

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**NATALY PEREIRA ROXO**

**ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO  
VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DE UM EQUIPAMENTO DE  
FLUOROSCOPIA**

**Florianópolis, junho de 2018**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

**NATALY PEREIRA ROXO**

**ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO  
VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DE UM EQUIPAMENTO DE  
FLUOROSCOPIA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Professor Orientador: Matheus Savi, Me.

**Florianópolis, junho de 2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Roxo, Nataly

**Adaptação das curvas de isodose para marcação visual em sala cirúrgica a partir de um equipamento de fluoroscopia / Nataly Roxo ; orientação de Matheus Savi. - Florianópolis, SC, 2018.**

48 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços.**

Inclui Referências.

1. **Proteção Radiológica.** 2. **Centro Cirúrgico.** 3. **Curvas de Isodose.** I. Savi, Matheus. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços. III. Título.

# ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DE UM EQUIPAMENTO DE FLUOROSCOPIA


NATALY PEREIRA ROXO

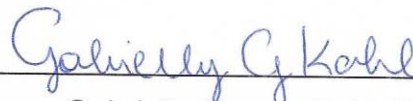
Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Radiologia e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 06 de Julho, 2018.

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Matheus Brum Marques Bianchi Savi, Me.

  
\_\_\_\_\_  
Marcos Renan Rodrigues, Me.

  
\_\_\_\_\_  
Gabrielly Gomes Kahl, TNR.

Com amor, dedico este trabalho aos meus  
pais, meu irmão e meu namorado.  
Obrigada por todo apoio e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço especialmente a Deus.

Agradeço ao meu orientador e professor Me. Matheus Savi, que me ajudou na criação do tema do trabalho até a sua conclusão.

Agradeço a todos os profissionais do Instituto Federal de Santa Catarina, em especial aos professores do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia, que estiveram comigo desde o início do curso sempre ajudando e compartilhando seus conhecimentos.

Agradeço também aos meus pais, irmão e cunhada por terem me dado todo o apoio para a minha formação e por estarem presentes quando precisei. Agradeço pelo suporte e atenção durante os 7 semestres e principalmente durante a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de turma e amigos, em especial à Suane Jardim e Will Nunes, que sempre me apoiaram e me ajudaram quando precisei.

Agradeço a minha pequena prima e afilhada, Ana Clara Santos, por ter sido um dos motivos para que eu sempre continuasse firme em meus estudos e pela participação em todo meu curso e nos momentos que precisei.

Agradeço ao meu namorado, Iago Silvestrin, que esteve presente nas partes mais difíceis da minha graduação e por ter me dado tanta força nos momentos que pensei em desistir. Agradeço pelas suas palavras nas horas que mais precisei. Pelo apoio que me deu durante a elaboração deste trabalho, pela ajuda e companheirismo.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram comigo enquanto graduanda e, principalmente, me ajudaram na elaboração e conclusão deste trabalho.

## RESUMO

Em um sistema de fluoroscopia a distribuição da radiação espalhada é complexa e uma maneira de quantificar essas medidas é a partir da elaboração de curvas de isodose. Estas curvas são obtidas a partir das medidas de dose absorvida no ar em diferentes pontos e alturas da sala e estão diretamente ligadas com a distância da fonte. O objetivo deste trabalho é realizar marcação visual em uma sala do centro cirúrgico de acordo com as curvas de isodose de um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em C. Este estudo é considerado uma pesquisa exploratória com coleta de dados documental. Utilizou-se as curvas de isodose que se encontram no Manual do arco em C Philips BV Pulsera para a adaptação que foi realizada com o aparelho nas duas alturas (1m e 1,5m) e em 6 posições diferentes. Para a realização da marcação visual em uma sala do centro cirúrgico foram utilizadas fitas da marca 3M em quatro cores: amarelo, azul, verde e vermelho. Como as altas doses em fluoroscopia se dão pela proximidade dos membros da equipe envolvida ao paciente e ao tubo, esta marcação contribui para a diminuição da taxa de exposição, evitando assim, efeitos radiobiológicos aos indivíduos ocupacionalmente expostos.

**Palavras-chave:** Proteção Radiológica. Centro Cirúrgico. Fluoroscopia. Curvas de Isodose.

## **ABSTRACT**

In a fluoroscopy system, the distribution of scattered radiation is complex and one way of quantifying these measurements is from the elaboration of isodose curves. These curves are obtained from the measurements of absorbed dose in the air at different points and heights of the room and are directly connected with the distance of the source. The objective of this work is to perform visual marking in a surgical center room according to the isodose curves of a fluoroscopy equipment of the C-arm. This study is considered an exploratory research with documentary data collection. The isodose curves found in the guide of C-arm BV Philips Pulsera for adaptation were used in the two heights (1m and 1.5m) and in six different positions. To perform the visual marking in a room of the surgical center were tapes of the mark 3M in four colors: yellow, blue, green and red. As the high doses in fluoroscopy are due to the proximity of the members of the team involved to the patient and to the tube, this marking contributes to the reduction of the exposure rate, thus avoiding radiobiological effects to the occupationally exposed individuals.

**Key words:** Radiological protection. Surgical center. Fluoroscopy. Isodose curves.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procedimento guiado fluoroscopicamente .....	14
Figura 2 - Interação da radiação com o paciente. Situação ideal, sem espalhamento (A). Situação real, o paciente é um meio espalhador da radiação (B). .....	18
Figura 3 - Mapa de Isodose para BV Philips Pulsera .....	32
Figura 4 – Possíveis posições para deslocamento do aparelho (A). Curvas de Isodose correspondente as 6 posições do aparelho (B). Curvas de Isodose identificadas pelas 4 cores (C). Extremidade das curvas de Isodose (D). Marcação das extremidades das curvas por meio de círculos (E). Exclusão das curvas restando apenas os círculos para marcação e cálculo da distância (F). Valores do raio referente a cada círculo (G).....	34
Figura 5 - Curvas de Isodose correspondentes a 1,5 metro da fonte.....	35
Figura 6 - Visão geral de uma sala cirúrgica (A). Marcação da localização da mesa (B). .....	36
Figura 7 - Caneta fixada através de nó (A). Marcação dos valores do raio dos círculos na corda (B). Marcação da corda sobre o ponto do chão (C). Marcação do chão com caneta para retroprojeter (D). .....	37
Figura 8 - Marcação do meio e extremidades da fita (A). Resultado da marcação com caneta para retroprojeter (B). .....	37
Figura 9 - Margem de erro.....	38
Figura 10 - Marcação final dos círculos.....	38
Figura 11 - Posições do Arco em C.....	39
Figura 12 - Panfleto explicativo sobre a marcação.....	40



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ALARA – As Low As Reasonably Achievable

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

DNA – Deoxyribonucleic Acid

EPR – Equipamento de Proteção Radiológica

IAEA – International Atomic Energy Agency

ICRU – International Commission on Radiation Units and Measurements

ICRP – International Commission on Radiological Protection

IFSC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

IOE – Indivíduo Ocupacionalmente Exposto

LIQD – Lei do inverso do Quadrado da Distância

TLD – Thermoluminescent Dosimeter

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 OBJETIVO GERAL.....	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA.....	14
2.2 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL PROVENIENTE DA RADIAÇÃO IONIZANTE ....	15
2.3 PROTEÇÃO AO INDIVÍDUO OCUPACIONALMENTE EXPOSTO.....	19
2.4 PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA.....	21
2.5 CUIDADOS EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA.....	21
2.5.1 Tempo de Exposição.....	21
2.5.2 Distância da fonte.....	22
2.5.1.1 Isodose.....	23
2.5.1.2 Marcação visual em equipamentos de fluoroscopia.....	24
2.5.3 Blindagem.....	24
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
3.1 MÉTODOS APLICADOS.....	26
3.1.1 Estudo teórico.....	26
<b>3.1.2 Equipamento utilizado</b> .....	<b>27</b>
3.1.3 Adaptação das curvas de isodose.....	27
3.1.4 Marcação visual em um equipamento de fluoroscopia.....	27
3.2 ASPECTOS ÉTICOS.....	28
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
<b>APÊNDICE A – PANFLETO EXPLICATIVO SOBRE A MARCAÇÃO</b> .....	<b>48</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A fluoroscopia é uma técnica em que são visualizadas as estruturas internas do corpo de forma dinâmica. Segundo Alonso (2005), por serem guiados fluoroscopicamente se tornam procedimentos minimamente invasivos e benéficos aos usuários que precisam submeter-se a: implantação de marca-passo, cateterismo cardíaco, angioplastia, entre outros.

Durante o procedimento, são geradas imagens da região a ser estudada por meio de um feixe contínuo de raios X, o qual necessita que a equipe médica esteja sempre presente, de forma a aumentar a exposição ocupacional (SILVA, 2011).

Esta exposição é algo preocupante para os trabalhadores da área da saúde que utilizam radiações ionizantes. Todos devem estar cientes do risco e respeitar a tríade tempo, distância e blindagem. O uso do equipamento de proteção radiológica (EPR) adequado torna-se indispensável no que diz respeito à proteção radiológica. Assim, em um programa de monitoração ocupacional, os pontos de maior importância e cuidado são: jornada de trabalho, formação e treinamento dos funcionários, dosimetria pessoal e os exames de rotina (SOUZA; SOARES, 2008).

Além disso, várias medidas adotadas para proteção do paciente acabam também protegendo o indivíduo ocupacionalmente exposto (IOE), como a diminuição dos tempos de fluoroscopia e aquisição da imagem, utilização de baixas doses, menor frequência de pulsos, uso de colimadores, entre outras medidas (CANEVARO, 2009).

Sabe-se que em um sistema de fluoroscopia a distribuição da radiação espalhada é bastante complexa. Uma maneira de quantificar essas medidas é a partir da elaboração de curvas de isodose. Estas curvas são obtidas a partir das medidas de dose absorvida no ar em diferentes pontos e alturas dentro da sala e estão diretamente relacionadas com a distância da fonte. A partir dessas medições podem ser gerados mapas de isodose, que proporcionam o conhecimento do local e conseqüentemente o melhor posicionamento para os IOEs (CANEVARO, 2009).

