Estado, como responsável pela administração dos recursos públicos, se preocupe com o controle e a utilização das tecnologias disponíveis para a melhoria da saúde humana.

#### 4.3.3.2 Cálculos dos Dados da sala de Raios-X da Clínica Madrugada

A sala de raios-X da mesma clínica apresentou adequação com equipamento em uso, embora desconhecendo o material usado na blindagem, externamente não foi registrada nenhuma dose, porém, a sala tem uma dimensão retangular de 5 m por 3,5 m. O espaço para equipamento e a cabine móvel parece pequena, e a radiação retroespalhada foi registrada na cabine do técnico, dando 0,0121 mSv/sem ou 0,6 mSv/ano, conforme mostra o gráfico na figura 25.

Figura 25 - Resultado obtido na medição interna da sala de Raios-X comparado com limites da ANVISA através da RDC 611, IN nº 90



Fonte: UFALA, I.D.

O aparelho de raios-X mostra o estado de cabeçote bem blindado, apesar de pequeno vazamento da radiação registrada na tabela 23, na lateral B, o que não compromete limitações usadas em comparação neste trabalho.

Tabela 23 - Resultado dos cálculos da Fuga do Cabeçote do Equipamento de Raios-X da Clínica Madrugada

Pontos	Distância (cm)	K̇ (μGy/min)	Resultado	
			(mGy/h)	(mSv/h)
A(frontal)	100	1,00	0,09	0,06
B(lateral)	100	2,19	0,21	0,13
C(atrás)	100	0,36	0,03	0,02
D(lateral)	100	0,70	0,07	0,04

Tensão= 150 kVp; corrente=32,0mAs e BG= 1,3 μGy/min

Fonte: UFALA, I.D.

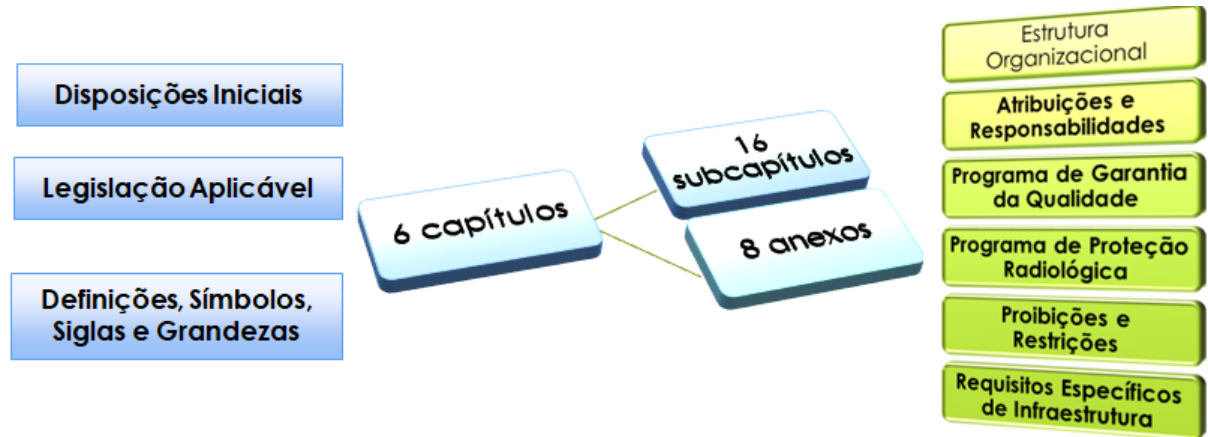
#### 4.4 Outros problemas observados

Durante a visita às estruturas sanitárias da Guiné-Bissau, foram observados diversos problemas relacionados ao serviço de radiodiagnóstico, além daqueles já mencionados nas três estruturas citadas neste trabalho. Outros problemas também foram identificados em outras unidades sanitárias não mencionadas, incluindo os seguintes:

- 1- Não utilização de filtros nos exames de raios-X,
- 2- Salas de raios-X sem porta
- 3- Equipamento de raios-X com problema de painel de controle que indica condições operacionais
- 4- Número de técnicos por cada serviço e conseqüentemente carga horária de técnicos.
- 5- Inexistência dos equipamentos de proteção individual
- 6- Inadequação dos tamanhos da sala de raios-X
- 7- Desconhecimento de doses aplicadas nos pacientes

## 4.5 Desenvolvimento da Proposta de Boas Práticas na Radiologia: Garantia de Qualidade e Proteção Radiológica

Figura 26 - estrutura da proposta apresentada



Fonte: UFALA, I.D.

Com base nos documentos analisados e nas medições realizadas no IPEN e na Guiné-Bissau, este trabalho apresenta uma proposta de boas práticas em radiologia, levando em consideração parâmetros de garantia de qualidade e os princípios de proteção radiológica. O documento proposto encontra-se no Apêndice 1 e será organizado da seguinte forma:

### Disposições iniciais

Foram apresentadas disposições iniciais que levaram em consideração aplicabilidade desta proposta, destacando que se aplica apenas para fins médicos, excluindo assim, todas outras exposições que não seja médicas.

Referente ao item da Legislação aplicada para elaboração desta proposta, o documento principal usado foi a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária- RDC nº 611 e suas Instruções Normativas. Tais documentos dispõem sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança de sistemas de mamografia

e sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica.

**Definições, Siglas e Grandezas:** foram definidos alguns conceitos e grandezas para facilitar entendimento do documento proposto.

O capítulo 1 descreve a Estrutura Organizacional do serviço que faz uso da radiação ionizante, para o diagnóstico por imagem e está subdividido em:

Primeiro Subcapítulo: **Gestão de Pessoal** e Programa de Educação Permanente. Traz a organização do serviço baseado no modelo previsto na RDC 611. Este Modelo atribuiu a responsabilidade para certas personalidades, por exemplo, profissional legalmente habilitado para responsável técnico, ou para responsável de proteção radiológica. Ainda neste subcapítulo, foi abordado sobre o Programa de Garantia da Qualidade, mostrando a necessidade de tê-lo em serviço que utiliza radiação ionizante.

Segundo Subcapítulo: **Gestão de Documentos**, mostrando a necessidade dos registros sejam conservados a um período necessário. Que não falte os documentos como, por exemplo, projeto básico de arquitetura e memorial descritivo, entre outros.

Terceiro Subcapítulo: **Requisitos Para Desativação de Serviços ou Equipamentos**, mostrando a forma como pode ser desativado o serviço de radiodiagnóstico ou descarte do equipamento.

O Capítulo II aborda as atribuições e responsabilidades, sendo dividido em três subcapítulos:

Subcapítulo I: descreve e organiza as atribuições e responsabilidades da equipe técnica.

Subcapítulo II: trata das atribuições e responsabilidades da **Equipe de Proteção Radiológica**.

Subcapítulo III: atribui **Responsabilidades** a todos os envolvidos em aspectos essenciais para a proteção radiológica, uma vez que certos aspectos exigem a colaboração de todos, começando pelo cumprimento das normas estabelecidas para a proteção contra radiação ionizante, entre outras responsabilidades.

O capítulo III aborda sobre o **Programa de Garantia da Qualidade** e traz o conjunto de ações metódicas e delineadas visando avaliar a confiabilidade adequada quanto ao funcionamento do sistema, assegurando precisão diagnóstica, segurança dos pacientes e a eficácia operacional. Composto de quatro subcapítulos, cada um abordou **Requisitos de Desempenho e Aceitação** para cada tecnologia usada para diagnóstico por imagem. Como por exemplo:

O Subcapítulo I define os **Requisitos de Desempenho e Aceitação** para Raios-X Convencional, trazendo as condições indispensáveis para o bom funcionamento do equipamento e a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, bem como a relação mínima de testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, determinando respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme Anexo I do documento proposto que está no apêndice 1 da dissertação. Ainda neste subcapítulo, foram desenvolvidos os dois seguintes tópicos, **Respeito ao Princípio de Segurança** e Particularidades dos equipamentos, dos processos e dos ambientes.

Subcapítulo II **Requisitos de Desempenho e Aceitação para Mamografia**. Dedicado aos equipamentos de mamografia, estabelecendo as condições essenciais para seu bom funcionamento, além de garantir a qualidade e a segurança dos sistemas de mamografia. Define os testes mínimos de aceitação e controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, especificando suas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme indicado no Anexo IV do documento proposto que se encontra no apêndice 1 da dissertação. O mesmo subcapítulo esclarece dois tópicos como: **Características dos equipamentos e Requisitos de desempenho e aceitação**.

Subcapítulo III **Requisitos de Desempenho e Aceitação Tomografia Computadorizada (TC)**, e contém dois tópicos como, **Características dos equipamentos e dos processos e Requisitos de desempenho e aceitação**. Em síntese o subcapítulo estabelece condições indispensáveis para o bom funcionamento do equipamento e a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica, assim como a relação mínima de

testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser alcançados pelos serviços de saúde, admitindo respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme Anexo III do documento proposto.

Subcapítulo IV trata do **Gerenciamento de Tecnologias e dos Processos de Trabalho**, estabelecendo a implementação dos padrões de qualidade de imagem, bem como a garantia de sua manutenção para assegurar que os equipamentos operem nas condições previstas.

Capítulo IV discorre sobre o **Programa de Proteção Radiológica** indicando implementação do programa de proteção radiológica abrangente. No seu subcapítulo I abordou sobre princípios gerais da proteção Radiológica, que garante a segurança do paciente e a qualidade esperada das imagens e procedimentos, todo com base nos princípios da justificação, otimização, limitação da dose e prevenção de acidentes.

Subcapítulo II apresenta a **Limitação da Dose**, limites baseados no documento da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) do Brasil, que expressa exatamente o limite da dose anual que o IOE deve ficar atento.

Subcapítulo III explana sobre **Medidas de Prevenção em Proteção Radiológica**, trazendo algumas recomendações para testes e avaliação dos equipamentos. Expressou algumas medidas fundamentais para proteção radiológica, como a classificação da sala de exame, sinalização luminosa vermelha que deve ser acionada durante os procedimentos radiológicos, entre outras medidas.

Subcapítulo IV estabelece as **Medidas de Controle em Proteção Radiológica**, e se debruçou sobre controle de proteção radiológica, mostrando a necessidade de algumas medidas de controle como, por exemplo, implementação do Programa de Garantia da Qualidade, implementação e respeito às normas, rotinas, protocolos, procedimentos operacionais e equipamentos entre outras medidas.

Subcapítulo V **Dos Equipamentos Móveis**, neste subcapítulo foram abordados alguns cuidados nos procedimentos radiológicos com equipamentos móveis em leitos hospitalares ou ambientes coletivos de internação, tais como unidades de maternidade. Preocupa-se em proteger o meio em que esses equipamentos operam.

Subcapítulo VI **Medidas de Vigilância e Monitoramento em Proteção Radiológica**. Neste subcapítulo foram indicadas algumas medidas de vigilância e monitoramento em proteção radiológica, inclusive de verificação da adequação dos níveis de exposição aos limites toleráveis propostos neste documento e monitoração dos indivíduos ocupacionalmente expostos, entre outras medidas.

Capítulo V **Proibições e Restrições**. Neste capítulo foram propostas algumas decisões de proibição ou restrições, trata-se das práticas que ponham em risco a vida humana.

Capítulo VI **Requisitos Específicos de Infraestruturas**. Este capítulo traz algumas sugestões sobre Projeto Básico de Arquitetura a ser apresentado ao órgão competente. Tecendo algumas dimensões dos diferentes serviços que usam radiação ionizante.

Por último o documento traz anexos pertinentes para programa de proteção radiológica e garantia de qualidade do serviço de radiodiagnóstico. O anexo I trata de testes, desempenho e aceitação de equipamentos de raios-X convencional. Apresentou cinco colunas trazendo na primeira coluna aplicabilidade, na segunda, tipos de teste, na terceira periodicidade de teste, na quarta tolerância (decisão tolerável) e na quinta coluna nível de restrição, ou seja, decisão que restringe o funcionamento do serviço.

- Anexo II: apresenta elementos de referência para cada tipo de exames usando os raios-X convencionais.
- Anexo III: traz os valores mínimos de camadas semirredutoras, conforme a tensão (kV) aplicada a tubo.
- Anexo IV: trata de testes de desempenho e aceitação no equipamento de mamografia. Apresentou cinco colunas, tendo na primeira coluna, aplicabilidade, na segunda coluna, tipos de teste, na terceira, periodicidade de teste, na quarta tolerância (decisão tolerável) e na quinta coluna nível de restrição, ou seja, decisão que restringe o funcionamento do serviço.
- Anexo V: expõe os elementos de referência para dose glandular média (DGM) para mamografia

- Anexo VI: apresenta aos valores de Razão Contraste Ruído (CNR), que é um parâmetro que mede a relação entre o contraste e o ruído em uma imagem, sendo um método adequado para avaliar o contraste em um sistema digital.
- Anexo VII: relaciona os testes de aceitação e de controle de qualidade para serviços de tomografia, tendo cinco colunas, na primeira coluna, aplicabilidade, na segunda coluna, tipos de teste, na terceira, periodicidade de teste, na quarta tolerância (decisão tolerável) e na quinta coluna nível de restrição, ou seja, decisão que restringe o funcionamento do serviço.
- Anexo VIII: traz os valores representativos de dose em tomografia computadorizada médica.

Em resumo, o trabalho proposto trouxe novas perspectivas sobre o uso seguro dos serviços de radiodiagnóstico e tem como objetivo minimizar os desafios enfrentados no serviço de diagnóstico por imagem na Guiné-Bissau.

## 5 CONCLUSÃO

A visita às instalações de radiodiagnóstico possibilitou a avaliação das condições físicas das estruturas que utilizam radiação-X na Guiné-Bissau. Esta avaliação proporcionou uma visão abrangente do uso habitual dos equipamentos de radiodiagnóstico, dos dispositivos auxiliares, das normas regulamentares de trabalho das condições sanitárias, entre outros aspectos, que facilitaram a investigação. A visita permitiu constatar que há avanços e benefícios com relação a equipamentos de radiação de nova tecnologia, principalmente equipamentos móveis que apresentam condições favoráveis à proteção radiológica, usados na condição normal. Há uma escassez de aparelhos de raios-X a nível regional, sendo que existe apenas um único aparelho de Tomografia Computadorizada (TC) no país, atendendo cerca de dois milhões de habitantes.

Durante as visitas, foram realizadas medições radiométricas nas estruturas sanitárias. Este levantamento permitiu determinar a distribuição da dose nos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs) e no público, além de avaliar a eficácia das blindagens das barreiras físicas utilizadas para isolar o público. Os resultados indicaram que algumas paredes estão adequadas em relação aos equipamentos utilizados, no entanto, algumas barreiras físicas, como as cabines, não atendem aos padrões normativos da ANVISA. Além disso, o procedimento operacional de equipamento móvel não foi adequado, pois foi possível perceber que as doses ultrapassam os limites estabelecidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A maioria dessas doses excessivas provém do uso de aparelhos de raios-X móveis operados como fixos, com o técnico permanecendo dentro da sala, o que constitui um desvio dos procedimentos legais recomendados pelo fabricante e por quaisquer normativas.

