

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE

**Residência em Área Profissional da Saúde - Física Médica
Radiodiagnóstico**

MARIANA YUAMOTO

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA**

Porto Alegre
2020

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE

**Residência em Área Profissional da Saúde - Física Médica
Radiodiagnóstico**

MARIANA YUAMOTO

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA**

Orientador: MSc. Alexandre Bacelar.

Porto Alegre
2020

CIP - Catalogação na Publicação

Yuamoto, Mariana
METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA /
Mariana Yuamoto. -- 2020.
30 f.
Orientador: Alexandre Bacelar.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de
Clínicas de Porto Alegre, Residência em Área
Profissional da Saúde - Física
Médica/Radiodiagnóstico, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Proteção Radiológica. 2. Eletrofisiologia
Cardíaca. 3. Dose Ocupacional Individual. I. Bacelar,
Alexandre, orient. II. Título.

Sumário

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 4 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1 | RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA | 6 |
| 2.2 | ELETROFISIOLOGIA..... | 6 |
| 2.3 | PRINCÍPIOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA | 8 |
| 2.4 | GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS EM FLUOROSCOPIA | 9 |
| 3 | OBJETIVOS..... | 10 |
| 3.1 | GERAL..... | 10 |
| 3.2 | ESPECÍFICOS | 10 |
| 4 | RESULTADOS | 11 |
| 5 | CONCLUSÃO | 26 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 27 |
| | ANEXOS | 29 |

1 INTRODUÇÃO

A Publicação nº 85 da ICRP define Radiologia Intervencionista (RI) como sendo os “procedimentos que compreendem intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas por acesso percutâneo ou outros, normalmente realizadas sob anestesia local e/ou sedação, usando a imagem fluoroscópica (raios X) para localizar a lesão ou local de tratamento, monitorar o procedimento, e controlar e documentar a terapia” (1).

Devido à complexidade dos procedimentos, os tempos de exposição e de aquisição de imagens em RI são maiores que outros procedimentos diagnósticos. Dessa forma, existe uma preocupação com a exposição dos médicos intervencionistas, assim como com toda a equipe presente em sala.

Dentre os médicos mais expostos à radiação estão os cardiologistas e eletrofisiologistas intervencionistas (2). A exposição à radiação X desta equipe ocorre quando utilizado o equipamento de arco cirúrgico (fluoroscopia) para guiar os procedimentos. Na última década, o campo da eletrofisiologia cardíaca apresentou avanços tecnológicos que acabaram exigindo maior demanda do sistema de imagem, resultando no aumento da dose de radiação do paciente e da equipe envolvida (3). Portanto para manter a otimização da dose ocupacional é de suma importância o trabalho conjunto entre a equipe clínica e técnica.

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), dentre as práticas em que se trabalha com radiação ionizante, a radiologia intervencionista que engloba os procedimentos de eletrofisiologia, apresenta o maior valor de dose efetiva média (6,6 mSv), seguida por medicina nuclear (2,1 mSv) e radioterapia (1,8 mSv) (4).

Segundo a Resolução RDC nº330 de 2019 da ANVISA, todo Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE) deve utilizar dosímetro individual durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada, ou seja, em áreas sujeitas a regras especiais de proteção radiológica (5). Infelizmente, os dosímetros individuais nem sempre são utilizados por todos os profissionais e

muitas vezes são utilizados de forma não adequada (6). Como consequência as doses ocupacionais tornam-se amplamente desconhecidas (7).

A monitoração individual dos IOEs é oportuna para verificação da eficácia das práticas de proteção radiológica no local de trabalho (7). Informações sobre a otimização da proteção e controle das doses dos profissionais em relação ao limite estabelecido pela normativa são características de um programa de monitoração individual (8). A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece o limite de dose para IOE de 20 mSv/ano (em média durante um período definido de 5 anos; não excedendo 50 mSv em qualquer ano) (9). Ainda assim, todo empenho para redução da dose para níveis mais baixos possíveis devem ser colocados em prática (7).

Sabe-se que a exposição à radiação X em profissionais que trabalham com fluoroscopia pode ser expressiva quando não são utilizados processos adequados de proteção radiológica (7). O conhecimento das doses dos IOEs em procedimentos com uso de fluoroscopia é relevante para otimizar os processos de radioproteção, bem como a dose da equipe envolvida. Essa informação também pode ser utilizada para identificar mudanças na rotina de trabalho e estabelecer medidas de redução de dose (7).

Na busca por melhoria contínua em prol da otimização e devido à preocupação com a dose ocupacional, as recomendações da Publicação nº 117 da ICRP sugerem a realização de uma avaliação da monitoração individual com base nos resultados do monitoramento do local de trabalho e em informações sobre esse local, além da duração da exposição do trabalhador (7).

Assim, o objetivo deste estudo é aplicar a recomendação da Publicação nº 117 da ICRP com a construção de uma metodologia alternativa para estimar a exposição ocupacional da equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA através de dosimetria eletrônica no local de trabalho e, a avaliação de sua otimização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA

A Organização Mundial da Saúde define Radiologia Intervencionista (RI) como uma área da radiologia que faz uso da imagem diagnóstica – seja ela gerada através de raios X, ultrassom ou ressonância magnética - para guiar procedimentos minimamente invasivos (10).

Dentre as vantagens dessa especialidade médica encontra-se a diminuição da complexidade de procedimentos que se tornam menos invasivos (11). Por outro lado, nos procedimentos guiados por fluoroscopia (raios X), devido ao elevado tempo de exposição, ela representa uma das modalidades que proporciona as maiores doses a pacientes e profissionais (4).

Nos últimos anos a frequência de procedimentos de RI tem aumentado em função dessas vantagens. Originalmente essas técnicas guiadas fluoroscopicamente eram realizadas apenas por médicos radiologistas. Atualmente, esse campo conquistou outras áreas de atuação como urologistas, gastroenterologistas, cirurgiões ortopédicos, cirurgiões vasculares, traumatologistas, anestesiologistas e pediatras (12).

2.2 ELETROFISIOLOGIA

A eletrofisiologia surgiu e desenvolveu-se ao longo do século XIX. É a especialidade que estuda as propriedades elétricas em células e tecidos. Essa especialidade está presente em diversas áreas como a oftalmologia, neurologia e cardiologia. O estudo da eletrofisiologia cardíaca iniciou-se no ano de 1842, quando o físico italiano Carlo Matteucci demonstrou que cada contração cardíaca era acompanhada por uma contração elétrica (13). Depois disso os fisiologistas passaram a estudar o assunto confirmando a descoberta de Matteucci. Desde então essa área vem se desenvolvendo e hoje a radiologia intervencionista vem atuando em conjunto, evoluindo os procedimentos com a evolução do diagnóstico por imagem.