Com os mapas de isodose é possível realizar a marcação visual no chão e paredes da sala, que servem também como medida de proteção ao IOE, uma vez que a partir dessa marcação é possível conhecer os lugares mais seguros, ou menos

prejudiciais, para se posicionar durante a realização dos procedimentos guiados por fluoroscopia. Diante disso, a presente pesquisa tem como objetivo realizar a marcação visual de acordo com as curvas de isodose em um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em C em um centro cirúrgico.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Tendo em vista a maior segurança dos indivíduos ocupacionalmente expostos durante os procedimentos guiados por fluoroscopia, tem-se o seguinte questionamento: “Como marcar a distância a ser estabelecida para a equipe cirúrgica que utiliza o equipamento de fluoroscopia do tipo arco em C em uma sala de cirurgia a partir das curvas de isodose?”

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O procedimento guiado por fluoroscopia, segundo Silva et al. (2008), “é uma das especialidades que proporciona as maiores doses a pacientes e profissionais”. É necessária atenção para o fato de que os profissionais que trabalham em salas de radiologia intervencionista são, muitas vezes, cardiologistas, ortopedistas, cirurgiões vasculares etc. e que, de maneira geral, não possuem formação na área de proteção radiológica (SILVA et al., 2008).

Para a área que compreende o uso da radiação ionizante, pesquisas e trabalhos que envolvam a proteção radiológica tanto para pacientes, quanto para os IOEs, são cada vez mais necessárias e indispensáveis.

Entre os trabalhos já realizados com propósito similar, pode-se citar Adad et al. (2008) que determina as curvas de isodose no ar em uma sala de mamografia, porém, com a ideia da adaptação e marcação visual para proteção do IOE, não foi encontrado nenhum artigo na pesquisa realizada.

Existe uma parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) – Campus Florianópolis e o hospital em que foi feita a marcação visual no equipamento de fluoroscopia. No local, há um setor de

proteção radiológica e existe essa demanda da marcação visual para o melhor posicionamento dos IOEs nos procedimentos guiados por fluoroscopia.

Desta forma, esta pesquisa justifica-se pela necessidade da realização dessas marcações pelo setor de proteção radiológica do hospital a fim de otimizar a exposição dos IOEs em procedimentos fluoroscópicos.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Realizar marcação visual em uma sala do centro cirúrgico de acordo com as curvas de isodose de um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em C.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

É do propósito desse trabalho:

- a) adaptar as curvas de isodose a partir da localização de um equipamento de fluoroscopia, do tipo Arco em C;
- b) sinalizar as áreas adjacentes ao equipamento de fluoroscopia no chão, utilizando fitas da marca 3M em quatro cores em uma sala cirúrgica.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA

A fluoroscopia é um procedimento onde são obtidas imagens a partir da emissão de raios X de maneira contínua (Figura 1). Consiste em um método que permite a visualização de órgãos em tempo real (SILVA, 2011).

O procedimento é feito como uma radiografia convencional, onde um feixe de raios X passa através do corpo do paciente, mas ao invés de ser registrado em um filme, na fluoroscopia a imagem é mostrada em uma tela (CANEVARO, 2009).

Figura 1 - Procedimento guiado fluoroscopicamente



Fonte: Philips BV Pulsera.

Como na maioria dos procedimentos que utilizam radiação ionizante, o paciente é exposto a uma quantidade de radiação X; a equipe médica é responsável por minimizar esse tempo de exposição, seguindo o princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), ou seja, doses tão baixas quanto razoavelmente exequíveis.

As principais indicações para os procedimentos guiados por fluoroscopia, segundo o DAINF - UTFPR, são:

- a) exames contrastados para a visualização do trato gastrointestinal;
- b) acompanhamento de inserção de cateter durante a angioplastia ou angiografia;
- c) estudos de fluxo sanguíneo em arteriografias;
- d) cirurgias ortopédicas, para visualizar fraturas.

## 2.2 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL PROVENIENTE DA RADIAÇÃO IONIZANTE

A publicação 60 da ICRP (1991) parte do princípio que qualquer dose, por menor que seja, pode causar efeito à saúde do ser humano, e se não forem tomadas precauções, níveis significantes de exposição à radiação podem ocasionar sérios danos à saúde.

A equipe médica, nos procedimentos guiados por fluoroscopia, por estar sempre presente na sala e próxima ao paciente, está exposta principalmente à radiação espalhada e a radiação de fuga. Por isso, “como a radiação ionizante não pode ser percebida pelos sentidos humanos, muitas vezes, até mesmo por falta de conhecimento sobre seu risco à saúde, acaba por não ser motivo de grande preocupação por parte dos profissionais” (GRONCHI, 2004, p. 24).

O médico é um membro da equipe que encontra-se num nível maior proximidade das radiações espalhadas, sendo expostos na região da cintura, tórax e face. Outro membro da equipe que merece atenção especial, em decorrência das exposições, são os enfermeiros, que mesmo sem receber a maior parcela da exposição, uma vez que permanecem mais afastados do equipamento gerador da radiação, também estão sob premissas estabelecidas, principalmente aquelas ditadas pela radioproteção (MOURÃO; OLIVEIRA, 2009).

Em relação aos profissionais da enfermagem, alguns dos sintomas mais prováveis da exposição à radiação são queda de cabelo e diminuição de hematócritos associados à anemia e leucopenia (FLÔR, 2010). Quanto aos médicos, diversos

estudos demonstraram lesões principalmente nas mãos e olhos e o risco de câncer radioinduzido (SILVA, 2011).

A equipe médica em fluoroscopia está frequentemente exposta à radiação ionizante, o que pode afetar o organismo desses profissionais, gerando diversas lesões com o tempo.

Existem vários tipos de riscos que as pessoas estão propensas a ter contato no dia a dia. No ambiente laboral eles estão divididos em cinco tipos: risco mecânico, risco ergonômico, risco físico, risco químico e risco biológico. Na área da radiologia, mais especificamente nos procedimentos guiados por fluoroscopia, o risco eminente é o risco físico que provém da radiação ionizante (AGOSTINI, 2002).

Os efeitos biológicos da radiação ionizante são classificados como efeitos determinísticos e efeitos estocásticos. Os efeitos determinísticos são causados por irradiação total ou localizada de um tecido, causando um grau de morte celular não compensado pela reposição ou reparo, com prejuízos detectáveis no funcionamento do órgão ou tecido (Tabela 1). Já os efeitos estocásticos são os efeitos em que a probabilidade de ocorrência é proporcional à dose de radiação recebida, ou seja, doses pequenas (OKUNO, 2013).

Tabela 1 – Limiares para ocorrência de efeitos determinísticos em Fluoroscopia em alta taxa de dose

<b>Efeito</b>	<b>Limiar aproximado de dose (Gy)</b>	<b>Tempo de aparição do efeito</b>	<b>Tempo de exposição a 200 mGy/min</b>
Eritema imediato transiente	2	2-24 horas	10
Depilação temporária	3	~ 3 semanas	15
Depilação permanente	7	~ 3 semanas	35
Escamação seca	14	~ 4 semanas	70
Escamação úmida	18	~ 4 semanas	90
Necrose dérmica isquêmica	18	>10 semanas	90
Necrose dérmica	>12	>52 semanas	75

Fonte: Canevaro (2009).

Segundo Okuno (2013), os mecanismos de ação da radiação podem ser diretos ou indiretos. O mecanismo direto é quando a radiação interage diretamente com importantes moléculas, como as de DNA, podendo ocorrer mutação ou até mesmo morte celular. Já o mecanismo indireto é quando ocorre a radiólise ou quebra a molécula da água, formando radicais livres que podem danificar o DNA e outras moléculas importantes.



A fluoroscopia é uma área que mais contribui para o aumento das doses de radiação à qual o indivíduo ocupacionalmente está exposto, “as doses ocupacionais são altas, já tendo sido identificados em médicos intervencionistas efeitos determinísticos da radiação, como catarata e epilação das extremidades” (SILVA et al., 2008, p. 320).

Em um único procedimento, o IOE pode receber até 2 mSv no cristalino, ou seja, com três procedimentos por dia, é possível chegar a 1500 mSv por ano de trabalho. Se não forem utilizados os equipamentos de proteção radiológica, no caso, o óculos plumbífero, em quatro anos será possível que apareçam opacidades no cristalino (CANEVARO, 2009).

Muitos fatores podem influenciar a distribuição e a intensidade de radiação espalhada na fluoroscopia, como o tamanho do paciente e o ângulo do sistema de aquisição de imagem. Numa situação típica de procedimento guiado fluoroscopicamente, quando o sistema não está angulado e está sendo realizada uma projeção anteroposterior, a intensidade da radiação espalhada é mais elevada nas regiões abaixo da mesa. Assim, “IOEs mais baixos irão receber mais radiação espalhada nos órgãos mais radiosensíveis do que os mais altos. Se a distância entre o trabalhador e o tubo de raios X é dobrada, a exposição à radiação irá cair para um quarto do valor inicial” (MOURA; BACCHIM NETO, 2015, p. 198).