Foram consultados documentos internacionais e nacionais (Brasil) como base para o desenvolvimento de uma proposta para a Guiné-Bissau. Entre eles, o principal documento analisado foi a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC nº 611) e suas Instruções Normativas, que trazem elementos fundamentais para os serviços de radiodiagnóstico.

A formação de recursos humanos é um dos pilares de qualquer projeto de desenvolvimento, especialmente na área da saúde. Portanto, deve se apostar na formação dos recursos humanos como forma de minimizar dificuldades relatadas neste trabalho.

O uso da radiação sempre foi regulado ou normatizado desde sua descoberta, devido ao conhecimento de seus efeitos nocivos aos seres humanos. A normalização do setor de radiodiagnóstico por imagem na RGB deve ser prioridade, pois, os dados apresentados neste trabalho, são alarmantes no ponto de vista de proteção radiológica. Isto se deve à ausência de instituições com a capacidade de organizar e criar normas ou regulamentos para o uso de radiações ionizantes na Guiné-Bissau.

Diante dos fatos constatados, este trabalho apresenta, no Apêndice 1, soluções para resolver alguns dos problemas encontrados nos serviços de radiodiagnóstico na Guiné-Bissau.

Pretende-se como ação futura encaminhar esta proposta às autoridades do Ministério da Saúde Pública da Guiné Bissau para a avaliação de sua aplicabilidade.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Xavier AM, Gaidano E, Moro JT, Heilbron PF. Princípios básicos de segurança e proteção radiológica [Internet]. 4 edição. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2014 [citado 20 de setembro de 2024]. 248 p. Available at: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/centro-de-informacoes-nucleares/material-didatico-1/principios-basicos-de-seguranca-e-protecao-radiologica-terceira-edicao-revisada.pdf>
2. Okuno, Emico; Yoshimura E. Física das Radiações. [Internet]. São Paulo; 2010 [citado 20 de setembro de 2024]. São Paulo. Available at: <https://app.saberx.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Fisica-da-Radiacoes-Okuno-e-YoshimuraSou-Exatas.pdf>
3. The United Nations Environment Programme (UNEP), Radiação Efeitos e Fontes. O que é radiação? O que a radiação faz a nós? De onde vem a radiação? Esta publicação é, em grande parte, baseada nas conclusões do Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação [Internet]. United Nations Environment Programme. 2016 [citado 20 de setembro de 2024]. p. 68. Available at: <https://www.unep.org/resources/report/radiation-effects-and-sources>
4. Emico Okuno. Epidemiologia do câncer devido a radiações e a elaboração de recomendações. [citado 20 de setembro de 2024]; Available at: [file:///C:/Users/consulta/Downloads/\\_34-Texto do artigo-101-106-10-20150924.pdf](file:///C:/Users/consulta/Downloads/_34-Texto do artigo-101-106-10-20150924.pdf)
5. Okuno E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. ROENTGEN-Revista Científica das Técnicas Radiológicas [Internet]. 2013 [citado 20 de setembro de 2024];2(2):77–8. Available at: <https://www.scielo.br/j/ea/a/xzD9Dgv8GPFtHkxkfbQsn4f/>
6. (Org)Patrícia Fernanda Dorow, (Org)Caroline de Medeiros. Proteção radiológica no diagnóstico e terapia [Internet]. 1ª edição. SC F, organizador. Florianópolis; 2019 [citado 20 de setembro de 2024]. 150 p. Available at: <https://pt.slideshare.net/slideshow/proteo-radiologica-ebook-final/251369531>
7. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança. Dispõe sobre os princípios gerais e requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e do meio ambiente e para a segurança radiológica das fontes de radiação ionizante. [Internet]. Diário Oficial da União. 2024 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/aceso-rapido/normas/grupo-3/NormaCNENNN3.01.pdf>

8. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Resolução RDC nº 611/2022. Estabelece os requisitos sanitários para a organização e o funcionamento de serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista e regulamenta o controle das exposições médicas, ocupaci [Internet]. Vol. 2022. Brasil; 2022 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: [https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407467/RDC\\_611\\_2022\\_.pdf/c552d93f-b80d-408e-92a0-9fa3573f6d46](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407467/RDC_611_2022_.pdf/c552d93f-b80d-408e-92a0-9fa3573f6d46)
9. Adolfo Neto J, Gois LC de, Costa LM, Silva SBCB, Taumaturgo I de CB, Guimarães CP, et al. Avaliação das instalações radiológicas nos serviços de tomografia computadorizada que atendem pelo SUS na cidade de Teresina-Piauí / Evaluation of the radiological facilities in the computerized tomography services that service by SUS in the city of Teres. Brazilian J Dev [Internet]. 2021 [citado 20 de setembro de 2024];7(6):60414–36. Available at: Avaliação das instalações radiológicas nos serviços de tomografia computadorizada que atendem pelo SUS na cidade de Teresina-Piauí / Evaluation of the radiological facilities in the computerized tomography services that service by SUS in the city of Teres
10. Navarro MVT, Navarro VCC, Garcia IFM, Macedo EM. Levantamento radiométrico em mamografia: problemas e desafios. 2015;1–4. Available at: [http://media.metrologia2015.org.br/media/uploads/trabalhos/Levantamento\\_Radiométrico\\_em\\_Mamografia.pdf](http://media.metrologia2015.org.br/media/uploads/trabalhos/Levantamento_Radiométrico_em_Mamografia.pdf)
11. Portugal. Diário da República, 1.<sup>a</sup> série — N.º 232 — 3 de dezembro de 2018, Agência Portuguesa do Ambiente Departamento de Emergências e Proteção Radiológica Divisão de Autorização e Segurança Nuclear. O presente decreto-lei estabelece o regime jurídico d. Vol. 1, Revista de Direito Administrativo. 2018.
12. Nuclear IF. Preparation for the implementation of the Convention on Physical Protection of Nuclear Material and its Amendment in Senegal. International Conference on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities IAEA Headquarters Vienna, Austria, 13. 2017 [citado 20 de setembro de 2024];(November):13–7. Available at: [https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1481\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/pub1481_web.pdf)
13. Ufala ID. Panorama da utilização dos equipamentos radiológicos em dois hospitais de referência da Guiné-Bissau. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira; 2022.
14. Organização Mundial de Saúde (OMS). Avaliação Externa conjunta das principais capacidades do RSI da Guiné-Bissau. A avaliação externa conjunta (AEC) na Guiné-Bissau decorreu entre os dias 8 e 12 de Julho de 2019, [Internet]. OMS. Guiné-Bissau; 2019 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/330358/WHO-WHE-CPI-2019.17-por.pdf?sequence=1>

15. Carlyle BS. Ciência Radiológica para Tecnólogos: Física, Biologia e Proteção. [Internet]. Vol. 9ª EDIÇÃO, Elsevier. MOSBY; 2010. 709 p. Available at: <https://sebokapricho.com.br/produto/ciencia-radiologica-para-tecnologos-fisica-biologia-e-protecao-9aedicao-stewart-carlyle-bushong/30373437>
16. Santos M. Turismo na Guiné Bissau: paradoxos e perspectivas para um país em conflito. 2019; Available at: <https://www.researchgate.net/figure/Mapa-politico-administrativa-da-Guine-Bissau>
17. Guiné-Bissau. Plano Nacional de Ministério da Saúde Pública Desenvolvimento Sanitário 2018-2022 PNDS III [Internet]. Bissau: Ministério da Saúde Pública; 2018. Available at: <https://extranet.who.int/countryplanningcycles/planning-cycle-files/plano-nacional-de-desenvolvimento-sanitario-pnds-iii-2018-2022>
18. SILVA OC. Análise do aproveitamento economico e energetico do óleo de palma na Guiné-Bissau na perspectiva do desenvolvimento sustentável - OrlandoCristiano. [Internet]. USP; 1997 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-18012012-165022/publico/OrlandoCristiano.PDF>
19. Guerreiro CS, Hartz Z, Ferrinho P, Havik PJ. 25 Anos de Política Nacional de Saúde na República da Guiné-Bissau: Memórias do seu Planeamento Estratégico em Saúde. Cad Estud Africanos [Internet]. 2019;(38):239–64. Available at: <https://journals.openedition.org/cea/4619>
20. Guiné-Bissau. Guiné-Bissau. Ministério da Saúde Pública. Plano Nacional de Desenvolvimento Sanitário (PNDS III) 2023-2028. Guiné-Bissau: Ministério da Saúde Pública PNDS\_arc\_251123. [Internet]. Bissau; p. Diário Oficial da República da Guiné-Bissau. Available at: Pdf
21. Mendes A. Perfil Epidemiológico da Mortalidade Materna no Hospital de Referencia Nacional da Guiné-Bissau - 2013 a 2018 [Internet]. Vol. 8, Fortaleza. 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798><https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.02.002><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://>
22. Etelvina Vaz Djabatá. Governabilidade do Sistema de Saúde na Guiné-Bissau: Oportunidades e Desafios da Governança para a Promoção dos Cuidados de Saúde Primário na Guiné-Bissau. Pesqui Vet Bras [Internet]. 2021;26(2):173–80. Available at: <http://www.ufrgs.br/actavet/31-1/artigo552.pdf>
23. Artur Martinho Indi. Que Organização e Que Recursos Humanos Para Suportar o Desenvolvimento de sistema de Informação no Hospital Nacional Simão Mendes, Guiné-Bissau. 2021;1–73.

24. Tauhata, L., Salati, I. P. A., Di Prinzio, R., Di Prinzio MARR, Radioproteção. Radioprotecao e Dosimetria - Fundamentos [Internet]. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos - 10<sup>a</sup> revisão abril/2014 - Rio de Janeiro - IRD/CNEN. 344p; 2014. INSTITUTO DE RADIOPROTEÇÃO E DOSIMETRIA COMISSÃO N. Available at: 978-85-67870-02-1
25. Bellintani SA, Gili F das N, Mazzilli BP, Romero Filho CR, Kodama Y, Suzuki FF, et al. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Noções Básicas de Proteção Radiológica. Diretoria de Segurança Nuclear Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos. Ipen. São Paulo; 2002.
26. Skromov de Albuquerque A, Mastrocola LE. Radiação E Exames Diagnósticos: Qual O Risco Real. Rev da Soc Cardiol do Estado São Paulo [Internet]. 2017 [citado 20 de setembro de 2024];27(2):82–7. Available at: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/08/847844/01\\_revistasocesp\\_v27\\_02.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/08/847844/01_revistasocesp_v27_02.pdf)
27. Genezini FA, Semmler R, Prepara E. Fundamentos de física nuclear e aplicações uma breve introdução aos fenômenos ligados ao núcleo atômico [Internet]. São Paulo; Available at: pdf está em preparação
28. Mateus Yoshimura E. Física das Radiações: interação da radiação com a matéria. Revista Brasileira de Física Médica. 2009;3(1):57–67.
29. Marques NLR, de Sousa Bulhões LO. Uma abordagem histórica sobre a interação da radiação com a matéria. Rev Educ Mais. 2019;3(2):219–29.
30. Costa PR. Laboratório de Física Moderna (4300377) Interação da Radiação  $\gamma$  com a Matéria. São Paulo: DFN/IFUSP;
31. Nouailhetas Y, Eduardo Bonacossa de Alemida C, Pestana S. Radiações Ionizantes e a vida [Internet]. Cnen. 2008. p. 42. Available at: [http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/rad\\_ion.pdf](http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/rad_ion.pdf)
32. Yklys Santos Rodrigues. Otimização de um sistema de controle e aquisição de dados para calibração de medidores de radiação X com utilização de ferramentas computacionais. 2013;
33. Attix FH. Introduction To Radiological Physics and Radiation Dosimetry [Internet]. KGaA WVVG& C, organizador. John Wiley & Sons, Inc. University of Wisconsin Medical School Madison, Wisconsin; 2004 [citado 20 de setembro de 2024]. 607 p. Available at: <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/79bf7bc0415a1e4d223acd4f941327f8.pdf>
34. Vivolo V. Desenvolvimento de um sistema de referência para determinação do equivalente de dose pessoal e da constância de feixes de radiação X. [Internet]. Vol. 3. ;2007 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22032012-171957/pt-br.php>

35. Fenyó-Pereira M, Crivello Júnior O, Lascale CÂ, Costa C, Freitas CF de, Arita ES, et al. Radiologia odontológica e imaginologia [Internet]. Santos; 2013 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: [https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/2620/1/Unidade\\_01\\_radiologia\\_odontologica.pdf](https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/2620/1/Unidade_01_radiologia_odontologica.pdf)
36. Vinícius M, Navarro T. Risco, radiodiagnóstico e vigilância sanitária [Internet]. 2009 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://books.scielo.org/id/q5>
37. Tauahata, Luiz; Salati, Ivan; Prinzi RDP, Zio ARD. Radioproteção e dosimetria : Fundamentos [Internet]. Ird/Cnen. 2013 [citado 20 de setembro de 2024]. 345 p. Available at: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/45/073/45073465.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/073/45073465.pdf)
38. Series SR. Safety reports series patient radiation exposure monitoring in medical Imaging IAEA safety standards and related publications. 2023 [citado 20 de setembro de 2024]; Available at: [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/medical-radiation-protection-market-1200.html?gad\\_source=1&gclid=EA1aIQobChMIh7rTjfTRiAMV\\_QutBh0UqDdT EAAAYASAAEgLPg\\_D\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/medical-radiation-protection-market-1200.html?gad_source=1&gclid=EA1aIQobChMIh7rTjfTRiAMV_QutBh0UqDdT EAAAYASAAEgLPg_D_BwE)
39. Villa S de A. Guia para levantamento radiométrico em serviços de medicina nuclear [Internet]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2021 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/235359/001137152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
40. International Atomic Energy Agency (IAEA). International Atomic Energy Agency (IAEA) Handbook of Basic Quality Control Tests for Diagnostic Radiology [Internet]. Vienna; 2023. Available at: <http://www.iaea.org/Publications/index.html>
41. Bessa ACM De. Intercomparação de câmaras de ionização em feixes padrões de raios x, níveis radioterapia, radiodiagnóstico e radioproteção. 2007;130. Available at: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/39/077/39077366.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/077/39077366.pdf)
42. Potiens M da PA. Metodologia dosimétrica e sistema de referência para radiação X nível diagnóstico. usp. 1999.
43. Joel Marques Xavier Filho. Avaliação de câmaras monitoras em feixes padrões de radiologia a partir de simulações com o método de Monte Carlo. Vol. 33, Braz Dent J. 2022.

44. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, ISO 4037-2. Proteção radiológica- radiação X e gama de referência para calibração de dosímetros e medidores de dose e de taxa de dose, e para determinação de suas respostas em função de energia dos fótons. Parte 2: [Internet]. 2021. Available at: <https://www.iso.org/standard/66873.html>
45. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR 60601-1-3 IEC Equipamento eletromédico Parte 1-3: Requisitos gerais para segurança e desempenho essencial — Norma Colateral: Proteção contra radiação em equipamentos para radiodiagnóstico [Internet]. Rio de Janeiro; 2016 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/N3112.pdf>
46. Franciscatto PC. Caracterização das Qualidades de Radiação X Seguindo as Recomendações da Norma IEC 61267 no Laboratório de Calibração do IPEN Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. 2009.
47. International Electrotechnical Commission IEC. Medical Electrical Equipment - Dosimetric Instruments Used for Non-Invasive Measurement of X-Ray Tube Voltage in Diagnostic Radiology, Geneva 2002. (IEC 61676). [Internet]. 2002 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/104755/120eb773c6ad42afa305c2acb85cd01b/IEC-61676-2023.pdf>
48. Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT NBR ISO 4037-3. Proteção radiológica — Radiação X e gama de referência para calibração de dosímetros e medidores de taxa de dose, e para determinação de suas respostas em função da energia dos fótons Parte 1: 2020. p. 1–53.
49. Internacional Atomic Energy Agency (IAEA) Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. [Internet]. Vienna: IAEA; 2005[cited 2024 Agos 05]. Vol. 52, Journal of Agricultural and Food Chemistry. Viena; 2005.
50. Yoshizumi MT. Projeto, construção e caracterização de câmaras de ionização especiais para monitoração de feixes de radiação X. 2010;
51. International Commission on Radiation Units and Measurements(ICRU). Report 85a (Revised) Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation. Report 85: Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation [Internet]. Vol. 21, Medical Engineering & Physics. Oxford University Press; 2011 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.icru.org/report/fundamental-quantities-and-units-for-ionizing-radiation-icru-report-85a-revised/>
52. The National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Report No. 147, Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging

- Facilities, Recommendations of The NCRP 7910 Woodmont Avenue, Suite 400 / Bethesda, MD 20814 [Internet]. Ncrp Report. 2008. Available at: NCRP REPORT No. 147
53. Paulo Henrique Gonçalves Rosado. Determinação experimental dos coeficientes de conversão de kerma no ar para o equivalente de dose pessoal,  $H_p(d)$ , e fatores de retroespalhamento em feixes de raios-X diagnóstico [Internet]. 1941 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/39/077/39077354.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/077/39077354.pdf)
  54. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) NN-3.01/002 Fatores de ponderação para as grandezas de proteção radiológica. Esta Posição Regulatória refere-se aos requisitos da Norma CNEN-NN-3.01 “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica” relacionados com. Brasil. 2018.
  55. The International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) and The International Commission on Radiological Protection (ICRP) draft joint report operational quantities for external radiation exposure. 2017;20(10). Available at: [https://www.icrp.org/docs/ICRU and ICRP Draft Joint Report Operational Quantities for External Radiation Exposure.pdf](https://www.icrp.org/docs/ICRU%20and%20ICRP%20Draft%20Joint%20Report%20Operational%20Quantities%20for%20External%20Radiation%20Exposure.pdf)
  56. Kramer HM, Selbach HJ, Iles WJ. The practical peak voltage of diagnostic X-ray generators. Br J Radiol [Internet]. 1998 [citado 20 de setembro de 2024];71(FEB.):200–9. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9579184/>
  57. Israel D. Barros, Eduardo L. Corrêa, Maria P. A. Potiens, Vitor, Eric A Vivolo BS. Teste De Estabilidade Dos Sistemas De Raios X Do Laboratório De Calibração do IPEN. 2015.
  58. Potiens JAM e MPA. Controle de Qualidade de Câmaras de Ionização Planas Utilizadas Como Câmaras Monitoras em Feixes de Radiodiagnóstico. Rev Bras Física Médica, Vol 1, Número 1, 2005 Comun Técnica Control. 2005;1:15–9.
  59. Ufala, Ildo. Domingos.; Santos LC. PMPA. Avaliação do desempenho de uma câmara monitora em feixes de referência para radiodiagnóstico. SUMÁRIO DOS TRABALHOS APRESENTADOS. 2023;
  60. Santos, L. C. Ufala IDPMPA. Arranjo para a determinação da taxa de Kerma no ar na qualidade de radiodiagnóstico em um laboratório de calibração de medidores de raios-X” [Internet]. São Paulo; 2023 [citado 19 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.arandanet.com.br/revista/mm/noticia/7077-Inscricoes-abertas-para-o-Enqualab-2023.html>
  61. Maia AF. Padronização de feixes e metodologia dosimétrica em tomografia computadorizada. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.; 2005.

62. Betti F. Desenvolvimento e implantação de um programa de controle e aquisição de dados na calibração de instrumentos em radiodiagnóstico [Internet]. INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES Autarquia associada à Universidade de São Paulo; 2007 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-16062008-154035/publico/Tese\\_Flavio\\_Betti.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-16062008-154035/publico/Tese_Flavio_Betti.pdf)
63. Claudia Carla Gronchi Robson Spinelli Gomes Sonia Garcia Pereira Cecatti. Norma de Higiene Ocupacional Procedimento Técnico: Procedimento Técnico da Avaliação da Exposição Ocupacional aos Raios X nos Serviços de Radiologia. Este procedimento técnico está inserido na Série de Normas de Higiene Ocupacional (NHOs). 2001 [citado 20 de setembro de 2024];(september 2016):1–6. Available at: <https://www.unicesumar.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/50/2019/06/NHO05.pdf>
64. International Atomic Energy Agency (IAEA). Protocolos de control de calidad para radiodiagnóstico en américa latina y el caribe [Internet]. Viena: Organismo Internacional de Energia Atómica; 2021. Available at: [www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad](http://www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad)
65. CONFEA. Protocolos Para Execução Execução de Testes em Diagnóstica e Intervencionista. Fruto do trabalho do Grupo de Trabalho de Equipamentos Eletromédicos da CCEEE – Coordenadoria de Câmaras Especializadas em Engenharia Elétrica no ano de 2021 esta publicação apresenta protocolos para orientar profissionais que realizam os chamados “testes de controle de qualidade” em equipamentos eletromédicos emissores de radiação, seus afins e correlatos. [Internet]. Brasil; 2021 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: [https://www.confear.org.br/midias/uploads-imce/Cartilha\\_Protocolos\\_Testes\\_Radiologia\\_CCEEE\\_CONFEA\\_2021.pdf](https://www.confear.org.br/midias/uploads-imce/Cartilha_Protocolos_Testes_Radiologia_CCEEE_CONFEA_2021.pdf)
66. McLean ID, Pernicka F (Frantisek), Ortiz López P (Pedro), International Atomic Energy Agency. Quality assurance programme for screen film mammography. 2009;(39):221.
67. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Radiodiagnóstico médico: segurança e desempenho de equipamentos. esta publicação é o resultado do trabalho de físicos especialistas em radiodiagnóstico, representando diferentes instituições e universidades do país. [Internet]. Brasil; 2005 [citado 20 de setembro de 2024]. p. 1–103. Available at: [https://www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2005/Monografias/PauloCosta\\_Tania.pdf](https://www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2005/Monografias/PauloCosta_Tania.pdf)
68. Guiné-Bissau. Programa Funcional” do Hospital Nacional Simão Mendes [Internet]. 2023 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.afro.who.int/node/19280>

69. Voa Jornal. VOA. 2011. Hospital Nacional Simão Mendes. Jornal Voa. Available at: <https://www.voaportugues.com/a/article-11-16-2011-bissau-hospital-133981103/1261620.html>
70. Badjana T. Hospital Militar Principal. Disponível. O Democr [Internet]. 2815; Available at: <https://www.odemocratagb.com/?p=6268>
71. Dias MM. Padrões sazonais na utilização do serviço de urgência do Hospital Nacional Simão Mendes ( Bissau ). 2020;
72. Estatuto. Associazione per la Collaborazione allo Sviluppo di Base della Guinea Bissau di Verona – Onlus Associazione per la Collaborazione allo Sviluppo di Base della Guinea Bissau di Verona – Onlus L'Associazione con le proprie finalità si rivolge a quan [Internet]. Verona; 2017. Available at: <https://madrugadagb.org/wordpress/wp-content/uploads/2020/09/STATUTO-Associazione-Guinea-Bissau-ETS-20-dicembre-2019.pdf> Acesso em: 23 março. 2024.
73. Clínica Madrugada. Boletim de Informação Maio 2022, Começo da semana o Engenheiro Josip, veio da Croácia para montar a maquina de TAC , esteve presente durante uma semana com ajuda dos funcionários da Madrugada a montar e a fazer atualizações para um bom funcionamento . Dia. 2022; Available at: <https://madrugadagb.org/wordpress/it/la-tac-per-la-prima-volta-in-guinea-bissau/> Acesso em: 23 março. 2024
74. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 147 Use of Dose Quantities in Radiological Protection. Esta publicação fornece mais orientações sobre a base científica para o controle de riscos de radiação usando quantidades de [Internet]. ICRP AOT, organizador. Vol. 50, From the Margins. Ottawa, Canadá; 2013. Available at: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP Publication 147>
75. The National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) Report No. 147, Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities, Recommendations of The National Council on Radiation Protection and Measurements. Vienna; 2005.
76. Gronchi CC, Gomes RS, Cecatti SGP. Avaliação da exposição ocupacional aos raios X nos serviços de radiologia. Norma de Higiene Ocupacional [Internet]. 2001. 37 p. Available at: <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/download/Publicacao/198/NHO05-pdf>
77. Ordem dos Médicos. Manual de boas práticas da especialidade de radiologia, ordem dos médicos portuguesa. Este manual visa instituir ou consolidar normas de qualidade das unidades de saúde que utilizem, com fins de diagnóstico, terapêutica e de prevenção, radiações ionizante. [Internet]. Diário da Republica Portuguesa, Ministério da Saúde. 2003 [citado 20 de setembro

- de 2024]. Available at: <https://ordemdosmedicos.pt/wp-content/uploads/2017/09/MBP-Radiologia-2024.pdf>
78. International Atomic Energy Agency (IAEA) Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy, Technical Reports Series No. 398 (Rev. 1), IAEA, Viena [Internet]. Vol. 35, European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. Vienna; 2008. Available at: <https://doi.org/10.61092/iaea.ve7q-y94k>
  79. International Atomic Energy Agency (IAEA) 398 Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy and An International Code of Practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose To Water Endorsed. Int At ENERGY AGENCY [Internet]. 2024;398(398). Available at: <https://www.iaea.org/resources/safety-standards>
  80. International Atomic Energy Agency (IAEA) Safety Related Publications. 1999;(June):153. Available at: [www.iaea.org/ns/coordinet](http://www.iaea.org/ns/coordinet)
  81. International Atomic Energy Agency (IAEA). International Conference on Occupational Radiation Protection: Enhancing the Protection of Workers — Gaps, Challenges and Developments. In 2014 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <http://www-pub.iaea.org/iaeameetings/46139/International-Conference-on-Occupatio>;
  82. International Atomic Energy Agency (IAEA). Guidelines for the Certification of Clinically Qualified Medical Physicists, Training Course Series No. 71. 2021;
  83. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) publication 103, the 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection [Internet]. Vol. 188, Radiation Physics and Chemistry. Vienna: Annals of the ICRP Annals of the ICRP Annals of the ICRP; 2007 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP+Publication+103>
  84. The National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Report no. 49: structural shielding design and evaluation for medical use of x-rays and gamma rays of energies up to 10 MeV. by the authority vested by part 5 of the united states code [Internet]. Vol. 5, Journal of Nuclear Medicine Technology. WASHINGTON; 1977 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/005/ncrp.49.1976.pdf>
  85. BRASIL. Ministério da Saúde. Critérios e Parâmetros Assistenciais para o Planejamento e Programação de Ações e Serviços de Saúde no âmbito do Sistema Nacional de Saúde -SUS. Ministério da saúde Série Parâmetros SUS [Internet]. 2017 [citado 20 de setembro de 2024];1:2–16. Available at: <https://www.cofen.gov.br/resoluo-cofen-2932004/>
  86. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) - Ministério da Saúde. Instrução Normativa - IN nº 90, de 27 de maio de 2021. Dispõe sobre

requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, e dá outras providências. Diário Of da União [Internet]. 2021 [citado 20 de setembro de 2024];1:149. Available at: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/202107/08065734-in902021radiografiacconvencional.pdf>

87. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa - Nº 93. Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica, e dá outras providências [Internet]. A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2021 [citado 20 de setembro de 2024]. Available at: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/202107/08070428-in932021tomografiacomputadorizada.pdf>

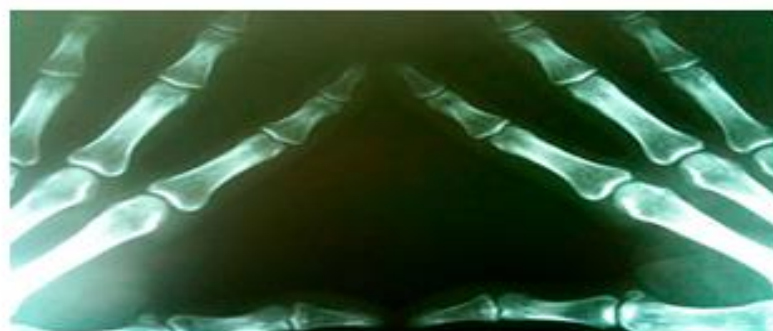
## **APÊNDICE**

### **Proposta de Boas Práticas em Radiologia: Garantia de Qualidade e Proteção Radiológica**

REPÚBLICA DA  GUINÉ-BISSAU

PROPOSTA DE BOAS PRÁTICAS EM  
RADIOLOGIA: QUALIDADE E

PROTEÇÃO  RADIOLÓGICA



## Sumário

<b>Disposições Iniciais .....</b>	<b>4</b>
<b>Legislação Aplicável .....</b>	<b>4</b>
<b>Definições, Símbolos, Siglas e Grandezas .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>8</b>
<b>Estrutura Organizacional.....</b>	<b>8</b>
Subcapítulo I .....	8
Gestão de Pessoal e Programa de Educação Permanente.....	8
Subcapítulo II .....	10
Gestão de Documentos.....	10
Subcapítulo III .....	11
Requisitos Para Desativação de Serviços ou Equipamentos.....	11
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>11</b>
<b>Atribuições e Responsabilidades .....</b>	<b>11</b>
Subcapítulo I .....	11
Equipe Técnica .....	11
Subcapítulo II .....	12
Equipe De Proteção Radiológica.....	12
Subcapítulo III .....	13
Responsabilidade de Todos .....	13
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>14</b>
<b>Programa de Garantia da Qualidade .....</b>	<b>14</b>
Subcapítulo I .....	15
Requisitos de Desempenho e Aceitação (Raios-X Convencional).....	15
Respeito ao Princípio de Segurança.....	15
Particularidades dos Equipamentos, dos Processos e dos Ambientes. ....	16
Subcapítulo II .....	18
Requisitos de Desempenho e Aceitação (Mamografia) .....	18
Características dos Equipamentos .....	18
Requisitos de Desempenho e Aceitação.....	19
Subcapítulo III .....	20
Requisitos de Desempenho e Aceitação (Tomografia Computadorizada (TC)) .....	20
Características dos Equipamentos e dos Processos .....	21
Requisitos de Desempenho e Aceitação.....	22

Subcapítulo IV.....	22
Gerenciamento de Tecnologias e dos Processos de Trabalho.....	22
<b>Gerenciamento dos Processos de Trabalho.....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>23</b>
<b>Programa de Proteção Radiológica.....</b>	<b>23</b>
Subcapítulo I.....	23
Princípios Gerais da Proteção Radiológica.....	23
Subcapítulo II.....	25
Limitação da Dose.....	25
Subcapítulo III.....	25
Medidas de Prevenção em Proteção Radiológica.....	25
Subcapítulo IV.....	27
Medidas de Controle em Proteção Radiológica.....	27
Subcapítulo V.....	28
Dos Equipamentos Móveis.....	28
Subcapítulo VI.....	29
Medidas de Vigilância e Monitoramento em Proteção Radiológica.....	29
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>32</b>
<b>Proibições e Restrições.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>33</b>
<b>Requisitos Específicos de Infraestrutura.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>36</b>

## **Disposições Iniciais**

O Documento propõe a diretriz normativa de boas práticas para serviços que fazem uso de radiações ionizantes na Guiné-Bissau.