Os equipamentos fluoroscópicos fornecem imagens que são imprescindíveis para orientar e manipular a instrumentação necessária, como por exemplo, o cateter. A possibilidade de visualizar na imagem o interior do paciente se dá pelo uso da fluoroscopia. A imagem em tempo real é apresentada em um monitor de vídeo, sendo possível usufruir de técnicas como gravação e subtração digital de imagens que auxiliam na visualização dos vasos sanguíneos. As imagens podem ser gravadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e ficam armazenadas com a identificação do paciente no sistema de gerenciamento de imagens do hospital.

Os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca com uso de fluoroscopia envolvem uma equipe multiprofissional composta por médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, técnicos de radiologia e fornecedores. Esses profissionais são responsáveis pelo cuidado do paciente desde sua chegada, orientação sobre o procedimento, anamnese, preparo da sala de procedimentos e sua execução, exposição à radiação X até o encaminhamento para recuperação e alta.

No Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca são realizados na Unidade de Diagnóstico e Terapia Cardiovascular. Nesse trabalho serão considerados os procedimentos realizados com maior frequência no hospital, são eles: estudo eletrofisiológico diagnóstico e estudo eletrofisiológico terapêutico (ablação taquicardia).

O estudo eletrofisiológico corresponde a uma detalhada avaliação do sistema elétrico do coração. Esse procedimento é indicado no caso de síncope ou pré-síncope inexplicadas, bloqueios atrioventriculares e pacientes que apresentam taquicardias supraventriculares. Para esse fim, o método requer a utilização de cateteres diagnósticos que permite a identificação do mecanismo e origem da arritmia (14). Já a ablação, corresponde a um estudo eletrofisiológico terapêutico. Esse tratamento tem como objetivo destruir os tecidos críticos que induzem e sustentam sérias patologias. A ablação é realizada em pacientes que apresentam taquicardias supraventriculares e taquicardias ventriculares (14).

2.3 PRINCÍPIOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores, paciente e público em geral que de alguma forma são parte dos procedimentos de eletrofisiologia cardíaca, as atividades devem ser planejadas orientadas pela proteção radiológica. Em conformidade com as organizações internacionais, a regulamentação nacional revisada no último ano considera os seguintes princípios de proteção radiológica: Justificação da prática e das exposições médicas individuais; Otimização da proteção radiológica; e Limitação de doses individuais. (5,15).

O princípio de justificação deve garantir que qualquer exposição produza benefícios suficientes que superem os riscos que a radiação pode causar. A otimização da proteção radiológica acompanha o termo ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) que diz que as doses devem ser tão baixas quanto razoavelmente exequíveis levando em consideração fatores sociais e econômicos (16).

Os princípios de justificação e otimização da proteção radiológica são aplicados a situações que utilizam a radiação, e, destinados a todas as situações de exposição, tanto de pacientes quanto da equipe médica. Ações como redução do tempo de fluoroscopia, uso de fluoroscopia no modo baixa dose, utilização do FOV adequado e aproximação do receptor de imagem ao paciente podem ser consideradas para reduzir a exposição dos pacientes e consequentemente a dos profissionais envolvidos (15).

O princípio de limitação de doses individuais atua sobre a exposição à radiação ionizante tanto de trabalhadores quanto de indivíduos do público. O Quadro 1 da Resolução CNEN apresenta os limites de dose anuais estabelecidos em nível nacional (9).

Quadro 1: Limites de dose anuais (CNEN)

| Limites de Dose Anuais ^[a] | | | |
|---------------------------------------|---------------------|---|----------------------|
| Grandeza | Órgão | Indivíduo ocupacionalmente exposto | Indivíduo do público |
| Dose efetiva | Corpo inteiro | 20 mSv ^[b] | 1 mSv ^[c] |
| Dose equivalente | Cristalino | 20 mSv ^[b] <i>(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)</i> | 15 mSv |
| | Pele ^[d] | 500 mSv | 50 mSv |
| | Mãos e pés | 500 mSv | --- |

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

[b] 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 autorizar um valor de *dose efetiva* de até 5 mSv em um ano, desde que a *dose efetiva* média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.

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

Conforme esta mesma Resolução, a monitoração da dose recebida pelo trabalhador deve ser acompanhada mensalmente por meio de dosimetria pessoal, por dosímetros termoluminescentes ou opticamente estimulados que são fornecidos por laboratórios certificados pela CNEN. Quando a dose no mês atinge o nível de investigação, definida como 1 mSv (9), medidas devem ser tomadas para que impeçam o trabalhador de exceder a média anual de 20 mSv/ano, sendo esta média ponderada em cinco anos consecutivos, não excedendo 50 mSv em qualquer ano.

2.4 GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS EM FLUOROSCOPIA

Dose Efetiva, E(Sv): Corresponde a soma da dose efetiva devido à exposição externa e da dose efetiva proveniente da incorporação de radionuclídeos (17).

Equivalente de Dose Individual, $H_0(d)$: Corresponde à grandeza operacional para uso em monitoração individual. É o equivalente de dose em tecido mole, numa profundidade d , abaixo de um ponto especificado sobre o corpo. No caso de radiação fracamente penetrante, $d=0,07$ mm (pele) ou $d=3$ mm (cristalino), para radiação fortemente penetrante, $d= 10$ mm (17).

Kerma, K (Gy): é dado pelo quociente entre dE_{tr} por dm , onde dE_{tr} é a soma de todas as energias cinéticas de todas as partículas carregadas liberadas por partículas neutras ou fótons, incidentes em um material de massa dm (18).

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

Taxa de Kerma, \dot{K} (Gy/s): representa a variação do kerma ao longo do tempo, ou seja, é o quociente entre dK e dt (18).

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt}$$

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Construir uma metodologia alternativa para estimar a dose de radiação recebida pela equipe envolvida nos procedimentos de eletrofisiologia cardíaca do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) com uso de fluoroscopia e, a avaliar sua otimização.

3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca mais realizados no HCPA.
- Caracterizar os procedimentos levando em consideração a técnica utilizada e posicionamento da equipe envolvida.

- Reproduzir os procedimentos utilizando placas de PMMA (polimetilmetacrilato) para simular o paciente e dosímetros eletrônicos.

4 RESULTADOS



Metodologia Alternativa para Estimativa da Dose Ocupacional Individual em Eletrofisiologia Cardíaca

Yuamoto^a M., Bacelar^a A.

