

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA MÉDICA**

Igor Versiani Souza

**AVALIAÇÃO DE UMA SALA DE BRAQUITERAPIA PARA
PROCEDIMENTOS DE ALTA TAXA DE DOSE QUANTO À SUA
ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS VIGENTES DE RADIOPROTEÇÃO**

Uberlândia
2021

IGOR VERSIANI SOUZA

**AVALIAÇÃO DE UMA SALA DE BRAQUITERAPIA PARA
PROCEDIMENTOS DE ALTA TAXA DE DOSE QUANTO À SUA
ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS VIGENTES DE RADIOPROTEÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Física Médica da Faculdade de Física da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a conclusão do Curso e obtenção do título de Físico Médico.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Pereira Neves

Uberlândia
2021

IGOR VERSIANI SOUZA

**AVALIAÇÃO DE UMA SALA DE BRAQUITERAPIA PARA
PROCEDIMENTOS DE ALTA TAXA DE DOSE QUANTO À SUA
ADEQUAÇÃO ÀS NORMAS VIGENTES DE RADIOPROTEÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Física da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para
obtenção do título de Físico Médico.

Uberlândia, 29 de Março de 2021.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Pereira Neves (UFU)

Dr. Rafael Bruno Barbosa Lima

Esp. Angel da Silva Martinez

Uberlândia
2021

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo estímulo,
carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Graça e Alexandre, pelo apoio, torcida e esforços para que alcançasse mais esse objetivo.

Aos meus irmãos “It” e “Iaiaia” pelo afeto, amizade e por serem refúgio nos momentos de cansaço.

A Lorena, minha parceira de jornada, por ser minha melhor amiga e maior incentivadora, que viu em mim o que eu mais gosto de fazer e achou o curso de física médica, o meu muito obrigado por tantos anos de paciência e companheirismo.

Ao corpo docente da UFU, pela transmissão do saber. Em especial, o meu agradecimento ao professor e amigo Lucio Pereira Neves pelo incentivo, amizade, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica e à professora Ana Paula Perini, pelas valiosas sugestões.

Aos queridos colegas de curso Rafael (doutô), Jefin, Otávio – o cara que nunca tinha visto um pé de manga na vida (foi conhecer na UFU), o casal Rafael e Cássia, Maria pequena, Márcio, Samara e Alaine pelos momentos de estudos, superação e companheirismo, os quais foram além de simples companheiros de classe, que serão amigos para uma vida inteira. E ao amigo Marcelo, um dos caras mais inteligentes que já tive o prazer de conhecer, quem sabe será um vencedor de Nobel no futuro...

A clínica RADIALIS, pela maior oportunidade que um estudante apaixonado pela radioterapia poderia ter. E que não seria a melhor clínica se não fosse pelo físico Angel e pela Dr^a Luciane.

Aos amigos e familiares, por compreenderem os momentos de ausência e por trazerem alegria nos momentos de encontro, especialmente ao casal amigo Sarah e Alessandro.

E, a todos que direta ou indiretamente contribuíram pra minha chegada até aqui, o meu muito obrigado!

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa (FREIRE, 2002, p. 69).

RESUMO

SOUZA, I. V. Avaliação de uma sala de braquiterapia para procedimentos de alta taxa de dose quanto a sua adequação às normas regulamentadoras de radioproteção. 2021. 54p. TCC - Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

O câncer é uma doença que se apresenta de várias formas e dentre suas variantes está a do colo do útero, um tipo que possui desenvolvimento lento. Além da dificuldade em seu diagnóstico por causa da referida lentidão em seu processo de desenvolvimento, é uma das neoplasias que mais acometem mulheres em países em desenvolvimento, e por consequência, uma das principais causas de mortalidade feminina. A braquiterapia é, dentre os diversos tratamentos convencionais disponíveis, um tratamento complementar a teleterapia por sua forma de direta de atuação e uso da radiação ionizante no tumor. Deste modo, a presente pesquisa visa apresentar a braquiterapia e avaliar a adequação desta às normas regulamentadoras de radioproteção de uma sala de braquiterapia na cidade de Montes Claros-MG. Para tanto, será desenvolvida uma pesquisa exploratória, de cunho observacional, realizada por meio de estudo qualitativo buscando analisar a adequação e aplicabilidade das normas regulamentadoras de radioproteção na sala de braquiterapia. Assim, com base nas leituras e investigação observacional realizadas para este estudo conclui-se que os objetivos foram atingidos, restando evidenciado que a braquiterapia atua diretamente em contato com o câncer do colo de útero e, por esse motivo, minimiza a irradiações de células sadias nos órgãos adjacentes e sendo verificado que a sala de braquiterapia se encontra em conformidade com os requisitos obrigatórios de radioproteção.

Palavras-chave: Câncer de colo do útero. Diagnóstico. Braquiterapia. Radioproteção. Normas Regulamentadoras.

ABSTRACT

SOUZA, I. V. Evaluation of a brachytherapy room for high dose rate procedures regarding its adequacy to the radioprotective regulatory standards. 2021. 55p. TCC - Instituto de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

Cancer is a disease that presents itself in several ways and among its variants is that of the cervix, a type that has slow development. In addition to the difficulty in its diagnosis because of the referred slowness in its development process, it is one of the neoplasms that most affect women in developing countries, and consequently, one of the main causes of female mortality. Brachytherapy is, among the several conventional treatments available, a complementary treatment to teletherapy due to its direct way of acting and the use of ionizing radiation in the tumor. Thus, the present research aims to present brachytherapy and evaluate its adequacy to the regulatory standards of a brachytherapy room in the city of Montes Claros-MG. For this purpose, exploratory research with observational nature will be carried out through a qualitative study seeking to analyze the adequacy and applicability of the radioprotective regulatory standards in the brachytherapy room. Thus, based on the readings and observational research carried out for this study, it can be concluded that the objectives were achieved, leaving evidence that brachytherapy acts directly in contact with cervical cancer and, for this reason, prevents irradiations from reaching healthy cells. in Organs adjacent organs and being verified that the brachytherapy room follows the mandatory radioprotection requirements.

Keywords: Cervical cancer. Diagnosis. Brachytherapy. Radioprotection. Regulatory Standards.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Aplicação da braquiterapia na região pélvica	24
Figura 2 -	Croqui da sala de braquiterapia.....	25
Figura 3 -	Imagem da sala de braquiterapia.....	26
Figura 4 -	Sinalização exigida pela CNEN-3.01.....	27
Figura 5 -	Porta da sala de braquiterapia.....	27
Figura 6 -	Sala de Comando.....	28
Figura 7 -	Quadro com dosímetro de uso individual e dosímetro padrão.	32
Figura 8 -	Análise de risco da SEVRRRA.....	33
Figura 9 -	Especificações contidas no dosímetro da PRORAD.....	33
Figura 10 -	Sinal sonoro indicando a presença de radiação.....	34
Figura 11 -	Livro de registro de controle de qualidade.....	35
Figura 12 -	Botão de emergência externo.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cálculos de blindagem da sala de braquiterapia.....	26
Tabela 2: Blindagem da sala quente	30
Tabela 3: Limites de doses anuais contidas no Plano de Radioproteção da clínica e em conformidade com a norma CNEN NN-3.01	31
Tabela 4: Avaliação das condições Serviço de Radioterapia da Santa Casa de Montes Claros – Radialis, em conformidade com a CNEN NN6.10.....	36
Tabela 5: Relatório de análise de segurança conforme a CNEN 6.10.....	37
Tabela 6: Análise dos itens de proteção radiológica da Radialis de acordo com a CNEN NN3.01	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS – Sociedade Americana do Câncer – *American Cancer Society*
ALARA – *As Low As Reasonably Achievable*
BAQ – Braquiterapia
BSS – *Basic Safety Standards* – Normas Básicas Internacionais de Segurança
CCU – Câncer do Colo do Útero
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONTER – Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia
CRT – Radioterapia Conformacional Tridimensional
DML – Depósitos de Material de Limpeza
DNA – Ácido desoxirribonucleico
EPI – Equipamento de Proteção Individual
GLOBOCAN – *Global Cancer Observatory*
HDR – *High Dose Rate*
HPV – Papiloma vírus humano
INCA – Instituto Nacional do Câncer
IOEs – Indivíduos ocupacionalmente expostos
LDR – *Low Dose Rate*
mSv – milisieverts
NIC – Neoplasias Intra-epiteliaisCervicais
OMS – Organização Mundial de Saúde
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
PCCU – Preventivo de Câncer no Colo do Útero
RM – Ressonância Magnética
RXT – Radiação Ionizante
SIL – Lesões Intra-epiteliaisEscamosas
SUS – Sistema único de Saúde
TC – Tomografia Computadorizada
UFU – Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
1.2 Metodologia	14
2 A BRAQUITERAPIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER NO COLO DO ÚTERO .	16
2.1 Magnitude do câncer de colo de útero	16
2.2 Prevenção do câncer de colo de útero	17
2.3 Diagnóstico do câncer do colo de útero.....	17
2.4 Breve histórico do Raio x e da radioatividade	18
2.5 Proteção radiológica	19
2.6Braquiterapia	20
3 AVALIAÇÃO DA SALA DE BRAQUITERAPIA.....	22
3.1 Da clínica.....	23
3.2 Sala de braquiterapia	24
3.3 Do equipamento.....	29
3.3.1 Fonte de teste de ⁹⁰ Sr	29
3.3.2 Fontes de ¹⁹² Ir para braquiterapia de alta taxa dedose.....	29
3.4 Da adequação às normas e procedimentos de proteção radiológica em braquiterapia.....	30
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A palavra câncer vem do latim que significa caranguejo. Esse nome está relacionado à semelhança entre as pernas do crustáceo e os tentáculos do tumor, que se infiltram nos tecidos saudáveis do corpo. Os tumores ocorrem quando algumas células de um organismo se multiplicam de forma descontrolada devido a uma anormalidade (BIAGI; CHIATTONE, 2010).

O câncer corresponde a diversas patologias malignas causadas pelo crescimento e proliferação desordenada das células. Tais células sofreram alterações no seu material genético, e invadem tecidos e órgãos de forma agressiva, determinando a formação de tumores. A sua classificação dependerá de qual tecido foi afetado, em alguns casos as células tumorais podem atingir outros tecidos a partir de uma lesão, este processo é denominado de metástase (FREIRE *et al.*, 2018).

O câncer é uma doença que vem assolando muitas vidas na atualidade, e por essa razão tem despertado interesse em estudiosos nesse assunto ao redor do mundo. Dentre os vários tipos de câncer, também conhecidos como neoplasia, está o do colo de útero, variante dessa doença que possui evolução consideravelmente lenta.

O câncer do colo do útero (CCU) é considerado uma das doenças mais graves que acomete as mulheres. De acordo com o Instituto Nacional do Câncer – INCA (2018), o CCU, também chamado de câncer cervical, demora muitos anos para se desenvolver. As alterações das células que podem desencadear o câncer são descobertas facilmente no exame preventivo (conhecido também como Papanicolau), por isso é importante a sua realização periódica.

A principal alteração que pode levar a esse tipo de câncer é a infecção pelo papiloma vírus, o HPV, com alguns subtipos de alto risco e relacionados a tumores malignos. O câncer cervical guarda estreita relação com a infecção pelo Papiloma vírus humano (HPV). Fato amplamente difundido através de estudos que utilizaram técnicas de biologia molecular, onde os diversos subtipos do HPV foram descritos. Alguns mais persistentes e agressivos do que outros com a alta capacidade evolutiva para o câncer cervical (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

Segundo Girão *et al.* (2009), estudos sugerem que a infecção por HPV seja comum em mulheres jovens logo após o início da atividade sexual, diminuindo com o passar dos anos e, possivelmente, refletindo a eliminação do vírus por mecanismos imunológicos. As mulheres que permanecem infectadas entre 30 a 50 anos de idade estão sob risco de desenvolver anormalidades epiteliais reconhecidas como precursoras do câncer.