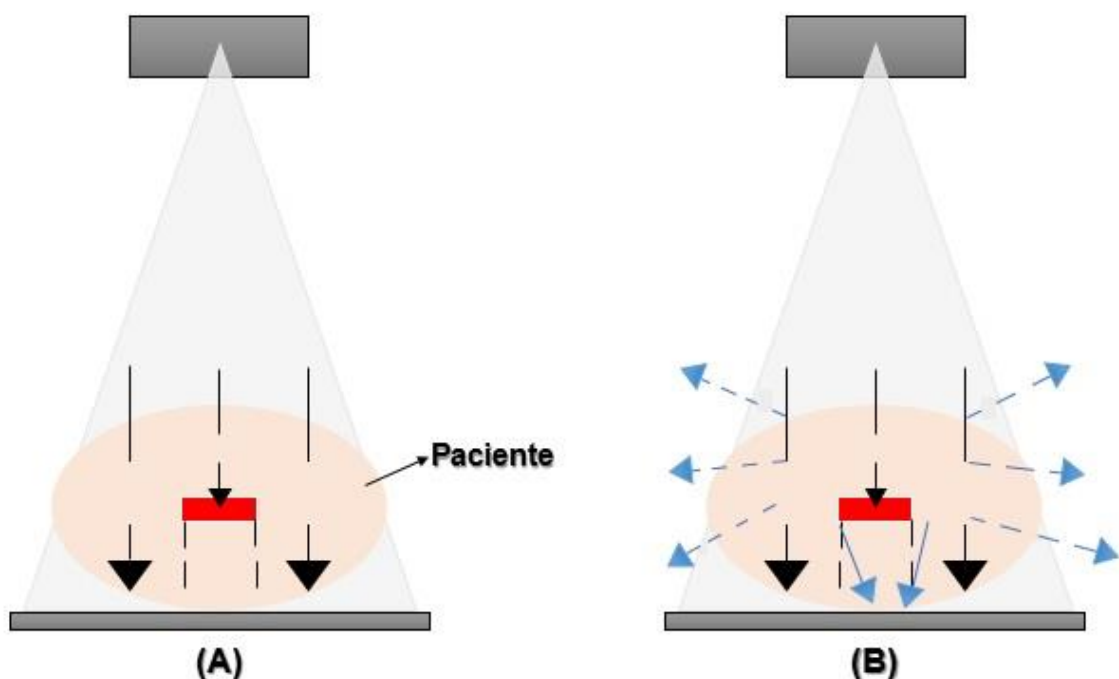
Segundo Nunes et al. (2016), o médico operador recebe valores de dose superiores aos demais membros da equipe devido a sua proximidade com o tubo de raios X. O técnico de enfermagem recebe doses menores por movimentar-se em diferentes pontos da sala de procedimentos de acordo com a necessidade do médico, não ficando sempre próximo à fonte de radiação. O técnico de raios X recebe doses relativamente baixas por se localizar na parte mais externa da mesa de procedimento, ou seja, mais distante da fonte de raios X.

Segundo Silva (2011), os tecnólogos, que são responsáveis pela operação do equipamento de fluoroscopia, entram em sala somente quando solicitados pelo médico, dessa forma, possuem doses baixas condizendo com este fato. Já os técnicos e auxiliares de enfermagem permanecem dentro da sala de exames durante todo o procedimento, assim as doses individuais da enfermagem são mais altas que dos profissionais da radiologia. Os médicos são os profissionais que mais permanecem

próximos do paciente e do tubo de raios X por longo período de tempo e, como consequência, estão mais expostos à radiação espalhada, podendo receber doses anuais próximas ou acima dos limites estabelecidos em normas.

Ainda segundo Silva (2011), a dose equivalente nas mãos dos profissionais podem ultrapassar o limite anual (500 mSv) caso um único operados realize todos os procedimentos ao longo do ano.

Figura 2 - Interação da radiação com o paciente. Situação ideal, sem espalhamento (A). Situação real, o paciente é um meio espalhador da radiação (B).



Fonte: Adaptação de DAINF UTFRP.

Moura e Bacchim Neto (2015) afirmam que a redução da dose do paciente irá reduzir proporcionalmente a dose recebida pelos IOEs. Os equipamentos de fluoroscopia mais atuais oferecem modos de aquisição de imagens que ajudam a reduzir as doses.

Segundo Madrigano et al. (2014, p. 211), “o conhecimento sobre dose de radiação ionizante em radiologia, seu potencial efeito cancerígeno, bem como sua utilização racional, é muito heterogêneo entre os médicos”. Os médicos que solicitam os exames radiológicos também têm grande responsabilidade na efetiva utilização desses métodos.

Os indivíduos ocupacionalmente expostos devem se preocupar em manter os níveis de exposição ocupacional abaixo do limiar recomendado, evitando assim os efeitos estocásticos da radiação, já que os efeitos biológicos são cumulativos. Tornando imprescindível o uso do equipamento de proteção radiológica (SOUZA; SOARES, 2008).

### 2.3 PROTEÇÃO AO INDIVÍDUO OCUPACIONALMENTE EXPOSTO

As altas doses em fluoroscopia se dão pela proximidade dos membros da equipe médica, principalmente pelo médico intervencionista, do paciente e do tubo de raios X. Para a diminuição dessa exposição devem ser utilizados anteparos móveis entre o paciente e o médico e vestimentas de proteção radiológica. As principais vestimentas de proteção radiológica são: avental plumbífero, protetor de tireoide, óculos plumbífero e luvas (SILVA et al., 2008).

A principal fonte de radiação dos indivíduos ocupacionalmente expostos é a radiação secundária ou espalhada. “Aventais de chumbo com 0,5 mm de espessura podem interceptar até 98% da radiação secundária e com 0,25 mm detêm até 96%, protegendo as gônadas e cerca de 80% da medula óssea ativa” (SOUZA; SOARES, 2008, p. 346). O uso do saioté permite a redução da dose equivalente nos pés do médico em aproximadamente 90% (LUNELLI et al., 2013).

Ainda segundo Souza e Soares (2008), os protetores de tireoide podem reduzir a exposição da glândula em até 10 vezes. As luvas plumbíferas, dependendo do modelo, possuem um fator de atenuação contra a radiação que varia de 5 a 20%, não sendo tão utilizadas devido a diminuição da sensação tátil, o que pode ocasionar um procedimento mais demorado e causar maior radiação na mão; já que essas luvas não dão proteção eficaz, o seu uso é pouco difundido.

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) recomenda incluir na legislação de proteção radiológica a implantação dos programas de garantia e de controle de qualidade. No Brasil, a portaria nº 453, em seu item 4.17d, afirma que “todo equipamento de fluoroscopia deve possuir cortina ou saioté plumbífero inferior/lateral para a proteção do operador contra a radiação espalhada pelo paciente, com espessura não inferior a 0,5mm equivalente de chumbo, a 100kVp” e em seu item

4.40a, afirma que as palpações devem ser realizadas com luvas plumbíferas com chumbo não inferior a 0,25mm (ANVISA, 1998, p. 31).

Existem alguns fatores que influenciam tanto na dose do paciente, quanto na dose do operador, como as características do paciente, características da lesão, experiência e habilidade do operador, e características do equipamento. Outros fatores só afetam o operador, como a posição do mesmo, o uso de equipamentos de proteção radiológica e a blindagem (KIM, 2012).

A Portaria 453 da ANVISA (1998) preconiza que todos os indivíduos que trabalham com raios X para fins diagnósticos ou intervencionistas devem usar, durante toda a jornada de trabalho, o dosímetro pessoal. Além disso, afirma que a duração do exame deve ser o mais breve possível com o menor campo possível e a menor taxa de dose.

Souza e Soares (2008) afirmam que os dosímetros de extremidade (pulseira, anel) são os mais indicados para os profissionais que lidam com equipamentos de fluoroscopia. O dosímetro mais utilizado é o termoluminescente (TLD), que é um dispositivo composto de cristais com propriedades termoluminescentes (quando aquecido emite luz) e serve para medir doses de radiação X ou fontes radioativas, cuja intensidade da luz é proporcional à dose da radiação incidente.

Todos os indivíduos ocupacionalmente expostos devem ser monitorados mensalmente para que seja verificado se as doses de exposição não foram acima dos limites. A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) recomenda que sejam utilizados dois dosímetros na altura do tórax, sendo um sobre as proteções e um por baixo das mesmas. Dosímetros adicionais também podem ser utilizados para medir as doses recebidas pelos cristalinos e pelas extremidades dos profissionais.

Nunes et al. (2016) afirmam que o uso de dosímetros ativos permite que a equipe médica entenda que o posicionamento correto na sala é de suma importância para a diminuição de doses. Com isso, os profissionais observaram que determinadas posições que ocupavam na sala acarretavam em doses mais altas e desnecessárias já que poderiam ocupar o outro ponto da sala de procedimentos.

## 2.4 PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Segundo a Norma CNEN NN 3.01 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a proteção radiológica pode ser fundamentada em três princípios: justificação, limitação de dose e otimização. A justificação consiste na exposição médica associada somente a prática que produza benefícios para o paciente ou para a sociedade. A limitação de dose compreende que o paciente poderá receber somente a dose necessária, obedecendo um limite, e apenas no local de interesse. E a otimização diz que a dose no paciente deve ser a menor possível, porém sem perder a qualidade no exame.

Soares, Pereira e Flôr (2011) afirmam que a otimização está ligada a filosofia do princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que numa tradução livre significa “tão baixo quanto razoavelmente exequível”, o que corresponde em sempre diminuir a dose de exposição à radiação, tanto do paciente quanto do indivíduo ocupacionalmente exposto.

Cardoso et al. (2011) afirmam que “apesar de o conceito ALARA ser amplamente conhecido, alguns estudos chamam a atenção para o fato de muitos conceitos radiológicos e de proteção serem negligenciados pelos médicos intervencionistas”.

Todos esses princípios de proteção radiológica vêm ao encontro dos principais mecanismos da proteção radiológica: distância da fonte de radiação, tempo de exposição à fonte e blindagem (GELSLEICHTER, 2006).

## 2.5 CUIDADOS EM PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Algumas condutas podem ser tomadas visando a redução de exposição à radiação ionizante, são eles: tempo de exposição, distância da fonte e blindagem.

### 2.5.1 Tempo de Exposição

No que diz respeito ao tempo de exposição, “a dose acumulada por uma pessoa que trabalha numa área exposta a uma determinada taxa de dose é

diretamente proporcional ao tempo em que ela permanece na área” (TAUHATA et al., 2014, p. 246). Essa dose pode ser expressa pela equação 1:

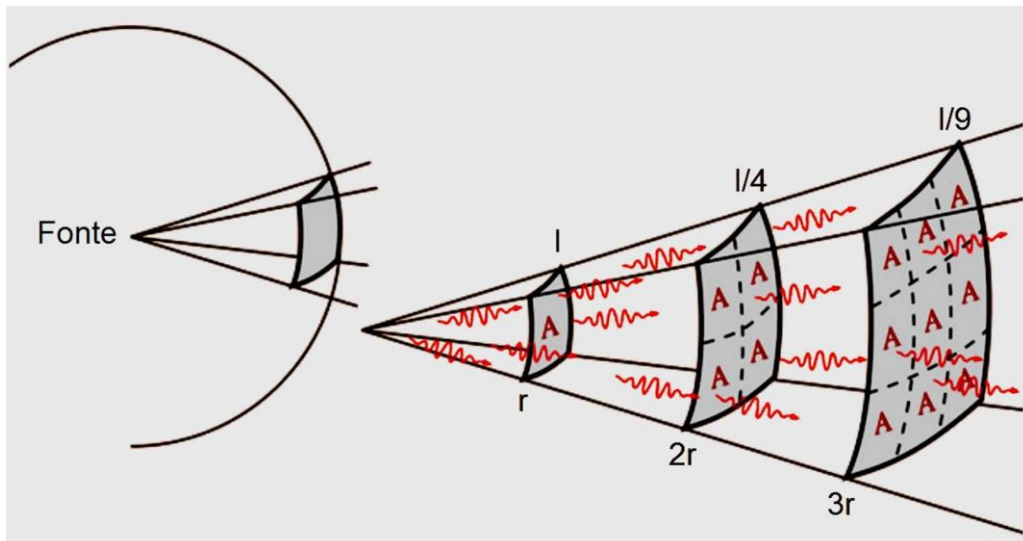
$$\text{Dose} = \text{Taxa} \times \text{Tempo} \quad (1)$$

Para Tauhata et al. (2014), deve-se ter sempre em mente que quanto menor o tempo de exposição, menores serão os efeitos causados pela radiação. Para a realização de procedimentos em áreas em que há o uso da radiação ionizante, recomenda-se ter o cuidado com o tempo de permanência na sala.

