INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**Avaliação da dose ocupacional oriunda dos procedimentos especiais
guiados por fluoroscopia: cateterismo cardíaco**

Amanda Juliene da Silva

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear – Aplicações

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Janete Cristina Gonçalves
Gaburo Carneiro

*Segunda Edição
Cópia Revisada pelo Autor segundo sugestões da
Banca Examinadora
Dezembro/2011*

São Paulo
2011

*Dedico este trabalho ao meu filho,
João Pedro, que faz cada momento
da minha vida valer a pena.*

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente, eu agradeço a Deus pela minha vida, pelas oportunidades e por colocar tantas pessoas maravilhosas no meu caminho.
- À minha família, em especial meus pais: Mauricio Hessel e Roseli da Silva, pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis.
- Ao meu noivo, Eleuterio, pelo apoio, paciência e compreensão.
- À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Janete Cristina, pela colaboração, paciência, disponibilidade e apoio prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.
- Ao Dr. Gian Maria A. A. Sordi pela atenção e pelas valiosas informações.
- À Dr^a Regina Bitelli, pelas contribuições.
- Aos trabalhadores do setor de hemodinâmica do hospital estudado, pela colaboração.
- Aos funcionários da Gerência de Radioproteção (GRP) que colaboraram direta e indiretamente para realização deste trabalho, especialmente ao Dr. Demerval Leônidas Rodrigues, pela oportunidade e incentivo.
- À minha querida amiga, Ivani Martins Fernandes, pelo apoio, amizade e companheirismo durante esta caminhada.
- Às minhas amigas, Paula Nou, Lizandra Pereira e Sandra Branco, pelo apoio e motivação.
- Aos amigos Fábio Suzuki, Eduardo Gerulis e José Fernandes, pelo companheirismo.
- À Comissão de Pós-Graduação (CPG) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP pela oportunidade de realização deste trabalho.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro.
- E a todos que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho.

AValiação DA DOSE OCUPACIONAL ORIUNDA DOS PROCEDIMENTOS ESPECIAIS GUIADOS POR FLUOROSCOPIA: CATETERISMO CARDÍACO

Amanda Juliene da Silva

RESUMO

A principal finalidade deste estudo foi avaliar a dose efetiva recebida pelos profissionais de saúde no setor de hemodinâmica de um hospital universitário, na cidade de São Paulo. Para delinear o perfil dos profissionais de saúde foi utilizado um questionário auto-aplicável considerando as variáveis sociodemográficas e variáveis relacionadas ao trabalho em presença de radiação ionizante. A avaliação das doses ocupacionais foi realizada por meio de consulta aos históricos de dose individual do banco de dados da instituição, durante os anos de 2000 a 2009. Um total de 240 registros foi avaliado, envolvendo 38 profissionais ativos (2009), de diferentes categorias profissionais, entre elas, médicos, enfermeiros, tecnólogos em radiologia e auxiliares de enfermagem. As doses efetivas anuais foram comparadas com os limites estabelecidos pelas autoridades regulatórias nacionais. Com base nas doses recebidas e registradas durante o período estudado, foram selecionados cinco médicos para usar mais um dosímetro termoluminescente (em caráter experimental) na mão esquerda, durante a realização dos procedimentos de hemodinâmica. Além disso, foram averiguados os procedimentos de radioproteção adotados pelos profissionais de saúde da instituição estudada. Este estudo permitiu traçar o perfil da equipe médica que integra o serviço de hemodinâmica assim como conhecer a distribuição de suas doses em relação aos limites ao longo dos anos.

EVALUATION OF OCCUPATIONAL DOSE FROM THE SPECIAL PROCEDURES GUIDED BY FLUOROSCOPY: CARDIAC CATHETERISM

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the dose received by health professionals in the hemodynamic sector of a university hospital in São Paulo city. A self-applied questionnaire was used to delineate the profile of health professionals, taking into account sociodemographic variables and variables related to the work with ionizing radiation. The assessment of occupational doses was performed by consulting of the individual dose records of the institution database from 2000 to 2009. A total of 240 records was evaluated, corresponding to 38 active professionals (2009), divided in different professional category: physician, nurses, radiologic technologists and nursing assistants. The annual doses were compared with the limits established by national regulatory authorities. Based on the effective doses received and recorded during the studied period, experimental measures were performed with TL dosimeters in five physicians to evaluate the equivalent dose, in the left hand, during hemodynamic procedures. In addition, the radioprotection measures adopted by health professionals were verified. This study allowed delineating the profile of medical staff that integrates the hemodynamic service as well as knowing the distribution of their doses in relation to limits over the years.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Radiodiagnóstico	1
1.2 Exposição ocupacional – processo de trabalho dos profissionais de saúde	3
1.3 Finalidade e objetivos	5
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1 Principais grandezas e unidades de proteção radiológica	6
2.1.1 Exposição (X)	6
2.1.2 Dose Absorvida (D)	6
2.1.3 Querma no Ar	7
2.1.4 Dose Equivalente (H_T)	7
2.1.5 Dose Efetiva (E)	8
2.1.6 Dose coletiva	9
2.2 Sistema de Proteção Radiológica	10
2.3 Efeitos biológicos da radiação ionizante	11
2.4 Limites de dose	11
2.5 Dosimetria individual para radiação externa	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Exposições ocupacionais provenientes da radiologia diagnóstica	15
3.2 Estudos relacionados aos efeitos adversos à saúde	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Aspectos Éticos	23
4.2 Local de estudo: Setor de Hemodinâmica - Cardiologia Intervencionista	23
4.3 Perfil dos profissionais de saúde que integram a equipe médica do serviço de hemodinâmica do Hospital	26
4.4 Consulta aos históricos de dose	26

4.5 Avaliação da dose equivalente nas mãos dos médicos, por procedimento de hemodinâmica.	27
4.6 Levantamento radiométrico	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Perfil dos profissionais de saúde	30
5.1.1 Variáveis Sociodemográficas: gênero, idade, estado civil e escolaridade	30
5.1.2 Variáveis relacionadas ao trabalho: trabalho envolvendo radiação ionizante, tempo de trabalho, uso de dosímetros e de EPI's, número de empregos, tarefas executadas na instituição e treinamentos recebidos	32
5.2 Doses efetivas	36
5.2.1 Doses efetivas por categoria profissional	40
5.2.2 Dose Coletiva	47
5.3 Levantamento Radiométrico	48
5.4 Avaliação da dose equivalente nas mãos dos médicos, por procedimento de hemodinâmica	49
6. CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE I – CARTA DE AUTORIZAÇÃO	58
APÊNDICE II– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	59
APÊNDICE III - FICHA DE INFORMAÇÃO SOBRE O PARTICIPANTE	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Organograma das especialidades médicas em radiologia diagnóstica. -----	1
Figura 2: Valores de dose média para radiologistas intervencionistas (a) e cardiologistas intervencionistas (b). -----	18
Figura 3: Equipamento de cateterismo cardíaco PHILIPS Allura FD10/10 no setor de hemodinâmica. -----	24
Figura 4: Sala de controle do equipamento de hemodinâmica PHILIPS Allura FD10/10.	25
Figura 5: Representação esquemática da sala de hemodinâmica. Os números de 1 a 5 representam as posições ocupadas pelos profissionais; as portas e o visor plumbífero são representados pelas letras A,B,C,D. -----	28
Figura 6: Distribuição dos profissionais por gênero para cada categoria profissional. ----	30
Figura 7: Distribuição dos profissionais por faixa etária para cada categoria profissional.	31
Figura 8: Tempo de trabalho com radiação ionizante. -----	32
Figura 9: Protetor suspenso plumbífero. -----	33
Figura 10: Saiote Plumbífero. -----	34
Figura 11: Distribuição dos profissionais de saúde de acordo com o acesso aos seus históricos de dose. -----	35
Figura 12: Distribuição dos profissionais de acordo com o recebimento de treinamento. -	36
Figura 13: Doses individuais dos auxiliares de enfermagem no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional. -----	41
Figura 14: Doses individuais anuais dos enfermeiros no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional. -----	43
Figura 15: Doses individuais anuais dos médicos no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional. -----	45
Figura 16: Doses coletivas de cada categoria profissional. -----	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores de wR para cada tipo de radiação.	8
Tabela 2: Fatores de ponderação para tecido recomendados.	9
Tabela 3: Limites das doses anuais	12
Tabela 4: Doses ocupacionais dos principais médicos envolvidos durante os procedimentos intervencionistas	17
Tabela 5: Doses médias para a equipe dos serviços de cardiologia intervencionista (CI) e radiologia intervencionista (RI) de um hospital universitário	21
Tabela 6: Distribuição dos profissionais de saúde por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.	37
Tabela 7: Exposição dos profissionais em radiologia.	39
Tabela 8: Distribuição dos auxiliares de enfermagem por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.	41
Tabela 9: Distribuição dos enfermeiros por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.	44
Tabela 10: Distribuição dos médicos por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média. ...	46
Tabela 11: Valores de dose externa, em mSv/semana, em todos os pontos de medida.	48
Tabela 12: Doses equivalentes nas mãos dos profissionais que realizam procedimentos de cateterismo cardíaco e angioplastia.	50

1. INTRODUÇÃO

1.1 Radiodiagnóstico

As intervenções médicas que utilizam a radiação X para obter um diagnóstico são chamadas de Radiologia Diagnóstica ou Radiodiagnóstico. A especialidade médica que estuda a radiologia possui várias áreas de aplicação conforme o organograma da Figura 1.

Figura 1: Organograma das especialidades médicas em radiologia diagnóstica.

Desde o início da utilização dos raios X na medicina, a radiologia diagnóstica passou por uma evolução tecnológica. O aperfeiçoamento das técnicas existentes, a qualidade de imagens, o desenvolvimento de novos equipamentos e as melhorias introduzidas na proteção ao paciente tem assegurado sua aplicação contínua para os mais diversos diagnósticos médicos. Nos países mais desenvolvidos estão se tornando cada vez mais disponíveis modalidades alternativas para alguns diagnósticos, como o ultrassom e a endoscopia.

Neste caso, deve-se ter em mente que a exposição à radiação é intencional sendo um benefício direto do paciente. No entanto, apesar deste benefício, a interação da radiação com o tecido biológico pode produzir efeitos adversos à saúde tanto ao paciente quanto ao trabalhador.

A exposição ocupacional na medicina depende de vários fatores, o mais importante entre eles provém da utilização de raios X durante a realização de procedimentos diagnósticos e terapêuticos. Há três procedimentos gerais que constituem fontes de exposição: a radiografia, a técnica fluoroscópica e os exames especiais [1]. Dentre estes últimos, se destacam os procedimentos intervencionistas que tem sua aplicação em cardiologia, neurorradiologia e radiologia vascular periférica.

De acordo com a Comissão Internacional de Proteção Radiológica – ICRP-85 (2000), a radiologia intervencionista compreende intervenções diagnósticas e/ou terapêuticas guiadas por acesso percutâneo ou outro acesso, executadas geralmente sob anestesia local e/ou sedação, usando a imagem fluoroscópica para localizar a lesão ou o local de tratamento [2].

A fluoroscopia é uma técnica utilizada em muitos exames e procedimentos, na qual são estudadas as estruturas em movimento do corpo. Por meio de um feixe contínuo de raios X são geradas imagens da parte do corpo que será examinada e a informação é acompanhada em tempo real através de um monitor, podendo ser armazenada e avaliada posteriormente. Este tipo de procedimento apresenta uma grande vantagem sobre os procedimentos cirúrgicos invasivos, pois requer apenas uma pequena incisão, reduzindo substancialmente o risco de infecção, e permitindo menor tempo de recuperação. Essas intervenções são utilizadas por um número crescente de profissionais de saúde em uma gama de especialidades médicas.

Na cardiologia, a fluoroscopia é utilizada no diagnóstico e tratamento de diversas cardiopatias. Por meio de um cateter colocado num vaso sanguíneo para acessar o coração é possível diagnosticar e/ou corrigir problemas cardiovasculares, como por exemplo, visualizar um estreitamento na artéria coronária, colocar uma prótese (*stent*), entre outros [3]. A fluoroscopia auxilia ao médico a guiar o cateter na localização específica no interior do corpo e permite a observação do fluxo sanguíneo através das artérias coronárias por meio da injeção de contraste.