O desenvolvimento da neoplasia maligna do colo do útero envolve uma gama de anormalidades celulares epiteliais que se iniciam como lesões intraepiteliais e culminam no

câncer. As lesões, denominadas em conjunto como neoplasias intra-epiteliais cervicais (NIC), são subdivididas em graus crescentes de gravidade (I, II e III). Esse conceito foi introduzido por Richart, em 1967, para classificar as diferentes etapas do processo de carcinogênese no colo do útero, enfatizando o potencial evolutivo dessas alterações (GIRÃO et al., 2009).

As taxas de incidência de lesões pré-invasivas do câncer de colo uterino do câncer do colo do útero moderado e graves têm aumentado nas mulheres mais jovens. Pode se pressupor que tais resultados ocorram porque as mulheres estão iniciando a atividade sexual mais precocemente (BIAGI; CHIATTONE, 2010).

Conforme as estimativas do INCA, a incidência de câncer no Brasil, válidas para o ano de 2020, de taxa bruta por 100 mil habitantes de CCU em mulheres no Brasil é de 16370 (15,43%). No mesmo período, no Estado de Minas Gerais foram diagnosticados 2601 novos casos de CCU no Sistema único de Saúde (SUS), sendo considerado como a terceira causa de morte por câncer em mulheres no Brasil (INCA, 2020).

Sua incidência está associada a vários fatores de risco correspondendo entre 80 a 90% dos casos em relação às neoplasias aos hábitos sociais, ao estilo de vida da população e principalmente pelo comportamento sexual adotado pelas mulheres. Os principais fatores de risco podem ser tabagismo, obesidade, doenças cardiovasculares, respiratórios, ambiente social e cultura (INCA,2020)

O CCU, embora apresente lentidão na sua evolução, pode ser precocemente detectado se encontradas lesões pré-malignas, ou seja, lesões que podem evoluir para o câncer, apresentando fases pré-invasivas caracterizadas por lesões conhecidas como neoplasias intraepiteliais cervicais (NIC) ou lesões intra-epiteliais escamosas (SIL). Nessa fase há grandes chances de cura, conforme mostraram os estudos de Pinho e Mattos (2012). No Brasil, estudos revelaram que o CCU está entre as quatro primeiras taxas de incidência e mortalidade em mulheres, sendo assim considerado um problema de saúde pública (BRENNNA et al., 2011).

Saber qual o tipo de câncer e sua localização anatômica são importantes para definir o tratamento mais adequado para a paciente. O presente estudo leva em consideração os efeitos e usos da braquiterapia como foco de pesquisa, embora não tenha sido perdido de vista a existência de outros tratamentos úteis, a depender do estágio em que se encontra o desenvolvimento da doença. Em síntese, os tratamentos de neoplasias envolvem, geralmente, mais de uma técnica, seja ela de natureza radioterápica ou quimioterápica (LIMA, 2013).

A braquiterapia é uma modalidade de tratamento de radioterapia, que faz o uso de uma fonte de radiação é posicionada próxima ou no interior da paciente, com proximidade aos volumes alvo tumorais. O prefixo “braqui”, originou-se do grego *Brachys* e significa “curta

distância”. A partir da fonte de radiação com o tecido tumoral, teria como auxílio uma das vantagens de facilitar que a radiação atue mais (ESTEVES; OLIVEIRA; FEIJÓ, 2014).

Rostelato (2005, p. 13) define a braquiterapia como “o método no qual fontes radioativas seladas são colocadas em contato com o tumor. A lesão é atingida por alta dose de radiação, reduzindo-se sensivelmente nos tecidos sadios das vizinhanças”.

Verifica-se, conforme será evidenciado no decorrer deste trabalho, que a braquiterapia é, dentre os diversos tratamentos convencionais disponíveis, um dos mais eficazes por sua forma de direta de atuação e uso da radiação ionizante no tumor.

1.1 Objetivos

O presente estudo tem por objetivo central, apresentar a braquiterapia e avaliar a adequação às normas regulamentadoras de radioproteção nacionais de uma sala de braquiterapia de alta taxa de dose com pós carregamento remoto na cidade de Montes Claros-MG.

Como objetivos específicos, buscar-se-á:

- Descrever um breve histórico do raio x e da radioatividade;
- Analisar a proteção radiológica e algumas de suas particularidades;
- Caracterizar a braquiterapia e sua utilização no tratamento de CCU.

1.2 Metodologia

Trata-se de um estudo do tipo revisão da literatura, com abordagem descritiva exploratória, cujo objetivo foi abordar a braquiterapia enquanto tratamento complementar do CCU.

O processo requer a elaboração de uma síntese pautada em diferentes tópicos, capazes de criar uma ampla compreensão sobre o conhecimento. Através desse processo que novas teorias surgem, bem como são reconhecidas lacunas e possibilidades para o surgimento de pesquisas num assunto específico. A revisão da literatura é um primeiro passo para a concepção do conhecimento científico de qualidade além do conhecimento metodológico direto (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011).

Configura-se ainda como pesquisa qualitativa, de modo que podemos partir do princípio de que a pesquisa qualitativa é aquela que trabalha principalmente com dados e informações coletadas pelo pesquisador de maneira não expressa em números, ou então os

números e as conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise (DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008).

Visto isso, a mesma foi desenvolvida em cinco etapas, tendo como início a delimitação do tema, das palavras-chave e dos objetivos; seguido pelo estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos textos, e também das bases de dados utilizadas e os periódicos de referências; categorização e coleta dos estudos; análise dos trabalhos encontrados, e identificação, discussão dos resultados e conclusão do estudo.

A revisão da literatura é aquela em que elementos são examinados a partir de atividades já publicadas anteriormente, assentando de embasamento para a investigação e interpretação do mesmo formando-se assim um atual estudo científico (GIL, 2012).

Como a braquiterapia é um tratamento radioterápico, optou-se por retomar conceitos sobre a radiação ionizante, base para os tratamentos radioterápicos. Buscou-se conceitos no trabalho de Okuno (2018) em que esta faz uma análise sobre os efeitos benéficos e danosos da radiação. Foram utilizados conceitos físicos de Garcia (2002) e como embasamento, os estudos de Mendes (2008). Os referidos autores foram de extrema importância para que este estudo tivesse um arcabouço mais sólido, visto que sem estes não seria possível analisar os estudos propostos com propriedade.

A fim de aprofundar no tratamento de braquiterapia, foi buscado, como base para o presente estudo, informações na tese de doutorado de Rostelato(2005), visto a necessidade de dedicar um espaço mais detalhado sobre o tratamento da braquiterapia. Apoiou-se nos estudos de Almeida et al (2015) como base para definições primárias sobre o câncer, ainda considerado em sua visão mais abrangente.

Como percurso final, realizou-se ainda um estudo observacional como forma de propiciar e embasar a análise de dados da pesquisa, tendo sido realizada no transcurso do estágio supervisionado em uma clínica de radioterapia especializada em braquiterapia de CCU, na cidade de Montes Claros-MG.

A partir da rotina vivenciada, o autor buscou analisar a adequação e aplicabilidade das normas regulamentadoras de radioproteção na sala de braquiterapia.

2 A BRAQUITERAPIA NO TRATAMENTO DO CÂNCER NO COLO DO ÚTERO

2.1 Magnitude do câncer de colo de útero

O câncer do colo do útero é o terceiro tumor mais presentes entre as mulheres e o mesmo vem crescendo cada vez mais na população feminina, com altas taxas de novos casos e de óbitos por essa neoplasia, com aproximadamente 600 mil novos casos no mundo, sucedendo-se apenas para o câncer de mama com 1,7 milhões de casos que o segundo mais incidente no mundo (INCA, 2018).

As maiores incidências do CCU dividiram-se pela América Latina, África, Caribe, Sul e Sudeste da Ásia. A América Latina aponta um dos mais altos incidisse chegando a 35% de todos os tipos de câncer em mulheres (GLOBOCAN, 2018).

No Brasil, segundo as estimativas realizadas para os anos de 2020-2022, é esperado o equivalente a 16590 novos casos do câncer do colo do útero para cada ano do triênio, com o risco estimado de 15,43% casos a cada 100 mil mulheres. Em 2017, ocorreram 5430 óbitos por esta neoplasia, representando uma taxa de mortalidade ajustada para a população mundial de 4,86 óbitos para cada 100 mil mulheres (INCA, 2020).

As taxas de ocorrências estipuladas e de mortalidade no Brasil expõe valores intermediários com relação aos países desenvolvidos. Todavia, programas de detecção precoce bem-organizados como nos países europeus, Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália exibem as menores taxas, enquanto países da América Latina e, sobretudo, de regiões mais pobres da África, apresentam valores bastante elevados (INCA, 2017).

Segundo o *Global Cancer Observatory* – Globocan, cerca de 85% dos casos de câncer do colo do útero decorreram nos países subdesenvolvidos e a mortalidade por essa neoplasia varia em até 18 vezes entre as diferentes regiões do mundo, com taxas de menos de 2 por 100.000 mulheres, na Ásia Ocidental e de 27,6 na África oriental (GLOBOCAN, 2018).

Em Minas Gerais esse crescimento é significativo, do ano de 2015 que foi estimado 880 casos, e para os anos de 2018/2019 com estimativa de 1090 casos, com risco considerado de 30,55 para cada 100 mil mulheres, na capital Belo Horizonte é semelhante a 240 casos novos com risco estimado de 41,79 mil (INCA, 2016).

O CCU é mais incidente na região Nordeste com (6,030/ 100 mil). A região Sudeste é o segundo mais frequente apresentando um índice de (4,420/ 100 mil). Nas regiões Norte (2,300/ 100 mil) e Sul (2,130/ 100 mil) e detectado como terceiro mais frequente e a região Centro-Oeste (1,490/ 100 mil) na quarta mais incidente (INCA, 2020).

2.2 Prevenção do câncer de colo de útero

Segundo recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) e Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), um padrão de qualidade de uma cobertura e rastreamento da população de risco seria necessário para conseguir uma redução de novos casos.

Como forma de diminuir a incidência, os agravos e a mortalidade por essa neoplasia, utilizam-se duas formas de prevenção fundamentais, a prevenção primária e a prevenção secundária (BRASIL, 2014).

A prevenção primária do CCU está relacionada à diminuição do risco de contágio pelo HPV. A transmissão da infecção pelo HPV ocorre por via sexual, conseqüentemente, o uso de preservativos (camisinha) durante a relação sexual com penetração protege parcialmente do contágio pelo HPV. Atualmente há duas vacinas aprovadas e comercialmente disponíveis no Brasil, a bivalente, que protege contra os tipos oncogênicos 16 e 18, e a quadrivalente, que protege contra os tipos não oncogênicos 6 e 11 e os tipos oncogênicos 16 e 18. Ambas são eficazes contra as lesões precursoras do câncer do colo do útero, principalmente se utilizadas antes do contato com o vírus (OMS, 2016).

Na prevenção secundária, as estratégias para a detecção precoce são o diagnóstico precoce (abordagem de indivíduos com sinais e/ou sintomas da doença) e o rastreamento, que consiste na aplicação de um teste ou exame em uma população assintomática, aparentemente saudável, com objetivo de identificar lesões precursoras ou sugestivas de câncer e encaminhá-las para investigação e tratamento (OMS, 2016).

2.3 Diagnóstico do câncer do colo de útero

Conforme os estudos de Parkin (2002), 80% das incidências do câncer de colo de útero são provenientes de países em desenvolvimento na qual o Brasil se enquadra, afetando mulheres entre 40 e 60 anos, de classes socioeconômicas mais baixas e com difícil acesso à rede de saúde.

As orientações transmitidas ao público na atenção primária e as tecnologias utilizadas no diagnóstico são consideradas instrumentos essenciais na prevenção de várias doenças, inclusive para o CCU.

As formas de diagnosticar o câncer do colo do útero segundo INCA (2014) são:

1- Anamnese: realizado mediante as queixas sinais e sintomas da paciente, devendo ser dirigida especialmente para os fatores de risco;

2- Exame Físico: serve para detectar ou excluir ou excluir presença de metástase, quando diante de um câncer em estágio avançado, este exame incluiu a palpação do fígado, regiões supra-ventriculares e inguinais;

3- Exame Especular: tem como objetivo mostrar as possíveis lesões presentes no canal cervical, com características exofítica, endofítica, ulcerativa ou polipoide, que passam de uma neoplasia;

4- Exame de Citologia Oncótica (Papanicolau): considerado o principal método de rastreamento para o CCU, realizado através da coleta de material da ectocérvice (com auxílio da espátula de Ayres) e da endocérvice (com auxílio de uma escovinha endocervical).

