



ESCOLA SUPERIOR DE
TECNOLOGIA DA SAÚDE
DE LISBOA



POLITÉCNICO
DE LISBOA

Instituto Politécnico de Lisboa
Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Contributo para a Implementação de um Protocolo de Controlo da Qualidade dos Equipamentos de Proteção Radiológica, numa Instituição Hospitalar

Discente: Isabel Margarida Ribeiro Cardoso, nº de aluno 2022160

Orientadores:

Doutora Maria Margarida Carmo Pinto Ribeiro, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Doutor Luís Freire, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde

Ramo de especialização: Proteção Contra Radiações

Lisboa, 2024

Instituto Politécnico de Lisboa
Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Contributo para a Implementação de um
Protocolo de Controlo da Qualidade dos
Equipamentos de Proteção Radiológica, numa
Instituição Hospitalar

Discente: Isabel Margarida Ribeiro Cardoso, nº de aluno 2022160

Orientadores:

Doutora Maria Margarida Carmo Pinto Ribeiro, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Doutor Luis Freire, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

JÚRI

Presidente: Especialista Marco Alexandre Caetano, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Arguente: Doutora Anabela de Magalhães Ribeiro, Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve, ESSUAlg.

Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde

Ramo de especialização: Proteção Contra Radiações

(esta versão incluiu as críticas e sugestões feitas pelo júri)

Lisboa, 2024

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton

Agradecimentos

O meu primeiro agradecimento é dirigido ao meu marido e às minhas filhas, pela compressão, força, ausência de tempo que lhes dispensei nestes últimos tempos, em suma, por todas as razões.

Aos familiares, e especialmente aos meus pais, sogros, cunhados, sobrinhos e irmã, pelo apoio, palavras de carinho e motivação.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Luis Freire e Professora Doutora Margarida Ribeiro, pela disponibilidade nas inúmeras vezes que os contatei, pelas críticas construtivas e pela imensa ajuda que me deram, sem o apoio deles certamente não teria sido possível a realização deste trabalho.

À empresa CENDOSIM ULda. – Centro de Dosimetria que facultou os dosímetros termoluminescentes para a realização do estudo dosimétrico.

O meu bem-haja, ao Hospital das Forças Armadas, pela autorização para a realização do estudo. Aos colegas de trabalho dos serviços de Imagiologia, Bloco Operatório, Gastroenterologia e Estomatologia do polo de Lisboa, pela disponibilidade.

A Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este projeto através de exemplares em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito aos autores e que tal não viole nenhuma restrição imposta por artigos publicados que estejam incluídos neste trabalho.

RESUMO

Introdução: Na Medicina, com o aumento dos procedimentos/exames de diagnóstico usando fontes de Radiação Ionizante, é de extrema importância o uso de equipamentos de Proteção Radiológica.

Objetivos: Desenvolvimento dum protocolo de Controlo da Qualidade dos equipamentos de Proteção radiológica e elaboração de Guia de Boas Práticas. Avaliação da percentagem de atenuação dos equipamentos.

Metodologia: O programa de Controlo da Qualidade e elaboração de Guia de Boas Práticas compreendeu quatro etapas: inventário/registo; três tipos de inspeção: visual, tátil e radiológica; estabelecimento de periodicidade de inspeção, e critérios de rejeição. Cálculo de atenuação da Radiação com leitura de dosímetros termoluminescentes expostos a diferentes intensidades, 60kVp, 90kVp e 121kVp, e comparando-os com valores simulados.

Resultados: Analisaram-se 88 equipamentos de 4 unidades diferentes. Na inspeção visual, verificaram-se danos em 30 equipamentos, frequentemente nas bainhas e na película externa. Na inspeção tátil, verificaram-se 22 equipamentos com danos em fechos, furos e vincos. Na inspeção radiológica, 27 equipamentos apresentaram dobras, vincos ou furos, com áreas entre 0.4mm^2 - $604,1\text{mm}^2$. Foram aplicados os critérios de rejeição de *Lambert e McKeon (2001)* e *Stam et al. (2008)*, verificando 2 equipamentos imediatamente inaptos e 17 equipamentos críticos. O estudo da atenuação, verificou que, variaram entre 83% e 100%, tendo elevada correlação dos valores experimentais e simulados.

Conclusão: O Controlo da Qualidade dos equipamentos atesta e garante a conformidade e eficácia na Proteção Radiológica.

Palavras-chave: Proteção Radiológica, Radiação Ionizante, Equipamentos de Proteção Radiológica.

ABSTRACT

Introduction: In Medicine, with the increase in diagnostic procedures/examinations using ionizing radiation sources, the use of Radiation Protection equipment is of utmost importance.

Objectives: Development of a quality control protocol for radiation protection equipment and the preparation of a Best Practice Guide. Verification of the attenuation percentage of the equipment.

Methodology: The quality control program and the preparation of the Best Practice Guide consisted of four stages: inventory/registration; three types of inspection: visual, tactile, and radiological; establishment of inspection frequency and rejection criteria. Radiation attenuation was calculated using thermoluminescent dosimeters exposed to different intensities, 60kVp, 90kVp, and 121kVp, and comparing them with simulated values.

Results: A total of 88 pieces of equipment from 4 different units were analyzed. In the visual inspection, damage was observed in 30 pieces of equipment, often on the seams and outer coating. In the tactile inspection, 22 pieces of equipment showed damage to fasteners, holes, and creases. In the radiological inspection, 27 pieces of equipment had folds, creases, or holes, with areas ranging from 0.4mm² to 604.1mm². The rejection criteria by Lambert and McKeon (2001) and Stam et al. (2008) were applied, finding 2 pieces of equipment immediately unfit and 17 pieces in critical condition. The attenuation study found that attenuation values ranged between 83% and 100%, showing a high correlation between experimental and simulated values.

Conclusion: Quality control of the equipment certifies and ensures compliance and effectiveness in Radiation Protection.

Keywords: Radiological Protection, Ionizing Radiation, Radiological Personal Protective Equipment.

ÍNDICE GERAL:

Resumo	IV
Abstract	V
Índice Geral:	VI
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Organização deste trabalho.....	2
2. Enquadramento e revisão de literatura	3
2.1. Enquadramento e revisão de literatura.....	3
2.1.1. Qualidade e Controlo da Qualidade	3
2.1.2. Tipos de Radiação	4
2.1.3. Interação da Radiação Ionizante com a matéria	5
2.1.4. Efeitos biológicos das Radiações Ionizantes	9
2.1.5. Formação da Radiação X	12
2.2. Proteção Radiológica – Legislação e Monitorização.....	15
2.3. Boas Práticas em Proteção Radiológica.....	19
2.4. Vigilância da saúde de trabalhadores expostos à Radiação Ionizante.....	21
2.5. Equipamentos de Proteção Radiológica	23
2.5.1. Recomendações Internacionais e Legislação Portuguesa	23
2.5.2. Características - Materiais e equivalência de chumbo	26
2.5.3. Manuseamento e armazenamento dos Equipamentos de Proteção Radiológica	32
3. Metodologia	33
3.1. Planeamento do projeto para a realização de um Programa de Inspeção para Controlo da Qualidade dos Equipamentos de Proteção Radiológica.....	33
3.1.1. Amostra	34
3.1.2. Registo da prevalência, qualificação e quantificação da integridade dos Equipamentos de Proteção Radiológica.	35
3.1.3. Critérios de Rejeição	36

3.2.	Dosimetria: avaliação da atenuação da Radiação pelos Equipamentos de Proteção Radiológica.	38
4.	Resultados de Pré-Teste realizado no HFAR-PL.....	43
4.1.	Formulário	43
4.2.	Amostra.....	44
4.3.	Inspeção e classificação Visual	45
4.4.	Data de Controlo da Qualidade	55
4.5.	Inspeção Tátil.....	56
4.5.1.	Análise dos resultados obtidos na Inspeção Tátil.....	56
4.6.	Inspeção Radiológica	58
4.6.1.	Equipamento de Radiologia Convencional.....	58
4.6.2.	Protocolo	58
4.6.3.	Equipamentos/Sistemas de software para análise das imagens radiografadas e recolha de dados.....	59
4.6.4.	Análise dos resultados obtidos na Inspeção Radiológica.....	60
4.7.	Registo de não conformidades	66
4.8.	Recomendações	70
4.9.	Orçamento para aquisição/substituição de Equipamentos de Proteção Radiológica com danos	71
5.	Discussão	72
6.	Conclusão.....	76
7.	Referências Bibliográficas:	77
8.	Anexos e Apêndices	81

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 2.1: Alteração na energia do fóton de Raios X após interação com a matéria A., Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)	6
Figura 2.2: Esquema do efeito Fotoelétrico, Adaptado de IAEA (2005). (14).....	7
Figura 2.3: Esquema do efeito de Compton, Adaptado de IAEA (2005). (14).....	8
Figura 2.4: Esquema do efeito de produção de pares, Adaptado de IAEA (2005). (14)	9
Figura 2.5: Esquema de uma ampola de Raios X, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10).....	12
Figura 2.6: Esquema de efeito de Bremsstrahlung, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10).....	13
Figura 2.7: Esquema de produção de Radiação Característica, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)	14
Figura 2.8: Esquema de fonte primária e secundária de radiação, Adaptado de ICRP 117 (2010). (5)	15
Figura 2.9: Representação de aventais e colar protetor de tiróide utilizados no serviço de Estomatologia.	27
Figura 2.10: Representação de conjunto colete/saia utilizados no serviço de Bloco Operatório e Imagiologia.....	27
Figura 2.11: Representação de aventais utilizados no serviço de Bloco Operatório, Imagiologia e Gastroenterologia.	27
Figura 2.12: Representação de protetores de gónadas utilizados no serviço de Imagiologia.	28
Figura 2.13: Representação e colar protetor de tiróide utilizados no serviço de Bloco Operatório, Imagiologia e Gastroenterologia.....	28
Figura 2.14: Esquema de percentagem de penetração de Raios X com diferentes kVp através de 0.55mm e 0.25mm de chumbo, Adaptado de ICRP 117 (2010) (5).....	29
Figura 2.15: Esquema de caracterização de avental ideal segundo dose/peso otimizado, Adaptado de Eder et al. (2021). (42).....	31
Figura 3.16: Comprimento máximo do dano (cm) para 100mSv. Adaptado Stam et al. (51).....	37
Figura 3.17: Formula usada para calculo de atenuação dos EPR segundo Papadopoulos et al. (2009) (35).....	40
Figura 4.18: Fotografias representativas da Inspeção Visual realizada aos EPR.	46
Figura 4.19: Representação de dano na película externa.	47
Figura 4.20: Representação de dano na bainha axilar.	48

Figura 4.21: Representação de furo visível.....	48
Figura 4.22: Colar protetor de tiróide com danos nas bainhas e sujidade na bainha superior.....	50
Figura 4.23: Avental com sujidade localizada inferiormente.	51
Figura 4.24: Protetor de gónadas com resíduos de cola.	51
Figura 4.25: Imagens de etiquetas dos EPR.	52
Figura 4.26: Imagens de áreas com expressão tátil.	57
Figura 4.27: Siemens AXIOM Luminos dRF Siemens, Adaptado do website Siemens.	58
Figura 4.28: Orientação do varrimento fluoroscópico e aquisição radiográfica por quadrantes.....	59
Figura 4.29: Percentagem segundo a localização dos danos.	63
Figura 4.30: Exemplo de imagens danificadas analisadas na Inspeção Radiológica e sua localização comum.....	64
Figura 4.31: Exemplo de imagens de EPR com película interna completamente danificada, analisada na Inspeção Radiológica.....	65

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 2.1: Limites de dose para trabalhadores expostos, Adaptado do Decreto-Lei 81/2022. (11).....	15
Tabela 2.2: Limites de dose para elementos do público, Adaptado do Decreto-Lei 81/2022. (11).....	16
Tabela 2.3: Monitorização individual - Classificação de trabalhadores expostos, Adaptado dos artigos 73º e 74º do Decreto-Lei nº 81/2022. (11).....	17
Tabela 2.4: Lista de responsabilidades para cada interveniente na vigilância da saúde, Adaptado DGS (2016). (18,26)	21
Tabela 2.5: Categorias de riscos, Adaptado do Decreto-Lei nº 118/2019. (28)	25
Tabela 2.6: Descrição de EPR para as diferentes partes do corpo, adaptado da portaria 208/2021. (29)	26
Tabela 3.7: Registo de inventário e inspeção.	35
Tabela 3.8: Tabela representativa da disposição de dosímetros termoluminescentes por EPR.	39
Tabela 3.9: Resultados da atenuação dos EPR à Radiação do feixe de Raios X.	41

Tabela 3.10: Comparação dos valores de atenuação (%) com leitura de dosímetros vs valores simulados.	42
Tabela 4.11: Referência do parâmetro equivalência de chumbos dos EPR por serviço.	54
Tabela 4.12: Distribuição de datas de fabrico de EPR por serviço.....	55
Tabela 4.13: Estádio de áreas danificadas segundo Matsuda et al.....	66
Tabela 4.14: Estádio de áreas danificadas segundo Lambert e McKeon.....	67
Tabela 4.15: Estádio de áreas danificadas segundo Stam et al.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

Gráfico 4.1: Contagem de EPR recolhidos por serviço do HFAR-PL.	44
Gráfico 4.2: Tipos de EPR recolhidos no serviço de Gastroenterologia, Bloco Operatório, Estomatologia e Imagiologia do HFAR-PL.....	45
Gráfico 4.3: Inspeção Visual, quantidade de danos nos EPR.	46
Gráfico 4.4: Inspeção Visual, tipo de danos nos EPR.	47
Gráfico 4.5: Representação dos EPR segundo a categoria limpeza.	49
Gráfico 4.6: Grau de sujidade dos EPR verificada na Inspeção Visual.....	50
Gráfico 4.7: Representação dos EPR que apresentavam etiqueta.....	52
Gráfico 4.8: Referência de marcas dos EPR.	53
Gráfico 4.9: Data de fabrico dos EPR recolhidos no serviço de Gastroenterologia, Bloco Operatório, Estomatologia e Imagiologia do HFAR-PL.....	55
Gráfico 4.10: Representação do número de inconformidades na Inspeção Tátil.	56
Gráfico 4.11: Representação do tipo de inconformidades na Inspeção Tátil.	57
Gráfico 4.12: Inspeção Radiológica, contagem de danos.	60
Gráfico 4.13: Inspeção Radiológica, contagem de danos por Serviço.	60
Gráfico 4.14: Localização geral de danos.	61
Gráfico 4.15: Danos por tipo de EPR.	62
Gráfico 4.16: Localização de danos no avental Frontal.....	62
Gráfico 4.17: Aptidão dos EPR segundo parâmetros de Stam et al. (51)	69
Gráfico 4.18: Tipo de EPR inaptos segundo parâmetros de Stam et al. (51)	69

LISTA DE ABREVIATURAS:

A

ACT: Autoridade para as Condições de Trabalho

ADN: Ácido Desoxirribonucleico

ALARA: As Low As Reasonably Achievable

AP: Antero-Posterior

B

B_e: Energia de ligação do eletrão orbital

Bi: Bismuto

C

CAE: controlo automático de exposição

CPT: Colangiografia Percutânea Trans-hepática

CPRE: Colangio Pancreatografia Retrógrada Endoscópica

D

DGS: Direção Geral da Saúde

E

E_c: Energia cinética

EPI: Equipamentos de Proteção Individual

EPR: Equipamentos de Proteção Radiológica

EU: União Europeia

F

f/s: Frame por segundo

FOV: Field of View

G

GOHNET: Rede Mundial de Saúde Ocupacional da Organização Mundial de Saúde

H

HFAR – PL: Hospital das Forças Armadas – Polo Lisboa

$H_p(d)$: Equivalente de dose pessoal

I

IAEA: Agência Internacional de Energia Atômica

ICRP: Comissão Internacional de Proteção Radiológica do Inglês Internacional
Comition on Radiation Protection

IST: Instituto Superior Técnico

L

LET: Transferência de Energia Linear do inglês Linear Energy Transfer

LiF: Fluoreto de lítio

M

MCDT: Meios de Complementares de Diagnóstico e Terapêutica

N

NCRP: *National Council on Radiation Protection and Measurements*

P

Pb: Chumbo

R

RCD: Registo Central de Doses

S

Sn: Estanho

T

TLD: dispositivos dosimétricos termoluminescentes do ingles

W

W: Tungstênio do latim *Wolframium*

Símbolos

ν : frequência da Radiação

h : constante de Planck

Unidades de Medida

cm: centímetro

eV: elétron-Volt

Hz: Hertz

KeV: Quilo elétron-Volt

KeV/ μ m: Quilo elétron-Volt/mícrometro

Kg: quilograma

kV: quilovolt

mA: mili Amper

MeV: Mega elétron-Volt

mmPb: milímetros de chumbo

mrem: milirrem

ms: milisegundos

mSv: miliSievert

Sv: Sievert

1. INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

Na Medicina, desde a descoberta dos Raios X em 1895, a Radiação Ionizante é uma mais-valia com inúmeros benefícios no diagnóstico e na terapêutica (1). Com o avanço da Tecnologia, verifica-se que a dose de Radiação utilizada nos exames radiológicos tem sido otimizada ao longo das décadas, no entanto aumentou a quantidade de exames de diagnóstico prescritos bem como os procedimentos de intervenção com recurso a técnicas de fluoroscopia (2–4). Estes procedimentos de intervenção podem ser particularmente preocupantes do ponto de vista da Proteção Radiológica, pois podem causar exposições relativamente elevadas a trabalhadores e utentes, uma vez que para além da fonte primária de Raios X, o profissional e o utente condicionam fontes de Radiação secundária. (5)

Para reduzir a exposição à Radiação Ionizante em exames e procedimentos radiológicos, para além de diversas estratégias utilizadas como o controlo do tempo de exposição ou a distância à fonte, verifica-se a necessidade de utilização de Equipamentos de Proteção Radiológica (EPR) como aventais, protetores de tiróide, protetores de gónadas e óculos plumbíneos, tanto para proteção dos profissionais de saúde como dos utentes (3,5). Estes equipamentos para realizarem o seu propósito com a máxima eficácia, a de proteção contra os Raios X desde a sua aquisição, devem ser verificados periodicamente, de modo a garantir a sua eficácia tal como detetar danos no EPR. Uma vez que ainda não está instituída a prática de realizar periodicamente o Controlo da Qualidade dos EPR no Hospital das Forças Armadas – polo Lisboa (HFAR-PL), após autorização da instituição, conforme anexo I, verifica-se a necessidade de desenvolver um protocolo sistemático de Controlo da Qualidade dos referidos equipamentos a partir do momento da sua aquisição e durante o seu período de utilização, de modo a manter o seu constante e bom desempenho, bem como verificação da sua aplicabilidade. Em concordância com o referido tema abordado, pretende-se ainda verificar a percentagem de atenuação dos EPR quando expostos à Radiação Ionizante.

1.2. ORGANIZAÇÃO DESTE TRABALHO

O presente documento está organizado pela componente teórica de enquadramento e revisão de literatura onde são explorados temas relacionados com a Qualidade e Controlo da Qualidade, bem como a Radiação Eletromagnética: tipos de Radiação, interação da Radiação Ionizante com a matéria, efeitos biológicos das Radiações Ionizantes e formação da Radiação X. Na área da Proteção Radiológica, pretendeu-se verificar conceitos relacionados com as Boas Práticas em Proteção Radiológica, recomendações internacionais, legislação europeia e transposições para a legislação portuguesa relacionada com a temática, onde se enquadra a vigilância da saúde de trabalhadores expostos à Radiação X. Para a proteção à Radiação X é extremamente importante o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), deste modo verificou-se a necessidade de verificar os EPR na classe de EPI, qual a legislação associada e pesquisar características e materiais usados na construção destes equipamentos.

A metodologia deste estudo prendeu-se com o planeamento para a realização de um Programa de Inspeção para o Controlo da Qualidade dos EPR, elaboração de um Guia de Boas Práticas, onde se regista a prevalência, qualificação e quantificação da integridade dos EPR, bem como os critérios de rejeição em caso de danos na sua estrutura. Além da inspeção de integridade, também se estuda a avaliação da atenuação da Radiação pelos EPR. Todos os ensaios e componente experimental realizados destinam-se a substanciar com maior rigor o guia a ser implementado no HFAR-PL.

Após a recolha de dados são analisados e discutidos os resultados obtidos, de modo a proceder a melhorias quanto à temática, como a formação e educação para a Proteção Radiológica, usabilidade, manuseamento e armazenamento dos EPR.

2. ENQUADRAMENTO E REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ENQUADRAMENTO E REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1. QUALIDADE E CONTROLO DA QUALIDADE

O conceito de Qualidade é muito vasto e entendido de formas diferentes. A sua evolução tem conduzido a diferentes definições, com perspetivas e abordagens distintas, resultado da constante evolução da sociedade que procura adequar o conceito da Qualidade, com origem na indústria, às especificidades de outros sectores incluindo a saúde (6).

A Organização Mundial da Saúde definiu, em 2006, o conceito de Qualidade ao afirmar que “os cuidados devem ser eficazes, eficientes, acessíveis, aceitáveis, centrados no doente, equitativos e seguros”, alargando posteriormente a definição a acessíveis. Recentemente, os Serviços de Saúde são integrados e centrados nas pessoas definidos como “cuidados de alta Qualidade” sendo os “cuidados que são seguros, eficazes, centrados nas pessoas, oportunos, eficientes, equitativos e integrados”. A segurança dos utentes é vista como um esforço para melhorar a Qualidade dos cuidados, tornando os cuidados seguros um medidor da Qualidade (7).

A Qualidade na saúde é talvez um dos conceitos mais valorizados por se relacionar com um valor sentido e reconhecido, apesar de definido de diferentes formas, dependendo da perceção, necessidades, experiências e expectativas de cada indivíduo num determinado instante (6).

Em Portugal cabe à Direção Geral da Saúde (DGS), pelo Departamento da Qualidade na Saúde, “programar, elaborar, rever e garantir a atualização de normas clínicas e organizacionais baseadas na melhor evidência científica, centrada na pessoa e no seu percurso de cuidados, bem como para definir e aplicar instrumentos que promovam a divulgação e a implementação de normas no sistema de saúde” (8). Consagrando assim o princípio da Qualidade no Sistema Nacional de Saúde, que visa “a prestação de cuidados de saúde efetivos, seguros e eficientes com base na evidência científica, realizados de forma humanizada, com correção técnica e atenção à individualidade da pessoa, e à avaliação de impacto, valorizando a integração de cuidados, tal como

estabelecido pela Lei de Bases da Saúde e previsto no Estatuto do Serviço Nacional de Saúde” (9).

O Manual de políticas e estratégias para a Qualidade dos cuidados de saúde da Organização Mundial da Saúde, refere como definição para a Garantia da Qualidade, “todas as atividades planeadas e sistematicamente implementadas no âmbito do sistema de Qualidade, e demonstradas quando necessário, para gerar a devida confiança em que uma entidade cumprirá os requisitos de Qualidade”. Em relação ao conceito de Controlo da Qualidade, refere “técnicas e atividades operacionais utilizadas no cumprimento dos requisitos de Qualidade”(7).

A continua melhoria da Qualidade na saúde é um processo em mudança, de forma a desenvolver uma cultura da Qualidade (6).

2.1.2. TIPOS DE RADIAÇÃO

Existem dois tipos principais de Radiação, a Radiação Eletromagnética, luz, e a Radiação Corpuscular. Nesta divisão, estamos a “omitir” o facto de a luz gozar de uma propriedade denominada “dualidade onda-corpúsculo”, ou seja, a luz é considerada tanto como onda como com partícula, o fóton. Assim, podemos dizer que a luz resulta da associação de um campo elétrico e de um campo magnético, oscilatórios e perpendiculares entre si, e perpendiculares à direção de propagação. A velocidade de propagação da luz depende do índice de refração do meio e atinge o valor máximo no vácuo ($2,99782458 \times 10^8$ m/s). Por outro lado, consideramos como Radiação Corpuscular a Radiação que envolve o movimento de partículas tais como eletrões, neutrões, núcleos leves ou núcleos pesados resultantes de processos de fissão nuclear. Curiosamente, também estas partículas gozam da propriedade “dualidade onda-corpúsculo”, sendo esta vulgarmente associada ao conceito de “ondas de matéria”.

O Sol por exemplo, é uma fonte natural de Radiação Eletromagnética e de Radiação Corpuscular à qual estamos expostos.

A Radiação, conforme a sua energia, pode ou não interagir com a matéria, sendo classificada Ionizante ou não Ionizante respetivamente. (10)

Como definição podemos dizer que Radiação Ionizante é a transferência de energia, sob a forma de partículas ou ondas eletromagnéticas, com um comprimento de onda

igual ou inferior a 100 nanómetros (nm), com frequência igual ou superior a 3×10^{15} hertz (Hz), capaz de produzir iões direta ou indiretamente. (11)

Com o avanço da tecnológica, além das fontes naturais emissoras de Radiação ionizante, como os Raios cósmicos e radionuclídeos naturais, foram criadas fontes artificiais produtoras de Radiação para aplicações diversas como a medicina, a indústria, armas e centrais nucleares. Na medicina, diversas técnicas radiológicas como a Radiologia Convencional, Tomografia Computorizada, Mamografia utilizam uma fonte de Radiação Ionizante emissora de Raios X para a obtenção de imagens de diagnóstico. (12)

2.1.3. INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE COM A MATÉRIA

A Radiologia é baseada nas leis que comandam a transferência de energia da Radiação X para os meios materiais por si atravessados. Em diagnóstico com Radiação X as interações com o meio material que atravessam ocorrem com eletrões orbitais, dando-se o efeito Fotoelétrico, o efeito de Compton e o efeito de Rayleigh-Thomson.

Um fóton de Raios X ao atravessar o meio material pode sofrer alterações no transporte ou na libertação de energia como mostra a Figura 2.1, na qual:

1. O fóton atravessa a espessura de material A, sem interação, e o fóton emergente tem a mesma energia e direção de propagação que o fóton incidente;
2. O fóton sofre dispersão, sem perda de energia. O fóton emergente tem a mesma energia, mas direção de propagação diferente do fóton incidente - efeito de Rayleigh-Thomson;
3. O fóton sofre dispersão com perda de energia, ficando o fóton emergente com energia e direção de propagação diferentes das do fóton incidente - efeito de Compton;
4. O fóton incidente transfere totalmente a sua energia ao material A sofrendo absorção e não originando fóton emergente - efeito Fotoelétrico. (10)

Nos efeitos de Compton e Fotoelétrico a energia é cedida a eletrões que irão constituir partículas ionizantes secundárias.

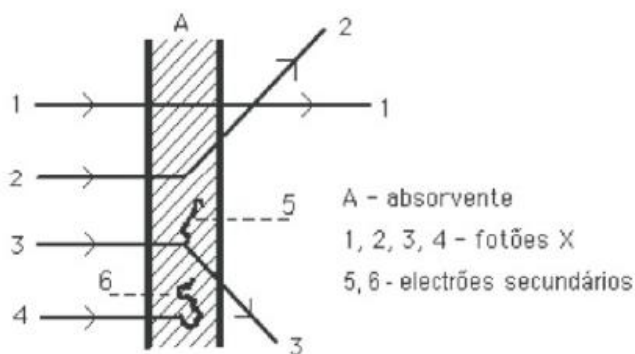


Figura 2.1: Alteração na energia do fóton de Raios X após interação com a matéria A., Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)

Os fótons X têm ausência de carga elétrica e massa, podendo penetrar num material e percorrer grandes distâncias antes de sofrer interações. A probabilidade de interação depende muito do valor da sua energia, pois quanto maior a energia do fóton, maior espessura será necessária para atenuar a sua intensidade. No que se refere à segurança da Radiação, os métodos barreira reduzem a intensidade da Radiação Eletromagnética, mas estatisticamente, esta nunca chega a zero (13). Quando a energia dos fótons ultrapassa o valor da energia de ligação dos nucleões, cerca de 8,5 MeV (mega elétron volt), podem ocorrer reações nucleares. As Radiações Eletromagnéticas com energias de 10 a 50 MeV podem ativar a maioria dos elementos químicos com os quais vão interagir. Os principais modos de interação são os efeitos referidos anteriormente: efeito Fotoelétrico e o efeito Compton, também designados por absorção fotoelétrica e dispersão de Compton. (10)

O efeito Fotoelétrico (Figura 2.2) é caracterizado pela transferência total da energia da Radiação X para um único elétron orbital, que é ejetado com uma energia cinética (E_c) bem definida, dada pela equação:

$$E_c = h * \nu - B_e$$

Em que h é a constante de Planck, ν é a frequência da Radiação Eletromagnética e B_e é a energia de ligação do elétron orbital. Este efeito é predominante a baixas energias.(10)

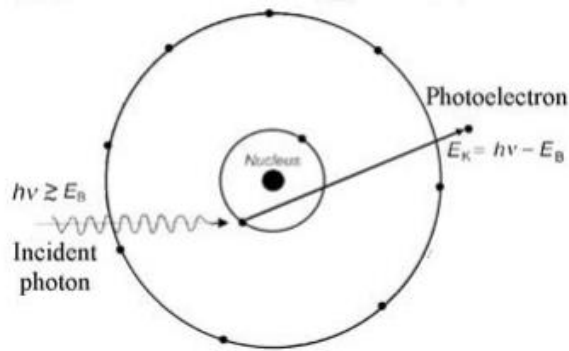


Figura 2.2: Esquema do efeito Fotoelétrico, Adaptado de IAEA (2005). (14)

O ângulo de deflexão que condiciona a direção de saída do fotoelétrão varia com a energia. Para energias altas (superior a 3 MeV), é alta a probabilidade de o eletrão sair na direção e sentido do fotão. Para baixas energias (inferior a 20 keV), aumenta a probabilidade de sair com um ângulo de 70° . O efeito Fotoelétrico é predominante para baixas energias e para elementos químicos de elevado número atómico. Para que o processo ocorra com um eletrão em específico, a energia do fotão não pode ser menor que a energia de ligação B_e do eletrão. Para fotões com energia maior que B_e , a probabilidade diminui à medida que aumenta essa energia, pois, é grande a probabilidade de interação, quando a energia do fotão é igual à energia de ligação B_e . (13)

No efeito Compton (Figura 2.3) o fotão cede parte da sua energia ao eletrão, passando a existir um fotão disperso de menor energia que o incidente, com diferente direção de propagação e um eletrão secundário com energia cinética E_c . Este efeito ocorre com maior frequência entre fotões de média energia e eletrões de baixa energia de ligação e é tanto mais acentuado quanto menor for o número atómico do elemento difusor. (10)

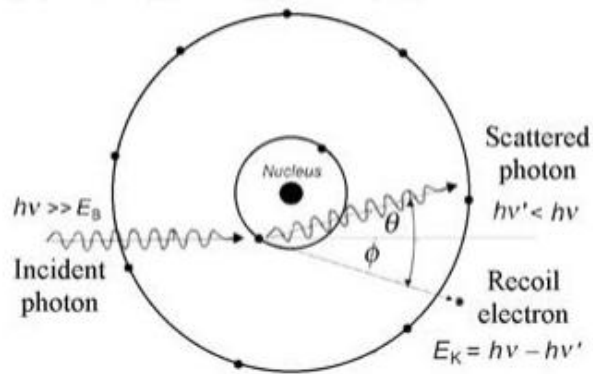


Figura 2.3: Esquema do efeito de Compton, Adaptado de IAEA (2005). (14)

Na interação entre fótons de 80KeV (quilo elétron volt) com tecidos moles, 90% sofre efeito de Compton e 10% efeito Fotoelétrico. No caso da interação destes fótons com o osso, 65% sofrem efeito de Compton e 35% efeito Fotoelétrico. O efeito Fotoelétrico é mais provável nos tecidos moles para energias menores que 25KeV, e no osso para energias menores que 40KeV. Para qualquer dos efeitos a probabilidade de interação diminui com o aumento da energia. Verifica-se então que uma imagem radiológica resulta das diferenças entre regiões, onde fótons foram absorvidos por efeito Fotoelétrico, em maior ou menor número. Os fótons de Compton não contribuem para a formação da imagem, contribuem com fundo cinzento o que degrada a informação sendo por isso indesejáveis. O equilíbrio entre a qualidade da imagem e a energia de Raios X resulta da obtenção de máxima informação radiológica com a mínima energia dispersa pelos tecidos irradiados. (10)

No efeito de produção de pares (Figura 2.4) o fóton de elevada energia (E_γ) colide com o núcleo cedendo-lhe toda a sua energia e originando a um par de partículas (E_c) (elétron e positrão). A produção de pares só ocorre para energias muito superiores às utilizadas em Raios X de diagnóstico. (10)

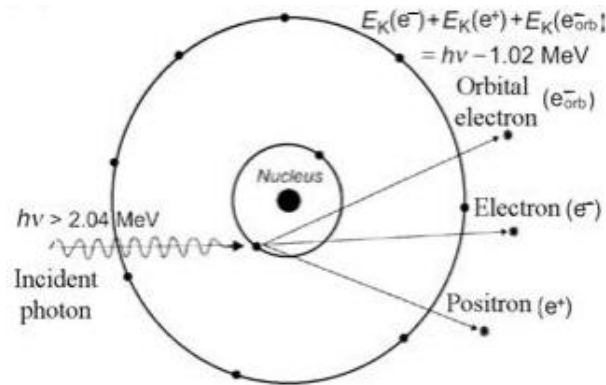


Figura 2.4: Esquema do efeito de produção de pares, Adaptado de IAEA (2005). (14)

2.1.4. EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

A Radiação Ionizante pode ter efeitos biológicos nocivos nos órgãos e tecidos devido à produção de íons e à deposição de energia. O resultado biológico da exposição é determinado não só pela dose total absorvida, como também pelo tempo de exposição e pelo tipo de Radiação Ionizante. O corpo humano é maioritariamente formado por moléculas de água, quando sujeito à Radiação Ionizante, pelo processo de radiólise, existe quebra nas ligações das moléculas gerando radicais livres (efeito indireto). A Radiação X, sendo Radiação Ionizante indireta, não causa danos químicos e biológicos por si só, ao contrário de outros tipos de Radiação (partículas α). No entanto deposita energia no meio que atravessa, resultando na libertação de eletrões, estes posteriormente, produzem ionização ao longo do seu caminho. A energia media depositada é definida como a Transferência de Energia Linear (LET) representada por quiloelétron-volt/mícrometro ($\text{KeV}/\mu\text{m}$). O conceito de LET é extremamente importante, pois os efeitos químicos e biológicos são relacionados com a magnitude de ionização dos tecidos. Os danos biológicos produzidos pela Radiação aumentam à medida que o LET da Radiação aumenta. No entanto deve-se conhecer o tipo de Radiação de exposição, pois doses iguais de diferentes tipos não produzem efeitos biológicos iguais. A exposição a Radiação X pode danificar moléculas importantes como o Ácido Desoxirribonucleico (ADN). Uma quebra no ADN, efeito direto, pode resultar num dano genético ou somático, conforme o tipo e localização da quebra. Se as enzimas não conseguirem reparar, ou mesmo, se a reparação for inadequada, a célula poderá deixar de funcionar acabando por morrer, morte mitótica. Também pode ocorrer o processo de apoptose, morte celular programada, este, é um fenómeno fisiológico normal que

permite a remoção de células que não estejam a funcionar corretamente como o caso de células tumorais. (15,16)

A radiosensibilidade celular é variável, segundo a lei de Bergonié-Tribondeau “a sensibilidade das células à Radiação esta relacionada diretamente com a capacidade reprodutiva das células e inversamente com o seu grau de diferenciação”. No entanto existem algumas exceções como o caso dos linfócitos que são extremamente radiosensíveis, não sofrem mitose, mas são diferenciados. A Radiação Ionizante é particularmente poderosa na sua capacidade de causar danos diretos ou indiretos ao ADN, este dano aumenta com a dose absorvida. Em casos de exposição prolongada ou a vários tipos de Radiação como acidentes nucleares (Chernobyl, Fukushima), a dosimetria biológica é uma ferramenta essencial na avaliação da dose, para as exposições inesperadas e havendo dúvida na dosimetria individual. Os linfócitos podem servir como biossensores de exposição à Radiação devido à sua sensibilidade, acessibilidade e distribuição de corpo inteiro, bem como a capacidade de registar danos cromossómicos no ADN de forma reprodutível e dose-dependente. (15,16)

Na interação da Radiação Ionizante com a matéria podem ocorrer vários resultados como:

- A Radiação Ionizante pode atravessar a matéria não interagindo com a mesma nem causando danos;
- A Radiação Ionizante pode danificar a célula, mas esta consegue ser reparada adequadamente pelo organismo;
- A Radiação Ionizante pode matar a célula ou impedir que esta se reproduza, mas não provocando danos nos tecidos. Quando o número de células afetadas é razoavelmente grande, o funcionamento dos tecidos e órgãos irradiados pode ficar comprometido. Os efeitos da Radiação são chamados de determinísticos;
- A Radiação Ionizante desencadeia uma modificação do material genético da célula irradiada que poderá conduzir a rearranjos ou mutações celulares. Os efeitos de Radiação são chamados de estocásticos ou probabilísticos. (17)

Assim os efeitos da Radiação Ionizante podem ser hereditários ou somáticos, efeitos determinísticos e efeitos estocásticos:

- Efeitos hereditários: manifestam-se nos descendentes dos indivíduos expostos à radiação;

- Efeitos somáticos: ocorrem apenas no indivíduo que foi exposto à radiação. Estes efeitos podem ser mais graves dependendo unicamente da dose recebida e do órgão ou tecido afetados. Podem ser efeitos determinísticos ou estocásticos. (18)

Os efeitos determinísticos são verificados quando a dose é superior a um determinado valor, podendo resultar danos celulares ou morte celular prejudicando a função do tecido. Estes efeitos são caracterizados por um limiar de dose, abaixo do qual o efeito não ocorre. Com o aumento da dose de radiação, menos células sobrevivem ilesas e, portanto, os efeitos determinísticos aumentam em gravidade e frequência com a dose. O surgimento de danos teciduais pode variar de algumas horas a meses/anos após a exposição, dependendo do tipo de efeito e das características do tecido em específico, devido à sua radiosensibilidade. Como a radiosensibilidade é diretamente proporcional à atividade proliferativa e inversamente proporcional à maturidade celular, os órgãos mais radiosensíveis são os ovários, os testículos, a medula óssea, o tecido linfático e o cristalino. Assim como os efeitos determinísticos principais, a curto prazo, podem originar: esterilidade temporária e permanente nos testículos e ovários, redução no processo formador de sangue levando à diminuição de células sanguíneas, eritema/queimadura cutânea, processos inflamatórios gastrointestinais. Pode ser verificada indução de cataratas após vários anos de exposição à radiação. Quanto existe grande radiosensibilidade, é mais expectável a observação de efeitos mais cedo para doses mais baixas. Com o aumento de dose, é possível observar um maior número de indivíduos, até que todo o grupo manifeste efeitos. (18,19)

A síndrome de Radiação aguda, é um dos efeitos determinísticos resultante da exposição à Radiação Ionizante muito penetrante. Esta síndrome apresenta manifestações de lesões em sistemas como o hematopoiético e gastrointestinal. A dose absorvida, nestes casos, pode ser estimada entre o intervalo de tempo de exposição e o início de sintomas, bem como o dano provocado. Como exemplo, um indicativo de lesão muito grave de exposição à Radiação, temos que, após análise ao sangue, em 24 horas, existe descida na contagem de linfócitos para menos de 1000 células por mm^3 . (18,19)

Os efeitos estocásticos, ou probabilísticos, estão relacionados com a modificação não mortal de uma célula, em vez da sua morte. Esta modificação é estimada devido à mutação do ADN do núcleo da célula, se ocorrer numa célula somática, pode originar uma lesão tumoral. Estes efeitos são considerados fenómenos sem limiar de dose. Para as baixas doses, assume-se que qualquer dose de Radiação, por menor que seja, pode, teoricamente, produzir um aumento na probabilidade de um efeito estocástico. Deste

modo, mesmo que cumprindo as normas de Proteção Radiológica, existe uma pequena probabilidade de ocorrência de efeitos estocásticos. A probabilidade de existir lesão tumoral num trabalhador exposto a Radiações Ionizantes aumenta com o aumento da dose de Radiação, embora em doses bastante elevadas, cerca de 2500mSv, a probabilidade diminua devido aos efeitos de morte celular concorrente. No entanto, gravidade do efeito não depende da dose pois, depende somente da probabilidade da modificação celular e da sua progressão para o cancro. As lesões tumorais e as anomalias genéticas hereditárias são efeitos estocásticos a longo prazo e estes são considerados fenómenos sem limiar de dose. (17)

A Radiação Ionizante com poder de penetração muito elevado, pode atravessar os tecidos havendo pouca interação com a matéria resultando assim uma baixa transferência de energia no tecido. No entanto, para a Radiação com pequeno poder de penetração, poderá haver um elevado número de interações com o tecido numa curta distância, levando à elevada transferência de energia nas camadas mais superficiais do tecido. (17)

2.1.5. FORMAÇÃO DA RADIAÇÃO X

Na Radiologia utilizam-se feixes de Raios X, Radiação Eletromagnética de elevada energia, com a finalidade de obter imagens de diagnóstico médico. Os Raios X pertencem ao grupo das Radiações com fótons de energia superior a onze elétron-volt (11eV) ou seja, capazes de ionizar estruturas biológicas. (10)

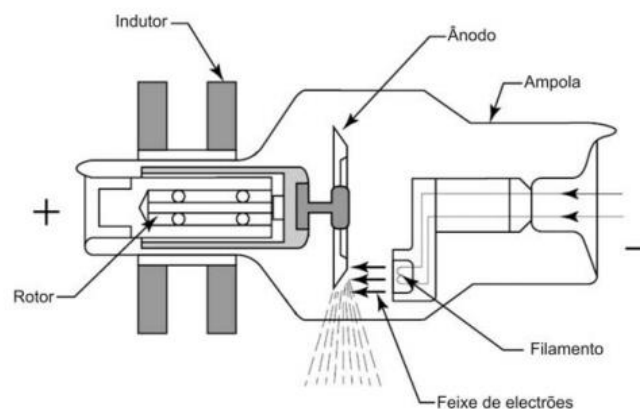


Figura 2.5: Esquema de uma ampola de Raios X, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)

A Figura 2.5 mostra um esquema de uma ampola de Raios X. Estes são produzidos quando elétrons a alta velocidade embatem num alvo metálico (tungsténio, molibdénio ou ródio). O sistema começa quando uma corrente elétrica passa através do filamento do cátodo, havendo emissão de elétrons. Aplicando uma diferença de potencial entre o ânodo e o cátodo, os elétrons projetam-se a alta velocidade do filamento até ao alvo. Os elétrons ao chocarem com o alvo perdem parte da velocidade inicial e a sua energia cinética é convertida. Neste processo de desaceleração, são emitidos fótons. O fóton, partícula sem carga e sem massa, é originado por cada elétron que embate no alvo metálico. Assim, são gerados mais fótons quanto maior for a energia dos elétrons incidentes, no entanto, o tempo de vida útil do filamento diminui com o aumento da corrente. Os Raios X são produzidos através de dois efeitos: Bremsstrahlung e Radiação Característica. A Radiação de Bremsstrahlung produz entre 85% a 100% dos fótons presentes nos feixes de Raios X. (10,12)

No efeito de Bremsstrahlung (Figura 2.6) também chamado de efeito de desaceleração, a trajetória do elétron (E) é defletida sendo emitido um fóton (F) – fóton de Bremsstrahlung. A emissão destes fótons resulta da conservação do momento cinético do sistema núcleo-elétron acelerado. A variação da velocidade destes elétrons, devido à ação atrativa dos núcleos do ânodo (N), sofre uma desaceleração, passando de uma velocidade inicial elevada para uma mais baixa. Quando os elétrons interagem com os campos elétricos dos núcleos dos átomos reduzem a sua energia cinética, mudando a sua direção e emitindo a diferença de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas.