Os procedimentos que envolvem o uso da fluoroscopia exigem que a equipe médica esteja quase sempre presente na sala do exame, geralmente perto do paciente, que é a principal fonte de exposição por causa da radiação espalhada. De acordo com a Agência

Internacional de Energia Atômica - AIEA, para cada mil fótons que atingem o paciente, entre 100 a 200 fótons são espalhados, cerca de 20 fótons chegam ao detector para formação da imagem e o restante é absorvido pelo paciente [4].

1.2 Exposição ocupacional – processo de trabalho dos profissionais de saúde

A exposição ocupacional é definida como a exposição normal ou potencial de um indivíduo em decorrência de seu trabalho ou treinamento em práticas autorizadas ou intervenções, excluindo-se a radiação natural do local [5].

Podem ser considerados profissionais de saúde, aqueles com formação técnica (nível médio) ou superior no campo da saúde. Este campo é abrangente e detém distintas categorias profissionais que atuam diretamente com o ser humano.

O processo de trabalho dos profissionais de saúde é bastante peculiar, com longas jornadas de trabalho, possibilidade de duplicação da jornada, isto é, realização de um turno seguido de outro por necessidade da continuidade do serviço ou pela quebra da continuidade no trabalho realizado pelo trabalhador (principalmente os enfermeiros, técnicos), extensa responsabilidade, exposição a fatores de risco, além de múltiplos vínculos empregatícios.

A multiplicidade de vínculos em busca de remunerações financeiras é comum nas áreas de saúde e educação. Não é raro encontrar médicos, enfermeiros, técnicos, tecnólogos, entre outros profissionais, exercendo suas atividades em mais de uma instituição. No caso específico dos técnicos de radiologia, é comum encontrar estes profissionais trabalhando em mais de uma instituição.

Os profissionais de saúde estão expostos a diversos fatores de risco ocupacionais principalmente no ambiente hospitalar. A legislação brasileira considera como fator de risco, toda característica ou circunstância que acompanha um aumento de probabilidade de ocorrência de um fato indesejado, considerando a sua gravidade, em certo período de tempo [6].

Na literatura nacional e internacional podem ser encontradas diferentes classificações de risco ocupacional, todavia a maioria apresenta pelo menos quatro grandes grupos de risco: físico, químico, biológico e de acidentes.

Em função das atividades exercidas por estes profissionais, neste estudo foi abordada a radiação ionizante, por ser um fator de risco físico, presente no setor de hemodinâmica.

O risco radiológico para os profissionais de saúde dos serviços de hemodinâmica é de grande preocupação da proteção radiológica de um hospital, uma vez que a equipe médica que realiza os procedimentos diagnósticos e terapêuticos pode receber valores de doses próximos aos limites estabelecidos em normas e regulamentos de proteção radiológica [5,7,8].

As taxas de dose da equipe médica presente nos exames podem ser da ordem de 2 mGy h⁻¹ ou mais, dependendo da distância do profissional ao paciente e das condições técnico-operacionais [1].

Há uma necessidade de avaliar as doses ocupacionais de acordo com os principais procedimentos que as causaram com a finalidade de diminuir os riscos. As doses ocupacionais recebidas pela equipe podem ser diferenciadas de acordo com a fonte de exposição, o que pode caracterizar diferentes grupos ocupacionais. Com base em estudos encontrados na literatura, não é apropriado, por exemplo, tratar doses de radiodiagnóstico e de procedimentos intervencionistas em conjunto, como a dose média por causa das diferenças significativas entre elas [9].

O cateterismo cardíaco, em particular, constitui uma fonte de exposição relativamente elevada. Os procedimentos envolvem não somente a fluoroscopia, mas algumas vezes exigem também a cinegrafia. Durante a cinescopia, a taxa de Querma no ar no leito da maca (table-top) pode variar 0,2 a 1 Gy min⁻¹. A dose recebida pela equipe médica pode ser elevada embora o tempo de um exame de cinescopia seja de 30 a 40 segundos do tempo total da exposição [10].

No caso deste estudo, foram investigados os profissionais de saúde: médicos,

enfermeiros, auxiliares de enfermagem e técnicos/tecnólogos de radiologia, que compõem uma equipe médica e que exercem suas atividades no setor de hemodinâmica.

1.3 Finalidade e objetivos

A finalidade deste estudo foi avaliar a dose recebida pelo profissional de saúde do setor de hemodinâmica de um hospital universitário em São Paulo.

Para se alcançar esta finalidade alguns objetivos foram estabelecidos:

- Conhecer o perfil dos profissionais da saúde (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, técnicos/tecnólogos de radiologia), que atuam nos serviços de hemodinâmica, especialmente na cardiologia intervencionista;
- Fazer um levantamento das doses ocupacionais desses profissionais de saúde envolvidos nos procedimentos de hemodinâmica (cateterismo e angioplastia) no período de 2000-2009, por meio de consulta aos históricos de doses e verificar se estão condizentes com a legislação vigente;
- Discutir os resultados de dose efetiva do profissional de saúde proveniente dos procedimentos de hemodinâmica guiados por fluoroscopia;
- Avaliar as medidas de radioproteção adotadas pelos profissionais de saúde da instituição selecionada (levantamento radiométrico da sala de exames/ utilização de dosímetros e equipamentos de proteção individual, etc.);
- Sugerir medidas de melhorias no Sistema de Proteção da Instituição estudada, se necessário.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Principais grandezas e unidades de proteção radiológica

Com o surgimento dos primeiros efeitos nocivos à saúde humana produzidos pelas radiações ionizantes, foram desenvolvidos métodos para caracterização e medição da radiação, bem como a definição de grandezas que expressam com realismo a sua interação com o tecido humano [11].

2.1.1 Exposição X [11-13]

A grandeza exposição é definida como o quociente entre dQ por dm , onde dQ é o valor da carga total de íons de um dado sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons (negativos e positivos) liberados pelos fótons em um volume de ar, de massa dm , são completamente freados neste volume, dado por:

$$X = \frac{dQ}{dm} [C/kg]$$

Esta grandeza somente é válida para radiação X e gama e sua unidade especial é o Röentgen (R). No Sistema Internacional (SI) é representada por Coulomb/kilograma e $1 R = 2,58 \times 10^{-4} C/kg$.

2.1.2 Dose Absorvida, D [11-13]

A grandeza dose absorvida foi proposta para suprir as limitações da grandeza exposição, pois pode ser utilizada para qualquer tipo de radiação e em qualquer meio. É definida como o quociente de $d\bar{\epsilon}$ por dm , onde $d\bar{\epsilon}$ é a energia média cedida na matéria de

massa dm pela radiação ionizante, dada por:

$$D = \frac{d\bar{\epsilon}}{dm} J/kg$$

A unidade especial é o Gray (Gy), e no Sistema Internacional é o joule/quilograma (J/Kg) e $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/Kg}$.

2.1.3 Querma no Ar, [11-13]

O querma (*Kinectic Energy Released per unit of Mass*) é definido por:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm} J/kg$$

onde,

dE_{tr} é a soma de todas as energias cinéticas iniciais de todas as partículas carregadas liberadas por partículas neutras ou fótons, incidentes em um material de massa dm .

A unidade correspondente, o *joule/kilograma* (J/kg), recebe também o nome especial de Gray (Gy).

Nas condições em que há equilíbrio eletrônico e em que as energias de ligação e perdas por radiação são desprezíveis, o querma e a dose absorvida são considerados praticamente iguais.

2.1.4 Dose Equivalente, H_T [11-13]

Além de quantificar a energia depositada em um órgão ou tecido, a grandeza dose

equivalente fornece informações sobre o dano biológico causado por cada tipo de radiação. Quantidades iguais de dose absorvida em um órgão ou tecido, devido aos diferentes tipos de radiações, causarão efeitos biológicos diferentes.

A grandeza dose equivalente num órgão ou tecido, H_T , é definida por:

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R} [Sv]$$

onde,

w_R é o fator de ponderação da radiação R e D_T é a dose absorvida média no órgão ou tecido. A soma é efetuada para todos os tipos de radiação envolvidos.

Os valores de w_R foram definidos extensivamente com base na eficácia biológica relativa (RBE) para os diferentes tipos de radiação, como apresentados na Tabela 1.

A unidade da grandeza dose equivalente no SI é o J/kg, denominada sievert (Sv).

Tabela 1: Valores de w_R para cada tipo de radiação [7].

Tipo de Radiação	Fator de Ponderação para Radiação, w_R
Fótons	1
Elétrons^a e muons	1
Prótons e pions carregados	2
Partículas alfa, fragmentos de fissão, íons pesados	20
Nêutrons	Função contínua de acordo com a energia do nêutron

2.1.5 Dose Efetiva, E [11-13]

A dose efetiva é definida como sendo o somatório do produto das doses equivalentes por um fator de ponderação (w_T) para tecidos ou órgãos, dada por:

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

onde,

H_T é a dose equivalente no tecido ou órgão e w_T é o fator de ponderação do órgão ou tecido.

Esta grandeza considera a parcela de contribuição de cada órgão irradiado no detrimento à saúde. Os valores de dose efetiva são associados à radiosensibilidade do órgão ou do tecido irradiado. Os valores de w_T para cada órgão e tecido são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Fatores de ponderação para tecido recomendados [7].

Tecido	w_T
Medula óssea (vermelha)	0,12
Cólon	0,12
Pulmões	0,12
Estômago	0,12
Mamas	0,12
Gônadas	0,08
Bexiga	0,04
Esôfago	0,04
Fígado	0,04
Tireóide	0,04
Superfície óssea	0,01
Cérebro	0,01
Glândulas salivares	0,01
Pele	0,01
Restante *	0,12
Total	1,00

* Restante: Adrenais, Região Extratorácica (ET), Bexiga biliar, Coração, Rins, Gânglios Linfáticos, Músculo, Mucosa Oral, Pâncreas, Próstata (♂), Intestino Grosso, Baço, Timo, Útero/ cérvix (♀).

2.1.6 Dose coletiva, S [5, 12]

A dose coletiva é definida como o produto do número de indivíduos expostos a

uma fonte de radiação ionizante, pelo valor médio da distribuição de dose efetiva desses indivíduos. A dose coletiva é expressa em Sievert-pessoa (Sv.pessoa), isto é, a dose efetiva total recebida por uma população ou um grupo de pessoas.

2.2 Sistema de Proteção Radiológica

A principal finalidade da proteção radiológica é contribuir para um nível adequado de proteção das pessoas e do ambiente contra os efeitos nocivos da exposição à radiação, sem limitar indevidamente as práticas benéficas advindas desta exposição [7].

O sistema de proteção radiológica, estabelecido pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica, ICRP, tem por finalidade principal proteger a saúde do ser humano. Os objetivos referentes à saúde são relativamente direcionados: ao gerenciamento e controle das exposições à radiação ionizante de tal modo que os efeitos determinísticos sejam evitados, e os riscos de ocorrência dos efeitos estocásticos sejam minimizados a valores racionalmente alcançáveis [7].

Princípio da Justificação: qualquer aplicação da radiação que conduza a um aumento da exposição do homem deve ser justificada, para garantir que o benefício decorrente desta aplicação seja mais importante que o risco devido ao aumento à exposição.

Princípio da Otimização: as doses devem ser mantidas “tão baixas quanto razoavelmente praticável”, filosofia ALARA (as low as reasonably achievable), levando e conta os fatores sociais e econômicos.

Limitação de dose: os limites de dose representam um valor máximo de dose, abaixo do qual os riscos decorrentes da exposição à radiação são considerados toleráveis, ou seja, são valores de dose aos quais os indivíduos podem ficar expostos, sem que isto resulte em um dano à sua saúde, durante toda sua vida. Para o estabelecimento dos limites de dose para trabalhadores foram considerados os efeitos somáticos tardios, principalmente o câncer.