Propositase que este documento seja aplicado para todas as pessoas jurídicas ou físicas, de direito privado ou público, civis ou militares, envolvidas com prestação de serviços de radiologia diagnóstica em situações de exposição planejada. Os tipos de exposição considerados no escopo desta proposta normativa são exposições ocupacionais, exposições do público e exposições médicas.

A proposta não inclui todas outras exposições que não sejam para fins médicos.

### **Legislação Aplicável**

Este documento é adaptado da Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária- RDC nº 611 da ANVISA, do Brasil, publicado no boletim oficial dia 16 de março de 2022.

Incluídas as seguintes instruções normativas:

Requisitos Básicos de Radioproteção e Segurança Radiológica de Fontes de Radiação. Norma CNEN NN 3.01/2024. Dispõe sobre os princípios gerais e requisitos básicos para a radioproteção das pessoas e do meio ambiente e para a segurança radiológica das fontes de radiação ionizante.

Instrução Normativa Nº 90, de 27 de maio de 2021 do Ministério da Saúde e ANVISA – Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, e dá outras providências;

Instrução Normativa Nº 92, de 27 de maio de 2021 do Ministério da Saúde e ANVISA – Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança de sistemas de mamografia, e dá outras providências;

Instrução Normativa Nº 93, de 27 de maio de 2021 do Ministério da Saúde e ANVISA – Dispõe sobre requisitos sanitários para a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica, e dá outras providências;

No que tange às dimensões das salas de radiologias tratadas neste documento foi referenciado no documento:

Manual de boas Práticas da Especialidade de Radiologia, Portugal, visa instituir e consolidar normas de qualidade das Unidades de saúde que utilizem, com fins de diagnóstico, terapêutica e de prevenção, radiações ionizantes, ultrassons ou campos magnéticos, abrangendo as áreas logísticas e técnica, parâmetros de recursos humanos e a prática operacional.

### **Definições, Símbolos, Siglas e Grandezas**

Para entendimento desta proposta, são adotadas as seguintes definições e siglas.

**Acompanhantes** - pessoas que livre e voluntariamente prestam assistência para o cuidado, apoio e bem-estar de pacientes, humanos ou animais, submetidos a procedimentos médicos ou veterinários;

**Área livre** - qualquer área que não seja classificada como área controlada ou área supervisionada.

**Área Controlada**- Área sujeita a regras especiais de proteção e segurança, com a finalidade de controlar as exposições normais e evitar as exposições não autorizadas ou acidentais.

**Área supervisionada** - área para a qual as condições de exposição ocupacional são mantidas sob supervisão, mesmo que medidas de radioproteção e segurança radiológica específica não sejam normalmente necessárias.

**Cultura de segurança** - conjunto de características, atitudes e valores das organizações e pessoas que estabelece, como prioridade absoluta, que as questões relativas à radioproteção e segurança radiológica em geral recebam a atenção que merecem por sua importância.

**Nível de restrição**- condição do serviço de saúde ou de seus produtos para saúde que impõe restrições ao funcionamento do serviço ou à utilização dos seus produtos para saúde;

**Equipamento de Proteção Individual**- Aventais plumbíferos, protetores de tireoide, protetores de gônadas, luvas, óculos e outras blindagens de contato, utilizados para a proteção de pacientes, de acompanhantes autorizados ou de profissionais durante as exposições.

**Supervisor de Radioproteção ou Supervisor de Proteção Radiológica** - indivíduo com certificado de qualificação, no âmbito de sua área de atuação, formalmente

designado pelo titular, para assumir as responsabilidades previstas neste documento.

**Situação de exposição de emergência** - situação de exposição que surge como resultado de um acidente, um ato malicioso ou qualquer outro evento inesperado e que requer ação imediata para evitar ou reduzir consequências adversas.

**Situação de exposição planejada** - Situação de exposição à radiação, adicional à radiação natural de fundo, devido à operação deliberada de uma fonte de radiação, instalação ou atividade planejada, incluindo o seu descomissionamento ou encerramento, limpeza do sítio e deposição dos rejeitos. As medidas de radioproteção e segurança radiológica devem ser previstas em projeto antes do início da operação.

**Limites de Dose** - São valores estabelecidos para exposição ocupacional e exposição do público.

**Risco** - Expressão dada pelo produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela sua consequência;

**Risco Radiológico** - a probabilidade de um determinado efeito à saúde ocorrer em uma pessoa ou grupo como resultado da exposição à radiação. O efeito(s) à saúde em questão deve(m) ser declarado(s), por exemplo, risco de câncer fatal, risco de efeitos hereditários, risco de um determinado detrimento;

**Símbolo internacional da radiação ionizante** - o trifólio é o símbolo utilizado internacionalmente, para indicar a presença de radiação ionizante.

**Serviço de Radioproteção ou Serviço de Proteção Radiológica** - estrutura constituída com vistas à execução e à manutenção do plano de radioproteção de uma instalação ou atividade, de acordo com requisitos de norma específica. Essa denominação não tem caráter obrigatório, servindo simplesmente como referência.

**Equivalente de dose ambiente  $H^*(d)$  ou equivalente de dose direcional** - grandeza operacional para monitoração de área em ambientes de trabalho, sendo o produto da dose absorvida em um ponto pelo fator de qualidade da radiação, correspondente ao que seria produzido em uma esfera de matéria de tecido equivalente de 30 cm de diâmetro, na profundidade  $d$ . Esta grandeza utiliza os fatores de qualidade da radiação  $Q$  como fator de peso, em lugar dos fatores de

peso da radiação wR; a unidade é joule por quilograma (J.kg-1) e seu nome especial é sievert (Sv).

**Distância foco superfície (DFS)**- Distância ao longo do eixo do ponto focal à superfície do objeto irradiado.

**Feixe Primário** - Feixe de radiação que passa através da abertura do colimador e que é usado para formação da imagem.

**Carga de Trabalho (W)** - Tempo de exposição semanal, expresso em horas por semana (h/semana).

**Camada Semi-Redutora (CSR)**- Espessura de um material especificado que, introduzido no feixe de raios X, reduz a intensidade da radiação à metade. Nesta definição considera-se excluída a contribuição de qualquer radiação espalhada que não estava presente inicialmente no feixe considerado.

**Filtração Total** - Filtração permanente do feixe de raios X dada pela soma da filtração inerente e a filtração adicional, incluindo o espelho do sistema colimador.

**Colimador**- Dispositivo ou mecanismo utilizado para limitar a área de irradiação.

Console do Equipamento: Componente do equipamento emissor de raios X, onde estão montados o botão disparador e os demais dispositivos necessários para selecionar os fatores de técnica antes de iniciar uma exposição.

**Blindagem ou Barreira Protetora**- Material interposto entre uma fonte de radiação e seres humana, ou meio ambiente, com o propósito de atenuação da intensidade do feixe de radiação.

**Profissional legalmente habilitado**- profissional com formação superior ou técnica com suas competências atribuídas por lei, e que cumpre todos os requisitos legais para o exercício da profissão.

**Responsável legal**- pessoa física investida de poderes legais para praticar atos em nome da pessoa jurídica.

**Teste de aceitação**- conjunto de medidas e verificações, realizadas após a montagem do equipamento na sala, para atestar a conformidade com as características de projeto e de desempenho declaradas pelo fabricante, bem como com os requisitos desta Resolução e das demais normativas aplicáveis, por meio do qual é confirmado que o equipamento, quando operado como desejado, fornece

imagem com a qualidade requerida, mediante a menor dose possível para o paciente.

**Teste de constância-** avaliação rotineira dos parâmetros técnicos e de desempenho de instrumentos e equipamentos de determinada instalação.

## **CAPÍTULO I**

### **Estrutura Organizacional**

1. Seguindo o propósito da RDC 611 da ANVISA/Brasil, recomenda-se que o serviço de saúde que faz o uso da radiação ionizante deve primar pela organização de forma a cultivar o espírito de segurança ao paciente e ao próprio trabalhador exposto. Garantido assim a melhoria da qualidade dos resultados obtidos, isso passa necessariamente em:

- Pautar pela formação continuada dos profissionais da radiologia como forma de prevenir dos efeitos de radiação;
- Definir de forma clara os níveis de responsabilidades e lideranças identificadas, isso, para facilitar a tomada de decisão no âmbito de estabelecimento;
- Adotar e respeitar as normas, rotinas, protocolos e procedimentos operacionais estabelecidos para mitigar riscos que possa surgir no cotidiano do trabalho, ou seja, respeitar todos os documentos aprovados a favor da proteção radiológica e da garantia de qualidade;
- Definir cadeias hierárquicas para tomada de decisão;

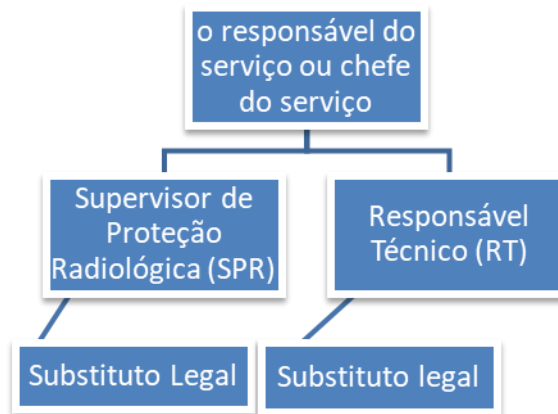
Neste âmbito, é fundamental levar em conta os seguintes Programas:

- a) Programa de Garantia de Qualidade;
- b) Programa de Educação Permanente, para todos profissionais; e
- c) Programa de Proteção Radiológica.

### **Subcapítulo I**

#### **Gestão de Pessoal e Programa de Educação Permanente**

O serviço de radiologia exige uma equipe multiprofissional qualificada para atender demandas que o mesmo prevê.



2. Recomenda-se a organização do serviço baseado no modelo previsto na RDC 611 que define que o responsável do serviço ou chefe do serviço deve designar formalmente 1 (um) profissional legalmente habilitado (responsável técnico) para assumir a responsabilidade pelos procedimentos radiológicos de cada setor de radiologia diagnóstica. O ato da designação deve definir todas as atividades delegadas a esses profissionais.

3. O responsável técnico por sua vez tem a responsabilidade para interromper atividades inseguras (atividades essas, que de forma clara podem oferecer danos ao utente da radiologia diagnóstica). Esse responsável deve possuir seu substituto legal, para atuar em caso de ausência.

4. De igual modo o responsável de serviço deve nomear o membro da equipe o chamado Supervisor de Proteção Radiológica (SPR) profissional com competências técnicas no domínio da proteção contra radiação ionizante, que sejam pertinentes para supervisionar ou proceder à aplicação das medidas de proteção contra radiações num determinado tipo de prática, tendo autoridade de interromper atividades inseguras do serviço que ponha em causa saúde dos utentes. Este responsável deve ter seu substituto legal para prever os casos de impedimento ou ausência.

Nota: em caso de falta dos recursos humanos, o único profissional pode fazer o papel acumulativo do Responsável Técnico (RT) e o Supervisor de Proteção Radiológica (SPR).

5. A implementação do programa de Educação Permanente no serviço de radiologia diagnóstica ou intervencionista visa trazer os seguintes benefícios:

- a) Capacitação da equipe na matéria técnica de proteção radiológica.
- b) Reforço da cultura de respeito às normas, roteiros de trabalho, procedimentos operacionais e aprimoramento das variáveis técnicas aplicáveis no diagnóstico por imagem.
- c) Segurança do paciente e acompanhante.
- d) Adaptação dos profissionais às novas tecnologias envolvidas no serviço de Imagiologia.
- e) Gerenciamento dos riscos intrínsecos às tecnologias utilizadas.

6. Educação Permanente pode ser um espaço muito útil para debruçar assuntos como:

Programa de Garantia da Qualidade, programa de Proteção Radiológica e outras normas aplicáveis sejam elas nacionais ou internacionais.

7. Atividades realizadas neste programa podem ser designadas como: Formação, Capacitação profissional do instrutor e dos trabalhadores envolvidos, Palestras, Simpósio ou de qualquer denominação que achar conveniente.

## **Subcapítulo II**

### **Gestão de Documentos**

8. Os documentos e registros que envolvem o serviço de radiologia devem ser mantidos a um período de mais de cinco anos, para efeito de rastreabilidade ou vigilância sanitária.

9. É fundamental que os serviços estejam com seguintes documentos atualizados e disponíveis:

- Projeto Básico de Arquitetura e memorial descritivo aprovado;
- Relação e registros de todos os procedimentos radiológicos realizados, normas, rotinas, protocolos, procedimentos operacionais;
- Relação nominal de toda a equipe, suas atribuições, qualificações e cargas horárias;
- Assentamentos que evidenciem a execução dos Programas de Educação Permanente, de Garantia da Qualidade e de Proteção Radiológica.

### **Subcapítulo III**

#### **Requisitos Para Desativação de Serviços ou Equipamentos**

10. Os equipamentos de radiodiagnóstico que se encontram fora de uso devem ter o destino definido. O processo segue informando à autoridade sanitária competente o destino do equipamento, conseqüentemente solicitar por escrito a baixa de responsabilidade.