### 2.5.2 Distância da fonte

Referente à distância da fonte, se aplica a lei do inverso do quadrado da distância (LIQD). A LIQD (Figura 3) nada mais é do que uma lei matemática que pode ser aplicada a várias áreas e se reporta ao comportamento da medida da grandeza, proporcional a emissão de um ente emitido isotopicamente por uma fonte pontual, medida a distâncias diferentes da fonte emissora (HOFF; LIMA, 2012).

Figura 3 - Representação da LIQD



Fonte: Sá et al (2017).

A LIQD se dá pela equação 2:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{(r_2)^2}{(r_1)^2} \quad (2)$$

Onde:

$D_1$  = taxa de dose na distância  $r_1$  da fonte

$D_2$  = taxa de dose na distância  $r_2$  da fonte

Se duplicada a distância entre fonte e o detector, reduz-se a taxa de dose a  $\frac{1}{4}$  de seu valor inicial. Assim, o modo mais fácil de diminuir a taxa de exposição à radiação ionizante é ficar longe da fonte (TAUHATA et al., 2014).

#### 2.5.1.1 Isodose

Segundo a Portaria n. 453 da ANVISA (1998), no item 4.49 c, a taxa kerma no ar para o procedimento fluoroscópico deve ser “inferior a 50 mGy/min na entrada da pele do paciente, na menor distância (foco-pele) de operação, exceto durante cine ou quando o sistema opcional de alto nível estiver ativado”. Dispõe ainda que, se o tubo estiver sob a mesa, as medidas devem ser feitas a 1cm sobre a mesa ou berço.

Estas recomendações determinadas pela ANVISA mostram a importância de se conhecer a distribuição da radiação na sala onde ocorrem os procedimentos, tanto para proteção do IOE quanto para os pacientes.

Através da distribuição da dose absorvida no ar de uma sala de procedimentos utilizando a radiação X, pode ser feita a elaboração de um mapa de distribuição de dose em duas dimensões, curvas de isodose e a localização espacial dos pontos de maior dose absorvida no ar na sala (ADAD et al., 2008).

A dose absorvida no ar, também conhecida como taxa de kerma no ar, é dada pela equação 3:

$$k_{ar} = \frac{Gy}{min} \quad (3)$$

Onde:

$k_{ar}$  = taxa de kerma no ar

Gy = unidade Gray

min = tempo

Para representar variações volumétricas e planares na dose absorvida, as distribuições são representadas por meio de curvas de isodose. As curvas de isodose são as linhas que juntam os pontos de igual porcentagem da dose de kerma no ar. Já os gráficos de isodose consistem em várias curvas de isodose. (MATSUSHIMA, 2015).

As curvas de isodose podem ser medidas por câmaras de ionização, detectores de estado sólido ou filmes radiográficos. Porém, a câmara de ionização é

o método mais confiável, principalmente pela sua precisão e resposta energética relativamente estável (KHAN, 2003).

De acordo com as recomendações da International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), a câmara de ionização usada para mensurar as curvas de isodose deve ser pequena, de modo com que as medidas possam ser feitas em regiões de alto gradiente de dose (próximo as bordas do feixe). Recomenda-se que o volume sensível da câmara seja menor do que 15 mm de comprimento e tenha um diâmetro interno de 5 mm ou menos (KHAN, 2003).

#### 2.5.1.2 Marcação visual em equipamentos de fluoroscopia

Em um sistema de fluoroscopia a distribuição da dose absorvida é bastante complexa. Apesar da lei do inverso do quadrado da distância ser válido, outros fatores interferem na atenuação da radiação, dificultando a estimativa das taxas de dose em diferentes pontos da sala. Uma maneira de tornar isso possível é realizando a medição das taxas de kerma no ar em diferentes pontos e alturas dentro da sala. Assim, a partir das medições podem ser gerados mapas de isodose (CANEVARO, 2009).

A partir desses mapas de isodose, é possível a realização da marcação visual em uma sala com equipamento de fluoroscopia.

#### 2.5.3 Blindagem

Os indivíduos ocupacionalmente expostos devem dispor de procedimentos técnicos bem elaborados de modo que a segurança contra a exposição à radiação desnecessária ou acidentes esteja garantida. Além das vestimentas de proteção radiológica (como aventais, óculos etc.), é necessário introduzir outro fator de segurança: a blindagem (TAUHATA et al., 2014).

A blindagem da sala depende do tipo de radiação utilizada e é importante para evitar a propagação das radiações. Sua eficiência é determinada pela capacidade de penetração da radiação X, assim como pela natureza e espessura do material de blindagem (SOUZA; SOARES, 2008).



Além disso, o cálculo e a construção de uma blindagem devem levar em conta a localização dos geradores de radiação, as direções possíveis de incidência do feixe, o tempo de ocupação da máquina ou fonte, a carga de trabalho, os locais e áreas circunvizinhas, a planta da instalação. Deve-se calcular tanto a barreira primária, quanto a barreira secundária devido ao espalhamento da radiação nas paredes, equipamentos e no ar (TAUHATA et al., 2014).

### **3 METODOLOGIA**

A presente pesquisa é do tipo exploratória, já que se caracteriza por ter “a finalidade de esclarecer e proporcionar uma visão geral em dimensões mais ampliadas acerca de um determinado fato” (DYNIEWICZ, 2014, p. 97). Segundo Duarte (2016), a pesquisa exploratória consiste de um tema ainda pouco explorado e que requer mais conhecimento sobre o assunto.

A coleta de dados é caracterizada como pesquisa documental, já que a fonte de documentação é através de registros institucionais, ou seja, o Manual do Aparelho Philips BV Pulsera. Segundo Gil (2008, p. 147), nesse tipo de pesquisa “as fontes documentais são capazes de proporcionar ao pesquisador dados em quantidade e qualidade suficiente para evitar a perda de tempo e o constrangimento que caracterizam muitas das pesquisas”. Ainda sobre a pesquisa documental, Gil (2008, p. 147) afirma que são considerados documentos não apenas escritos utilizados para esclarecer determinada coisa, mas qualquer objeto que possa contribuir para a investigação de determinado fato ou fenômeno.

#### **3.1 MÉTODOS APLICADOS**

##### **3.1.1 Estudo teórico**

O trabalho foi realizado em duas partes; a primeira parte foi um projeto onde realizou-se uma fase de estudos bibliográficos, e na segunda parte foi feita a adaptação das curvas e marcação visual em sala do centro cirúrgico.

O início do trabalho se deu pela escolha do tema e pelo referencial teórico, que possibilitou o conhecimento mais detalhado sobre o assunto. Foi realizada pesquisa em bibliografias nacionais e internacionais, utilizando artigos das bases de dados CAPES e SciELO, livros e outros. Também foi utilizada a legislação brasileira vigente e algumas regulamentações feitas pela CNEN e ICRP. Além disso, foi pesquisado em livros e artigos, citados em referência, sobre as curvas de isodose para melhor entendimento do tema a ser trabalhado, bem como a leitura sobre a aplicação das curvas de isodose em outros serviços.

Para verificar se havia estudos relacionados a esse trabalho, houve pesquisa nas bases de dados: CAPES, LILACS, SciELO e PubMed. Em todos os sites foi realizada pesquisa pelo título do trabalho em inglês, seguido das palavras-chave.

### **3.1.2 Equipamento utilizado**

O equipamento utilizado para a adaptação das curvas de isodose e marcação visual foi um arco em C BV PULSERA Release 2.3 (Royal Philips Electronics, Amsterdã/Holanda) em uma sala do centro cirúrgico.

### **3.1.3 Adaptação das curvas de isodose**

Após a solicitação e aceite do local, foi realizada a adaptação das curvas de isodose para uma sala do centro cirúrgico de um hospital público, no equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em "C". Esta foi feita a partir das curvas de isodose que se encontram no manual do equipamento Philips BV Pulsera Release 2.3 intituladas como Mapas de Isokerma, no capítulo 10, onde constam os mapas com a posição horizontal e a posição lateral do equipamento e com o aparelho na altura de 1m e 1,5m.

A adaptação foi feita com o aparelho nas duas alturas (1m e 1,5m) e em 6 posições diferentes. Como não consta no manual do aparelho uma escala gráfica ou numérica, ela foi feita através de equações matemáticas para obtenção do local exato para a colocação das fitas.

### **3.1.4 Marcação visual em um equipamento de fluoroscopia**

Após a adaptação, foi realizada a marcação visual. Foram utilizadas fitas da marca 3M em quatro cores: amarelo, azul, verde e vermelho. As fitas foram colocadas para demarcar o chão de acordo com a adaptação das curvas de isodose do aparelho em 6 posições diferentes e na altura de 1 metro.