2.3 Efeitos biológicos da radiação ionizante

As exposições prolongadas às radiações ionizantes geram um risco potencial de ocorrência de efeitos biológicos. Estes podem ser divididos em efeitos determinísticos e efeitos estocásticos. Os efeitos biológicos da radiação dependem da quantidade de energia absorvida pelas células e do local da célula em que a energia foi absorvida [14].

- **Efeitos Estocásticos:** são aqueles nos quais tanto as doses elevadas como as pequenas podem causar efeitos biológicos (câncer ou efeitos hereditários), que podem ser observados como um aumento estatisticamente detectável na incidência destes efeitos ocorrendo muito tempo depois da exposição [2]. Estes efeitos são considerados de natureza probabilística, sem nenhum limiar, e aumentam em sua frequência proporcionalmente ao aumento da dose de radiação.
- **Efeitos Determinísticos:** são os efeitos biológicos que certamente ocorrerão caso seja ultrapassado um valor limiar de dose, e a gravidade do efeito é diretamente proporcional à dose, podendo ser reversível ou não. O efeito determinístico é o mais perceptível em indivíduos expostos a altas doses de radiação ionizante.

2.4 Limites de dose

Os limites de dose individuais estabelecidos pelas normas de Proteção Radiológica aplicam-se aos profissionais da Saúde (indivíduo ocupacionalmente exposto – práticas autorizadas) e ao público em geral [5,7,8]. No caso dos pacientes, aplica-se o conceito de dose de referência, estabelecido pelas publicações SS-115 (1996) e ICRP-73 (1996), que têm um caráter de orientação para identificar procedimentos não-otimizados [15,16].

Segundo as recomendações da ICRP, em sua Publicação 103, o limite de dose efetiva ocupacional para o corpo inteiro é de 20 mSv por ano (média aritmética calculada em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano) [7].

No Brasil, o órgão regulamentador é a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN, que por meio da norma CNEN NN-3.01 estabelece as “Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica”, na qual são apresentados os limites de doses anuais para o público e para o indivíduo ocupacionalmente exposto. A exposição dos indivíduos deve ser restringida de tal modo que nem a dose efetiva nem a dose equivalente nos órgãos ou tecidos de interesse excedam os limites de doses anuais estabelecidos, apresentados na Tabela 3. O termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano [5].

Tabela 3: Limites das doses anuais [5].

Limites de doses anuais ^[a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
Dose Efetiva	Corpo inteiro	20 mSv ^[b]	1 mSv ^[c]
	Cristalino	20 mSv ^[b]	15 mSv
Dose Equivalente	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.

[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.

Em 1º de junho de 1998, a Secretaria de Vigilância Sanitária - SVS do Ministério da Saúde aprovou a Portaria nº 453 na qual apresenta o Regulamento Técnico "Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico", que estabelece os requisitos básicos de proteção radiológica e disciplina a prática com os raios X para fins diagnósticos, visando à defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral [8]. No âmbito ocupacional estabelece que as exposições não devam exceder os limites de dose estabelecidos pela norma CNEN NE-3.01 (1998) [17].

2.5 Dosimetria individual para radiação externa

A finalidade do monitoramento individual é garantir que os limites de dose não sejam excedidos. As estimativas de dose efetiva e dose equivalente podem ser feitas por meio de dosímetros utilizados pela equipe médica durante a realização do procedimento. O uso do dosímetro individual por parte dos profissionais de saúde constitui o principal meio de avaliação da eficácia de um programa de controle de dose individual estabelecido no serviço de radiodiagnóstico.

O dosímetro é de uso individual e deve ser utilizado durante todo o período de trabalho do profissional. No período em que não estiver sendo utilizado, ele deve ser guardado junto com os outros dosímetros dos profissionais da instituição e do dosímetro de controle. O dosímetro de controle é utilizado como referência no sistema de leitura, ou seja, as doses indicadas no relatório mensal são calculadas medindo-se a dose do dosímetro de cada usuário e subtraindo-se o valor da dose acumulada no dosímetro de controle.

É importante que os dosímetros sejam utilizados corretamente, mas isso nem sempre acontece, dependendo das funções que o profissional monitorado está desempenhando ou se eles estão utilizando os equipamentos de proteção individual (EPI's), entre eles: avental de chumbo, óculos, protetor de tireóide, etc. Além disso, os dosímetros nem sempre são usados sistematicamente durante a realização do procedimento por várias razões e as doses reais podem ser subestimadas em alguns casos [18,19].

De acordo com um estudo realizado por Niklason et al., [20], metade da equipe envolvida em um levantamento de doses ocupacionais não utilizava seus dosímetros pessoais regularmente. Uma razão argumentada foi o risco de exceder os limites de dose, e as prováveis consequências administrativas com a autoridade regulatória.

A escolha do dosímetro dependerá dos objetivos do programa de monitoramento e do método usado para a interpretação dos resultados.

Na área médica, um fator importante é o posicionamento do dosímetro no corpo do trabalhador; em particular, se eles estão acima ou abaixo dos aventais de chumbo, quando

estes são usados. Na comparação das doses ocupacionais dois fatores podem trazer implicações importantes: a radiação não é uniforme e em geral de baixa energia, além da falta de padronização na metodologia utilizada para obtenção das doses efetivas.

A irradiação do profissional em hemodinâmica é fortemente não homogênea e algumas vezes a dosimetria pessoal não é suficiente para garantir um controle adequado. Se um único dosímetro for utilizado apenas por cima do avental, a exposição em órgãos e tecidos fora do avental pode ser subestimada [18]. Nestes casos, é recomendado que dois dosímetros sejam utilizados, um por baixo e outro por cima do avental. Os resultados podem ser combinados para obtenção de uma melhor estimativa da dose efetiva, bem como fornecer uma estimativa da dose nas regiões desprotegidas do corpo [7,10,19,20].

No Brasil, de acordo com a Portaria 453, a dose para o tronco deve ser registrada por um dosímetro posicionado por cima do avental de chumbo. Em casos em que as extremidades possam estar sujeitas a doses significativamente altas, deve-se fazer uso adicional de dosímetro de extremidade [8].

As doses para o tronco são registradas rotineiramente, mas muitas vezes não é fácil decidir quando é apropriado monitorar outras partes do corpo que são mais difíceis de proteger e tem seus próprios limites de dose [2]. Atualmente, existe uma ampla discussão no âmbito científico internacional no sentido de encontrar um método de monitoramento adequado para refletir de maneira mais realista o grau e distribuição da exposição dos profissionais que participam de procedimentos intervencionistas [21].

A exposição das mãos é um assunto preocupante devido à necessidade do operador estar perto do campo de raios X para realizar o procedimento. Em alguns casos, o monitoramento dos dedos e mãos pode ser indicado e isto requer o uso de dosímetros especiais, tais como anéis ou pulseiras. É importante que o dosímetro seja colocado na posição mais provável de receber a maior exposição da radiação, que pode não ser a mão dominante.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Exposições ocupacionais provenientes da radiologia diagnóstica

A Publicação Fontes e Efeitos da Radiação Ionizante - *Sources and Effects of Ionizing Radiation*, referente a estudos epidemiológicos, publicada pelo Comitê Científico das Nações Unidas sobre os Efeitos da Radiação Atômica - *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* – UNSCEAR (2000, 2008), fez uma compilação de todos os estudos importantes existentes na literatura mundial [1,9]. As publicações do UNSCEAR constituem a base de dados utilizada pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP) para o cálculo de riscos associados à radiação ionizante e à limitação de doses [7,22].

A Publicação UNSCEAR cita os dados do Acompanhamento Global da Exposição à Radiação para Trabalhadores - *Global Survey of Occupational Radiation Exposures for Workers*, envolvidos em procedimentos médicos utilizando às radiações ionizantes [9]. A estimativa da exposição ocupacional, a nível mundial, foi baseada nas tendências dos dados fornecidos pelos países.

As aplicações médicas da radiação ionizante são aceitas no mundo todo e essenciais para proteger e melhorar a saúde humana. Entretanto, elas também representam a maior fonte de exposição causada pela radiação artificial. Segundo as estimativas contidas na publicação UNSCEAR (2008) [9], as aplicações da radiação para diagnóstico médico respondem por aproximadamente 95% da exposição à radiação por fontes artificiais e contribuem cerca de 20% da dose média anual per capita da população global. Além disso, é certo que haverá um aumento contínuo na prevalência das aplicações médicas das radiações, incluindo procedimentos que envolvem altas doses.

Em 1964, Dotter e Judkins descreveram o primeiro tratamento percutâneo de obliteração vascular aterosclerótica, e desde então o número e a variedade de procedimentos intervencionistas tem crescido enormemente. Em muitos países, o uso de procedimentos intervencionistas na medicina dobra a cada 2-4 anos em função dos

benefícios obtidos e estimulados, em parte, pela inovação dos equipamentos e variedade crescente dos procedimentos [2]. Atualmente, é possível realizar procedimentos no setor de radiologia, em uma base ambulatorial, o que anteriormente necessitariam de tratamento cirúrgico em um hospital. Isso resulta em uma redução considerável no trauma causado ao paciente, além de beneficiar o hospital, pois um maior número de pacientes pode ser tratado em ambulatórios a um menor custo. Além disso, aumenta a disponibilidade de leitos suprimindo a demanda que geralmente o país necessita.

Embora originalmente os procedimentos intervencionistas, guiados por fluoroscopia, tenham sido desenvolvidos por radiologistas, atualmente são realizados por cardiologistas que, em todo o mundo, representa a modalidade com maior número de procedimentos [2].

A exposição à radiação dos cardiologistas intervencionistas é de grande preocupação e está entre as mais altas encontradas em hospitais de grande porte. A carga de trabalho, a complexidade dos procedimentos e as condições do paciente podem contribuir significativamente com o aumento dos níveis de radiação aos quais estão expostos pacientes e a equipe médica [23]. No entanto, ao longo dos últimos anos, este aumento não corresponde ao número de especialistas [2].

As exposições ocupacionais dos principais médicos envolvidos em procedimentos intervencionistas variam consideravelmente de acordo com os procedimentos utilizados. Os médicos que realizam estes procedimentos constituem o grupo ocupacional mais exposto na radiologia diagnóstica.

Um estudo relatado na Publicação UNSCEAR [9] avaliou as doses externas para diferentes partes do corpo e de acordo com o tipo de procedimento, conforme mostrado na Tabela 4. As doses medidas no tórax resultantes do procedimento de coronariografia são cerca de sete vezes mais altas do que em angioplastia e valvoplastia, e cerca de três vezes mais altas do que para arteriografia. O tempo médio de fluoroscopia, em coronariografia, pode ser mais baixo do que para os outros procedimentos, mas o número de imagens é maior.

Tabela 4: Doses ocupacionais dos principais médicos envolvidos durante os procedimentos intervencionistas [9].

Procedimento (n° de medidas)	Posição do dosímetro / grandeza dosimétrica	Intervalo de dose (mSv)	Dose Média (mSv)	Tempo médio de fluoroscopia (min)	Número médio de imagens
Coronariografia (n=62)	Tórax – sobre o avental / Hp(10)	0 – 2,35	0,29	7,8	991
	Tórax – sob o avental / Hp(10)	0 – 0,27	0,06		
	Mão esquerda / Hp(0,07)	0 – 3,88	0,38		
	Mão direita / Hp(0,07)	0 – 2,54	0,26		
Angioplastia (n=30)	Tórax – sobre o avental / Hp(10)	0 – 0,18	0,04	13	762
	Tórax – sob o avental / Hp(10)	0 – 0,18	0,02		
	Mão esquerda / Hp(0,07)	0 – 0,40	0,13		
	Mão direita / Hp(0,07)	0 – 0,30	0,05		
Arteriografia (n=4)	Tórax – sobre o avental / Hp(10)	0 – 0,18	0,09	4	390
	Tórax – sob o avental / Hp(10)	0 – 0,13	0,07		
	Mão esquerda / Hp(0,07)	0 – 0,65	0,16		
	Mão direita / Hp(0,07)	0 – 0,18	0,05		
Valvoplastia (n=5)	Tórax – sobre o avental / Hp(10)	0 – 0,18	0,04	16	225
	Tórax – sob o avental / Hp(10)	0 – 0,27	0,08		
	Mão esquerda / Hp(0,07)	0 – 0,37	0,07		
	Mão direita / Hp(0,07)	0 – 0	0,00		

Hp (10) – grandeza dose equivalente para profundidade de 10 mm, na região do tórax.