2.4 Breve histórico do Raio X e da radioatividade

É consenso nos livros de física que a descoberta dos raios-X é creditada ao físico experimental Wilhelm Conrad Röntgen, descobertos, no ano de 1895. Segundo Okuno (2018), ele dividia seus dias entre aulas e pesquisas. Ao estudar sobre a condutividade dos gases e descargas elétricas no tubo de Crookes, ou tubo de raios catódicos, em uma sala escura a uma distância razoável da válvula, havia uma folha de papel, que funcionava como uma espécie de tela. O surpreendente foi notar que essa folha emitia uma luz, uma luminescência fraca, porém suficiente para chamar atenção do professor que estava diante de uma descoberta prestes a marcar sua carreira. Ao colocar objetos tais como livro ou madeira entre a tela, notou que estes pareciam transparentes, sendo uma surpresa ainda maior quando sua mão acidentalmente escorregou em frente à válvula e a tela, sendo possível ver seus ossos projetados nesta (XAVIER et al., 2007).

Röntgen logo observou a capacidade que os raios recém-descobertos tinham de penetrar objetos, porém não com a mesma intensidade a depender dos materiais, pois em alguns encontrava maior ou menor resistência (GARCIA, 2002).

As descobertas de Röntgen foram importantes para dar prosseguimento aos estudos de uma propriedade de vital importância para os futuros tratamentos de neoplasias: a radioatividade (XAVIER et al., 2007).

Antoine H. Becquerel, professor de física em Paris, interessado nos estudos de fosforescência e fluorescência, logo se viu interessado ao tomar conhecimentos das descobertas de Röntgen a fim de saber se as substâncias eram fluorescentes ou se emitiam raios-X (GARCIA, 2002, p.83).

Ao estudar o urânio, observou que a radiação penetrante era originária do próprio elemento. Esse fenômeno passou a ser chamado de “raios de Becquerel”. Posteriormente, em 1898, este fenômeno foi batizado de radioatividade pela polonesa Marie S. Curie. Marie testou a hipótese de que esse fenômeno não era específico do urânio, podendo ser observado em outros elementos químicos. Desse ponto, passou a buscar outros elementos que possuísem os então “raios de Becquerel”, mudança de foco significativa nos seus estudos (FERREIRA; TELES, 2010).

Posteriormente, descobriu-se que o tório tinha a mesma propriedade radioativa. Esse campo de estudo atraiu Pierre Curie (OKUNO, 2018). A partir desses estudos, consequentemente, foram descobertos os elementos polônios e o rádio, elementos que possuíam radioatividade natural.

No decurso dos estudos, em 1900, Ernest Rutherford e o físico francês Pierre Curie identificaram dois tipos distintos de emissão dos elementos radioativos, as famosas partículas alfa e beta. Simultaneamente, o francês Paul U. Villard identificou uma terceira espécie de emissão de radiação: a gama (XAVIER et al., 2007).

Em 1934, o casal Irene Curie e Frédéric Joliot, filha e genro de Marie Curie, descobriram outra forma de radioatividade, a artificial. Segundo Xavier et al (2007), realizou-se o bombardeamento de uma folha de Al-27 e foi observado a criação de um novo isótopo radioativo, o P-30. Este experimento mostrou ser possível fabricar radioisótopos que não existiam na natureza, através do bombardeamento de um núcleo estável.

Várias são as características positivas da radiação: radiografias dos órgãos humanos, tratamentos de câncer, como bem ilustra Okuno (2018). Se por um lado temos características positivas, vale ressaltar também a presença de efeitos nocivos. Marie Curie morreu de câncer devido aos quase 30 anos de seus estudos com o elemento rádio. Infelizmente só depois de sua morte é que foram descobertos os efeitos da radiação ionizante, em especial seu poder de destruição do ácido desoxirribonucleico (DNA) de seres vivos (OKUNO, 2018. p. 05).

2.5 Proteção radiológica

Segundo Lotufo (1990) os nossos sentidos não percebem a radiação, seus efeitos vão ser percebidos quando manifestados no futuro, caso a proteção radiológica não seja adequada.

O objetivo principal da proteção radiológica é fornecer condições seguras de trabalho aos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE), aos descendentes e meio ambiente, e

conscientizá-los da necessidade de utilizar técnicas radiográficas que reduzam a dose de radiação no paciente (FUNARI, 2000).

Os fundamentos da proteção radiológica obedecem ao princípio “*As Low As Reasonably Achievable*” (ALARA), expressão que pode ser traduzida como “tão baixo quanto possivelmente exequível”, numa referência à utilização de doses mínimas suficientes para o cumprimento de suas finalidades (CARVALHO; VILLAR, 2018). Os organismos nacionais e internacionais que regulam as normas de proteção radiológica estabeleceram princípios para que todos os profissionais que lidam com radiações ionizantes, paciente e público em geral, possam conviver de uma forma segura e harmoniosa com essa forma de energia. Os princípios são: justificativa, otimização e limitação de dose (CERUTTI, 2019).

Dependendo da finalidade, os Equipamentos de Proteção Individuais – EPI’s são variados tais como: saias, coletes, óculos, protetores de gônadas, aventais, luvas, protetores de tireoide e outros (DIMENSTEINS, 2016).

Segundo Gonçalves (2017, p.136), o EPI pode ser definido como “todo equipamento de uso pessoal cuja finalidade é proteger a saúde ou a integridade física do trabalhador da exposição a agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos, porventura, presentes no ambiente de trabalho”.

O sistema de proteção tem como objetivo minimizar efeitos danosos, pois em proteção radiológica considera-se que os efeitos biológicos produzidos pelas radiações ionizantes são cumulativos. A prevenção é uma ação de evitar ou diminuir os riscos profissionais através de um conjunto de medidas tomadas no licenciamento e em todas as fases de atividade do estabelecimento ou do serviço (FESTI, 2003, p. 76).

Ressalta-se ainda que a empresa é obrigada, através de imposições legais, a fornecer os equipamentos conforme Piza (1997, p. 34): “A empresa é obrigada a fornecer ao empregado gratuitamente o EPI adequado ao risco e em perfeito estado de funcionamento e conservação, treinar o empregado quanto ao seu uso adequado e tornar obrigatório seu uso”. E treinar o funcionário para fazer o armazenamento correto do EPI.

2.6 Braquiterapia

Conforme Marin et al. (2008), Henri Becquerel, em 1901, ao trabalhar em parceria com o Pierre Curie, queimou-se acidentalmente. Depois disso, decidiram espalhar rádio (Ra-226) impuro no braço de Becquerel durante 10 horas. Contudo, essa experiência provocou crostas e

uma úlcera. Estipula-se que a pele de Becquerel demorou 52 dias para recuperar-se, deixando uma cicatriz.

Silva (2015) afirma que em 1901, Pierre Curie sugeriu a um médico francês, de nome Alexandre Danlos, após realizar testes em seu braço com tubos de Ra-226, observou que a radioatividade poderia ser utilizada no tratamento do câncer, pois o eritema de seu braço evoluiu para uma necrose do tecido. Decorrido o fato, Curie emprestou ao Dr. Danlos, seu amigo, uma pequena quantidade de rádio, o que foi utilizada para preparar aplicadores de superfície no tratamento de lesões de pele, sendo este o marco clínico da braquiterapia.

O uso da braquiterapia remonta aos primórdios do século XX. Em 1914, foram desenvolvidas as primeiras agulhas de rádio constituídas de rádio puro, encapsulado em aço ou platina. Adicionalmente, o gás radônio também era utilizado em finos tubos de vidro implantados diretamente no tumor de forma permanente (ESTEVEES et al., 2014).

Segundo Rostelato (2005), até metade do século XX o Ra-226 foi utilizado para o controle local de tumores, porém foi só a partir do desenvolvimento dos reatores nucleares durante a Segunda Guerra Mundial com a produção em escala industrial de fontes radioativas, a exemplo do Co-60, Ta-182, Au-198, Cs-137, Ir-192 e I-125, que esses estudos foram desenvolvidos.

A braquiterapia ocorre por meio de isótopos radioativos inseridos dentro do corpo do paciente ou próximo, para que seja posteriormente liberada a radiação ionizante (MENDES, 2008).

Este tratamento, segundo Frigato e Hoga (2003), apresenta-se de duas formas distintas: fracionada utilizando programação via computador a fim de diminuir o tempo de exposição e a de baixa taxa, *Low Dose Rate* (LDR). Nesse segundo caso, o tempo de exposição à radiação é maior, desse modo o paciente precisa ser internado.

Nas definições de Lima, Lopretoe Lima Júnior (2013), a etimologia do termo braquiterapia origina-se no grego *brachys*, que significa perto. Este tratamento realiza a radiação em contato direto com os tecidos. Neste tratamento são implantados materiais radioativos em forma de sementes pequenas encapsuladas com titânio. Destaca-se que o tratamento da braquiterapia, como tem a radiação em contato direto com o tecido cancerígeno, acaba por preservar os órgãos de risco próximos.

Segundo Rodrigues (2009), a versatilidade da técnica de braquiterapia é imensa sendo aplicada sob a forma de sementes radioativas com dimensões diminutas e com marcadores radiopacos ou sob a forma de fios flexíveis.

Lima, Lopretoe Lima Júnior (2013, p. 03) classificam a braquiterapia em duas formas de apresentação: permanente e temporária. Na permanente, as sementes são colocadas e permanecem no organismo, o que não agride o paciente por conta da baixa taxa da dose, permitindo ao “paciente uma vida quase sem restrições após o implante, é feita sem a necessidade de internação”. No caso das sementes temporárias, o período de uso é prefixado, durando de dias até anos.

Cumprido destacar que o efeito biológico das radiações nos tecidos orgânicos ocorre, segundo os estudos de Gunderson (2006), basicamente, de duas formas. No efeito direto, a atuação ocorre diretamente nos componentes celulares do DNA, proteínas e lipídios, o que altera suas estruturas. Isso corresponde a 30% do efeito biológico total causado pelas radiações. O efeito indireto. Nesse caso, tem-se a produção de radicais livres localizados, a partir das moléculas de água, já que estas estão presentes em todo o corpo. Nesse processo, a hidroxila, principal radical oxidante, resultante da radiólise da água, ao reagir com moléculas orgânicas origina os radicais livres orgânicos. Ainda segundo os estudos de Gunderson (2006), a presença desses radicais aumenta o potencial lesivo da radioterapia.

Na braquiterapia, a dose de radiação afeta muito pouco os tecidos sadios vizinhos, se comparado com a teleterapia, por exemplo. Tudo isso é relativo ao tamanho dos tumores. No caso de tumores maiores, é recomendada a utilização de vários cateteres para que a dose seja mais bem distribuída ao longo do tumor (GUIMARÃES et al., 2009).

3 AVALIAÇÃO DA SALA DE BRAQUITERAPIA

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir da observação e análise da adequação às normas regulamentadoras de radioproteção e especificidades de uma sala de braquiterapia utilizada no tratamento de câncer do colo do útero da Santa Casa de Misericórdia da cidade de Montes Claros-MG. Para tanto, foi realizado um levantamento das características organizacionais da sala, com a determinação das suas dimensões e também dos principais objetos nelas contida, bem como inclusão de imagens fotográficas a fim de evidenciar suas principais peculiaridades. Por fim, foi feita uma análise da sala referente as diretrizes básicas de proteção radiológica em radioterapia, verificando se a mesma está de acordo com a CNEN NN-3.01¹.

¹ Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/normas.asp?grupo=3>. Acesso em 02 dez. 2020.

3.1 Da clínica

A clínica em análise trata-se do Serviço de Radioterapia da Santa Casa de Montes Claros – Radialis, entidade de fins filantrópicos que concentra cerca de 90% dos seus atendimentos em pacientes do SUS, reconhecida pela revista americana Newsweek como um dos melhores hospitais do mundo².