11. Se a opção for descarte do equipamento que produz a radiação ionizante, deverão tomar as providências que evitem prejuízos. Primeiro tem que desabilitar equipamentos por completo de forma a não permitir que individue produza radiação com o mesmo. Remover todos os símbolos de radiação.

## **CAPÍTULO II**

### **Atribuições e Responsabilidades**

12. Seguiram-se as atribuições previstas na (RDC, 611). O responsável legal do serviço de radiologia diagnóstica ou intervencionista é o principal responsável pela aplicação de qualquer norma, leis ou recomendações aplicáveis a radiodiagnóstico. Deve, no entanto, assegurar os recursos materiais e humanos, garantindo o funcionamento do serviço na sua plenitude.

- É supervisor legal das funções e responsabilidades de cada profissional, assim como linhas claras de autoridade para tomada de decisão no âmbito do serviço.
- Garantir os recursos necessários para a execução do Programa de Proteção Radiológica e do Programa de Educação Permanente de toda a equipe, coordená-lo e garantir a sua implementação.

### **Subcapítulo I**

#### **Equipe Técnica**

13. (RDC, 611) Equipe técnica liderada pelo responsável técnico tem a responsabilidade de:

- I. Assegurar o uso dos dosímetros pessoais de forma correta e guardar no local adequado enquanto não estiver em uso;

- II. Ligar e desligar os equipamentos radiológicos e preservar os equipamentos e acessórios utilizados no Serviço, incluindo EPIs;
- III. Registrar ocorrências técnicas no livro que ficará localizado na área relativo à assistência e equipamentos;
- IV. Comunicar aos responsáveis pela manutenção dos equipamentos sobre os problemas técnicos observados;
- V. Acompanhar as rotinas de limpeza dos equipamentos;
- VI. Registrar os exames no livro de assentamentos, e restringir o fluxo de pessoas estranhas na Área Controlada;
- VII. Efetuar manutenção preventiva periódica e corretiva quando necessária. Ou Agendar a manutenção preventiva em comum acordo com os administradores da agenda de exames e divulgar as datas;
- VIII. Deve acompanhar os testes de aceitação após a instalação de um equipamento radiológico junto com a empresa contratada;
- IX. Efetuar a verificação do desempenho dos equipamentos após reparo que interfira de forma direta, ou indireta, na dose de exposição e na qualidade da imagem;
- X. Informar sobre os reparos efetuados nos equipamentos e solicitar testes de controle de qualidade para a liberação para uso;
- XI. Zelar pela preservação dos equipamentos e manter registro do histórico de ações corretivas e preventivas

## **Subcapítulo II**

### **Equipe De Proteção Radiológica**

14. (RDC, 611) A equipe de Proteção Radiológica liderada pelo supervisor de proteção radiológica tem a responsabilidade de:

- I. Manter atualizado os laudos de radiometria (LR) e fuga dos equipamentos radiológicos, conforme frequência estabelecida pelo presente proposta;
- II. Manter atualizado os laudos de controle de qualidade (CQ) dos equipamentos radiológicos, conforme proposto neste documento;
- III. Encaminhar os laudos técnicos à Autoridade quando pedir ou para fins de Pesquisa;

- IV. Efetuar cálculo de blindagem em caso de novas instalações/reformas e elaborar o memorial de cálculo de blindagem;
- V. Emitir parecer técnico sobre questões que envolvem a segurança nas atividades que envolvem a radiação ionizante;
- VI. Colaborar com a equipe do (ET) no controle das doses de radiação dos usuários de dosímetros pessoais;
- VII. Relatar ao responsável sobre as condições no trabalho verificando a qualidade dos acessórios de proteção;
- VIII. Relatar ao responsável às condições técnicas do serviço de radiologia relativas a equipamento, área física e sinalização;
- IX. Auditar os trabalhadores do setor para verificação de boas práticas;
- X. Efetuar treinamento e reciclagem para as diversas profissionais da área;
- XI. Efetuar o “Nível de Investigação”, nos casos de categorias em que IOE (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) receber doses acima do permitido pelo presente documento. E Acompanhar na inspeção dos IOE (Indivíduo Ocupacionalmente Exposto) que receberam doses acima;
- XII. Monitorar e acompanhar a utilização dos dosímetros
- XIII. Fazer pedido de inclusão e exclusão de dosímetros junto ao laboratório da empresa prestadora de Dosimetria;
- XIV. Entregar laudos de dosimetria nas respectivas áreas. E Receber os dosímetros novos e substituir os utilizados no mês anterior;
- XV. Enviar ao Laboratório (prestador de serviço) os dosímetros utilizados para leitura.

### **Subcapítulo III**

#### **Responsabilidade de Todos**

15. Todos os funcionários do Serviço de Radiologia devem estar cientes do conteúdo deste documento “caso for aprovado pela autoridade do País”, dos riscos associados ao seu trabalho, das normas, rotinas, protocolos, procedimentos operacionais relacionados ao seu trabalho, e de suas responsabilidades na proteção dos pacientes, de si mesmo e de outros conforme a RDC 611:

- Responsabilidades de todos, independentemente do cargo ou responsabilidade específica, de zelar pelo cumprimento das normas.

- Todos têm dever moral de zelar pelo bom funcionamento do serviço, mantendo sempre, pontuais tanto no horário inicial e final do serviço.
- Impedir entrada do acompanhante quando o mesmo não tem utilidade dentro da sala.
- Usar dosímetros e EPIs de forma correta durante o serviço.
- Controlar o fluxo de pacientes, respeitando o horário de agendamento ou conforme chegada dos pacientes.
- Realizar apenas os exames radiográficos cujos pedidos do profissional de saúde após exame clínico, levando em consideração as necessidades de saúde geral do paciente. Inclusive averiguar se trata do paciente gestante.
- Averiguar a existência de exames radiográficos anteriores que tornem desnecessário um novo exame.
- Selecionar adequadamente os parâmetros de exposição (kV, mA e tempo ou mAs)
- Evitar a repetição de exames, utilizando técnicas corretas de exposição e processamento confiável e consistente.
- Colimar apropriadamente o feixe primário, para minimizar o volume de tecido irradiado e melhorar a qualidade da imagem.
- Observar os níveis de referência de radiodiagnóstico estabelecidos neste documento.
- Todos os indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) devem usar sempre um monitor pessoal de dose.

## **CAPÍTULO III**

### **Programa de Garantia da Qualidade**

16. É fundamental considerar o programa de garantia da qualidade no processo de otimização de exposições médicas. Pois, o Programa de Garantia da Qualidade (PGQ) um Conjunto de ações metódicas e delineadas visando avaliar a confiabilidade adequada quanto ao funcionamento do sistema, assegurando precisão diagnóstica, segurança dos pacientes e a eficácia operacional. No caso de radiodiagnóstico, o programa estabelece diretrizes, procedimentos e

responsabilidades para manter altos padrões de qualidade, considerando o princípio de ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) doses de radiação tão baixas quanto, razoavelmente exequíveis para o paciente e IOEs.

### **Subcapítulo I** **Requisitos de Desempenho e Aceitação (Raios-X Convencional)**

17. (RDC, 611. IN 90) Neste subcapítulo específico para equipamentos de raios-X estabelece condições indispensáveis para o bom funcionamento do equipamento e a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de radiografia médica convencional, bem como a relação mínima de testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, determinando respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme Anexo I deste documento. Os testes que se trata o anexo I podem ser complementados pelas recomendações, testes de aceitação e de controle de qualidade estabelecidos pelo fabricante do sistema avaliado e pelas demais leis aplicáveis.

#### **Respeito ao Princípio de Segurança**

18. Seguindo a ANVISA, devem ser respeitados os seguintes procedimentos e condições dos equipamentos indispensáveis para uma radiografia médica convencional.

- a) Equipamento sem filtração adicional;
- b) Equipamento sem sistema de colimação ou sistema sem funcionar;
- c) Equipamento sem luz indicador do campo ou luz de campo sem funcionar;
- d) Equipamento sem indicação no painel de controle dos parâmetros básicos (tensão (kV), corrente (mA) e tempo (s) ou o produto corrente x tempo (mAs);
- e) Mesa bucky ou bucky mural sem grade antidifusora;
- f) Mais de 1 (um) equipamento instalado na mesma sala;
- g) Equipamento móvel sem cabo disparador;
- h) Equipamento com sistema de disparo que permita feixe contínuo, independentemente do tempo selecionado;
- i) Funcionamento do equipamento móvel sem adaptação da estrutura física;

e

j) Equipamento sem a mesa adequada para exame.

19. As avaliações quantitativas e qualitativas devem ser realizadas com base nos parâmetros estabelecidos no anexo I. Após a realização dos testes, deve-se produzir 1 (uma) imagem da ferramenta de teste, para ser utilizada como referência.

### **Particularidades dos Equipamentos, dos Processos e dos Ambientes.**

20. (RDC, 611, IN 90) No procedimento de proteção radiológica e a garantia de qualidade é indispensável analisar as condições dos equipamentos, o processo empregado e ambiente em que são colocados, portanto, todo equipamento de radiografia médica convencional deve possuir:

- a) Suporte do cabeçote ajustável, de modo a manter o tubo estável durante a exposição, a menos que o movimento do cabeçote seja função projetada do equipamento;
- b) Blindagem no cabeçote de modo a garantir nível mínimo de radiação de fuga, restringida à taxa de kerma no ar de 1 mGy/h (um miligray por hora) a 1 (um) metro do ponto focal, quando operado em condições de ensaio de fuga, comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios X;
- c) Sistema para indicar a distância foco-receptor ou foco-pele;
- d) Diafragma regulável com localização luminosa, para limitar o campo de radiação à região de interesse clínico;
- e) Sistema para identificar quando o eixo do feixe de radiação está perpendicular ao plano do receptor de imagem e para ajustar o centro do feixe de radiação em relação ao centro do receptor de imagem;
- f) Filtração total permanente do feixe útil de radiação de, no mínimo o equivalente a 2,5 mm (dois inteiros e cinco décimos de milímetro) de alumínio;
- a) Indicação visual do tubo selecionado no painel de controle, para equipamentos com mais de 1 (um) tubo;
- b) Cabo disparador com comprimento mínimo de 2 (dois) metros, nos equipamentos móveis;

- c) Os componentes do equipamento de raios-X devem possuir identificação própria mediante etiqueta fixada em lugar visível, componentes esses, gerador, tubo, cabeçote, mesa e sistema de colimação;
  - d) Equipamento de raios-X móvel deve possuir assessores móveis como visor plumbífero, avental plumbífero, em geral, equipamento de proteção Individual (EPI).
21. Deve se comprovar por meio de certificado de adequação emitido pelo fabricante, a absorção produzida pela mesa do equipamento ou pela porta-receptor de imagens verticais, quando aplicável;
22. Os parâmetros operacionais devem aparecer no painel de controle do equipamento com terminologia com linguagem ou simbologia internacionalmente aceite, compreensível para o usuário;
23. Deve sempre aparecer durante o tempo da emissão de raios-X uma indicação por sinal sonora e luminosa localizada no painel de controle do equipamento.
24. Recomendável à fixação no comando, o protocolo de técnicas radiográficas (chamada tabela de exposição) detalhando para cada exame realizado no equipamento, as seguintes informações:
- Parâmetros para o controle automático de exposição, quando aplicáveis;
  - O de exame (espessuras e partes anatômicas do paciente) e respectivos fatores de técnica radiográfica;
  - Distância foco-receptor de imagem;
  - Tamanho e tipo de receptor de imagem; e
  - Tipo e posicionamento da blindagem a ser usada no paciente, quando aplicável;
25. O sistema de raios-X deve ser munido de dispositivos que consiga interromper automaticamente a irradiação ao final do tempo, da dose ou do produto corrente-tempo, selecionados inicialmente, ou a qualquer momento no intervalo selecionado para irradiação.
26. Recomenda-se a realização das auditorias externas ou internas regulares como forma de avaliar a conformidade com o presente documento, em especial o

programa de garantia de qualidade e da proteção radiológica. Visando identificar as áreas de melhoria como:

- a) Estabelecer e monitorar apontadores de desempenho relacionados à qualidade da imagem, eficiência operacional e segurança do paciente;
- b) Utilizar os resultados das auditorias e indicadores de desempenho para implementar ações corretivas e promover a melhoria contínua dos serviços.

## **Subcapítulo II**

### **Requisitos de Desempenho e Aceitação (Mamografia)**

27. (RDC, 611. IN 92) Este subcapítulo é dedicado aos equipamentos de mamografia, estabelecendo as condições essenciais para seu bom funcionamento, além de garantir a qualidade e a segurança dos sistemas de mamografia. Define os testes mínimos de aceitação e controle de qualidade que devem ser realizados pelos serviços de saúde, especificando suas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme indicado no Anexo IV deste documento. Os testes mencionados podem ser complementados pelas recomendações do fabricante e por outras leis aplicáveis internacionalmente.

### **Características dos Equipamentos**

28. (RDC, 611. IN 92) Há características dos equipamentos de mamografia que são indispensáveis para um bom funcionamento e de segurança no meio dos utentes. Por exemplo, a de possuir:

- Blindagem no cabeçote de modo a garantir nível mínimo de radiação de fuga, restringida à taxa de kerma no ar de 1 mGy/h (um miligray por hora) a 1 (um) metro do ponto focal, quando operado em condições de ensaio de fuga, comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios X;
- Filtração total permanente mínima do feixe útil de radiação equivalente a 0,03 mm (três centésimos de milímetro) de molibdênio, para combinação alvo/filtro Mo/Mo; 0,025 (vinte e cinco milésimos de milímetro) de ródio, para a combinação alvo/filtro Mo/Rh ou Rh/Rh; 0,06 (seis centésimos de milímetro) de molibdênio, para combinação alvo/filtro W/Mo; 0,05 (cinco centésimos de milímetro) de ródio, para combinação alvo/filtro W/Rh;

- Dispositivo para manter compressão firme na mama para assegurar espessura uniforme na porção radiografada, de modo que:
  - 1) A placa de compressão produza atenuação de, no máximo, o equivalente a 2 mm (dois milímetros) de Polimetil-Meta-Acrilato (PMMA), comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios X; e
  - 2) O sistema automático garante força de compressão do dispositivo entre 150 (cento e cinquenta) e 200 (duzentos) Newtons (N), indicando o valor da compressão.
- Suporte de receptor de imagem com transmissão menor que 1mGy (um microgray) por exposição a 5 cm (cinco centímetros), sem a presença da mama, para valores máximos de kVp e mAs empregados, comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios X;
- Tubo de raios X especificamente projetado para mamografia;
- Gerador de alta frequência;
- Controle automático de exposição;
- Distância do ponto focal até o receptor de imagem não inferior a 50 cm (cinquenta centímetros); e
- Tamanho nominal do ponto focal não superior a 0,4 mm (quatro décimos de milímetro).