Hp(0,07) – grandeza dose equivalente para profundidade de 0,07 mm, para as extremidades.

Um estudo realizado por Vaño et al., 1998 [24], avaliou os valores de dose média ocupacional em laboratórios de radiologia e cardiologia intervencionista. A amostra

consistiu de 83 procedimentos realizados por dez especialistas em seis laboratórios. A equipe médica monitorada utilizou nove dosímetros termoluminescentes, (TL) portados próximos aos olhos e na testa, joelho, mãos, ombro esquerdo, antebraço esquerdo, e braço esquerdo durante cada procedimento. A Figura 2 ilustra os valores médios de dose encontrados para os radiologistas e cardiologistas intervencionistas. Observou-se uma distribuição mais homogênea das doses para os radiologistas do que para os cardiologistas intervencionistas. Isso ocorre devido à variação de posições normalmente adotadas pelo radiologista em relação ao paciente, enquanto que nos procedimentos de cardiologia intervencionista as doses são geralmente recebidas do lado esquerdo do corpo, por estar mais próximo do volume de dispersão durante o procedimento.

Figura 2: Valores de dose média para radiologistas intervencionistas (a) e cardiologistas intervencionistas (b).

Em 2006, Vaño et al., [25] realizaram um estudo de acompanhamento das doses ocupacionais de médicos cardiologistas em um hospital, por um período de 15 anos. Os profissionais utilizaram dois dosímetros pessoais para registro das doses: um sob o avental de chumbo e outro sobre o avental na altura do ombro esquerdo. No período de 1989-1992 as doses registradas pelos dosímetros utilizados sobre o avental variaram de 100 a 300 mSv/mês. Valores de dose no intervalo entre 5 e 11 mSv/mês foram registrados pelos dosímetros utilizados sob o avental. Após a investigação destes valores de dose, foram implantados um sistema de proteção radiológica e um programa de controle de qualidade. No período de 1993-1998, os valores máximos de dose mensal variaram entre 7 e 10 mSv/mês, sobre o avental e entre 2 e 3 mSv/mês sob o avental de chumbo. No período de 1999-2002 as doses apresentaram valores ainda menores, entre 3 e 4 mSv/mês, sobre o avental de chumbo, exceto um profissional que recebeu uma dose máxima de 26 mSv/mês.

Trianni et al., (2006) [26] realizaram um estudo da exposição ocupacional de cardiologistas baseado em 40 angiografias coronárias e 33 angioplastias. Os valores de dose efetiva encontrados, por meio de dosímetros TL, variaram de 0,05 a 1,58 μ Sv por procedimento para angiografia coronária e de 0,11 a 3,26 μ Sv por procedimento para angioplastia.

Em 2007 Amri et al., [27] realizaram um estudo em um hospital na França durante o ano de 2002, o qual descreve que o tempo médio de fluoroscopia foi de 6,06 minutos para coronariografia e 21,41 minutos para angioplastia. O número de procedimentos variou de acordo com cada operador, resultando em uma média de 89 coronariografias e 371 angioplastias. A dose equivalente anual para o pescoço foi de 1,93 mSv, sendo que 0,78 mSv foi proveniente dos procedimentos de coronariografia e 1,15 mSv devido às angioplastias. Na mão esquerda, a dose equivalente anual foi de 14,02 mSv, sendo 5,68 mSv devido à coronariografia e 8,34 mSv devido às angioplastias. O valor mais alto de dose equivalente por procedimento, em um único mês, nas mãos foi cerca de 99,5 μ Sv, enquanto a exposição no pescoço não passou de 14 μ Sv em um único mês.

Em 2008, Junior et al., [28] apresentaram valores de dose obtidos de 21 equipamentos de fluoroscopia. Os resultados mostraram que as doses máximas, medidas

por meio de uma câmara de ionização, variaram de 0,05 a 0,70 mSv por procedimento, e apenas cinco equipamentos apresentaram valores de dose maiores que 0,30 mSv. O estudo também mostrou que se uma única equipe de profissionais, com exceção dos médicos, realizasse todos os exames sem nenhum equipamento de proteção, a maior dose anual poderia chegar ao valor de 864 mSv. Na posição usual do médico e de seu assistente, a dose anual máxima poderia chegar a 2260 mSv.

Kim et al., (2008) [29] mostraram que o intervalo de dose efetiva por procedimento para o cateterismo cardíaco variou de 0,02 a 38 μ Sv, e para intervenções coronárias percutâneas variou de 0,17 a 31,2 μ Sv. Os autores estimaram uma redução de um fator 4 na dose da equipe envolvida em cateterismos diagnósticos durante o período de 1971 a 2006. Para intervenções coronárias percutâneas, um padrão de aumento foi observado ao longo do tempo, mas não foi estatisticamente significativo. A maior exposição para intervenções coronárias percutâneas foi causada principalmente pelos tempos longos de fluoroscopia. A contribuição da fluoroscopia para a dose total foi de 30% para cateterismos diagnósticos e de 60% para as intervenções coronárias percutâneas.

A Publicação UNSCEAR (2008) [9] cita um estudo realizado em um hospital universitário, no período de 1999-2001. Os resultados das doses ocupacionais de serviços de radiologia e de cardiologia intervencionista são apresentados na Tabela 5. De acordo com os dados apresentados, as doses são praticamente as mesmas para todos os profissionais, se as medidas de radioproteção forem empregadas corretamente. Entretanto, nestes três anos de estudo, verificou-se que as doses efetivas médias obtidas com o uso do dosímetro portado sobre o avental variaram de 0,9 a 2,6 mSv/ano para a cardiologia intervencionista e de 0,2 a 2,7 mSv/ano para a radiologia intervencionista.

Tabela 5: Doses médias para a equipe dos serviços de cardiologia intervencionista (CI) e radiologia intervencionista (RI) de um hospital universitário [9].

Ano	Profissionais	Dose média (mSv/ano)	
		Corpo Inteiro (sob o avental)	Ombro (sobre o avental)
1999	Médico CI	0,1	1,0
	Auxiliar CI	0,3	2,3
	Enfermeiros CI	0,2	0,9
2000	Médico CI	0,2	0,7
	Auxiliar CI	0,2	2,5
	Enfermeiros CI	0,1	0,9
2001	Médico CI	0,1	2,0
	Auxiliar CI	0,3	2,6
	Enfermeiros CI	0,1	1,0
1999	Médico RI	0,1	2,7
	Técnicos	0,1	0,4
2000	Médico RI	0,1	2,1
	Técnicos	0,1	0,2
2001	Médico RI	0,1	2,1
	Técnicos	0,1	0,4

Segundo Martin, C. J. (2011), análises de resultados do monitoramento de extremidades para aplicações médicas, relatadas por sete países europeus, mostraram que as doses nas mãos em monitoramentos de rotina são mais baixas do que as relatadas em estudos na literatura. Vários fatores provavelmente contribuíram com esta diferença, como por exemplo: os trabalhadores mais expostos podem não ter sido monitorados, posicionamento incorreto e uso irregular dos dosímetros [30].

3.2 Estudos relacionados aos efeitos adversos à saúde

Para a equipe médica que trabalha em laboratórios de cateterismo cardíaco, as maiores preocupações em relação à exposição à radiação são os riscos potenciais de câncer, catarata (opacidade de cristalino) entre outros. [14].

As doses na equipe médica em laboratórios de cardiologia intervencionista podem ser altas o suficiente para exceder os limites regulatórios, e até mesmo para causar lesões

por radiação se as técnicas de proteção radiológica não forem empregadas de maneira apropriada [18]. Como consequência da exposição à radiação, o risco de câncer fatal pode aumentar um valor de aproximadamente 0,1% para radiologistas que realizam procedimentos intervencionistas ao longo dos anos [31].

Algumas lesões no cristalino foram observadas em equipes atuantes em salas de intervencionismo e foram atribuídas à exposição à radiação [32,33,34]. Haskal (2004) [35], em seu estudo diagnosticou 59 radiologistas intervencionistas entre 29 e 62 anos, e encontrou que aproximadamente 50% deles apresentaram sinais de alterações no cristalino provocadas pela radiação. Neste estudo foram relatados 8% de casos de catarata e 37% de pequenos pontos de opacidades na região posterior subcapsular no cristalino, também indícios provocados pela radiação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos Éticos

Inicialmente, este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição estudada, sendo aprovado sob o número 1660/09. Após a aprovação e autorização da chefia do setor (Apêndice I) foi realizada uma entrevista com o Supervisor de Radioproteção do local e com os profissionais de saúde do setor para explicar a finalidade e a importância da realização deste estudo.

A participação voluntária dos profissionais foi firmada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), realizada em duas vias, uma do pesquisador e uma do participante, conforme modelo no Apêndice II.

4.2 Local de estudo: Setor de Hemodinâmica - Cardiologia Intervencionista

O estudo foi desenvolvido no setor de hemodinâmica de um hospital universitário de grande porte localizado na cidade de São Paulo, no período de fevereiro/2010 a junho/2011.

A opção de realizar o estudo em um hospital universitário foi pelo entendimento que o mesmo possui características de hospital de ensino, primando pela excelência nos aspectos de tecnologia, assistência e educação em serviço. Outro aspecto sobre a escolha de realizar o estudo somente no setor de hemodinâmica e não na unidade de imagem como um todo se deu pelo fato da exposição ocupacional na sala de hemodinâmica ser sensivelmente mais elevada que nas salas de radiologia.

O setor atende, atualmente, a uma demanda de 140 exames por mês, dos quais perto de 60% são cateterismos para fins diagnósticos e os 40% restantes são angioplastias e cateterismos para fins terapêuticos.

O equipamento radiológico em uso é um modelo digital Philips Xper Allura FD10/10, (fabricado no ano 2006) no qual são realizados procedimentos de cateterismo cardíaco, angioplastia, angiografia renal, entre outros.

O equipamento radiológico é composto por um gerador, um tubo de raios X e um detector de imagem dispostos em oposição em um arco em forma de C (arco cirúrgico) podendo girar cerca de 360 graus ao redor do paciente, como mostra a Figura 3. Na sala de controle, ilustrada na Figura 4, encontra-se o comando do equipamento, onde é realizada a programação do procedimento e os microprocessadores para registros do paciente e dos parâmetros utilizados.

Figura 3: Equipamento de cateterismo cardíaco PHILIPS Allura FD10/10 no setor de hemodinâmica.

Figura 4: Sala de controle do equipamento de hemodinâmica PHILIPS Allura FD10/10.

O feixe de raios X é acionado pelo médico por meio de um pedal próximo à mesa de exames, e a imagem gerada é visualizada em tempo real por meio de monitores. A imagem gerada pelo tubo de raios X é formada em uma tela fluorescente na entrada do detector de imagem, que converte a imagem dos raios X do paciente em uma imagem luminosa. A intensidade da luz é diretamente proporcional à intensidade de raios X e, portanto a imagem é fiel [36].

Os procedimentos de cardiologia intervencionista são realizados utilizando-se dois diferentes valores de radiação, modo fluoroscopia e modo cine. O modo fluoroscopia é utilizado em cerca de 90% do tempo total do procedimento, pois auxilia o médico na introdução do cateter e na localização da região a ser estudada. O modo cine opera com menor tempo e dose relativamente alta. É utilizado para aquisição e gravação das imagens, bem como para avaliação do sucesso dos procedimentos terapêuticos.

4.3 Perfil dos profissionais de saúde que integram a equipe médica do serviço de hemodinâmica do Hospital

Com a finalidade de conhecer o perfil dos profissionais de saúde atuantes no setor de hemodinâmica, foi elaborada uma Ficha de Informação Sobre o Participante considerando as variáveis sociodemográficas (gênero, idade, estado civil e escolaridade) e variáveis relacionadas com o trabalho na presença da radiação ionizante, como tempo de trabalho, tipo de equipamento de fluoroscopia, o uso de dosímetros e EPI's, número de empregos do participante da pesquisa, tarefas executadas na instituição e treinamentos recebidos (Apêndice III).