Inicialmente planejada para atendimento de teleterapia e braquiterapia, as instalações da Radialis contam com 02 salas de teleterapia, 01 sala de braquiterapia, 01 sala de simulação e planejamento e 01 sala quente.

A sala quente é destinada ao depósito de fontes radioativas de HDR exauridas (irídio-192) aguardando reexportação e da fonte de estrôncio-90 para aferição dos sistemas dosimétricos.

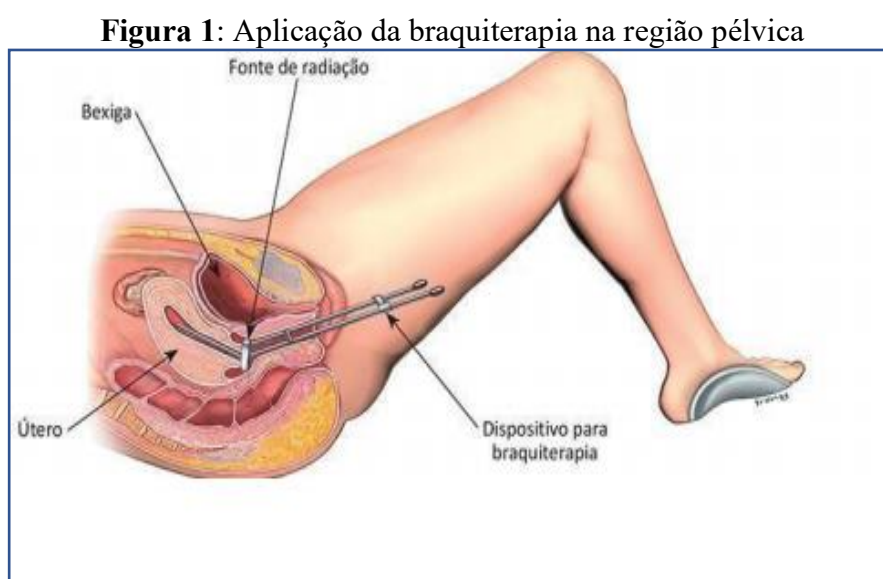
O espaço interno da organização conta ainda com Sala de Física Médica e planejamento de tratamentos, onde os colaboradores discutem os melhores planos para os pacientes; sala de preparo e repouso para pacientes com instalações sanitárias, postos de enfermagem na ala de tratamento, para assistência e acompanhamento dos pacientes, salas de espera para pacientes e acompanhantes que estão em tratamento com instalações sanitárias. Também existem cinco consultórios médicos com sala de exames e instalações sanitárias, salas de moldes e máscara, salas de reuniões e biblioteca, copa, depósitos de material de limpeza (DML), instalações sanitárias com vestiários para funcionários, circulação interna para pacientes em consulta, salas de recepção, salas de espera geral para novos pacientes e retornos, instalações sanitárias anexas à sala de espera.

Cumprir destacar que todo o período de realização do estágio, bem como a coleta de informações para a presente pesquisa contou com o aporte, acompanhamento e instruções do físico médico e supervisor responsável pela proteção radiológica da clínica.

² Disponível em: <https://webterra.com.br/2021/03/08/santa-casa-de-montes-claros-e-reconhecida-como-um-dos-melhores-hospitais-do-mundo/#:~:text=No%20ano%20em%20que%20completa,Melhores%20Hospitais%20do%20Mundo%202021>. Acesso em 09 mar. 2021.

3.2 Sala de Braquiterapia

A braquiterapia é uma forma de radioterapia interna em que uma fonte de radiação é posicionada em contato próximo aos volumes alvo tumorais. A partir da fonte de radiação com o tecido tumoral, teria como auxílio uma das vantagens de facilitar que a radiação opere mais diretamente o tumor, de forma a minimizar o efeito sobre os tecidos adjacentes (DUARTE, 2018). A figura 1 ilustra a aplicação do procedimento de tratamento de uma braquiterapia ginecológica.



Na braquiterapia HDR emprega-se uma alta taxa de dose de radiação que envolve uma única fonte radioativa ao lado, ou interior do tumor, em um tempo curto, geralmente minutos. (INSTITUTO ONCOGUIA, 2014).

A clínica avaliada no tratamento de braquiterapia (figura 2) possui uma sala blindada e sala de controle, onde encontra-se instalado um aparelho de braquiterapia de HDR GammaMed Plus, fabricante VARIAN³. Este equipamento foi instalado, aceito, comissionado e liberado para funcionamento pela CNEN.

3

Disponível em: https://varian.widen.net/view/pdf/ygklbcuzex/GammaMedplus_ProductBrief_RAD10591_June2020.pdf?u=bmxzem. Acesso em 19 dez. 2020.

A blindagem da sala de braquiterapia foi projetada de acordo com as recomendações da CNEN, conforme tabela 1, considerando os requisitos do *Basic Safety Standards* – Normas Básicas Internacionais de Segurança (BSS) da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA). Como mostra no (Anexo I) os pontos referentes as áreas circunvizinhas à sala de braquiterapia.

Tabela 1: Cálculos de blindagem da sala de braquiterapia

Vizinhança referente ao ponto:	Classificação	Natureza da vizinhança
1	Área Livre	Sala Simulação 01
2	Área Livre	Calçada
3	Área Livre	Sala Teleterapia 01
4	Área Controlada	Comando
5	Área Livre	Auditório
6	Área Controlada	Porta
Piso	Não se aplica	Solo

Fonte: Plano de Radioproteção Radialis (2020)

A sala (figura 3) é grande o suficiente para acomodar o equipamento *GammaMed plus*, permitindo toda a amplitude de movimento da mesa de tratamento. Todo o espaço foi planejado com armários para armazenar dispositivos de tratamento, dispositivos de imobilização, blocos e equipamentos de controle de garantia de qualidade.

Um símbolo de radiação encontra-se devidamente afixado na porta, alertando sobre o perigo de radiação e números de telefones para chamar em caso de emergência, em conformidade com a CNEN (figura 4).

armazenamento blindado para todas as fontes e possui instalações para receber, preparar, calibrar e retornar fontes.

Figura 5: Porta da sala de braquiterapia

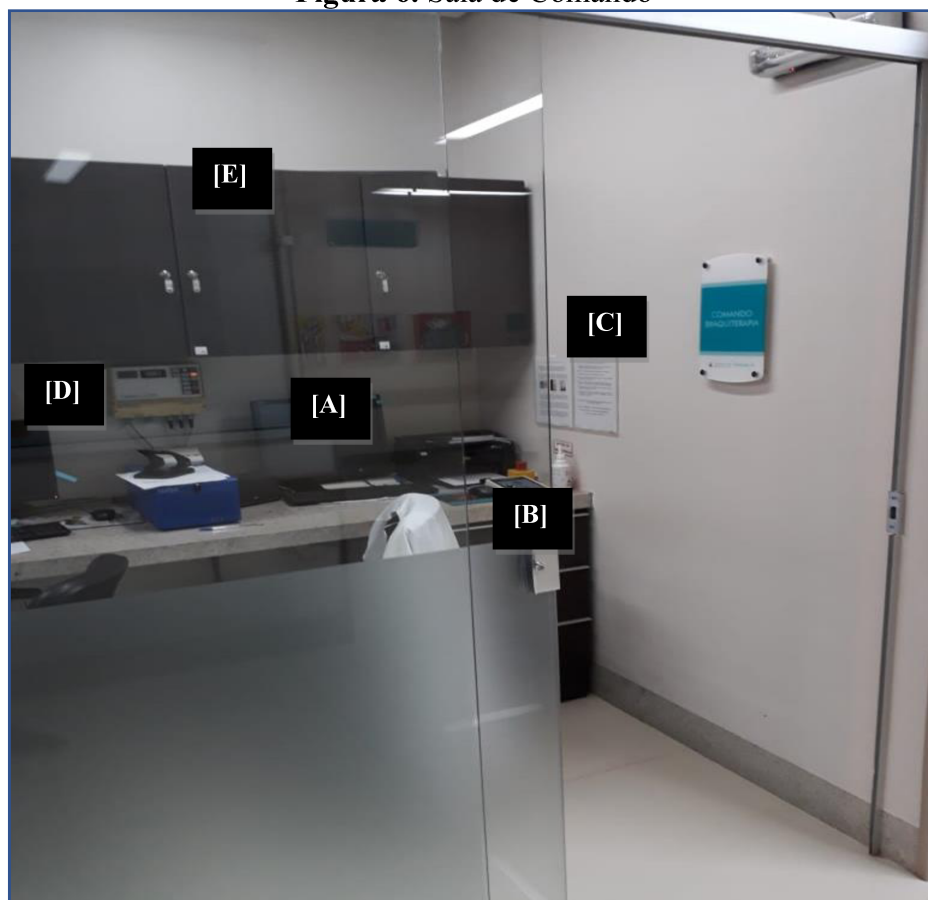


Fonte: Arquivo do autor (2021)

Observa-se ainda a placa de advertência de “Área Controlada” “Radiação X Acesso Restrito”, bem como especificações para serem utilizadas “em caso de falha na interrupção do feixe após programação efetuada ou no caso de uma situação de emergência” (Anexo II), em conformidade com a CNEN.

Com vista para a sala de tratamento, encontra-se a área de trabalho do técnico especialista com console de controle para a unidade, sistema de intercomunicação áudio visual e computador associado à máquina de tratamento. Isso inclui ainda um sistema de gerenciamento de informações, imagens eletrônicas ou cálculo de tempo de tratamento. A sala de comando da braquiterapia como mostra a figura 6, de onde o técnico acompanha a paciente com o sistema áudio visual.

Figura 6. Sala de Comando



Fonte: Arquivo do autor (2021)

- [A] Computador para comando gammamed plus iX v.1.2 de gerenciamento
- [B] Botão de emergência
- [C] Instruções para o caso de alguma emergência
- [D] Monitor de área gammaLux WRL2, com sinal sonoro e luminoso de três fases que para detecção de raios gama de 50 – 1300 com sinal óptico e sonoro
- [E] Armário para armazenagem de fichas e documentos

Verifica-se que a sala de braquiterapia HDR encontra-se em uma área devidamente protegida e segura e todos os seus cálculos encontram-se disponibilizados no Plano de Radioproteção, elaborado anualmente, totalmente em conformidade com as normas CNEN-NN-3.01 e CNEN NN 6.10 R.

3.3 Do equipamento

Uma série de etapas importantes devem ser tomadas antes, durante e imediatamente após a chegada e instalação do equipamento da sala de braquiterapia, devendo as fontes de radiação serem recebidas, registradas e armazenadas com segurança.

O Serviço de Radioterapia dispõe também de fonte de teste (Sr-90) para controle de

qualidade de câmara de ionização e fontes de (Ir-192) para Braquiterapia de HDR.

3.3.1 Fonte de teste de ^{90}Sr

- Modelo PTW – n °48002-0736
- N°. da fonte encapsulada HE388
- Atividade inicial = 33,3 MBq – data da medição: 14/12/2000
- Certificado de calibração n°. CO25611

3.3.2 Fontes de ^{192}Ir para braquiterapia de alta taxa dedose

- Radionuclídeo: Irídio- ^{192}Ir ($T_{1/2} = 74,2$ dias);
- Radionuclídeo filho: Platina-192;
- Atividade nominal = 370 Gbq (10Ci);
- Fabricante: Mallinckrodt Medical B.V.;
- Características físicas: fonte selada em encapsulamento metálico;
- Dimensões:
 - Diâmetro Total: 0,9mm
 - Diâmetro ativo: 0,6mm
 - Comprimento Total: 4,52mm
 - Comprimento Ativo: 3,5mm
 - Diâmetro do cabo: 0,9 mm em toda extensão
- Energias:
 - Energia máxima dos betas: 0,67MeV
 - Energia média dos betas: 0,175MeV
 - Energia dos gamas: 0,296 MeV (29%), 0,308 MeV (30%), 0,317 MeV (81%), 0,468 MeV (49%).
 - Constante Gama = 4,8 R.cm²/h.mCi
 - Camada semi-redutora = $X_{1/2}$ (Pb) = 0,5cm.