29. O painel de controle deve possuir indicação clara de quando se utiliza o controle automático de exposição. E deve possuir a terminologia e os valores dos parâmetros de operação exibidos em linguagem ou simbologia internacionalmente aceita, compreensível para o usuário.

30. A emissão de raios X, enquanto durar a exposição, deve ser indicado por sinal sonoro e luminoso no painel de controle do aparelho.

### **Requisitos de Desempenho e Aceitação**

31. A falta dos seguintes equipamentos de mamografia e condições dos procedimentos torna o serviço inabilitado:

- I. Equipamento sem sistema de colimação ou sistema sem funcionar;

- II. Equipamento sem filtração adicional;
- III. Equipamento sem indicação no painel de controle dos parâmetros básicos (Tensão (kVp), Corrente (mA) e Tempo (s) ou o produto corrente x tempo (mAs));
- IV. Equipamento sem sistema automático de compressão;
- V. Equipamento sem bandeja de compressão, com bandeja danificada ou sem fixação;
- VI. Equipamento sem controle automático de exposição (CAE) ou com CAE sem funcionar;
- VII. Equipamento com distância foco-pele menor que 50 cm (cinquenta centímetros);
- VIII. Suporte de receptor de imagem (bucky) sem grade antidifusora, exceto sistemas de magnificação; IX - revelação manual;
- IX. Mais de 1 (um) equipamento instalado na mesma sala;
- X. Utilizar negatoscópios que não sejam específicos para mamografia, quando o serviço realizar diagnóstico e laudos por meio de filme;
- XI. Utilizar monitor para diagnóstico e laudos que não seja específico para mamografia; e
- XII. Utilizar processadora não específica e exclusiva para mamografia convencional, quando o serviço utilizar essa modalidade.

32. Os testes de controle de qualidade devem ser realizados com as respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição estabelecidos no Anexo II deste documento, e em conformidade com as demais normativas aplicáveis. Para serviços de mamografia em unidades itinerantes, os testes do Anexo I desta Instrução Normativa devem ser realizados, no mínimo, semestralmente, com exceção dos testes de menor período, que devem ser realizados conforme estabelecido no Anexo I desta Instrução Normativa. A avaliação diária da qualidade da imagem pode ser realizada por profissionais do próprio serviço, desde que treinados e legalmente habilitados para tais funções.

### **Subcapítulo III**

#### **Requisitos de Desempenho e Aceitação (Tomografia Computadorizada (TC))**

33. (RDC, 611. IN 93) Neste subcapítulo específico para equipamentos de Tomografia Computadorizada (TC) estabelece condições indispensáveis para o bom funcionamento do equipamento e a garantia da qualidade e da segurança em sistemas de tomografia computadorizada médica, assim como a relação mínima de testes de aceitação e de controle de qualidade que devem ser alcançados pelos serviços de saúde, admitindo respectivas periodicidades, tolerâncias e níveis de restrição, conforme Anexo III deste documento. Os testes que se trata o anexo III podem ser complementados pelas recomendações, testes de aceitação e de controle de qualidade estabelecidos pelo fabricante do sistema avaliado e pelas demais normativas aplicáveis.

### **Características dos Equipamentos e dos Processos**

34. O equipamento de tomografia computadorizada médica deve possuir:
- I. Blindagem no cabeçote de modo a garantir nível mínimo de radiação de fuga, restringida à taxa de kerma no ar de 1 mGy/h (um miligray por hora) a 1 (um) metro do ponto focal, quando operado em condições de ensaio de fuga, comprovada com certificado de adequação emitido pelo fabricante na instalação do tubo de raios X;
  - II. Filtração total permanente do feixe útil de radiação de, no mínimo, o equivalente a 2,5 mm (dois inteiros e cinco décimos de milímetro) de alumínio;
  - III. Meios que permitam a determinação visual do plano de referência;
  - IV. Dispositivo que permita ao operador interromper, a qualquer instante, qualquer aquisição de duração maior que 0,5 s (cinco décimos de segundo);
  - V. Indicação visual, no painel de controle, dos parâmetros de técnica, incluindo espessura de corte, colimação e incremento de varredura, antes do início de uma série;
  - VI. Meios para ajustar os números de CT, de modo que os dados de calibração no fantoma com água ou material equivalente produzam números iguais a 0 (zero);
  - VII. Protocolos pediátricos, para equipamentos utilizados em pediatria;
  - VIII. Indicação do Índice de Dose em Tomografia Computadorizada Ponderado (CTDIW) ou Índice de Dose em Tomografia Computadorizada Volumétrica

(CTDIVOL) e do Produto Dose x Comprimento (DLP), para equipamentos comercializados; e

IX. Relatório de dose em padrão DICOM, para equipamentos comercializados.

35. A emissão de raios X, enquanto durar a exposição radiográfica, deve ser indicado por sinal sonoro e luminoso localizado no painel de controle do equipamento.

### **Requisitos de Desempenho e Aceitação**

36. São seguintes condições dos procedimentos e equipamentos de tomografia computadorizada médica que inabilita o seu uso:

- I. Equipamento sem modulação automática de corrente;
- II. Equipamento sem protocolos pediátricos, caso sejam utilizados em pediatria;
- III. Equipamento sem indicação de CTDIW ou CTDIVOL e DLP;
- IV. Equipamento sem relatório de dose em formato DICOM.

### **Subcapítulo IV**

#### **Gerenciamento de Tecnologias e dos Processos de Trabalho**

37. O estabelecimento e a implementação dos padrões de qualidade de imagem, bem como a garantia de sua manutenção para assegurar que os equipamentos operem nas condições previstas, são fundamentais nos serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista. Portanto, os testes de aceitação e constância previstos nos anexos I, IV e VII e nas instruções de uso dos fabricantes devem ser executados conforme proposto neste documento, ou conforme normas internacionais.

38. Os instrumentos utilizados na avaliação dos equipamentos e das instalações devem estar calibrados em laboratórios credenciados pelos órgãos competentes e rastreáveis à rede internacional de metrologia, conforme a periodicidade recomendada pelos fabricantes.

#### **Gerenciamento dos Processos de Trabalho**

39. Em nome da proteção radiológica, todos os procedimentos radiológicos devem ser realizados apenas mediante solicitação com carimbo legal do profissional habilitado.

40. Os procedimentos radiológicos aos quais os pacientes serão submetidos devem obedecer ao princípio de ALARA, sendo os mínimos necessários para atingir o objetivo pretendido. Devem ser consideradas informações prévias capazes de evitar procedimentos adicionais desnecessários ou repetição.

41. A execução do Programa de Garantia da Qualidade para Serviços de Radiodiagnóstico garantirá que as práticas de imagem médica na Guiné-Bissau sejam seguras, eficazes e em conformidade com os mais altos padrões de qualidade. O programa é essencial para mitigar os riscos à saúde dos profissionais e garantir a segurança dos pacientes, promovendo uma cultura de excelência em radiodiagnóstico.

## **CAPÍTULO IV**

### **Programa de Proteção Radiológica**

42. Os serviços de saúde que utilizam radiações ionizantes para diagnósticos ou intervenções devem implementar um Programa de Proteção Radiológica abrangente. Este programa deve incluir, no mínimo, medidas de prevenção, controle, vigilância e monitoramento para garantir a segurança e a qualidade dos procedimentos radiológicos.

#### **Subcapítulo I**

### **Princípios Gerais da Proteção Radiológica**

43. Para garantir a segurança do paciente e a qualidade esperada das imagens e procedimentos, todos os procedimentos realizados em serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista devem seguir os princípios da justificação, otimização, limitação da dose e prevenção de acidentes.

44. As exposições médicas de pacientes devem alinhar-se com o princípio filosófico de ALARA, ou seja, devem ser otimizadas para o valor mínimo necessário que permita atingir o objetivo radiológico. Devem também ser compatíveis com padrões

aceitáveis de qualidade de imagem. No processo de otimização das exposições médicas, é importante considerar:

- I. A seleção adequada de técnicas, equipamentos e acessórios;
- II. Os processos de trabalho;
- III. A garantia da qualidade;
- IV. Os níveis de referência de diagnóstico para pacientes adultos e pediátricos;
- V. As restrições de dose para indivíduo que colabore conscientemente, de livre vontade e fora do contexto de sua atividade profissional, no apoio e conforto de um paciente, durante a realização do procedimento radiológico;
- VI. Eficácia Diagnóstica: Garantir que a exposição seja suficiente para fornecer informações diagnósticas precisas;
- VII. Redução de Dose: Utilizar técnicas e tecnologias que minimizem a exposição sem comprometer a qualidade;
- VIII. Avaliação Contínua: Revisar regularmente protocolos e práticas para identificar oportunidades de melhoria.

45. As exposições ocupacionais normais de cada indivíduo, decorrentes de todas as suas práticas, devem ser seguidas de modo que não extrapolem os limites de dose colocados neste documento.

46. Para mulheres grávidas, devem ser observados os seguintes requisitos adicionais, com vistas a proteger o embrião ou feto:

- **Notificação da grávida:** a gravidez deve ser notificada ao responsável legal pelo serviço, ou ao profissional formalmente designado por ele, tão logo seja constatada; e
- **Revisão das condições de trabalho:** as condições de trabalho devem ser revistas para atender a esta Resolução e às demais normativas aplicáveis.

47. São proibidos os indivíduos menores de 18 (dezoito) anos, trabalhar com raios X diagnósticos ou intervencionistas.

48. As exposições normais ou planejadas de indivíduos do público, decorrentes de todas as práticas, devem ser acauteladas de modo que não ultrapasse os limites de dose para indivíduos do público estabelecidos pelo presente documento.

49. Este documento em consonância com os demais documentos internacionais e nacionais de outros países como o Brasil (RDC, 611) restringe os níveis anuais de

equivalente de dose ambiente para o planejamento de barreiras físicas de uma instalação e para a verificação de adequação dos níveis de radiação em levantamentos radiométricos. São limitados:

- I. 0,5 mSv (cinco décimos de millisievert) para áreas livres; e
- II. 5,0 mSv (cinco millisieverts) para áreas controladas.

## **Subcapítulo II Limitação da Dose**

**50.** Com base na Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), deve-se registrar a dose, principalmente nos casos da exposição de indivíduos em situações planejadas, para que o acréscimo da dose efetiva, ou dose equivalente em órgãos ou tecidos de interesse, causada pela possível combinação de exposições não exceda os limites de dose especificados na tabela a seguir, salvo em circunstâncias especiais.

Limites de Dose Anuais [a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo Ocupacionalmente Exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]
Dose equivalente	Cristalino	20 mSv [b]	15 mSv
	Pele [d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

[a] Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.

[b] Este valor de limite de dose efetiva para corpo inteiro ou dose equivalente para cristalino pode, alternativamente, ser a média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

[c] Este limite pode ser discutido o seu aumento até 5 mSv em um ano, quando tiver autoridade competente para opinar, desde que a dose efetiva média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.

[d] Valor médio em 1 cm<sup>2</sup> de área, na região mais irradiada.

## **Subcapítulo III Medidas de Prevenção em Proteção Radiológica**

51. Segundo RDC 611, numa lógica de proteção radiológica é fundamental contemplar as seguintes medidas de prevenção:

- a) Uma constante avaliação das condições de trabalho, sobretudo aspectos de proteção radiológica listado nos anexos I, IV e VII;
- b) Classificação dos ambientes de forma clara, em como áreas livres e controladas, levando em conta as características das atividades desenvolvidas em cada ambiente, principalmente as doses registradas em cada ambiente e deixar sinalizada as áreas controladas e definição das barreiras físicas de proteção radiológica e de controle de acesso a esses ambientes.

52. Seguindo as classificações da ANVISA/Brasil, as salas onde se realizam procedimentos radiológicos diagnósticos ou intervencionistas devem:

- ❖ Ser classificadas como áreas controladas;
- ❖ Deve haver barreiras físicas com blindagem suficiente para garantir a manutenção de níveis de dose tão baixos quanto razoavelmente exequíveis, não ceder os níveis de restrição de dose proposto deste documento;
- ❖ Dispor apenas dos equipamentos e acessórios indispensáveis à realização dos procedimentos radiológicos, ou seja, a sala deve ser usada apenas para único serviço, que é de radiografia.

53. As portas de acesso à sala de exames devem dispor de sinalização luminosa vermelha acionada durante os procedimentos radiológicos, com intuito de indicar que pode haver exposição à radiação e, é essencial que a sinalização luminosa esteja acompanhada do símbolo internacional da radiação ionizante e das seguintes inscrições na(s) porta(s):

- I. "Raios X, entrada restrita" ou "Raios X, entrada proibida a pessoas não autorizadas"; ou ainda;
- II. "Quando a luz vermelha estiver acesa, a entrada é proibida";

54. É preciso que fique constado em um lugar visível, nas portas de acesso e nas salas de exames, quadro informativo, com seguintes de proteção radiológica:

- "Paciente, exija e use corretamente vestimenta plumbífera, para sua proteção durante o procedimento radiológico";

- "Não é permitida a permanência de acompanhantes na sala durante o procedimento radiológico, salvo quando estritamente necessário e autorizado", neste caso acompanhante, "exija e use corretamente vestimenta plumbífera, para sua proteção";
- "Nesta sala pode permanecer somente 1 (um) paciente de cada vez"; e
- "Mulheres grávidas ou com suspeitas de gravidez: informem ao médico ou ao técnico antes do exame".

55. A cabine ou sala de comando do equipamento deve:

- I. Permitir ao operador, na posição de disparo, eficaz comunicação e observação visual do paciente mediante sistema de observação eletrônico ou visor de tamanho apropriado com, pelo menos, a mesma atenuação da cabine;
- II. Possuir sistema de reserva ou sistema alternativo para falha eletrônica, no caso de sistema de observação eletrônico; e
- III. Estar posicionada de modo que, durante as exposições, nenhum indivíduo possa adentrar a sala sem ser notado pelo operador;
- IV. Possuir comprovação a partir de levantamento radiométrico, de que nível de radiação neste lugar.

#### **Subcapítulo IV**

#### **Medidas de Controle em Proteção Radiológica**

56. De acordo com RDC 611, o controle de proteção radiológica deve estar acompanhado de algumas medidas como de:

- Implementar o Programa de Garantia da Qualidade, conforme estabelecido neste documento;
- Implementar e respeitar as normas, rotinas, protocolos, procedimentos operacionais e equipamentos que permitam a utilização das radiações ionizantes com qualidade e segurança; e
- Usar os equipamentos de proteção individuais e coletivos.

57. Há casos em que a presença de acompanhante durante os procedimentos radiológicos é imprescindível, para conter, confortar ou ajudar o paciente, respeitando os seguintes destaques:

- É proibido a um mesmo indivíduo desempenhar de forma regular a atividade referida;
- Esta atividade deve ser exercida apenas em caráter voluntário e fora do contexto da atividade profissional do acompanhante.
- É proibido a gestantes e menores de 18 (dezoito) anos desempenhar a atividade referida
- O serviço de radiologia diagnóstica ou intervencionista deve dispor de meios adequados de imobilização mecânica para pacientes que demandem esse recurso.