A amostra foi composta por 38 profissionais, divididos em quatro categorias de acordo com as funções desempenhadas no setor, sendo 12 médicos, 7 enfermeiras, 7 tecnólogos e 12 auxiliares de enfermagem.

Os profissionais de saúde desta instituição possuem regimes e processos de trabalho distintos de acordo com sua categoria. Os médicos apresentam uma jornada de trabalho de 40 horas semanais, enquanto que os técnicos/tecnólogos em radiologia, os enfermeiros e auxiliares de enfermagem possuem uma carga de trabalho de 24 horas semanais. No caso dos técnicos/tecnólogos em radiologia, a Lei nº 7394, de 29 de outubro de 1985, determina que a jornada de trabalho destes profissionais não deve exceder 24 horas semanais [37].

4.4 Consulta aos históricos de dose

Uma consulta aos históricos de dose individual do banco de dados da instituição durante os anos de 2000 a 2009 totalizou em 259 registros, correspondendo a 38 profissionais ativos (2009), que desempenham funções no serviço de hemodinâmica com risco potencial de exposição às radiações ionizantes.

Estes indivíduos são controlados para a radiação externa por meio do uso de um

dosímetro termoluminescente, TL, composto por dois cristais, sendo um de Fluoreto de Lítio (LiF) e outro de Sulfato de Cálcio (CaSO_4), posicionado na região do tórax do profissional sobre o avental de chumbo. Neste caso, a estimativa da dose efetiva é realizada aplicando-se um fator de correção de 1/10 [8].

As doses acumuladas em função do tempo foram analisadas e comparadas em relação aos limites estabelecidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, SVS, por meio da Portaria nº 453 e da norma CNEN-NN-3.01 [8,5]:

- Dose mensurável: 0,2 mSv/mês (2,4 mSv/ano);
- Nível de investigação: 6 mSv/ano;
- 20 mSv: dose efetiva média anual sobre 5 anos consecutivos para o trabalhador;
- 50 mSv: dose efetiva anual (valor máximo) para o trabalhador em um único ano.

4.5 Avaliação da dose equivalente nas mãos dos médicos, por procedimento de hemodinâmica.

A implantação experimental de um dosímetro TL, tipo pulseira, teve a finalidade de estimar as doses equivalentes nas mãos dos profissionais que realizam os procedimentos de hemodinâmica. Os dosímetros foram utilizados por um período de quatro meses (março a junho/2011) por cinco médicos, selecionados da amostra estudada, composta por 38 profissionais de acordo com os valores maiores de doses efetivas recebidas e registradas no período estudado.

Os dosímetros foram posicionados no punho esquerdo do médico operador, por baixo da luva cirúrgica, no início de cada procedimento.

O fornecimento e a leitura dos dosímetros TL foram efetuados pelo Laboratório de

Dosimetria Termoluminescente do Centro de Metrologia das Radiações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN/CNEN-SP.

As doses equivalentes destes profissionais foram avaliadas, por procedimento, resultando em um total de 51 cateterismos e 35 angioplastias.

4.6 Levantamento radiométrico

A sala de hemodinâmica é representada esquematicamente na Figura 5. Os números de 1 a 5 representam as posições ocupadas pelos profissionais; as portas e o visor plumbífero são representados pelas letras A,B,C,D.

Figura 5: Representação esquemática da sala de hemodinâmica. Os números de 1 a 5 representam as posições ocupadas pelos profissionais; as portas e o visor plumbífero são representados pelas letras A,B,C,D.

Para a realização das medidas foi utilizada uma câmara de ionização de 1800 cm³ da marca Radcal modelo 9010, um manequim de placas de fios de náilon, uma trena e protocolos para coleta dos dados, baseado nas recomendações da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) [38]. Foram considerados fatores importantes como a carga de trabalho dos profissionais, parâmetros técnicos e três projeções previamente definidas - Projeção 0°, Oblíqua Anterior Esquerda (OAE) – 45° e Oblíqua Anterior Direita (OAD) – 45°.

A câmara de ionização foi posicionada em cada um dos pontos identificados na Figura 5, e o manequim foi posicionado de forma a simular as condições reais do exame.

As medidas foram efetuadas a 1,30 m do piso (altura da região do tórax de uma pessoa de estatura média), consistindo em três medidas tanto no modo escopia como no modo cine e com duração de 10 segundos cada uma.

As projeções com os respectivos parâmetros técnicos selecionados automaticamente pelo equipamento para um paciente normal (peso entre 70 e 90 kg) estão descritas a seguir:

- I. Feixe perpendicular ao manequim, projeção 0°
Modo fluoroscopia: 73 kV e 13,2 mA; modo cine: 70 kV e 563 mA.
- II. Oblíqua anterior direita 45 graus (OAD)
Modo fluoroscopia: 96 kV e 20,8 mA; modo cine: 87 kV e 820 mA.
- III. Oblíqua esquerda 45 graus (OAE)
Modo fluoroscopia: 95 kV e 21 mA; modo cine: 86 kV e 832 mA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Perfil dos profissionais de saúde

5.1.1 Variáveis Sociodemográficas: gênero, idade, estado civil e escolaridade

Com os dados obtidos por meio da Ficha de Informação Sobre o Participante (Apêndice III) verificou-se que a equipe do setor de hemodinâmica é composta por 38 profissionais de saúde, sendo que 14 são do gênero masculino e 24 são do gênero feminino. A Figura 6 ilustra a distribuição dos profissionais de saúde por gênero para cada categoria profissional.

Figura 6: Distribuição dos profissionais por gênero para cada categoria profissional.

A maior parte dos profissionais de saúde foi do gênero feminino, representando 66% da equipe atuante no setor. Analisando essa distribuição por categoria profissional, foi

possível notar que, para as categorias Médico e Tecnólogo, o gênero masculino representou 24% e 13%, respectivamente. Para as categorias Enfermeiro e Auxiliar de Enfermagem todos os profissionais envolvidos foram do gênero feminino.

A faixa etária variou de 28 a 63 anos. A média de idade dos profissionais de saúde foi de $(37,59 \pm 8,92)$ anos para o gênero masculino e de $(46,64 \pm 9,32)$ anos para o gênero feminino. Na Figura 7 é observada a distribuição destes profissionais de acordo com a faixa etária, por categoria profissional.

Figura 7: Distribuição dos profissionais por faixa etária para cada categoria profissional.

Na categoria Médico, a distribuição dos profissionais nas faixas etárias foi homogênea, pois estavam inclusos nesta categoria desde residentes até médicos com carreira consolidada. Observou-se que a categoria Auxiliar de Enfermagem apresentou o maior número de profissionais acima de 40 anos. Trata-se de uma população adulta e economicamente ativa, mas que pode ser acometida por doenças crônicas, considerando-se a carreira profissional dentro e fora da hemodinâmica.

Com relação à escolaridade 60% dos profissionais eram graduados e 40% possuíam nível médio. Analisando por categoria profissional, verificou-se que na categoria Técnico em Radiologia, 33% dos profissionais possuíam nível médio e 67% nível superior. Na categoria Auxiliar de Enfermagem 77% possuíam nível médio e 23% possuíam nível superior.

5.1.2 Variáveis relacionadas ao trabalho: trabalho envolvendo radiação ionizante, tempo de trabalho, uso de dosímetros e de EPI's, número de empregos, tarefas executadas na instituição e treinamentos recebidos

O tempo médio de monitoramento dos profissionais de saúde na instituição foi de $(11,3 \pm 9,1)$ anos. Neste estudo foi levado em conta o tempo de trabalho na presença da radiação ionizante, ou seja, o período anterior ao estudo (2000-2009) também foi considerado. A Figura 8 mostra a distribuição dos profissionais de saúde por intervalo de anos de trabalho com radiação ionizante.

Figura 8: Tempo de trabalho com radiação ionizante.

A distribuição dos profissionais de saúde mostrada na Figura 8 demonstrou que a equipe é formada por profissionais com boa experiência no trabalho com radiação ionizante em função do exercício profissional. A categoria Médico apresentou um maior número de profissionais com maior tempo de trabalho. Esse é um dado importante, uma vez que a experiência dos médicos que realizam os procedimentos é um fator que influencia na dose, pois quanto mais experiente o profissional, mais rápido será realizado o procedimento.

Quando foram questionados sobre o uso de EPI's, todos os profissionais relataram utilizar o avental e o protetor de tireóide plumbíferos e 16% deles relataram utilizar os óculos plumbíferos. Além dos EPI's, os profissionais utilizavam os equipamentos de proteção coletiva, como o protetor suspenso e o saíote plumbífero, ilustrados nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Protetor suspenso plumbífero.

Figura 10: Saiote Plumbífero.

Com relação ao uso dos dosímetros, os profissionais relataram utilizar um único dosímetro TL, por cima do avental de chumbo, conforme determina a Portaria 453 da ANVISA. Além disso, a Portaria determina que nos casos em que as extremidades possam estar sujeitas a doses significativamente altas, deve-se fazer uso adicional de dosímetro de extremidade [8].

Uma das questões abordadas foi relacionada ao conhecimento dos profissionais de seus históricos de dose e o resultado é apresentado na Figura 11. Uma grande parte dos profissionais de saúde (42%) relatou não possuir acesso ou conhecimento do seu histórico de dose. A instituição disponibiliza os históricos de dose a todos os profissionais monitorados, conforme regulamenta a norma CNEN NN-3.01 [5] e a Portaria 453 [8]. Entretanto, talvez alguns dos profissionais desconheçam esta informação.

Figura 11: Distribuição dos profissionais de saúde de acordo com o acesso aos seus históricos de dose.

Entre os profissionais de saúde analisados, 57 % relataram possuir mais de um emprego, sendo que 40% ocupavam cargos com uso da radiação ionizante. Este é um fator importante, pois a carga de trabalho é diretamente proporcional às exposições ocupacionais [39]. Na categoria Técnico em Radiologia, em especial, 57% dos 7 profissionais relataram possuir mais de um emprego. Entretanto, de acordo com a Lei nº 7394, esses profissionais devem obedecer a uma jornada de trabalho de 24 horas semanais [37].

Além disso, verificou-se que o profissional utiliza um dosímetro específico para cada emprego. Neste caso, a Portaria 453 da ANVISA, determina que os titulares de cada serviço devem tomar as medidas necessárias de modo a garantir que a soma das doses ocupacionais destes profissionais não ultrapasse os limites de dose anual [8].

A Figura 12 ilustra a distribuição dos profissionais de saúde com relação ao recebimento de treinamentos, 76% dos profissionais relataram receber algum tipo de treinamento, sendo 35% destes em proteção radiológica, 19% relataram não receber e 5% não responderam.

Figura 12: Distribuição dos profissionais de acordo com o recebimento de treinamento.

De acordo com a Portaria 453, deve ser parte integrante do programa de proteção radiológica a implementação de um programa de treinamento anual, contemplando tópicos como procedimentos de operação dos equipamentos, o uso de vestimenta de proteção individual, procedimentos de minimização das exposições médicas e ocupacionais, o uso de dosímetros e atendimento aos dispositivos legais [8].

5.2 Doses efetivas

A Tabela 6 apresenta o número de profissionais de saúde monitorados, bem como sua distribuição em seis intervalos de dose, para cada ano do período estudado. Com o passar dos anos, o número de profissionais aumentou um fator 2 entre o primeiro e o último ano em função do aumento da demanda por procedimentos especiais que envolvem o uso da fluoroscopia. A distribuição das doses recebidas pelos profissionais de saúde mostra que mais de 70% deles receberam valores de dose efetiva menor ou igual a 2,4 mSv/ano, isto é, abaixo do nível de registro especificado nas normas nacionais e portanto pode ser considerada dose nula (zero)[5,8]. O remanescente 30% recebeu dose mensurável acima de 2,4 mSv/ano.

Na prática de acordo com a CNEN NN3.01 [5] é adotado o valor de 2,4 mSv/ano como nível de registro, baseado no limite mínimo de detecção da técnica de dosimetria radiográfica para monitoração individual da radiação externa.