### 3.2 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida em conformidade com a Norma Brasileira Regulamentadora 6023/2002 da ABNT que estabelece as normas utilizadas em referências, comprometendo-se em citar os autores utilizados neste estudo. A pesquisa também está em conformidade com a Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016 e resoluções complementares do Conselho Nacional de Saúde. Por fim, por se tratar de um estudo sem o envolvimento de seres humanos, e sim com equipamento, não houve necessidade de submissão do projeto a um comitê de ética, sendo necessário apenas a autorização da instituição a ser implantada as marcações visuais.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DOS EQUIPAMENTOS DE FLUOROSCOPIA

Nataly Pereira Roxo<sup>1</sup> Matheus Savi<sup>2</sup>

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina*

*Curso Superior de Tecnologia em Radiologia*

natalyroxoxo@hotmail.com<sup>1</sup>

matheus.savi@ifsc.edu.br<sup>2</sup>

#### RESUMO

**Introdução:** em um sistema de fluoroscopia a distribuição da radiação espalhada é complexa e uma maneira de quantificar essas medidas é a partir da elaboração de curvas de isodose. As curvas de isodose são obtidas a partir das medidas de dose absorvida no ar em diferentes pontos e alturas da sala e estão diretamente ligadas com a distância da fonte. **Objetivo:** realizar a marcação visual no chão de um centro cirúrgico de acordo com os mapas de isodose de um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em C. **Método:** utilizou-se o mapa de isodose que se encontra no Manual de um arco em C Philips BV Pulsera Release 2.3 para a adaptação das curvas de isodose. **Resultado:** a adaptação foi realizada com o aparelho nas duas alturas (1m e 1,5m) e em 6 posições diferentes. Para realizar a marcação visual foram utilizadas fitas da marca 3M em quatro cores: amarelo, azul, verde e vermelho. **Conclusão:** esta pesquisa mostra a importância do posicionamento correto durante os procedimentos de acordo com a dose recebida em cada área.

**Palavras-chave:** Proteção Radiológica. Centro Cirúrgico. Fluoroscopia. Curvas de Isodose.

#### ABSTRACT

**Introduction:** In a fluoroscopy system the distribution of scattered radiation is complex and one way of quantifying these measurements is from the elaboration of isodose curves. The isodose curves are obtained from the measurements of absorbed dose in the air at different points and heights of the room and are directly connected with the distance of the source. **Objective:** Perform the visual marking on the floor of a surgical center according to the isodose maps of a fluoroscopy equipment type C-arm. **Method:** The isodose map found in the Philips BV Pulsera Release 2.3 guide for the adaptation of the isodose curves was used. **Result:** The adaptation was performed with the device at two heights (1m and 1.5m) and in six different positions. To carry out the visual marking, tapes of the brand 3M were used in four colors: yellow, blue, green and red. **Conclusion:** This research shows the importance of correct positioning during procedures according to the dose received in each area.

**Key words:** Radiological Protection. Surgical Center. Fluoroscopy. Isodose curves.

## INTRODUÇÃO

A fluoroscopia é uma técnica de visualização de forma dinâmica das estruturas internas do corpo humano. Durante o procedimento, são geradas imagens por meio de um feixe contínuo de raios X da região a ser estudada, o qual necessita que a equipe médica (médico, anestesiológista, enfermagem e profissionais da radiologia) esteja sempre presente, de forma a aumentar a exposição ocupacional (SILVA, 2011).

A exposição ocupacional nesta modalidade é de grande preocupação da proteção radiológica de um hospital, uma vez que a equipe médica que realiza os procedimentos pode receber valores de doses próximos aos limites estabelecidos em normas e regulamentos de proteção radiológica (SILVA, 2011).

O uso do equipamento de proteção radiológica (EPR) adequado torna-se indispensável no que diz respeito à proteção radiológica. Assim, em um programa de monitoração ocupacional, os pontos de maior importância e cuidado são: jornada de trabalho, formação e treinamento dos funcionários, dosimetria pessoal e os exames de rotina (SOUZA; SOARES, 2008).

Segundo a NN 3.01 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), a proteção radiológica pode ser fundamentada em três princípios: justificação, limitação de dose e otimização. A justificação consiste na exposição médica associada somente a prática que produza benefícios para o paciente ou para a sociedade. A limitação de dose compreende que o paciente poderá receber somente a dose necessária, obedecendo um limite, e apenas no local de interesse. Por fim, a otimização diz que a dose no paciente deve ser a menor possível, porém sem que haja perda de qualidade no exame. Todos estes fatores influem diretamente nos valores de exposição recebidos pelos profissionais envolvidos no procedimento.

Soares, Pereira e Flôr (2011) afirmam que a otimização está ligada a filosofia do princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), que numa tradução livre significa “tão baixo quanto razoavelmente exequível”, o que corresponde em sempre diminuir a dose de exposição à radiação, tanto do paciente quanto do indivíduo ocupacionalmente exposto.

Todos os princípios de proteção radiológica vêm ao encontro dos principais mecanismos da proteção radiológica: distância da fonte de radiação, tempo de exposição à fonte e blindagem (GELSLEICHTER, 2006).

Sabe-se que em um sistema de fluoroscopia, a distribuição da radiação espalhada é bastante complexa. Uma maneira de quantificar essas medidas é a partir da elaboração de curvas e mapas de isodose (MATSUSHIMA, 2015). As curvas de isodose são obtidas a partir das medidas de dose absorvida no ar em diferentes pontos e alturas dentro da sala e estão diretamente relacionadas com a distância da fonte por meio da lei do inverso do quadrado da distância, já os mapas de isodose consistem em várias curvas de isodose. Estas curvas proporcionam o conhecimento da distribuição da radiação espalhada no local e conseqüentemente o melhor posicionamento para os indivíduos ocupacionalmente expostos (CANEVARO, 2009).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar a marcação visual no chão de um centro cirúrgico de acordo com os mapas de isodose de um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em C.

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa é do tipo exploratória, já que se caracteriza por ter “a finalidade de esclarecer e proporcionar uma visão geral em dimensões mais ampliadas acerca de um determinado fato” (DYNIEWICZ, 2014, p. 97). Segundo Duarte (2016), a pesquisa exploratória consiste de um tema ainda pouco explorado e que requer mais conhecimento sobre o assunto.

A coleta de dados é caracterizada como pesquisa documental, já que a fonte de documentação é através de registros institucionais, ou seja, o Manual do Aparelho Philips BV Pulsera.

A primeira etapa da pesquisa se deu pela escolha do tema e pelo referencial teórico que possibilitou o conhecimento mais detalhado sobre o assunto. Foram realizadas pesquisas em bibliografias nacionais e internacionais, de forma a utilizar artigos das bases de dados CAPES, LILACS, SciELO e PubMed. Em todas as bases de dados foi realizada pesquisa pelo título do trabalho em inglês, seguido das palavras-chave “radiological protection AND surgical center AND isodose curves”. Também foi utilizada a legislação brasileira vigente e algumas regulamentações feitas

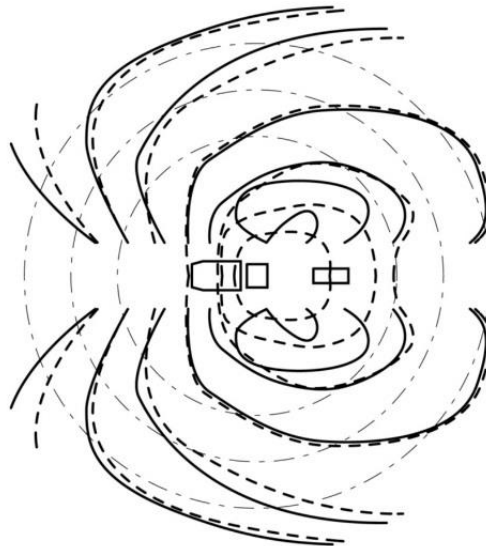
pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP).

Após a solicitação e aceite do local, foi realizada a adaptação do mapa de isodose para uma sala do centro cirúrgico de um hospital público a partir do manual de um equipamento de fluoroscopia do tipo Arco em "C" BV Pulsera (Philips, Holanda) para alturas de medição de 1m e 1,5m. Para cada altura, o mapa de isodose foi sobreposto em 6 posições diferentes de forma a cobrir as posições mais frequentes de uso do aparelho. Por meio de análise de escalas e regras de três, foi determinada a distância do centro em que cada marcação deveria ser feita concentricamente no chão. Foram utilizadas fitas da marca 3M em quatro cores: amarelo, azul, verde e vermelho considerando a altura de medição 1 metro, uma vez que possuía maior exposição.

## RESULTADOS

Em um primeiro momento, obteve-se a imagem inicial das curvas (Figura 3).

Figura 4 - Mapa de Isodose para BV Philips Pulsera



Fonte: Manual Philips BV Pulsera.

No desenho as curvas de isodose estão dispostas em dois tipos: linha contínua e tracejado. Essas linhas representam a altura do aparelho, a linha contínua significa 1 metro e o tracejado 1,5 metro. A adaptação será feita em duas partes, primeiro com altura de 1 metro e após a de 1,5 metro.



A partir da Figura 3, pode-se observar na Tabela 2 os valores referentes as taxas de dose de cada curva dispostos de fora para o centro.

Tabela 2 – Valores das Curvas de Isodose para Arco em C Philips

<b>Valor de dose (uGy/s)/(uGym<sup>2</sup>/s)</b>
0,0025
0,005
0,01
0,02
0,04
0,08
0,16

Fonte: Manual Philips BV Pulsera.

Na figura 3 observa-se somente a posição lateral do aparelho, de forma que foi realizada a mudança do aparelho para 6 posições (Figura 4A) e conseqüentemente a adaptação das curvas acompanhando todas as posições (Figura 4B).

Utilizando a Figura 3, as linhas foram coloridas de acordo com as cores das fitas para melhor entendimento do desenho. Nesse primeiro momento, utilizam-se as linhas contínuas que significam 1 metro de altura do aparelho e também somente as 4 linhas mais próximas do aparelho representadas pelas cores vermelho, amarelo, verde e azul.