58. Deve ser uma obrigação durante as exposições, o acompanhante utilizar o equipamento de proteção individual (EPI) compatível com o tipo de procedimento radiológico, com a energia da radiação, e com atenuação maior ou igual a 0,25 mm (vinte e cinco centésimos de milímetro) equivalente de chumbo.

59. Deve ser garantida, a qualidade e quantidade suficiente de equipamentos de proteção individual disponíveis para prover proteção adequada a todos os profissionais e eventuais acompanhantes, quando do uso concomitante de todas as salas de procedimentos radiológicos.

60. Todos os profissionais devem respeitar o funcionamento da sala, para garantir a segurança:

- ✓ Devem-se, no entanto, posicionar-se de tal forma que nenhuma parte do corpo, incluindo extremidades, quando possível, seja atingida pelo feixe primário de radiação ionizante sem estar protegida por, no mínimo, 0,5 mm (cinco décimos de milímetro) equivalente de chumbo; e
- ✓ Proteger-se da radiação ionizante espalhada, por meio de equipamentos de proteção individual e coletiva com atenuação compatível com a energia da radiação, não inferior a 0,25 mm (vinte e cinco centésimos de milímetro) equivalente de chumbo.

### **Subcapítulo V** **Dos Equipamentos Móveis**

61. A realização de procedimentos radiológicos com equipamentos móveis em leitos hospitalares ou ambientes coletivos de internação, tais como unidades de terapia

intensiva e maternidade, somente será permitida quando for impossível ou clinicamente inaceitável transferir o paciente para instalação com equipamento fixo. Neste caso, o pedido é inegável, porém, devem-se adotar as seguintes medidas:

1. Garantir a proteção radiológica das radiações espalhada aos demais pacientes que não puderem ser removidos do ambiente, isso demanda, a barreira protetora (proteção de corpo inteiro) com, no mínimo, 0,5 mm (cinco décimos de milímetro) equivalentes de chumbo, ou que estejam à distância necessárias do cabeçote e do receptor de imagem para que o equivalente de dose ambiental seja inferior ao definido para área livre, determinada pelo levantamento radiométrico.
2. E por outro lado, garantir que os indivíduos do público estejam a distância necessária do cabeçote e do receptor de imagem para que o equivalente de dose ambiental seja inferior ao definido para área livre, determinada pelo levantamento radiométrico.

62. Os equipamentos móveis não devem substituir os fixos, pois não tem característica que ofereça proteção ao técnico. Caso isto aconteça, deve-se adaptar a estrutura para que o técnico se sinta seguro, comprovadamente por meio de levantamento radiométrico como previsto nos anexos I, IV e VII.

63. Devem estar disponíveis os equipamentos de proteção individuais, para que o serviço de radiologia diagnóstica ponha a blindagem adequada, com pelo menos 0,5 mm (cinco décimos de milímetro) equivalente de chumbo, nos órgãos mais radiosensíveis do paciente submetido ao procedimento, tais como gônadas, cristalino e tireoide, quando, por necessidade, estiverem diretamente no feixe primário de radiação ou a até 5 cm (cinco centímetros) dele, a não ser que tais blindagens excluam ou degradem informações diagnósticas importantes, ou aumentem a dose a que o paciente for exposto.

### **Subcapítulo VI**

#### **Medidas de Vigilância e Monitoramento em Proteção Radiológica**

64. É preciso manter as medidas de vigilância e monitoramento em proteção radiológica, inclusive manter a verificação da adequação dos níveis de exposição

aos limites toleráveis propostos neste documento e monitoração dos indivíduos ocupacionalmente expostos.

65. Seguindo RDC 611, os registros do levantamento radiométrico devem incluir:

- I. Croquis ou planta baixa da instalação e vizinhanças, com o leiaute apresentando o equipamento de raios X e o painel de controle, com indicação da natureza e da ocupação das salas adjacentes;
- II. Identificação do equipamento de raios X e seu(s) tubo(s), indicando fabricante, modelo e número de série;
- III. Descrição da instrumentação utilizada e da calibração;
- IV. Descrição dos fatores de operação utilizados no levantamento, incluindo corrente, tempo, tensão de pico, direção do feixe, tamanho de campo, fantoma, entre outros, conforme o caso concreto;
- V. Carga de trabalho máxima estimada e os fatores de uso relativos às direções do feixe primário;
- VI. Leituras registradas em pontos dentro e fora da área controlada, considerando as localizações dos receptores de imagem, observando-se a exigência de que as barreiras primárias sejam avaliadas sem fantoma, e os pontos de leitura estejam assinalados nos croquis;
- VII. Estimativa dos equivalentes de dose ambiental anuais nos pontos de medida, considerando os fatores de uso, de ocupação e carga de trabalho aplicáveis;
- VIII. Conclusões e recomendações aplicáveis; e
- IX. Data, identificação, qualificação profissional e assinatura do responsável pelo laudo de levantamento radiométrico, e assinatura do responsável legal do serviço de radiologia diagnóstica ou intervencionista.

66. O levantamento radiométrico deve ser feita sempre que houver modificações na infraestrutura, nos aparelhos ou equipamentos ou ainda nos processos de trabalho que influenciam as medidas de proteção radiológica do serviço de radiologia diagnóstica, ou quando decorrerem 4 (quatro) anos contados da realização do último levantamento conforme indicado nos anexos I, IV e VII, deste documento.

67. É obrigação, de todo indivíduo ocupacionalmente exposto usar o dosímetro individual durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada.

E o uso do dosímetro individual deve observar o seguinte disposto:

- a) O dosímetro deve ser usado de maneira correta como estabelecido nas instruções de uso do laboratório de monitoração individual e no Programa de Proteção Radiológica;
- b) O dosímetro deve ser trocado mensalmente e cada dosímetro será utilizado por um único usuário, exclusivamente no serviço de saúde ou setor para o qual foi adquirido; e
- c) Quando não estiver em uso, o dosímetro individual deve ser mantido junto ao dosímetro padrão em local seguro da área livre, que o responsável de proteção radiológica indica em conformidade com as instruções de uso do fabricante.

68. O nível de registro para monitoração mensal do indivíduo ocupacionalmente exposto foi estabelecido neste documento.

69. Em caso de suspeita de exposição acidental, o dosímetro individual deve ser enviado ao serviço de monitoração individual para leitura em caráter de urgência. Nesta eventual situação, o responsável legal do serviço de radiologia diagnóstica por intermédio de responsável de proteção radiológica deve providenciar investigação dos casos de doses que atingirem ou excederem os níveis de investigação estabelecidos neste documento e prosseguir com algumas ações como:

- a) Registrar os resultados de investigação e comunicar à autoridade sanitária competente, nos casos de doses efetivas mensais superiores a 20 mSv (vinte milisieverts);
- b) Se os valores mensais relatados de dose efetiva forem superiores a 100 mSv (cem milisieverts), o responsável legal deve providenciar avaliação clínica e a realização de exames complementares, incluindo dosimetria citogenética, a critério médico, dos usuários afetados.

## CAPÍTULO V

### Proibições e Restrições

70. Tratando-se das radiações, a prática que as envolvem deve estar bem controlada, os indivíduos que estão envolvidos devem estar bem treinados e autorizados para tais práticas.

71. Fica proibido administrar, de propósito, radiações ionizantes em seres humanos ou operar equipamentos de radiologia, indivíduo que não for legalmente habilitado para o exercício das atividades de radiologia.

72. Toda exposição deve ser justificada, sendo assim, fica proibida:

- I. Exposição deliberada de seres humanos aos raios X, com a finalidade única de demonstração, treinamento ou outros fins que contrariem o princípio da justificação;
- II. Realização de procedimentos radiológicos em domicílio, exceto quando for inexecutável ou clinicamente inaceitável remover o paciente a um serviço de saúde;
- III. Os equipamentos com defeitos podem contribuir no aumento de efeitos de radiação ionizante, por esta razão o presente documento proíbe o seguinte:

73. A utilização dos equipamentos e materiais nos serviços de radiologia diagnóstica ou intervencionista que tem cassetes sem tela intensificadora, equipamentos sem buky mural, ou quebrado, equipamentos sem tela em que mostra parâmetros (tensão, corrente e tempo ou produto corrente tempo) utilizados nos exames e demais anormalidade do equipamento contribui significativamente no aumento da dose no paciente. Assim sendo.

74. Ficam proibidas:

- I. A realização simultânea de procedimentos radiológicos em equipamentos distintos, em uma mesma sala;
- II. O uso de sistema de acionamento de disparo com retardo que impossibilite a interrupção da exposição a qualquer momento;

- III. Segurar os dispositivos de registro de imagem com as mãos durante a exposição, exceto nas técnicas necessárias em radiologia odontológica intraoral;
- IV. A utilização de equipamento de radiologia diagnóstica ou intervencionista móvel como fixo, exceto em condições temporárias para atendimentos de urgência ou emergência, mediante parecer do responsável técnico.

75. O sistema de controle da duração da exposição aos raios-X deve ser do tipo eletrônico e não deve permitir exposição com duração superior a 5 (cinco) segundos, exceto em fluoroscopia, radiologia intervencionista, tomografia computadorizada e radiologia odontológica extraoral.

## **CAPÍTULO VI**

### **Requisitos Específicos de Infraestrutura**

76. Projeto Básico de Arquitetura a ser apresentado ao órgão competente deve incluir, além do exigido nas demais leis aplicáveis:

- ✓ Ter um espaço adequado para o serviço, respeitando condições estabelecidas na tabela 01 deste documento;
- ✓ Com relações aos equipamentos, relatar componentes e acessórios previstos para as instalações;
- ✓ Planta baixa e cortes relevantes, apresentando, leiaute das salas de exames e procedimentos, leiaute das salas de controle, posicionamento dos equipamentos, painel de controle, visores ou sistema de visualização da sala do equipamento, limites de deslocamento do tubo de raios X, no caso de instalações que se utilizam deste tipo de equipamento, janelas, mesas ou mobiliário relevante e descrição dos dispositivos de segurança a serem utilizados na estrutura física, de modo a atender ao gerenciamento dos riscos inerentes a cada modalidade assistencial, (RDC, 611).

77. Tratando-se das radiações ionizantes, o projeto da instalação deve incluir o projeto de blindagem elaborado e assinado por profissional legalmente habilitado, aprovado e assinado pelo responsável legal. Ou profissional cuja experiência seja

reconhecida pela instituição de ensino, através das pesquisas realizadas nesta instituição.

78. A sala de interpretação de laudo deve ter condição luminosa necessária de modo a não atrapalhar a avaliação da imagem.

79. Com base no Manual de boas Práticas da Especialidade de Radiologia de Portugal, a planta da unidade de radiologia deve respeitar o sentido de três zonas, a conhecer:

- a) Zonas de Exames as salas de exame devem estar bem projetada para garantir a segurança aos utentes;
- b) Zonas de doentes: a planta deve conter recepção, esperas, sanitários, corredores, levando em conta necessidades especiais dos utentes;
- c) Zonas de Apoio: área para uso dos profissionais, fazendo, registros, arquivo de imagem, salas de interpretação médica, setor administrativo, áreas de armazenamento e outras (vestiários de pessoal, banheiros dos profissionais, etc.).

80. As dimensões das salas onde operam os equipamentos de raios-X, mamografia e tomografia computadorizada devem obedecer às dimensões propostas na tabela 1.

Tabela 01 - Recomendações para instalação radiodiagnostica (Raios-X, Mamografia e Tomografia Computadorizada).

Radiologia geral (equipe. vertical, com braço articulado ampola / Bucky)		Radiologia geral (equipe. com mesa Bucky fixa, c/ ou s/ Tomografia)	
Área recomendada	12 m <sup>2</sup>	Área recomendada:	17,5 m <sup>2</sup>
Área mínima:	9 m <sup>2</sup>	Área mínima:	14 m <sup>2</sup>
Sala de Radiologia Digestiva/Urinária/Geral (equip. telecomandado)		Mamografia	
Área recomendada:	20 m <sup>2</sup>	Área recomendada	12 m <sup>2</sup>
Área mínima:	16 m <sup>2</sup>	Área mínima:	8 m <sup>2</sup>

Tomografia Computorizada (TAC)		Nota: todos esses serviços devem ter banheiros (para doentes e profissionais separados).
Área recomendada:	25 m <sup>2</sup>	
Área mínima:	20 m <sup>2</sup>	

Fonte: Adaptada do Manual de boas Práticas da Especialidade de Radiologia de Portugal

## ANEXOS

### Anexo I

#### TESTES DE ACEITAÇÃO E DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS DE RADIOGRAFIA CONVENCIONAL

APLICABILIDADE*	TESTES	PERIODICIDADE	TOLERÂNCIA	NÍVEL DE RESTRIÇÃO
G	Exatidão dos indicadores da distância foco-receptor	Teste de aceitação, ou após reparos	$\leq 5\%$	-
G	Exatidão do indicador do campo luminoso	Semestral ou após reparos	$\leq 2\%$ da distância foco-receptor	$> 4\%$
G	Alinhamento do eixo central do feixe de raios-X	Teste de aceitação, semestral ou após reparos	$\leq 3^\circ$ em relação ao eixo perpendicular ao plano do receptor	$> 5^\circ$
F(C/CR/DR)	Alinhamento de grade	Teste de aceitação, semestral ou após reparos	Sem artefato, lâminas aparentes ou não uniformidade da imagem	Não possuir grade
G	Integridade dos chassis ou e cassetes	Teste de aceitação e anual	Chassis e cassetes íntegros	-
G	Valores representativos de dose	Teste de aceitação, anual	Representados no anexo	-

		ou após reparos	II deste documento	
G	Integridade dos chassis e cassetes	Teste de aceitação anual	Chassis e cassetes íntegros	-
G	Exatidão do indicador de tensão do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
G	Reprodutibilidade da tensão do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 5\%$	$> 10\%$
G	Exatidão do tempo de exposição	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 10\%$	$>30\%$
G	Reprodutibilidade do tempo de exposição	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
G	Reprodutibilidade do kerma no ar	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 10\%$	$> 20\%$
G	Linearidade do kerma no ar com o produto corrente tempo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 20\%$	$> 40\%$
F(C/CR/DR)	Reprodutibilidade do Controle Automático de Exposição	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 10\%$	$>20\%$
F(C/CR/DR)	Compensação do Controle Automático de Exposição para diferentes espessuras	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 20\%$	$>40\%$
G	Rendimento do Tubo (R)	Teste de aceitação, anual	$30 \leq R(\mu\text{Gy}/\text{mAs})$	$R < 20 \mu\text{gy}/\text{mAs}$ $R > 80 \mu\text{gy}/\text{mAs}$

		ou após reparos	$\leq$ 65, a 1m para 80kV e filtração total entre 2,5mmAl e mmAl	Gy/mAs
G	Camada Semirredutora (CSR)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Indicado no anexo III deste documento	20% menor que os valores de anexo III
G	Resolução Espacial	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 2,5$ pl/mm	$< 1,5$ pl/mm
F/M(C)	Contato tela-filme	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Sem perda de uniformidade	-
G	Artefatos na imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Imagem sem artefatos	
F/M (C)	Vedação da câmara escura	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Sem entrada de luz externa	
F(C/CR/D), inclusiv e digitaliz ação	Uniformidade da imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 10\%$	$> 20\%$
F/M (CR)	Diferença de sensibilidade entre as placas de fósforo,	Teste de aceitação, anual	$\geq 20\%$	$> 40\%$

	para receptores de imagem de mesmo tamanho	ou após reparos		
F/M (CR/DR)	Exatidão do indicador de dose do detector (quando disponível)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 20\%$	$> 40\%$
F/M (CR/DR), inclusive digitalização	Distorção geométrica	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 2\%$	$> 4\%$
F/M (CR/DR)	Efetividade do ciclo de apagamento	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Ausência da imagem residual	-
F/M (CR/DR)	Luminância do monitor para diagnóstico ou laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 170 \text{cd/m}^2$	-
G	Luminância do negatoscópio para diagnóstico ou laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Luminancia $\geq 1500 \text{cd/m}^2$	
G	Uniformidade da Luminância dos monitores e negastoscópios para diagnóstico ou laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 30\%$	-
G	Iluminância da sala de laudos	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Iluminância $\leq 50 \text{lx}$	-
G	Integridade dos acessórios e equipamentos de proteção individual	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Íntegros	-