^a Hospital de Clínicas de Porto Alegre/Serviço de Física Médica e Radioproteção, 90035-903, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

mariana.yuamoto@hotmail.com; abacelar@hcpa.edu.br

ABSTRACT

Fluoroscopy-guided cardiac electrophysiology procedures are among the most critical X-ray exposures. However, occupational doses are still little-known. In this study, an alternative methodology was developed to estimate the occupational dose and evaluated its optimization in cardiac electro-physiology procedures. The procedures were reproduced by simulation and the dose rates of the staff were measured at chest and lens height through electronic dosimeters. The dose rate for different modes of operation and FOV were evaluated. The occupational dose was estimated through the product of the dose rate in the staff's position in the room, the median time of exposure and the average of these procedures performed by the HCPA in 2019. As a result, it was observed that the decreasing order of the estimated occupational dose was Physician A - Physician R - Nursing Team and Technician in Radiology - Physician B and Supplier, with the following values in mSv / year of 6.16 - 3.98 - 2.54 - 2.17, respectively. A 37.04% reduction in the occupational dose was observed with the change in FOV, up to 59.26% with different modes of acquisition and 31.82% distancing 50 cm from the most exposed position. The dose of staff is significant. However, due to the optimization of protocols already implemented in HCPA, the estimated doses are in accordance with the recommended dose limits. As optimization actions verified in this study, it is suggested the proper selection of FOV, the adoption of acquisition modes with dose reduction and the distance from the X-ray source.

Keywords: Electrophysiologic Studies, Radiation Protection, Radiation Dosage, Patient Care Team.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a frequência de procedimentos de Radiologia Intervencionista têm aumentado devido à diminuição da complexidade cirúrgicas desta especialidade, que tornam os procedimentos menos invasivos com recuperação mais rápida dos pacientes. [1].

Uma das situações de exposição à radiação X destas equipes ocorre quando utilizado o equipamento de arco cirúrgico (fluoroscopia) para guiar os procedimentos intervencionistas. Apesar das vantagens da radiologia intervencionista, o tempo elevado de exposição entre outros parâmetros, torna-a uma das modalidades que proporciona as maiores doses a pacientes e profissionais [1].

Originalmente essas técnicas guiadas fluoroscopicamente eram realizadas apenas por médicos radiologistas porém, atualmente, esse campo conquistou outras áreas de atuação [1]. Dentre os médicos mais expostos à radiação estão os cardiologistas e eletrofisiologistas intervencionistas [2]. Na última década, o campo da eletrofisiologia cardíaca apresentou avanços tecnológicos que acabaram exigindo maior demanda do sistema de imagem, resultando no aumento da dose de radiação do paciente e da equipe envolvida [3].

Segundo a RDC nº 330 de 2019, todo Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE) deve utilizar no mínimo um dosímetro individual durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada, ou seja, em áreas sujeitas a regras especiais de proteção radiológica [4]. Infelizmente, os dosímetros individuais nem sempre são utilizados por todos os profissionais e muitas vezes são utilizados de forma errônea [5]. Como consequência, as doses ocupacionais podem se tornar amplamente desconhecidas [6].

A monitoração individual dos IOE é oportuna para verificação da eficácia das práticas de proteção radiológica no local de trabalho [6]. Informações sobre a otimização da proteção e controle das doses dos profissionais em relação ao limite estabelecido pela normativa são características de um programa de monitoração individual [7]. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece o limite de dose para IOE de 20 mSv/ano (em média durante um período definido de 5 anos; não excedendo 50 mSv em qualquer ano) [8]. Ainda assim, todo empenho para redução da dose para níveis mais baixos possíveis devem ser colocados em prática [6].

Sabe-se que a exposição à radiação X em profissionais que trabalham com fluoroscopia pode ser mais expressiva quando não são utilizados processos adequados de proteção radiológica [6]. O conhecimento das doses dos IOEs em procedimentos com uso de fluoroscopia é relevante para otimizar os processos de radioproteção. Esse conhecimento também pode ser utilizado para identificar mudanças na rotina de trabalho e estabelecer medidas de redução de dose [6].

Na busca por melhorias da otimização e devido à preocupação com a dose ocupacional, as recomendações da Publicação nº 117 da ICRP sugerem a realização de uma avaliação da monitoração individual com base nos resultados do monitoramento do local de trabalho e em informações sobre esse local e a duração da exposição do trabalhador [6].

Assim, o objetivo deste estudo é aplicar a recomendação da Publicação nº 117 da ICRP com a construção de uma metodologia alternativa para estimar a exposição ocupacional da equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA através de dosimetria eletrônica no local de trabalho e, a avaliação de sua otimização.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional transversal com análise quantitativa da estimativa da dose ocupacional da equipe de eletrofisiologia cardíaca do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição. As informações coletadas foram mantidas em sigilo pelos pesquisadores, de forma que todo material coletado foi utilizado único e exclusivamente para execução do presente estudo.

Com a finalidade de caracterizar os procedimentos para simulação e estimativas do estudo foram acompanhados procedimentos de eletrofisiologia cardíaca na Unidade de Diagnóstico e Terapia Cardiovascular do HCPA, bem como foi realizada busca no cabeçalho DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) das imagens dos procedimentos armazenados no sistema de gestão de imagens do HCPA e revisão bibliográfica. As informações coletadas manualmente por meio de estudo observacional de cada procedimento foram: protocolo, FOV (*Field Of View*), angulação da incidência do feixe de raios X, tempo de procedimento e posicionamento da equipe envolvida.

Para estimativa dos percentis, mediana, mínimo e máximo do tempo de exposição por procedimento foram avaliados retrospectivamente os procedimentos realizados no período de 2017 a 2019, armazenados no sistema de gestão de imagens médicas. Nesse momento foi possível identificar também a rotina do uso do protocolo de “*Electrophysiology*” nos procedimentos do estudo, variando para os modos “Contínuo FOV 31 cm”, “1/2 dose FOV 31 cm”, “1/4 dose FOV 31 cm” e “Contínuo FOV 23 cm”.

Para as medidas experimentais foi utilizado o equipamento de fluoroscopia arco cirúrgico *BV Pulsera Philips*, mesmo equipamento que atende à equipe de eletrofisiologia, com camada semirredutora de 5,7 mm Al para 80 kVp. O equipamento é submetido regularmente a testes de controle de qualidade conforme preconiza a legislação nacional e recomendações internacionais, e manteve-se em conformidade com os limites [4]. A simulação foi realizada, na sala de procedimentos da equipe de eletrofisiologia, utilizando como meio espalhador um simulador de espessura de 20 cm de placas de polimetil-metacrilato (PMMA) de dimensões 30 x 30 cm, como um paciente adulto típico [9,10].

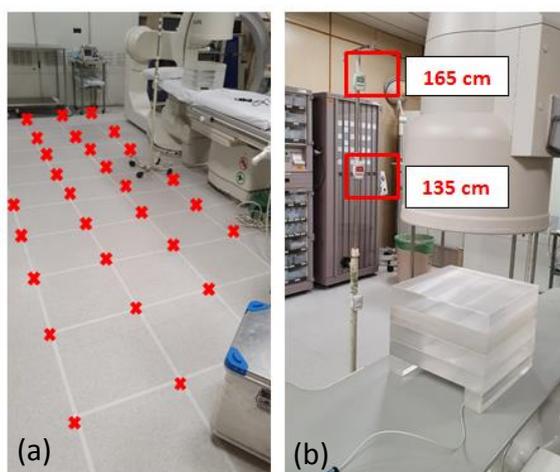
A medida do kerma incidente foi realizada com o equipamento *Accu Dose* calibrado, com câmara de ionização (modelo 10X6-60) posicionada sobre o suporte do paciente a uma distância de 52 cm do ponto focal do tubo de raios X, com o simulador de PMMA posicionado no isocentro do arco cirúrgico. Esta medida foi utilizada para observar possíveis variações de energia do feixe principal que poderiam acarretar em variações na medida dos dosímetros eletrônicos.