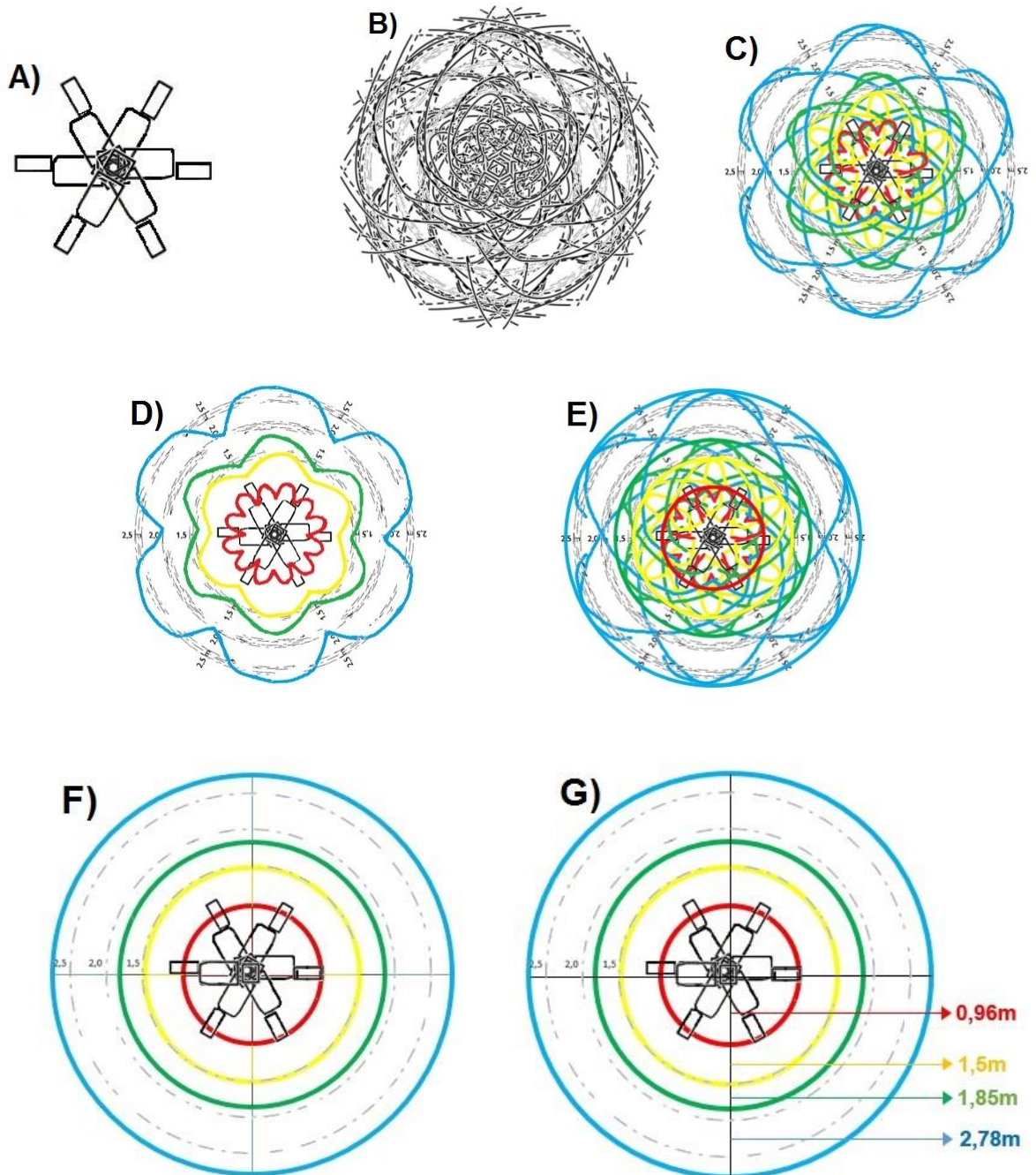
Observando a Figura 4C é possível uma melhor compreensão das curvas com a movimentação do aparelho, porém, para um entendimento ainda mais fácil, deixou-se apenas as extremidades das curvas formando a Figura 4D.

Pela inviabilização da marcação em formatos muito curvilíneos utilizando fitas, optou-se por, a partir da Figura 4C, destacar as extremidades em formato de círculo (Figura 4E).

Na Figura 4F foram eliminadas as curvas de isodose restando somente os círculos. A partir dessa imagem foram feitas algumas linhas para auxiliar na medição da distância das curvas. Com regra de três simples, obteve-se em quais distâncias estão localizadas as curvas para a marcação no chão. Todas as linhas têm o seu final na metade da espessura do círculo (4,5cm).

Sabendo que 1 metro é igual a 2,14cm na escala dos desenhos, pode-se obter os valores dos círculos que correspondem as extremidades das curvas de isodose, através de regra de três simples.

Figura 5 – Possíveis posições para deslocamento do aparelho (A). Curvas de Isodose correspondente as 6 posições do aparelho (B). Curvas de Isodose identificadas pelas 4 cores (C). Extremidade das curvas de Isodose (D). Marcação das extremidades das curvas por meio de círculos (E). Exclusão das curvas restando apenas os círculos para marcação e cálculo da distância (F). Valores do raio referente a cada círculo (G).

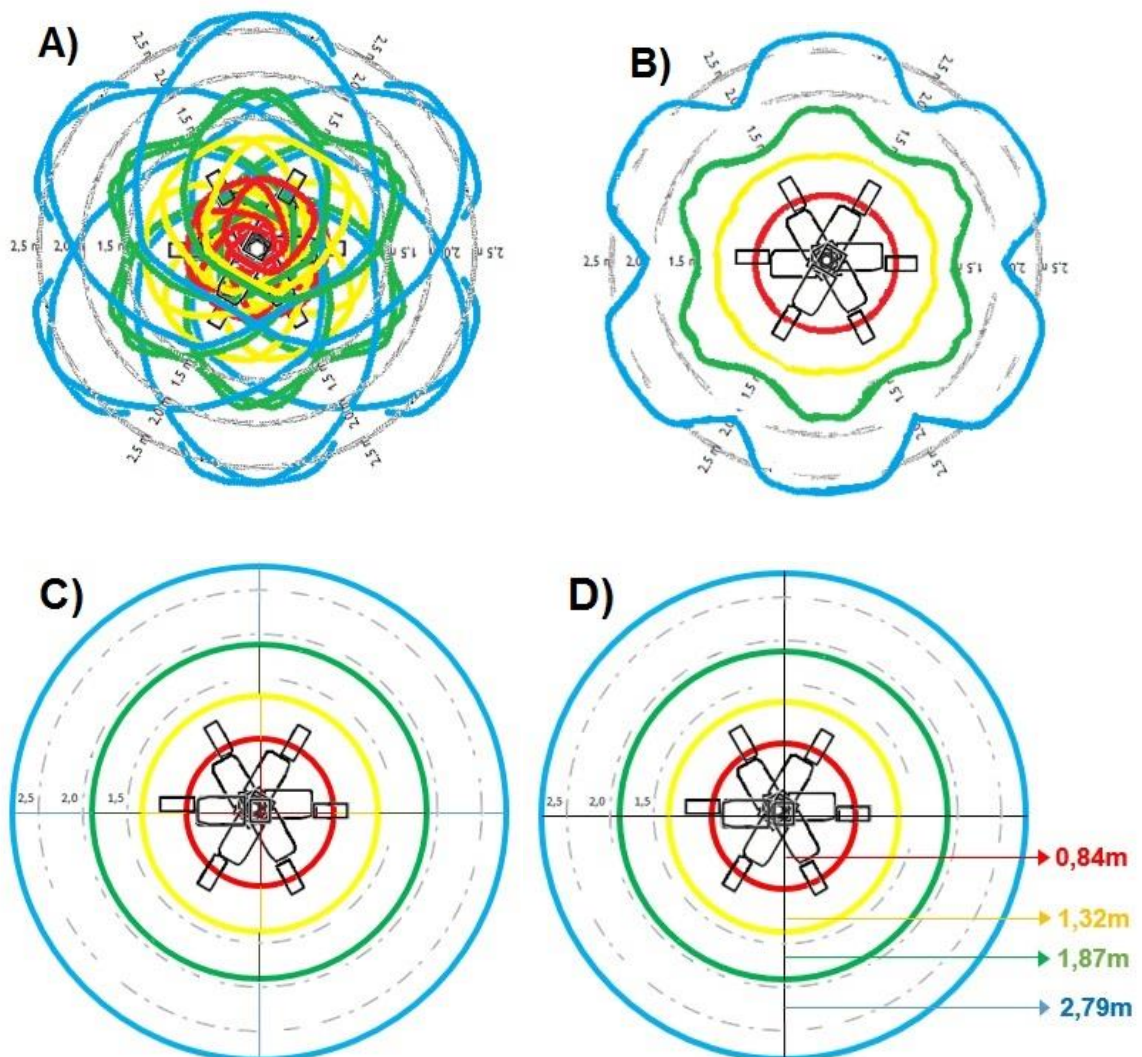


Fonte: Adaptação do Manual Philips BV Pulsera.

Num segundo momento, utilizou-se a linha tracejada (1,5 metro) para a adaptação, novamente com as 6 posições do aparelho e apenas com as 4 primeiras linhas que representam as 4 cores utilizadas nessa pesquisa. A partir da Figura 5A, conservou-se apenas as extremidades das curvas, formando a Figura 5B.

Assim como na adaptação para 1 metro, foi deixado somente os círculos correspondentes as extremidade das curvas e as linhas para medição da distância entre as curvas e o aparelho (Figura 5C).

Figura 6 - Curvas de Isodose correspondentes a 1,5 metro da fonte

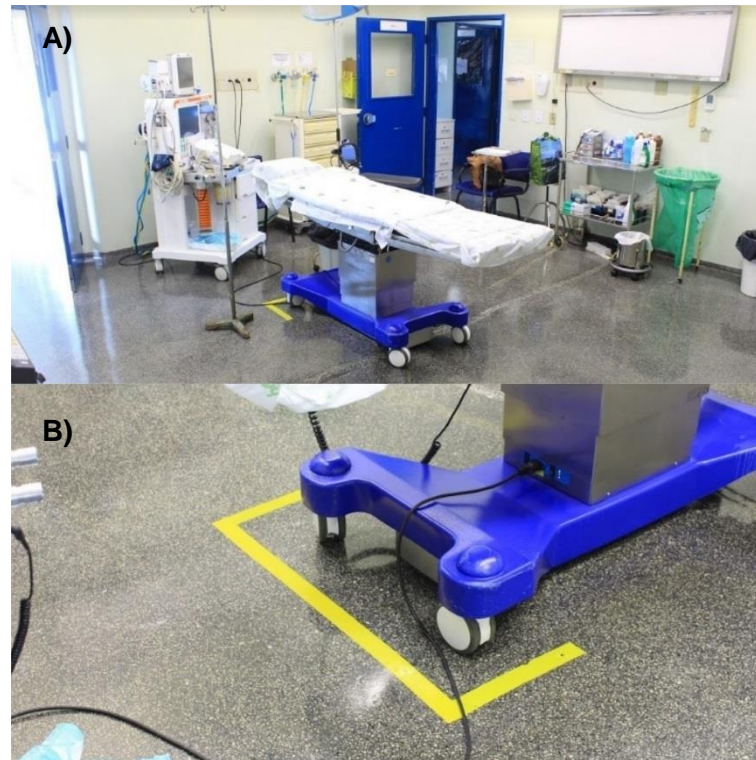


Fonte: Adaptação do Manual Philips BV Pulsera.