Nos anos de 2003 e 2008, dois profissionais distintos, receberam em cada ano doses de 20,20 mSv e 22,70 mSv, respectivamente. Não foram encontrados registros no banco de dados da instituição que justifiquem essas doses, mas elas podem ser atribuídas à carga de trabalho dos profissionais. Vale ressaltar que, apesar de ter sido ultrapassado o limite médio anual, nenhum dos profissionais ultrapassou o limite de 50 mSv em um estabelecido em norma [5].

Tabela 6: Distribuição dos profissionais de saúde por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.

<i>Intervalo de dose (mSv)</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
0 -2,4	14	11	16	19	16	21	21	20	24	30
>2,4 -5,0	3	6	3	1	2	1	2	3	4	3
>5,0 – 10,0	1	1	3	2	4	3	3	6	2	5
>10,0 – 15,0	0	1	0	1	2	2	1	0	0	0
>15,0 – 20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20,0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
No total de indivíduos monitorados	18	19	22	24	24	27	27	29	31	38
Dose coletiva (mSv.pessoa)	19,8	43,7	39,6	64,8	69,6	64,8	64,8	52,2	52,7	60,8
Dose efetiva média (mSv)	1,1± 1,9	2,3± 3,1	1,8± 2,8	2,7± 5,3	2,9± 4,1	2,4± 4,2	2,4± 3,8	1,8± 2,5	1,7± 4,5	1,6± 2,6
No de trabalhadores com dose mensurável	4	8	6	5	8	6	7	9	6	8

Comparando o comportamento das doses coletivas com o aumento do número de profissionais entre o primeiro e o último ano, houve um aumento da dose coletiva de um fator de 3 que não está relacionado somente com o aumento do número de profissionais . A crescente demanda por procedimentos no serviço também é responsável pelo acréscimo na dose coletiva ao longo dos anos estudados.

Por outro lado, observando as doses médias anuais individuais, verifica-se que não houve um aumento significativo das mesmas, que permaneceram praticamente constantes próximas aos valores de dose mensurável.

A Tabela 7 compara os resultados de um estudo sobre exposição ocupacional em radiologia diagnóstica (convencional e intervencionista) envolvendo 18 países, conforme relatado na Publicação do UNSCEAR 2008 [9].

Para as técnicas convencionais a dose efetiva média anual para os indivíduos monitorados foi de aproximadamente 0,5 mSv, variando entre 0,02 a 1,24 mSv, e para os indivíduos com dose mensurável foi de 1,2 mSv, variando entre 0,33 a 3,14 mSv. Para os procedimentos intervencionistas a dose efetiva média anual para os indivíduos monitorados foi de aproximadamente 1,6 mSv e para os indivíduos com dose mensurável foi de 3,1 mSv, variando entre 0,4 a 29,5 mSv. Variações consideráveis foram observadas nas doses efetivas e na percentagem de indivíduos com dose mensurável. Esta variação pode ser explicada por vários fatores, como o modo de registro das doses no banco de dados de cada país, tipo de procedimento, distinção entre procedimentos de radiologia convencional e também medidas adotadas de proteção radiológica.

Os resultados obtidos no presente estudo, realizado durante os anos de 2000-2009 para a cardiologia intervencionista, mostram que as doses efetivas médias anuais foram 1,94 mSv para todos os profissionais monitorados e 6,63 mSv para os profissionais com dose mensurável. As doses variaram entre 0,2 a 22,7 mSv/ano.

Tabela 7: Exposição dos profissionais em radiologia.

Especialidade	Período	Número de Profissionais Monitorados (10 ³)	Número de Profissionais com dose mensurável (10 ³)	Dose Coletiva anual (Sv.pessoa)	Dose Efetiva média anual (mSv)	
					Profissionais monitorados	Profissionais com dose mensurável
Convencional*	1995-1999	42,77	15,76	28,65	0,67	1,37
	2000-2002	69,28	24,39	33,25	0,48	0,93
Intervencionista*	1995-1999	8,17	2,51	11,44	1,40	4,69
	2000-2002	10,54	3,86	16,23	1,54	2,96
Cardiologia Intervencionista						
Lituânia	1995-1999	0,04	0,03	0,15	4,24	4,89
	2000-2002	0,05	0,04	0,15	3,20	3,51
Grécia	1995-1999	0,35	0,18	1,63	4,62	7,89
	2000-2002	0,42	0,26	1,68	3,97	6,43
Brasil/São Paulo**	2000-2009	0,26	0,07	0,50	1,94	6,63

*Estudo envolvendo dados obtidos de 18 países, incluindo a Grécia e a Lituânia [9]; ** Resultados do presente estudo referente as doses ocupacionais resultantes dos procedimentos de Cateterismo Cardíaco e Angioplastia.

Estes resultados foram comparados com os dados fornecidos pela Grécia e pela Lituânia apresentados na Tabela 7. A dose efetiva média anual entre os profissionais destes dois países apresentaram valores aproximadamente duas vezes maior que os valores encontrados na população estudada em São Paulo.

Em relação a dose coletiva foi encontrada uma diferença entre os países principalmente em função da variação do número de indivíduos monitorados.

Dentro da radiologia intervencionista, os profissionais que atuam na especialidade de cardiologia foram o grupo mais exposto. Como as técnicas intervencionistas estão sendo amplamente aplicadas em cardiologia, é esperado que haja um aumento no número de profissionais expostos e, conseqüentemente, na dose efetiva coletiva anual.

5.2.1 Doses efetivas por categoria profissional

Tecnólogos

Os tecnólogos são os responsáveis pela operação do equipamento de fluoroscopia, e tem como funções fazer a programação dos exames no painel de controle do equipamento, manipular as imagens de acordo com a solicitação do médico e gravar e armazenar as imagens em CD-R. Estes profissionais somente entram na sala de exames para prestar apoio em caso de necessidade, quando solicitado pelo médico. Desta forma, as doses apresentadas para esta categoria profissional condiziam com este fato, permanecendo abaixo do valor de registro no decorrer dos anos.

Auxiliares de Enfermagem

As doses efetivas individuais dos auxiliares de enfermagem são ilustradas na Figura 13, na qual cada cor representa um profissional. Somente os valores de dose acima do nível de registro (2,4 mSv/ano) foram apresentados. Estes profissionais permanecem dentro da sala de exames durante todo o procedimento prestando apoio à equipe, mas não tão próximos do paciente e do tubo de raios X.

Figura 13: Doses individuais dos auxiliares de enfermagem no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional.

A Tabela 8 apresenta o número de auxiliares de enfermagem monitorados, bem como sua distribuição de acordo com os intervalos de dose efetiva, para cada ano do período estudado.

Tabela 8: Distribuição dos auxiliares de enfermagem por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.

<i>Intervalo de dose (mSv)</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
0 -2,4	3	2	3	4	3	6	5	6	8	9
>2,4 -5,0	2	3	2	0	0	1	2	2	2	2
>5,0 – 10,0	1	1	2	1	3	1	2	3	1	1
>10,0 – 15,0	0	1	0	1	1	2	1	0	0	0
>15,0 – 20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20,0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
No total de indivíduos monitorados	6	7	7	7	7	10	10	11	11	12
Dose coletiva (mSv.pessoa)	15,6	30,1	23,1	46,2	37,8	38,0	43,0	28,6	19,8	22,8
Dose efetiva média (mSv)	2,6± 2,3	4,3± 3,6	3,3± 3,3	6,6± 7,8	5,4± 4,4	3,8± 5,6	4,3± 5,1	2,6± 2,9	1,8± 2,5	1,9± 2,7
No de trabalhadores com dose mensurável	3	5	4	3	4	4	5	5	3	3

Os auxiliares de enfermagem receberam, no período estudado, doses médias anuais no intervalo de $(1,8 \pm 2,5)$ mSv a $(6,6 \pm 7,8)$ mSv, sendo que a dose anual máxima recebida foi de 20,2 mSv.

Observou-se que dos 88 registros de dose analisados, cerca de 55% das das doses efetivas individuais permaneceram abaixo do nível de registro e que mesmo que o limite médio tenha sido ultrapassado por um trabalhador no ano de 2003, a maior parte das doses médias anuais apresentam valores abaixo do nível de investigação.

Além disso, foi verificado que em 2001 houve maior percentagem de auxiliares de enfermagem com dose mensurável, cerca de 70% do total, enquanto em 2009 a percentagem foi de somente 25% do total. Isso demonstra que houve introdução de melhorias relacionadas a proteção radiológica durante estes anos.

Enfermeiros

Os enfermeiros participam dos procedimentos fluoroscópicos de maior complexidade, quando é necessário um profissional mais qualificado para auxiliar o médico. Desta forma, estes profissionais tendem a receber doses menores que o restante da equipe, a não ser quando comparados com os tecnólogos. As doses efetivas individuais dos enfermeiros são ilustradas na Figura 14, na qual cada cor representa um enfermeiro e somente os valores de dose acima do nível de registro são apresentados.

Figura 14: Doses individuais anuais dos enfermeiros no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional.

Na Tabela 9 é apresentado o número de enfermeiros monitorados, bem como sua distribuição de acordo com os intervalos de dose efetiva, para cada ano do período estudado (2000-2009).

As doses médias individuais recebidas pelos enfermeiros se encontram no intervalo entre $(0,30 \pm 0,52)$ mSv e $(4,1 \pm 5,1)$ mSv e a dose anual individual máxima foi de 12,1 mSv. Estes valores de dose não requerem uma investigação, pois as medidas de proteção radiológica adotadas ao longo dos anos contribuíram para que nenhum profissional recebesse dose mensurável em 2009.

Observou-se que cerca de 73% das doses dos 49 registros analisados estão abaixo do nível de registro e as doses efetivas médias apresentaram valores abaixo do nível de investigação durante todos os anos estudados.

Tabela 9: Distribuição dos enfermeiros por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.

<i>Intervalo de dose (mSv)</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
0 -2,4	3	1	2	3	2	4	4	5	5	7
>2,4 -5,0	0	2	1	1	1	0	1	0	1	0
>5,0 – 10,0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
>10,0 – 15,0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
>15,0 – 20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No total de indivíduos monitorados	3	3	4	5	5	5	5	6	6	7
Dose coletiva (mSv.pessoa)	0,9	6,3	10	10	20,5	13,5	7,5	10,2	6	4,2
Dose efetiva média (mSv)	0,30± 0,52	2,1± 1,8	2,5± 3,5	2,0± 2,6	4,1± 5,1	2,7± 3,7	1,46± 0,92	1,7± 2,3	1,0± 1,1	0,63± 0,65
No de trabalhadores com dose mensurável	0	2	2	2	3	1	1	1	1	0

Os enfermeiros receberam menores doses quando comparados com os auxiliares de enfermagem, como pode ser observado nas Tabela 8 e Tabela 9. Este fato pode estar relacionado com a eventualidade com que os enfermeiros participavam dos procedimentos.

A avaliação da exposição dos enfermeiros e auxiliares de enfermagem é complexa, uma vez que eles não permanecem o tempo todo em uma única posição, pois, quando solicitados, devem prestar auxílio aos médicos ou ao paciente podendo permanecer muito próximo deste durante a realização do procedimento. Outro fator importante é a conduta adotada pelos profissionais, que devem incorporar as práticas de radioproteção na rotina de trabalho.

Médicos

Os médicos são os profissionais que permanecem mais próximos do paciente e do tubo de raios X por um longo período de tempo e, conseqüentemente, estão mais expostos à radiação espalhada, podendo receber doses anuais próximas ou acima dos limites

estabelecidos em normas.

As doses efetivas individuais dos médicos são ilustradas na Figura 15, na qual cada cor representa um médico e somente os valores de dose acima do nível de registro são apresentados.

Figura 15: Doses individuais anuais dos médicos no período de 2000 a 2009, sendo que cada cor representa um profissional.

A Tabela 10 apresenta o número de médicos monitorados, bem como sua distribuição de acordo com os intervalos de dose efetiva, para cada ano do período estudado.

Tabela 10: Distribuição dos médicos por intervalo de dose, dose coletiva e dose efetiva média.