Para estimar as doses ocupacionais, as doses Hp(10) foram medidas no modo taxa (mSv/h) através de dosímetros ativos de estado sólido *RaySafe i3* calibrados (dosímetros eletrônicos), com limite inferior de detecção de 0,03 mSv/h [11]. A leitura das doses dos dosímetros eletrônicos foi realizada por meio do *software RaySafe Dose Viewer v1.1.13.0*. Os dosímetros eletrônicos foram distribuídos em 77 pontos nas intersecções em uma malha de 50 x 50 cm abrangendo uma área total de 25 m², como ilustrado na Figura 1 (a).

Os dosímetros foram fixados em suportes em duas alturas diferentes do chão: 135 cm e 165 cm correspondendo, respectivamente, às regiões torácicas e do cristalino de um trabalhador adulto típico, conforme ilustra a Figura 1 (b). Para cada posicionamento na malha foram realizadas três medidas de taxa de dose para cada altura sendo que os resultados serão apresentados através da média destes valores. Considerando as variações avaliadas (modos de aquisição e altura do

dosímetro) para cada ponto medido, no total foram realizadas 1848 medidas de taxa de dose. A Figura 1 ilustra a montagem experimental.

Figura 1: (a) Pontos de medição representados em uma malha de 50 x 50 cm abrangendo uma área total de 25 m². (b) Posicionamento dos dosímetros na altura do tórax (135 cm) e cristalino (165 cm) de um adulto típico.



Fonte: O autor (2020)

Para estimar a dose anual dos profissionais nos procedimentos de eletrofisiologia cardíaca do HCPA, foram então considerados a taxa de dose medida no ponto de localização de cada profissional em sala, número médio de procedimento realizados no ano e o tempo de fluoroscopia para os dois procedimentos mais realizados.

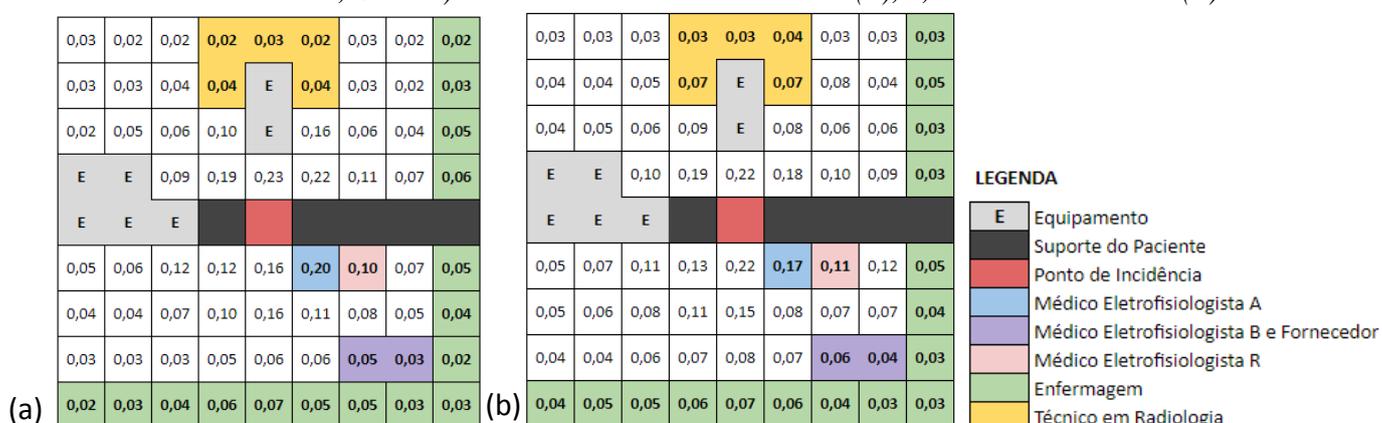
3. RESULTADOS

O estudo dos procedimentos permitiu a verificação do posicionamento mais frequente de cada profissional em sala. O arco cirúrgico manteve-se durante todos os procedimentos observados em posicionamento PA (Póstero-Anterior) e em controle automático de intensidade. Foi avaliado o cabeçalho DICOM dos procedimentos realizados no ano de 2017 a 2019 e o protocolo utilizado para realização desses procedimentos foi o “*Electrophysiology*”, em modo de aquisição alternado

entre “1/2 dose FOV 31 cm” e “1/4 dose FOV 31 cm”. Portanto, para uma avaliação conservadora de dose ocupacional foi considerada as estimativas de dose pela simulação no modo “1/2 dose FOV 31 cm”.

A Figura 2 apresenta as medidas da taxa de dose, realizadas com auxílio dos dosímetros eletrônicos, distribuídas nas distâncias em relação ao ponto de incidência do feixe primário de raios X na sala de procedimentos da Unidade de Diagnóstico e Terapia Cardiovascular do HCPA. Os pontos em que a leitura não foi realizada, “E”, referem-se às regiões ocupadas por equipamentos presentes em sala, impossibilitando a localização de um profissional. Na mesma condição, as regiões em preto ilustram o posicionamento do suporte do paciente. Os pontos demarcados em diferentes cores definidas na legenda da Figura 2 correspondem a possíveis localizações de IOEs. O ponto em vermelho ilustra a região de incidência do feixe primário de raios X, equivalente a posição do tórax de um paciente. Foi observado que a rotina dos procedimentos é realizada com dois médicos próximos ao paciente (Médico Eletrofisiologista A e Médico Eletrofisiologista R), sendo a região de maior exposição à radiação de espalhamento. Um Médico Eletrofisiologista B e um Fornecedor, na posição do polígrafo, ficam localizados próximos à porta da sala de procedimentos como sinalizado na Figura 2. O Técnico em Radiologia posiciona-se ao redor do arco cirúrgico, enquanto a equipe de enfermagem circula na região aos pés do paciente e ao lado direito do mesmo, onde localizam-se os armários de suprimentos.

Figura 2: Mapeamento 2D da taxa de dose (mSv/h para os diferentes pontos de aquisição considerando uma malha 50 x 50 cm na área total de 16 m² (Aquisição em modo “1/2 dose FOV 31” - 77 kV e 1,39 mAs) medida na altura do cristalino(a), e, na altura do tórax (b).