Concluída a adaptação com o auxílio do mapa de isodose disposto no manual do equipamento, foi marcada a data na instituição para receber a marcação em uma sala do centro cirúrgico.



Figura 7 - Visão geral de uma sala cirúrgica (A). Marcação da localização da mesa (B).



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

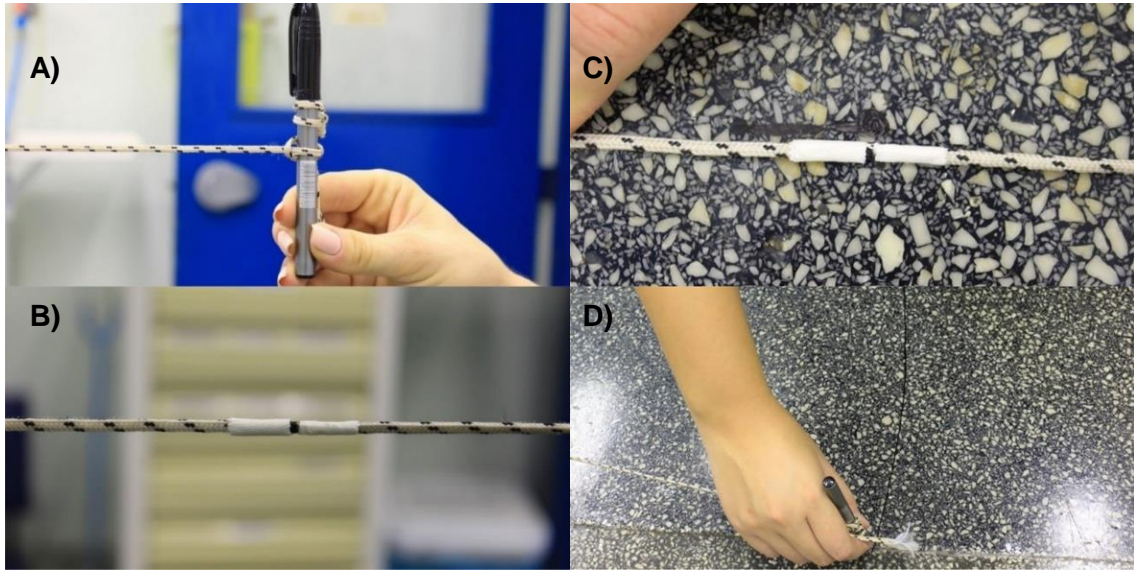
Em uma sala do centro cirúrgico, os equipamentos e materiais estavam dispostos como na figura 6A. Estava marcado no chão o local onde a mesa permanece durante os procedimentos com uma fita amarela e, por meio dessa fita, foi possível saber o local exato para começar a marcação das curvas (Figura 6B).

O primeiro passo foi descobrir o centro da mesa com a ajuda de uma fita métrica, pois, sabendo essa informação, sabe-se também onde o arco em C fica localizado durante os procedimentos. A mesa de procedimentos tinha 1,80m de comprimento e 53cm de largura, sendo o meio dela o ponto 26,5cm x 90cm. Este ponto foi marcado com uma caneta para retroprojeter.

Em seguida, para fazer os círculos, foi utilizada a mesma caneta e uma corda fixada por meio de um nó. Ao longo da corda foram feitas pequenas marcações que equivalem ao raio dos círculos.

A primeira marcação da corda (0,96m) foi posicionada exatamente sobre o ponto marcado no chão (Figura 7C) e utilizando a outra ponta da corda com a caneta foi feito o círculo pelo mesmo sistema de um compasso (Figura 7D).

Figura 8 - Caneta fixada através de nó (A). Marcação dos valores do raio dos círculos na corda (B). Marcação da corda sobre o ponto do chão (C). Marcação do chão com caneta para retroprojeter (D).

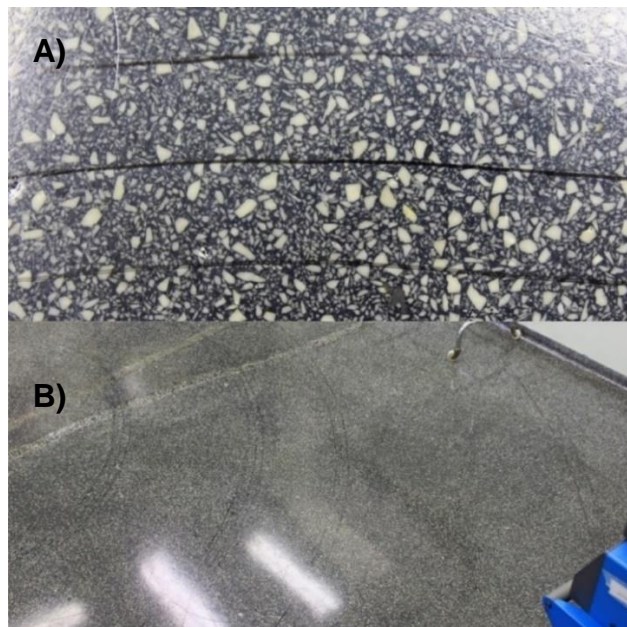


Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Como as medidas foram calculadas no meio da largura da fita (4,5cm), desenhou-se a marcação equivalente a esse parâmetro, e depois, para facilitar a colagem, a marcação foi feita equivalente a largura da fita (Figura 8A).

Foi realizado esse procedimento somente nos dois primeiros círculos, após isso, fez-se diretamente somente a marcação das extremidades da fita, resultando na Figura 8B.

Figura 9 - Marcação do meio e extremidades da fita (A). Resultado da marcação com caneta para retroprojeter (B).



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Depois de concluir a marcação com a caneta, foi feita a marcação com as fitas. Na Figura 9, pode-se observar a margem de erro da colagem.

Figura 10 - Margem de erro



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Na Figura 10, observa-se os círculos finalizados após a colagem da fita nas quatro cores.

Figura 11 - Marcação final dos círculos



Fonte: Dados da pesquisa (2018).



Com o término da marcação visual foi simulado com o arco em C as posições que ele fica durante os procedimentos (Figura 11) já que a adaptação foi realizada a partir das 6 posições do aparelho.


Figura 12 - Posições do Arco em C



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Desse modo, depois de realizada a marcação, foi elaborado um panfleto (Figura 11) para que os profissionais que atuam no centro cirúrgico possam conhecer e entender o significado dos círculos que estão dispostos no chão de uma das salas e a partir disso, possam identificar os locais de melhor posicionamento durante os procedimentos (Figura 12).

Figura 13 - Panfleto explicativo sobre a marcação



**INSTITUTO FEDERAL**  
**SANTA CATARINA**

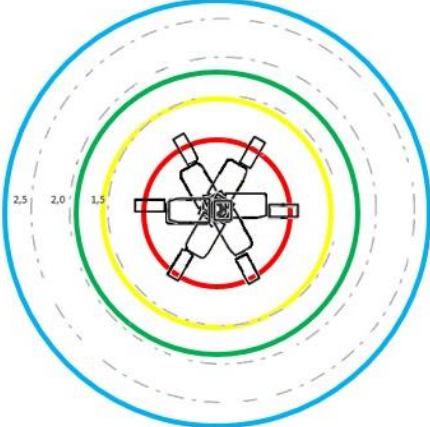
## ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DOS EQUIPAMENTOS DE FLUOROSCOPIA

A exposição à radiação ionizante é algo preocupante para os trabalhadores da área da saúde. A equipe envolvida nos procedimentos guiados por fluoroscopia, por estar sempre presente na sala e próxima ao paciente, está exposta principalmente à radiação espalhada e a radiação de fuga.

Algumas condutas podem ser tomadas visando a redução de exposição à radiação ionizante, são eles: Tempo de exposição, Distância da fonte e Blindagem. De acordo com esses princípios, esta marcação contribui com o fator “distância”, mostrando a importância do posicionamento durante os procedimentos de acordo com a dose recebida em cada área, ou seja, quanto mais longe da fonte, menor a dose absorvida.

A marcação visual no chão da sala foi realizada utilizando fitas em 4 cores:

**vermelho, amarelo, verde e azul.**



O desenho mostra que em todos os lugares da sala a equipe estará exposta, porém em alguns lugares com doses menores, como no círculo azul, e em outros, como no círculo vermelho, com taxas maiores. Ou seja, quanto mais próximo da fonte, maior será a dose de radiação que o indivíduo será exposto. Por isso a importância de conhecer o princípio da distância e assim saber os melhores lugares para se posicionar durante os procedimentos.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).



## CONCLUSÃO

Os procedimentos guiados fluoroscopicamente correspondem uma das especialidades que proporcionam as maiores doses aos indivíduos ocupacionalmente expostos, sendo necessário que haja uma atenção especial quanto a proteção radiológica para a diminuição dessa exposição.

Além dos IOEs terem a consciência de utilizar as proteções de chumbo, como o avental, óculos e uso do dosímetro pessoal, é importante também que conheçam o espaço em que estão trabalhando de modo que a partir da marcação visual das curvas de isodose possam saber com maior segurança os locais de melhor posicionamento.

Como as altas doses em fluoroscopia se dão pela proximidade dos membros da equipe envolvida ao paciente e ao tubo, esta marcação contribui para a diminuição da taxa de exposição, evitando assim efeitos radiobiológicos aos IOEs, como catarata e epilação dos braços. É importante também que os profissionais possuam condições adequadas no local de trabalho, com os equipamentos de proteção radiológica disponíveis em boas condições de uso.

A marcação visual realizada é uma maneira de complementar as outras medidas de proteção radiológica já existentes no setor, não excluindo nenhum tipo de EPR. Portanto, pode-se concluir que qualquer ganho referente à diminuição de dose é relevante, sendo muito importante que os IOEs conheçam o local em que estão trabalhando e a partir da marcação visual, consigam identificar com mais facilidade os lugares mais seguros para permanecerem durante os procedimentos, diminuindo assim a dose absorvida.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Norma CNEN-NN-3.01, de 17 de dezembro de 2004. Diretrizes básicas de Proteção Radiológica. **Comissão Nacional de Energia Nuclear**, Brasília, 18 dez. 2004. Disponível em: <  
<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>> Acesso em: 30 set 2017.