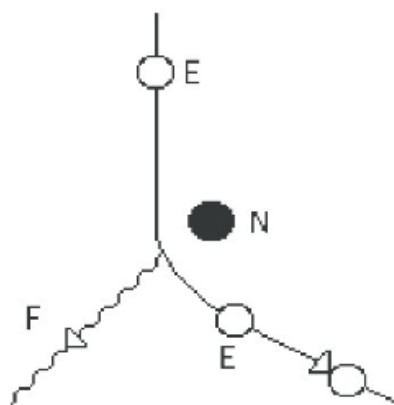


Figura 2.6: Esquema de efeito de Bremsstrahlung, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)

A Radiação Característica (Figura 2.7) é verificada quando a captura eletrônica ou outro processo retira elétrons de orbitais mais internas do átomo. O vazio originado pelo elétron (e_0) que saiu é imediatamente preenchido por um elétron (e) de orbitais mais externas. Ao transitar de uma orbital mais externa para uma mais interna, ocorre a emissão de um fóton (F), cuja energia é igual à diferença de energia entre o estado inicial e o final, ocorrendo assim a emissão de Radiação Eletromagnética sob a forma de um fóton X. (10)

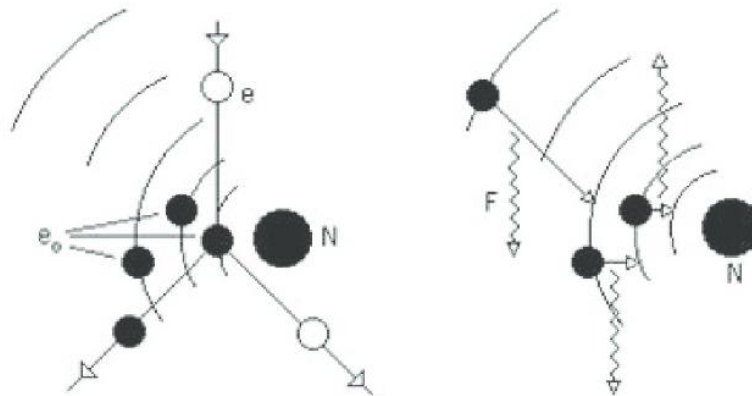


Figura 2.7: Esquema de produção de Radiação característica, Adaptado de Pedroso de Lima (2005). (10)

Os parâmetros de intensidade energética e diferença de potencial (em volt) são obtidos a partir de: aumentar a corrente no filamento aumenta apenas o número de elétrons libertados e conseqüentemente de fótons de Raios X produzidos; aumentar a energia dos fótons é necessário aumentar a voltagem no tubo. (12)

Para obter a imagem, os Raios X atravessam a zona do corpo a estudar, sendo atenuados em quantidades diferentes, por diferentes tecidos. (12)

A fonte primária de Radiação é a ampola de Raios X, no entanto a Radiação dispersa pelo utente é a principal fonte de exposição dos profissionais que se encontram perto do utente. Como representado na Figura 2.8, a ampola de Raios X deverá ser posicionada na parte inferior da mesa de intervenção, para que a maior percentagem de Radiação dispersa não incida em órgãos de radiosensibilidade elevada. (5)

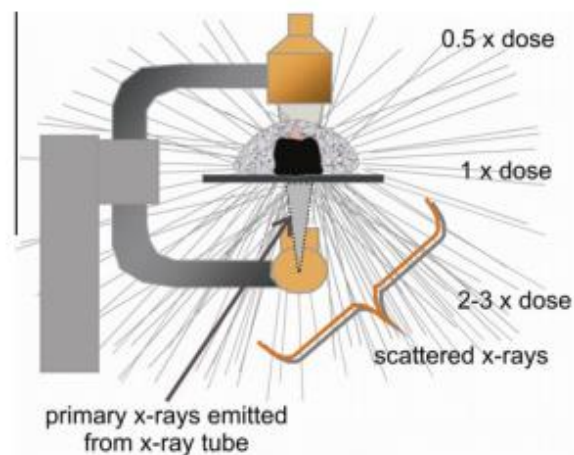


Figura 2.8: Esquema de fonte primária e secundária de Radiação, Adaptado de ICRP 117 (2010). (5)

2.2. PROTEÇÃO RADIOLÓGICA – LEGISLAÇÃO E MONITORIZAÇÃO

A legislação nacional estabelece que: “Trabalhador exposto”, segundo o artigo nº4 do Decreto-Lei nº108/2018 é “a pessoa submetida durante o trabalho a uma exposição decorrente de práticas abrangidas pelo presente decreto-lei, suscetíveis de resultar numa dose superior a qualquer um dos limites de dose fixados para os membros do publico”(20). Assim, os limites de dose para trabalhadores expostos (Tabela 2.1) segundo o artigo nº 67 do Decreto-Lei 81/2022 são os seguintes:

Tabela 2.1: Limites de dose para trabalhadores expostos, Adaptado do Decreto-Lei 81/2022. (11)

Limites de Dose	Valor limite	Período	Condição
Limite de dose efetiva	100mSv	Valor para 5 anos consecutivos	A dose efetiva pode atingir 50mSv num ano, desde que a dose media anual ao longo dos 5 anos consecutivos não seja superior a 20mSv.
	20mSv	Valor anual	
Limite de dose equivalente para o cristalino	20mSv	Valor anual	
	100mSv	Valor para 5 anos consecutivos	Desde que a dose máxima num ano não ultrapasse 50mSv.

Limite de dose equivalente para a pele	500mSv	Valor anual	Aplica-se à dose média numa superfície de 1cm ² , independentemente da área exposta.
Limite de dose equivalente para as extremidades	500mSv	Valor anual	

Segundo o mesmo Decreto-Lei, artigo nº 69, “A proteção concedida ao nascituro deve ser equivalente à dispensada a qualquer membro do público, de forma a assegurar que a dose equivalente recebida por este permanece tão baixa quanto razoavelmente possível, sem exceder 1mSv durante o resto da gravidez”. Assim a trabalhadora grávida deve informar de imediato “com vista a garantir a proteção do feto, nos termos do previsto na legislação laboral”. (11)

Para os elementos do público (Tabela 2.2), o presente Decreto-Lei estabelece os seguintes limites de dose:

Tabela 2.2: Limites de dose para elementos do público, Adaptado do Decreto-Lei 81/2022. (11)

Limites de Dose	Valor limite	Período	Condição
Limite de dose efetiva	1mSv	Valor anual	
Limite de dose equivalente para o cristalino	15mSv	Valor anual	
Limite de dose equivalente para a pele	50mSv	Valor anual	Aplica-se à dose média numa superfície de 1cm ² , independentemente da área exposta.

A Proteção contra a Radiação é concebida para evitar a ocorrência de efeitos determinísticos e para minimizar o risco da Radiação estocástica (diminuindo a dose de radiação). Pelo que os limites de dose deverão ser entendidos como uma forma de

garantir que nenhum individuo é exposto inaceitavelmente tendo efeitos negativos na sua saúde. (18)

Os trabalhadores expostos à Radiação Ionizante são monitorizados de forma a controlar a dose recebida, Segundo o artigo nº73 e 74 do Decreto-Lei 81/2022 são distribuídos em duas categorias – Categoria A e Categoria B (Tabela 2.3).

Tabela 2.3: Monitorização individual - Classificação de trabalhadores expostos, Adaptado dos artigos 73º e 74º do Decreto-Lei nº 81/2022. (11)

Categoria do trabalhador	Trabalhadores abrangidos	Monitorização individual
Categoria A	- Trabalhadores expostos suscetíveis de receberem uma dose efetiva superior a 6mSv por ano; ou uma dose equivalente superior a 15 mSv por ano para o cristalino ou superior a 150mSv por ano para a pele e as extremidades dos membros.	Periodicidade mensal.
Categoria B	- Todos os restantes trabalhadores não classificados como categoria A;	Periodicidade, no máximo, trimestral.

Para estimar a dose de Radiação Ionizante num ponto recebida pelos trabalhadores, procede-se à quantificação dosimétrica. Deste modo, utilizam-se dispositivos de monitorização pessoais que podem ser usados mensalmente ou trimestralmente para trabalhadores de categoria A e B respetivamente. Realiza-se dosimetria individual para a monitorização da exposição a Radiação externa com o uso de dispositivos dosimétricos termoluminescentes (TLD). Na dosimetria por TLD são utilizados cristais, nestes cristais os eletrões da rede cristalina, normalmente fluoreto de lítio (LiF), são excitados quando expostos à radiação. Estes eletrões voltam ao seu estado de equilíbrio e emitem luz quando aquecidos. A quantidade de luz libertada durante o aquecimento é usada para estimar a dose de radiação. O limite de deteção de um TLD é aproximadamente de 0.2mSv (20mrem). Estes tipos de dispositivos têm diversas

vantagens como a elevada sensibilidade e precisão, baixo limite de deteção, linearidade na resposta e são reutilizáveis e de pequeno tamanho. (1,12)

Existem alguns cuidados a ter no manuseamento do dosímetro individual, tais como:

- É um objeto pessoal e intransmissível;
- Deve ser específico para o tipo de Radiação Ionizante que se pretende medir;
- O trabalhador exposto deverá ter um dosímetro para cada unidade/estabelecimento em que trabalhe;
- A sua localização deverá ser a parte mais exposta da superfície do tronco, normalmente, na região torácica anterior e superior. Deverá ser colocado por baixo do Equipamento de Proteção Radiológica, avental de chumbo, quando usado;
- Quando o dosímetro TLD não está a ser usado, deverá ser guardado num local onde não haja risco de irradiação, nem exposto a fontes de calor. (18)

Em Radiologia, os dosímetros individuais utilizados podem ser de corpo inteiro, de extremidades ou específicos para o cristalino, sendo os dois últimos frequentemente usados em Radiologia de intervenção. A dose equivalente pessoal é representada por $H_p(d)$ (d é referente ao local de colocação do dosímetro). O dosímetro individual pretende avaliar os equivalentes de dose à profundidade de 10mm ($H_p(10)$) e 0.07mm ($H_p(0.07)$), para órgãos internos e superficiais como a pele respetivamente. Na Radiologia de intervenção, uma alternativa ao dosímetro de extremidade, é a utilização de um segundo dosímetro de corpo inteiro sobre o avental de chumbo, para estimar a dose recebida nas regiões corporais sem a proteção do avental de chumbo. Na prática, os dosímetros fornecem informação da dose equivalente, na zona onde se colocam estes dispositivos, estimando-se a dose de exposição uniforme para o corpo inteiro. (18)

Em Portugal, os valores de monitorização individual são comunicados ao Registo Central de Doses (RCD), na competência do Instituto Superior Técnico (IST). Entidade esta responsável por criar e manter atualizado o RCD de modo a controlar doses acumuladas e realizar avaliações estatísticas dos dados. (21)

Os resultados da monitorização individual de cada trabalhador são mantidos pelo RCD, durante o todo período laboral que implique exposição a radiações ionizantes, até o trabalhador completar 75 anos de idade, mantendo-se um período nunca inferior a 40 anos após concluir a atividade profissional que exposição. (11)

Além da monitorização individual dos profissionais, também os fabricantes dos equipamentos emissores de Radiação X, têm vindo a desenvolver sistemas de índice de dose dos utentes, de modo a haver um relatório de dose tendo como objetivo que estes valores sejam transferidos para a rede hospitalar. (5)

Os principais métodos de controlo de exposição à Radiação em Radiologia são: a diminuição do tempo de exposição, o aumento da distância da fonte de Radiação e a utilização de colimadores e blindagem. (12,22)

Existem ainda outros fatores indiretos, relacionados com boas práticas operacionais, a ter em conta para a perceção da exposição à Radiação como, o tamanho/espessura do utente, o conhecimento da distribuição dos níveis de Radiação dispersa em torno do utente, compreensão de como diferentes fatores a influenciam, correta operação do equipamento emissor de radiação. (23)

2.3. BOAS PRÁTICAS EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) formada em 1928 tem abordado os riscos da Proteção Radiológica, em particular, a proteção dos indivíduos que usam Radiação em ambientes médicos e industriais. Esta comissão visa recomendações e orientações sobre todos os aspetos da proteção contra radiações ionizantes. O objetivo das recomendações da ICRP é contribuir para um nível adequado de proteção das pessoas e do ambiente contra os efeitos nocivos da exposição à Radiação sem limitar indevidamente as ações humanas desejáveis que podem ser associados a tal exposição. Deste modo, pretende evitar efeitos determinísticos de exposição e reduzir os possíveis efeitos estocásticos (genéticos, cancerígenos, não cancerígenos) a níveis que são tão baixos quanto razoavelmente alcançáveis, considerando fatores económicos e sociais. Inicialmente, as recomendações concentraram-se na prevenção de efeitos. (24)

Para a promoção da Proteção Radiológica definiram-se valores sociais e éticos como: benefício, prudência, justiça, dignidade, razoabilidade e tolerabilidade na implementação do sistema de Proteção Radiológica. (14,18)

Existe exposição ocupacional em qualquer processo que cause exposições humanas, seja de fontes naturais ou artificiais. A proteção pode ser alcançada através

da ação na fonte, ou em pontos nas vias de exposição, e ocasionalmente modificando a localização ou características dos indivíduos expostos. (14,18)

A classificação da exposição de indivíduos segundo a ICRP, é feita em três categorias, exposição médica, exposição ocupacional e exposição pública, sendo que:

- A exposição médica refere-se à exposição de indivíduos relacionada com o diagnóstico ou tratamento médico. Estão também incluídos indivíduos que apoiam no conforto de utentes sujeitos a diagnóstico ou tratamento, e voluntários dos programas de investigação biomédica expostos à Radiação Ionizante.

- A exposição profissional é a exposição dos trabalhadores no exercício da sua função.

- A exposição pública é a exposição pelos membros do público em todas as situações de exposição, excluindo qualquer exposição profissional ou médica.

Mesmo que um individuo seja exposto a mais que uma destas, para a Proteção Radiológica, a exposição deve ser analisada separadamente. (14,18)

Os três princípios fundamentais da Proteção Radiológica, pelo sistema ICRP são:

- Princípio da justificação: Nenhuma prática que envolva a exposição a Radiação Ionizante deve ser adotada, a não ser que o benefício resultante seja maior que o dano provocado à saúde.

- Princípio da otimização: Assegurar que a exposição à Radiação Ionizante seja tão baixa quanto razoavelmente atingível, tendo em conta fatores económicos e sociais. Este princípio refere-se ao princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

- Princípio da limitação: A exposição de indivíduos deve ser sempre mantida abaixo dos níveis estabelecidos e recomendados pela ICRP. (14,18)

A Rede Mundial de Saúde Ocupacional da Organização Mundial de Saúde (GOHNET) refere sete princípios que abordam a prevenção primária dos riscos profissionais, a proteção e promoção da saúde no trabalho, a melhoria das condições de emprego e uma melhor resposta dos sistemas de saúde para a saúde dos trabalhadores:

- Todos os trabalhadores devem poder desfrutar do mais alto padrão possível de saúde física e mental em condições de trabalho favoráveis;

- O local de trabalho não deve ser prejudicial à saúde e ao bem-estar;

- É uma prioridade a prevenção primária dos riscos para a saúde ocupacional;
- Todos os elementos dos sistemas de saúde devem estar envolvidos na resposta integrada às necessidades específicas de saúde das populações trabalhadoras;
- O local de trabalho deverá auxiliar como prestação de outros serviços essenciais de saúde pública, intervenções e promoção da saúde;
- As atividades devem ser planeadas, implementadas e avaliadas de modo a reduzir desigualdades na saúde dos trabalhadores dentro e entre países;
- Devem beneficiar e participar os trabalhadores, os empregadores e os seus representantes. (25)

É necessário que haja treino e formação de profissionais de saúde em Proteção Radiológica ocupacional de modo a garantir que haja excelência em segurança radiológica e na implementação estratégias para otimização de dose em medicina. (25)

2.4. VIGILÂNCIA DA SAÚDE DE TRABALHADORES EXPOSTOS À RADIAÇÃO IONIZANTE

Para a promoção da saúde e segurança no trabalho, o Decreto-Lei nº 102/2009 estabelece o referido regime jurídico. Neste diploma estão descritos os diversos intervenientes para a promoção da saúde como empregador, médico do trabalho, trabalhador e serviço de saúde e segurança no trabalho/serviço de saúde ocupacional. A Tabela 2.4 apresenta para cada interveniente tem as seguintes responsabilidades:

Tabela 2.4: Lista de responsabilidades para cada interveniente na vigilância da saúde, Adaptado DGS (2016). (18,26)

Interveniente	Responsabilidade
Empregador	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar o serviço de saúde e segurança no trabalho; • Assegurar a vigilância da saúde do trabalhador; • Suportar a totalidade dos encargos; • Organizar e conservar arquivos atualizados.

Médico do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidade técnica da vigilância da saúde dos trabalhadores; • Adequada vigilância da saúde dos trabalhadores expostos à Radiação Ionizante; • Assegurar que constam os resultados da vigilância da saúde na ficha individual de cada trabalhador.
Trabalhador	<ul style="list-style-type: none"> • Comparecer às consultas e aos exames determinados pelo médico do trabalho; • Comunicar de imediato avarias e deficiências suscetíveis de perigo grave ou iminente; • Cumprir as prescrições de saúde e segurança do trabalho estabelecidas; • Utilizar corretamente de acordo com instruções, máquinas, outros equipamentos e meios à sua disposição; • Cooperar para a melhoria do sistema de segurança e de saúde do trabalho.
Serviço de saúde e segurança do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Serviço integrado e constituído por equipa multidisciplinar; • Em caso de ser serviço externo, deve a empresa prestadora estar autorizada pela Direção Geral de Saúde (DGS) e pela Autoridade para as Condições de Trabalho (ACT).

Os principais objetivos na vigilância da saúde dos trabalhadores expostos à Radiação Ionizante prendem-se com:

- Realização de um registo inicial de saúde no exame de admissão;
- Detetar precocemente eventuais efeitos adversos associados à Radiação Ionizante;
- Determinar aptidão médica para o trabalho com exposição à Radiação Ionizante;

- Dotar o trabalhador de medidas de redução da exposição à Radiação bem como referir a importância da monitorização de dose e vigilância dosimétrica;
- Esclarecer as trabalhadoras dos riscos da Radiação Ionizante durante a gravidez, bem como sensibilizar para a comunicação do médico do trabalho do estado de gravidez;
- Acompanhar o trabalhador em situações excecionais, como se for excedido o limite de dose. (18)

São necessários realizar exames de saúde de forma a avaliar a aptidão do trabalhador para o seu exercício do trabalho. Estes devem ser realizados antes do início da atividade de trabalho com exposição à Radiação Ionizante bem como periodicamente. Assim para trabalhadores de categoria A e categoria B com idade superior a 50 anos, os exames periódicos deverão ser realizados anualmente. Para os restantes trabalhadores de dois em dois anos. Estes exames médicos consistem na avaliação eletrocardiográfica e no estudo laboratorial (basal): Hemograma completo de contagem diferencial de leucócitos e plaquetas, velocidade de sedimentação ou proteína C reativa, provas de função hepática, provas de função tiróideia, provas de função renal e glicemia. (18)

2.5. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

2.5.1. RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS E LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

A proteção do profissional é conseguida através da utilização de barreiras físicas como paredes ou barreira protetora de chumbo, que devido à sua elevada densidade e elevado número atómico, absorve a Radiação Ionizante. Os aventais de chumbo podem reduzir a exposição à Radiação pelo menos um fator de 10.(12)

De modo a assegurar a proteção da saúde e bem-estar de trabalhadores que estejam expostos à Radiação Ionizante é importante a sensibilização e formação na prevenção do risco. Com esta finalidade, existem regras/boas práticas de Proteção Radiológica, no manuseamento e uso de EPR, tanto europeias como transcritas para a legislação portuguesa. Também a Direção Geral de Saúde redigiu o Guia Técnico nº1 – Vigilância da Saúde dos Trabalhadores expostos a Radiação Ionizante, compilando assim informação, referências legislativas nacionais e internacionais. (18)

Na legislação portuguesa, que estabelece o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, na alínea i, artigo 79º do Dec. Lei nº 102/2009, refere como atividades ou trabalhos de risco elevado que impliquem a exposição a Radiações Ionizantes, podendo causar “efeitos genéticos hereditários, efeitos prejudiciais não hereditários nos progenitores ou atentar contra as funções e capacidades reprodutoras masculinas ou femininas” (26). Este Decreto-Lei determina ainda que “cabe à entidade empregadora e consequentemente, ao Serviço de Saúde e Segurança no Trabalho/Saúde Ocupacional, assegurar a proteção eficaz dos trabalhadores expostos a fatores de risco profissional, como a Radiação Ionizante de modo a reduzir ao nível mais baixo possível a exposição profissional para garantir a saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores expostos”. Ainda na alínea c, artigo 17º, refere que cabe ao trabalhador “utilizar corretamente e de acordo com as instruções transmitidas pelo empregador, máquinas, aparelhos, instrumentos e outros equipamentos nomeadamente os equipamentos de proteção coletiva e individual bem como os dosímetros, de modo a cumprir os procedimentos de trabalho estabelecido”. (18,26)

Os trabalhadores expostos às Radiações Ionizantes devem estar devidamente protegidos usando assim EPR disponibilizados pelo Serviço/Entidade patronal. Entenda-se por Equipamentos de Proteção Individual “equipamentos concebidos e fabricados para serem usados ou manejados por uma pessoa para sua proteção contra um ou mais riscos para sua saúde ou segurança”. (27)

A legislação portuguesa relativa aos Equipamentos de Proteção Individual, Decreto-Lei nº 118/2019, seguindo o Regulamento da União Europeia (UE) 2016/425, assegura a disponibilização no mercado de EPI obedecendo a regras desde a conceção e fabrico, garantindo a proteção da saúde e segurança dos seus utilizadores. (27,28)

Estão referenciados os requisitos gerais aplicados a todos os EPI (essenciais de saúde e segurança) como:

- Princípio de conceção:

- Ergonomia, níveis e classes de proteção;

- Fatores de conforto e eficácia:

- Adaptação dos EPI à morfologia do utilizador;

- Leveza e solidez;

- Compatibilidade dos diferentes tipos de EPI destinados a ser usados simultaneamente pelo utilizador;

- Instruções e informações do fabricante:

- Além do nome e endereço do fabricante, devem referir dados relativos ao armazenamento, utilização, limpeza, manutenção, revisão e desinfecção. (27)

Para os EPR, refere que os materiais que os constituem devem ser escolhidos ou concebidos para que o nível de proteção dado ao seu utilizador seja tão elevado quanto o exijam as condições de utilização, sem que impedimentos como movimentação, gestos ou a própria postura tenham como consequência o aumento do tempo de exposição. Devem discriminar o fator de proteção, tendo uma marca que indique a natureza e a espessura equivalente dos materiais que o constituem. Terão de ser acompanhados por uma cópia da declaração EU de conformidade, podendo esta ser consultada pelas autoridades de fiscalização. (5,27)

Foram estabelecidas 3 categorias de riscos dos EPI (Tabela 2.5):

Tabela 2.5: Categorias de riscos, Adaptado do Decreto-Lei nº 118/2019. (28)

Categoria I	Categoria II	Categoria III
Exclusivamente os seguintes riscos mínimos: - Lesões mecânicas superficiais; - Contacto com produtos de limpeza com baixo grau de agressividade; - Contactos com superfícies quentes <50°C; - Lesões oculares devido à exposição da luz solar; - Condições atmosféricas não extremas.	Riscos diferentes dos descritos nas categorias I e III.	Exclusivamente os riscos que pode ter consequências muito graves como a morte ou danos irreversíveis para a saúde, relacionados com: - substâncias e misturas perigosas para a saúde; - Atmosferas com falta de oxigénio; - Agentes biológicos nocivos; - Radiações ionizantes; - Ambientes quentes (temperatura superior a 100°C); - Ambientes frios (temperatura inferior a - 50°C); - Queda de altura; - (...)

Os EPR são categorizados como categoria III, como refere a Tabela 2.5, destinados à proteção do utilizador contra a Radiação externa, ou caso não seja possível, a suficiente atenuação da irradiação. (27)

A portaria 208/2021 de 15 de outubro de 2021, procede à primeira alteração da portaria nº 988/93, de 6 de outubro, onde refere a lista não exaustiva de todos os EPR com base nos riscos contra os quais oferecem proteção. Nesta portaria discrimina o tipo de proteção contra Radiações Ionizantes (Tabela 2.6) a utilizar para proteção de olhos/face, membros e corpo inteiro. (29)

Tabela 2.6: Descrição de EPR para as diferentes partes do corpo, adaptado da portaria 208/2021. (29)

Equipamento para proteção de olhos e face	para	Equipamento para proteção de mãos e braços	para	Equipamento para proteção de corpo/outra proteção de pele
Óculos/Viseiras de proteção contra Radiações Ionizantes.	de	Luvas de proteção contra Radiações Ionizantes.	contra	Avental/casaco/colete/saia de proteção contra Raios X; EPR para proteção de tiróide e/ou gónadas.

2.5.2. CARACTERÍSTICAS - MATERIAIS E EQUIVALÊNCIA DE CHUMBO

Os Equipamentos de Proteção Radiológica como aventais, protetores de tiróide e luvas podem ser constituídos por diversos materiais como o chumbo (Pb), ligas compostas por misturas de chumbo com outros materiais pesados que atenuem a Radiação, ou por outros materiais (sem chumbo) como o estanho (Sn), tungsténio (W) ou bismuto (Bi). Para transformar o chumbo puro em material vestível de proteção, uma vez que na sua forma pura é quebradiço, são impregnadas folhas de vinil com chumbo, folhas de borracha, camadas ou bicamadas até atingir a espessura desejada e equivalência de chumbo pretendida. A blindagem é representada em equivalente a 0.25, 0.35, 0.5 milímetros de chumbo (mmPb), com componente externa em nylon. Alguns designs têm uma sobreposição frontal de modo a fornecer proteção com equivalência de 0.5mm e com equivalência de chumbo de 0.25mm noutras zonas (23,30). Nas figuras seguintes podem-se verificar exemplos dos diversos tipos de EPR que se encontram presentes nos diversos serviços do HFAR-PL (Figura 2.9, 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13).



Figura 2.9: Representação de aventais e colar protetor de tiróide utilizados no serviço de Estomatologia.



Figura 2.10: Representação de conjunto colete/saia utilizados no serviço de Bloco Operatório e Imagiologia.



Figura 2.11: Representação de aventais utilizados no serviço de Bloco Operatório, Imagiologia e Gastroenterologia.



Figura 2.12: Representação de protetores de gónadas utilizados no serviço de Imagiologia.



Figura 2.13: Representação e colar protetor de tiróide utilizados no serviço de Bloco Operatório, Imagiologia e Gastroenterologia.

A transmissão de Raios X através do chumbo de 0,5mm é de 0,5% a 5% (3), aventais de chumbo de 0,5mm demonstraram proteger aproximadamente 99% da potencial dose de Radiação, sendo a espessura mais indicada para a proteção individual (1). Assim sendo, os EPR devem ter no mínimo equivalente de chumbo de 0,25mm para Raios X até 100kV e no mínimo 0,35mm de equivalente de chumbo para Raios X acima de 100kV. (3,5,31,32)

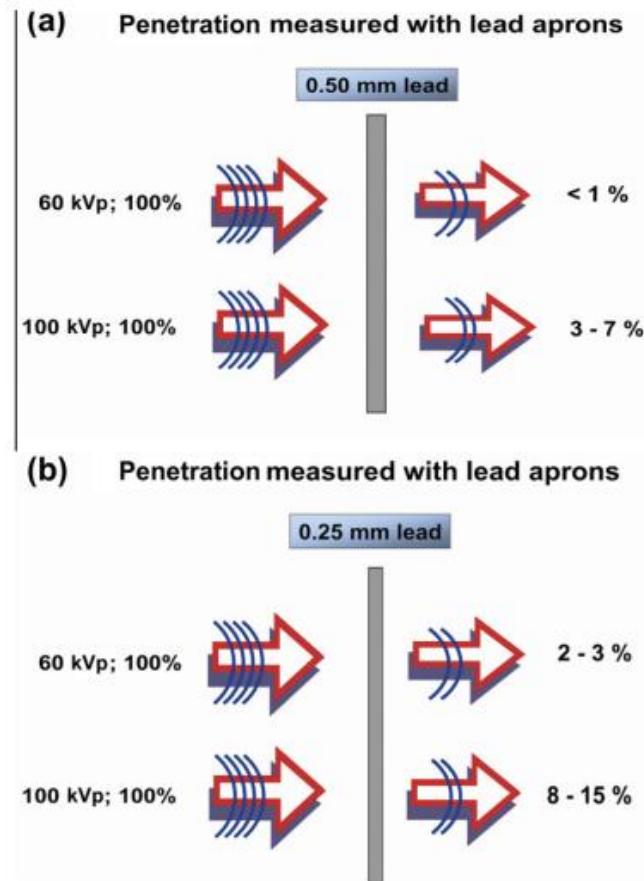


Figura 2.14: Esquema de percentagem de penetração de Raios X com diferentes kVp através de 0.55mm e 0.25mm de chumbo, Adaptado de ICRP 117 (2010) (5).

Como mostra a Figura 2.14, para procedimentos realizados em utentes magros e/ou pediátricos, um avental com equivalência de chumbo de 0.25mm seria suficiente, no entanto para utentes maiores ou que se preveja maior tempo de exposição será mais adequado uma maior equivalência de chumbo. (5)

Os EPR compostos por estanho ou bismuto podem ser mais leves, em relação ao chumbo. Podem ser uma escolha eficaz para a atenuação de Raios X de 70-80kV, no entanto são menos eficazes para tensões de tudo acima de 100kV. (23,32)

A equivalência e a atenuação do chumbo pelos EPR devem ser suficientes para que as doses dos profissionais cumpram os limites regulamentados de dose e otimizem a proteção. (23)

A compreensão da rotulagem da equivalência de chumbo é muito importante nestes equipamentos pois, em aventais com sobreposição de abas, quando é citado 0.35mmPb, poderá ser 0.35mmPb apenas quando as duas abas estão sobrepostas e

não em toda a parte do vestuário, supondo erradamente 0.7mmPb em sobreposição das abas. (23)

O correto ajuste dos EPR é muito importante para a redução de dose. Quando não estão ajustados corretamente ao seu usuário, por serem grandes e pesados e colocando a zona axilar desprotegida, podem representar um problema para os profissionais que precisem de os usar durante longos períodos. (23,33)

Existem no mercado diversos designs de EPR para proteção de corpo: avental frontal, avental envolvente e saia/colete. No caso de intervenções, em que o profissional de saúde possa não estar em posição frontal em relação à fonte de Radiação é aconselhável o uso de um avental com proteção frontal e dorsal pois a exposição é menor que usando um frontal. (33)

O avental frontal proporciona proteção principalmente na zona anterior e parcialmente nas zonas laterais. No entanto o avental com proteção frontal e dorsal, englobando também o saia/colete, proporciona proteção em todas as direções e sendo que a zona frontal é sobreposta (34).

De modo a reduzir os riscos ergonômicos, os EPR compostos por duas peças, saia e colete, são mais benéficos para uniformizar o peso e minimizar as lesões ortopédicas e posturais. (23,33,35)

Autores como *Goldstein et al.* e *Orme et al.* revelam que existem profissionais de saúde com queixas de lesões ortopédicas como dores de coluna lombar, coluna cervical, anca, joelho e tornozelo, devido ao extenso período de horas/ anos que utilizam EPR. (36–38)

Segundo *Eder et al.*, demonstraram que 80% da dose efetiva é recebida na região frontal das gónadas até ao tórax, incluindo a mama, assim o peso do EPR pode ser reduzido 50% se usada uma proteção otimizada/reforçada na região central. Não é desejável que o peso dos EPR seja superior a 5Kg quando usados por longos períodos. Segundo estes autores, a atenuação dos EPR é maior quando usados, do que a obtida a partir de medições em amostras planas, desta forma os equipamentos poderiam ser mais leves (39,40). É necessário haver equilíbrio cuidadoso entre o conforto e a proteção, e usar todos os meios possíveis que irão reduzir a tensão sem comprometer a segurança. (41)

Como a tiróide é uma glândula radiosensível, é extremamente importante o uso de colar protetor de tiróide uma vez que o avental não protege. Quando usados corretamente estes EPR, podem reduzir a dose efetiva 2.5 vezes e a exposição total em quase 50%. É recomendada a espessura de equivalente de chumbo de 0.5mm. (33)

Eder et al., caracterizaram um protótipo de avental ideal como diferentes equivalências de chumbo com cerca de 3.5Kg e 30% mais leve que um avental homogêneo com 0.42mmPb, como mostra a Figura 2.15. Na região frontal até 10cm abaixo da púbis 0.25mmPb, camada adicional formada bicamada na região mamária até à púbis 0.25mmPb, região tiróideia e axilas 0.175mmPb e proteção nos ombros opcional 0.125mmPb (42).

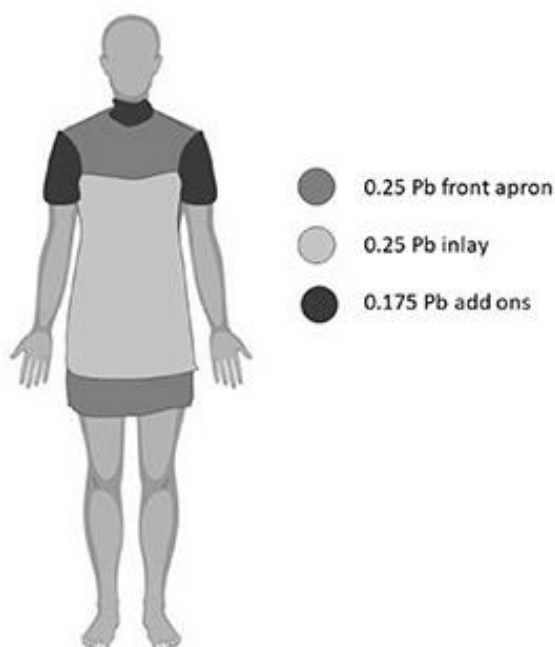


Figura 2.15: Esquema de caracterização de avental ideal segundo dose/peso otimizado, Adaptado de *Eder et al. (2021)*. (42)

Novos conceitos de EPR além de ajudarem a prevenir lesões associadas ao uso prolongado, ajudam no bem-estar geral de quem os utiliza. Além disso, existe um menor consumo de recursos, incluindo menores quantidades de rejeição de materiais pesados, para o meio ambiente. (42)

2.5.3. MANUSEAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O correto manuseamento e armazenamento dos EPR é muito importante para manter a integridade e respetiva proteção. No manuseamento destes equipamentos devem ser evitadas quedas e dobras frequentes (1,30). Para o correto armazenamento é necessário que:

- Sejam mantidos direitos, pendurados em cabides em ambos os ombros ou mantidos planos em prateleiras de modo a evitar dobras;
- Devem ser limpos, resíduos como sangue e fluidos, com pano húmido, água e sabão neutro e pendurados para secar ao ar. Não devem ser lavados em máquinas nem com produtos químicos;
- Não sejam aproximados de fontes de calor;
- Não sejam perfurados com materiais pontiagudos;
- Não sejam colocados no chão ou enrugados. (30)

Segundo o autor *Ryu et al.* os locais mais comuns de dano, no avental, são a zona da cintura e a parte inferior do avental devido ao seu usuário se sentar ou caminhar. (4)

3. METODOLOGIA

3.1. PLANEAMENTO DO PROJETO PARA A REALIZAÇÃO DE UM PROGRAMA DE INSPEÇÃO PARA CONTROLO DA QUALIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

A metodologia para o desenvolvimento do plano de vigilância dos EPR seguiu a orientação dos estudos pesquisados para a Inspeção das três vertentes, inspeção visual, inspeção tátil e inspeção radiológica.

Segundo o manual de boas práticas em Radiologia, pelo Despacho nº258/2003, do Ministério da Saúde, “recomenda-se que as unidades de Radiologia evoluam para a promoção de programas de Controlo da Qualidade” (43). Também a DGS refere que deve ser feita uma avaliação ocupacional tendo em conta a exposição potencial (aquela cuja ocorrência não pode ser prevista com certeza, mas pode resultar de um acidente) de forma a dimensionar uma instalação radiológica e as associadas medidas de proteção. Esta avaliação implica:

- Identificar cenários de acidente ou outras situações possíveis e estimar as resultantes doses efetivas;
- Avaliar a eficácia das medidas de proteção (equipamentos de proteção coletiva, Equipamentos de Proteção Individual, blindagens e procedimentos). (18)

Para que estes equipamentos, no dia-a-dia, sejam eficazes no que diz respeito à Proteção Radiológica é necessário que seja testada a sua integridade, de modo a não haver exposição a Radiação indevida. (30)

Para se poder implementar um programa de inspeção aos EPR de um modo geral, e em particular no HFAR - PL (segundo recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), Agencia Internacional de Energia Atómica (IAEA) e *National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP)), são necessários verificar requisitos importantes e fundamentais como (30):

- Determinar o responsável pelo inventário e inspeção dos EPR;
- Desenvolver procedimentos para conduzir o inventário e inspeção;
- Determinar a frequência da inspeção;
- Determinar critérios de rejeição.

3.1.1. AMOSTRA

O Hospital das Forças Armadas localizado em Lisboa, segundo o seu organograma, está organizado em departamentos: o serviço de Imagiologia corresponde ao Departamento de Meios de Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT); o serviço de Gastroenterologia corresponde ao Departamento de Medicina e os serviços de Bloco Operatório e Medicina Dentária e Estomatologia correspondem ao Departamento de Cirurgia. (44)

O serviço de Imagiologia, é composto por 2 salas de Radiologia Convencional, 1 sala de Tomografia Computorizada, 1 sala de Mamografia com Tomossíntese, 1 sala de Osteodensitometria e 1 sala de Ortopantomografia; onde se realizam exames de Tomografia Computorizada, Mamografia, Radiologia Convencional (incluindo apoio a exames guiados por fluoroscopia). Conta também com a presença de 2 equipamentos de Radiologia convencional portátil para execução de exames em doentes intransportáveis. Os exames de gastroenterologia como CPT (Colangiografia percutânea trans-hepática) e CPRE (Colangiopancreatografia retrógrada endoscópica) são realizados pela equipa do respetivo serviço na sala de Radiologia Convencional com fluoroscopia no serviço de Imagiologia.

O serviço de Bloco Operatório encontra-se equipado com 2 equipamentos intensificadores de imagem para apoio a cirurgias nas especialidades de ortopedia, urologia, cirurgia vascular, cardiologia, neurologia e cirurgia geral.

No serviço de estomatologia existem 6 salas equipadas com aparelhos de Raios X para a realização de exames radiográficos intraorais.

Para a adequada proteção contra a Radiação X, quer dos profissionais de saúde, quer dos utentes, sempre que adequado e solicitado, existem distribuídos pelos serviços mencionados os seguintes EPR:

- Serviço de Imagiologia: 5 colares protetores de tiróide, 4 saias, 4 coletes, 2 aventais frontais, 2 aventais frontais e dorsais, 10 protetores de gónadas;
- Serviço de Bloco Operatório: 11 colares protetores de tiróide, 4 saias, 5 coletes, 9 aventais frontais;
- Serviço de Gastroenterologia: 9 colares protetores de tiróide, 10 aventais frontais e dorsais;
- Serviço de Estomatologia: 6 colares protetores de tiróide, 7 aventais frontais.

3.1.2. REGISTO DA PREVALÊNCIA, QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA INTEGRIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA.

Para investigar a prevalência, qualificação e quantificação da integridade dos EPR, segundo vários autores como *Kellens et al.* (45), *Lakhwani et al.* (1), *Bawazeer et al.* (46), *Matsuda et al.* (47), *Ryu et al.* (4) e *Oyar et al.* (48), é necessário realizar os seguintes procedimentos (Tabela 3.7):

Tabela 3.7: Registo de inventário e inspeção.

Inventário/Registo	Cada equipamento é rotulado com um número de identificação único e registado segundo a unidade onde se encontram, o seu tamanho, tipo (para avental se é de corpo inteiro ou saia e colete), marca, data de fabricação, equivalência de Chumbo, data de aquisição, data de teste, resultado do teste, nome dos profissionais que façam a inspeção; (45,46)
Inspeção: Contempla três vertentes, a inspeção visual, inspeção tátil e inspeção radiológica.	
Inspeção Visual (componente externa):	Visa a inspeção da componente externa como estado geral: bom estado, ligeiramente desgastado, extremamente desgastado; integridade/desgaste da película, das fivelas, fechos, velcros, íman, tecido externo e bainhas; verificação de limpeza externa (45)
Inspeção Tátil (componente externa):	Inspeção tátil de danos na estrutura; (47)
Inspeção Radiológica (componente interna):	Pode ser realizada com apoio de equipamento de Radiologia Convencional a partir de radiografia ou fluoroscopia (30,45,46,48–51), ou Tomografia Computorizada (47); Visa avaliar falhas como rasgos, dobras ou furos na componente interna.