A sala quente é utilizada com a finalidade de armazenamento de fontes de Irídio-192 exauridas, provenientes da braquiterapia de alta taxa de dose, que aguardam reexportação. Na tabela 2, seguem descritos dados do cálculo de blindagem da sala quente.

Tabela 2: Blindagem sala quente

Vizinhança referente ao ponto	Classificação	Natureza da vizinhança
1, 4, 5	Área Livre	Sala HDR
2, 7, 8	Área Livre	Teleterapia 02
3, 3*, 11	Área Livre	Área técnica / Auditório
6	Área Livre	Calçada
9, 9*	Área Controlada	Comando
10	Área Livre	Corredor circulação
12	Área Livre	Corredor circulação
13	Área Controlada	Porta
Piso	Não se aplica	Solo

Fonte: Plano de Radioproteção Radialis (2020)

3.4 Da adequação às Normas e Procedimentos de Proteção Radiológica em Braquiterapia (HDR)

De acordo com a atual norma vigente CNEN NN-3.01, o limite máximo de dose anual para indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs) é 20mSv/ano, ou 0,4 mSv/semana. Todas as áreas protegidas pelas barreiras foram calculadas utilizando o limite de dose individual para indivíduos do público que é 1mSv/ano ou 0,02mSv/semana.

Os limites de dose anuais fixados no Plano de Radioproteção da clínica em comento são os mesmos da norma CNEN NN-3.01, discriminados na tabela 3:

Tabela 3: Limites de dose anuais contidas no Plano de Radioproteção da clínica e em conformidade com a norma CNEN NN-3.01.

LIMITES DE DOSE ANUAIS ^[A]			
Grandeza	Órgão	IOE	Indivíduo do público
<i>Dose efetiva</i>	Corpo inteiro	20 mSv ^[B]	1 mSv ^[C]
<i>Dose equivalente</i>	Cristalino	20 mSv ^[B] (Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)	15 mSv
	Pele ^[D]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

Fonte: Plano de Radioproteção Radialis (2020)

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

[B] A média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano. (Alterado pela Resolução CNEN 114/2011).

[C] Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá utilizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a *dose efetiva* média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1mSv por ano.

[D] Valor médio em 1 cm² de área, na região mais irradiada.

O Serviço conta com uma sala de Física Médica onde consta o quadro de dosímetros onde são guardados os dosímetros quando os IOEs não estão em serviço – Figura 7(a) e mantido o dosímetro padrão – Figura 7(b). Conta com a supervisão de um Supervisor de Radioproteção e algumas de suas obrigações são: é responsável pela aplicação prática das diretrizes e normas de proteção radiológica e um substituto com as mesmas qualificações, controle e monitoramento de IOEs, controle de áreas, controle de fontes de radiação e de rejeitos, controle de qualidade de equipamentos e treinamento dos IOEs (Anexo III).

Figura 7: (a) Quadro com dosímetro de uso individual (b) imagem do dosímetro padrão



Fonte: Arquivos do autor (2021)

A fim de implementar ações preventivas e corretivas, a clínica implantou Serviço de Notificação de Incidentes em Radioterapia e Radioproteção, tendo todos os funcionários treinados e capacitados, devendo todo e qualquer incidente notificado em formulário próprio (Anexo IV), o qual é devidamente analisado pelo Comitê de Gestão de Risco.

Em novembro de 2019 foi efetuada a análise de risco pelo Sistema de Avaliação de Risco em Radiologia – SEVRRRA⁴ (figura 8), baseado na metodologia de matriz de risco para os equipamentos/práticas de teleterapia e braquiterapia e atualmente encontra-se em implantação a análise de risco para alguns processos do Setor pela metodologia FMEA de acordo com o “*TaskGroup 100 of the AAPM: Application of risk analysis methods to radiation therapy quality management*”.

⁴ Disponível em: <http://sevrabr.foroiberam.org/riesgo/login.php>. Acesso em 10 mar. 2021.

Figura 8. Análise de risco da SEVRA

FORO SEVRA
Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

Anexo I. Assinaturas

O usuário afirma que as informações aqui prestadas são verdadeiras e que não houve má-fé, fraude, omissão ou engano no preenchimento dos dados. A critério da CNEN uma inspeção poderá ser realizada para verificação destas informações.

Preenchedor Supervisor de Proteção Radiológica Titular

Data de finalização: 13/11/2019

TEMPO DE RESPOSTA: 30 dias úteis.

Fonte: Plano de Radioproteção da Radialis (2020)

A Radialis realiza a monitoração dos IOEs por meio de dosímetros individuais colocados sobre o corpo, e envolve medidas da grandeza relativa à exposição externa e o controle de dose acumulada, mensal e anual, é feito através do gerenciador da PRORAD (figura 9).

Figura 9: Especificações contidas no dosímetro da PRORAD



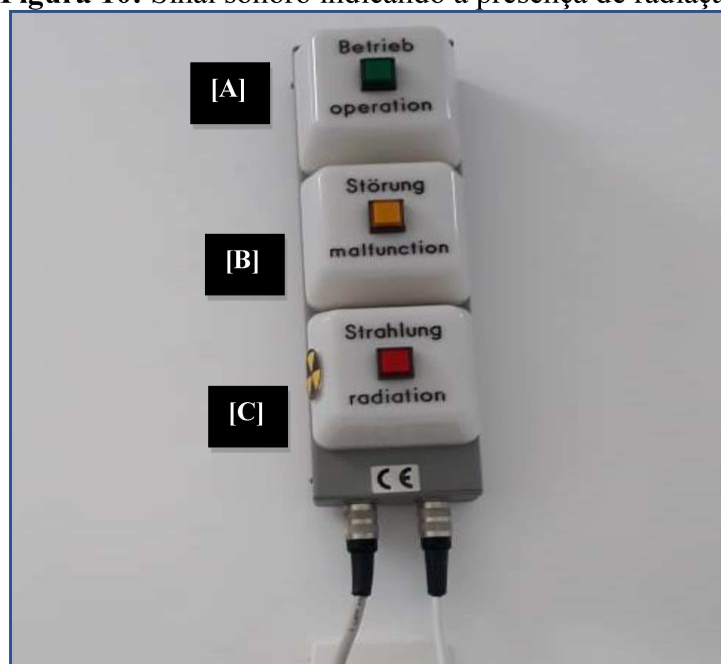
Fonte: PRORAD (2021)

Em tratando-se da operacionalidade da Braquiterapia de HDR, são realizados testes diários (AnexoV) antes de iniciar os tratamentos, sendo estes registrados em formulário próprio, pré-programados para certificar de que o aparelho funciona dentro do esperado e, caso algum teste indique resultados fora dos limites esperados, o supervisor deverá ser notificado imediatamente e não deverá proceder aos tratamentos.

Dentre os itens verificados nos testes diários, está o funcionamento do circuito áudio-visual de monitoramento, pois nenhum paciente poderá ser tratado caso este não esteja funcionando, deve-se ainda verificar o intertravamento da porta pois o aparelho não pode irradiar com a porta aberta; verificar lâmpadas, sinais indicadores de feixes ligados e os sistemas de interrupção do feixe de radiação e dos botões de emergência no console e dentro da sala; realizar teste dosimétricos, dentre outros itens como testes na mesa, pendente, teste de funcionalidade no sistema e no controle de comando, conforme previsão e regulamentação do plano de radioproteção da instituição, em conformidade com os órgãos e normas regulatórias.

Dentre os procedimentos de proteção radiológica adotados, cumpre destacar a sinalização da presença de radiação por meio de um detector de radiação com sinal sonoro indicando a presença de radiação (figura 10), o símbolo afixado na porta da sala de HDR, treinamento em proteção radiológica dos IOEs envolvidos no procedimento de braquiterapia, devendo estes profissionais fazerem uso de dosímetro pessoal e periódica avaliação das características funcionais dos equipamentos.

Figura 10: Sinal sonoro indicando a presença de radiação



Trata-se do sinal indicador das três fases - componente do monitor de área gammaLux WRL que indica a operacionalidade do sistema:

[A] Operacional;

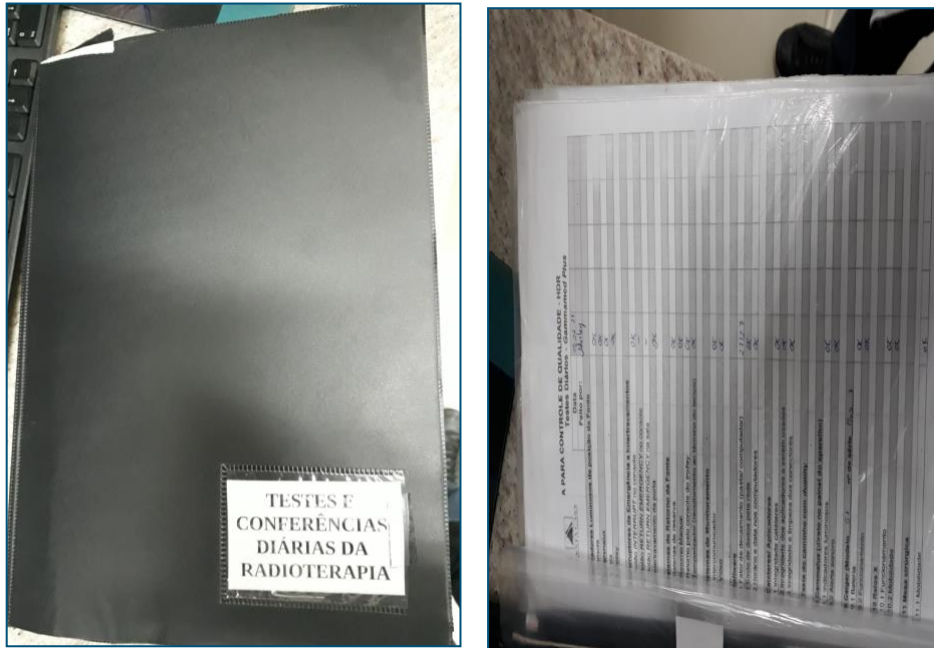
[B] Mau funcionamento;

[C] Radiação.

Fonte: Arquivos do autor (2021)

Como procedimentos de proteção radiológica em conformidade com as especificações da CNEN, é realizado também o registro de controle de qualidade e preenchimento de livro de testes diários (figura 11), treinamentos periódicos de todos os IOEs envolvidos e total disponibilidade do físico para que seja informada toda e qualquer ocorrência não prevista nos procedimentos.

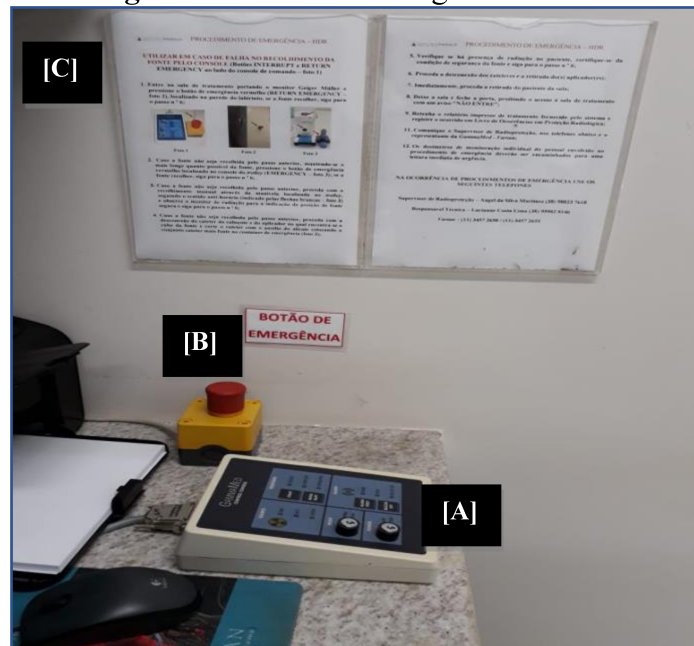
Figura 11: Livro de registro de controle de qualidade



Fonte: Arquivos do autor (2021)

A Radialis conta ainda com a instalação e uso dos seguintes dispositivos de segurança: Circuito interno de TV, na sala de tratamento que possibilite a observação do paciente durante aplicação, sistema de comunicação com paciente, sinal luminoso, do lado de fora da sala, indicando se a fonte está liberada ou não, botão de emergência (figura 12), dentro e fora da sala de tratamento, para desligamento do aparelho, sistema de intertravamento da porta.