CANEVARO, Lucía. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. **Revista Brasileira de Física Médica**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p.101-115, 2009.

DYNIWICZ, Ana Maria. **Metodologia da Pesquisa em Saúde para Iniciantes**. 3. ed. Florianópolis: Difusão, 2014.

GELSLEICHTER, Alyson Marcos. **Condições das vestimentas de proteção radiológica em dois hospitais públicos de Florianópolis**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Federal de Educação Tecnológica, 2006.

MATSUSHIMA, Luciana Cardoso. **Determinação das curvas de isodose e confirmação do planejamento em Radioterapia de Intensidade Modulada: IMRT convencional empregando as técnicas de termoluminescência, luminescência opticamente estimulada e detectores semicondutores**. 2015. 155 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2015.

SILVA, Amanda Juliene da. **Avaliação da dose ocupacional oriunda dos procedimentos especiais guiados por fluoroscopia: cateterismo cardíaco**. 2011. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2011.

SOARES, Flávio Augusto Penna; PEREIRA, Aline Garcia; FLÔR, Rita de Cássia. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Radiologia Brasileira**, Florianópolis, v. 44, n. 2, p.97-103, 2011.

SOUZA, Edvaldo de; SOARES, José Paravidino de Macedo. Correlações técnicas e ocupacionais da radiologia intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, [s.l.], v. 7, n. 4, p.341-350, 2008.

## 5 CONCLUSÃO

Os procedimentos guiados fluoroscopicamente correspondem a uma das especialidades que proporcionam as maiores doses aos indivíduos ocupacionalmente expostos, sendo necessária uma atenção especial para a diminuição dessa exposição. Há, então, a necessidade de o setor de proteção radiológica do hospital buscar a realização da marcação visual por meio da adaptação das curvas de isodose.

A melhor maneira de marcar a distância para a equipe envolvida nos procedimentos cirúrgicos foi por meio de círculos utilizando fitas de quatro cores, cada cor representando uma área que corresponde a diferentes taxas de dose.

De acordo com os fatores de proteção radiológica – tempo, distância e blindagem – esta pesquisa contribui com o fator “distância”, mostrando a importância do posicionamento correto durante os procedimentos de acordo com a dose recebida em cada área, conforme a lei do inverso do quadrado da distância.

Além dos IOEs terem a consciência de utilizar as proteções de chumbo, como o avental e óculos e de usar o dosímetro pessoal, é importante também que conheçam o espaço em que estão trabalhando de modo que, a partir da marcação visual das curvas, possam saber com maior segurança os locais de melhor posicionamento.

Como as altas doses em fluoroscopia se dão pela proximidade dos membros da equipe envolvida ao paciente e ao tubo, esta marcação contribui para a diminuição da taxa de exposição, evitando, assim, efeitos radiobiológicos aos IOEs, como catarata e epilação dos braços. É importante também que os profissionais possuam condições adequadas no local de trabalho, com os equipamentos de proteção radiológica disponíveis em boas condições de uso.

A marcação visual realizada é uma maneira de complementar as outras medidas de proteção radiológica já existentes no setor, não excluindo nenhum tipo de EPR. Portanto, pode-se concluir que qualquer ganho referente à diminuição de dose é relevante, sendo muito importante que os IOEs conheçam o local em que estão trabalhando e, a partir da marcação visual, consigam identificar com mais facilidade os lugares mais seguros para permanecerem durante os procedimentos, diminuindo assim a dose absorvida.

## REFERÊNCIAS

ADAD, Maria Cecília Baptista Todeschini et al.. Curvas de isodose no ar em uma sala de mamografia. **Radiologia Brasileira**, Porto Alegre, v. 41, n. 4, p.255-258, 2008.

AGOSTINI, Marcia. Saúde do trabalhador. In: ANDRADE, A; PINTO, SC; OLIVEIRA, RS. **Animais de Laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. Cap. 44. p. 375-379.

ALONSO, T. C. **Investigação das doses ocupacionais da equipe médica em procedimentos hemodinâmicos**. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Técnicas Nucleares) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

BRASIL. Norma CNEN-NN-3.01, de 17 de dezembro de 2004. Diretrizes básicas de Proteção Radiológica. **Comissão Nacional de Energia Nuclear**, Brasília, 18 dez. 2004. Disponível em: < <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>> Acesso em: 30 set 2017.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº453, de 1 de junho de 1998. Dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, Brasília, 1 jun 1998. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1021>> Acesso em: 30 set 2017.

CANEVARO, Lucía. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. **Revista Brasileira de Física Médica**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p.101-115, 2009.

DYNIEWICZ, Ana Maria. **Metodologia da Pesquisa em Saúde para Iniciantes**. 3. ed. Florianópolis: Difusão, 2014.

FLÔR, Rita de Cássia. **O trabalho da enfermagem em hemodinâmica e o desgaste dos trabalhadores decorrente da exposição à radiação ionizante**. 2010. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Enfermagem, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GELSLEICHTER, Alyson Marcos. **Condições das vestimentas de proteção radiológica em dois hospitais públicos de Florianópolis**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Federal de Educação Tecnológica, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à Pesquisa Científica**. Campinas: Alínea, 2001. 80 p.

GRONCHI, Claudia Carla. **Exposição Ocupacional às Radiações Ionizantes nos serviços de Hemodinâmica**. 2004. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2004.

KHAN, Faiz M. **The physics of radiation therapy**. 3. ed. Filadélfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

LUNELLI, Neuri Antonio et al.. Avaliação da dose ocupacional e de pacientes adultos em procedimentos de angiografia cerebral. **Radiologia Brasileira**, [s.l.], v. 46, n. 6, p.351-357, dez. 2013.

MADRIGANO, Renata Rodrigues et al.. Avaliação do conhecimento de médicos não radiologistas sobre aspectos relacionados à radiação ionizante em exames de imagem. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 47, n. 4, p.210-216, ago. 2014.

MATSUSHIMA, Luciana Cardoso. **Determinação das curvas de isodose e confirmação do planejamento em Radioterapia de Intensidade Modulada: IMRT convencional empregando as técnicas de termoluminescência, luminescência opticamente estimulada e detectores semicondutores**. 2015. 155 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2015.

MOURA, Regina; BACCHIM NETO, Fernando Antonio. Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, São Paulo, v. 14, n. 3, p.197-199, set. 2015.

MOURÃO, A. P.; OLIVEIRA, F. A. Fluoroscopia e hemodinâmica. In: \_\_\_\_\_. **Fundamentos de radiologia e imagem**. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2009. cap. 4, p. 137-157.

NUNES, Rafael et al.. Uso de dosímetros ativos como ferramenta de otimização em hemodinâmica. **Revista Brasileira de Física Médica**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p.31-34, 2016.

OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: Acidente radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p.185-199, 2013.

PHILIPS ELECTRONICS. **Instruções de Uso BV Pulsera Release 2.3**. Holanda: Amsterdã, 2007.

SILVA, Amanda Juliene da. **Avaliação da dose ocupacional oriunda dos procedimentos especiais guiados por fluoroscopia: cateterismo cardíaco**. 2011. 61 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2011.

SILVA, Leonardo Peres da et al.. Avaliação da exposição dos médicos à radiação em procedimentos hemodinâmicos intervencionistas. **Radiologia Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 5, p.319-323, 2008.

SOARES, Flávio Augusto Penna; PEREIRA, Aline Garcia; FLÔR, Rita de Cássia. Utilização de vestimentas de proteção radiológica para redução de dose absorvida: uma revisão integrativa da literatura. **Radiologia Brasileira**, Florianópolis, v. 44, n. 2, p.97-103, 2011.

SOUZA, Edvaldo de; SOARES, José Paravidino de Macedo. Correlações técnicas e ocupacionais da radiologia intervencionista. **Jornal Vascular Brasileiro**, [s.l.], v. 7, n. 4, p.341-350, 2008.

TAUHATA, Luiz et. al. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. 10ª revisão. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2014.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – PANFLETO EXPLICATIVO SOBRE A MARCAÇÃO



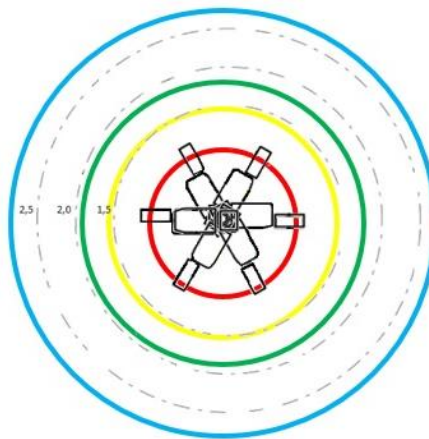
### ADAPTAÇÃO DAS CURVAS DE ISODOSE PARA MARCAÇÃO VISUAL EM SALA CIRÚRGICA A PARTIR DOS EQUIPAMENTOS DE FLUOROSCOPIA

A exposição à radiação ionizante é algo preocupante para os trabalhadores da área da saúde. A equipe envolvida nos procedimentos guiados por fluoroscopia, por estar sempre presente na sala e próxima ao paciente, está exposta principalmente à radiação espalhada e a radiação de fuga.

Algumas condutas podem ser tomadas visando a redução de exposição à radiação ionizante, são eles: Tempo de exposição, Distância da fonte e Blindagem. De acordo com esses princípios, esta marcação contribui com o fator “distância”, mostrando a importância do posicionamento durante os procedimentos de acordo com a dose recebida em cada área, ou seja, quanto mais longe da fonte, menor a dose absorvida.

A marcação visual no chão da sala foi realizada utilizando fitas em 4 cores:

vermelho, amarelo, verde e azul.



O desenho mostra que em todos os lugares da sala a equipe estará exposta, porém em alguns lugares com doses menores, como no círculo azul, e em outros, como no círculo vermelho, com taxas maiores. Ou seja, quanto mais próximo da fonte, maior será a dose de radiação que o indivíduo será exposto. Por isso a importância de conhecer o princípio da distância e assim saber os melhores lugares para se posicionar durante os procedimentos.