Fonte: O autor (2020)

O número médio e desvio padrão de procedimentos realizados pelos médicos eletrofisiologistas no ano de 2019 foi de 98 ± 11 procedimentos, sendo distribuídos entre 44% (43 ± 7 procedimentos) de Estudo Eletrofisiológico Diagnóstico e 56% (55 ± 4 procedimentos) de Estudo Eletrofisiológico Terapêutico. A distribuição percentual entre os estudos diagnósticos ou terapêuticos foi considerada para compor a estimativa de dose ocupacional anual.

A Tabela 1 apresenta os valores de dose ocupacional estimados para uma equipe de eletrofisiologia cardíaca composta por Médico Eletrofisiologista A, Médico Eletrofisiologista B, Médico Eletrofisiologista R, Enfermagem, Técnico em Radiologia e Fornecedor, localizados em diferentes pontos na sala de procedimentos conforme indicado na Figura 2. A fim de realizar uma análise da diferença de dose entre os profissionais, nesta avaliação foi considerada uma equipe que participa dos mesmos procedimentos durante um período de um ano. O resultado da dose ocupacional considerou o tempo de exposição para os procedimentos de Estudo Eletrofisiológico Diagnóstico e Estudo Eletrofisiológico Terapêutico, respectivamente, de 13,47 min e 28,98 min para mediana, 0,73 min e 4,97 min para mínimo, 74,88 min e 83,48 min para máximo, 5,45 min e 13,8 min para percentil 25 e 29,83 min e 37,73 min para percentil 75.

Tabela 1: Estimativa da dose ocupacional anual de uma equipe de eletrofisiologia cardíaca que participou de um total de 98 procedimentos no ano.

| Dose Ocupacional (mSv/ano) | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|------------------------------|------|
| Medida | Médico Eletrofisiologista A | Médico Eletrofisiologista B e Fornecedor | Médico Eletrofisiologista R | Enfermagem | Técnico em Radiologia | |
| Tórax | Mediana | 6,16 | 2,17 | 3,98 | 2,54 | 2,54 |
| | Mínimo | 0,24 | 0,08 | 0,16 | 0,10 | 0,10 |
| | Máximo | 16,84 | 5,95 | 10,90 | 6,94 | 6,94 |
| | Percentil 25 | 1,31 | 0,46 | 0,85 | 0,54 | 0,54 |
| | Percentil 75 | 9,51 | 3,36 | 6,16 | 3,92 | 3,92 |
| Cristalino | Mediana | 7,24 | 1,81 | 3,62 | 2,17 | 1,45 |
| | Mínimo | 0,28 | 0,07 | 0,14 | 0,08 | 0,06 |
| | Máximo | 19,82 | 4,95 | 9,91 | 5,95 | 3,96 |
| | Percentil 25 | 1,54 | 0,38 | 0,77 | 0,46 | 0,31 |
| | Percentil 75 | 11,19 | 2,80 | 5,60 | 3,36 | 2,24 |

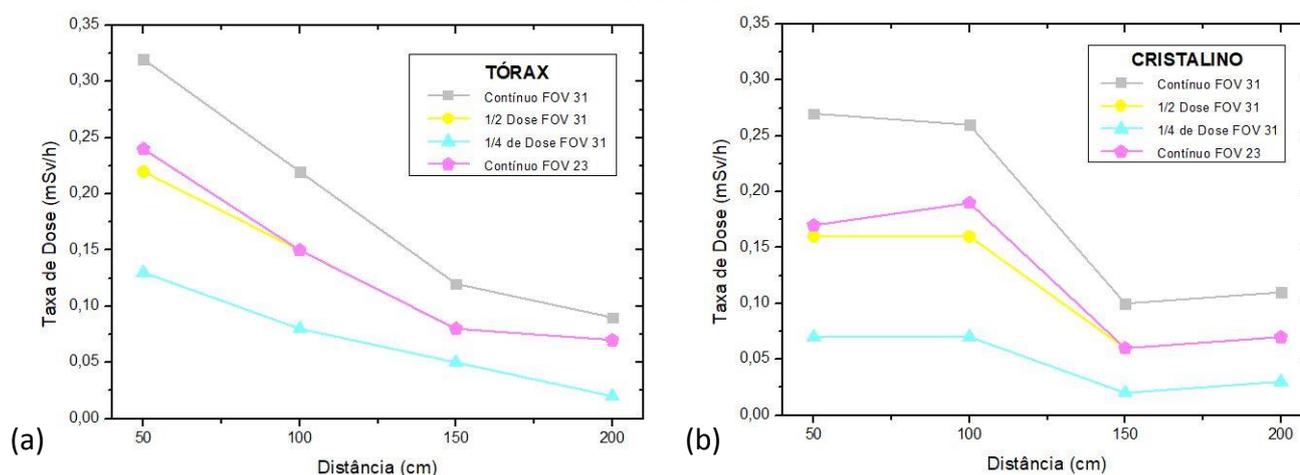
A Tabela 2 apresenta os valores medidos da taxa de kerma incidente em função dos parâmetros técnicos para cada modo de aquisição, garantindo a reprodutibilidade da emissão do feixe principal.

Tabela 2: Parâmetros técnicos, média e desvio padrão da taxa de kerma incidente nos diferentes modos de aquisição.

| Modo de Aquisição | Tensão (kV) | Corrente (mA) | Taxa de Kerma Incidente (mGy/min) |
|---------------------------|-------------|---------------|-----------------------------------|
| Contínuo FOV 31 | 75 | 2,77 | 14,3±0,3 |
| 1/2 Dose FOV 31 | 77 | 1,39 | 8,7±0,5 |
| 1/4 de Dose FOV 31 | 77 | 0,70 | 4,5±0,2 |
| Contínuo FOV 23 | 77 | 2,78 | 15,0±0,3 |

A Figura 3 ilustra a diferença da taxa de dose para diferentes distâncias em relação ao ponto de incidência do feixe de raios X considerando a localização de um IOE com a medida de taxa de dose mais crítica em 50 cm, avaliando seu distanciamento. Essa diferença é apresentada para os diferentes modos de aquisição simulados na altura do tórax (a) e do cristalino (b).

Figura 3: (a) Comparação da taxa de dose (mSv/h) em relação a distância do ponto de incidência do feixe de raios X para diferentes modos de aquisição, na altura do tórax; (b) e na altura do cristalino.



Fonte: O autor (2020)

4. DISCUSSÃO

Para geometria e parâmetros de simulação construída, uma equipe de eletrofisiologia cardíaca que participou dos mesmos procedimentos, apresenta em ordem decrescente da taxa de dose medida na altura do tórax, o Médico Eletrofisiologista A – Médico Eletrofisiologista R – Equipe de Enfermagem e Técnico em Radiologia – Médico Eletrofisiologista B e Fornecedor, com os seguintes valores em miliSievert por hora de 0,17 – 0,11 – 0,07 – 0,06, respectivamente. Essa diferença é característica do posicionamento do profissional na sala de cirurgia, como demonstrado na Figura 2.