No Apêndice I, encontra-se o formulário usado para categorizar os EPR.

Como Protocolo Radiológico a aquisição de imagens radiológicas dos EPR é feita com apoio de equipamento de Radiologia Convencional com fluoroscopia, equipamento disponível no Serviço de Imagiologia do HFAR – Polo Lisboa, Siemens Luminos dRF, tal como usado no estudo de *Kellens et al.* (45)

Para radiografar os aventais de chumbo, como o campo de irradiação máximo não abrange todo o avental é necessário seccionar o avental por quadrantes de modo a obter zona central e periferia/lateral, de modo a verificar a existência de danos nas zonas críticas como a zona da tiróide e das gónadas. (4)

Parâmetros técnicos: Com base nos estudos referenciados, é usado um protocolo com parâmetros tensão da ampola de 60 – 100kVp (AP (antero-posterior), controlo automático de exposição (CAE), FOV de 42x42cm, distância foco-filme de 1,15m).

Frequência de Inspeção: É recomendado que os EPR sejam testados desde a sua aquisição e inspecionados uma vez por ano. Este protocolo é referente a uma utilização regular dos EPR (31,46,49,51). No entanto sempre que se verificar dano, a testagem passa a ser semestral, de modo a verificar o possível aumento ou não do dano. A expectativa de vida de um EPR quando bem manuseado e armazenado, é de aproximadamente 10 anos, sendo a idade média de 5 anos. (51)

3.1.3. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO

Após leitura de vários estudos, verifica-se que é de extrema importância os critérios de rejeição dos EPR, caso se verifiquem danos nas suas estruturas interna e externa. Caso se verifique, que poderá existir a possibilidade de aumento de exposição à Radiação dos seus utilizadores. (45,47,50,51)

Após análise de imagens radiográficas dos EPR, é verificado se existem defeitos na componente interna como dobras, vincos ou orifícios, bem como a zonas de junção das partes. (50,51)

Segundo *Matsuda et al.* após inspeção radiológica foram categorizados em 5 estágios:

- Estágio 1 – sem área danificada;

- Estágio 2 – uma área danificada;
- Estágio 3 – duas áreas ou mais danificadas, mas possibilidade de uso;
- Estágio 4 – duas áreas danificadas ou mais, com uso não aconselhável;
- Estágio 5 – muitas áreas danificadas, uso inadequado. (47)

Segundo *Lambert e McKeon* (50) são aplicados os seguintes critérios de rejeição:

Nos aventais de chumbo quando o defeito se encontra ao longo da costura, em áreas de sobreposição do avental ou na região posterior, a soma das áreas com defeito é superior a **670mm²** (equivalente a um orifício circular de 29 mm de diâmetro). No entanto, os autores referem que, se a área onde se encontra o defeito for sobre a região das gónadas e/ou tiróide é rejeitado quando a soma das áreas com defeito for superior a **15mm²** (equivalente a um orifício circular de 4,3mm de diâmetro). (50)

Nos colares protetores de tiróide, o critério de rejeição ocorre quando a soma das áreas com defeito é superior a 11mm² (equivalente a orifício circular de 3,8mm de diâmetro). (50)

Segundo *Stam et al.* é muito importante a localização e tamanho do defeito nos EPR. Devem-se assim conhecer as equivalências de chumbo dos EPR (0,25, 0,35, 0,5mmPb) bem como o tipo, se é avental frontal, avental com proteção frontal e dosal, com sobreposição frontal ou saia com colete. (51)

Com base na dose equivalente de 100mSv, calcularam a área máxima de dano tendo em conta o tipo de avental e equivalente de chumbo e a localização, como mostra a Figura 3.16. (51)

Type of apron	Definition area	Lead equivalence (mmPb)		
		0.25	0.35	0.50
Rejection criterion		AC = 0.22 mSv		
		Max. length of defect (cm)		
Double AP	Whole body	13.5	17.5	27.0
	Gonads	4.4	5.6	8.7
Single	Whole body	5.9	5.6	5.4
	Gonads	1.9	1.8	1.7
Double	Thyroid	1.9	1.8	1.8
	PA (10%)			17.0
	LAT (30%)			9.8
	LAT (75%)			6.2

Figura 3.16: Comprimento máximo do dano (cm) para 100mSv. Adaptado *Stam et al.* (51)

Os equipamentos com dano devem ser retirados de uso diário e se possível reparados. No entanto após a reparação devem ser novamente analisados e nestes casos a testagem passa a ser semestral. (30)

Como contributo para a implementação de um protocolo de Controlo da Qualidade dos equipamentos de Proteção Radiológica no HFAR – PL, foi redigido o Guia Orientador de Boas Práticas, conforme apêndice II, para uso interno da instituição. Porém pode ser aplicado como base de trabalho noutras instituições, admitindo departamentos de Imagiologia com idênticas tipologias.

3.2. DOSIMETRIA: AVALIAÇÃO DA ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO PELOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA.

O parâmetro “equivalência de chumbo” está relacionado com a capacidade de atenuação do feixe de Radiação pelos EPR. A propriedade de atenuação dos fótons para todos os materiais varia significativamente ao longo do espectro de energia, sendo que no diagnóstico por imagem, as maiores variações ocorrem na faixa de 70-120kVp. A atenuação da Radiação realizada pelos EPR depende da sua equivalência de chumbo (0.25, 0.35 ou 0.5mmPb) e da qualidade do feixe de radiação. Para 70kVp, dependendo da filtração, um EPR de 0.25mmPb deve atenuar cerca de 97%do feixe de Raios X. Com o aumento do valor de kVp a proteção e respetiva atenuação diminui, para 100kVp a atenuação será cerca de 90%. (3,32)


Para a formação de imagem radiológica, o espectro dos feixes de Raios X, sofre vários tipos de absorção como o vidro da ampola e a filtragem apropriada com alumínio ou cobre. A filtração do feixe de Raios X altera a forma do espectro aumentando a participação relativa das energias mais altas. A filtração total do feixe de Raios X é o somatório da filtração inerente e adicional. A filtração inerente é devida ao vidro do tubo, óleo, à espessura e constituição da janela de saída da ampola. Já a filtração adicionada é colocada para alterar o espectro de Raios X tornando-o mais monoenergético. (10,52)




De forma a avaliar a eficácia da atenuação da Radiação pelos EPR, foram realizados dois métodos distintos para o cálculo de percentagem de atenuação da Radiação por estes equipamentos: avaliação de leitura com auxílio de dosímetros termoluminescentes expostos ao feixe de Raios X e avaliação aplicando um programa simples em Excel (conforme apêndice IV) para de alguma forma simular os valores de forma teórica tendo

em conta como variáveis o valor da energia do feixe de Radiação em KeV, o valor da espessura da placa de cobre ou alumínio para filtragem do feixe (cm) e o valor da espessura do equivalente de chumbo do EPR (cm).

Os parâmetros para a avaliação da Radiação, com leitura de dosímetros termoluminescentes, após leitura de diversos autores (35,53,54), basearam-se no estudo de *Papadopoulos et al.* (35). Foram avaliados 3 aventais e 3 colares protetores de tireoide com equivalente de chumbo diferentes (0.25mmPb, 0.35mmPb e 0.5mmPb) escolhidos de forma aleatória com apoio de ferramenta (escolha aleatória) de programa Excel, onde se usaram 42 dosímetros termoluminescentes, conforme esquematiza a tabela 3.8.

Tabela 3.8: Tabela representativa da disposição de dosímetros termoluminescentes por EPR.

Avental de Chumbo								
		0.25mmPb		0.35mmPb		0.5mmPb		
								
		Externo	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	
60kVp	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR 1	CQ EPR 7	1ª Medição
32mAs	40	41	25	27				
90kVp	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR 8	CQ EPR 9		
32mAs	32	38	21	23				
121kVp	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	
32mAs	33	34	24	28	15	16		
60kVp	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	2ª Medição
32mAs	30	22	36	42	13	14		
90kVp	CQ EPR 5	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	
32mAs		10	37	39	17	18		
121kVp	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	CQ EPR	
32mAs	26	35	29	31	19	20		

Colar protetor de tiróide							
	0.25mmPb		0.35mmPb		0.5mmPb		
							
	Externo	Interno	Externo	Interno	Externo	Interno	
121kVp 32mAs	CQ EPR 3	CQ EPR 2	CQ EPR 4	CQ EPR 6	CQ EPR 11	CQ EPR 12	1 única medição

Foram realizadas três exposições com diferentes energias (60, 90 e 121kVp), repetindo o procedimento para cada avental de chumbo para melhor precisão, mas apenas uma exposição nos colares protetores de tiróide por limitação de quantidade de dispositivos de leitura, o que fez 21 exposições. Foram usados 2 dosímetros termoluminescentes em cada EPR, em posição superior e anterior, um interno e outro externo em relação ao EPR, posição normalmente usada pelos profissionais de saúde. Como condições técnicas foram: 60, 90 e 121kVp; 32mAs; Campo de visualização de 41,5x41,5cm; Distância foco-filme de 115cm. Foi mantida constante a geometria da medição em todas as exposições de forma a proporcionar iguais condições.

Foram selecionados os valores de quilovoltagem de 60, 90 e 120 kVp, apenas três por limitação de número de dosímetros para os aventais de chumbo e apenas o valor máximo de 120kVp para os colares protetores de tiróide. Depois da leitura de vários estudos realizados, como *Papadopoulos et al.* (35) e *Konig et al.*(53), bem como após a pesquisa em sistema de arquivo hospitalar, do relatório de doses em intervenções cirúrgicas realizadas no bloco operatório. A referida pesquisa contemplou cirurgias num período de um mês, onde se verificaram que os valores de quilovoltagem variaram em entre 67-91,4kVp em urologia, 80-96,7kVp para cardiologia, 57,1-112,9kVp em cirurgia vascular, 42-86,8kVp para ortopedia e 63,5-104,5kVp para neurocirurgia. Foi usada a fórmula abaixo representada, figura 3.17, para o cálculo de percentagem de atenuação da Radiação pelos EPR.

$$\text{Atenuação (\%)} = \left[1 - \left(\frac{\text{medida dosimetro interno}}{\text{medida dosimetro externo}} \right) \right] \times 100$$

Figura 3.17: Formula usada para calculo de atenuação dos EPR segundo Papadopoulos et al. (2009) (35)

Em anexo II encontra-se o relatório de dosimetria recebido e utilizado para o cálculo de percentagem de atenuação de cada EPR estudado. Os cálculos de percentagem de atenuação são apresentados na tabela 3.9, onde se verifica que a proteção dos utilizadores de EPR diminui para exposições com feixes de Radiação com altas energias (120kVp ou superior).

Tabela 3.9: Resultados da atenuação dos EPR à Radiação do feixe de Raios X.

Atenuação (%)						
	1ª Medição			2ª Medição		
	32mAs					
Avental de Chumbo	60kVp	90kVp	121kVp	60kVp	90kVp	121kVp
0.25mmPb	100	100	93,83	100	100	94,61
0.35mmPb	100	94,25	89,54	100	100	90
0.5mmPb	100	100	92,57	100	100	92,375
	121kVp/32mAs					
Colar protetor de tiróide						
0.25mmPb	83,29					
0.35mmPb	83					
0.5mmPb	90,52					

A leitura dosimétrica apresenta uma limitação, para valores abaixo de 0.10mSv, representam como zero. Desta forma ao elaborar os cálculos de percentagem de atenuação, analisa-se que para todos os aventais de chumbo expostos diretamente ao feixe de Radiação com intensidades de 60 kVp, têm total atenuação. Para os aventais de chumbo expostos diretamente ao feixe de Radiação com intensidades de 90 kVp, verifica-se que apenas o equivalente de chumbo de 0.35mmPb apresenta 3% de diferença para uma completa atenuação. Em relação aos aventais de chumbo expostos diretamente ao feixe de Radiação com intensidades de 121 kVp verifica-se uma diminuição de 8-10% para sua atenuação. Os colares protetores de tiroide apenas foram expostos ao feixe de Radiação com intensidade de 121kVp, por limitação de número de dosímetros dispensados. Optou-se por considerar a intensidade de feixe mais elevada para a sua análise. Assim sendo, para equivalente de chumbo de 0,25mmPb, 0,35mmPb e 0,5mmPb, verificou-se uma diferença de atenuação 16,7%, 17% e 9,5%, respetivamente, em relação à completa atenuação. (40)

Os valores apresentados foram calculados para a incidência direta ao feixe primário pelos dosímetros colocados no EPR, o que não se coloca na prática hospitalar uma vez

que os profissionais de saúde estão posicionados lateralmente à ampola de Raios X (com exceção do utente que fica exposto diretamente à radiação) (40). No entanto, existem autores que sabendo da deslocação dos profissionais de saúde durante os procedimentos com emissão de Radiação Ionizante, com auxílio de programas como Monte Carlo, estimar a dose de Radiação que lhes chega estando a diferentes distâncias e a diferentes angulações corporais à ampola de Raios X (42,55).

Para o cálculo por simulação do feixe de Radiação foram considerados como variáveis os valores da energia do feixe de Radiação (keV), o espectro filtrado com placa de cobre e alumínio (segundo o protocolo que foi selecionado no equipamento Radiologia Convencional) e a espessura em equivalente de chumbo do EPR. No entanto não foram considerados a filtragem total, como a filtragem da janela de berílio, do óleo e o efeito anódico. O que se sugere para futuros estudos, simulações com programa Monte Carlo para poder caracterizar todos os fatores de filtragem. (10)

A tabela 3.10 representa a comparação dos valores em percentagem da atenuação dos EPR com os valores experimentais de leitura dosimétrica e por simulação de feixe de radiação.

Tabela 3.10: Comparação dos valores de atenuação (%) com leitura de dosímetros vs valores simulados.

		Atenuação (%)					
		simulação em Excel			correlação de valores exp. Vs simulação		
		filtragem placa cobre 0,025cm	filtragem placa alumínio 0,25cm	filtragem placa cobre 0,025cm	filtragem placa alumínio 0,25cm		
		valor exp.	atenuação nº fotões	atenuação nº fotões	exp./ atenuação nº fotões	exp./ atenuação nº fotões	
Avental	60kVp	0.25mmPb	100	94,99	97,18	-0,744516754	-0,735696501
		0.35mmPb	100	98,06	98,95		
		0.5mmPb	94,22	99,49	99,73		
	90kVp	0.25mmPb	100	80,81	86,73	-0,947771832	-0,944405672
		0.35mmPb	97,125	88,32	92,12		
		0.5mmPb	89,77	94,06	96,09		
	121kVp	0.25mmPb	100	75,51	80,85	-0,834821511	-0,831092878
		0.35mmPb	100	84,56	88,09		
		0.5mmPb	92,4725	91,92	93,84		
Colar prot. Tireoide	121kVp	0.25mmPb	83,29	75,51	80,85	0,815601369	0,811683865
		0.35mmPb	83	84,56	88,09		
		0.5mmPb	90,52	91,92	93,84		

Após comparação e análise dos valores obtidos por leitura dosimétrica em comparação com os valores obtidos por simulação, verifica-se que existe uma correlação linear forte entre as medições. A correlação mais elevada entre valores de percentagem de atenuação verifica-se para o avental de chumbo exposto ao feixe de intensidade de 90kVp, seguidamente o avental de chumbo exposto ao feixe de intensidade de 121kVp. A correlação é menor para os valores de atenuação do avental de chumbo exposto ao feixe de intensidade de 60kVp quando comparados entre si, no entanto mantêm uma relação estatística linear forte, $r=|+/-0.70|$. Na exposição ao EPR colar protetor de tiróide, também se verifica correlação de valores medidos versus simulados a 121kVp, expressão esta, semelhante à atenuação do avental de chumbo para a mesma intensidade.

4. RESULTADOS DE PRÉ-TESTE REALIZADO NO HFAR-PL

A elaboração do Guia Orientador de Boas Práticas levou à realização de um pré-teste para verificação da sua aplicabilidade no HFAR – PL. Este pré-teste teve como finalidade o ensaio da metodologia de inspeção, a caracterização do estado atual dos EPR e ainda a determinação da frequência de substituição, tendo em conta o desgaste e deterioração dos EPR.

A alocação dos EPR de acordo com o tipo de estudos efetuados bem como a energia máxima do feixe nesse local também foram considerados. Desta forma os protetores de tiróide de 0,35mm estão alocados ao bloco operatório e à estomatologia, assim como os aventais de 0,5mm foram colocados ao serviço da intervenção e do bloco operatório. Segue-se assim a apresentação de todos os parâmetros analisados.

4.1. FORMULÁRIO

Foi realizado uma folha de registo, presente no Apêndice I, para identificar, codificar e analisar os EPR dos serviços de Imagiologia, Gastroenterologia, Estomatologia e Bloco Operatório do HFAR-PL. Este formulário teve como objetivo, funcionar como

“cartão de identificação” para cada EPR, onde constam os dados de identificação bem como imagens fotográficas e radiológicas de cada EPR.

4.2. AMOSTRA

A amostra final foram todos os 88 EPR (gráfico 4.1 e gráfico 4.2) recolhidos nos serviços acima descritos do HFAR-PL, para realizar Controlo da Qualidade, sendo que:

- Serviço de Imagiologia (27 EPR): 5 colares protetores de tiróide, 4 saias, 4 coletes, 2 aventais frontais, 2 aventais frontais e dorsais, 10 protetores de gónadas;
- Serviço de Bloco Operatório (29 EPR): 11 colares protetores de tiróide, 4 saias, 5 coletes, 9 aventais frontais;
- Serviço de Gastroenterologia (19 EPR): 9 colares protetores de tiróide, 10 aventais frontais e dorsais;
- Serviço de Estomatologia (13 EPR): 6 colares protetores de tiróide, 7 aventais frontais.

Gráfico 4.1: Contagem de EPR recolhidos por serviço do HFAR-PL.

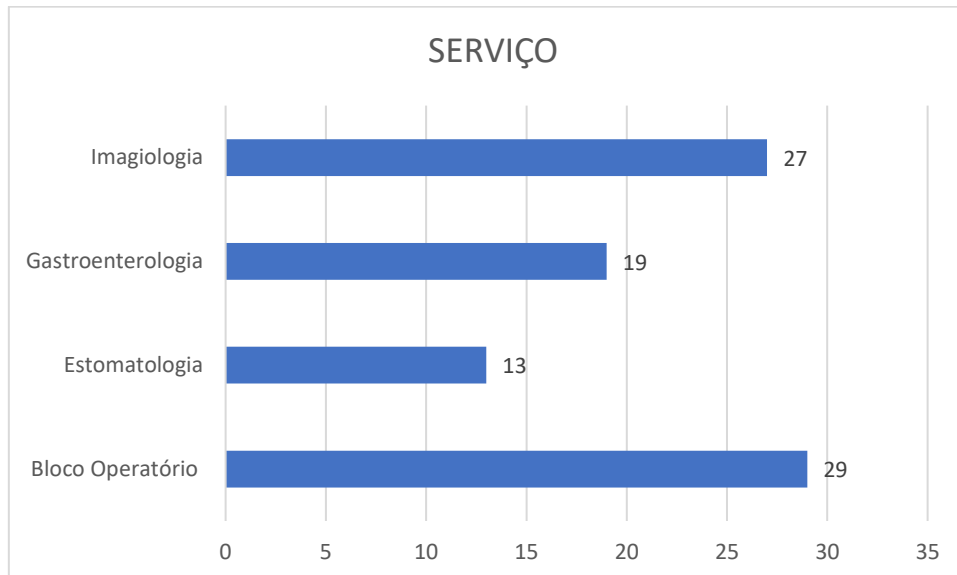
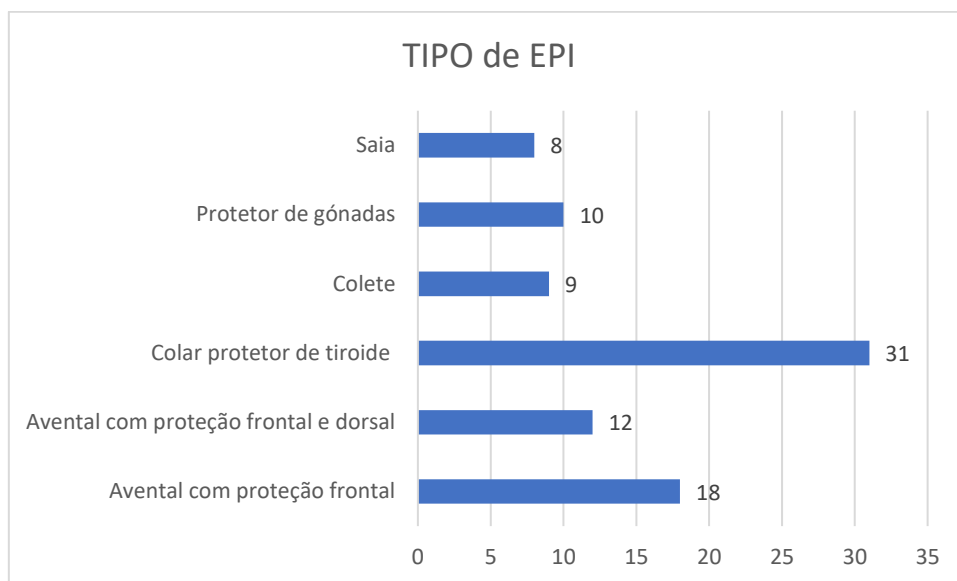


Gráfico 4.2: Tipos de EPR recolhidos no serviço de Gastroenterologia, Bloco Operatório, Estomatologia e Imagiologia do HFAR-PL.



4.3. INSPEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO VISUAL

Cada equipamento foi verificado visualmente, conforme Apêndice III, tendo em conta:

- A inspeção da conformidade do tecido/película externa, verificação das bainhas, costuras ou mesmo existência de rasgos ou furos externos;
- A limpeza do equipamento, pois quando manuseados agentes como fármacos (contraste não iónico ou soluções de betadine) podem sujar e tingir a película externa. Foram categorizados em 1) limpo (sem vestígios de sujidade), 2) ligeiramente sujo (pequenos vestígios de sujidade) ou 3) sujo (grandes vestígios de sujidade).
- A análise de etiqueta do EPR, onde contém informações específicas como marca, equivalência de chumbo, tamanho, data de fabrico.

A Figura 4.18 expõe alguns dos equipamentos da amostra.



Figura 4.18: Fotografias representativas da inspeção visual realizada aos EPR.

Ao realizar a inspeção visual dos EPR verificou-se que 30 destes equipamentos apresentaram danos como mostra o Gráfico 4.3. No Gráfico 4.4 referente ao tipo de dano, observou-se que, na inspeção da conformidade do tecido/película externo, 8 estavam danificados, na verificação das bainhas, dobras e costuras, 19 apresentavam danos, 1 equipamento apresentava furo e 2 equipamentos apresentavam dobras visíveis.

Gráfico 4.3: Inspeção visual, quantidade de danos nos EPR.

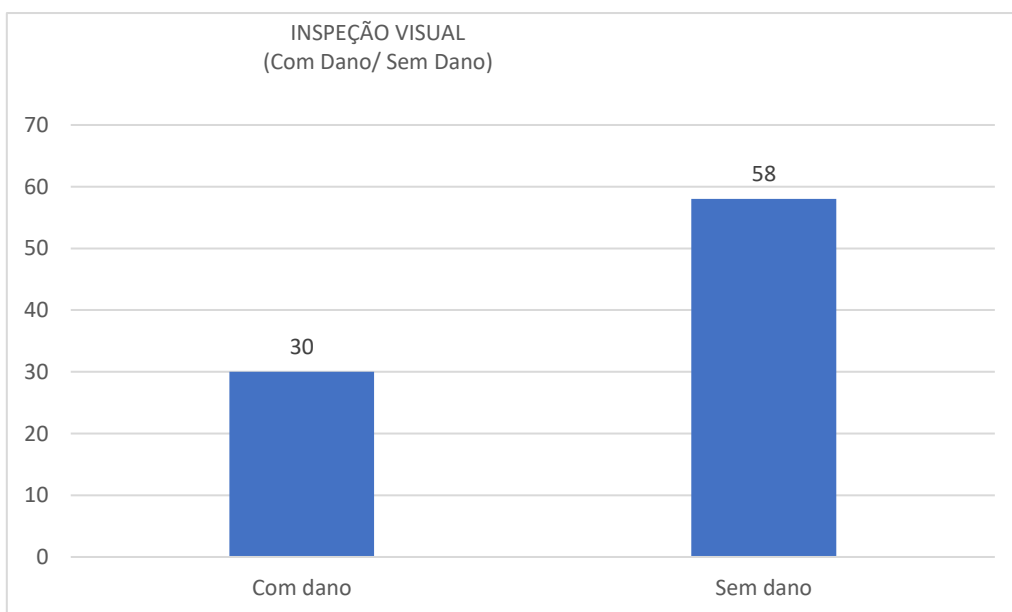
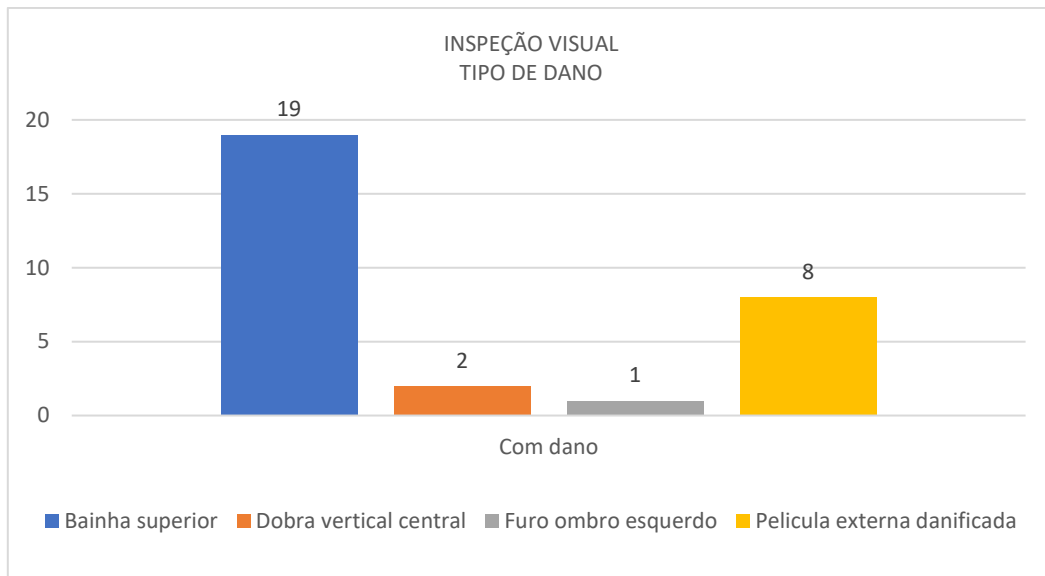


Gráfico 4.4: Inspeção visual, tipo de danos nos EPR.



As seguintes figuras revelam alguns exemplos de tipos de danos visuais analisados na inspeção visual, como película externa danificada (Figura 4.19), bainhas e costuras com rasgos (Figura 4.20) e um furo visível (figura 4.21).



Figura 4.19: Representação de dano na película externa.



Figura 4.20: Representação de dano na bainha axilar.



Figura 4.21: Representação de furo visível.

Em relação à limpeza dos equipamentos (Gráfico 4.5) verificou-se que 62 equipamentos (70%) foram referidos como limpos. No entanto, 26 EPR (30%) apresentavam algum grau de sujidade, sendo que 21 EPR foram referidos ligeiramente sujos e 5 EPR referidos como sujos.

O grau de sujidade nos EPR, referiu-se ao uso constante e ao contacto com manuseamento de produtos/fármacos. Em relação ao uso constante dos EPR verificou-

se alguma falta de limpeza nas costuras de gola e axilas e verificado com mais frequência nos colares protetores de tiróide (Figura 4.22).

O Gráfico 4.6 mostra a representação dos EPR com grau de sujidade distribuídos pelo serviço, onde se verifica que o serviço Bloco Operatório é o serviço onde os EPR têm maior grau de sujidade, 3 EPR sujos, 11 EPR ligeiramente sujos; os serviços de Imagiologia e Gastroenterologia têm o mesmo número de equipamentos sujos, 1 EPR, e ligeiramente sujos 5 EPR; no serviço de Estomatologia não se verificou nenhum EPR com grau de sujidade.

Os equipamentos referidos com a categoria de sujo estão relacionados com contacto e manuseamento de produtos/fármacos e é mais evidente nos aventais (Gráfico 4.6) como mostra a Figura 4.23.

Verificou-se ainda que um protetor de gónadas foi moldado com fita adesiva, ficando assim com resíduos de cola (Figura 4.24).

Gráfico 4.5: Representação dos EPR segundo a categoria limpeza.

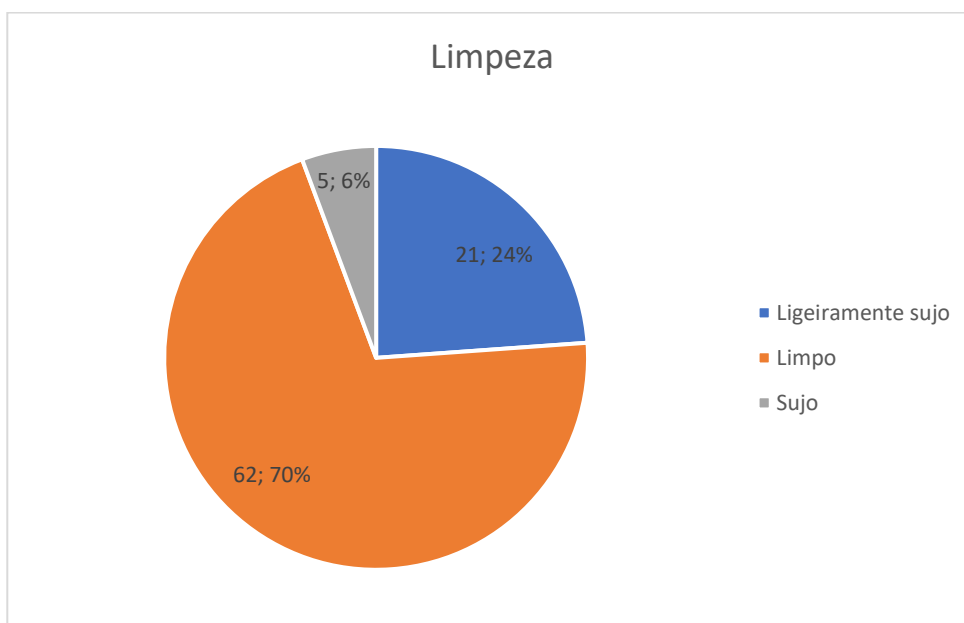


Gráfico 4.6: Grau de sujidade dos EPR verificada na inspeção visual.

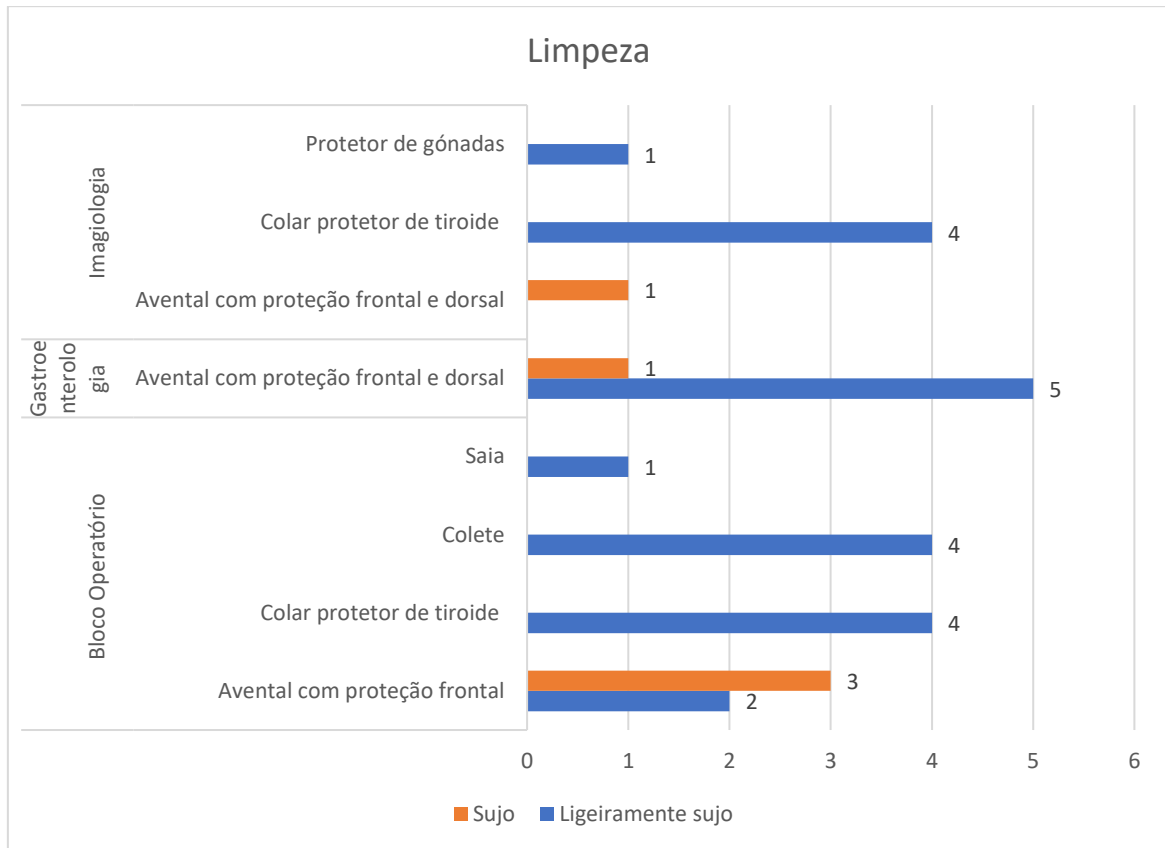


Figura 4.22: Colar protetor de tiroide com danos nas bainhas e sujidade na bainha superior.



Figura 4.23: Avental com sujidade localizada inferiormente.



Figura 4.24: Protetor de gónadas com resíduos de cola.

Procedeu-se à análise das etiquetas do EPR, que contêm informações específicas como marca, equivalência de chumbo, tamanho, data de fabrico. Dos 88 equipamentos verificados, 13 não apresentavam etiqueta, por ter sido retirada. Dos equipamentos que apresentavam etiqueta, como mostra o Gráfico 4.7 e Figura 4.25, 1 equipamento tinha a etiqueta danificada, não se conseguindo retirar as suas características, 5

equipamentos tinham etiqueta onde discriminava a marca e o seu equivalente de chumbo e 7 equipamentos referiam que a composição interna era de xenolite – compósitos mais leves que o chumbo.

Gráfico 4.7: Representação dos EPR que apresentavam etiqueta.

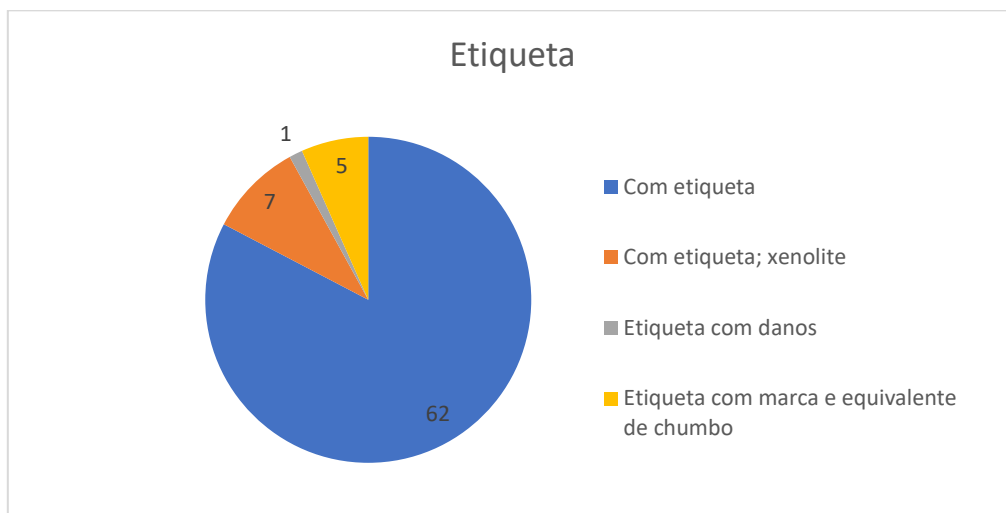
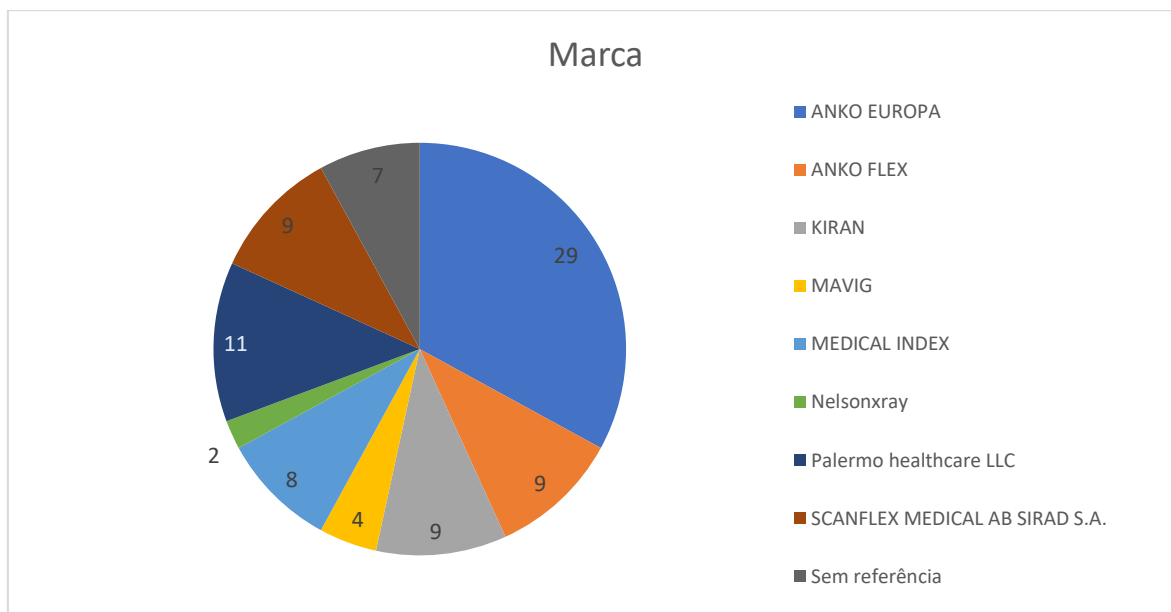


Figura 4.25: Imagens de etiquetas dos EPR.

Em relação à marca/fornecedor dos EPR, verificou-se que 7 dos equipamentos não tinham qualquer referência, sendo os restantes 81, distribuídos por 8 marcas diferentes, como se verifica no Gráfico 4.8, sendo a mais frequentes Anko Europa, Palermo Healthcare LLC, e em igual número Scanflex Medical, Anko Flex e Kiran (Gráfico 4.8).

Gráfico 4.8: Referência de marcas dos EPR.



A distribuição dos EPR para a característica de equivalência de chumbo está referenciada na Tabela 4.11, onde 7 equipamentos, sendo que, 1 avental com proteção frontal e 6 colares protetores de tiróide, não tinham qualquer indicação deste parâmetro. Dos 81 equipamentos que tinham referência, os colares protetores de tiróide variam entre 0.25mmPb e 0.5mmPb, os aventais de proteção frontal variam entre 0.3mmPb e 0.5mmPb, os aventais com proteção frontal e dorsal variam entre 0.25mmPb e 0.35mmPb, os coletes/saia 0.25mmPb sendo que um colete isolado, sem saia tinha equivalência de chumbo de 0.5mmPb/0.25mmPb e os protetores de gónadas variam entre 0.5mmPb a 1mmPb.

Para o parâmetro tamanho dos equipamentos, analisou-se que 30 equipamentos não tinham qualquer referência deste parâmetro. Os aventais de proteção e saia/colete os tamanhos são compreendidos entre o tamanho S e XXL.

Em relação à data de fabrico, verifica-se que 38 dos equipamentos não têm referência ao referido parâmetro, e os restantes estão referidos de 2002 a 2021, conforme mostra o Gráfico 4.9 e a Tabela 4.12. Sendo que 4 EPR foram fabricados até 2009 - 2 EPR de 2022 e 2 EPR de 2008; 24 EPR têm data de fabrico 2010; 11 EPR foram fabricados entre 2011 e 2020 - 8 EPR de 2014, 1 EPR de 2016 e 2 EPR de 2019; 11 EPR têm data de fabrico após 2020, sendo de 2021.

Tabela 4.11: Referência do parâmetro equivalência de chumbos dos EPR por serviço.

TIPO	Equivalência de chumbo (Frente/Dorso)	Bloco Operatório	Estomatologia	Gastroenterologia	Imagiologia
Avental com proteção frontal	0,35mmPb		2		
Avental com proteção frontal	0,3mmPb		5		
Avental com proteção frontal	0,5mmPb	4			1
Avental com proteção frontal	0,35/0,25mmPb; 0,125mmPb	4			
Avental com proteção frontal	0,5mmPb; 0,25mmPb				1
Avental com proteção frontal	Sem referência	1			
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb			9	1
Avental com proteção frontal e dorsal	0,35mmPb; 0,25mmPb			1	1
Colar protetor de tiróide	0,25mmPb	1		3	
Colar protetor de tiróide	0,35mmPb			4	4
Colar protetor de tiróide	0,3mmPb		6		
Colar protetor de tiróide	0,5mmPb	6		1	
Colar protetor de tiróide	Sem referência	4		1	1
Colete	0,25mmPb	4			4
Colete	0,5mmPb; 0,25mmPb	1			
Protetor de gónadas	0,5mmPb				2
Protetor de gónadas	1mmPb				8
Saia	0,25mmPb	4			4

Os EPR de fabrico mais recente encontram-se no serviço de Estomatologia, e os equipamentos com datas compreendidas entre 2002 e 2016 nos restantes serviços.

Gráfico 4.9: Data de fabrico dos EPR recolhidos no serviço de Gastroenterologia, Bloco Operatório, Estomatologia e Imagiologia do HFAR-PL.