<i>Intervalo de dose (mSv)</i>	<i>2000</i>	<i>2001</i>	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>
0 -2,4	6	6	7	7	6	6	6	5	5	7
>2,4 -5,0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
>5,0 – 10,0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	4
>10,0 – 15,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>15,0 – 20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total de indivíduos monitorados	7	7	7	7	7	7	7	7	7	12
Dose coletiva (pessoa.mSv)	3,3	4,7	0	0	5,1	5,4	6,2	13,7	30,5	37,2
Dose efetiva média (mSv)	0,5± 1,2	0,7± 1,8	0	0	0,7± 1,2	0,8± 1,9	0,9± 2,3	2,0± 2,9	4,4± 8,6	3,1± 3,4
No de trabalhadores com dose mensurável	1	1	0	0	1	1	1	2	2	5

As doses médias individuais anuais recebidas pelos médicos estavam no intervalo entre $(0,5 \pm 1,2)$ mSv e $(4,4 \pm 8,6)$ mSv, e a dose anual máxima foi de 22,7 mSv. recebida por um profissional no ano de 2008.

Verificou-se que 81% dos registros analisados apresentaram doses abaixo do nível de registro e as doses efetivas médias apresentaram valores aquém do esperado, permanecendo abaixo do nível de investigação no decorrer dos anos. Este resultado pode estar relacionado com a carga horária do profissional e com o número de procedimentos realizados. Além disso, por se tratar de um hospital universitário, os procedimentos são realizados por residentes e, desta forma, os preceptores passam menos tempo na sala de exames.

5.2.2 Dose Coletiva

A Figura 16 mostra uma comparação entre as doses coletivas de todas as categorias profissionais. Os auxiliares de enfermagem receberam doses coletivas mais elevadas na maior parte do período estudado, quando comparados aos outros profissionais da equipe. Isso se deve ao fato do número de auxiliares de enfermagem ser maior do que o número de profissionais das outras categorias, além de permanecerem toda o tempo de duração do procedimento dentro da sala de exames.

Nos anos de 2008 e 2009 os médicos apresentaram as doses coletivas mais elevadas. Por tratar-se de um hospital universitário, onde há uma rotatividade de residentes a cada dois anos, as doses efetivas avaliadas no período de 2000 a 2007 estão relacionadas aos médicos preceptores. Estes profissionais tem como função orientar os residentes permanecendo a maior parte do tempo fora da sala de exames, o que justifica os valores de doses encontrados abaixo do esperado durante estes anos.

O fato das doses efetivas permanecerem abaixo do previsível também pode estar relacionado ao registro não uniforme das doses individuais ou à posição do dosímetro utilizado ou ainda a possibilidade de que os dosímetros não tenham sido utilizados durante todo o período de exposição do profissional.

Figura 16: Doses coletivas de cada categoria profissional.

5.3 Levantamento Radiométrico

No setor de hemodinâmica do hospital estudado, o tempo médio de fluoroscopia para cada procedimento de cateterismo cardíaco foi cerca de 6 minutos, sendo que o aparelho operava cerca de 5 minutos no modo escopia, e aproximadamente 1 minuto no modo cine. Entretanto, durante os procedimentos de angioplastia este tempo foi muito variável, pois em virtude da complexidade do procedimento, poderia durar de minutos a horas.

Na Tabela 11 são apresentados os valores de dose externa, nos diferentes pontos, para radiação espalhada nas três projeções estudadas: Projeção 0°, OAE e OAD. Os valores apresentados foram corrigidos para temperatura, pressão e dependência energética.

Tabela 11: Valores de dose externa, em mSv/semana, em todos os pontos de medida.

Valores de dose externa (mSv/semana)*			
Ponto	Projeção 0°	OAE**	OAD***
A	3130E-5 ± 90E-5	168E-4 ± 71E-4	24E-3 ± 13E-3
B	560E-5 ± 11E-5	1740E-4 ± 14E-4	662E-4 ± 26E-4
C	234E-6 ± 58E-6	645E-4 ± E-481	2050E-6 ± 31E-6
D	12E-4 ± 13E-4	1244E-4 ± 35E-4	7188E-6 ± 45E-6
Posição do Profissional****			
1	614E-4 ± 42E-4	1147E-3 ± 58E-3	89E-3 ± 41E-3
2	1079E-5 ± 52E-5	322E-4 ± 85E-4	35E-3 ± 13E-3
3	1074E-5 ± 62E-5	358E-3 ± 28E-3	271E-4 ± 35E-4
4	5082E-6 ± 41E-6	681E-4 ± 12E-4	1461E-5 ± 81E-5
5	3152E-6 ± 75E-6	4687E-5 ± 70E-5	95E-4 ± 17E-4

*Doses para uma média de 140 exames mensais; ** Projeção Oblíqua Anterior Esquerda – 45°; *** Projeção Oblíqua Anterior Direita – 45°;

**** Posição dos profissionais:

1- Médico (1° operador);

2- Médico (2° operador);

3,4,5 – Profissionais da equipe de enfermagem.

Observa-se por meio dos dados da Tabela 11, que a maior parte das medidas apresentaram valores de dose externa abaixo do limite de restrição de

0,1 mSv/semana [8,38].

Nos pontos B e D na projeção OAE, verificou-se que os valores estão bem próximos do limite de restrição. Estes pontos representam posições ocupadas eventualmente por algum profissional da equipe médica, isto é, quando é necessário auxiliar os médicos operadores ou prestar assistência ao paciente.

O médico que ocupa a posição de 1º operador (ponto 1) é o profissional da equipe que recebeu maior dose de radiação em todas as projeções avaliadas, como mostra a Tabela 11. Os valores de dose externa nos pontos 1 e 2 podem estar superestimados, uma vez que os profissionais realizam os procedimentos em forma de rodízio. Outro fator que deve ser levado em conta é que o médico está muito próximo ao paciente e a exposição à radiação não pode ser considerada uniforme.

Além disso, as medidas foram realizadas sem as barreiras de proteção utilizadas rotineiramente pelos médicos. Os auxiliares de enfermagem e os enfermeiros estão protegidos indiretamente pelos aventais plumbíferos, utilizados pelos médicos que permanecem próximos ao paciente.

5.4 Avaliação da dose equivalente nas mãos dos médicos, por procedimento de hemodinâmica

Os resultados dos monitoramentos das doses equivalentes nas mãos dos médicos que realizam procedimentos de cateterismo cardíaco e angioplastia são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Doses equivalentes nas mãos dos profissionais que realizam procedimentos de cateterismo cardíaco e angioplastia.

Operador	Procedimento	Número de exames	Tempo médio (min)	Dose Equivalente (mSv)
1	Cateterismo	-	-	1,53
	Angioplastia	5	17,97	
2	Cateterismo	20	6,06	12,94
	Angioplastia	9	12,39	
3	Cateterismo	5	6,54	3,69
	Angioplastia	5	21,17	
4	Cateterismo	1	5,00	2,54
	Angioplastia	5	13,62	
5	Cateterismo	25	7,01	19,41
	Angioplastia	11	12,72	

Observou-se que o tempo médio para realização dos procedimentos de angioplastia variou para cada operador. Essa variação ocorre devido à peculiaridade de cada procedimento, ou seja, depende das condições gerais do paciente, da complexidade do procedimento, da experiência do médico operador, da qualidade da imagem, entre outros fatores.

Os operadores 1, 3 e 4 são médicos preceptores e tem como função orientar os residentes com relação à condução dos procedimentos. Em casos de complicação entram em sala para tomar a frente dos procedimentos. Desta forma, realizaram um menor número de procedimentos e, conseqüentemente, receberam menores doses.

Os operadores 2 e 5 apresentaram maiores doses equivalentes nas mãos, pois são residentes e realizaram um maior número de procedimentos no decorrer do estudo. Além disso, são menos experientes do que os médicos preceptores, e podem levar mais tempo na condução dos procedimentos.

A avaliação da dose equivalente nas mãos relacionada com o tempo de fluoroscopia por procedimento foi de aproximadamente 0,26 mSv/procedimento para o cateterismo cardíaco e de 0,60 mSv/procedimento para angioplastia. Estes valores estão condizentes com os resultados encontrados na literatura [9, 24, 27].

É válido ressaltar que o limite anual de dose equivalente nas mãos (500 mSv) poderia ser ultrapassado caso um único operador realizasse todos os procedimentos ao longo do ano. Entretanto, esses profissionais trabalham em forma de rodízio, ou seja, os procedimentos são alternados entre eles de modo que o mesmo operador não realize dois procedimentos sucessivamente.

6. CONCLUSÕES

A equipe de profissionais de saúde atuante no setor de hemodinâmica do hospital em estudo foi composta em sua maioria por profissionais do gênero feminino, que também apresentam maior tempo de monitoramento quando comparados aos profissionais do gênero masculino.

O número de empregos é uma variável importante, porém deve-se levar em conta que o profissional de saúde pode não passar o tempo total de sua jornada de trabalho realizando procedimentos fluoroscópicos.

Os resultados das doses efetivas individuais demonstram que no período estudado, dois profissionais, um auxiliar de enfermagem e um médico, excederam o limite médio de 20 mSv/ano nos anos de 2003 e 2008, respectivamente. Apesar disso, nenhum dos profissionais excedeu o limite de dose de 50 mSv em um único ano, considerando um período consecutivo de 5 anos.

De acordo com o levantamento radiométrico os médicos operadores são os profissionais que receberam as maiores doses de radiação, independente da projeção e da técnica utilizada. Considerando que estes profissionais permanecem durante todo o tempo do procedimento na mesma posição e muito próximos do paciente, devem ser utilizados todos os dispositivos de proteção radiológica.

Os valores de dose externa nos pontos localizados próximos às portas (A,C,D) estão dentro do limite de restrição estabelecido pela ANVISA. Entretanto, é recomendado que os profissionais adotem uma conduta a favor da proteção, tomando o cuidado de fechar a porta ao sair da sala de exames durante a realização do procedimento, enquanto a fluoroscopia está sendo utilizada.

A implementação de um sistema de monitoramento individual externo mais eficaz, abrangendo as doses equivalentes de extremidades e cristalino, pode fornecer uma estimativa mais real da dose recebida pelos profissionais do setor de hemodinâmica.

A dosimetria ocupacional em procedimentos guiados por fluoroscopia é um desafio. Muitos profissionais não usam os dosímetros pessoais regularmente, além de alguns profissionais ainda não conhecerem os princípios básicos de proteção radiológica.

O treinamento constante, o uso regular dos dosímetros e a implementação de procedimentos para redução das doses são medidas que resultarão em um controle adequado da exposição à radiação. Entretanto, deve haver um comprometimento dos profissionais de saúde e da instituição para que sejam seguidos os padrões de proteção e segurança estabelecidos pelos órgãos reguladores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report Vol. I, **Sources and Effects of Ionizing Radiation**, 2001.
2. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures**. Publication 85, Pergamon, 2000.
3. M.S.A. Ferraz. **Estudo da dose ocupacional no cateterismo cardíaco: fluoroscopia pulsada versus fluoroscopia contínua**. [dissertação de mestrado]. Mestrado em Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2009.
4. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Optimización de la protección en fluoroscopia**. Material de entrenamiento del OIEA sobre Protección Radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista. Disponível em: <http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/AdditionalResources/Training/training-material-es/Radiology-es.htm>. Acesso em: 07/04/2010.
5. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR– **Diretrizes Básicas de Radioproteção**. CNEN-NN-3.01. CNEN, Rio de Janeiro, 2005. Resolução CNEN 114/2011 (Alteração do item 5.4.2.1). Publicação D.O.U. em 01.09.2011
6. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº9**. Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf Acesso em: 13/09/2011.
7. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. Publication 103, Oxford, 2007.
8. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico**. Portaria 453 de 01-06-1998. Publicado no DOU de 02-06-1998.

9. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2008 Report Vol. I, **Sources and Effects of Ionizing Radiation**, New York, 2010.
10. National Council on Radiation Protection and Measurements. Implementation of the principles of as low as reasonably achievable (ALARA) for medical and dental personnel. NCRP Report No.107, Maryland, 1990.
11. Tahuata, L.; Salati, I.P.A.; Prinzio, R.Di; Prinzio, A.R.Di. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**, IRD/CNEN, Rio de Janeiro, 2003.
12. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS. **Fundamental quantities and units in radiation protection dosimetry**. ICRU, Pub. 51, Maryland, 1993.
13. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS. **Fundamental quantities and units for ionizing radiation**. ICRU, Pub. 60, Bethesda, 1998.
14. Souza, E; Soares, J.P.M.**Correlações técnicas e ocupacionais da radiologia intervencionista**. J Vasc Bras. 2008;7(4):341-350.
15. Limacher, M.C.; Douglas, P.S.; Germano, G.; Laskey, W.K.; Lindsay, B.D.; McKetty, M.H.; Moore, M.E.; Park, J.K.; Prigent, F.M.; Walsh, M.N. **ACC Expert Consensus Document, Radiation Safety in the Practice of Cardiology**, JACC, v. 31, 1998.
16. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for safety of radiation sources**. Safety Series 115, IAEA, Vienna, 1996.
17. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **Radiological protection and safety in medicine**. Publication 73, Pergammon Press, Oxford1996.
18. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR– **Diretrizes Básicas de Radioproteção**. CNEN-NE-3.01. CNEN, Rio de Janeiro, 1998.
19. Vaño, E.; Gonzalez, L; Fernandez, J.M; Prieto, C. Guibelalde, E. **Influence of patient thickness and operation modes on occupational and patient radiation doses in interventional cardiology**, Radiat. Prot. Dosim, 118(3), 325-330, 2006.

20. Heron, J.L.; Padovani, R.; Smith, I.; Czarwinski, R. **Radiation protection of medical staff**, European Journal of Radiology, v.76, p. 20–23, 2010.
21. Niklason, L. T., Marx, M. V. and Chan, H. P. **Interventional radiologists: occupational radiation doses and risks**. Radiology 187, 729–733, 1993.
22. Canevaro, L. **Aspectos físicos e técnicos da radiologia intervencionista**, Revista Brasileira de Física Médica; 3(1):101-15, 2009.
23. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. **1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection**. Publication 60, Oxford, 1991.
24. McCormick, V. A., Schultz, C. C., Hollingsworth- Schuler, V., Campbell, J. M., O'Neil, W. W., Ramos, R: **Reducing Radiation Dose in the Cardiac Catheterization Laboratory by Design Alterations and Staff Education**. The American Journal of Cardiology, Vol.90, p 903-905, 2002.
25. Vaño, E.; Gonzalez, L.; Guibelalde, E.; Fernandez, J.M.; Ten, J.I. **Radiation exposure to medical staff in interventional and cardiac radiology**. The British Journal of Radiology, v 71, p. 954-960, 1998.
26. Vaño, E.; Gonzalez, L.; Fernandez J. M.; Alfonso F.; Macaya C. **Occupational radiation doses in interventional cardiology: a 15-year follow-up**, The British Journal of Radiology, v. 79, p. 383-388, 2006.
27. Trianni, A.; Padovani, R.; Foti, C.; Cragnolini, E.; Chizzola, G.; Toh, H.; Bernardi, G.; Proclamer, A. **Dose to cardiologists in haemodynamic and electrophysiology cardiac interventional procedures**, Radiation Protection Dosimetry, v. 117, n. 1-3, p. 111-115, 2006.
28. Amri ,C.; Chaari, N.; Bedoui, M.H.; Henchi, M.A.; Abdallah, B.; Hamda, K. B.; Gamra, H.; Akrouit, M.; Khalfallah, T. **Évaluation de l'irradiation ionisante des opérateurs en cardiologie interventionnelle**, Feuilles de Radiologie, 47, n° 1, p. 3-8, 2007.
29. Junior, A.T.A; Alonso, T.C.; Nogueira, M.S.; Silva, T.A. **Dose levels in medical staff at hemodynamics services in Minas Gerais state, Brazil – Preliminary results**, Radiation Measurements, v. 43, p. 917-920, 2008.

30. Kim, K.P.; Miller, D.L.; Balter, S. **Occupational radiation doses to operators performing cardiac catheterization procedures.** Health Phys. 94(3): 211-227, 2008.
31. Martin, C.J. **Personal dosimetry for interventional operators: when and how should monitoring be done?**, The British Journal of Radiology, v. 84 p. 639–648, 2011.
32. Hidajat, N.; Wust, P.; Felix, R.; Schröder, R.J. **Radiation exposure to patient and staff in hepatic chemoembolization: risk estimation of cancer and deterministic effects,** CardioVasc Interv Radiol 29:297–796, 2006.
33. Vaño, E.; Gonzales, L.; Fernandez, J.M.; Haskal, Z.J. **Eyes lens exposure to radiation in interventional suites: caution is warranted,** Radiology, 248:945-953, 2008.
34. Faulkner, K.; Vaño, E. **Deterministic effects in interventional radiology,** Radiat Prot Dosimetry, 94:95-98, 2001.
35. Vaño, E.; Gonzalez, L.; Beneytez, F.; Moreno, F. **Lens injuries induced by occupational exposure in non-optimized interventional radiology laboratory,** The British Journal of Radiology, v. 71, p. 728-733, 1998.
36. Haskal, Z.J.; Worgul, B.V. **Interventional radiology carries occupational risk for cataracts,** RSNA News, v. 14, n. 6, p. 5-6, 2004.
37. Faulkner K, Marshall NW. **The relationship of effective dose to personnel and monitor reading for simulated fluoroscopic irradiation conditions.** Health Phys. 1993;64(5):502-8.
38. Ministério do Trabalho e Emprego. **Lei nº 7394**, de 29 de outubro de 1985. Brasília: Diário Oficial da União, 30/10/1985.
39. ANVISA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Ministério da Saúde). **Guia de Procedimentos para Segurança e Qualidade de Imagem em Radiodiagnóstico Médico,** Brasília, Resolução nº 64, de 4 de abril de 2003.
40. Gronchi, C.C. **Exposição Ocupacional às Radiações Ionizantes nos Serviços de Hemodinâmica.** [dissertação de mestrado]. Mestrado e Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares: Universidade de São Paulo; 2004.

APÊNDICE I – CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Ilmo Sr.

Assunto: **Autorização para acesso e entrevista com os profissionais de saúde e consulta ao histórico de doses dos profissionais do setor de hemodinâmica.**

São Paulo, de de 2009

Prezado Senhor,

Solicito autorização para a realização do estudo intitulado: **“Avaliação da Dose Ocupacional oriunda dos de procedimentos especiais de Fluoroscopia: Cateterismo Cardíaco”** que se refere a **um projeto de Mestrado**, do programa de pós-graduação do IPEN-USP, sob minha orientação.

De acordo com a metodologia descrita no projeto (resumo anexo), realizar-se á na unidade:

- Levantamento e análise do histórico de doses ocupacionais referentes aos últimos 05 anos (2005 a 2009), por meio da consulta ao banco de dados da Unidade (registro de doses individuais dos profissionais).
- Conhecer e avaliar as medidas de radioproteção adotadas pelos profissionais da Saúde da Instituição;
- Contato com os profissionais da saúde (médicos, enfermeiros auxiliares, técnicos de radiologia) para que respondam, mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, a um questionário, que irá determinar o perfil profissional deles.

A confidencialidade dos dados, o anonimato do participante e da instituição será respeitado de acordo com os preceitos éticos de pesquisa.

Disponibilizo, anexo, o resumo do Projeto de Pesquisa e o termo de consentimento livre e esclarecido, para que a Vossa Senhoria possa ter conhecimento dos objetivos do estudo, sua metodologia e as contribuições para a saúde dos trabalhadores e para o desenvolvimento sustentável da Instituição.

Atenciosamente,

Janete Cristina G. Gaburo Carneiro	Amanda Juliene da Silva
Nome e Assinatura do Co-Orientador	Nome e Assinatura do Pesquisador/entrevistador

APÊNDICE II- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Avaliação da dose ocupacional oriunda dos procedimentos especiais de Fluoroscopia: Cateterismo Cardíaco

Este estudo se refere a um projeto de Mestrado do programa de pós-graduação do IPEN-CNEN/SP.

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) dessa pesquisa que tem como objetivo principal avaliar a dose recebida pelo profissional de Saúde do Setor de Hemodinâmica (Nome da Instituição). Além disso, objetiva também conhecer o perfil desses profissionais; realizar um levantamento das doses ocupacionais por meio do histórico de doses referente aos últimos 5 anos; avaliar os resultados de dose efetiva dos profissionais; avaliar as medidas de radioproteção adotadas e sugerir medidas de melhorias no Sistema de Proteção da Instituição, se necessário;

Não existe nenhum risco ou desconforto decorrente da sua participação nesta pesquisa.

Os dados obtidos farão parte deste estudo e trarão contribuições importantes em relação ao comportamento das doses absorvidas pelos trabalhadores expostos nos últimos cinco anos. Servirão de base para análise e discussão das implicações da exposição ocupacional para a saúde dos trabalhadores e consequentemente para a proposição de mecanismos efetivos de proteção à saúde.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A principal investigadora é Amanda Juliene da Silva que pode ser encontrada no endereço Av. Professor Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária. Telefone(s) 3133-9641/9640. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@epm.br.

Sua participação não é obrigatória e a qualquer momento você pode desistir e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais, e asseguramos o sigilo sobre a sua participação. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros voluntários, não sendo divulgada a identificação de nenhum voluntário. A privacidade estará garantida mediante codificação de cada participante, sem revelar nomes das pessoas ou instituições.

No caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável com o nome completo e o telefone, para obter quaisquer outros esclarecimentos sobre a pesquisa que desejar.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Avaliação da dose ocupacional oriunda dos procedimentos especiais de Fluoroscopia: Cateterismo Cardíaco”. Eu discuti com a responsável pelo estudo, Amanda Juliene da Silva sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas, portanto não haverá qualquer ressarcimento ou indenização.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido neste Serviço.

São Paulo, ____ de ____ de ____.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

APÊNDICE III - FICHA DE INFORMAÇÃO SOBRE O PARTICIPANTE

NOME COMPLETO: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Idade: (em anos completos) _____ **Data de nascimento** ____/____/____
d m a

Nível de escolaridade:

() Ensino Fundamental

() Ensino médio

() Graduação () completo () incompleto

Estado Civil:

() Solteiro (a)

() Casado (a) União estável

() Separado (a), Divorciado (a)

() Viúvo (a)

Possui mais de 01 emprego? () Sim () Não

Se respondeu que **Sim**

Qual o tipo de trabalho?_____ (setor) _____ Quanto tempo?_____ (anos)

Tempo de serviço no (nome da instituição): _____anos

Setor de trabalho: _____

Categoria Profissionaal:

() Médico (a)

() Enfermeiro (a)

() Técnico / Tecnólogo em Radiologia

() Outro _____

Quando iniciou o trabalho com radiação ionizante (mês/ano): ____/____

() Menos que 1 ano

☐ 1-5 anos

☐ 6-15 anos

() 16-25 anos

☐ Mais que 25 anos

Você trabalha em plantões? () Sim () Não

Em que horário? () manhã () tarde () noite

Você recebe algum tipo de treinamento? () Sim () Não

Qual? _____ Frequência

Quais são os Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) que você utiliza durante a realização do procedimento?

() Avental Plumbíferos

() Protetor de tireóide

() Óculos Plumbíferos

() Luvas Plumbíferas

() Outro – especificar

Você utiliza alguma técnica de monitoramento individual para exposição às Radiações ionizantes?

() Sim () Não

Se sua resposta for SIM: Qual o tipo de controle?

Dosímetro pessoal (radiação externa)

() Dosímetro TLD (tórax)

() Dosímetro TLD (extremidades)

Como você utiliza seu dosímetro TLD?

() Embaixo do avental de chumbo

() Em cima do avental de chumbo

Se você possui mais de um emprego, você usa o mesmo dosímetro em todas as instituições nas quais trabalha?

() Sim () Não

Você tem acesso ao relatório individual de dose (Mensal)? () Sim () Não