Os valores estimados na Tabela 1 podem ser analisados conforme os limites de dose ocupacional anual estabelecido pela CNEN [8]. O Médico Eletrofisiologista A e o Médico Eletrofisiologista R são os IOEs que possuem as maiores taxas de dose devido a sua proximidade com o ponto de incidência, ao realizar a estimativa com a mediana do tempo de exposição para cálculo da dose ocupacional na altura do tórax, o resultado para esses profissionais é de 6,16 mSv/ano e 3,98 mSv/ano, respectivamente. Observa-se que a dose ocupacional dos eletrofisiologistas se mantém abaixo do limite anual de 50 mSv para dose efetiva, no entanto, sempre deve-se existir um olhar crítico devido à potencialidade de se exceder o valor médio de 20 mSv em 5 anos. Isso fortalece a necessidade da monitoração individual para acompanhamento e otimização do procedimento.

O Médico Eletrofisiologista B e o Fornecedor, que operam o polígrafo durante o procedimento, posicionam-se na região de menor exposição de acordo com orientações do Supervisor de Proteção Radiológica e, portanto, apresentam as menores doses ocupacionais. A estimativa considerando a mediana do tempo foi de 2,17 mSv/ano, sendo aproximadamente 2 vezes menor que o Médico Eletrofisiologista R e cerca de 3 vezes menor que o Médico Eletrofisiologista A.

O Técnico em Radiologia permanece na região destacada em amarelo na Figura 2, ao redor do arco cirúrgico. Considerando o ponto mais crítico desta região e a mediana do tempo de exposição, a estimativa de foi de 2,54 mSv/ano. Da mesma forma, utilizando a taxa de dose no ponto mais crítico para a Enfermagem, a estimativa de dose anual foi a mesma do Técnico em Radiologia, 2,54 mSv/ano.

Dentre os profissionais considerados, o Médico Eletrofisiologista A é o único que apresenta doses na região do cristalino superiores às doses na altura do tórax, provavelmente em função da geometria do feixe de radiação espalhada. De acordo com a CNEN, o limite de dose equivalente anual para o cristalino é de 20 mSv para IOE [8]. O valor da mediana foi de 7,24 mSv/ano, porém, quando considerado o tempo máximo de procedimento pode chegar a 19,82 mSv/ano, próximo ao limite anual. Esse resultado evidencia a importância da utilização dos óculos plumbíferos e/ou escudo/visor de teto plumbífero durante esses procedimentos. Para os demais membros da equipe, utilizando o tempo máximo de procedimento para estimativa de dose, o valor da dose no cristalino apresenta-se abaixo do limite anual estabelecido para o público de 15 mSv[8].

Contudo, durante os acompanhamentos dos procedimentos observou-se que a equipe de eletrofisiologia do HCPA faz uso adequadamente dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) como avental com equivalência de 0,5 mm de chumbo, protetor de tireoide e óculos plumbífero, bem como dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) como saiote de mesa e escudo/visor de teto plumbífero. Portanto, seria ainda indicado pensar em inferir uma redução das doses anuais estimadas no tórax em um fator de 10, dado que esses equipamentos de proteção proporcionam uma atenuação maior que 90% do feixe de radiação X de acordo com a qualidade do feixe [12].

A redução da exposição à radiação devido à distância em relação à fonte, em situações ideais, é regida pela lei do inverso do quadrado da distância, ou seja, quando a distância entre o profissional e a fonte dobra, a exposição reduz a $\frac{1}{4}$ [13]. Dessa maneira, a localização do profissional em relação ao ponto de incidência de raios X é um fator importante na redução da exposição ocupacional. A Figura 3 apresenta uma comparação da taxa de dose na altura do tórax e do cristalino de um profissional em função da distância em relação ao ponto de incidência de raios X. Como esperado, é possível observar, em ambas as avaliações, que a taxa de dose diminui com o aumento da distância. Pode-se obter a diferença percentual de 31,82% da taxa de dose recebida na altura do tórax pelo profissional presente na linha dos 50 cm em comparação com outro profissional que deu um passo para trás e permaneceu na linha dos 100 cm, considerando o ponto de maior exposição.

Durante o acompanhamento do feixe, a ordem decrescente da taxa de kerma incidente foi o modo Contínuo FOV 23 – Contínuo FOV 31 – $\frac{1}{2}$ Dose FOV 31 – $\frac{1}{4}$ de Dose FOV 31, com os seguintes valores em mGy/min de 15,0 – 14,3 – 8,7 – 4,5, respectivamente. Esse comportamento é

propagado para as medidas de radiação de espalhamento com exceção da mudança do FOV para modo contínuo, que será abordado na sequência.

Uma forma de otimizar o procedimento é avaliar os modos de aquisição de uma imagem, que pode ser selecionado conforme a disponibilidade do equipamento. Nesse estudo foi avaliada a diferença entre os modos: contínuo, $\frac{1}{2}$ dose e $\frac{1}{4}$ de dose. É possível observar uma diferença significativa entre os modos de aquisição através da Figura 3, que podem ser explicadas pelos parâmetros técnicos presentes na Tabela 2. Considerando o posicionamento mais crítico de um profissional em sala (Médico Eletrofisiologista A) obtém-se uma diferença da taxa de dose de 37,04% do modo contínuo para o $\frac{1}{2}$ dose e de 35,29% do modo $\frac{1}{2}$ dose para $\frac{1}{4}$ de dose, considerando a altura do tórax. Assim, supondo que a utilização do modo $\frac{1}{4}$ de dose fosse capaz de fornecer as informações necessárias durante todo o procedimento, haveria uma redução de 59,26% da exposição do Médico Eletrofisiologista A se comparado com o modo contínuo. Para a altura do cristalino essas diferenças são ainda mais representativas, correspondendo a 39,39%, 70% e 81,82%, respectivamente.

Outro ponto a ser considerado é a seleção do FOV da imagem, que é determinado pelo tamanho físico do intensificador de imagem, de forma que as ampliações disponíveis geram uma resolução espacial maior para um campo de visão menor [13]. Recomendações internacionais sugerem evitar o uso da ampliação, pois quando esse modo é ativado o ganho de brilho do intensificador de imagem diminui à medida que a ampliação aumenta resultando no aumento da taxa de exposição ao paciente devido à compensação do sinal [13,14]. Porém, quando analisado o comportamento da radiação espalhada apresentada na Figura 3 percebe-se a diminuição da taxa de dose com a utilização da ampliação. Isso ocorre devido à restrição de feixe automática quando alterado o FOV de 31 cm para 23 cm, diminuindo a área irradiada. Considerando novamente o posicionamento mais crítico ocupado por um profissional em sala (Médico Eletrofisiologista A) obtém-se uma diferença da taxa de dose de 37,04% do FOV 31 cm para 23 cm, considerando a altura do tórax. Para a altura do cristalino essa diferença é ainda mais representativa, correspondendo a 39,39%. Porém, deve-se ressaltar que o FOV utilizado deve ser sempre o adequado ao procedimento realizado, buscando a melhor relação dose-qualidade de imagem para o efetivo tratamento do paciente.