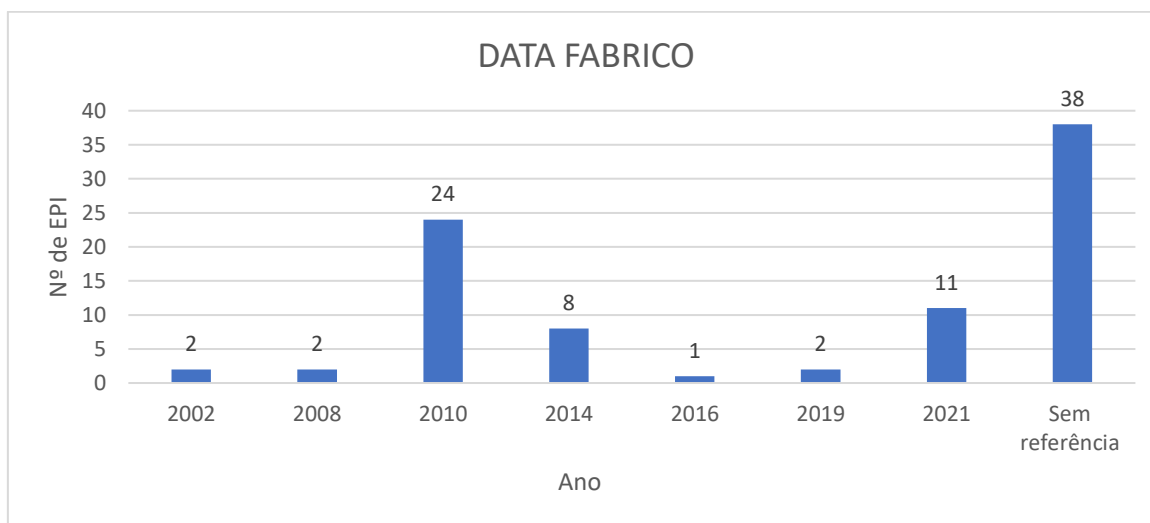


Tabela 4.12: Distribuição de datas de fabrico de EPR por serviço.

DATA FABRICO	Bloco Operatório	Estomatologia	Gastroenterologia	Imagiologia
2002			1	1
2008	1			1
2010	11			13
2014				8
2016				1
2019		2		
2021		11		
Sem referência	17		18	3

Quanto à data de aquisição dos EPR, não há referência deste parâmetro para nenhum equipamento.

4.4. DATA DE CONTROLO DA QUALIDADE

Os equipamentos de proteção foram analisados entre os dias 6 e 15 de setembro de 2023.

4.5. INSPEÇÃO TÁTIL

Cada equipamento foi verificado tatilmente de modo a sentir inconformidades como vincos, furos ou dobras na componente interna. Também foram testados sistemas de fechos como os velcros.

4.5.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA INSPEÇÃO TÁTIL

Dos 88 equipamentos verificados analisou-se conforme o Gráfico 4.10, que 22 EPR apresentavam alguns danos táteis. Os danos referidos na inspeção tátil (Gráfico 4.11) foram furos, dobras, vincos e ausência de fecho por falência nos sistemas de velcro, sendo que os danos mais significativos são a ausência de fecho e vincos.

Gráfico 4.10: Representação do número de inconformidades na inspeção tátil.

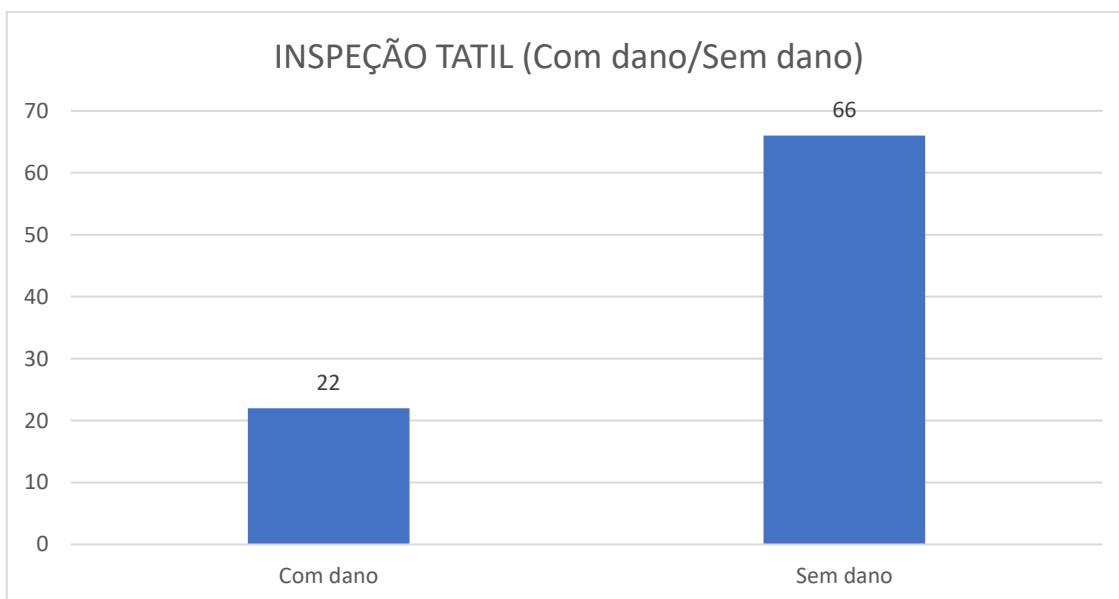
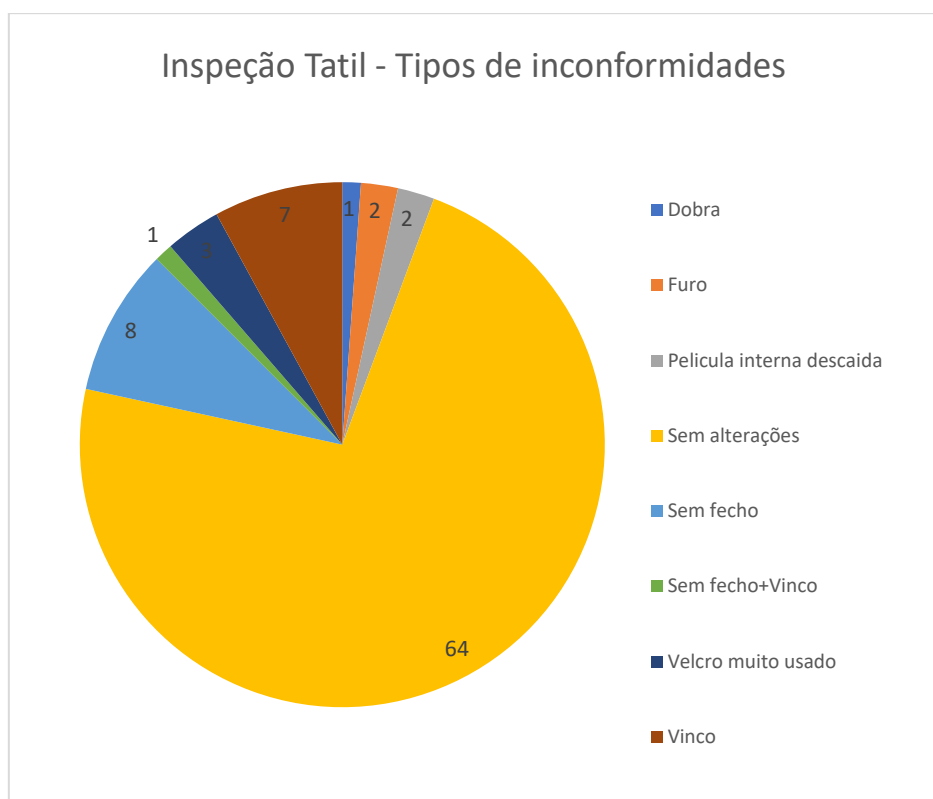


Gráfico 4.11: Representação do tipo de inconformidades na inspeção tátil.



As Figuras seguintes mostram alguns danos sentidos na inspeção tátil, sendo eles um furo e dobras respetivamente, representadas na Figura 4.26.



Figura 4.26: Imagens de áreas com expressão tátil.

4.6. INSPEÇÃO RADIOLÓGICA

4.6.1. EQUIPAMENTO DE RADIOLOGIA CONVENCIONAL

A aquisição de imagens por fluoroscopia e radiográficas, foram obtidas com apoio do equipamento Siemens AXIOM Luminos dRF como mostra a Figura 4.27. Este equipamento permitiu fazer uma varredura fluoroscópica de todos EPR e radiografá-los, conforme apêndice III, pois, como era a primeira vez que se realizou (baseline), possibilitou o arquivo de imagens (syngo plaza) para comparação na próxima inspeção.



Figura 4.27: Siemens AXIOM Luminos dRF Siemens, Adaptado do website Siemens.

4.6.2. PROTOCOLO

Foi escolhido o protocolo Controlo de Qualidade de EPR, pelas suas condições técnicas, semelhante ao protocolo descrito por *Kellens et al.* (45)

Para as imagens por fluoroscopia, as condições técnicas foram as seguintes:

- 7,5f/s, 60kV, 9,7mA, 4,2ms;

Para as imagens radiográficas, as condições técnicas foram as seguintes:

- 81kV, dose 2.50, foco largo, colimação de field of view (FOV) 41,5cmx41,5cm, distância foco-filme 115cm.

Todos os EPR foram verificados primeiramente por fluoroscopia e posteriormente radiografados. Nos casos em que o tamanho era superior ao FOV, foram analisados por quadrantes, começando no quadrante superior direito e avançando segundo o ponteiro do relógio como mostra a Figura 4.28. No total foram realizadas imagens por avental de modo a percorrer toda a área.



Figura 4.28: Orientação do varrimento fluoroscópico e aquisição radiográfica por quadrantes.

4.6.3. EQUIPAMENTOS/SISTEMAS DE SOFTWARE PARA ANÁLISE DAS IMAGENS RADIOGRAFADAS E RECOLHA DE DADOS

As imagens radiografadas foram analisadas na estação de trabalho Siemens com a aplicação Syngo MultiModality Workplace.

Os dados obtidos de cada EPR foram inseridos e analisados com apoio do programa Microsoft 365 (office) EXEL.

4.6.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NA INSPEÇÃO RADIOLÓGICA

Foram analisadas as imagens recolhidas de 88 EPR, sendo que 27 equipamentos revelaram danos à Inspeção Radiológica como mostram o Gráfico 4.12. Verificou-se (Gráfico 4.13) que em serviços onde se realizam mais procedimentos como o caso de intervenção e uso de fluoroscopia pelo serviço de Gastroenterologia e do Bloco Operatório, os equipamentos têm mais danos.

Gráfico 4.12: Inspeção Radiológica, contagem de danos.

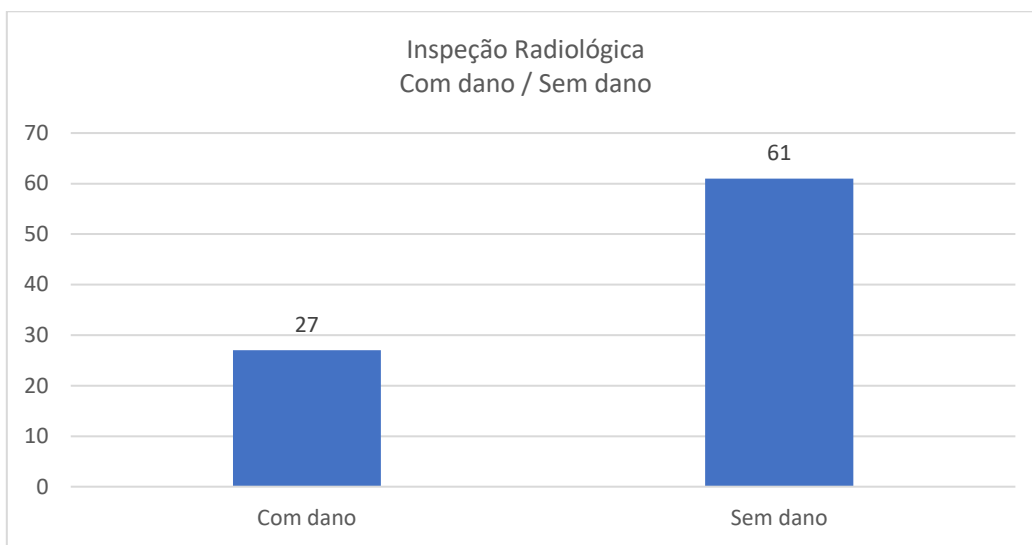
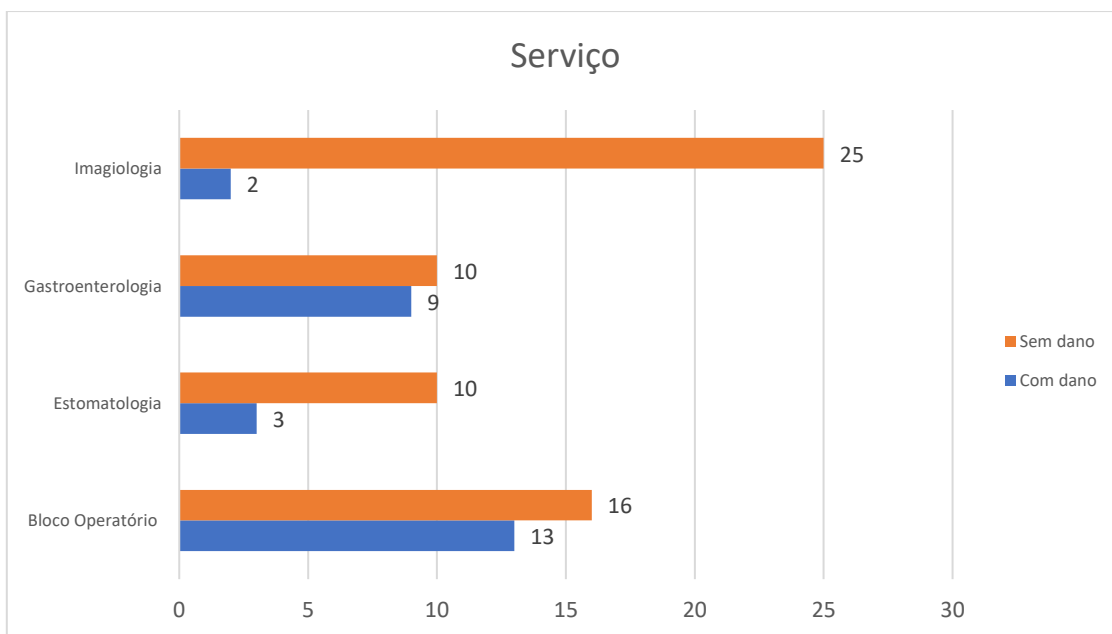


Gráfico 4.13: Inspeção Radiológica, contagem de danos por Serviço.



Foram verificadas, radiologicamente, inconformidades nos EPR como dobras, vincos, furos onde as áreas de dano variaram entre 0.4mm² até 604,1mm². O valor médio de área de dano é 120,704mm², sendo que foram verificados até 100mm² 15 áreas de dano, entre 101mm² e 200mm² 5 áreas de dano e entre 201mm² e 604mm² 5 áreas de dano.

Em relação à localização dos danos verificados radiologicamente (Gráfico 4.14), são maioritariamente em posição anterior (59%) com localização central (15%), inferior (31%) e lateral (10%). Os danos verificados em localização posterior (36%) são verificados em posição central (5%), inferior (13%), lateral (8%) e superior (10%). No que se refere ao tipo de equipamentos com maior número de danos, Gráfico 4.15, verifica-se que são os aventais, tanto os aventais frontais como os aventais de proteção frontal e dorsal, sendo a localização dos danos anterior, com localizações central (37%) e inferior (36%) mais frequentes (Gráfico 4.16). Na Figura 4.29, verifica-se a esquematização, num avental de proteção frontal, a localização em percentagem dos danos.

Gráfico 4.14: Localização geral de danos.

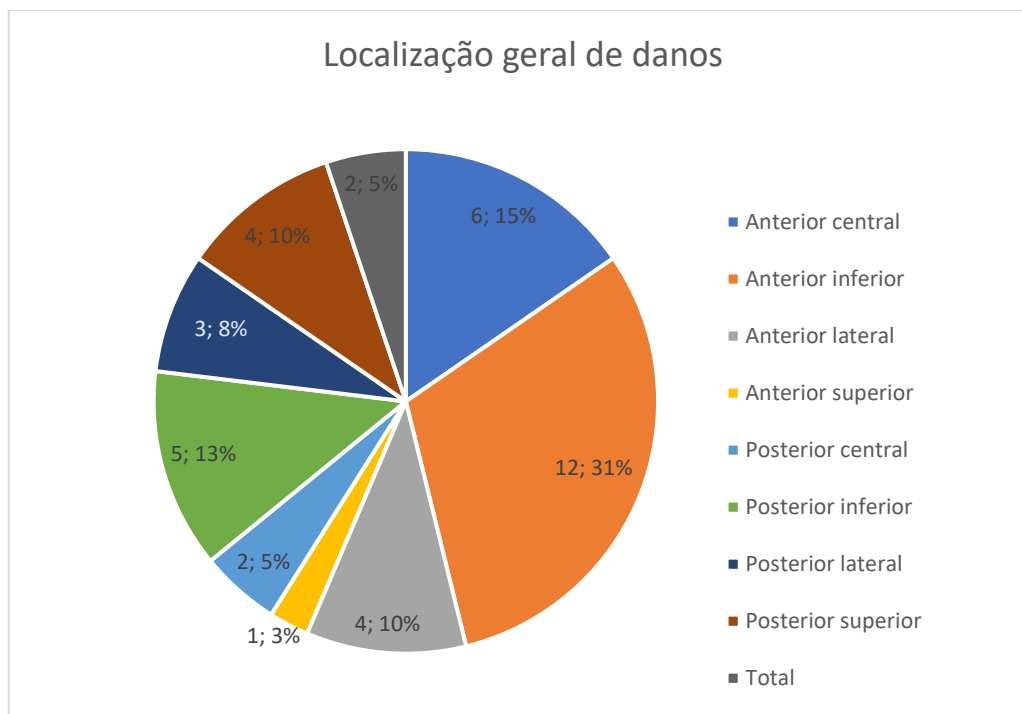


Gráfico 4.15: Danos por tipo de EPI.

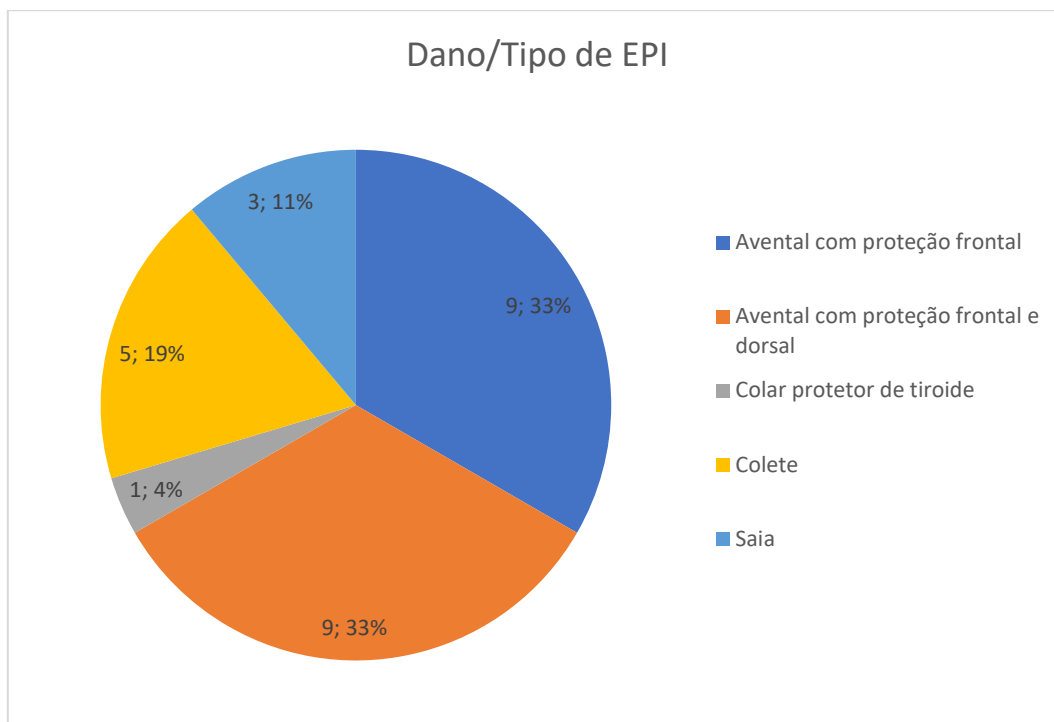


Gráfico 4.16: Localização de danos no avental Frontal.

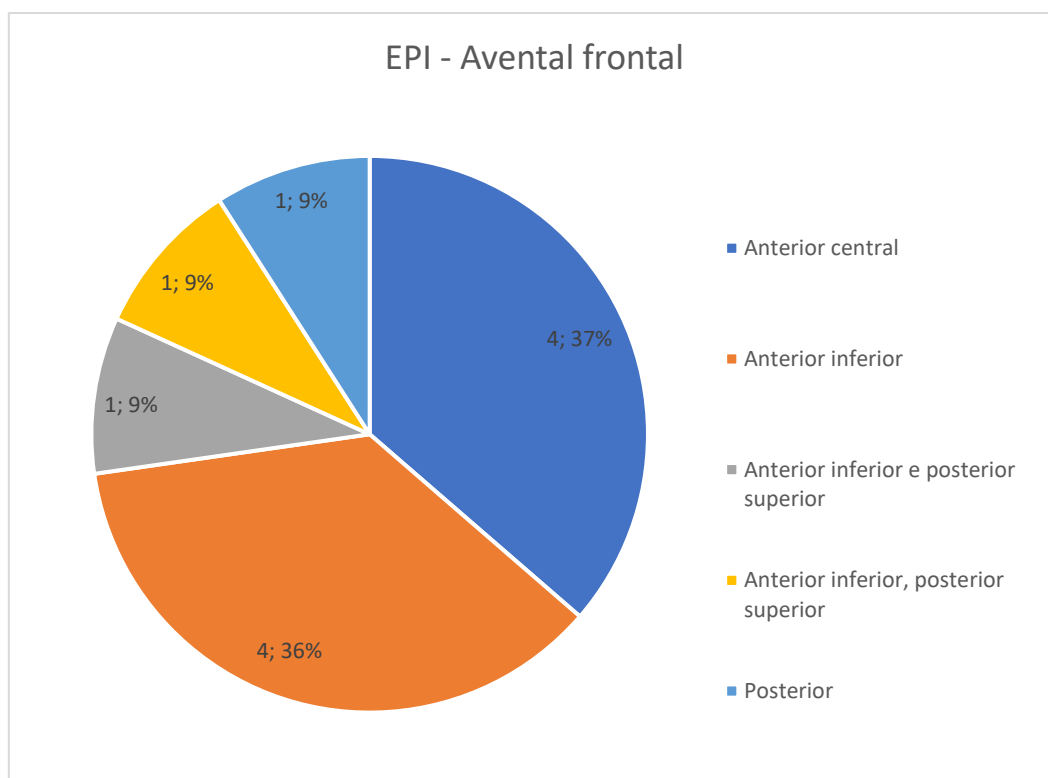




Figura 4.29: Percentagem segundo a localização dos danos.

Na Inspeção Radiológica, os danos mais comuns surgem no caso de aventais e coletes/saias, em posição inferior e laterais, junto a costuras como se pode verificar na Figura 4.30. Também foi analisado, em dois aventais, que a película interna estava completamente danificada, não exercendo aqueles equipamentos qualquer tipo de proteção (Figura 4.31). No apêndice III, podem-se analisar as imagens recolhidas para análise na Inspeção Visual e na Inspeção Radiológica.

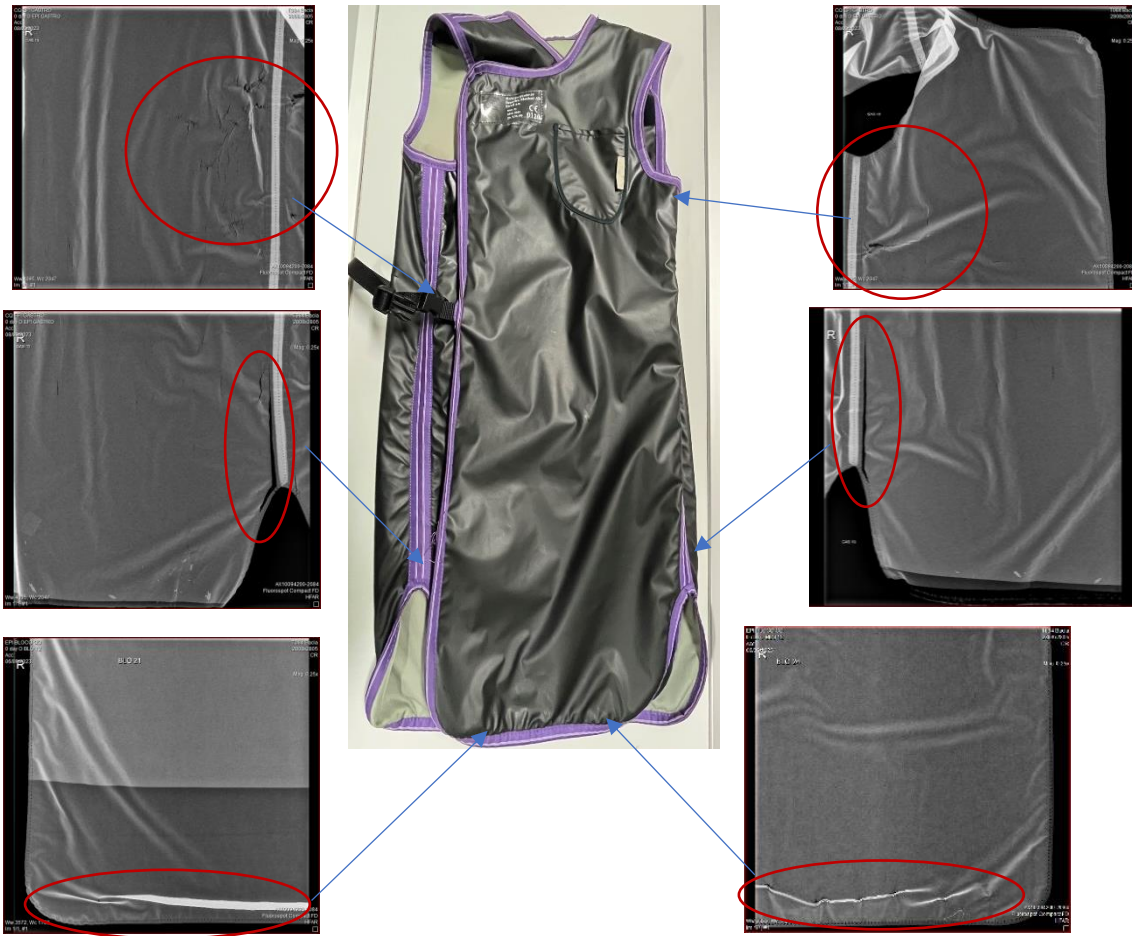


Figura 4.30: Exemplo de imagens danificadas analisadas na Inspeção Radiológica e sua localização comum.

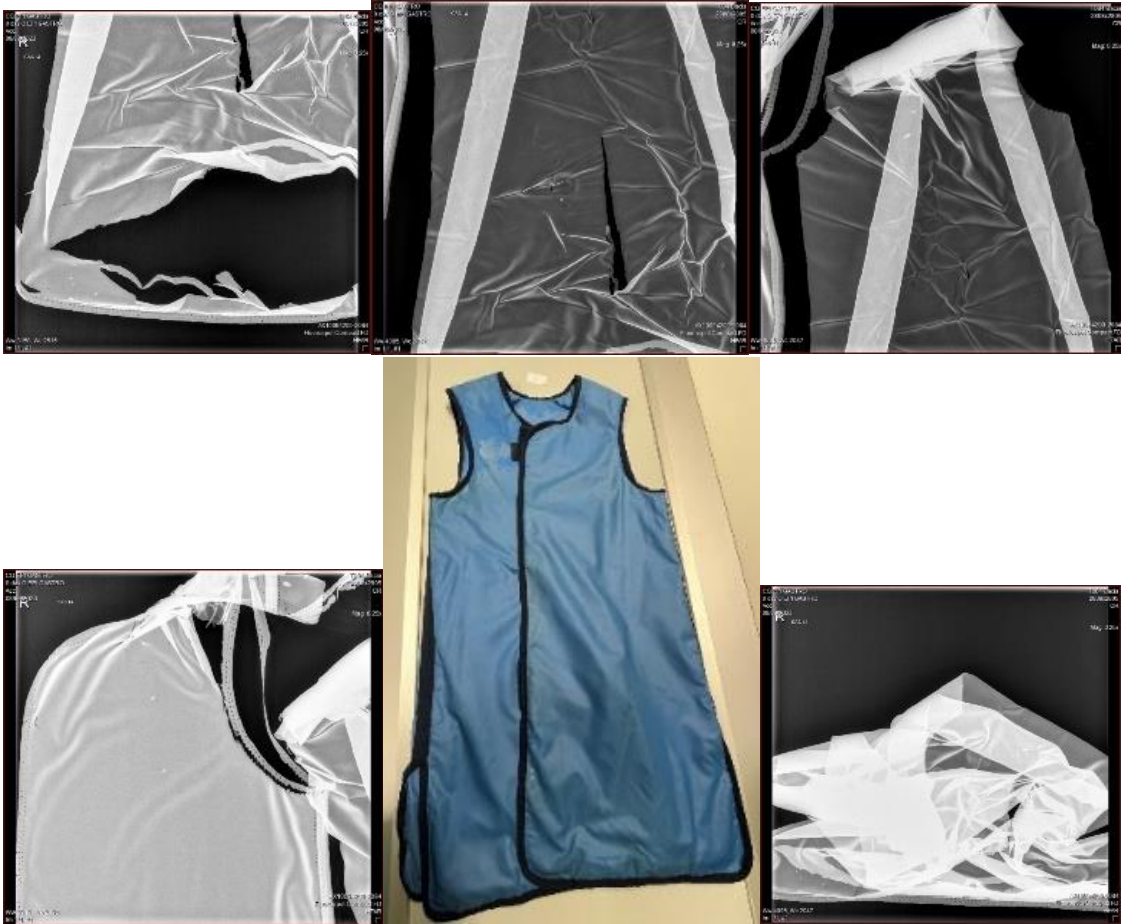


Figura 4.31: Exemplo de imagens de EPR com película interna completamente danificada, analisada na Inspeção Radiológica.

4.7. REGISTO DE NÃO CONFORMIDADES

A Tabela 4.13 representa o registo de não conformidades segundo o estudo de *Matsuda et al.* (47) onde se verificam 59 EPR no estádio 1 - sem área danificada; 16 EPR no estádio 2 - uma área danificada; 10 EPR estágio 3 - duas áreas ou mais, mas possibilidade de uso; 2 EPR no estágio 4 - duas áreas danificadas ou mais, com uso não aconselhável, sendo eles 2 aventais de proteção frontal e dorsal; 2 EPR no estágio 5 - muitas áreas danificadas - uso inadequado. Neste último, estágio 5, verificam-se 2 aventais de proteção frontal e dorsal, em que a sua película interna está completamente danificada (47).

Tabela 4.13: Estádio de áreas danificadas segundo Matsuda et al.

Tipo	Estádio segundo nº de áreas danificadas (1-5)				
	1	2	3	4	5
Avental Com Proteção Frontal	7	8	3		
Avental Com Proteção Frontal E Dorsal	2	2	4	2	2
Colar Protetor De Tiróide	30	1			
Colete	4	2	3		
Protetor De Gónadas	10				
Saia	5	3			

A Tabela 4.14 representa o registo de não conformidades segundo o estudo de *Lambert e McKeon* (50) onde se verifica que nenhum protetor de gónadas tem danos na sua estrutura; apenas 1 colar protetor de tiróide tem uma área de dano de 1,4mm²; 3 saias têm danos em que a área está compreendida entre 33mm² e 87mm²; 5 coletes têm danos em que a área está compreendida entre 31,4mm² e 357,33mm²; 9 aventais com proteção frontal e dorsal, dois quais 2 destes EPR estão com a película interna completamente danificada não se conseguindo realizar medições, os restantes têm danos em que a área está compreendida entre 3,7mm² e 437,4mm²; por ultimo, 9 aventais com proteção frontal têm danos em que a área está compreendida entre 0,4mm² e 604,1mm² (50).

Referindo que a soma das áreas danificadas e a sua localização, não se encontra em áreas radiosensíveis como a localização de gónadas e tiróide.

Tabela 4.14: Estádio de áreas danificadas segundo Lambert e McKeon

Nº ID	TIPO	Área de danos (mm ²)
BLO 21	Avental com proteção frontal	253,87
BLO 24	Avental com proteção frontal	32,6
BLO 27	Avental com proteção frontal	89,9
BLO 28	Avental com proteção frontal	6,1
BLO 29	Avental com proteção frontal	31,9
RAD 8	Avental com proteção frontal	604,1
EST 9	Avental com proteção frontal	3,1
EST 10	Avental com proteção frontal	1,1
EST 12	Avental com proteção frontal	0,4
RAD 15	Avental com proteção frontal e dorsal	Completo
GAS 10	Avental com proteção frontal e dorsal	437,4
GAS 11	Avental com proteção frontal e dorsal	61
GAS 12	Avental com proteção frontal e dorsal	174,4
GAS 14	Avental com proteção frontal e dorsal	Completo
GAS 15	Avental com proteção frontal e dorsal	133,5
GAS 16	Avental com proteção frontal e dorsal	3,7
GAS 17	Avental com proteção frontal e dorsal	125,7
GAS 18	Avental com proteção frontal e dorsal	34,5
GAS 5	Colar protetor de tiróide	1,4
BLO 16	Colete	31,4
BLO 17	Colete	201,5
BLO 18	Colete	166,8
BLO 19	Colete	357,33
BLO 20	Colete	119
BLO 12	Saia	26,9
BLO 14	Saia	87
BLO 15	Saia	33

Segundo *Stam et al.* é muito importante a localização e tamanho do dano no avental. Devem-se assim conhecer as equivalências de chumbo dos EPR (0,25, 0,35, 0,5mmPb) bem como o tipo, se é avental frontal, avental envolvente com sobreposição frontal ou saia com colete (51). Uma vez que as áreas de danos dos EPR referidos não se localizavam na zona da tiróide e gónadas, pois são predominantemente, inferiores e laterais, considerou-se como referência o parâmetro de corpo total, comprimento máximo (cm), para realizar a correlação dos valores obtidos (Tabela 4.15) (51).

Tabela 4.15: Estádio de áreas danificadas segundo Stam et al.

Tipo	Equivalência de chumbo (Frente/Dorso)	Comprimento (cm)	Soma Comprimento (cm)	Máximo comprimento (cm)	Apto/Inapto
Colete	0,5mmPb; 0,25mmPb	7,1;9,9	17	27	Apto
Avental com proteção frontal	0,35/0,25mmPb; 0,125mmPb	0,1	0,1	5,6	Apto
Avental com proteção frontal	0,5mmPb	32,59;31;0,31	63,9	5,4	Inapto
Avental com proteção frontal	0,5mmPb	51,5	51,5	5,4	Inapto
Avental com proteção frontal	0,35/0,25mmPb; 0,125mmPb	0,81	0,8	5,6	Apto
Avental com proteção frontal	0,5mmPb	30;37;21	88	5,4	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,35mmPb; 0,25mmPb	Sem película interna	Total	17,5	Inapto
Avental com proteção frontal	0,3mmPb	1,3	1,3	5,6	Apto
Avental com proteção frontal	0,3mmPb	5	5	5,6	Apto
Avental com proteção frontal	0,35mmPb	1,2	1,2	5,6	Apto
Colar protetor de tiróide	0,35mmPb	0,5	0,5	1,8	Apto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	19,8;16,9; 5,1;4,6; 4,7;8,3;2; 3,3	64,7	13,5	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	5;13,2	18,2	13,5	Apto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	14,5;8,9;5	28,4	13,5	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,35mmPb; 0,25mmPb	Sem película interna	Total	17,5	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	21;9,2	30,2	13,5	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	1,2	1,2	13,5	Apto

Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	17,8;19,6; 15,5;0,9	53,7	13,5	Inapto
Avental com proteção frontal e dorsal	0,25mmPb	9	9	13,5	Apto

Verifica-se então que, segundo o estudo de *Stam et al.* (Gráfico 4.17), dos 19 EPR com danos de rasgos e furos, 10 estão aptos a serem usados e 9 verificam-se inaptos devido ao comprimento (cm) dos danos, tendo sido, por isso, rejeitados. Os equipamentos que não reúnem as condições de aptidão (Gráfico 4.18), 3 são aventais de proteção frontal e 6 são aventais de proteção frontal e dorsal.

Gráfico 4.17: Aptidão dos EPR segundo parâmetros de *Stam et al.* (51)

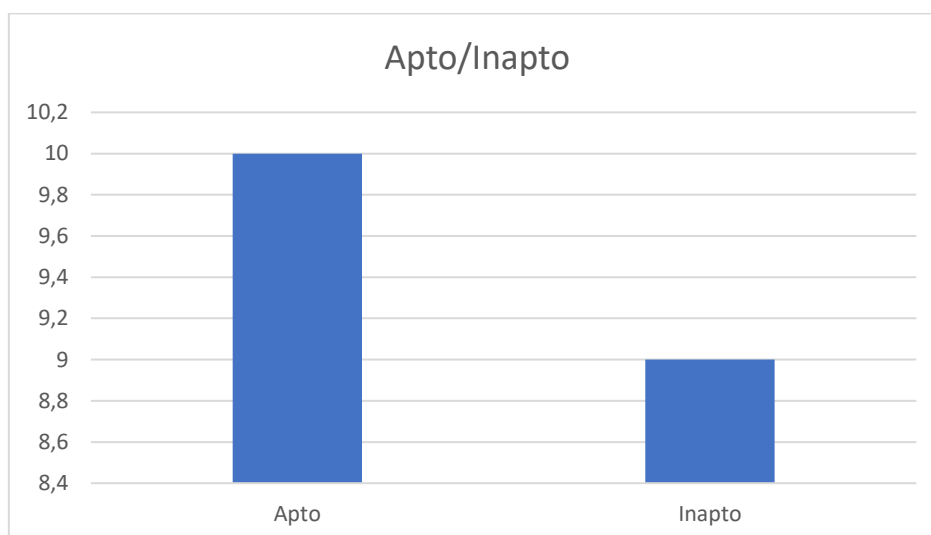
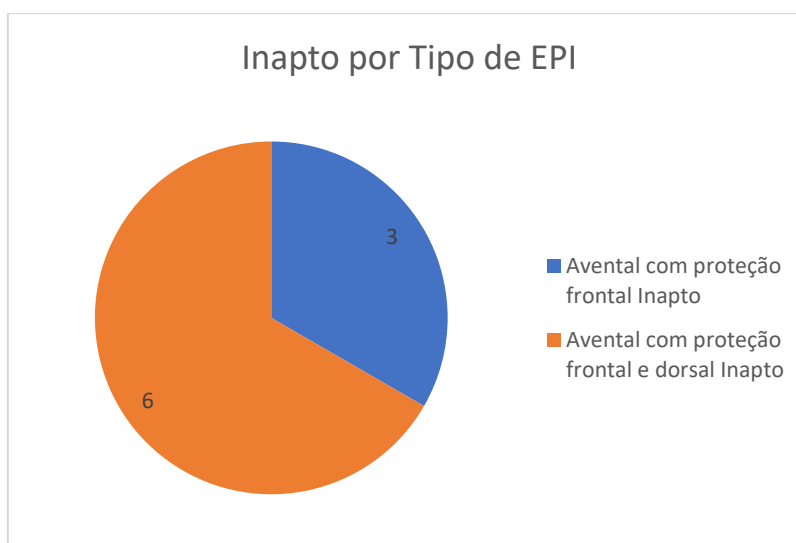


Gráfico 4.18: Tipo de EPR inaptos segundo parâmetros de *Stam et al.* (51)



4.8. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se a periódica realização do planeamento descrito para o Controlo da Qualidade nos EPR do Hospital das Forças Armadas no Polo de Lisboa.

Devido ao uso frequente dos EPR, e uma vez que cada equipamento pode ter vários utilizadores verifica-se a necessidade da realização do programa de inspeção para Controlo da Qualidade anualmente. Em caso de equipamentos que tenham áreas de danos muito próximas dos critérios de rejeição, e se continuarem a ser utilizados, devem ser testados com periodicidade de 6 a 8 meses, de forma a não comprometer a proteção de quem os utiliza.

As condições acima expressas poderão ser adaptáveis a novas situações tais como aquisição de EPR de modelos diferentes, conforme condições e conformidade de utilização, idade do EPR, frequência de utilização e alocação à sala/tipo de estudos efetuados.

Qualquer alteração no tipo de equipamentos e fontes emissoras de Radiação deverá condicionar a revisão deste guia. A substituição dos EPR e a sua previsibilidade está condicionada pelo estudo prospetivo do desgaste dos EPR do departamento HFAR – PL.

Tendo em conta a usabilidade e durabilidade dos EPR, segundo vários autores (51), devem ser substituídos no máximo a cada 10 anos, exceto se passarem nas três inspeções sem violação dos critérios de rejeição. Neste momento assume-se a recomendação de *Kellens et al.* (2022) (45) para testagem de EPR novos, usados ou mesmo reparados.

Adverte-se que os EPR novos não garantem de estarem livres de fissuras e rasgos, deste modo devem ser testados antes de iniciarem o seu uso. Sabe-se da literatura que a maioria das rejeições dos EPR, está normalmente associada à frequência de procedimentos com uso de fluoroscopia, bem como pelo modo de uso dos utilizadores, como sentar, movimentos frequentes e formas de armazenamento. Por estes motivos se adverte que cada protocolo de inspeção deva ser adequado a cada departamento e ao seu modo de funcionamento.

Em caso de aquisição de novos EPR justifica-se, para o serviço de Bloco Operatório e Gastroenterologia, por proximidade á ampola de Radiação X, equipamentos com

equivalência de chumbo de 0.5mmPb, principalmente em áreas radiosensíveis, do tipo conjunto saia/colete ou avental com proteção frontal e dorsal e colares protetores de tireoide. Pois assim, os profissionais de saúde ao movimentarem-se em diversos ângulos em relação à exposição da Radiação X aumentam a sua proteção.