Figura 12: Botão de emergência externo



[A] Controle de exposição da fonte;

[B] Botão de emergência do comando;

[C] Sequência dos procedimentos de emergência.

Fonte: Arquivos do autor (2021)

3.5 Avaliação das condições da sala de braquiterapia referente as normas de radioproteção

Uma avaliação mais detalhada acerca dos itens obrigatórios necessários à proteção radiológica e segurança, presentes na CNEN 6.10, se encontram na Tabela 4.

Tabela 4: Avaliação das condições Serviço de Radioterapia da Santa Casa de Montes Claros – Radialis, em conformidade com a CNEN NN6.10

Itens avaliados	Sala
Controle e Monitoração de Área	Sim
Blindagens de Fontes de Radiação	Sim
Programa de garantia da qualidade aplicável às fontes de radiação e sistemas de planejamento de tratamento que garanta o atendimento dos requisitos específicos de proteção radiológica e segurança	Sim
Áreas livres com os seguintes elementos: arquivo da documentação de proteção radiológica; instrumentos de medição; e quadro para monitores individuais.	Sim
Salas de comando com painéis de controle de fontes de radiação devem ser classificadas como áreas supervisionadas	Sim
Sala de tratamento como área controlada	Sim
Procedimentos e dispositivos de segurança para prevenir o acesso inadvertido de pessoas não autorizadas às áreas controladas e supervisionadas	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nesta tabela foram listados diversos requisitos de segurança e proteção radiológica essenciais para o funcionamento correto do serviço de radioterapia de acordo com a CNEN 6.10, sendo que a Radialis apresentou 100% do total dos itens listados, referente a avaliação da sala de braquiterapia.

Na tabela 5, serão analisados os componentes do relatório de análise de segurança conforme a CNEN 6.10.

Tabela 5: Relatório de análise de segurança conforme a CNEN 6.10

Itens avaliados	Radialis
Cálculos de blindagem detalhados, equações, modelos e taxas de dose a serem considerados para cada fonte de radiação;	Sim
Nome e qualificação do titular, do arquiteto ou engenheiro responsável técnico pela obra e do autor do projeto de blindagem	Sim
Condições de operação e parâmetros fornecidos pelo fabricante da fonte de radiação	Sim
Carga de trabalho máxima semanal da fonte de radiação e taxas de dose a 1 m da fonte, considerando-se todas as radiações emitidas, com tipo de radiação e energias, e todas as técnicas de tratamento utilizadas no Serviço de Radioterapia	Sim
Localização e identificação das áreas circunvizinhas à sala com fontes de radiação com a descrição do uso e ocupação, classificação de áreas, com especial enfoque aos controles de acesso	Sim
Plantas baixas da instalação com indicação de escala, onde estejam indicadas todas as áreas circunvizinhas às salas em questão	Sim
Identificação, nas plantas, dos seguintes itens: fontes de radiação ionizante na posição em que serão instaladas; pontos onde as doses serão estimadas, incluindo, para cada um destes, a distância, o fator uso, o fator de ocupação e a posição do isocentro em teleterapia; e locais onde serão instalados os componentes dos sistemas de segurança.	Sim
Localização, tipo, espessura e densidade com os valores de camadas semirredutoras e decirredutoras de todo e qualquer material a ser utilizado como blindagem;	Sim
Localização de acessos e dutos que possam representar impacto nas blindagens;	Sim
Descrição do sistema de ventilação proposto, apontando detalhes da circulação do ar no interior dos recintos e pontos de descarga	Sim
Descrição detalhada de todos os sistemas de segurança da instalação, com informações de seus mecanismos de funcionamento	Sim
Referências bibliográficas atualizadas com a data de execução do projeto de blindagem, que foram consultadas para a elaboração do projeto de blindagem	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Com base nos itens de segurança listados, verificou-se que todos encontram-se especificados e descritos no Plano de Radioproteção da Radialis, estando 100% em conformidade com a CNEN 6.10.

Já as diretrizes básicas de proteção radiológica dispostas na CNEN NN 3.01 encontram-se listadas na tabela 6.

Tabela 6: Análise dos itens de proteção radiológica da Radialis de acordo com a CNEN NN3.01

Itens avaliados	Sala
Respeita o limite de dose individual de exposição	Sim
Realiza análises relativas à proteção radiológica e à segurança das fontes associadas às práticas em todas as ações e estágios envolvidos	Sim
Classifica as áreas de trabalho com radiação ou material radioativo em áreas controladas, áreas supervisionadas ou áreas livres, conforme apropriado	Sim
Mantem registro das doses e as incorporações, quando iguais ou superiores aos níveis de registro pertinentes; e	Sim
Toma as medidas necessárias para assegurar a proteção radiológica adequada de visitantes a áreas controladas, incluindo informações e instruções apropriadas;	Sim
Assegura que visitantes menores que 16 anos não tenham acesso às áreas controladas.	Sim
A cabine de comando permite ao operador comunicação e observação com o Paciente	Sim
A cabine de comando permite observação das portas de acesso à sala	Sim
As portas de acesso possuem o símbolo internacional da radiação ionizante acompanhado com advertência	Sim
A sala contém vestimenta de proteção individual para pacientes, equipe e Acompanhantes	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Uma avaliação mais detalhada acerca dos itens obrigatórios necessários a sala de braquiterapia presentes na CNEN NN 3.01 demonstrou que a Radialis, mais uma vez, apresentou possuir 100% do total dos 10 itens listados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa foi realizada uma avaliação de uma sala de braquiterapia utilizada no tratamento de câncer do colo do útero na cidade de Montes Claros-MG e sua adequação às normas regulamentadoras de radioproteção.

A análise foi realizada a partir do Plano de Radioproteção da Radialis e por meio de estudo observacional no transcurso do estágio supervisionado, tendo sido realizadas análises observacionais diárias acerca das características estruturais e organizacionais da sala de braquiterapia utilizada no tratamento de CCU, buscando verificar a adequação e aplicabilidade das normas regulamentadoras CNEN NN 3.01 e CNEN 6.10 de radioproteção.

Para tanto, foram avaliados diversos itens dispostos nas normas de regulamentação e concluímos que a sala de braquiterapia utilizada no tratamento de câncer do colo do útero da Santa Casa de Misericórdia da cidade de Montes Claros-MG encontra-se totalmente em conformidade com os padrões estabelecidos pelas Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

Verificou-se que a adequação às normas regulamentadoras tem por objetivo a proteção do paciente, da saúde do trabalhador e a redução dos riscos de acidente. É fundamental investir os recursos necessários para consolidar a importância da segurança nos ambientes com fontes radioativas, ao passo que um sistema de informação se torna estratégia fundamental para o sucesso de uma empresa, qualidade de vida e prevenção de acidentes, quando retroalimentado e estruturado adequadamente.

Como recomendação a pesquisas futuras sugere-se que seja realizada pesquisa semiestruturada a fim de verificar se os profissionais que atuam em contato direto com a radiologia sentem-se protegidos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Vera Lúcia de; LEITÃO, Andrei; REINA, Luisadel Carmen Barrett; antineoplásticos ciclo-celular específicos e ciclo-celular não específicos que interagem com o DNA: uma introdução. **Química Nova**, Vol. 28, No. 1, 118-129, 2015.
- BENTZEN SM, CONSTINE LS, DEASY JO, EISBRUCH A, JACKSON A, MARKS LB, et al. Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic (QUANTEC): an introduction to the scientific issues. **Int J Radiat Oncol Biol Phys**. 2010;76(3 Suppl):S3-9.
- BIAGI TD, CHIATTONE HBC. Aspectos emocionais do câncer. In: Halbe HW. **Tratado de ginecologia**. 3ª ed. São Paulo: Roca; 2010.
- BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; · MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade. Belo Horizonte**, v.5, n. 11, p. 121-136 · maio-ago. 2011 · ISSN 1980-5756.
- BRASIL. INCA. **Câncer do Colo do Útero**. 2019 Disponível em: http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=326. Acesso em: 22 Nov. 2020.
- BRASIL. INCA. **Incidência de Câncer no Brasil**. 2019. Disponível em: http://www.inca.gov.br/estimativa/2008/index.asp?link=conteudo_view.asp&ID=5 Acesso em: 22 Nov. 2020.
- BRASIL. INCA. Instituto Nacional do Câncer. Programa Nacional de Controle do Câncer do Colo do Útero e de Mama - **Viva Mulher**. 2009 Disponível em: http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=140 Acesso em: 22 Nov. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Campanha de Prevenção do Câncer de Colo do Útero supera meta**. 2009. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/visualizar_texto.cfm?idtxt=12495 Acesso em: 22 Nov. 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes brasileiras para o rastreamento do câncer do colo do útero / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Divisão de Detecção Precoce e Apoio à Organização de Rede**. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro: INCA, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. **TNM: classificação de tumores malignos** / traduzido por Ana Lúcia Amaral Eisenberg. 6. ed. Rio de Janeiro: INCA, 2018. <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inca/tnm2.pdf>. Acessado em: 10 dez de 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância (Conprev). **Falando sobre câncer do colo do útero**. Rio de Janeiro: MS/INCA, 2017.
- BRENNAN, S.M.F.; HARDY, E.; ZEFERINO, L.C.; NAMURA, I. Conhecimento, atitude e prática do exame de Papanicolau em mulheres com câncer de colo uterino. **Cad. Saúde Pública**. São Paulo, 2011.

CAMISÃO CC, BRENNAN SMF, LOMBARDELLI KVP, et al. Ressonância magnética no estadiamento dos tumores de colo uterino. **Radiol Bras.** 2007;40:207–15.

CARMO, Cláudio Calazan do. **Os casos de câncer de colo uterino tratados em um centro de referência brasileiro entre 1999 e 2004:** características clinicoepidemiológicas e análise desobrevida. UFRJ: Rio de Janeiro, 2007.

CARVALHO, B. G.; DOMINGOS, C. M.; LEITE, F. S. Integralidade do cuidado no Programa de Controle do Câncer de Colo Uterino: visão das usuárias com alteração na citologia oncológica. *Saúde em Debate*, [s.l.], v. 39, n. 106, p.707-717, set. 2015. **FapUNIFESP (SciELO)**. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-1104201510600030012>. Acessado em: 10 dez. 2020.

CARVALHO, H. A; VILLAR, R. C. Radiotherapy and immune response: the systemic effects of a local treatment. **CLINICS**, v. 73, n.1. 2018 Disponível em: <http://www.scielo.br/Doi/pdf/clin/v73s1/1807-5932-clin-73-e557s.pdf> Acesso em: 27 dez. 2020.

CARVALHO, M. C. M. P.; QUEIROZ, A. B. A.; MOURA, M. A. V.; MARQUES, S. C.; VIEIRA, B. D. G.; FERREIRA, D. C. Fatores de risco de mulheres adolescentes e jovens frente ao Papilomavírus Humano [HumanPapillomaVirus-relatedriskfactors for adolescentandyoungwomen] [Factores de riesgo para las adolescentes y jóvenesmujeres ante elVirusdel Papiloma Humano]. **Revista Enfermagem Uerj**, [s.l.], v. 25, p.1-7, 20 dez. 2017. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/reuerj.2017.25823>. Acessado em: 23 dez. 2020.

CERUTTI, Fabricio. **Radiodiagnóstico e Procedimentos Radiológicos.** 2ª edição. Paraná: Atena Editora, 2019.

CHIAVENATO, I. **Gerenciando pessoas.** 3ª ed., São Paulo: Makron Books, 1994.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear. Norma CNEN NN 3.01.** Disponível em <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/normas.asp?grupo=3>. Acesso em 10 nov. 2020.