5. CONCLUSÃO

A dosimetria eletrônica é útil para monitoração do local de trabalho como método de monitoração individual alternativa para dosimetria ocupacional. Isso é possível através do mapeamento da taxa de dose do local de trabalho, do conhecimento do tempo de exposição dos procedimentos, bem como o número de procedimento em que cada profissional atuou. Desta forma, foi possível realizar uma estimativa do valor de dose ocupacional anual de uma equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA. A dose dos profissionais da equipe de eletrofisiologia cardíaca é significativa, porém está em conformidade com os limites de dose estabelecidos na regulamentação nacional.

Foi verificado que a equipe avaliada trabalha de forma otimizada fazendo uso de modos de aquisição de imagem com redução de dose, o que é positivo para o paciente e para o trabalhador. Dentre às ações recomendáveis para otimização do procedimento estão a adequada seleção de ampliação da imagem, a adoção de modos de aquisição que considerem redução de dose, o distanciamento da fonte de raios X e o uso adequado de equipamentos de proteção individual e coletiva.

Como a monitoração individual mínima legalmente exigida deve estimar a dose efetiva e ser posicionada na altura do tórax dos IOEs, a dose no cristalino destes trabalhadores no Brasil é pouco conhecida. Portanto, a metodologia proposta para estimativa da dose na altura do cristalino torna-se essencial para o acompanhamento desses indicadores.

A metodologia proposta pode ser adaptada e aplicada para qualquer especialidade em radiologia intervencionista. Para isso, deve-se adequar à realidade do local de trabalho, dos procedimentos e da equipe assistencial envolvida. Assim, o estudo proporciona a realização de medidas de segurança, otimização e educação em relação à dose recebida por uma equipe exposta a radiação X.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Canevaro, “Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista,” *Rev. Bras. Física Médica*, vol. 3, no. 1, pp. 101–115, 2009.
- [2] H. J.W. et al., “2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document on Optimal Use of Ionizing Radiation in Cardiovascular Imaging: Best Practices for Safety and Effectiveness,” *Catheter. Cardiovasc. Interv.*, vol. 92, no. 2, pp. E35–E97, 2018, doi: 10.1002/ccd.27659.
- [3] K. A. Wunderle, M. K. Chung, S. Rayadurgam, M. A. Miller, N. A. Obuchowski, and B. D. Lindsay, “Occupational and patient radiation doses in a modern cardiac electrophysiology laboratory,” *J. Interv. Card. Electrophysiol. an Int. J. Arrhythm. pacing*, vol. 56, no. 2, pp. 183–190, Nov. 2019, doi: 10.1007/s10840-018-0462-8.
- [4] ANVISA, “Resolução Da Diretoria Colegiada - Rdc N° 330, De 20 De Dezembro De 2019,” *Diário Of. da União*, vol. 234, no. 1, p. 85, 2019.
- [5] E. Vano, N. J. Kleiman, A. Duran, M. M. Rehani, D. Echeverri, and M. Cabrera, “Radiation Cataract Risk in Interventional Cardiology Personnel,” *Radiat. Res.*, vol. 174, no. 4, pp. 490–495, Oct. 2010, doi: 10.1667/RR2207.1.
- [6] ICRP, “ICRP Publication 117: Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department,” 2010. doi: 10.1016/j.icrp.2012.03.001.
- [7] IAEA, “Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation. Safety Standard RS-G-1.2,” 1999.
- [8] CNEN. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, “Norma CNEN NN 3.01: DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA,” vol. 05, pp. 1–22, 2014, [Online]. Available: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>.
- [9] AAPM, *Cardiac Catheterization Equipment Performance*, no. 70. 2001.
- [10] SEFM-SEPR-SERAM, *Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico*, vol. 5, no. 1. 2011.
- [11] “RaySafe i3 Product Leaflet,” [Online]. Available: <http://mediabank.raysafe.com/downloadAsset.jsp?catalog=RaySafe+Media+Bank&id=299&>.

- [12] W. M. B. e S. V. Juliana Pimentel, “AVALIAÇÃO DA ATENUAÇÃO DE AVENTAIS PLUMBÍFEROS COM DIFERENTES EQUIVALÊNCIAS DE CHUMBO PARA USO EM SERVIÇOS DE RADIOLOGIA,” *Soc. DEPROTEÇÃO RADIOLÓGICA*, pp. 0–5, 2014.
- [13] J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt, J. M. Boone, and E. J. Goldschmidt, *The Essential Physics of Medical Imaging*, vol. 30, no. 7. 2003.
- [14] IAEA, “10 Recomendações para proteção de pacientes em fluoroscopia 64,” pp. 1–2.

5 CONCLUSÃO

A dosimetria eletrônica é adequada e vantajosa para monitoração do local de trabalho como método de monitoração individual alternativa para dosimetria ocupacional. Através do mapeamento da taxa de dose do local de trabalho, do conhecimento do tempo de exposição dos procedimentos, bem como o número de procedimento em que cada profissional participou, estabeleceu a possibilidade de realizar uma melhor estimativa do valor de dose ocupacional anual de uma equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA. A dose dos profissionais da equipe de eletrofisiologia cardíaca é significativa, porém estão em conformidade com os limites de dose estabelecidos na regulamentação nacional.

A metodologia proposta pode ser adaptada e aplicada para qualquer especialidade em radiologia intervencionista. Para tanto, deve-se adequar à realidade do local de trabalho, dos procedimentos e da equipe assistencial envolvida. Assim, o estudo proporciona a realização de medidas de segurança, otimização e educação em relação à dose recebida por uma equipe exposta a radiação X.

Um dos desafios do físico médico, supervisor de proteção radiológica, consiste em evoluir a cultura de segurança e qualidade na aplicação dos raios X na medicina, junto à uma equipe assistencial multiprofissional. Com os avanços da tecnologia na área médica, os processos de proteção radiológica devem acompanhar essa evolução e buscar mecanismos tecnológicos para otimizar o cuidado da saúde e segurança dos pacientes, trabalhadores e população como um todo. O estudo permitiu vivenciar plenamente esse contexto: o uso da tecnologia para melhoria do cuidado à saúde da equipe multiprofissional e da cultura de segurança contra radiações ionizantes.