Em relação ao plano de limpeza e desinfecção periódicos, devem ser realizados pelo menos a cada 3 meses conforme a sua utilização de forma a manter os EPR íntegros e limpos.

Tendo em conta a usabilidade e durabilidade dos EPR, segundo vários autores, devem ser substituídos a cada 10 anos, exceto se passarem nas três inspeções sem danos.

Para a boa correta utilização, armazenamento, limpeza e manutenção verifica-se a necessidade de realizar ação educativa dos pontos anteriormente mencionados, bem como a realização de poster ou panfleto com informação acessível a todos os usuários.

4.9. ORÇAMENTO PARA AQUISIÇÃO/SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA COM DANOS

Com a análise de danos nos EPR verifica-se a necessidade de substituição de alguns equipamentos, a curto e a longo prazo, uma vez que dos 19 EPR, 9 equipamentos estão inaptos e os restantes apresentam danos significativos. Assim sendo, foi realizado um levantamento e conseqüente estudo de orçamento, conforme os EPR a substituir. Os orçamentos, referidos no apêndice V, visam a pesquisa online segundo três fornecedores, para EPR de tipos diferentes, de forma a realizar um plano de necessidades. Uma vez que são necessários substituir: 1 conjunto saia/colete 0.5mmPb, 5 aventais frontais 0.35mmPb, 3 aventais frontais 0.5mmPb, 2 aventais com proteção frontal e dorsal 0.25mm e 1 colar protetor de tireoide 0.35mmPb, o valor médio total é de 6131.06€.

5. DISCUSSÃO

A Radiação Eletromagnética está presente no nosso dia a dia, quer no uso de eletrodomésticos dos quais somos completamente dependentes, como a televisão, rádio e telemóvel, quer na exposição ao sol, quando realizamos as merecidas férias de verão e nos expomos a banhos solares.

No entanto, quando referimos o termo “Radiação”, em ambiente hospitalar, soa uma campanha de alarme no cérebro humano. Ao longo dos anos, a informação em Proteção Radiológica tem vindo a ser cada vez mais difundida de modo a educar todos os intervenientes expostos à Radiação Ionizante em aplicações médicas. Para que esta exposição seja o mais reduzida possível, é essencial a disponibilidade de equipamentos de Proteção Radiológica, ao dispor de todos os profissionais expostos a fontes de Raios X. Deste modo, para que a proteção seja eficaz, é necessário que os referidos dispositivos sejam submetidos ao Controlo da Qualidade de forma a garantir a máxima eficácia na proteção de quem os utilizar. Assim surgiu a necessidade de formular um Guia Orientador de Boas Práticas (apêndice II) como contributo para a implementação de um protocolo de Controlo da Qualidade dos EPR, no Hospital das Forças Armadas no polo de Lisboa podendo também este ser aplicado noutras instituições.

Iniciou-se a pesquisa desta temática enquadrando os EPR como Equipamentos de Proteção Individual usados para a proteção de Radiação Ionizante, com pesquisa de legislação europeia e transposição para a lei portuguesa, orientações europeias e nacionais bem como leitura e análise de estudos realizados e recomendados por diversos autores. Verificou-se que existem diversos estudos e orientações para esta temática, sendo que é recomendado e não legalmente obrigatório o Controlo da Qualidade dos EPR.

Com a elaboração do Guia Orientador de Boas Práticas, verificou-se a necessidade de realizar um pré-teste no HFAR-PL, de forma a poder confirmar a sua aplicabilidade. Assim sendo, foi elaborado um formulário para caracterização, identificação e registo dos EPR (apêndice I).

Foram referenciados, recolhidos e analisados 88 EPR, localizados em 4 serviços distintos do Hospital das Forças Armadas – Polo Lisboa. De referir que não foi possível aceder ao registo da data de aquisição destes equipamentos pela instituição, tendo

apenas como referência, quando presente, a data de fabrico nas etiquetas dos equipamentos, entre 2002 e 2021.

Depois de registados, procedeu-se à elaboração das inspeções visuais, tátil e radiológica de cada EPR.

Procedeu-se à Inspeção Visual para análise da limpeza, danos externos e presença ou ausência de etiqueta dos EPR.

Verificou-se que 30 EPR apresentaram danos visuais na sua estrutura, com maior predomínio de danos bainha superior, 19 EPR, e danos na película externa, 8 EPR. Em relação ao grau de limpeza, verificou-se que 26 EPR apresentavam algum grau de sujidade, sendo que 5 EPR foram referidos como sujos, relacionados com o manuseamento de fármacos e fluidos nos serviços de bloco operatório e gastroenterologia. Também 14 EPR não apresentaram etiqueta, por ausência/corte ou degradação da mesma, que poderia caracterizar o EPR.

Foi verificado que existem 28 EPR com mais de 10 anos e 38 EPR sem qualquer referência à sua idade, podendo-se considerar que também poderão ter idades superiores. Para se poder estimar o período de substituição dos EPR é necessário realizar periodicamente o seu Controlo da Qualidade, devido ao seu uso, segundo o fluxo de trabalho da instituição admitindo-se a recomendação de 4 anos *segundo Kellens et al.* (45).

Na Inspeção Tátil, verificaram-se manualmente danos como furos, vincos ou dobras da película interna, e também foram testados dos sistemas de fecho como velcros. Conclui-se que 22 EPR apresentavam danos táteis sendo que 8 EPR não apresentavam sistema de fecho e 7 EPR apresentavam vincos. Estes danos devem-se ao uso frequente, movimentações como a locomoção, posição de sentado, bem como à partilha de EPR por diversos utilizadores (4,45)

Por último, realizou-se a Inspeção Radiológica, onde se verificou que 27 EPR apresentaram danos na sua estrutura interna. Os EPR com maior prevalência de danos correspondem aos serviços de bloco operatório, 13 EPR, e gastroenterologia, 9 EPR. Estes danos que correspondem ao maior uso devido a fluxo de trabalho bem como a sua localização é predominantemente (59%) anterior central, lateral e inferior. Os 3 equipamentos analisados radiologicamente com danos e alocados ao serviço de estomatologia, apresentavam vincos central/longitudinal superior devido à forma de armazenamento, dobrado ao meio para não ocupar espaço no cabide, não estando

relacionado com o seu uso. Apenas 2 aventais com proteção frontal e dorsal, foram considerados automaticamente inaptos pela sua película interna estar completamente danificada e solta, sem possibilidade de arranjo.

As imagens radiografadas, foram posteriormente analisadas em pós-processamento no próprio equipamento de Radiologia Convencional, de forma a avaliar fidedignamente com escala real as áreas e comprimentos das zonas com danos na película interna.

Foram então registadas as não conformidades, segundo os critérios de rejeição já mencionados. Segundo escala de medição para áreas danificadas e classificação em estádios de *Matsuda et al.*(47), 4 aventais com proteção frontal e dorsal, revelaram uso não aconselhável (2 EPR) e uso não adequado (2 EPR).

Para a escala de medição de critérios de rejeição *Lambert e McKeon* (50), os EPR apresentaram áreas de dano inferior ao descrito pelos autores, as áreas de dano variaram entre 0.4mm² até 604,1mm². De referir que como a soma das áreas danificadas e a sua localização, não se encontra em áreas radiosensíveis como a localização de gónadas e tiróide, a soma das áreas com defeito não excede **670mm²** segundo estes autores. Pelo que só revelaram inaptos dos 2 EPR já referidos por dano total da película interna.

Em relação à escala de medição de *Stam et al.* (51), a análise baseia-se na localização e tamanho do rasgo/furo no avental, comprimento (cm). Devem-se assim conhecer as equivalências de chumbo dos EPR (0,25, 0,35, 0,5mmPb) bem como o seu tipo. Uma vez que as áreas de danos dos EPR referidos não se localizavam na zona da tiróide e gónadas, predominam em zonas inferiores e laterais, considerou-se como referência o parâmetro de corpo total, correlacionando as medidas dos danos com o comprimento máximo (cm) determinado pelos autores. Deste modo, dos 19 EPR com danos, apenas 9 EPR se verificam inaptos devido ao comprimento (cm) dos rasgos e furos. São eles 3 aventais de proteção frontal e 6 são aventais de proteção frontal e dorsal, sendo que 2 aventais de proteção frontal e dorsal estavam referidos como película interna completamente danificada e solta.

A análise dos dados dos danos segundo o conjunto de estudos acima referidos (47,50,51), em conjunto, permitiu fazer o estudo de conformidade segundo comprimento, área, localização e número de zonas danificadas. Cada um por si só deixa algumas lacunas no Controlo da Qualidade dos EPR, no entanto, todos juntos beneficiam o estudo desta temática.

Aquando da realização da recolha dos EPR para análise, verificou-se que o armazenamento destes equipamentos nem sempre era o mais adequado, pois no serviço de Imagiologia e no serviço de Gastroenterologia, os EPR estão armazenados em cabides verticais, ficando estes esticados. No serviço de Estomatologia, estão colocados num cabide vertical em cada sala, no entanto para não ocuparem espaço, dobraram os aventais ao meio verticalmente, o que provocou dobra da película interna verificada na inspeção radiológica em 3 aventais frontais. No Bloco Operatório, os EPR estão também em cabides verticais, no entanto para serem deslocados para as salas, por vezes são dobrados para transporte.

Para que os EPR possam ter período de vida o maior possível, devem ser bem armazenados e manuseados, assim deve ser ministrado aos seus usuários formação de como cuidar dos EPR de modo a reduzir os defeitos nos equipamentos. (4,45,48)

Justifica-se desenvolver programa educativo que aborde temas como a educação e formação em proteção contra radiações, Proteção Radiológica, bem como manuseamento e armazenamento adequado dos EPR, de forma a garantir a excelência em segurança radiológica e na implementação estratégias para otimização de dose em medicina. (25,30,56)

Neste estudo, por falta de etiquetas e registos dos EPR, revelou ser uma limitação para a correta caracterização destes equipamentos. Sugere-se assim que futuramente, aquando do processo de aquisição, os EPR sejam corretamente inventariados/registados para a sua melhor caracterização e inspeção.

De forma a verificar a proteção que os EPR conferem aos seus utilizadores, foi calculada a sua percentagem de atenuação ao feixe de Radiação X. Esta atenuação calculou-se em dois processos distintos, ou seja, com base em leituras dosimétricas, e com base de dados obtidos em programa em Excel de simulação de atenuação de EPR com diferentes espessuras.

Os valores obtidos experimentalmente e estimados por simulação, têm maior correlação para os EPR irradiados com feixe de Radiação X de 90kVp, e menor correlação para os EPR irradiados com feixe de Radiação X de 60kVp, mesmo que mais baixa mantêm uma relação linear forte. Esta variação prende-se com a limitação da dose obtida com a leitura dos dosímetros, pois leituras abaixo de 0,10 mSv são consideradas nulas (0), pelo que, para o cálculo de atenuação resulta num valor de 100% de atenuação o que na realidade não se verifica. No entanto, verifica-se que,

como os utilizadores dos EPR não estão posicionados diretamente sob o feixe primário de Radiação X, os cálculos de atenuação destes equipamentos verificaram que são eficazes para a gama de intensidades de feixe estudadas e comumente utilizadas no cotidiano laboral.

É de salientar e reforçar o uso de EPR em procedimentos com Radiação Ionizante, bem como a correta colocação do dosímetro termoluminescente, para a leitura e proteção dos seus utilizadores, e sempre que possível, reduzir o tempo de exposição e a distância à fonte de radiação.

6. CONCLUSÃO

Em Portugal, a legislação portuguesa visa, para benefício de trabalhadores expostos bem como de empregadores, a disponibilidade e o uso de equipamentos de proteção em caso de exposição à Radiação Ionizante. Equipamentos estes que devem ser eficazes quanto ao seu objetivo, sendo assim, para que essa eficácia seja o mais fidedigna possível, os EPR devem ser analisados quanto à sua conformidade desde a sua aquisição e com frequência periódica estipulada segundo uso e fluxo de trabalho. Esta análise de conformidade prende-se com os três tipos de inspeção: visual, tátil e radiológica, de forma, a verificar danos na estrutura externa e interna.

Em caso de inconformidade, principalmente referentes à estrutura interna, o estudo de zonas danificadas pode e deve ser estudado quanto à localização, ao comprimento e área dos referidos danos, de forma a classificar em adequado ou inadequado o uso dos mesmos.

É extremamente importante estabelecer um registo continuo dos EPR, com periodicidade anual, ou em caso de dano, num período mais curto, 6^a 8 meses, de forma a controlar o tamanho dos danos.

Foram verificadas algumas limitações na realização deste estudo, pela falta de informação dos EPR, para a caracterização de dados, por falta/corte de etiquetas e registos dos mesmos.

Assim este trabalho visou o contributo para a implementação e elaboração do Guia Orientador de Boas Práticas no Controlo da Qualidade dos EPR no HFAR – PL, e posterior execução de pré-teste para confirmar a sua aplicabilidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Lakhwani OP, Dalal V, Jindal M, Nagala A. Radiation protection and standardization. *J Clin Orthop Trauma* [Internet]. 2019;10(4):738–43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.08.010>
2. Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, et al. European consensus on patient contact shielding. *Insights Imaging* [Internet]. 2021;12(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01085-4>
3. Bartal G, Vano E, Paulo G. Get Protected! Recommendations for Staff in IR. *Cardiovasc Intervent Radiol* [Internet]. 2021;44(6):871–6. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00270-021-02828-y>
4. Ryu JS, Baek SW, Jung CH, Cho SJ, Jung EG, Kim HK, et al. The survey about the degree of damage of radiation-protective shields in operation room. *Korean J Pain*. 2013;26(2):142–7.
5. Sowby FD. *Annals of the ICRP* 117. Vol. 6, *Annals of the ICRP*. 2010. 1 p.
6. Biscaia J. PL. *Avaliação da Qualidade*. 1998;43–51.
7. WHO. *Manual de Políticas e Estratégias para a Qualidade*. 2020. 14–15 p.
8. República A da. Despacho nº1250/2020 de 28 de janeiro de 2020. *Diário da República 2ª Série*. 2020;125–7.
9. Presidência do Conselho de Ministros. Decreto-Lei nº 52/2022 de 4 agosto - Estatuto do Serviço Nacional de Saúde. *Diário da República, 1ª Série* [Internet]. 2022;5–52. Available from: dre.pt
10. Lima JJP. *Técnicas de diagnóstico com raios X*. 1ª edição. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra; 2005.
11. República D. Decreto-Lei n.º 81/2022 de 6 de dezembro da Presidência do Conselho de Ministros. *Diário da República* [Internet]. 2022; Available from: www.dre.pt
12. Pisco JM. *Imagiologia Básica - Texto e Atlas*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.; 2003.
13. Matre K, Gilja OH. *Medical imaging. Fundamentals of Medical Ultrasonics*. 2011. 147–176 p.
14. Lerch H, Jigalin A. Nuclear medicine: Medical technology research. *NuklearMedizin*. 2005;44(6):267–71.
15. Christensen DM, Livingston GK, Sugarman SL, Parillo SJ, Glassman ES. *Management of ionizing radiation injuries and illnesses, part 3: Radiobiology and*

- health effects of ionizing radiation. *J Am Osteopath Assoc.* 2014;114(7):556–65.
16. Lowe D, Roy L, Tabocchini MA, Rühm W, Wakeford R, Woloschak GE, et al. Radiation dose rate effects: what is new and what is needed? [Internet]. Vol. 61, *Radiation and Environmental Biophysics.* Springer Berlin Heidelberg; 2022. 507–543 p. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00411-022-00996-0>
 17. Hall EJ. *Radiation biology.* Vol. 55, International Atomic Energy Agency (IAEA). 1985. 2051–2057 p.
 18. Direção-Geral da Saúde. Guia Técnico N.º 1 - Vigilância Da Saúde Dos Trabalhadores Expostos A Radiação Ionizante. Guia Técnico N.º 1 - Vigilância Da Saúde Dos Trabalhadores Expostos A Radiação Ionizante. 2016.
 19. Syariah KB, Ilmu G. Approaches to attribution of detrimental health effects to occupational ionizing radiation exposure and their application in compensation programmes for cancer - A practical guide. 1 edition. International Labour Office; 2010.
 20. Vasconcelos JM de. Decreto Lei n.º 66/2018. *Diário da República.* 2013;1(1):237.
 21. Pedro J, Matos S De, Justiça AM, Eugénia F. *Ambiente e transição energética.* 2019;2018–9.
 22. Kim JH. Three principles for radiation safety: Time, distance, and shielding. *Korean J Pain.* 2018;31(3):145–6.
 23. Vañó E, Miller CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, Ortiz-López P, et al. *Annals of the ICRP 139* [Internet]. Vol. 44, Protection, International Commission on Radiological. 2015. 1–143 p. Available from: www.icrp.org
 24. International Atomic Energy Agency (IAEA). IAEA Safety Standards for protecting people and the environment - Occupational Radiation Protection. Vol. 87, IAEA, Safety Guide. 2018. 40–120 p.
 25. Eichholz GG. Occupational Radiation Protection. *Health Phys.* 2004;87(6):673–4.
 26. DRE. Decreto lei 102/2009 Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. 2009.
 27. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Regulamento (UE) 2016/425 [Internet]. Vol. 93, *Jornal Oficial da União Europeia.* 2016. Available from: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/DirectivasEuropeias/Documents/Regulamento UE 2016 425 do Parlamento Europeu que revoga a Diretiva 89 686 CEE.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/DirectivasEuropeias/Documents/Regulamento UE 2016 425 do Parlamento Europeu que revoga a Diretiva 89 686 CEE.pdf)
 28. PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS. Decreto-Lei n.º 118/2019. *Diário da República - I Série-B.* 2021.
 29. Trabalho Solidariedade e Segurança Social. Portaria n.º 208/2021 de 15 de outubro [Internet]. 2021. Available from: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/208-2021-172878297>

30. Michel R, Zorn MJ. Implementation of an X-ray radiation protective equipment inspection program. *Health Phys.* 2002;82(2 SUPPL.):51–3.
31. Roshan S, Livingstone AV. A simple quality control tool for assessing integrity of lead equivalent aprons. *Indian J Radiol Imaging.* 2018;258–62.
32. Christodoulou EG, Goodsitt MM, Larson SC, Darner KL, Satti J, Chan HP. Evaluation of the transmitted exposure through lead equivalent aprons used in a radiology department, including the contribution from backscatter. *Med Phys.* 2003;30(6):1033–8.
33. Park S, Kim M, Kim JH. Radiation safety for pain physicians: principles and recommendations. *Korean J Pain.* 2022;35(2):129–39.
34. Choi TW, Chung JW, Kwon Y. Modified design of x-ray protective clothing to enhance radiation protection for interventional radiologists. *Med Phys.* 2023;50(6):3825–32.
35. Papadopoulos N, Papaefstathiou C, Kaplanis PA, Menikou G, Kokona G, Kaolis D, et al. Comparison of lead-free and conventional x-ray aprons for diagnostic radiology. *IFMBE Proc.* 2009;25(3):544–6.
36. Goldstein JA, Balter S, Cowley M, Hodgson J, Klein LW. Occupational hazards of interventional cardiologists: Prevalence of orthopedic health problems in contemporary practice. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;63(4):407–11.
37. Orme NM, Rihal CS, Gulati R, Holmes DR, Lennon RJ, Lewis BR, et al. Occupational health hazards of working in the interventional laboratory: A multisite case control study of physicians and allied staff. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65(8):820–6.
38. Livingstone R, Varghese A, Keshava S. A study on the use of radiation-protective apron among interventionists in radiology. *J Clin Imaging Sci.* 2018;8(1).
39. Eder H, Schlattl H. New protection concept: optimized X-ray aprons could be 50 % lighter. *Radiologe.* 2021;61(4):386–8.
40. Eder H, Schlattl H. Shielding effectiveness of X-ray protective garment. *Phys Medica* [Internet]. 2021;82(March):343–50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2021.01.081>
41. Bartal G, Sailer AM, Vano E. Should We Keep the Lead in the Aprons? *Tech Vasc Interv Radiol* [Internet]. 2018;21(1):2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.tvir.2017.12.002>
42. Eder H, Schlattl H. Use of effective dose to assess x-ray protective clothing. *J Radiol Prot.* 2021;41(4):R140–51.
43. Ministério da Saúde. Despacho nº 258/2003. *Diário da República.* 2003.
44. Hfar. Organograma HFAR – Polo de Lisboa [Internet]. [cited 2024 Apr 21]. Available from: <https://www.hfar.pt/ohospital/>

45. Kellens PJ, De Hauwere A, Gossye T, Peire S, Tournicourt I, Strubbe L, et al. Integrity of personal radiation protective equipment (PRPE): a 4-year longitudinal follow-up study. *Insights Imaging* [Internet]. 2022;13(1):4–11. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-022-01323-3>
46. Bawazeer O. Quality assurance of personal radiation shield for kilovoltage photon: A multicentre experience. *Risk Manag Healthc Policy*. 2021;14:1263–70.
47. Matsuda M, Suzuki T. Evaluation of lead aprons and their maintenance and management at our hospital. *J Anesth*. 2016;30(3):518–21.
48. Oyar O, Kislalioglu A. How protective are the lead aprons we use against ionizing radiation. *Diagnostic Interv Radiol* [Internet]. 2011;18(2):147–52. Available from: http://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_57081/Diagn_Interv_Radiol-18-147-En.pdf
49. Glaze S, LeBlanc AD, Bushong SC. Defects in new protective aprons. *Radiology*. 1984;152(1):217–8.
50. Lambert K, McKeon T. Inspection of lead aprons: Criteria for rejection. *Health Phys*. 2001;80(5 SUPPL.):67–9.
51. Stam W, Pillay M. Inspection of lead aprons: a practical rejection model. *Health Phys*. 2008;95 Suppl 2.
52. Lima JJP. *Física dos Métodos de Imagem com Raios X*. ASA E, editor. 1995.
53. König AM, Verbe Zoum J, Fiebich M, Abissi PW, Mahnken AH. Comparison of the radiation protection effect of different radiation protection aprons made of different materials. *Eur J Radiol*. 2023;164(April):2–6.
54. Shousha HA, Rabie N, Hassan GM. Experimental investigation of commercially available lead composite aprons used for diagnostic X-rays. *Radiat Eff Defects Solids*. 2011;166(12):935–41.
55. Santos WS, Neves LP, Perini AP, Belinato W, Caldas LVE, Carvalho AB, et al. Exposures in interventional radiology using Monte Carlo simulation coupled with virtual anthropomorphic phantoms. *Phys Medica* [Internet]. 2015;31(8):929–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.06.011>
56. Hijikata Y, Kotani Y, Suzuki A, Morota K, Funao H, Miyagi M, et al. Protective Attitudes toward Occupational Radiation Exposure among Spine Surgeons in Japan: An Epidemiological Description from the Survey by the Society for Minimally Invasive Spinal Treatment. *Med*. 2023;59(3):1–8.
57. MAVIG. Manual de instruções. 2021; Available from: https://mavig.com/wp-content/uploads/2021/08/1240990_User-Manual_PPE_RA_pt

8. ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO I

Autorização do hospital para recolha de dados



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL
ESTADO-MAIOR-GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS
HOSPITAL DAS FORÇAS ARMADAS – POLO DE LISBOA
COMISSÃO DE ÉTICA PARA A SAÚDE



Assunto: Parecer **12/2023** da Comissão de Ética para a Saúde do HFAR – PL

- 1) Foi submetido o pedido de parecer, sobre a proposta de trabalho "**Implementação de um protocolo de qualidade dos equipamentos de protecção radiológica utilizados em diferentes valências numa instituição hospitalar**", tendo como investigador principal a Técnica Superior de Diagnóstico e Terapêutica Isabel Margarida Ribeiro Cardoso estando o estudo inserido no Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde, da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, tendo como orientador o Professor Doutor Luis Freire;
- 2) O estudo supramencionado trata-se de um estudo com interesse científico e com protocolo adequado, não havendo envolvimento de doentes, dados ou amostras dos mesmos. Após a apreciação da proposta apresentada, os membros desta Comissão declaram concordar e dar parecer favorável à sua realização.

Lisboa, 24 de Julho de 2023

O Vice-Presidente do Conselho de Ética para Saúde do HFAR – PL

Luís Manuel Santo Ribeiro Mendonça

TCor Farmacêutico

ANEXO II

Relatório de dosimetria

RELATÓRIO MENSAL DE DOSIMETRIA PESSOAL MAIO 2024

Entidade: 18620 IPL - ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAUDE DE LISBOA

Serviço: 33286 ESTESL - PROVAS (ESTUDO)
AV. D. JOAO II, LOTE 4.69.01 1990-- 096 - LISBOA PORTUGAL

INF_2405_33286_1



Pág. 1 de 2

NOMENCLATURA RELATÓRIO

DOSES EQUIVALENTES

HSM Hp(0.07) dose equivalente pessoal a 0.07 mm de profundidade
HPM Hp(10) dose equivalente pessoal a 10,00 mm de profundidade
HSA - HPA acumulados de Hp(0.07) e Hp(10) no ano em curso

DOSE EFETIVA Para os limites de dose efetiva consideram-se consideram-se os valores de HPM - HPA, salvo cálculo da dose comprometida por radiação interna

ENDEREÇO DE ENVIO

ESTESL - PROVAS (ESTUDO)
AV. D. JOAO II, LOTE 4.69.01
1990-- 096 - LISBOA
PORTUGAL



CÓDIGOS	DATA	Cálculo mSv		VAL	USUÁRIO	DOSES EQUIVALENTES ATRIBUÍDAS USUÁRIO mSv			
		HSM	HPM			HSA	HPA		
controlo dosímetro	Leitura Receção	HSA	HPA		registo das notas do usuário motivo do registo, extensão do período, ...	HSM	HPM	HSA	HPA
193342.01 161655-2405	17/06/2024 06/06/2024	1,02	0,83	DLA	CQ EPR 1	1,02	0,83	1,02	0,83
193352.01 169570-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,08	0,08	DLA	CQ EPR 10 MAS: Zero por ser inferior a 0,10 mSv/mês	0,00	0,00	0,00	0,00
193353.01 110362-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,98	4,01	SPA	CQ EPR 11	3,98	4,01	3,98	4,01
193354.01 175800-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,36	0,38	DLA	CQ EPR 12	0,36	0,38	0,36	0,38
193355.01 126236-2405	17/06/2024 06/06/2024	1,21	0,78	DLA	CQ EPR 13	1,21	0,78	1,21	0,78
193357.01 161368-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,00	0,00	DLA	CQ EPR 14	0,00	0,00	0,00	0,00
193358.01 170535-2405	17/06/2024 06/06/2024	3,51	3,50	SPA	CQ EPR 15	3,51	3,50	3,51	3,50
193359.01 158722-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,24	0,26	DLA	CQ EPR 16	0,24	0,26	0,24	0,26
193360.01 136833-2405	14/06/2024 06/06/2024	2,04	1,97	DLA	CQ EPR 17	2,04	1,97	2,04	1,97
193362.01 173876-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,07	0,07	DLA	CQ EPR 18 MAS: Zero por ser inferior a 0,10 mSv/mês	0,00	0,00	0,00	0,00
193363.01 126853-2405	17/06/2024 06/06/2024	3,45	3,41	SPA	CQ EPR 19	3,45	3,41	3,45	3,41
193344.01 181350-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,55	0,60	DLA	CQ EPR 2	0,55	0,60	0,55	0,60
193364.01 146468-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,24	0,26	DLA	CQ EPR 20	0,24	0,26	0,24	0,26
193365.01 136443-2405	14/06/2024 06/06/2024	1,83	1,74	DLA	CQ EPR 21	1,83	1,74	1,83	1,74
193366.01 213452-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,00	0,00	DLA	CQ EPR 22	0,00	0,00	0,00	0,00
193367.01 166684-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,10	0,10	DLA	CQ EPR 23	0,10	0,10	0,10	0,10
193368.01 154435-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,35	3,25	SPA	CQ EPR 24	3,35	3,25	3,35	3,25
193369.01 113647-2405	14/06/2024 06/06/2024	1,16	0,65	DLA	CQ EPR 25	1,16	0,65	1,16	0,65
193370.01 118236-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,71	3,71	SPA	CQ EPR 26	3,71	3,71	3,71	3,71
193371.01 137594-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,00	0,00	DLA	CQ EPR 27	0,00	0,00	0,00	0,00
193372.01 199389-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,31	0,34	DLA	CQ EPR 28	0,31	0,34	0,31	0,34
193373.01 133878-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,37	3,30	SPA	CQ EPR 29	3,37	3,30	3,37	3,30

- Método de ensaio: PRT 5.4.1 Determinação dose equivalente pessoal /www.dosimetria.com/laboratorio.
- MAS: Motivo de atribuição e/ou correção de dose quando a dose informada não é estritamente a calculada.
- Os resultados contidos no relatório correspondem aos dosímetros analisados e não são extrapoláveis.
- Dosimetria Especial: Identificação requerida pelo cliente para sua avaliação específica.
- Incerteza: 5% para 2 mSv. Valores específicos sob solicitação.
- Radiação Natural: subtraíu-se a dose equivalente informada.

18/06/2024



Julia Muñoz
Físico Responsável Validação

Cif: B-08714636 laboratorio@dosimetria.es
Lluill, 51-55 5ª T.934 869 955 F. 934 869 966
08005 Barcelona www.dosimetria.com

Validação Digital: 2405332861638543203233585955

RELATÓRIO MENSAL DE DOSIMETRIA PESSOAL MAIO 2024

Entidade: 18620 IPL - ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAUDE DE LISBOA

Serviço: 33286 ESTESL - PROVAS (ESTUDO)
 AV. D. JOAO II, LOTE 4.69.01 1990-096 - LISBOA PORTUGAL

INF_2405_33286_1  Pág. 2 de 2

CÓDIGOS controlo dosimetro	DATA Leitura Receção	Cálculo mSv			VAL	USUÁRIO registro das notas do usuário motivo do registo, extensão do período, ...	DOSES EQUIVALENTES ATRIBUÍDAS USUÁRIO mSv			
		HSM	HPM	HSA			HPA	HSM	HPM	HSA
193345.01 110403-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,69 3,69	3,59 3,59	SPA		CQ EPR 3	3,69	3,59	3,69	3,59
193374.01 157579-2405	17/06/2024 06/06/2024	1,10 1,10	0,87 0,87	DLA		CQ EPR 30	1,10	0,87	1,10	0,87
193375.01 159282-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,30 0,30	0,33 0,33	DLA		CQ EPR 31	0,30	0,33	0,30	0,33
193376.01 150393-2405	17/06/2024 06/06/2024	2,17 2,17	2,12 2,12	SPA		CQ EPR 32	2,17	2,12	2,17	2,12
193377.01 169847-2405	17/06/2024 06/06/2024	3,73 3,73	3,73 3,73	SPA		CQ EPR 33	3,73	3,73	3,73	3,73
193378.01 105118-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,22 0,22	0,23 0,23	DLA		CQ EPR 34	0,22	0,23	0,22	0,23
193379.01 114345-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,19 0,19	0,20 0,20	DLA		CQ EPR 35	0,19	0,20	0,19	0,20
193380.01 126710-2405	14/06/2024 06/06/2024	1,14 1,14	0,67 0,67	DLA		CQ EPR 36	1,14	0,67	1,14	0,67
193381.01 127998-2405	17/06/2024 06/06/2024	1,83 1,83	1,74 1,74	DLA		CQ EPR 37	1,83	1,74	1,83	1,74
193382.01 137507-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,03 0,03	0,03 0,03	DLA		CQ EPR 38 MAS: Zero por ser inferior a 0,10 mSv/mês	0,00	0,00	0,00	0,00
193383.01 101789-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,08 0,08	0,09 0,09	DLA		CQ EPR 39 MAS: Zero por ser inferior a 0,10 mSv/mês	0,00	0,00	0,00	0,00
193346.01 174140-2405	14/06/2024 06/06/2024	3,07 3,07	3,00 3,00	SPA		CQ EPR 4	3,07	3,00	3,07	3,00
193384.01 134874-2405	17/06/2024 06/06/2024	1,10 1,10	0,89 0,89	DLA		CQ EPR 40	1,10	0,89	1,10	0,89
193385.01 110812-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,00 0,00	0,00 0,00	DLA		CQ EPR 41	0,00	0,00	0,00	0,00
193386.01 102601-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,00 0,00	0,00 0,00	DLA		CQ EPR 42	0,00	0,00	0,00	0,00
193347.01 176818-2405	14/06/2024 06/06/2024	2,19 2,19	2,15 2,15	SPA		CQ EPR 5	2,19	2,15	2,19	2,15
193348.01 142689-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,46 0,46	0,51 0,51	DLA		CQ EPR 6	0,46	0,51	0,46	0,51
193349.01 116703-2405	14/06/2024 06/06/2024	0,00 0,00	0,00 0,00	DLA		CQ EPR 7	0,00	0,00	0,00	0,00
193350.01 193473-2405	17/06/2024 06/06/2024	2,19 2,19	2,10 2,10	SPA		CQ EPR 8	2,19	2,10	2,19	2,10
193351.01 132107-2405	17/06/2024 06/06/2024	0,04 0,04	0,05 0,05	DLA		CQ EPR 9 MAS: Zero por ser inferior a 0,10 mSv/mês	0,00	0,00	0,00	0,00

Fim Relatório

- Método de ensaio: PRT 5.4.1 Determinação dose equivalente pessoal /www.dosimetria.com/laboratorio.
- MAS: Motivo de atribuição e/ou correcção de dose quando a dose informada não é estritamente a calculada.
- Os resultados contidos no relatório correspondem aos dosímetros analisados e não são extrapoláveis.
- Dosimetria Especial: Identificação requerida pelo cliente para sua avaliação específica.
- Incerteza: 5% para 2 mSv. Valores específicos sob solicitação.
- Radiação Natural: subtraui-se a dose equivalente informada.

18/06/2024



Julia Mundiz
Físico Responsável Validação

Cif: B-08714636 laboratorio@dosimetria.es
 Llull, 51-55 5º 5ª T.934 869 955 F. 934 869 966
 08005 Barcelona www.dosimetria.com

Validação Digital: 2405332861638543203233585955

APENDICE I

INVENTÁRIO

Número De Identificação Único		Colocar (X)
Serviço	Imagiologia	
	Bloco Operatório	
	Estomatologia	
	Gastroenterologia	
Tipo	Saia	
	Colete	
	Avental Frontal	
	Avental Frontal/Dorsal	
	Colar Protetor De Tireoide	
	Protetor De Gónadas	
	Outro	
Tamanho	S	
	M	
	L	
	XI	
	Outro	
Data De Fabrico	____/____/____	
Fornecedor/Marca		
Equivalência De Chumbo	0.25mmpb	
	0.30mmpb	
	0.35mmpb	
	0.5mmpb	
	1mmpb	
Data De Aquisição/Compra	____/____/____	
Presença De Etiqueta	Sim	
	Não	
Observações		

INSPEÇÃO VISUAL (FOTO)

APENDICE II
GUIA ORIENTADOR DE BOAS PRÁTICAS



ESCOLA SUPERIOR DE
TECNOLOGIA DA SAÚDE
DE LISBOA



POLITÉCNICO
DE LISBOA

Instituto Politécnico de Lisboa
Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa

Contributo para a Implementação de um Protocolo de Controlo Da Qualidade dos Equipamentos de Proteção Radiológica, numa Instituição Hospitalar

Guia orientador de boas práticas

Discente: Isabel Margarida Ribeiro Cardoso, nº de aluno 2022160

Orientadores:

Doutora Maria Margarida Carmo Pinto Ribeiro, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Doutor Luís Freire, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa – Instituto Politécnico de Lisboa

Mestrado em Radiações Aplicadas às Tecnologias da Saúde

Ramo de especialização: Proteção Contra Radiações

Lisboa, 2024

Índice:

1.	Introdução.....	5
1.1.	Objetivo geral.....	5
2.	Equipamentos de Proteção Radiológica.....	6
2.1.	Recomendações Internacionais e Legislação Portuguesa.....	6
2.2.	Características - Materiais e equivalência de chumbo.....	7
3.	Manuseamento e armazenamento dos Equipamentos de Proteção Radiológica	10
4.	Limpeza e armazenamento.....	11
4.1.	Limpeza.....	11
4.2.	Desinfecção.....	12
5.	Protocolo.....	14
5.1.	Condições técnicas para a Inspeção Radiológica.....	16
6.	Critérios de Rejeição.....	18
7.	Etapas para a realização do Protocolo de Controlo da Qualidade dos EPR.....	20
8.	Recomendações.....	26
9.	Referências Bibliográficas:.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS:

B

Bi: Bismuto

D

DGS: Direção Geral da Saúde

DPR: Delegado de Proteção Radiológica

E

EPI: Equipamentos de Proteção Individual

EPR: Equipamentos de Proteção Radiológica

EU: União Europeia

F

f/s: Frame por segundo

FOV: Field of view

H

HFAR – PL: Hospital das Forças Armadas – Polo Lisboa

I

ICRP - Comissão Internacional de Proteção Radiológica do inglês *International Comition on Radiation Protection*

K

kV: quilovolt

P

Pb: Chumbo

S

Sn: Estanho

W

W: Tungsténio

Unidades de Medida

mm: milímetro

mmPb: milímetros de chumbo

9. INTRODUÇÃO

Na Medicina, desde a descoberta dos Raios X em 1895, a Radiação Ionizante é uma mais-valia com inúmeros benefícios no diagnóstico e na terapêutica (1). Com o avanço da Tecnologia, verifica-se que a dose de Radiação utilizada nos exames radiológicos tem sido otimizada ao longo das décadas, no entanto aumentou a quantidade de exames de diagnóstico prescritos bem como os procedimentos de intervenção com recurso a técnicas de fluoroscopia (2–4). Estes procedimentos de intervenção podem ser particularmente preocupantes do ponto de vista da Proteção Radiológica, pois podem causar exposições relativamente elevadas a trabalhadores e utentes, uma vez que para além da fonte primária de Raios X, o profissional e o utente condicionam fontes de Radiação secundária. (5)

Para reduzir a exposição à Radiação Ionizante em exames e procedimentos radiológicos, para além de diversas estratégias utilizadas como o controlo do tempo de exposição ou a distância à fonte, verifica-se a necessidade de utilização de Equipamentos de Proteção Radiológica (EPR) como aventais, protetores de tiróide, protetores de gónadas e óculos plumbíneos, tanto para proteção dos profissionais de saúde como dos utentes (3,5). Estes equipamentos para realizarem o seu propósito com a máxima eficácia, a de proteção contra os Raios X desde a sua aquisição, devem ser verificados periodicamente, de modo a garantir a sua eficácia tal como detetar danos no EPR. Uma vez que ainda não está instituída a prática de realizar periodicamente o controlo da qualidade dos EPR no Hospital das Forças Armadas – polo Lisboa (HFAR-PL), verifica-se a necessidade de desenvolver um protocolo sistemático de Controlo da Qualidade dos referidos equipamentos a partir do momento da sua aquisição e durante o seu período de utilização, de modo a manter o seu constante e bom desempenho.

9.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste Guia de Boas Práticas visa, com base na literatura existente e no mapeamento da atividade da instituição: Departamento de Imagiologia do Hospital das Forças Armadas – polo Lisboa, criar um protocolo de Controlo da Qualidade dos EPR existentes, de forma a estabelecer um protocolo de inspeção dos mesmos definindo os parâmetros de conformidade para esta instituição. Porém pode ser aplicado

como base de trabalho noutras instituições, admitindo departamentos de Imagiologia com idênticas tipologias e funcionamento.

10. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

10.1. RECOMENDAÇÕES INTERNACIONAIS E LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

De modo a assegurar a proteção da saúde e bem-estar de trabalhadores que estejam expostos à Radiação Ionizante é importante a sensibilização e formação na prevenção do risco. Com esta finalidade, existem regras/boas práticas, de manuseamento, de Proteção Radiológica dos EPR, tanto europeias como transcritas para a legislação portuguesa. Também a Direção Geral de Saúde redigiu o Guia Técnico nº1 – Vigilância da Saúde dos Trabalhadores expostos a Radiação Ionizante, compilando assim informação, referências legislativas nacionais e internacionais. (6)

Na legislação portuguesa, que estabelece o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho, no artigo 79º do Dec. Lei nº 102/2009, refere como atividades ou trabalhos de risco elevado que impliquem a exposição a Radiações ionizantes, podendo causar “efeitos genéticos hereditários, efeitos prejudiciais não hereditários nos progenitores ou atentar contra as funções e capacidades reprodutoras masculinas ou femininas” (7). Determina ainda que “cabe à entidade empregadora e consequentemente, ao Serviço de Saúde e Segurança no Trabalho/Saúde Ocupacional, assegurar a proteção eficaz dos trabalhadores expostos a fatores de risco profissional, como a Radiação Ionizante de modo a reduzir ao nível mais baixo possível a exposição profissional para garantir a saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores expostos”. O artigo 17º, refere que cabe ao trabalhador “utilizar corretamente e de acordo com as instruções transmitidas pelo empregador, máquinas, aparelhos, instrumentos e outros equipamentos nomeadamente os equipamentos de proteção coletiva e individual bem como os dosímetros, de modo a cumprir os procedimentos de trabalho estabelecido”. (6,7)

Os trabalhadores expostos às Radiações Ionizantes devem estar devidamente protegidos usando assim EPR disponibilizados pelo Serviço/Entidade patronal - “equipamentos concebidos e fabricados para serem usados ou manejados por uma pessoa para sua proteção contra um ou mais riscos para sua saúde ou segurança” sempre que o cenário profissional o imponha. (8)

Os requisitos gerais aplicados a todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (essenciais de saúde e segurança) como: Princípio de concepção (Ergonomia, níveis e classes de proteção); Fatores de conforto e eficácia (Adaptação dos EPI à morfologia do utilizador; Leveza e solidez; Compatibilidade dos diferentes tipos de EPI destinados a ser usados simultaneamente pelo utilizador); Instruções e informações do fabricante (Além do nome e endereço do fabricante, devem referir dados relativos ao armazenamento, utilização, limpeza, manutenção, revisão e desinfecção). (8)

Para os EPR, refere que os materiais que os constituem devem ser escolhidos ou concebidos para que o nível de proteção dado ao seu utilizador seja tão elevado quanto o exijam as condições de utilização, sem que impedimentos como movimentação, gestos ou a própria postura durante a atividade, tenham como consequência o aumento do tempo de exposição. Devem discriminar o fator de proteção, tendo uma marca que indique a natureza e a espessura equivalente dos materiais que o constituem. Terão de ser acompanhados por uma cópia da declaração da União Europeia de conformidade, podendo esta ser consultada pelas autoridades de fiscalização. (5,8)

10.2. CARACTERÍSTICAS - MATERIAIS E EQUIVALÊNCIA DE CHUMBO

Os Equipamentos de Proteção Radiológica como aventais, protetores de tiróide e luvas podem ser constituídos por diversos materiais como o chumbo (Pb), ligas compostas por misturas de chumbo com outros materiais pesados que atenuem a radiação, ou por outros materiais (sem chumbo) como o estanho (Sn), tungsténio (W) ou bismuto (Bi). Para transformar o chumbo puro em material vestível de proteção, uma vez que na sua forma pura é quebradiço, são impregnadas folhas de vinil com chumbo, camadas de borracha, camadas ou bicamadas até atingir a espessura desejada e equivalência de chumbo pretendida. A blindagem é representada em equivalente a 0.25, 0.35, 0.5 milímetros de chumbo (mmPb), com componente externa em nylon. Alguns

designs têm uma sobreposição frontal de modo a fornecer proteção com equivalência de 0.5mm e com equivalência de chumbo de 0.25mm noutras zonas (9,10).