CONTER. **Conselho Nacional de Técnicos em Radiologia.** Diretrizes e orientações para a formação / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão da Educação na Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, 2008.

DIMENSTEIN, Renato. **Manual de Proteção Radiológica aplicada ao Radiognóstico.** Edição 03,2016.

DUARTE, Érica Bernardes. **Mulheres Com Câncer Ginecológico Submetidas à Braquiterapia: Significado e Percepção Dolorosa.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/191339>. Acesso em: 9 dez. 2020.

ESTEVEES SCB, OLIVEIRA ACZ, FEIJÓ LFA. Braquiterapia de alta taxa de dose no Brasil. **Radiol Bras.** 2014;37:337–41.

FERREIRA, Moriá Garcia; TELES, Natália Freitas de Aguiar. **Tratamentos adjuvantes associados à quimioterapia.** Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, 2010.

FERRIGNO R, NISHIMOTO IN, NOVAES PE, et al. Comparison of low and high dose rate brachytherapy in the treatment of uterine cervix cancer. Retrospective analysis of two sequential series. **Int J Radiat Oncol Biol Phys.** 2005;62:1108–16.

FESTI, A. V. Melhorando a Atividade. **Revista Proteção**, 144^a ed., [S.I.], Ano XVII, Dez/2003.

FREIRE, M. E. M. et al. Qualidade de vida relacionada à saúde de pacientes com câncer em cuidados paliativos. **Texto Contexto Enferm**, v.27, n.2. 2018.

FRIGATO, Scheila; HOGA, AkikoKomura. Assistência à mulher com câncer de colo uterino. São Paulo, 2003 in: **Revista Brasileira de Cancerologia**, 2003, 49(4):209-214.

FUNARI, S. Biossegurança no consultório. In: BUISCHI, Y. P. **Promoção da Saúde bucal na clínica odontológica.** São Paulo: Artes Médicas, 2000.

GARCIA, Eduardo A. C. **Biofísica.** Sarvier, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Método e técnicas de pesquisa social.** Editora Atlas, São Paulo, v. 6, p.1-220, 2010. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-cmc3a9todos-etc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acessado em 6 de janeiro de 2021.

GIRÃO, M.J.B.C.; LIMA, G.R.; BARACAT E.C. (Org.). **Ginecologia**, 1. ed. Barueri: Manole, 2009.

GLOBOCAN. **Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2018.**

GLOBOCAN 2018. Lyon: **International Agency for Research on Cancer/World Health Organization**; 2018.

GONÇALVES, E. A. **Manual de segurança e saúde no trabalho.** São Paulo: LTr, 2017.

GUIMARÃES, Roger Guilherme Rodrigues et al. Avaliação dosimétrica de uma combinação de aplicadores para braquiterapia de tumores do colo uterino com acometimento da porção distal da vagina. **RadiolBras**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 209-214, 2009.

GÜLER, Buse et al. Effects of some characteristics of gynecological cancer diagnosis and treatment on women's sexual life quality. **Indian journal of cancer**, v. 56, n. 2, p. 157, 2019.

HANLON, Alexandra et al. Dilator Use After Vaginal Brachytherapy for Endometrial Cancer: A Randomized Feasibility and Adherence Study. **Cancer Nurs**, v. 41, n. 3, p. 200209, 2018.

GUNDERSON LL, Tepper JE. **Clinical radiation oncology**. 2nd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2006.

GUTIERREZ, Francisco. **Linguagem total**: uma pedagogia dos meios de comunicação. São Paulo: Summus, 1978.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. 2018, 21 de Ago. **Câncer de Ovário**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br//tipos-de-cancer/cancer-de-ovario>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. 2019, 11 De Fev. **Tratamento do Câncer**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. 2020, 12 de maio. **Estimativas**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/introducao>. Acesso em: 19 nov. 2020.

INSTITUTO ONCOGUIA. 2014, 24 de Abr. **Braquiterapia**. Disponível em: www.oncoguia.org.br/conteudo/braquiterapia/4654/711/. Acesso em: 30 dez. 2020.

INSTITUTO ONCOGUIA. 2020, 11 de Fev. **Recomendações para Prevenção e Detecção Precoce do Câncer de Colo de Útero**. Disponível em: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/como-o-cancer-de-colo-do-utero-pode-afetar-asaudeemocional/1512/286/>. Acesso em: 12 nov. 2020.

KAY, Fernando Uliana, et al. **Diretrizes assistenciais**: Radiação Ionizante nos Estudos Radiológicos. São Paulo, 2009. 14 p. Disponível em: http://c/Users/09033601/Downloads/1340229646radiacao_ionizante_estudos_radi. Acesso em: 02 dez. 2020.

LAZZAROTTO, Muriel; STIVAL; Camile Oliveira; RODRIGUES, Yarema Bedin; VARGAS, Vera Andrade. **Avaliação Comparativa da Citopatologia Positiva, Colposcopia e Histopatologia**: Destacando a Citopatologia como Método de Rastreamento do Câncer do Colo do Útero. in: RBAC, vol. 37(4): 215-218, 2005.

LIMA, Bruna Cristina de; LOPRETO, Camila Alves Rezende; LIMA JUNIOR, Luiz Coreia. **Modalidades da radioterapia**: teleterapia, braquiterapia e radiocirurgia. 2013.

LOTUFO, R. Infecção cruzada – existe no seu consultório? **Rev. Ass. Paul. Cirur. Dent.** v. 44, n. 2, p. 105-107, mar./abr. 1990.

MARIN, Carolina et al. **Radioterapia** (2008) Disponível em <http://www.biofisica.ufsc.br//index.jsp?page=arquivos/radioterapia.htm>. Acesso em 07 ndez. 2020.

MENDES, Sirlene dos Reis da Silva. **A Física**: Ciência aplicada a radioterapia. 2008. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2008.

OKUMO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. **Rev. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, 2013.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. M. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

OKUNO, Emico. Radiação: efeitos riscos e benefícios. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. Oncológicos e Identificação de Variáveis Predisponentes. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 62, n.4, p: 321-328. 2016. Disponível em: http://www1.inca.gov.br/rbc/n_62/v04/pdf/04-artigo-prevalencia-de-ansiedade-e-depressao-em-pacientes-oncologicos-e-identificacao-de-variaveispredisponentes.pdf Acesso em: 23 dez. 2020.

PARKIN DM et al. Cancer incidence in five continents. Lyon (France): IARC; 2002.

PINHO AA; MATTOS MCFI. Validade da citologia, cervicovaginal na detecção de lesões pré-neoplásicas e neoplásicas de colo de útero. In: **J Bras Patol Méd Lab** 2012, 38:225-231.

PIZA, F. de T. **Informações básicas sobre saúde e segurança no trabalho**. São Paulo: CIPA, 1997.

RODRIGUES, A. B. et al. Câncer de cabeça e pescoço: validação de instrumento para coleta de dados. **Rev Bras Enferm**, v.71, n.4, p:2009-17. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S003471672018000401899&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 jan. 2021.

ROSTELATO, Maria Elisa Chuery Martins. **Estudo e desenvolvimento de uma nova metodologia para confecção de sementes de iodo-125 para aplicação em braquiterapia**. Ipen. São Paulo, 2005.

SALVÁ, A.R.; AGUILERA, A.A.E; AFONSO, P.M.; GONZALEZ, C.V. **Factores de riesgo del cáncer de cérvix en el municipio Cerro**. **Rev. Cubana Hig Epidemiol** 1999; 37(1): 40-6.

SANTOS, A. M. F. **Câncer na região da cabeça e pescoço: epidemiologia, características clínicas, fatores de risco e os tipos de tratamento adotados**. Universidade Estadual da Paraíba – UEPS. Campina Grande, 2018.

SANTOS, Gelvis Cardozo. **Manual de Radiologia: Fundamentos e Técnicas**, 2010.

SCAFF, Luiz. **Física na Radioterapia: a base analógica de uma era digital**. 1ed. São Paulo: Projeto Saber, 2010.

SILVA, Leonardo Peres da. **Desenvolvimento e Caracterização de um aplicativo de Braquiterapia**/Leonardo Peres da Silva. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

SILVA, M. A. S. et al. Fatores relacionados a não adesão à realização do exame Papanicolau. **Revista Rene**, Fortaleza, v.16, n. 4, p. 532-539, jul. 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3240/324041519010.pdf>. Acesso em: 12 de dez. de 2020.

SILVA, Renata V. Radioterapia. São Paulo: **Revista Online Oncoguia**, 2008. Disponível em: <http://www.oncoguia.com.br/site/interna.php?cat=53&ID+27&MENU+2> Acesso em 07 nov. 2020.

VIANEY, João Augusto de. **Conceitos Básicos de Física e Proteção Radiológica**. São Paulo: Atheneu Editora, 2009.

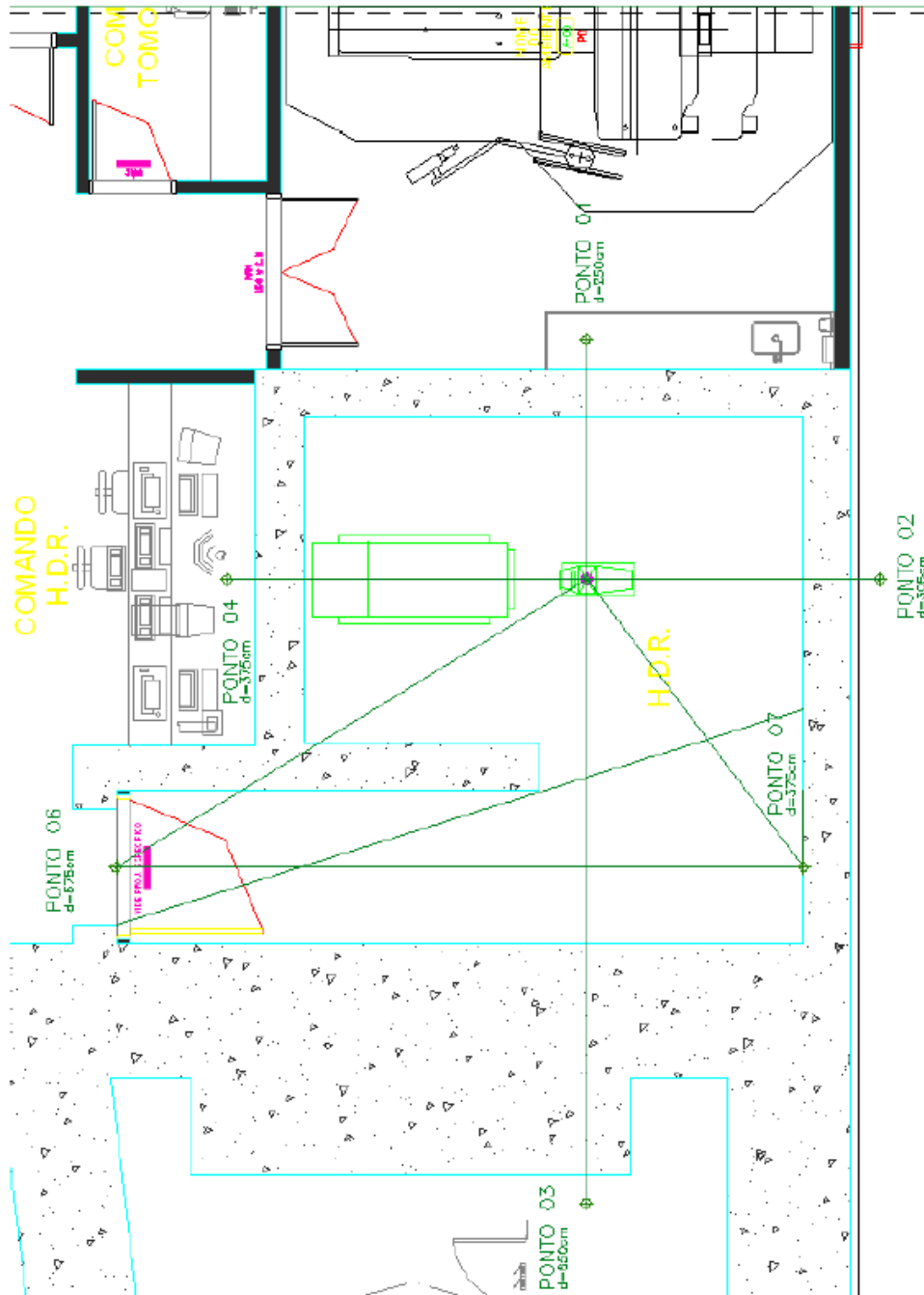
World Health Organization. Global Health Observatory (GHO) data: Hepatitis B 3rd Dose (HepB3) Immunization Coverage. Geneva: **World Health Organization**; 2017. who.int/gho/immunization/hepatitis/en/. Accessed February 27, 2018.