6 REFERÊNCIAS

1. ICRP. ICRP Publication 85: Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. *Ann ICRP*. 2007;45(0):1–99.
2. J.W. H, V.A. F, F.M. B, L. B, C.E. C, A.J. E, et al. 2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document on Optimal Use of Ionizing Radiation in Cardiovascular Imaging: Best Practices for Safety and Effectiveness. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2018;92(2):E35–97. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L623965178>
3. Wunderle KA, Chung MK, Rayadurgam S, Miller MA, Obuchowski NA, Lindsay BD. Occupational and patient radiation doses in a modern cardiac electrophysiology laboratory. *J Interv Card Electrophysiol an Int J Arrhythm pacing*. 2019 Nov;56(2):183–90.
4. Mauricio CLP, Silva HLR, Silva CR. BRAZILIAN JOURNAL OF RADIATION SCIENCES Análise dos registros de dose ocupacional externa no Brasil. 2015;1–18.
5. ANVISA. Resolução Da Diretoria Colegiada - Rdc N° 330, De 20 De Dezembro De 2019. *Diário Of da União*. 2019;234(1):85.
6. Vano E, Kleiman NJ, Duran A, Rehani MM, Echeverri D, Cabrera M. Radiation Cataract Risk in Interventional Cardiology Personnel. *Radiat Res* [Internet]. 2010 Oct;174(4):490–5. Available from: <http://www.bioone.org/doi/10.1667/RR2207.1>
7. ICRP. ICRP Publication 117: Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department. Vol. 40, *Annals of the ICRP*. 2010.
8. IAEA. Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation. Safety Standard RS-G-1.2. 1999;
9. CNEN. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Norma CNEN NN 3.01: DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA. 2014;05:1–22. Available from: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>
10. World Health Organization Geneva. Efficacy and radiation safety in interventional radiology. *J Heal Technol Assess*. 2000;3(2):1–100.
11. U.D.M.I. University Diagnostic Medical Imaging [Internet]. Available from: <https://www.udmi.net/benefits-of-interventional-radiology/>
12. Canevaro L. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. *Rev Bras Física Médica*. 2009;3(1):101–15.
13. Giffoni RT, Torres RM. Breve história da eletrocardiografia. *Rev Med Minas Gerais*. 2010;20(2):263–70.
14. Jakolinski M. Eletrofisiologia Cardíaca. *sobrac 2018*. 2018. p. 43.
15. ICRP. ICRP Publication 139: Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. Vol. 44. 2018.
16. ICRP. ICRP Publication 26: Recommendations of the Radiological Protection. ICRP Publ 26 [Internet]. 1997; Available from: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_1_3
17. CNEN. Resolução nº230. 2018.
18. Tauahata, Luiz; Salati, Ivan; Prinzi RDP, Zio ARD. Radioproteção E Dosimetria : Fundamentos. *Ird/Cnen*. 2013. 345 p.
19. AAPM, Cardiac Catheterization Equipment Performance, no. 70. 2001.

20. SEFM-SEPR-SERAM, Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico, vol. 5, no. 1. 2011.
21. “RaySafe i3 Product Leaflet,” [Internet]. Available from: <http://mediabank.raysafe.com/downloadAsset.jsp?catalog=RaySafe+Media+Bank&id=2997&>.
22. W. M. B. e S. V. Juliana Pimentel, “AVALIAÇÃO DA ATENUAÇÃO DE AVENTAIS PLUMBÍFEROS COM DIFERENTES EQUIVALÊNCIAS DE CHUMBO PARA USO EM SERVIÇOS DE RADIOLOGIA,” Soc. DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA, pp. 0–5, 2014.
23. J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt, J. M. Boone, and E. J. Goldschmidt, The Essential Physics of Medical Imaging, vol. 30, no. 7. 2003.
24. IAEA, “10 Recomendações para proteção de pacientes em fluoroscopia 64,” pp. 1–2.

ANEXOS

Anexo 1 – Normas Editoriais para Publicação do Artigo

24/11/2020

Submissions



BJRS
Brazilian Journal of Radiation Sciences

LANGUAGE
Select Language
English v

USER
Username
Password
 Remember me

[Journal Help](#)

FONT SIZE

HOME ABOUT LOGIN REGISTER SEARCH CURRENT
ARCHIVES

Home > About the Journal > Submissions

Submissions

- [Online Submissions](#)
- [Author Guidelines](#)
- [Copyright Notice](#)
- [Privacy Statement](#)

Online Submissions

Already have a Username/Password for Brazilian Journal of Radiation Sciences?
[GO TO LOGIN](#)

Need a Username/Password?
[GO TO REGISTRATION](#)

Registration and login are required to submit items online and to check the status of current submissions.

Author Guidelines

The articles must be prepared according to the model of the attached example article
[CLICK HERE](#)

Upon sending the article, the authors must:

1. Natural radiation, NORM and TENORM;
2. Biological and health effects of ionizing radiation;
3. Education and training in Radioprotection (RP);
4. Technology and developments in RP;
5. Nuclear Law, international recommendations and regulations;
6. Radiation protection of patients, workers, members of the public, and the environment;
 - a. Patient Radiation Protection;
 - b. Radiation protection of workers and members of the public: Medicine;
 - c. Radiation protection: Industry and Research;
 - d. Environmental Protection against Radiology;
7. Safety Culture and Risk Perception;
8. Communication with society – Stakeholder engagement and involvement;
9. Transport of radioactive material;
10. Emergency preparedness and response;
11. Nuclear Safety;
12. Radioactive waste management and decommissioning;
13. Use of radioactive sources. Methodologies for their control;
14. New challenges in RP;
15. Measurements and dosimetry;
16. Non-Ionising Radiation;
17. Safeguards and Security of radioactive material.

Recommend three possible names as article reviewers (complete name, e-mail, and institution in which the person works).

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

1. The contribution is original and unpublished, and is not under review for publication at any other Journal; in cases to the contrary, this fact should be justified in "Comments to the editor".
2. The submitted file must be in Microsoft Word, OpenOffice, or RTF.
3. URLs for references were informed when possible.

The articles must be prepared according to the model from the attached sample article:
[CLICK HERE](#)

4. The text must follow the stylistic patterns and bibliographic requirements described in Guidelines for Authors found on the 'About the Journal' page
5. In the case of submissions to a peer review section (ex.: articles), the instructions available at Guaranteeing blinded peer review were followed.

Copyright Notice

JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope
All v

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

24/11/2020

Submissions

I hereby declare the present article is original and has not been submitted for publication to any other national or international journal, whether in part or in full. I also declare that, once published in the Brazilian Journal of Radiation Sciences, edited by the Brazilian Society of Radiological Protection, the same article will not be submitted by me or by any of the other co-authors to any other journal. By means of this instrument, in my name and in the name of the other co-authors, when applicable, I do hereby cede all copyrights of the referred article to the Brazilian Society of Radiological Protection, who is hereby authorized to publish it in print, digital, or any other existing form, with no financial compensation paid to the authors. As these articles will appear in this open access journal, they can be used free of charge, with their own attributions, in educational and non-commercial applications.

Privacy Statement

This journal offers free and immediate access to its contents, following the principle that making scientific knowledge available to the general public at no cost will foster a broader sense of the global democratization of knowledge.

ISSN: 2319-0612