A transmissão de Raios X através do chumbo de 0,5mm é de 0,5% a 5% (3), aventais de chumbo de 0,5mm demonstraram proteger aproximadamente 99% da potencial dose de radiação, sendo a espessura mais indicada para a proteção individual (1). Assim sendo, os EPR devem ter no mínimo equivalente de chumbo de 0,25mm para Raios X até 100kV e no mínimo 0,35mm de equivalente de chumbo para Raios X acima de 100kV. (3,5,11,12)

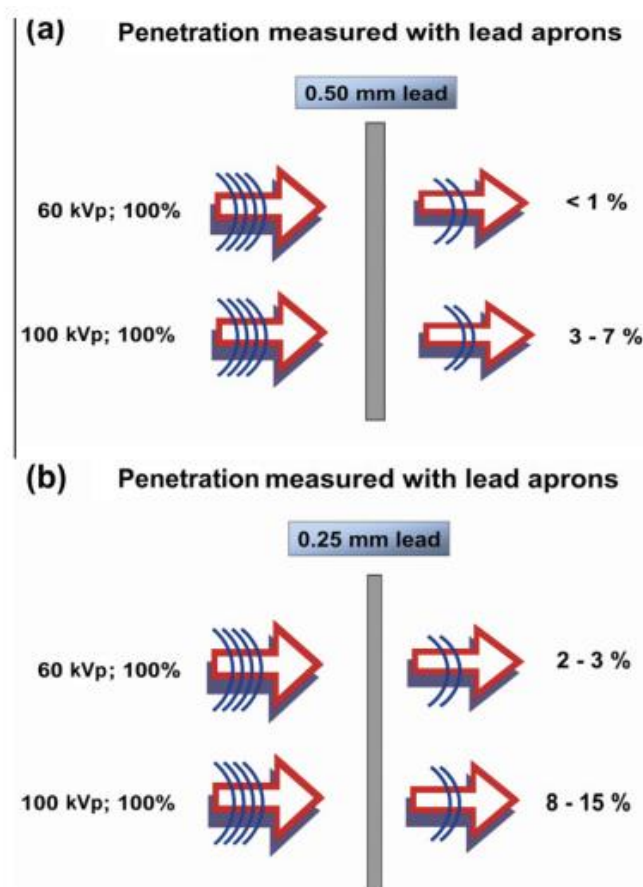


Figura 2.32: Esquema de percentagem de penetração de Raios X com diferentes kVp através de 0.55mm e 0.25mm de chumbo, Adaptado de ICRP 117 (2010) (5).

Como mostra a Figura 2.1, para procedimentos realizados em utentes magros e/ou pediátricos, um avental com equivalência de chumbo de 0.25mmPb seria suficiente, no entanto para utentes maiores ou que se preveja maior tempo de exposição será mais adequado uma maior equivalência de chumbo. (5)

Os EPR compostos por estanho ou bismuto podem ser mais leves, em relação ao chumbo. Podem ser uma escolha eficaz para a atenuação de Raios X de 70-80kV, no entanto são menos eficazes para tensões de tudo acima de 100kV. (10,12)

A equivalência e a atenuação do chumbo pelos EPR devem ser suficientes para que as doses dos profissionais cumpram os limites regulamentados de dose e otimizem a proteção. (10)

A compreensão da rotulagem da equivalência de chumbo é muito importante nestes equipamentos pois, em aventais com sobreposição de abas, quando é citado 0.35mmPb, poderá ser 0.35mmPb apenas quando as duas abas estão sobrepostas e não em toda a parte do vestuário, supondo erradamente 0.7mmPb em sobreposição das abas. (10)

O correto ajuste dos EPR é muito importante para a redução de dose. Quando não estão ajustados ao tamanho dos profissionais, por serem grandes e pesados e colocando a zona axilar desprotegida, podem representar um problema para os profissionais que precisem de os usar durante longos períodos. (10,13)

Existem no mercado diversos designs de EPR para proteção de corpo: avental frontal, avental envolvente e saia/colete. No caso de intervenções, em que o profissional de saúde possa não estar em posição frontal em relação à fonte de Radiação é aconselhável o uso de um avental com proteção frontal e dorsal pois a exposição é menor que usando um frontal. (13)

O avental frontal proporciona proteção principalmente na zona anterior e parcialmente nas zonas laterais. No entanto o avental com proteção frontal e dorsal, englobando também o saia/colete, proporciona proteção em todas as direções, sendo que a zona frontal é sobreposta (14).

De modo a reduzir os riscos ergonômicos, os EPR compostos por duas peças, saia e colete, são mais benéficos para uniformizar o peso e minimizar as lesões ortopédicas e posturais. (10,13,15)

A tiróide é uma glândula radiossensível, por isso, é extremamente importante o uso de protetor uma vez que o avental não protege. Quando usados corretamente, os colares protetores de tiróide, podem reduzir a dose efetiva 2.5 vezes e a exposição total em quase 50%. É recomendada a espessura de equivalente de chumbo de 0.5mm. (13)

11. MANUSEAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

O correto manuseamento e armazenamento dos EPR é muito importante para manter a integridade e respetiva proteção. Devem ser evitadas quedas e dobras frequentes (1,9).



Figura 3.33: Representação do correto e errado armazenamento dos EPR.

Para o correto armazenamento é necessário, Figura 3.2:

- Sejam mantidos direitos, pendurados em cabides em ambos os ombros ou mantidos planos em prateleiras de modo a evitar dobras;
- Não sejam aproximados de fontes de calor;
- Não sejam perfurados com materiais pontiagudos;
- Não sejam colocados no chão ou enrugados. (9)

12. LIMPEZA E ARMAZENAMENTO

Em relação ao plano de limpeza e desinfeção periódicos, devem ser realizados mensalmente ou pelo menos a cada 3 meses conforme a sua utilização, de forma a manter os EPR íntegros e limpos.








Devem ser limpos (resíduos como sangue e fluidos) com pano húmido, água e sabão neutro e pendurados para secar ao ar. Não devem ser lavados em máquinas nem com produtos químicos. Quando se trata da necessidade de desinfeção as instruções do fabricante devem ser seguidas.

12.1. LIMPEZA

A tabela seguinte, tabela 4.1, esquematiza para a limpeza, a periodicidade, procedimentos e produtos a utilizar e refere a legenda de símbolos frequentemente visíveis nas etiquetas dos EPR.

Tabela 4.16: Esquema representativo da limpeza de EPR, Adaptado de Mavig (2021) (16)

Periodicidade	- Mensal;	
	Exceto:	
	<ul style="list-style-type: none">• Sempre que se encontrem sujos;• Após contacto com matéria orgânica.	
Procedimentos e produtos	Limpeza com pano limpo, água cerca de 20ºgraus e sabão neutro.	Não usar: <ul style="list-style-type: none">• Agentes agressivos, abrasivos ou corrosivos (como diluente, acetona e agentes de limpeza).

	Em caso de contaminação como matéria orgânica (sangue), usar água fria.	
Símbolos de etiqueta		Não usar alvejante.
		Não passar a ferro.
		Não fazer limpeza a seco.
		Não secar em tambor.
		Não realizar limpeza húmida.
		Não esterilizar.
		Não lavar.

12.2. DESINFEÇÃO

A tabela seguinte, tabela 4.2, esquematiza para a desinfeção dos EPR, a periodicidade, procedimentos e produtos de se devem ou não utilizar.

Tabela 4.17: Esquema representativo da desinfeção de EPR, Adaptado de Mavig (2021) (16)

Periodicidade	- Mensal;
	Exceto:
	<ul style="list-style-type: none"> • Sempre que se encontrem sujos;

-
- **Após contacto com matéria orgânica.**
-

Procedimentos e produtos	Desinfeção com uso de toalhas desinfetantes, ou com a mínima quantidade de álcool (<5%). Evitar aplicar muita pressão de modo a conservar as propriedades da película externa.	Não usar: <ul style="list-style-type: none">• Desinfetantes à base de álcool, álcool puro (como etanol e isopropanol), desinfetantes oxidantes que contenham cloro ativo ou sal.
---------------------------------	---	--

Para a boa usabilidade, armazenamento, limpeza e manutenção verifica-se a necessidade de realizar ação educativa dos pontos anteriormente mencionados, bem como a realização de poster ou panfleto com informação acessível a todos os utilizadores.

13. PROTOCOLO

Segundo o manual de boas práticas em Radiologia, pelo Despacho nº258/2003, do Ministério da Saúde, “recomenda-se que as unidades de Radiologia evoluam para a promoção de programas de Controlo da Qualidade” (17). Também a Direção Geral da Saúde (DGS) refere que deve ser feita uma avaliação ocupacional tendo em conta a exposição potencial (aquela cuja ocorrência não pode ser prevista com certeza, mas pode resultar de um acidente) de forma a dimensionar uma instalação radiológica e as associadas medidas de proteção. Esta avaliação implica:

- Identificar cenários de acidente ou outras situações possíveis e estimar as resultantes doses efetivas;
- Avaliar a eficácia das medidas de proteção (equipamentos de proteção coletiva, equipamentos de proteção individual, blindagens e procedimentos). (6)

Para que estes equipamentos, no dia-a-dia, sejam eficazes no que diz respeito à Proteção Radiológica é necessário que seja testada a sua integridade, de modo a não haver exposição a radiação indevida. (9)

Para se poder implementar um programa de inspeção aos EPR, segundo recomendações de agências Internacionais como a Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP), são necessários verificar requisitos importantes e fundamentais como (9):

- Determinar o responsável pelo inventário e inspeção dos EPR;
- Desenvolver procedimentos para conduzir o inventário e inspeção;
- Determinar a frequência da inspeção;
- Determinar critérios de rejeição.

Pode ainda ser necessário determinar requisitos adicionais para ajustar ao funcionamento específico de cada departamento de Imagiologia como por exemplo: hospitais pediátricos; institutos de investigação; predominância de procedimentos de intervenção, forense, dentários ou veterinários, etc. Assim sendo, primeiramente deve-se realizar um Inventário/Registo de todos os EPR, caracterizando todos os itens abaixo

mencionados. Depois de inventariados, deverá ser realizada a **inspeção visual, tátil e radiológica**, analisando todos os referidos parâmetros mencionados na tabela 5.3.

Tabela 5.18: Registo de inventário e inspeção no HFAR-PL.

Inventário/Registo	Cada equipamento é rotulado com um número de identificação único e registado segundo a unidade onde se encontram, o seu tamanho, tipo (para avental se é de corpo inteiro ou saia e colete), marca, data de fabricação, equivalência de Chumbo, data de aquisição, data de teste, resultado do teste, nome dos profissionais que façam a verificação; (18,19)
Inspeção: Contempla três vertentes, a Inspeção Visual, Inspeção Tátil e Inspeção Radiológica.	
Inspeção Visual (componente externa):	Visa a verificação da componente externa como estado geral: bom estado, ligeiramente desgastado, extremamente desgastado; integridade/desgaste da película, das fivelas, fechos, velcros, íman, tecido externo e bainhas; verificação de limpeza externa (19)
Inspeção Tátil (componente externa):	Verificação tátil de danos na estrutura; (20)
Inspeção Radiológica (componente interna):	Pode ser realizada com apoio de equipamento de Radiologia Convencional a partir de radiografia ou fluoroscopia, ou Tomografia Computorizada; Visa avaliar falhas como rasgos, dobras ou furos na componente interna.
Periodicidade	Devido ao fluxo de manuseamento dos EPR: - Anual para os Serviço de Gastroenterologia e Bloco Operatório - em caso de verificação de danos , controlar a dimensão do dano 6/6 meses . - 18 meses/2anos para os Serviço de Imagiologia e Serviço de Estomatologia - em caso de verificação de danos , controlar a dimensão do dano 6/6 meses .

No Apêndice I e II, encontram-se os formulários usados para categorizar e realizar as diversas inspeções dos EPR, respetivamente.

13.1. CONDIÇÕES TÉCNICAS PARA A INSPEÇÃO RADIOLÓGICA

Como Protocolo Radiológico a aquisição de imagens radiológicas dos EPR é feita com apoio de equipamento de Radiologia Convencional com fluoroscopia, equipamento disponível no Serviço de Imagiologia do HFAR – Polo Lisboa, Siemens Luminos, usando o protocolo referido na tabela 5.4.

A primeira vez que se procede à Inspeção Radiológica, além de se verificar por fluoroscopia, são realizadas imagens radiográficas para arquivo, para posteriormente comparar, em caso de dano.

O protocolo de Inspeção é efetuado com a maior proximidade possível dos procedimentos de manutenção periódica dos equipamentos emissores de radiação.

Tabela 5.19: Protocolo - condições técnicas.

Protocolo Controlo de Qualidade EPR	Fluoroscopia - condições técnicas: 7,5f/s, 60kV, 9,7mA, 4,2ms. Imagens radiográficas: 81kV, dose 2.50, foco largo, colimação de field of view (FOV) 41,5cmx41,5cm, distância foco-filme 1,15cm.
--	--

Para radiografar os aventais de chumbo, como o campo de irradiação máximo (41.5cmx41.5cm) não abrange todo o avental é necessário seccionar o avental por quadrantes de modo a obter zona central e periferia/lateral, de modo a verificar a existência de danos nas zonas críticas como a zona da tiróide e das gónadas. (4)

Assim a análise dos quadrantes, inicia no quadrante superior direito e avança segundo o ponteiro do relógio como mostra a Figura 5.3. No total são realizadas imagens de modo a percorrer toda a área.



Figura 5.34: Orientação do varrimento fluoroscópico e aquisição radiográfica por quadrantes.

14. CRITÉRIOS DE REJEIÇÃO

Caso se verifiquem danos na estrutura interna dos EPR, estes podem aumentar a possibilidade de exposição à radiação pelos utilizadores.

Para o Hospital das Forças Armadas – Polo Lisboa, consideram-se os critérios de rejeição segundo *Stam et al.* (2008) (21) e *Lambert e McKeon* (2001) (22) :

Após a aquisição de imagens dos EPR, são utilizadas, como meio de auxílio, as ferramentas de medição (área e comprimento) do pós-processamento do equipamento devido à sua calibração fiabilidade na medição. É então realizado o cálculo da área e comprimento máximo de dano tendo em conta o tipo de avental, equivalente de chumbo (0,25, 0,35, 0,5mmPb) e a localização. A figura 6.4. refere o comprimento máximo de dano acima dos quais se aplicam os critérios de rejeição de *Stam et al.* (21)

Type of apron	Definition area	Lead equivalence (mmPb)		
		0.25	0.35	0.50
Rejection criterion		AC = 0.22 mSv		
		Max. length of defect (cm)		
Double AP	Whole body	13.5	17.5	27.0
	Gonads	4.4	5.6	8.7
Single	Whole body	5.9	5.6	5.4
	Gonads	1.9	1.8	1.7
	Thyroid	1.9	1.8	1.8
Double	PA (10%)			17.0
	LAT (30%)			9.8
	LAT (75%)			6.2

Figura 6.35: Comprimento máximo do dano (cm) para 100mSv. Adaptado *Stam et al.* (21)

Caso o primeiro método suscite dúvida de rejeição, deve-se usar o método de Lambert e McKeon, que refere:

Nos aventais de chumbo quando o defeito se encontra ao longo da costura, em áreas de sobreposição do avental ou na região posterior, a soma das áreas com defeito é superior a **670mm²** (equivalente a um orifício circular de 29 mm de diâmetro). No entanto, os autores referem que, se a área onde se encontra o defeito for sobre a região

das gónadas e/ou tiróide é rejeitado quando a soma das áreas com defeito for superior a **15mm²** (equivalente a um orifício circular de 4,3mm de diâmetro). (22)

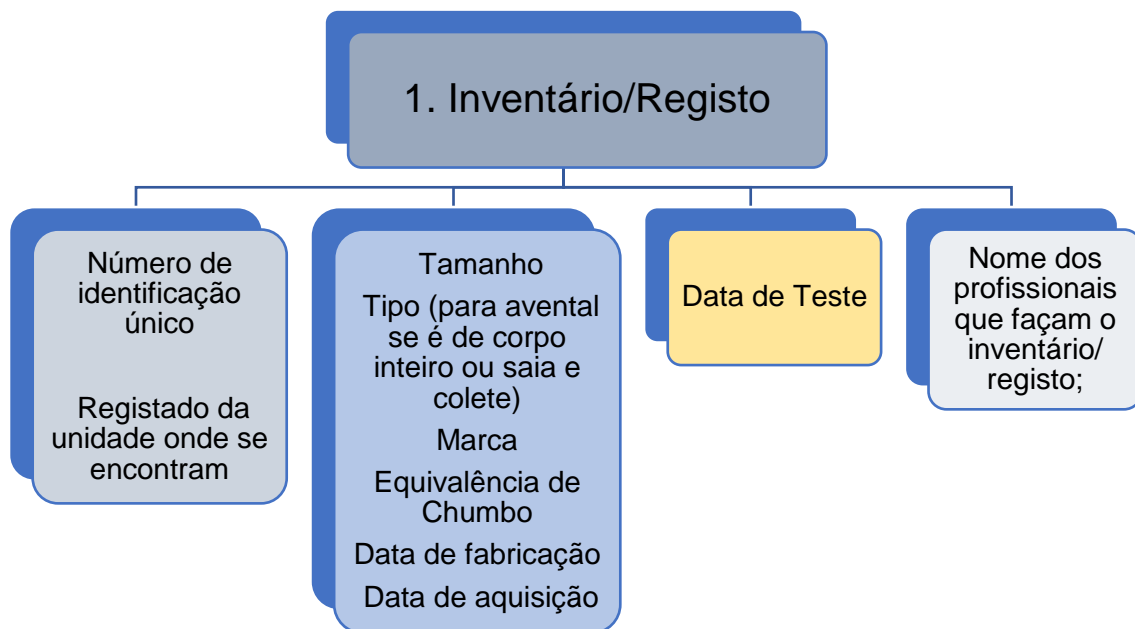
Nos colares protetores de tiróide, o critério de rejeição ocorre quando a soma das áreas com defeito é superior a **11mm²** (equivalente a orifício circular de 3,8mm de diâmetro). (22)

Os EPR com dano devem ser retirados de uso diário e se possível reparados. No entanto após a reparação devem ser novamente analisados e nestes casos a testagem passa a ser semestral. (9)

15. ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DO PROTOCOLO DE CONTROLO DA QUALIDADE DOS EPR

Segue-se em esquema, as etapas para a realização do protocolo de Controlo da Qualidade dos EPR:

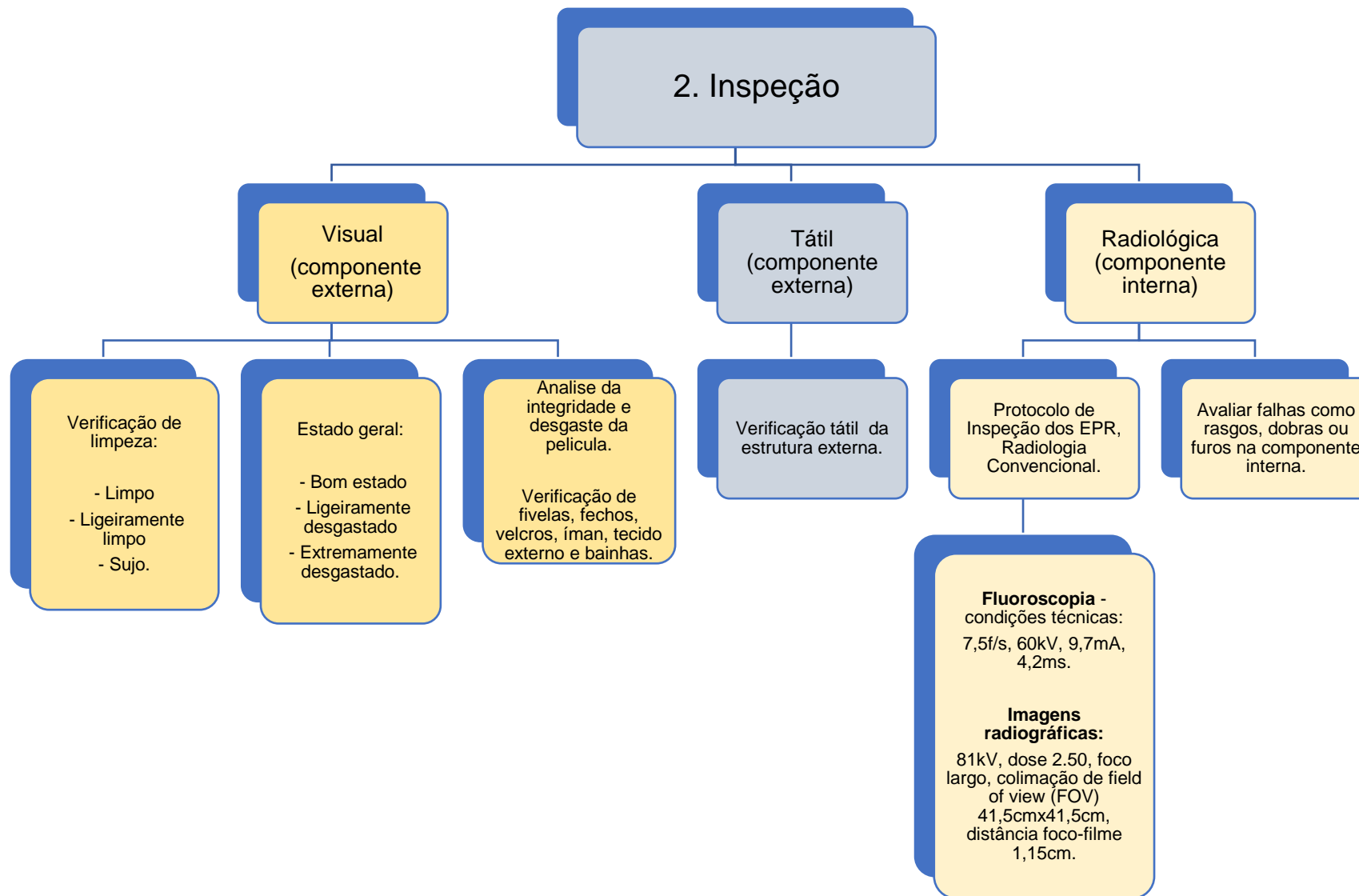
1ªEtapa: Pesquisa e levantamento em todos os Serviços, dos EPR existentes na Instituição Hospitalar, de forma a proceder ao seu Inventário/Registo:



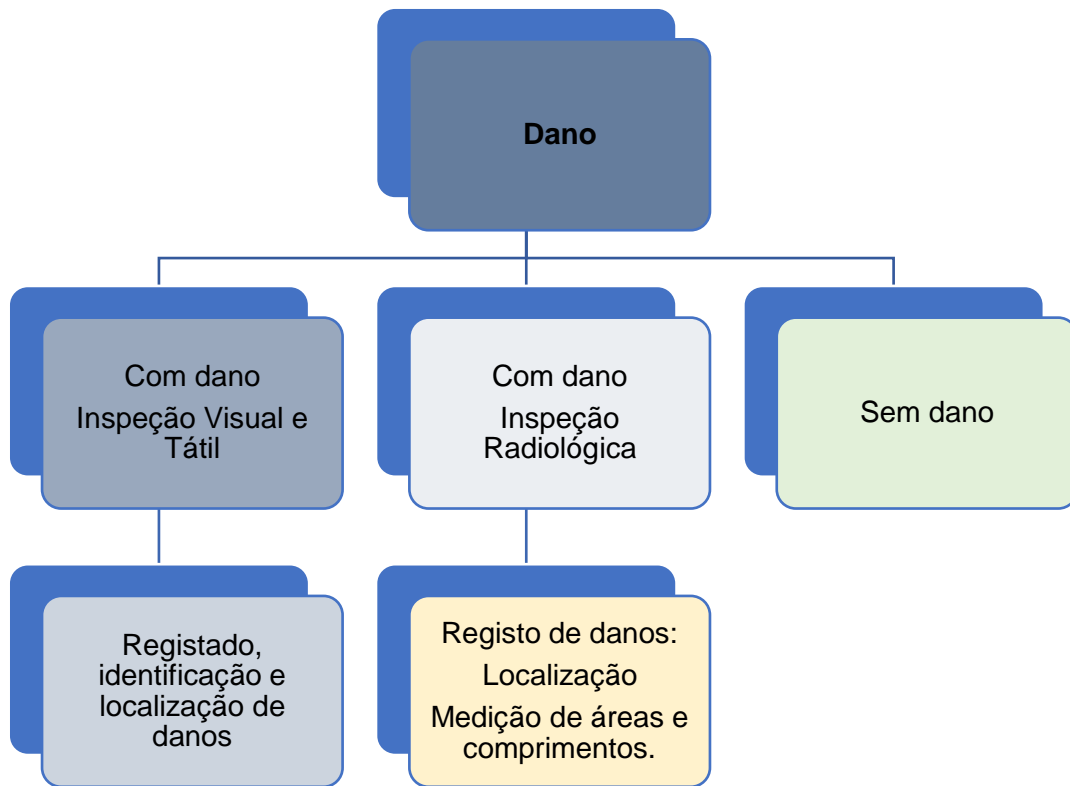
Nota:

- ✓ Para registo/inventário dos EPR, é muito importante a presença de etiqueta com características técnicas, pelo que não deve ser retirada.
- ✓ Sempre que haja aquisições de EPR, deve-se fotografar a etiqueta, bem como o equipamento e anexar ao inventário individual.

2ªEtapa: Depois de realizado o Inventário/Registo, procede-se à realização das três inspeções dos EPR para estudo da integridade da componente externa e interna.

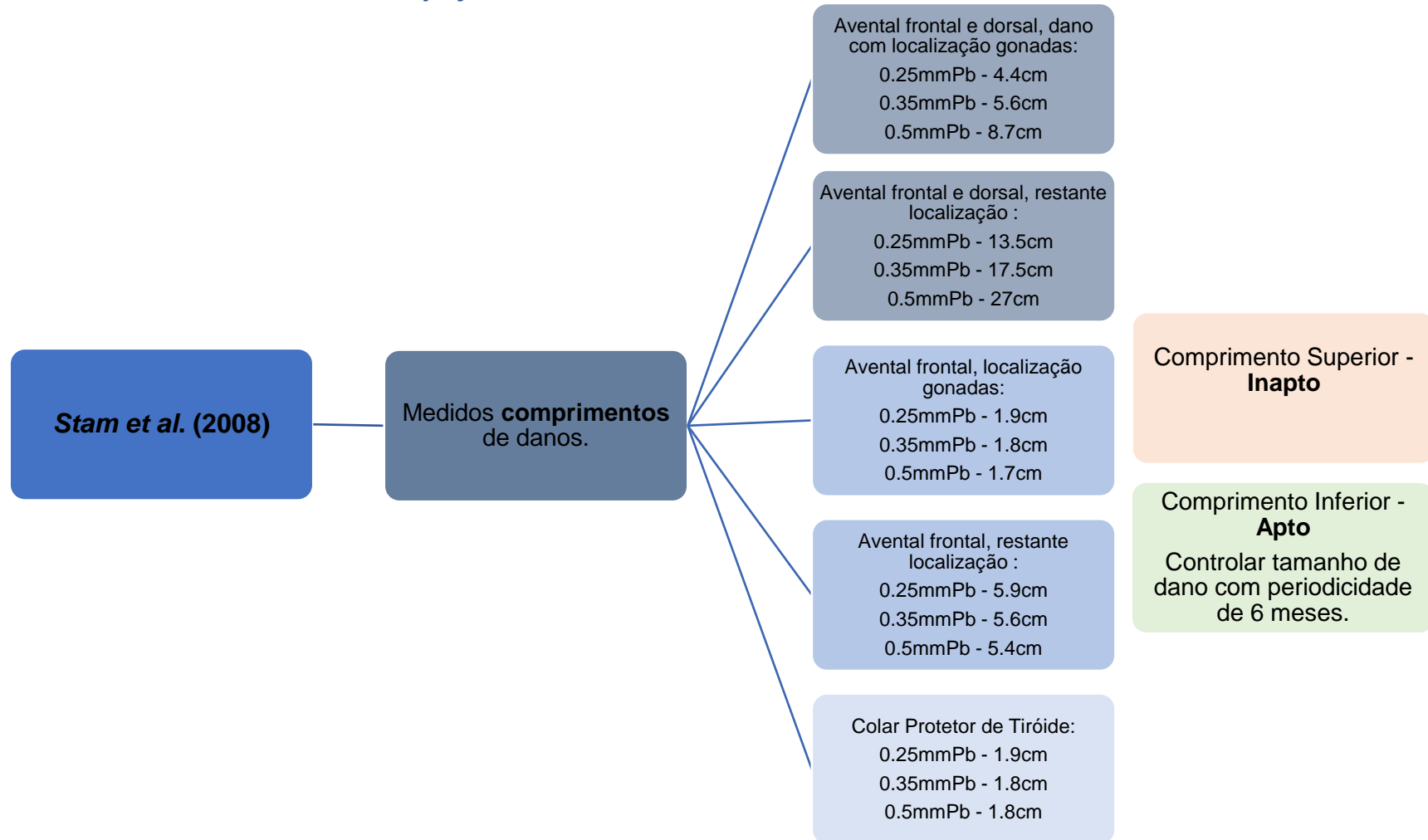


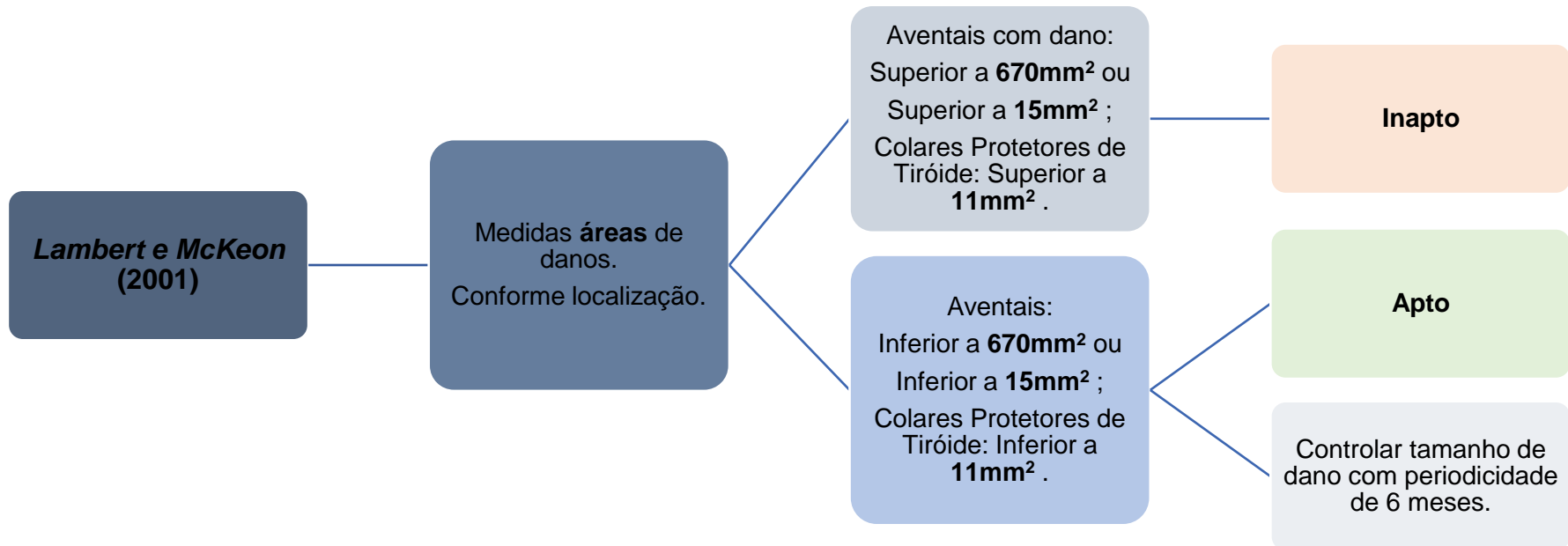
Após realização das inspeções, os danos devem ser registados de forma a comparar as suas dimensões nas futuras inspeções. Assim:



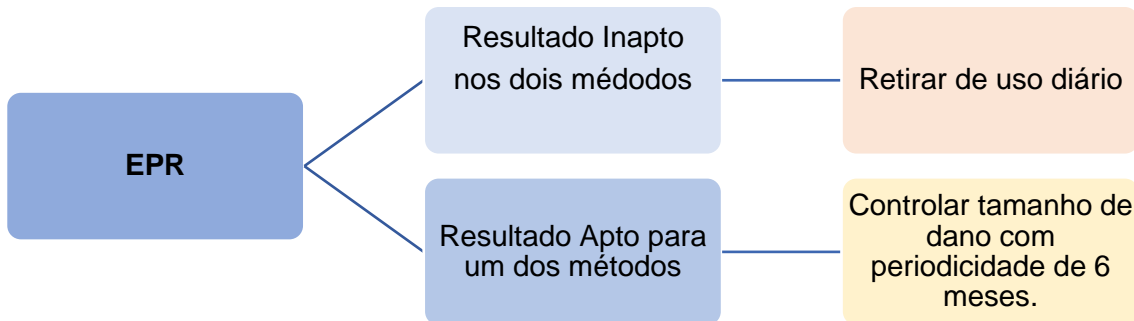
3ªEtapa: Depois de verificados e medidos, áreas e comprimentos dos danos da componente interna dos EPR, são aplicados os critérios de rejeição segundo Stam et al. (2008) e Lambert e McKeon (2001):

3. Critérios de Rejeição

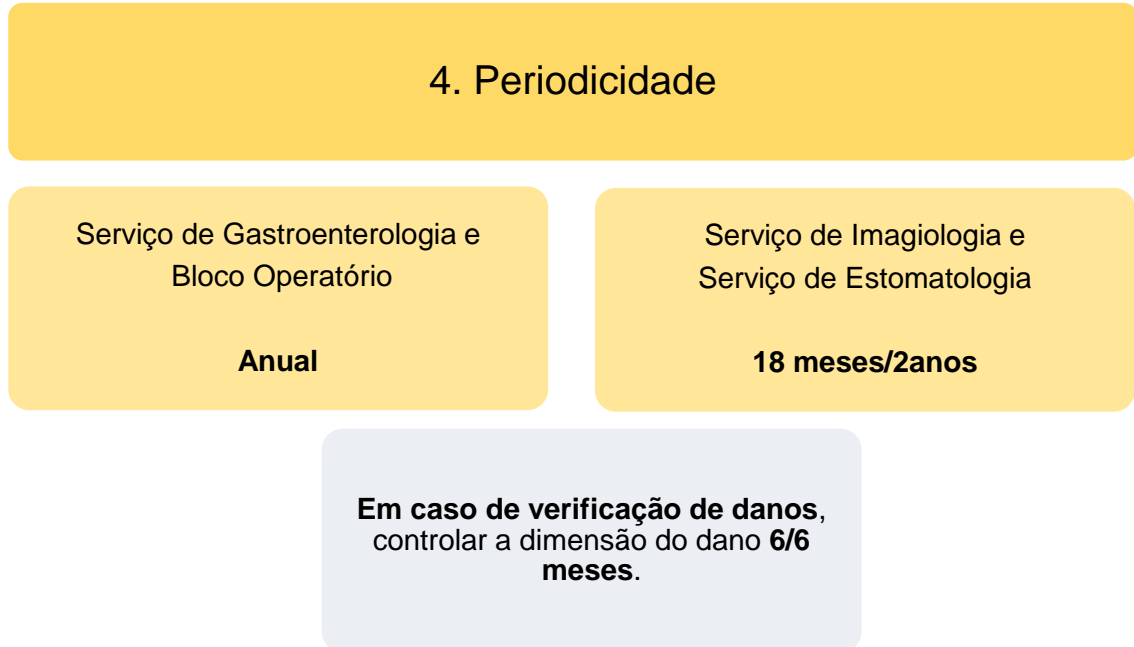




Como resultado dos diferentes métodos, aplicando os critérios de rejeição, temos que:



4ª Etapa: A Periodicidade do Controlo da Qualidade de cada EPR, foi definida para cada serviço da seguinte forma:



16. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que o planeamento descrito para o Controlo da Qualidade nos EPR do Hospital das Forças Armadas no Polo de Lisboa seja periódico com a periodicidade anual para o fluxo de trabalho existente nesta instituição.

Este guia pode ser utilizado em qualquer instituição, no entanto, deve-se adequar a sua periodicidade conforme a frequência do uso dos EPR. Para equipamentos com uso diário, a periodicidade não deve ser superior a um ano, no entanto, se a frequência de uso for menor, podem ser testados com menos regularidade (18 a 24 meses).

Para o HFAR – PL, devido ao uso frequente dos EPR, e uma vez que cada equipamento pode ter vários utilizadores verifica-se a necessidade da realização do programa de inspeção para Controlo da Qualidade anualmente. Em caso de equipamentos que tenham áreas de danos muito próximas dos critérios de rejeição, e se continuarem a ser utilizados, devem ser testados com periodicidade de 6 a 8 meses, de forma a não comprometer a proteção de quem os utiliza.

As condições acima expressas poderão ser adaptáveis a novas situações tais como aquisição de EPR de modelos diferentes, condições e conformidade de utilização, idade do EPR, frequência de utilização e alocação à sala/tipo de estudos efetuados.

Qualquer alteração no tipo de equipamentos e fontes emissoras de radiação deverá condicionar a revisão deste guia. A substituição dos EPR e a sua previsibilidade está condicionada pelo estudo prospetivo do desgaste dos EPR do departamento HFAR – PL.

Tendo em conta a usabilidade e durabilidade dos EPR, segundo vários autores, devem ser substituídos no máximo a cada 10 anos, exceto se passarem nas três inspeções sem violação dos critérios de rejeição. Neste momento assume-se a recomendação de *Kellens et al.* (2022) (19) para testagem de EPR novos, usados ou mesmo reparados, com previsibilidade de substituição de 4 anos.

Adverte-se que os EPR novos não têm garantia de estarem livres de fissuras e rasgos, deste modo devem ser testados antes de iniciarem o seu uso. Sabe-se da literatura que a maioria das rejeições dos EPR, está normalmente associada à frequência de procedimentos com uso de fluoroscopia, bem como pelo modo de uso dos utilizadores, como sentar, movimentos frequentes e formas de armazenamento. Por

estes motivos se adverte que cada protocolo de inspeção deva ser adequado a cada departamento e ao seu modo de funcionamento (19).

Em caso de aquisição de novos EPR justifica-se, para o serviço de Bloco Operatório e Gastroenterologia, por proximidade à ampola de Radiação X, equipamentos com equivalência de chumbo de 0.5mmPb, principalmente em áreas radiosensíveis, do tipo conjunto saia/colete ou avental com proteção frontal e dorsal e colares protetores de tireoide. Pois assim, os profissionais de saúde ao movimentarem-se em diversos ângulos em relação à exposição da Radiação X, aumentam a sua proteção. Estudos baseados em Monte Carlo podem fornecer estimativas mais precisas da verdadeira dose adicional absorvida de Raios X a possíveis descontinuidades do material protetor.

Para a execução do programa de Controlo da Qualidade dos EPR, recomenda-se que seja nomeado um responsável, idealmente com especialização em Proteção Radiológica, nomeado pelo grupo de trabalho de Proteção Radiológica em funções no Hospital das Forças Armadas – polo Lisboa. Este responsável, deve garantir a eficácia de todo o processo, deste a identificação ao armazenamento dos EPR, tendo em conta este Guia Orientador de Boas Práticas. Quanto ao processo de inspeções, deve garantir que a é cumprida a periodicidade e frequência das mesmas, realizar todos os processos de inspeções, confirmar e comparar com resultados de inspeções anteriores, e finalmente documentar e reportar em caso de rejeição. A documentação de cada inspeção é entregue ao grupo de trabalho de Proteção Radiológica, ao Delegado de Proteção Radiológica (DPR), disponibilizando também às coordenações dos serviços visados onde se encontram os EPR.

17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Lakhwani OP, Dalal V, Jindal M, Nagala A. Radiation protection and standardization. *J Clin Orthop Trauma* [Internet]. 2019;10(4):738–43. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.08.010>
2. Hiles P, Gilligan P, Damilakis J, Briers E, Candela-Juan C, Faj D, et al. European consensus on patient contact shielding. *Insights Imaging* [Internet]. 2021;12(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01085-4>
3. Bartal G, Vano E, Paulo G. Get Protected! Recommendations for Staff in IR. *Cardiovasc Intervent Radiol* [Internet]. 2021;44(6):871–6. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00270-021-02828-y>
4. Ryu JS, Baek SW, Jung CH, Cho SJ, Jung EG, Kim HK, et al. The survey about the degree of damage of radiation-protective shields in operation room. *Korean J Pain*. 2013;26(2):142–7.
5. Sowby FD. *Annals of the ICRP* 117. Vol. 6, *Annals of the ICRP*. 2010. 1 p.
6. Direção-Geral da Saúde. Guia Técnico N.º 1 - Vigilância Da Saúde Dos Trabalhadores Expostos A Radiação Ionizante. Guia Técnico N.º 1 - Vigilância Da Saúde Dos Trabalhadores Expostos A Radiação Ionizante. 2016.
7. DRE. Decreto lei 102/2009 Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. 2009.
8. Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia. Regulamento (UE) 2016/425 [Internet]. Vol. 93, *Jornal Oficial da União Europeia*. 2016. Available from: [http://www.act.gov.pt/\(pt-PT\)/CentroInformacao/DirectivasEuropeias/Documents/Regulamento UE 2016 425 do Parlamento Europeu que revoga a Diretiva 89 686 CEE.pdf](http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/CentroInformacao/DirectivasEuropeias/Documents/Regulamento UE 2016 425 do Parlamento Europeu que revoga a Diretiva 89 686 CEE.pdf)
9. Michel R, Zorn MJ. Implementation of an X-ray radiation protective equipment inspection program. *Health Phys*. 2002;82(2 SUPPL.):51–3.
10. Vañó E, Miller CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, Ortiz-López P, et al.