YOSHIMURA R, HAYASHI K, AYUKAWA F, et al. **Radiotherapy doses at special reference points correlate with the outcome of cervical cancer therapy**. *Brachytherapy*. 2008;7:260–6.

XAVIER, Allan Moreira et al. Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. **Quím. Nova [online]**. 2007, vol.30, n.1, pp.83-91. ISSN 1678-7064. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422007000100019>.

ANEXOS

ANEXO I – Pontos de Referência de Classificação da Áreas



UTILIZAR EM CASO DE FALHA NO RECOLHIMENTO DA FONTE PELO CONSOLE (Botões INTERRUPT e RETURN EMERGENCY ao lado do console de comando – foto 1)

1. Entre na sala de tratamento portando o monitor Geiger Müller e pressione o botão de emergência vermelho (RETURN EMERGENCY – foto 2), localizado na parede do labirinto, se a fonte recolher, siga para o passo n.º 6;



Foto 1



Foto 2

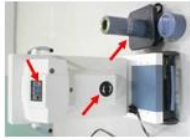


Foto 3

2. Caso a fonte não seja recolhida pelo passo anterior, mantendo-se o mais longe quanto possível da fonte, pressione o botão de emergência vermelho localizado no console do trolley (EMERGENCY – foto 3); se a fonte recolher, siga para o passo n.º 6;
3. Caso a fonte não seja recolhida pelo passo anterior, proceda com o recolhimento manual através da manivela localizada no trolley, seguindo o sentido anti-horário (indicado pelas flechas brancas – foto 3) e observe o monitor de radiação para a indicação de posição de fonte segura e siga para o passo n.º 6;
4. Caso a fonte não seja recolhida pelo passo anterior, proceda com a desconexão do cateter do cabeçote e do aplicador no qual encontra-se o cabo da fonte e corte o cateter com o auxílio do alicate colocando o conjunto cateter mais fonte no *container* de emergência (foto 3);

ANEXO II – Procedimento de Emergência

5. Verifique se há presença de radiação no paciente, certifique-se da condição de segurança da fonte e siga para o passo n.º 6;
6. Proceda a desconexão dos cateteres e a retirada do(s) aplicador(es);
7. Imediatamente, proceda a retirada do paciente da sala;
8. Deixe a sala e feche a porta, proibindo o acesso à sala de tratamento com um aviso “NÃO ENTRE”;
9. Retenha o relatório impresso de tratamento fornecido pelo sistema e registre o ocorrido em Livro de Ocorrências em Proteção Radiológica;
11. Comunique o Supervisor de Radioproteção, nos telefones abaixo e o representante da *GammaMed – Varian*;
12. Os dosímetros de monitoração individual do pessoal envolvido no procedimento de emergência deverão ser encaminhados para uma leitura imediata de urgência.

NA OCORRÊNCIA DE PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA USE OS SEGUINTE TELEFONES

- Supervisor de Radioproteção – Angel da Silva Martinez [REDACTED]
 Substituto do SPR – Marcelo Frota Saraiva [REDACTED]
 Responsável Técnica – Lucianne Costa Lima [REDACTED]
Varian – [REDACTED]

ANEXO III – Declaração de Treinamento



IRMANDADE NOSSA SENHORA DAS MERCÊS DE MONTES CLAROS



ATA DE TREINAMENTO – RADIALIS

Data:	04/12/2020	Local:	Auditório - Radialis
Início:	07:30 h	Término:	12:30 h
Pauta:	Treinamento Periódico em Radioproteção e Qualidade em Radioterapia - 2020		
Instrutor:	Angel da Silva Martinez		

CONTEÚDO ABORDADO


1. Introdução, conceitos e algumas definições
 - a. Radiação
 - b. Excitação x ionização
 - c. Radiação ionizante
2. Conceitos básicos de Radiobiologia
 - a. Interação da radiação com o tecido biológico
 - b. Efeito direto x efeito indireto
 - c. Danos biológicos
 - d. Denominação dos efeitos biológicos
 - e. Limiares de dose para efeitos determinísticos
3. Aplicações da radiação ionizante na Medicina
 - a. Radiodiagnóstico
 - b. Medicina Nuclear
 - c. Radioterapia
 - d. Microscopia eletrônica de varredura
 - e. Irradiação de hemoderivados, esterilização de instrumental
4. Aplicações da radiação ionizante em outras áreas
 - a. Radiografia industrial
 - b. Medidores nucleares
 - c. Agricultura e pesquisa biológica
 - d. Geocronologia e datação
 - e. Geração de energia
5. Conceitos básicos de Proteção Radiológica (PR)
 - a. Definição
 - b. Regras cardinais
 - c. Princípios básicos da PR
 - i. Justificação
 - ii. Limitação de doses individuais
 1. Dose equivalente (Ht)
 2. Valores de W_r
 3. Dose efetiva (E)
 4. Valores de W_t
 - iii. Otimização da PR
 - d. Orientações gerais sobre o uso de dosímetros para monitoração individual
6. Radioterapia – Histórico e Revisão sobre equipamentos e técnicas de tratamento
 - a. Definição – Radioterapia
 - b. Objetivo – Radioterapia
 - c. Processo da Radioterapia
 - d. Equipamentos em Radioterapia
 - i. Produção de raios-x
 - ii. Geradores de Radiação – 1920-1940
 - iii. Betatrons – Anos 40
 - iv. Bombas de Co-60 e Cs-137
 - v. Aceleradores Lineares de Partículas
 1. Componentes do cabeçote



2. Colimação secundária
3. Colimações individualizadas - *bezzel* e *MIC*
- vi. Simuladores convencionais
- vii. Simuladores CI
- viii. Equipamentos de Braquiterapia
- e. Modalidades Terapêuticas - *Evolução*
 - i. 2D - Convencional
 - ii. Radioterapia Conformacional - 3D CRT
 - iii. Radioterapia por modulação do feixe - IMRT
 - iv. Arcoterapia volumétrica modulada - VMAT
 - v. Radioterapia Guiada por Imagem - IGRT
 - vi. Radiocirurgia Estereotáctica - SBRT
 - vii. Radioterapia Estereotáctica Corporal - SBRT
 - viii. Braquiterapia de alta taxa de dose - HDR - *ginecológica*
 - ix. Radioterapia intra-operatória da mama - IORT
7. Qualidade e Acidentes com radiação ionizante - Radioterapia
 - a. Qualidade - conceito
 - b. Gestão da qualidade
 - c. Risco
 - d. Acidente x Incidente
 - e. Classificação WHO
 - f. Notificação de eventos
 - g. Revisão do formulário de notificação interno do Setor
8. Revisão de Normas
 - a. Norma CHEN NH 3.01 - março/2014
 - i. Objetivo e campo de aplicação
 - ii. Responsabilidades gerais em práticas e intervenções
 - iii. Limites de dose anuais
 - b. Norma CHEN NH 6.10 - junho/2017
 - i. Capítulo 2 - das responsabilidades em Serviço de Radioterapia (SR)
 1. Do titular do SR
 2. Do responsável técnico pelo SR
 3. Do SPR
 4. Do especialista em Física Médica
 5. Dos IOEs
 - ii. Capítulo 5 - dos registros
9. Revisão dos Procedimentos de Emergência
 - a. HDR Varian GammaMed Plus
 - b. Acelerador linear Elekta Synergy Full
10. Revisão dos Testes Diários
 - a. HDR Varian GammaMed Plus
 - b. Acelerador linear Elekta Synergy Full
11. Revisão de Fluxos de trabalho no Mosaic

PARTICIPANTE	FUNÇÃO/CARGO	SETOR	ASSINATURA/ Nº CONSELHO

ANEXO IV–Notificação de Incidentes

	SERVIÇO DE RADIOTERAPIA - SANTA CASA DE MONTES CLAROS - MG FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO DE INCIDENTES	Praça Honorato Alves, 22 Montes Claros – Minas Gerais CEP 39400-101 – Tel. 38 3229-2411
---	---	---

FORMULÁRIO DE NOTIFICAÇÃO DE INCIDENTES

Data de notificação*: ___/___/____ (*) preenchimento obrigatório

1. RESUMO

1.1. Número do incidente: _____ 1.2. Data de detecção do incidente*: ___/___/____ e ___h:___min

1.3. Data de ocorrência do incidente*: ___/___/____ e ___h:___min

1.4. Modalidade de tratamento: _____ 1.5. Região Anatômica: _____

1.6. Nº de pessoas afetadas*: 1.6.1. Pacientes: _____
 1.6.2. Colaboradores: _____
 1.6.3. Outros: _____ (discriminar: _____)

1.7. Descrição do Incidente* (Relato detalhado dos fatos que ocorreram durante o incidente. Quando o paciente estiver envolvido inclua iniciais do nome e o seu ID. NÃO INCLUA nomes de colaboradores).

2. DETECÇÃO

2.1. Quem detectou e/ou estava envolvido no incidente?*

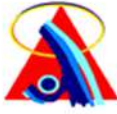
Detectou	Envolvido		Detectou	Envolvido	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Técnico em Radioterapia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estagiário
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dosimetrista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recepcionista
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Físico Médico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Administrativo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Médico Radioterapeuta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Paciente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Enfermeira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acompanhante
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Técnica em Enfermagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Desconhecido
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SPR(Superv.Prot.Radiológica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outro

2.2. Etapa do processo em que o incidente ocorreu e/ou foi detectado?*

Ocorreu	Detectou	Etapa do processo	Ocorreu	Detectou	Etapa do processo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cadastro do paciente (recepção)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CQ do tratamento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1ª Consulta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tratamento diário
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aquisição de imagens para planej.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Consulta de revisão
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Simulação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planejamento na Física	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Seguimento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Planejamento / 1ª aplicação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Outro

ANEXO V – Formulário diário para controle de qualidade

PLANILHA PARA CONTROLE DE QUALIDADE - HDR
TESTES DIARIOS - *Gammamed Plus*



<i>Data</i>					
<i>Feito por</i>					

1. Indicadores Luminosos de Posição da Fonte

1.1. console					
1.2. <i>Gammalux</i>					
1.3. porta					
1.4. sala					
1.5. <i>trolley</i>					

2. Interruptores de Emergencia e Intertravamentos

2.1. botão INTERRUPT no console					
2.2. botão RETURN EMERGENCY no console					
2.3. botão RETURN EMERGENCY na sala					
2.4. intertravamento da porta					

3. Sistemas de Retomo da Fonte

3.1. baterias de reserva					
3.2. retorno manual					
2.3. retorno pelo console do <i>trolley</i>					
2.4. temporizador (recolhimento ao término do tempo)					

4. Sistemas de Monitoramento

4.1. intercomunicador					
4.2. video					

5. Software

5.1. fator decaimento (v. pasta / v. computador)					
5.2. envio de dados pela rede					
5.3. horario e data nos computadores					

6. Cateteres/Aplicadores

6.1. integridade cateteres					
6.2. integridade dos aplicadores a serem usados					
6.3. integridade e limpeza dos conectores					

7. Teste do caminho com a *dummy*

--	--	--	--	--	--

8. *Gammalux* (direto no painel do aparelho)

8.1. indicadores luminosos					
8.2. alerta sonoro					

9. Geiger (Modelo _____ n° de sene _____)

9.1. bateria					
9.2. funcionamento					

10. Raios X

10.1. funcionamento					
10.2. mobilidade					

11. Mesa cirurgica

11.1. Mobilidade					
------------------	--	--	--	--	--