G	Qualidade da imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	As avaliações da qualidade da imagem	As avaliações da qualidade da imagem
G	Levantamento radiométrico	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações nas salas, equipamentos ou procedimentos.	Área livre: $\leq 0,5$ mSv/ano; Área Controlada: $\leq 5,0$ mSv/ano.	Área livre: $> 1,0$ mSv/ano; Área Controlada: $> 10,0$ mSv/ano
G	Radiação de fuga do cabeçote	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações nos equipamentos.	$\leq 1,0$ mGy/h a 1m	$> 2,0$ mGy/h a 1m

\*F: Fixo; M: Móvel; C: Convencional; CR: Radiografia Computadorizada; DR: Radiografia Digital; G:

Geral (F/M/C/CR/DR)

Observação: Os testes de qualidade dos receptores de imagem devem ser realizados para todos os dispositivos disponíveis.

## ANEXO II

### VALORES REPRESENTATIVOS DE DOSE EM RADIODIAGNÓSTICO PARA PACIENTE ADULTO TÍPICO\*

Exame	Incidência **	DEP*** (mGy)
		Referência

		Máxima
Coluna Lombar	AP	10
	LAT	30
	JLS	40
Abdome, Urografia e Colecistectomia	AP	10
Pelve	AP	10
Bacia	AP	10
Tórax	PA	0,4
	LAT	1,4
Coluna Torácica	AP	7
	LAT	20
Crânio	AP	5
	LAT	3

\*Paciente adulto típico (para fins de avaliação de exposição médica em adulto) - Indivíduo com característica biométrica típica de adulto, com peso entre 60 e 75 kg e altura entre 1,60 e 1,75 m.

\*\*PA: Pósterio Anterior; AP: Antero Posterior; LAT: Lateral; JLS: Junção Lombo-Sacro.

\*\*\* DEP: Dose de Entrada na Pele.

## ANEXO III

## VALORES MÍNIMOS DE CAMADAS SEMIRREDUTORAS

kVp	CSR (mAl)		
	Monofásico	Trifásico	Alta frequência (recomendação)
50	1,5	1,6	1,8
60	1,8	2,0	2,2
70	2,1	2,3	2,5
80	2,3	2,6	2,9
90	2,5	3,0	3,2
100	2,7	3,2	3,6
110	3,0	3,5	3,9
120	3,2	3,9	4,3
130	3,5	4,1	4,7

## ANEXO IV

## TESTES DE ACEITAÇÃO E DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS DE MAMOGRAFIA

APLICABILIDADE*	TESTES	PERIODICIDADE	TOLERÂNCIA	NÍVEL DE RESTRIÇÃO
C	Sensitometria da processadora	Teste de aceitação, diário ou após reparos	Linha de Base (LB) Base + véu $\leq$ 0,21 DO Base + véu $\leq$ LB + 0,03 DO	- Base + véu $\leq$ 0,25 DO Base + véu $\leq$ LB + 0,03 DO

			0,02 DO Densidade média: LB $\pm$ 0,10 DO Diferença de densidades: LB $\pm$ 0,10 DO	Densidade média: LB $\pm$ 0,15 DO Diferença de densidades: LB $\pm$ 0,15 DO
C	Temperatura do sistema de processamento	Teste de aceitação, diário ou após reparos	Conforme recomendação do fabricante	-
C	Qualidade da imagem	Teste de aceitação, mensal ou após reparos	Fibra $\leq$ 0,75mm; Microcalcificação $\leq$ 0,32mm; Massa $\leq$ 0,75 mm; Avaliados com ferramenta de teste específica para mamografia.	Não cumprir os requisitos
C/CR	Integridade dos chassis e cassetes	Teste de aceitação e anual	Chassis e cassetes íntegros	-
G	Valor representativo de dose glandular média	Teste de aceitação, mensal ou após reparos	Anexo V deste documento	-
G	Exatidão do indicador da tensão do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\pm$ 5% do valor nominal	$\pm$ 10% do valor nominal
G	Reprodutibilidade da tensão do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Coeficiente de variação $\leq$ 0,05	Coeficiente de variação $>$ 0,1
G	Tempo máximo de exposição (para	Teste de aceitação, anual ou após	Contato: $t \leq$ 1,5 s Magnificação: $t \leq$	Contato: $t >$ 1,5 s Magnificação: $t >$

	um simulador de 4,5cm de PMMA)	reparos	2,0 s	3,0 s
G	Reprodutibilidade do controle automático de exposição (CAE)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\pm 15\%$ do valor médio, ou conforme especificação do fabricante.	$> \pm 30\%$ do valor médio
G	Compensação do CAE para diferentes espessuras	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 15\%$	$> 20\%$
G	Rendimento do tubo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$7 \times f$ (mGy/s), medido a 28 kV onde f é igual a: 1 para Mo/Mo; 0,86 para Mo/Rh; 0,41 para W/Mo; 0,38 para W/Rh; 0,58 para Rh/Rh.	-
G	Camada Semirreduzora (CSR)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$(kVp/100) + 0,03 \leq CSR(\text{mmAl}) \leq (kVp/100) + c$ onde c é igual a: 0,12 para Mo/Mo; 0,19 para Mo/Rh; 0,22 para Rh/Rh; 0,30 para W/Rh; 0,32 para W/Ag; 0,25 para W/Al.	CSR (mmAl) $\leq (kVp/100)$
G	Resolução espacial	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Conforme especificação do fabricante.	Para mamografia convencional: $< 10$ pl/mm

			Para mamografia convencional: $\geq 12$ pI/mm	
G	Exatidão do sistema de colimação	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 2\%$ da distância foco-receptor de imagem	$> 4\%$ da distância foco-receptor de imagem
G	Sistema de compressão automático	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$150 \text{ N}^* \leq \text{Força de compressão} \leq 200 \text{ N}$	$> 300 \text{ N}$ ou $< 70 \text{ N}$
G	Alinhamento da bandeja de compressão	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 5 \text{ mm}$	$> 10 \text{ mm}$
G	Indicação da espessura da mama comprimida	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 5 \text{ mm}$	$> 10 \text{ mm}$
C	Contato tela-filme	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Sem perda de uniformidade	-
G	Artefatos na imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Imagens sem artefatos	-
C	Vedação da câmara escura	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Sem entrada de luz externa	Velando filme
CR/DR	Uniformidade da imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Desvio máximo da Razão Sinal Ruído (RSR) das ROIs individuais em relação ao valor médio da RSR $\leq \pm 15\%$ , para placas de mesmo	$> 25\%$

			tamanho.	
CR	Diferença de sensibilidade entre as placas de fósforo de mesmo tamanho	Teste de aceitação, anual ou após reparos	O mAs da exposição de qualquer placa de fósforo não deve diferir mais que $\pm 10\%$ da média de todas as placas de mesmo tamanho. A RSR de qualquer placa de fósforo não deve diferir mais que $\pm 15\%$ da RSR médio de todas as placas de mesmo tamanho.	Diferença de mAs >15%
CR/DR	Razão contraste ruído (CNR)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Anexo VI deste documento	-
CR/DR	Efetividade do ciclo de apagamento	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Ausência de imagem residual	-
G	Integridade dos acessórios e equipamentos de proteção individual	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Íntegros	-
C	Luminância do negatoscópio para diagnóstico ou laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Luminância $\geq 3000$ cd/m <sup>2</sup>	$\leq 2500$ cd/m <sup>2</sup>
CR/DR	Luminância dos	Teste de aceitação,	$\geq 350$ cd/m <sup>2</sup>	-

	monitores para diagnóstico ou laudo	anual ou após reparos		
G	Uniformidade da Luminância dos monitores e negatoscópios para diagnóstico ou laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 20\%$	-
G	Iluminância da sala de laudos	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 50$ lx	$>100$ lx
G	Levantamento radiométrico	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações nas salas, equipamentos ou procedimentos	Área Livre: $\leq 0,5$ mSv/ano; Área Controlada: $\leq 5,0$ mSv/ano.	Área Livre: $>1,0$ mSv/ano; Área Controlada: $>10,0$ mSv/ano.
G	Radiação de fuga do cabeçote	Teste de aceitação, quadrienal ou após modificações nos equipamentos.	$\leq 1,0$ mGy/h a 1m	$> 2,0$ mGy/h a 1m.

C: Mamografia Convencional; CR: Mamografia CR; DR: Mamografia DR; G: Geral.

\*Para fins de avaliação da força de compressão deve ser considerado  $9,8 \text{ N} = 1 \text{ kgf}$

Observação: Os testes de qualidade dos receptores de imagem devem ser realizados para todos os dispositivos disponíveis.

## ANEXO V

## DOSE GLANDULAR MÉDIA (DGM) PARA MAMOGRAFIA

Espessura (cm)		DGM (mGy)	
PMMA	Mama equivalente	Referência	Tolerância
2	2,1	0,6	< 1,0
3	3,2	1,0	< 1,5
4	4,5	1,6	< 2,0
4,5	5,3	2,0	< 2,5
5	6	2,4	< 3,0
6	7,5	3,6	< 4,5

## ANEXO VI

## RAZÃO CONTRASTE RUÍDO (CNR)

Espessura de PMMA (cm)	Nível de tolerância de CNRrel (%)	Níveis de restrição CNRrel (%)
2	$\geq 115$	< 105
3	$\geq 110$	< 100
4	$\geq 105$	< 95
4,5	$\geq 103$	< 93
5	$\geq 100$	< 90
6	$\geq 95$	< 85
7	$\geq 90$	< 80

## Anexo VII

TESTES DE ACEITAÇÃO E DE CONTROLE DE QUALIDADE PARA SERVIÇOS  
DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA MÉDICA

TESTES	PERIODICIDADE	TOLERÂNCIA	NÍVEL DE RESTRIÇÃO
Exatidão do indicador da tensão do tubo	Teste de aceitação e após reparos.	$\leq 5\%$	$> 10\%$
Exatidão do número de CT	Teste de aceitação, seminal ou após reparos	Conforme estabelecido pelo fabricante ou $-1000 \pm 10$ (ar); e $0 \pm 5$ (água)	$> -980$ ou $< -1020$ (ar); e $-10$ (água)
Uniformidade do nº de CT	Teste de aceitação, seminal ou após reparos	$\leq 5$ HU*	$> 10$ HU
Ruído	Teste de aceitação, seminal ou após reparos	$\leq 15\%$ acima do valor de referência	$> 20\%$ acima do valor de referência
Valores representativos de dose	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Anexo VIII deste documento	-
Resolução espacial	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 6$ pl/cm em resolução normal e $\geq 10$ pl/cm em alta resolução	$< 3$ pl/cm em resolução normal e $< 5$ pl/cm em alta resolução.
Exatidão da espessura do corte	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Desvio $\pm 1$ mm para espessuras nominais maiores que 2 mm e $\pm 50\%$ da espessura	$> 2$ mm

		nominal para espessuras nominais menores ou iguais a 2mm.	
Exatidão do indicador de deslocamento da mesa	Teste de aceitação, anual ou após reparos	<1 mm	>2 mm
Exatidão do indicador de posicionamento da mesa	Teste de aceitação, anual ou após reparos	<1 mm	>2 mm
Luminância do monitor para diagnóstico laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 170 \text{ cd/m}^2$	-
Luminância do negatoscópio para diagnóstico laudo	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\geq 1500 \text{ cd/m}^2$	-
Iluminância da sala de laudos	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 50 \text{ lx}$	-
Integridade dos acessórios e equipamentos de proteção individual	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Íntegros	Não possui ou todos estão danificados
Coincidência entre os indicadores luminosos do plano externo e interno e	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 30\%$	-

do plano irradiado			
Verificação de ausência de artefatos na imagem	Teste de aceitação, anual ou após reparos	Imagem sem artefatos	-
Exatidão do indicador de dose em TC (quando aplicável)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 20\%$	$> 40\%$
Compensação do sistema de modulação de corrente para diferentes espessuras (quando aplicável)	Teste de aceitação, anual ou após reparos	$\leq 20\%$	$> 40\%$
Levantamento radiométrico	Teste de aceitação, quadrienal, após modificações nas salas, equipamentos ou procedimentos.	Área Livre: $\leq 0,5$ mSv/ano; Área Controlada: $\leq 5,0$ mSv/ano	Área Livre: $> 1,0$ mSv/ano; Área Controlada: $> 10,0$ mSv/ano.

\*HU = Unidades Hounsfield

ANEXO VIII  
VALORES REPRESENTATIVOS DE DOSE EM TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA MÉDICA

Exame	CTDIvol (mGy)
	Referência Máxima
Cabeça (adulto típico*)	70
Abdome (adulto)	25

típico*)	
Abdome (pediátrico**)	20

\*Paciente adulto típico (para fins de avaliação de exposição médica em adulto) - Indivíduo com característica biométrica típica de adulto, com peso entre 60 e 75 kg e altura entre 1,60 e 1,75 m.

\*\*Pediátrico - Indivíduo com 5 anos de idade, com aproximadamente 20 kg.

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES**  
**Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino**  
**Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000**  
**Fone (11) 2810-1570 ou (11) 2810-1572**  
**SÃO PAULO – São Paulo – Brasil**  
**<http://mprofissional.ipen.br>**

**O Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Governo do Estado de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) do Governo Federal.**