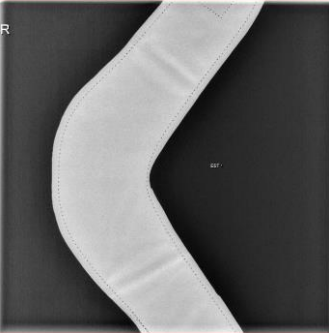

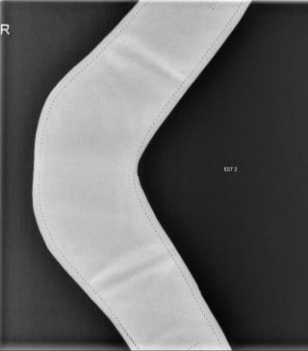

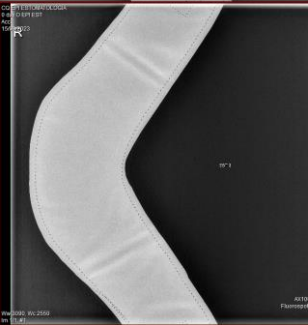

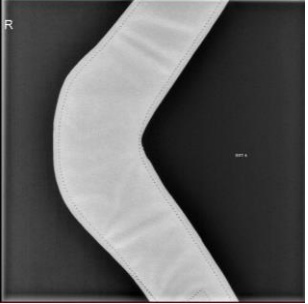
Annals of the ICRP 139 [Internet]. Vol. 44, Protection, International Commission on Radiological. 2015. 1–143 p. Available from: www.icrp.org


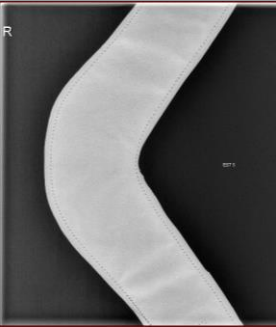

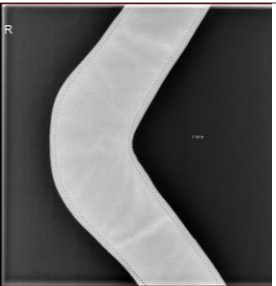




11. Roshan S, Livingstone AV. A simple quality control tool for assessing integrity of lead equivalent aprons. *Indian J Radiol Imaging*. 2018;258–62.
12. Christodoulou EG, Goodsitt MM, Larson SC, Darner KL, Satti J, Chan HP. Evaluation of the transmitted exposure through lead equivalent aprons used in a radiology department, including the contribution from backscatter. *Med Phys*. 2003;30(6):1033–8.
13. Park S, Kim M, Kim JH. Radiation safety for pain physicians: principles and recommendations. *Korean J Pain*. 2022;35(2):129–39.
14. Choi TW, Chung JW, Kwon Y. Modified design of x-ray protective clothing to enhance radiation protection for interventional radiologists. *Med Phys*. 2023;50(6):3825–32.
15. Papadopoulos N, Papaefstathiou C, Kaplanis PA, Menikou G, Kokona G, Kaolis D, et al. Comparison of lead-free and conventional x-ray aprons for diagnostic radiology. *IFMBE Proc*. 2009;25(3):544–6.
16. MAVIG. Manual de instruções. 2021; Available from: https://mavig.com/wp-content/uploads/2021/08/1240990_User-Manual_PPE_RA_pt
17. Ministério da Saúde. Despacho nº 258/2003. *Diário da República*. 2003.
18. Bawazeer O. Quality assurance of personal radiation shield for kilovoltage photon: A multicentre experience. *Risk Manag Healthc Policy*. 2021;14:1263–70.
19. Kellens PJ, De Hauwere A, Gossye T, Peire S, Tournicourt I, Strubbe L, et al. Integrity of personal radiation protective equipment (PRPE): a 4-year longitudinal follow-up study. *Insights Imaging [Internet]*. 2022;13(1):4–11. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13244-022-01323-3>
20. Matsuda M, Suzuki T. Evaluation of lead aprons and their maintenance and management at our hospital. *J Anesth*. 2016;30(3):518–21.




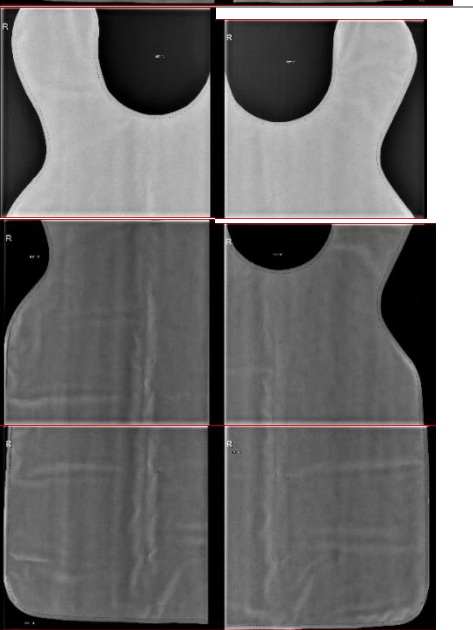

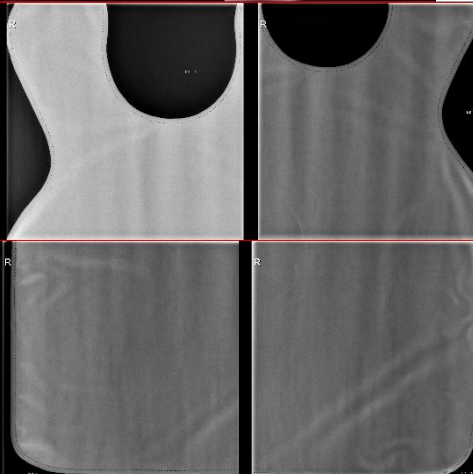
21. Stam W, Pillay M. Inspection of lead aprons: a practical rejection model. *Health Phys.* 2008;95 Suppl 2.
22. Lambert K, McKeon T. Inspection of lead aprons: Criteria for rejection. *Health Phys.* 2001;80(5 SUPPL.):67–9.


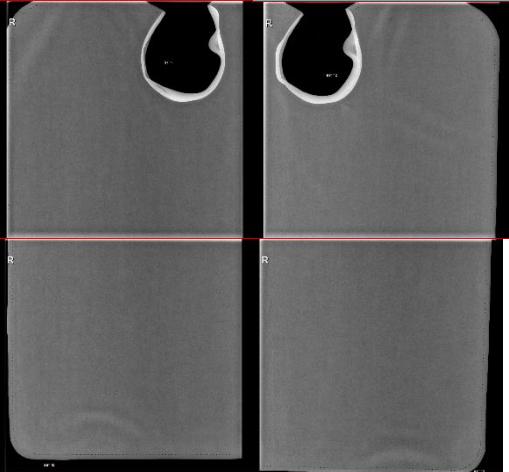


APENDICE III

GRELHA DE IMAGENS DA INSPEÇÃO VISUAL E RADIOLÓGICA


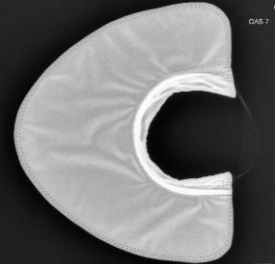

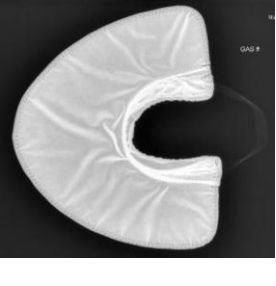

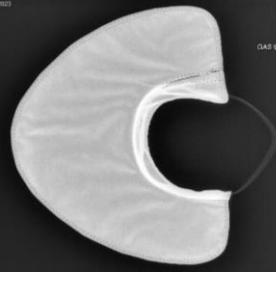

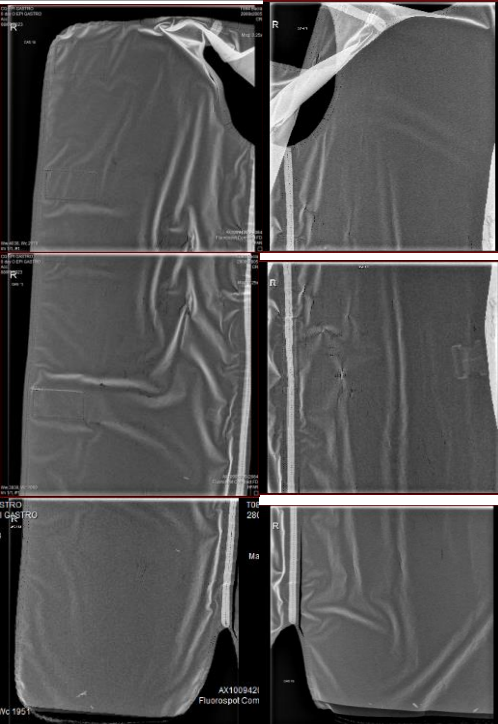
SERVIÇO DE ESTOMATOLOGIA				
CODIGO	EPI	FOTO	AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA	OBSERVAÇÕES
EST1	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
EST2	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
EST3	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
EST4	Colar protetor de tireoide			Sem alterações

EST5	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
EST6	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
EST7	Avental com proteção frontal			Vincos vertical central.
EST8	Avental com proteção frontal			Vincos com dobra vertical central 8cm e 9cm.

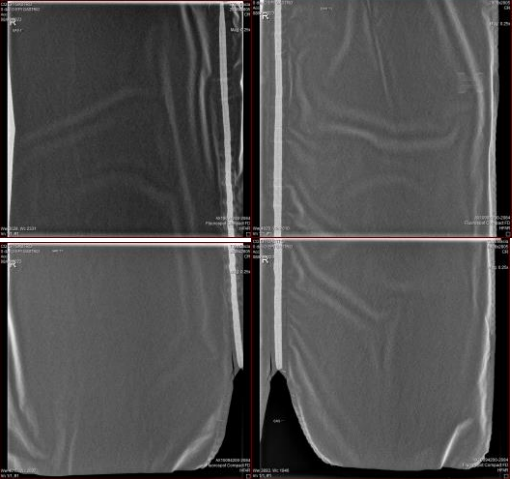

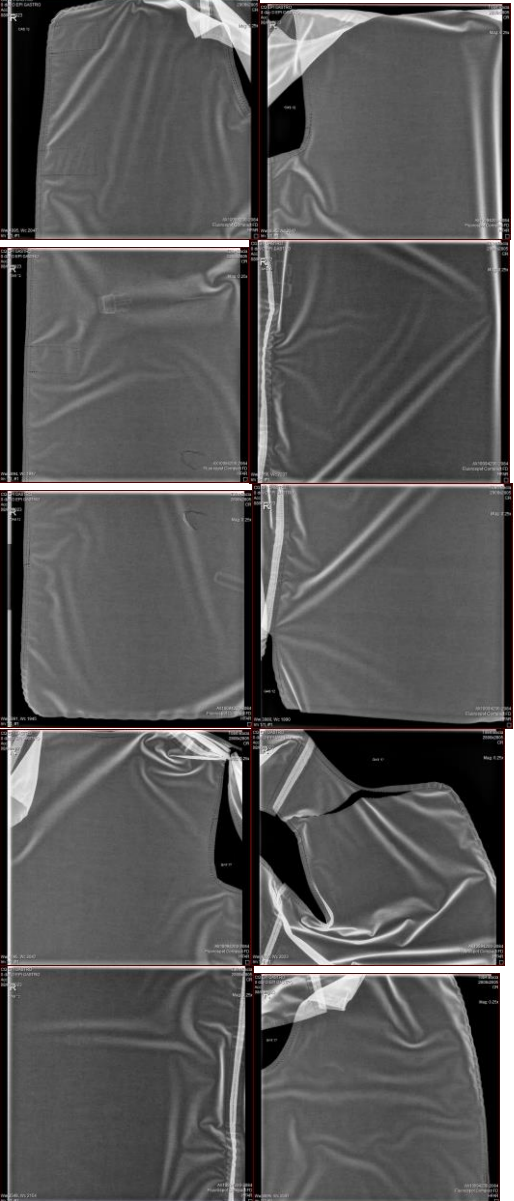
<p>EST9</p>	<p>Avental com proteção frontal</p>			<p>Vincos central superior 5 e 10cm</p> <p>Furo superior central direito 3.1mm²</p>
<p>EST10</p>	<p>Avental com proteção frontal</p>			<p>Vinco central vertical (30cm) com furos de área: 0.3mm², 0.5mm², 0.3mm²</p>
<p>EST11</p>	<p>Avental com proteção frontal</p>			<p>Sem alterações</p>

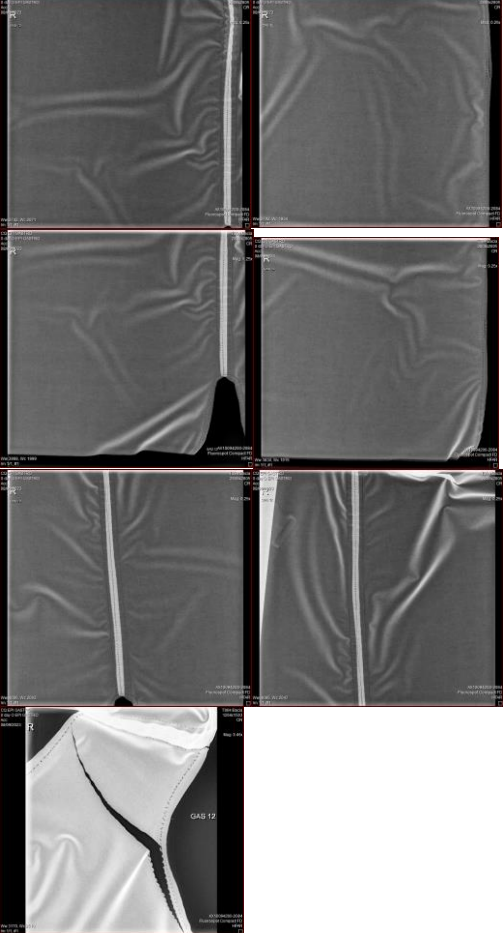

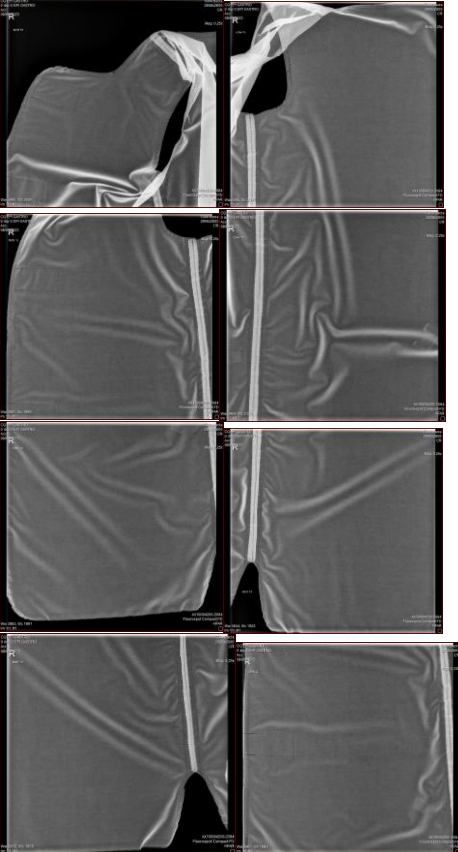
<p>EST12</p>	<p>Avental com proteção frontal</p>			<p>Furo superior esq com 0.4mcm²</p>
<p>EST13</p>	<p>Avental com proteção frontal</p>			<p>Sem alterações</p>
<p align="center">SERVIÇO DE GASTROENTEROLOGIA</p>				

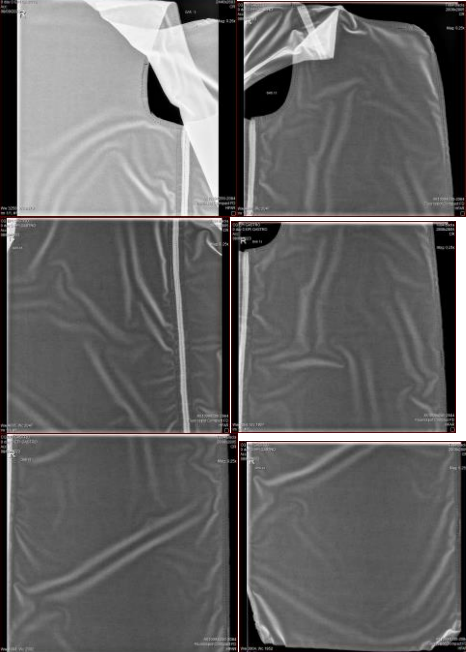

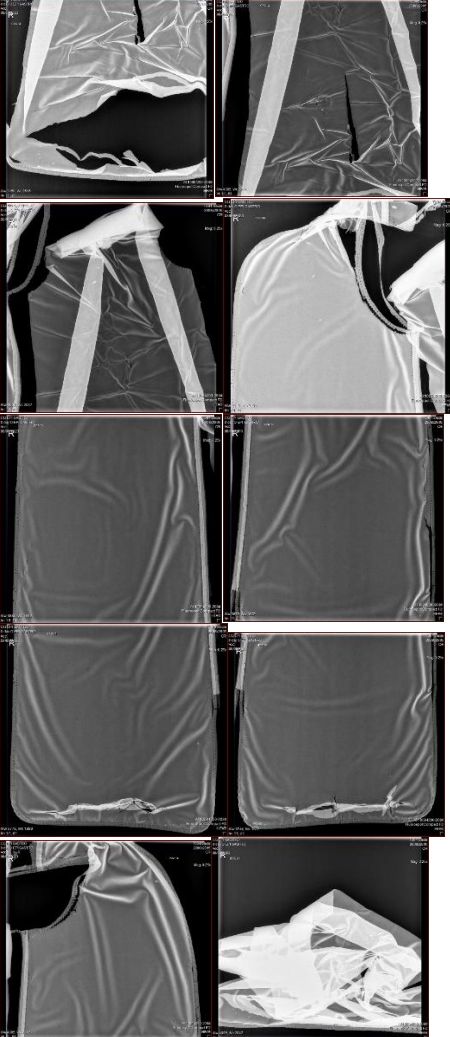
GAS1	Colar protetor de tiroide				Sem alterações
GAS2	Colar protetor de tiroide				Sem alterações
GAS3	Colar protetor de tiroide				Sem alterações
GAS4	Colar protetor de tiroide				Sem alterações
GAS5	Colar protetor de tiroide				Furo superior esquerdo 1.4mm ²
GAS6	Colar protetor de tiroide				Sem alterações


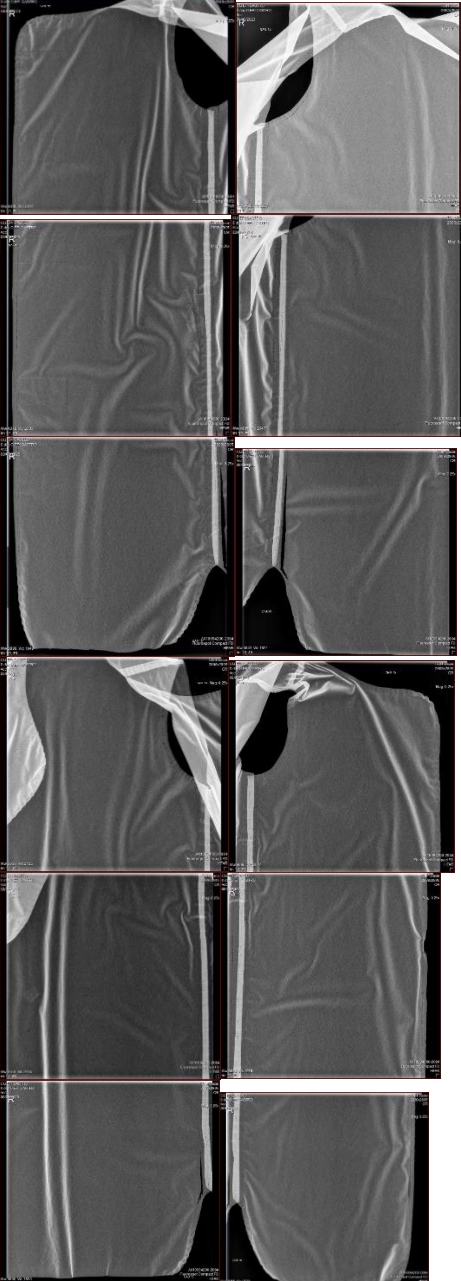

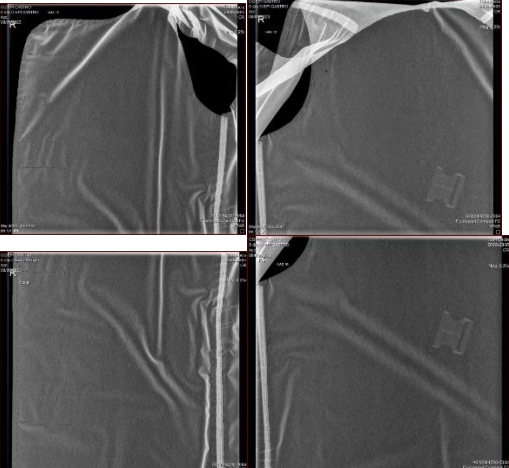
GAS7	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
GAS8	Colar protetor de tireoide			Dobras superior central 5.57cm, 2.58cm
GAS9	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
GAS10	Avental com proteção frontal e dorsal			Rasgos junto às bainhas laterais 177.4mm ² Zona central posterior (160mm ²) e laterais anteriores com pequenos furos (100mm ²)

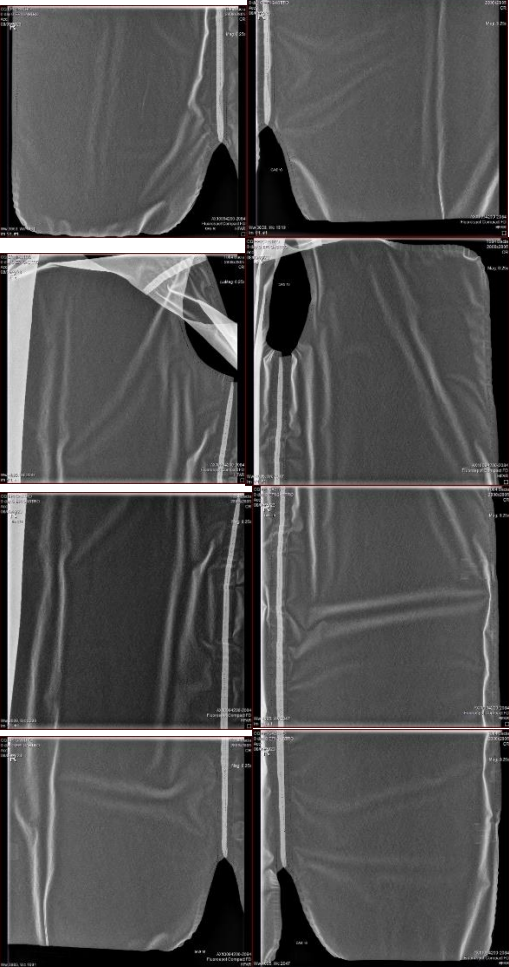


<p>GAS11</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Rasgos nas bainhas inferiores laterais (61mm²)</p> <p>Dobra vertical posterior</p>

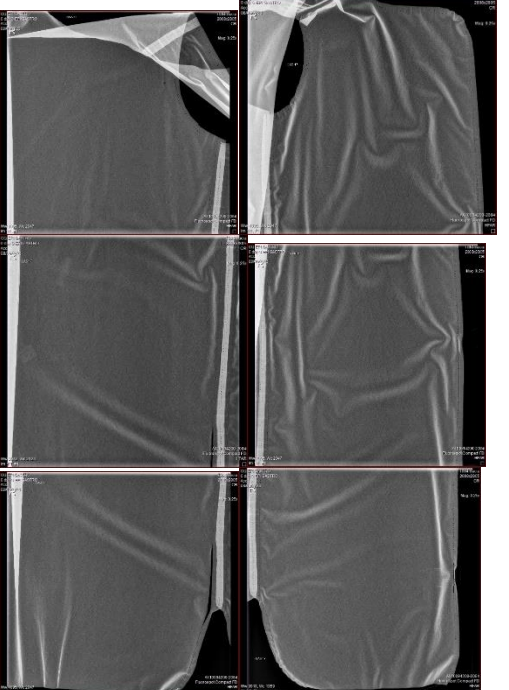

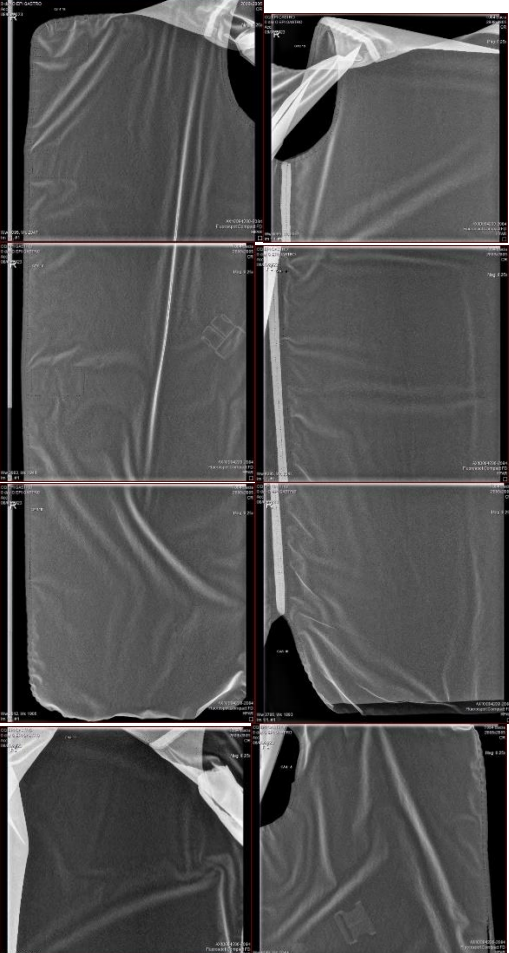
				
<p>GAS12</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Rasgo superior anterior (ombro esquerdo) 174.4mm²</p>

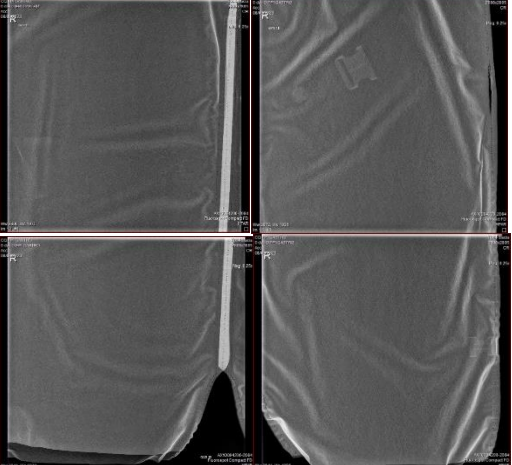

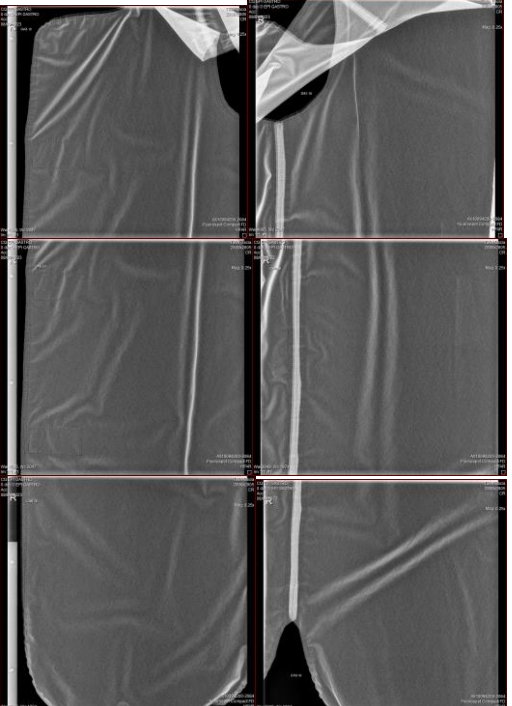
				
<p>GAS13</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Sem alterações</p>

				
<p>GAS14</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>INOP. Película interna danificada</p>

<p>GAS15</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Rasgos posteriores inferiores junto à bainha 111.7mm² e 21.8mm²</p>
<p>GAS16</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Dobras abas anteriores vertical lateral</p> <p>Furo superior posterior direito 3.7mm²</p>

				
<p>GAS17</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Rasgo abas anteriores, inferior junto à bainha 75.6mm² e 49.2mm²</p>

				
<p>GAS18</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Vinco aba interna anterior 40cm</p> <p>Rasgo aba externa anterior junto ao cinto 34.5mm²</p>




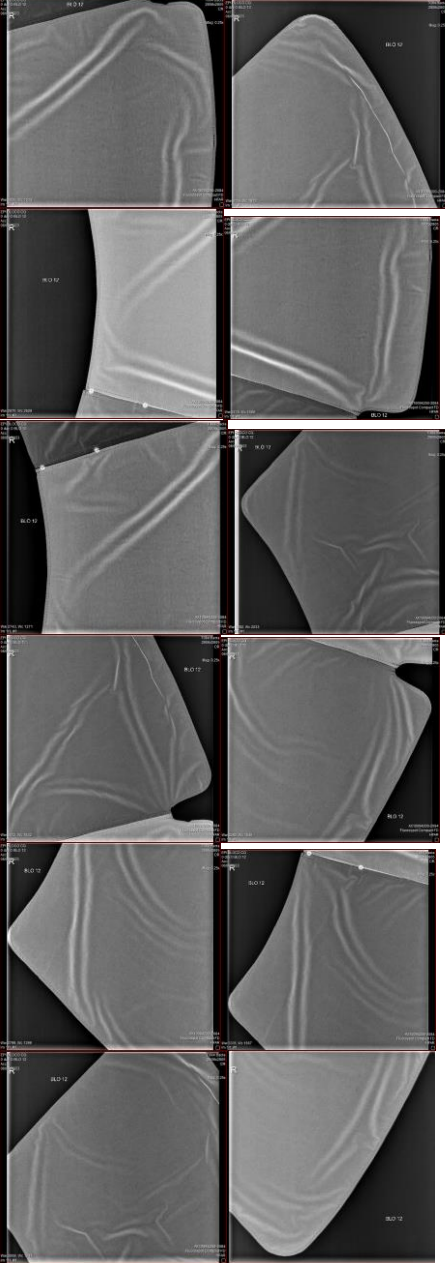

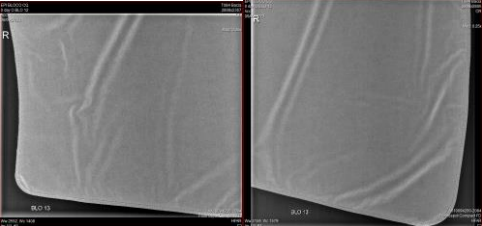
				
<p>GAS19</p>	<p>Avental com proteção frontal e dorsal</p>			<p>Dobra vertical lateral posterior</p>

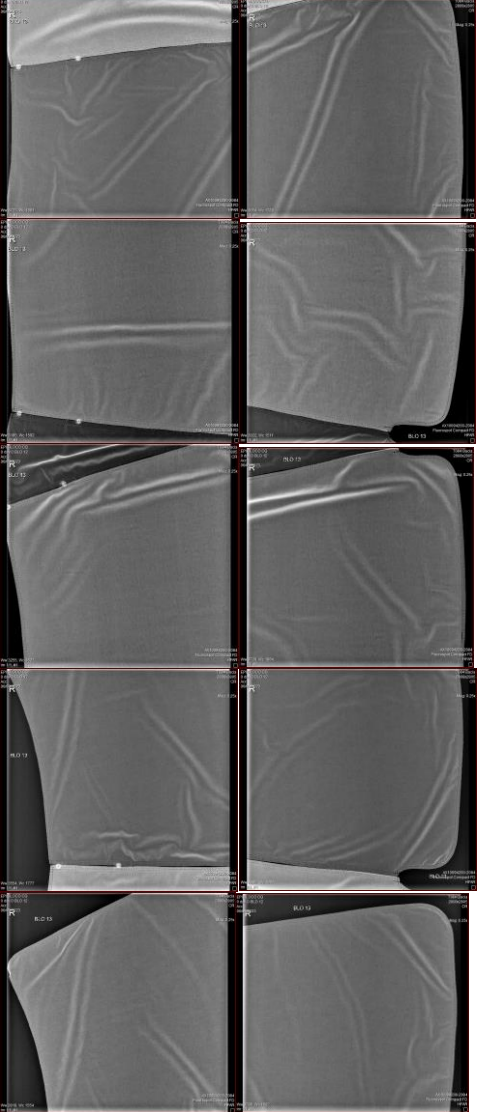

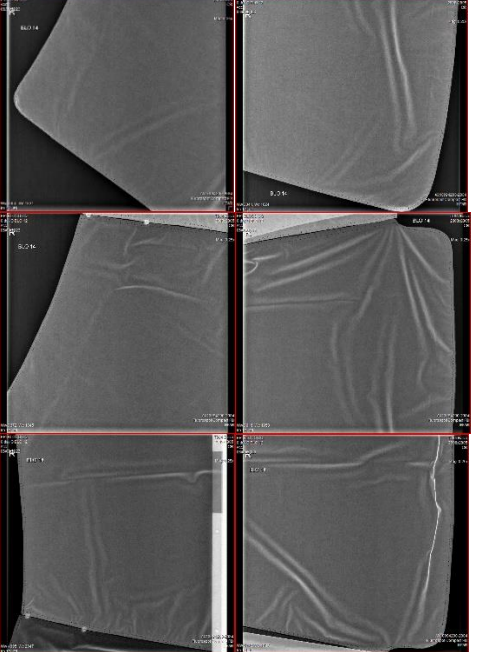
--	--	--	--	--

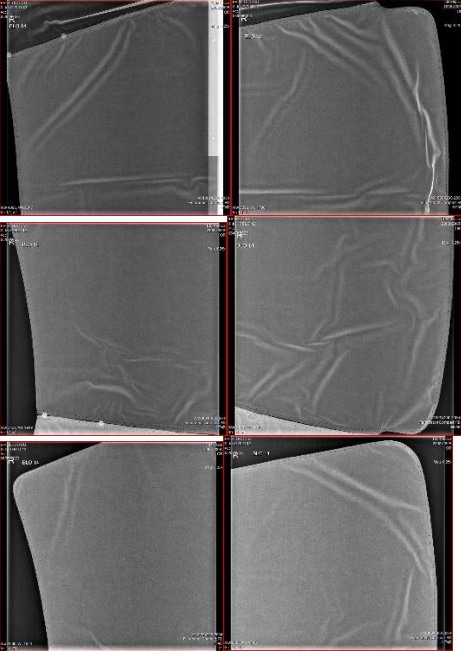

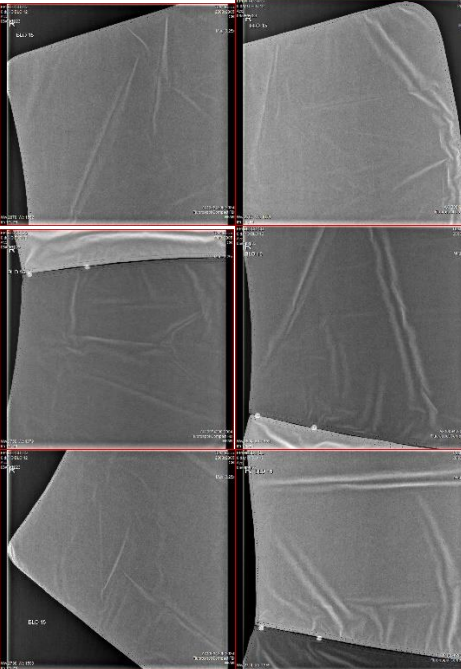

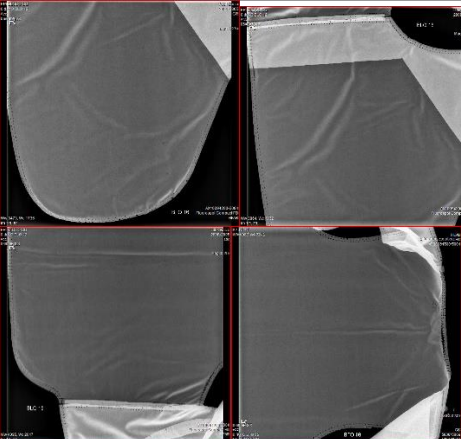
SERVIÇO BLOCO OPERATÓRIO

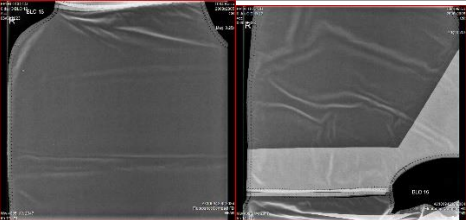
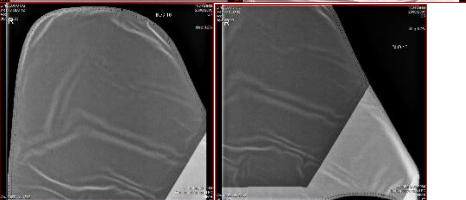


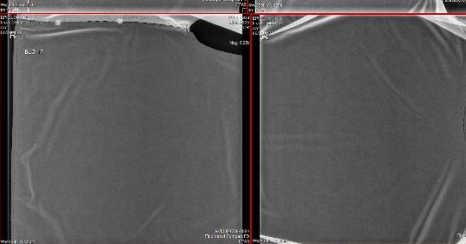
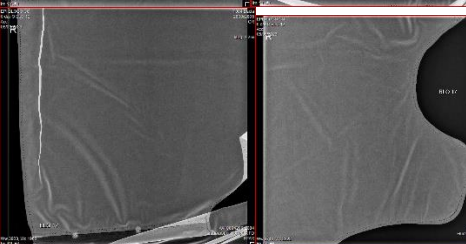
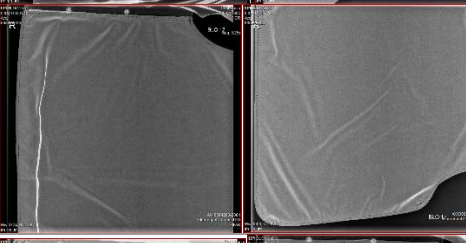

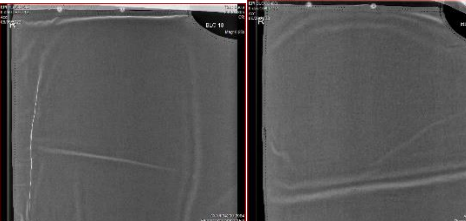
BLO1	Colar protetor de tireoide				Sem alterações
BLO2	Colar protetor de tireoide				Sem alterações
BLO3	Colar protetor de tireoide				Sem alterações

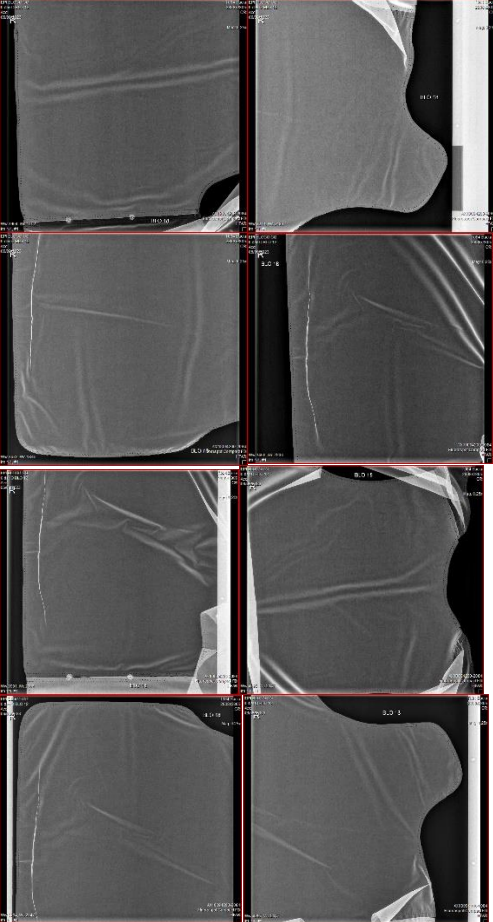

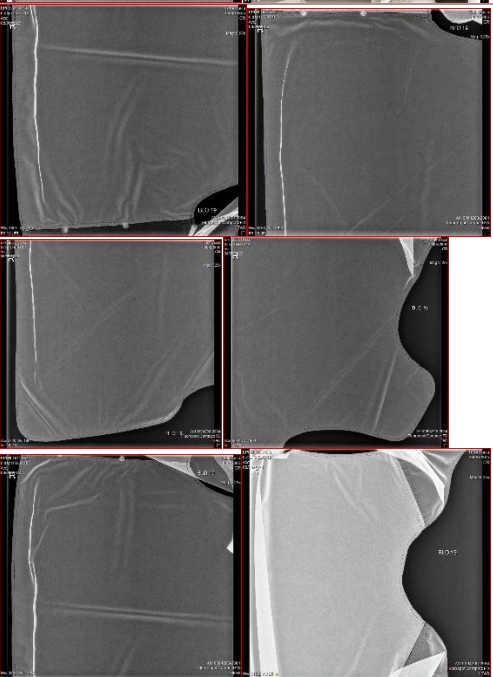
BLO4	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO5	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO6	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO7	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO8	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO9	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
BLO10	Colar protetor de tireoide			Sem alterações


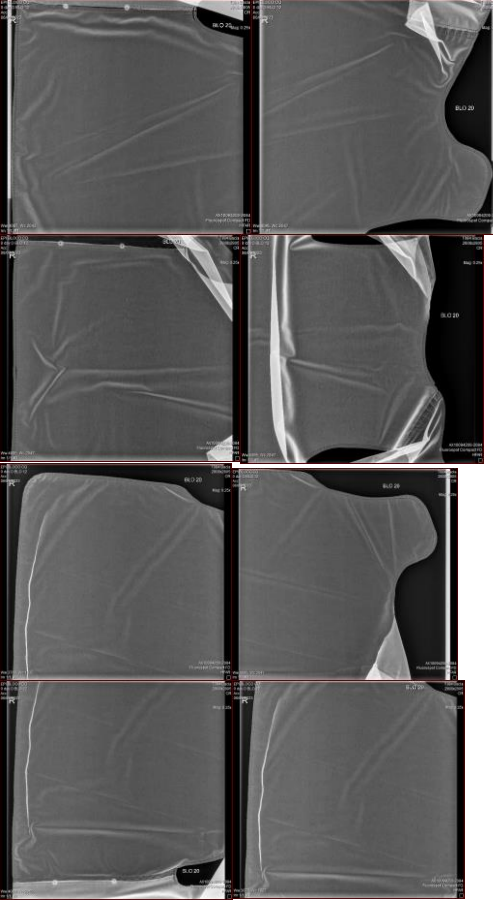
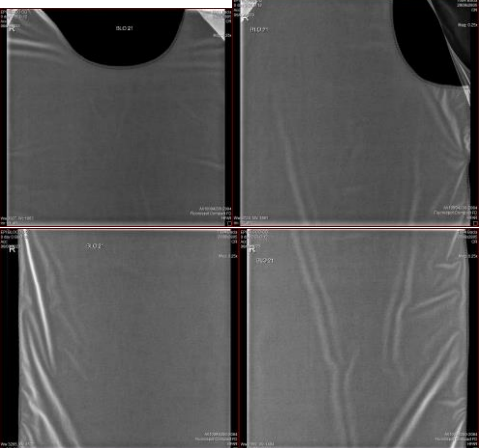
<p>BLO11</p>	<p>Colar protetor de tireoide</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>BLO12</p>	<p>SAIA</p>			<p>Vinco horizontal aba externa 22.41x0.12cm</p>
<p>BLO13</p>	<p>SAIA</p>			<p>Sem alterações</p>

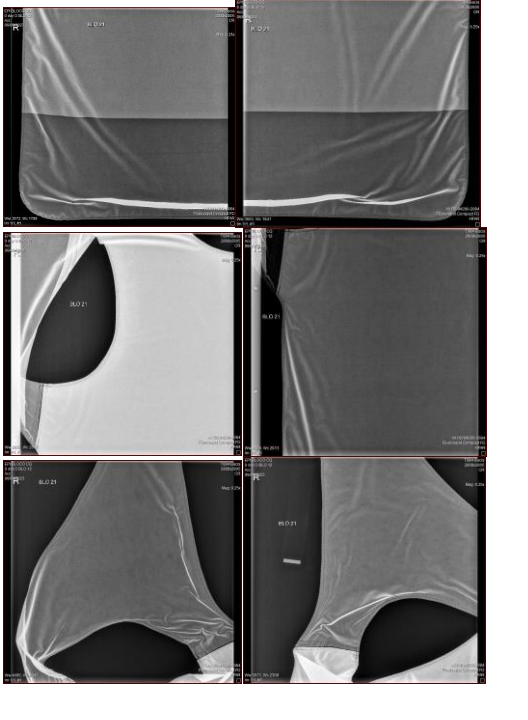
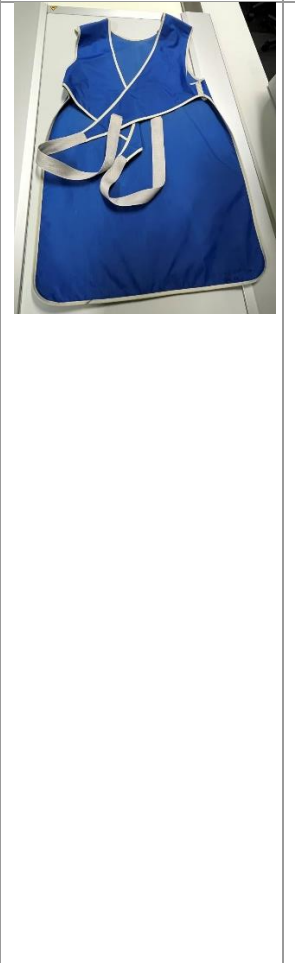
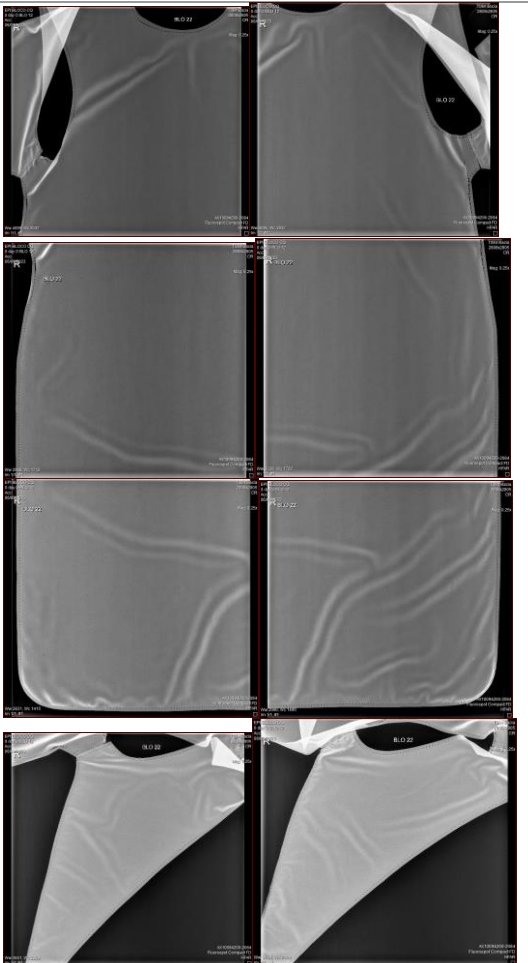
				
<p>BLO14</p>	<p>SAIA</p>			<p>Vinco horizontal inferior posterior 29x0.3cm</p>


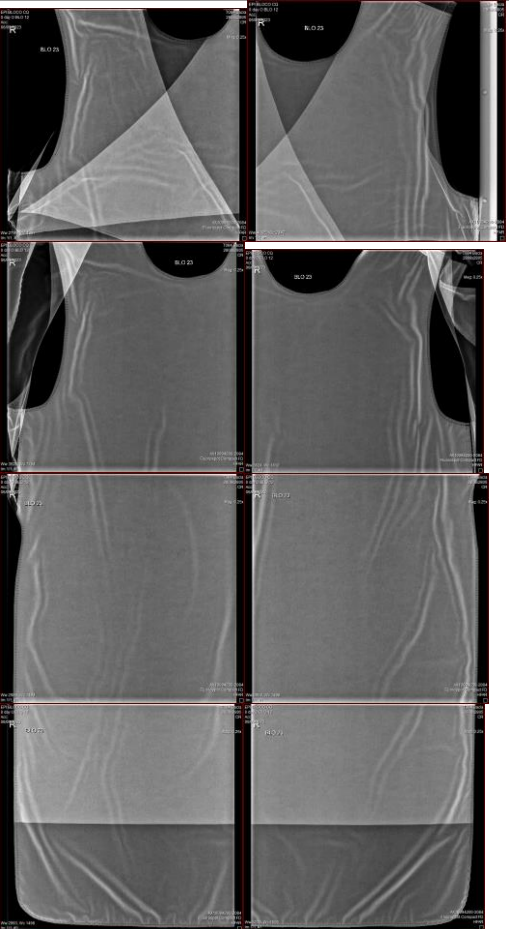


				
BLO15	SAIA			<p>Dobra horizontal inferior posterior 12.72x0.26cm</p>
BLO16	COLETE			<p>Rasgo bainha superior posterior (gola) 15.5mm²</p> <p>Rasgo bainha lateral esquerdo posterior 15.9mm²</p>

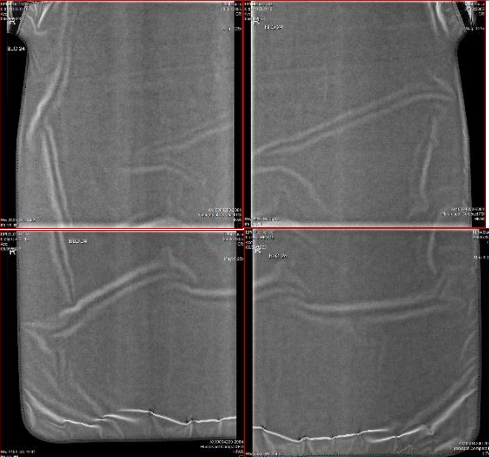

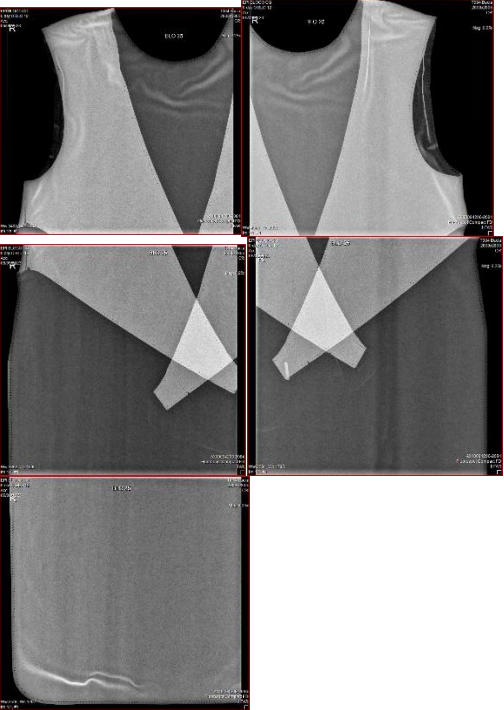
			 	
BLO17	COLETE		   	<p>Vinco horizontal inferior posterior 42x0.43cm</p> <p>Vincos horizontal inferior aba anterior interna 9.5x0.04cm e 19x0.09cm</p>
BLO18	COLETE			<p>Vinco horizontal inferior aba interna anterior 25.43x0.26cm</p> <p>Vinco horizontal inferior aba externa anterior 33.57x0.3cm</p>


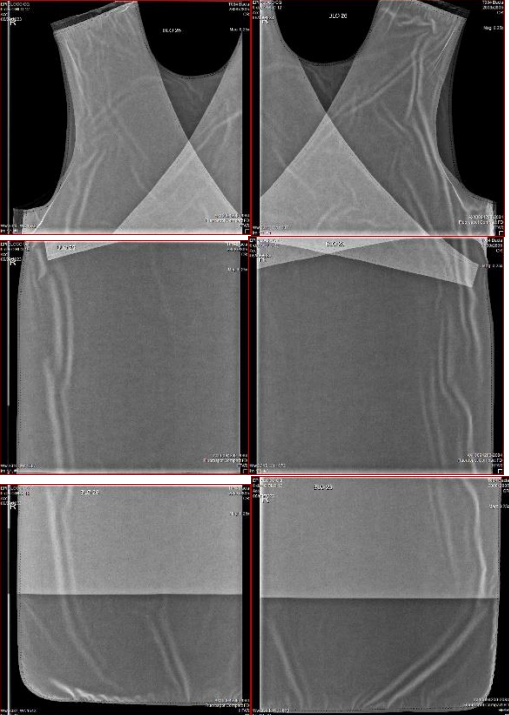

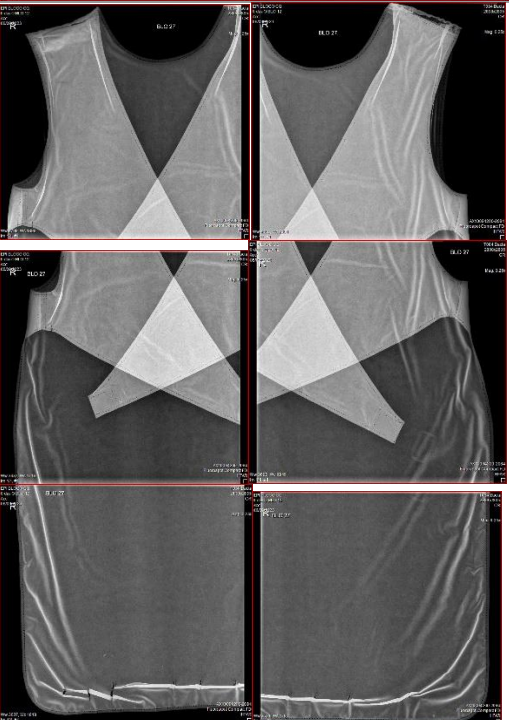
				
<p>BLO19</p>	<p>COLETE</p>			<p>Vinco horizontal inferior posterior 40x0.4cm e 18.05x0.34cm</p> <p>Vinco horizontal inferior aba interna anterior 40x0.3cm</p> <p>Vinco horizontal inferior aba externa anterior 12.28x0.13cm</p>


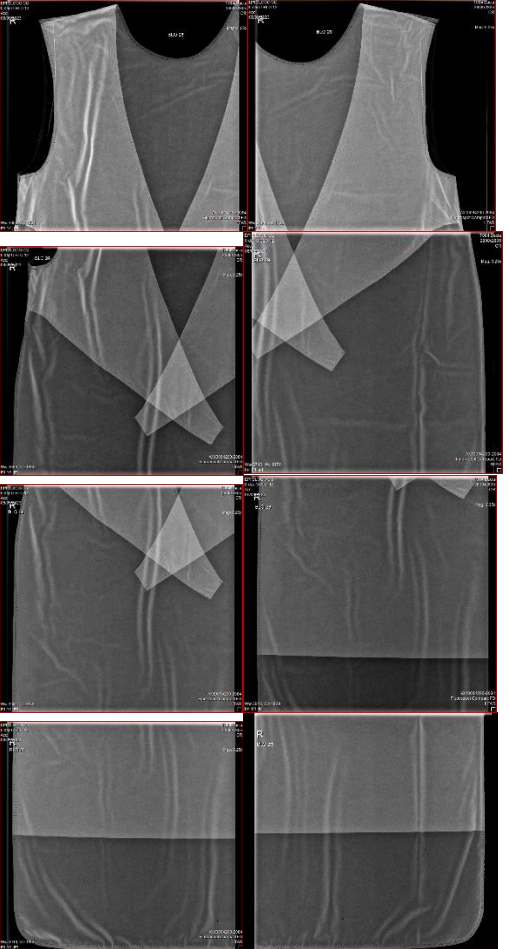

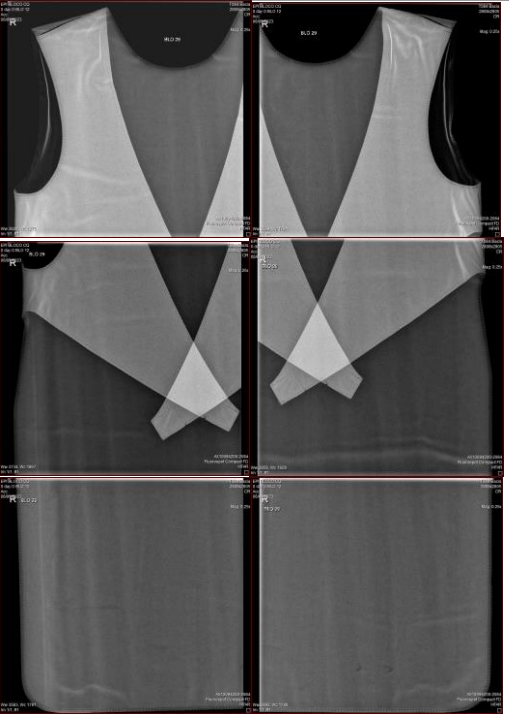
				
BLO20	COLETE			<p>Vinco horizontal inferior aba interna anterior 35x0.34cm</p>
BLO21	AVENTAL FRONTAL			<p>Vincos inferior horizontal 20.45x0.60cm, 10.81x0.3cm</p> <p>Furo inferior direito 0.8mm²</p> <p>Vincos abas posteriores Direito 8.71x0.27cm,</p>


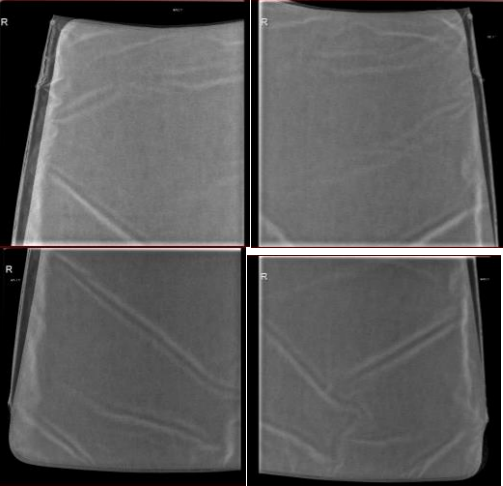

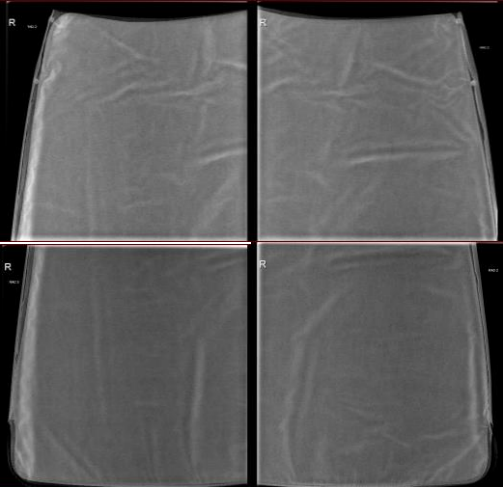

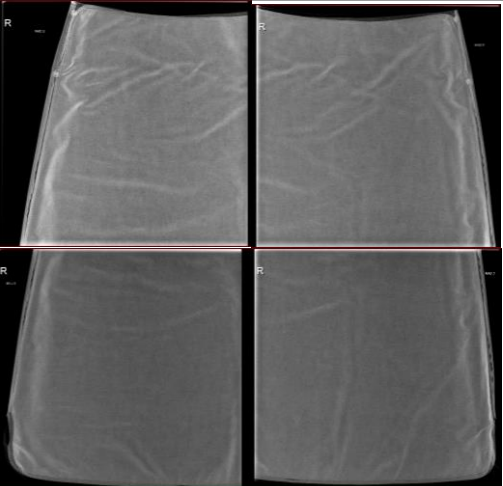
				<p>11.43x0.25cm, 7.53x0.29cm Esquerdo 17.15x0.14cm</p> <p>Área de dano 253.87mm²</p>
<p>BLO22</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Sem alterações</p>


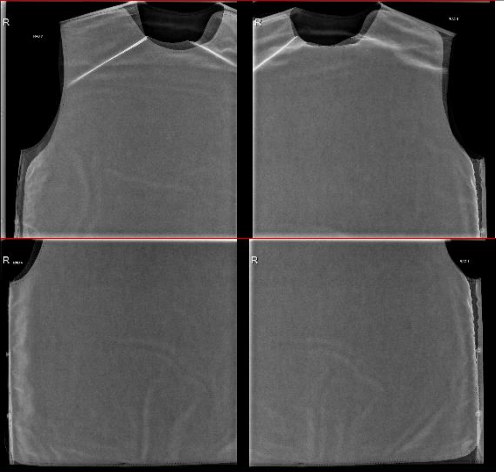

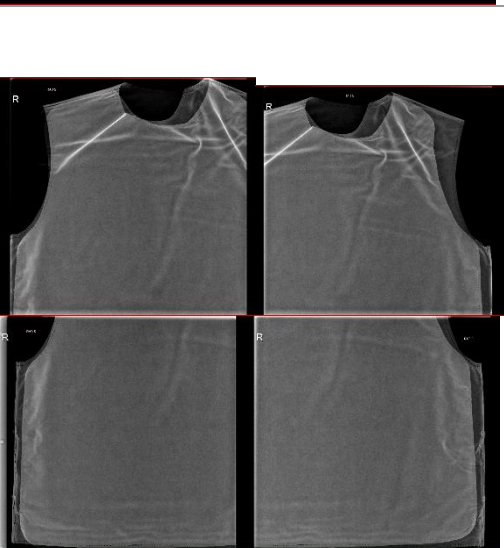

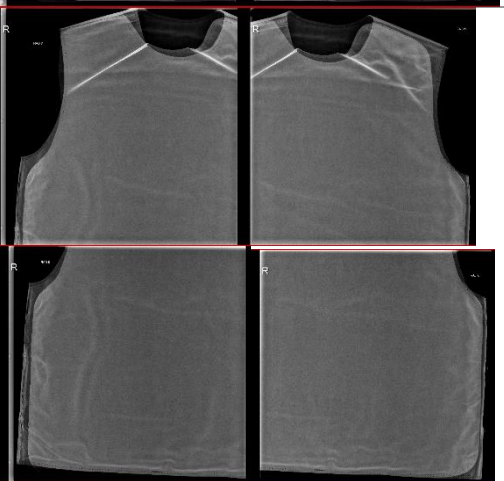
<p>BLO23</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>BLO24</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Dobra inferior horizontal com pequenos furos Total de 32.6mm²</p>


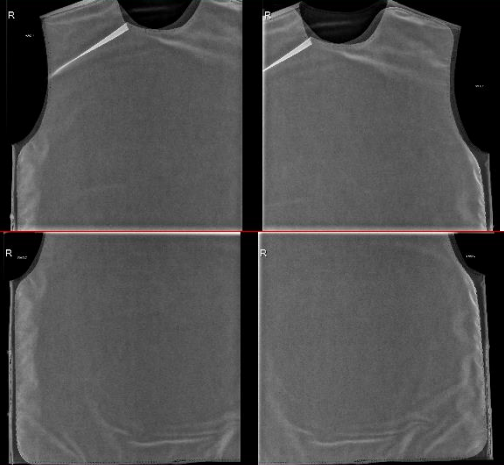

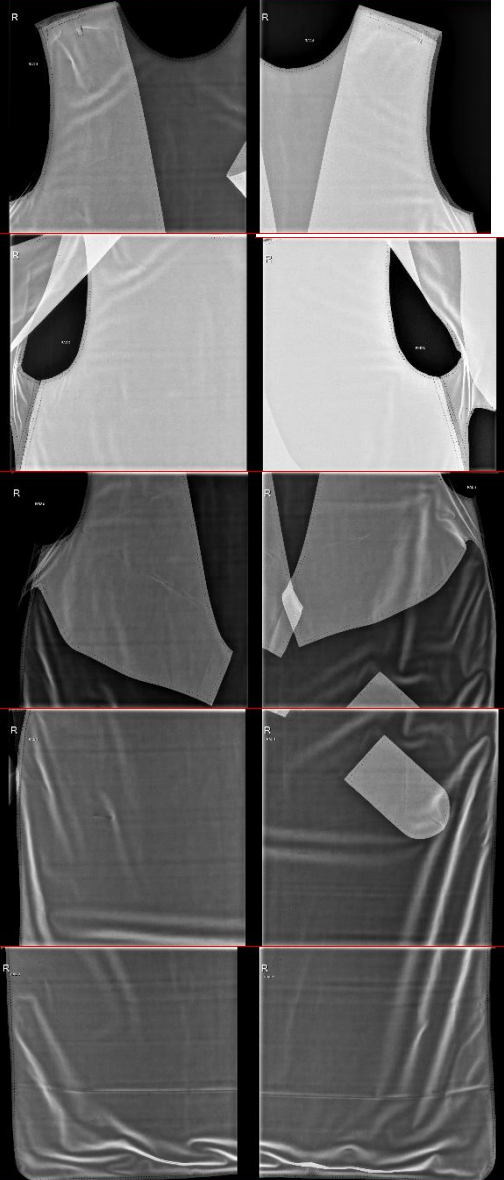
				
<p>BLO25</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Sem alterações</p>

<p>BLO26</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>BLO27</p>				<p>Vinco horizontal inferior com pequenos furos de área total 89.9mm²</p>

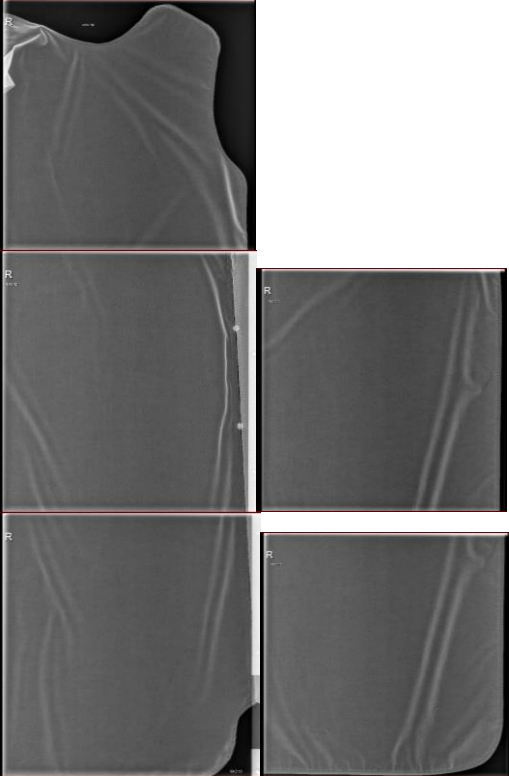

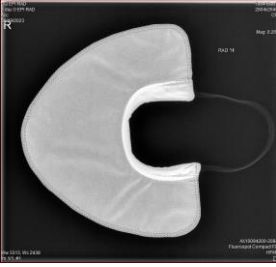

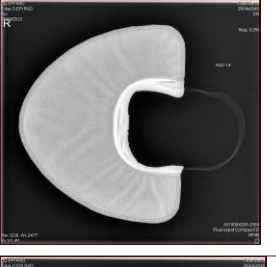

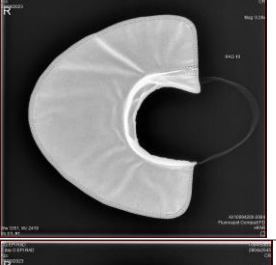

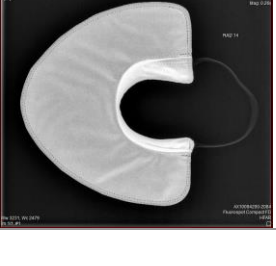
<p>BLO28</p>				<p>Furo inferior 6.1mm²</p>
<p>BLO29</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Vinco inferior 31.9mm²</p>


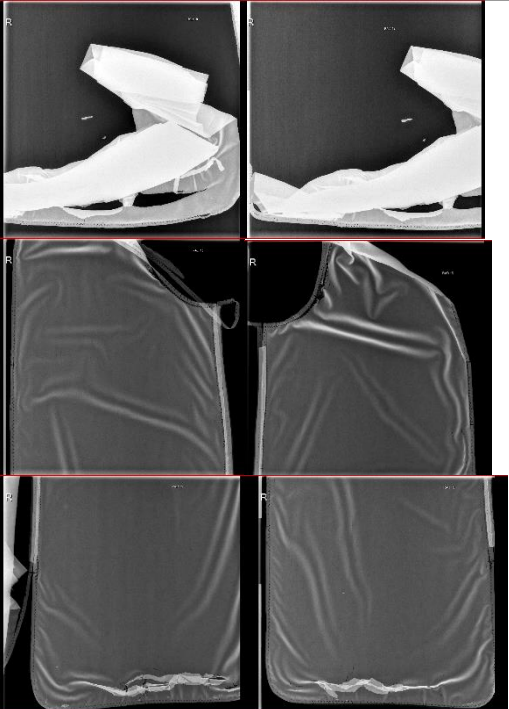

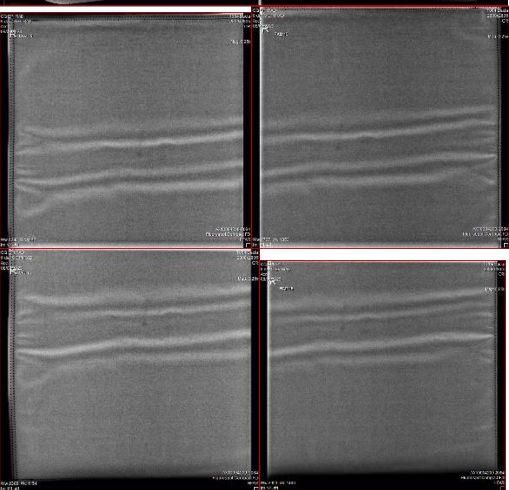

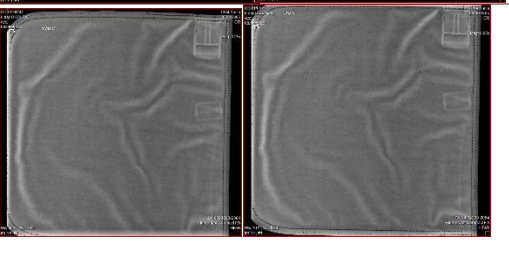
SERVIÇO DE IMAGIOLOGIA				
RAD1	SAIA			Sem alterações
RAD2	SAIA			Sem alterações
RAD3	SAIA			Sem alterações


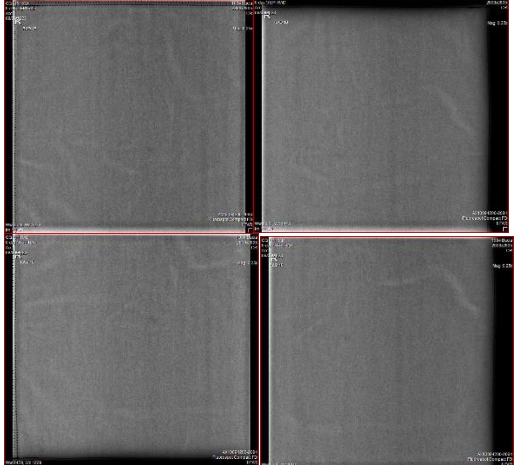

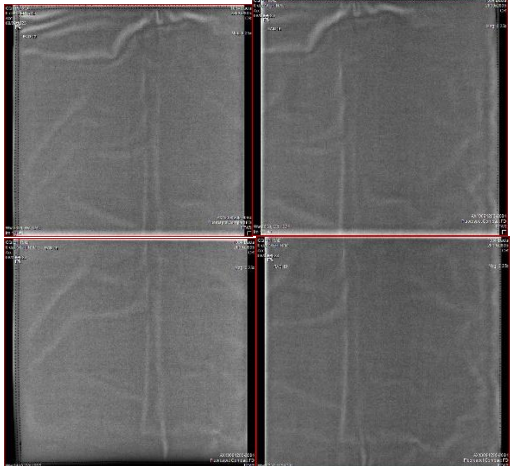

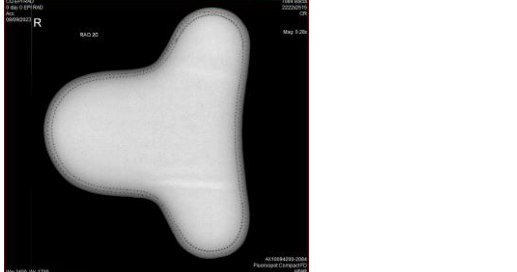




RAD4	COLETE			Sem alterações
RAD5	COLETE			Sem alterações
RAD6	COLETE			Sem alterações




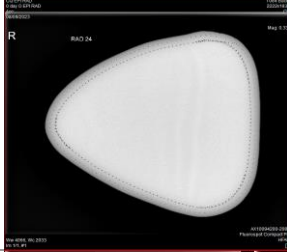

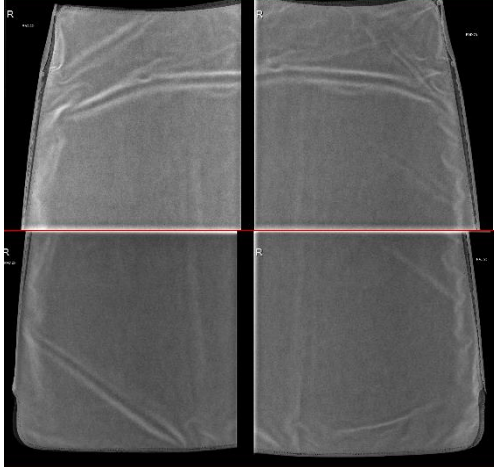

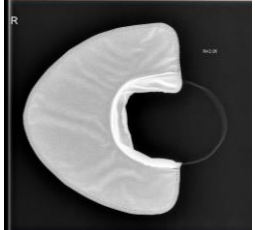

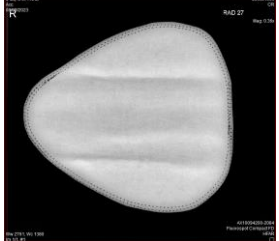
<p>RAD7</p>	<p>COLETE</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD8</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Dobra inferior horizontal 56x0.85cm</p> <p>Furos ombros posteriores 54,3mm², 37.6mm², 21.5mm², 14.7mm².</p> <p>Total de Área de danos 604,1mm²</p>

<p>RAD9</p>	<p>AVENTAL FRONTAL</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD10</p>	<p>AVENTAL FRONTAL E DORSAL</p>			<p>Sem alterações</p>

				
RAD11	Colar protetor de tiroide			Sem alterações
RAD12	Colar protetor de tiroide			Sem alterações
RAD13	Colar protetor de tiroide			Sem alterações
RAD14	Colar protetor de tiroide			Sem alterações

<p>RAD15</p>	<p>AVENTAL FRONTAL E DORSAL</p>			<p>INOP Película interna danificada</p>
<p>RAD16</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD17</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>

<p>RAD18</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD19</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD20</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD21</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>
<p>RAD22</p>	<p>PROTEÇÃO DE GÓNADAS</p>			<p>Sem alterações</p>

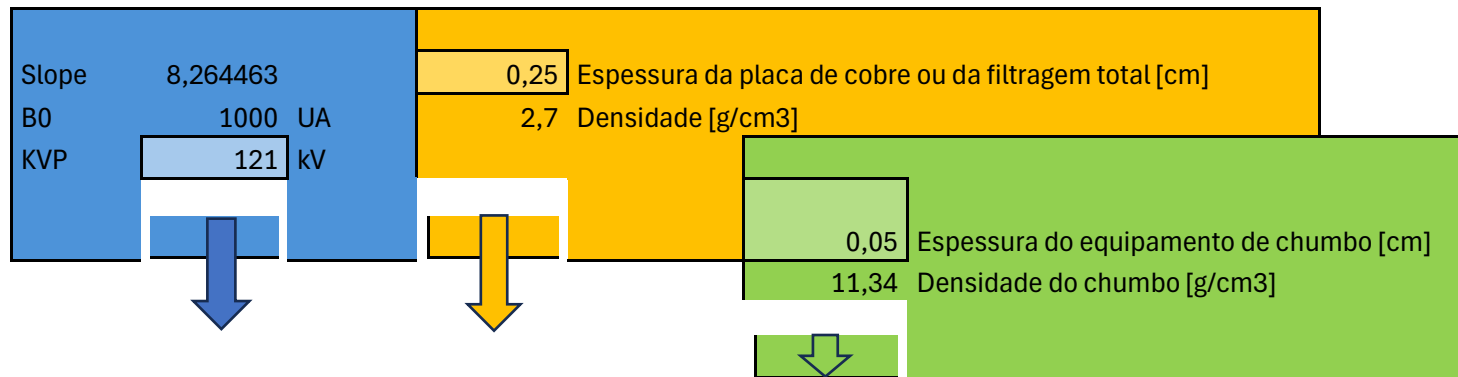
RAD23	PROTEÇÃO DE GÓNADAS			Sem alterações
RAD24	PROTEÇÃO DE GÓNADAS			
RAD25	SAIA			Sem alterações
RAD26	Colar protetor de tireoide			Sem alterações
RAD27	PROTEÇÃO DE GÓNADAS			Vincos verticais

APENDICE IV

SIMULAÇÃO PARA CALCULO DE ATENUAÇÃO EM PORCENTAGEM, DE FEIXE DE RADIAÇÃO PARA PLACA DE COBRE DE 0.25MM E ALUMÍNIO DE 2.5MM.

- Modificando a intensidade do feixe de 60kVp, 90kVp e 120kVp;
- Modificando a espessura do equipamento de chumbo (0.25mm, 0.35mm e 0.5mm)

Ex: 60kVp/0.25mmPb.



Energia KeV	Espectro bremsstr.	u/p cobre cm2/g	Espectro filtrado	u/p chumbo	
0	1000	1000	7,1E-291	1000	0
5	958,6777	193,4	1,94E-54	730,4	2,69E-234
10	917,3554	26,23	1,88E-05	130,6	1,299E-37
15	876,0331	7,955	4,078702	111,6	1,348E-27

20	834,7107	3,441	81,81088	86,36	4,437E-20
25	793,3884	2,2845	169,7413	58,34	7,309E-13
30	752,0661	1,128	351,224	30,32	1,201E-05
35	710,7438	0,84825	400,9125	22,34	0,0012646
40	669,4215	0,5685	456,0837	14,36	0,1327293
45	628,0992	0,4683	457,8747	11,2005	0,7992449
50	586,7769	0,3681	457,6831	8,041	4,7919149
55	545,4545	0,32295	438,6177	6,531	10,81086
60	504,1322	0,2778	417,934	5,021	24,25
65	462,8099	0,2588	388,6295	4,3705	32,607846
70	421,4876	0,2398	358,4988	3,72	43,496713
75	380,1653	0,2208	327,5256	3,0695	57,464055
80	338,843	0,2018	295,693	2,419	75,019554
85	297,5207	0,19395	261,0123	3,2015	42,492047
90	256,1983	0,1861	225,9547	3,984	23,60377
95	214,876	0,17825	190,5172	4,7665	12,77049
100	173,5537	0,1704	154,6968	5,549	6,6537737
105	132,2314	0,16714	118,1239	5,1955	6,2082898
110	90,90909	0,16388	81,38907	4,842	5,2269452
115	49,58678	0,16062	44,49184	4,4885	3,4914817
120	8,264463	0,15736	7,431641	4,135	0,7126262
125	0	0,1541	0	3,7815	0
130	0				
150	0	0,1378		2,014	

Valores finais:			
Atenuação em número de fótons:	0,9384	=	93,84 %
Atenuação em fluência energética:	0,9210	=	92,10 %

APENDICE V

LISTAGEM DE PREÇOS PARA POSSÍVEL ORÇAMENTO PARA AQUISIÇÃO DE NOVOS EPI.

	Valor equivalente de chumbo	Peso	Tamanho/Preço (€/C/IVA)		Composição externa	Composição interna	
			S	XL			
Fornecedor 1	Avental de chumbo frente/dorsal	0.25 mmPb	4.1 – 5 Kg	293.99	324.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb	4.3 – 6.7 Kg	317.99	351.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb	5.6 - 7.7 Kg	351.99	332.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
	Avental de chumbo frente/dorsal (Super leve)	0.25 mmPb		355.99	401.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb		406.99	457.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb		447.99	509.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
	Avental de chumbo Frontal Normal	0.25 mmPb	2.8 - 3.5 Kg	207.99	207.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb	3.7 - 4.5 Kg	204.99	230.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb	4.4 - 5.9 Kg	227.99	258.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos

	Avental de chumbo Frontal Super leve	0.25 mmPb	2.38 - 2.98 Kg	234.99	261.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb	3.15 - 3.83 Kg	269.99	308.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb	3.74 – 5 Kg	300.99	345.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
	Conjunto de colete e saia de chumbo Normal	0.25 mmPb	3.7 Kg/m ²	384.99	435.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb	5.2 Kg/m ²	407.99	463.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb	7.4 Kg/m ²	437.99	504.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
	Conjunto de colete e saia de chumbo Super leve	0.25 mmPb	3 Kg/m ²	441.99	516.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.35 mmPb	4.2 Kg/m ²	489.99	575.95	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
		0.5 mmPb	6 Kg/m ²	529.99	628.99	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	80% de chumbo; 20% resina e aditivos plásticos
	Bengaleiro de parede	6 aventais		441.99			
Forneced nr 2	Conjunto de colete e saia de chumbo	0.25 mmPb	Sem referência	732.05	768.35	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.

	0.35 mmPb	Sem referência	762.30	804.65	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.
	0.5 mmPb	Sem referência	822.80	877.25	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.
Avental de chumbo Frontal	0.25 mmPb	Sem referência	242	260.15	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.
	0.35 mmPb	Sem referência	260.15	278.30	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.
	0.5 mmPb	Sem referência	284.35	314.60	Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Várias camadas de vinil e chumbo.
M						
Colar protetor de tiroide	0.35 mmPb	Sem referência	114.95		Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Tecido de chumbo.
	0.5 mmPb	Sem referência	127.05		Nylon-teflon, impermeável, resistente à água e manchas.	Tecido de chumbo.
Fornecedor 3 Colar protetor de tiroide	0.35 mmPb	Sem referência	80.80			Revestido a chumbo.

Tipo de EPI	Valor equivalente de chumbo	Preço médio (€/C/IVA)	Fornec. 1	Fornec. 2	Preço médio de fornec. 1/2 (€/C/IVA)	Fornec. 3	Preço médio de fornec. 2/3(€/C/IVA)	Preço médio Total (€/C/IVA)
Avental de chumbo Frontal (normal)	0.35 mmPb	217,99	253,74	269,23	261,485			1307,425
Avental de chumbo Frontal (super leve)	0.35 mmPb	289,49						
Avental de chumbo Frontal	0.5 mmPb	243,49	283,49	299,48	291,485			874,455
Avental de chumbo Frontal (super leve)	0.5 mmPb	323,49						
Conjunto de colete e saia de chumbo (normal)	0.5 mmPb	471,49	525,49	822,8	674,145			674,145
Conjunto de colete e saia de chumbo (super leve)	0.5 mmPb	579,49						
Avental de chumbo frente/dorsal	0.35 mmPb	334,99	383,74	s/referência	383,74			767,48
Avental de chumbo frente/dorsal (Super leve)	0.35 mmPb	432,49						
Avental de chumbo frente/dorsal	0.25 mmPb	309,49	344,24	s/referência	344,24			2409,68
Avental de chumbo frente/dorsal (Super leve)	0.25 mmPb	378,99						
Colar protetor de tireoide	0.35 mmPb			114,95				97,875
						80,8	97,875	
Total								6131,06