

ANA PAULA LEGNARO FURCIN

ESTUDO DA EXPOSIÇÃO A RADIAÇÕES IONIZANTES DOS
PROFISSIONAIS DA SAÚDE EM HOSPITAIS PÚBLICOS

São Paulo

2012

ANA PAULA LEGNARO FURCIN

ESTUDO DA EXPOSIÇÃO A RADIAÇÕES IONIZANTES DOS
PROFISSIONAIS DA SAÚDE EM HOSPITAIS PÚBLICOS

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Furcin, Ana Paula Legnaro

Estudo da exposição a radiações ionizantes dos profissionais da saúde em hospital público / A.P.L. Furcin. -- São Paulo, 2012.

p.45

Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Saúde ocupacional 2. Radiação ionizante (Exposições)
3. Hospitais públicos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho em retribuição ao imenso amor, carinho, compreensão e apoio que meus queridos pais, Alcides e Fátima e irmão, João Paulo, me deram até aqui, inclusive no forte incentivo para cursar essa Especialização e concluí-la. Amo vocês. Obrigada de todo meu coração!

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso que, mesmo à distância nos deram todo suporte necessário para que pudéssemos nos tornar especialistas na área, pela motivação e estímulo transmitido durante esses anos de ensino à distância e pelas ótimas oportunidades de aprendizado nos eventos presenciais.

Ao colega Marcus pela inestimável colaboração na realização desse trabalho.

Aos colegas José Salvador, Rubens, José Antônio, Maria Emília e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução desse trabalho.

À diretora da Eng^a Clínica, Luzia, pelo apoio e compreensão com relação aos estudos em Eng^a de Seg. do Trabalho que não estão relacionados com minha área de trabalho atual.

À minha querida amiga, de todas as horas, inclusive nessa, Wheulla, obrigada mesmo!

Ao meu namorado, Miguel, por todo carinho e incentivo quando tudo sempre pareceu tão difícil e complicado! Muito obrigada por estar sempre ao meu lado.

E, principalmente a Deus, por ter me concedido essa grande graça de ter todas essas pessoas em minha vida e todas essas oportunidades.

“O sucesso é uma consequência e não um objetivo.”

(Gustave Flaubert)

RESUMO

O controle da dosimetria do profissional é de extrema importância uma vez que existe uma série de doenças ocupacionais associadas à exposição a radiações ionizantes. Citados na maioria das normas, principalmente da NR 32- “Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde”, é fundamental que o Engenheiro de Segurança e sua equipe estejam assegurando que tanto o profissional do hospital quanto o ambiente estejam sendo monitorados quanto à exposição de radiação ionizante. Esse trabalho traz o levantamento comparativo da dosimetria de médicos, enfermeiros e controle ambiental do setor de hemodinâmica de um hospital público de grande porte, dos anos de 2009, 2010 e 2011 com objetivo de analisar o nível de exposição às radiações ionizantes com relação aos limites permitidos em legislações brasileiras. O método de trabalho foi o de análise comparativa de doses adquiridas no decorrer de cada mês, pelos dosímetros ambientais da sala monitorada e fazendo um cruzamento entre os dosímetros padrões e de trabalhadores ocupacionalmente expostos que trabalham no setor analisado. Como resultado observou-se que os médicos são os profissionais com maiores leituras de dosímetros justamente pelo fato de ficarem expostos durante todo o procedimento de hemodinâmica. Também foram encontrados profissionais cujos dosímetros não mostraram leituras (zeradas). Essas situações podem ser explicadas por profissionais que não entraram em salas com procedimentos ou não utilizaram seus dosímetros diariamente (deixaram guardados) ou simplesmente não o retiraram, no início do mês, com a equipe de Engenharia de Segurança no Trabalho. Os dosímetros ambientais apresentam leituras menores que as dos profissionais, pois recebem radiações secundárias e estão em pontos fixos da sala geralmente mais distantes da fonte de radiação. A portaria 453 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) descreve um fator de correção cujo valor da leitura da dosimetria do profissional deve ser dividido por 10. Logo, aplicando esse fator de correção nos resultados das dosimetrias de médicos (mais expostos) e enfermeiros, no período do levantamento realizado, conclui-se que se encontram dentro do limite de exposição à radiação ionizante estabelecido na legislação vigente no país (20miliSievert/ano).

Palavras chaves: radioproteção, dosímetro, radiação ionizante, engenharia de segurança, monitoração ambiental.

ABSTRACT

The dosimetry control professional is extremely important since there are a number of diseases associated with occupational exposure to ionizing radiation. Cited in the most standards, especially the NR 32 - "Safety and health at work in health services", it is essential that the safety engineer and his team are ensuring that both the professional and the hospital environment are being monitored for exposure ionizing radiation. This paper presents the comparative study of the dosimetry of doctors, nurses and environmental control sector of hemodynamics of a large public hospital for the years 2009, 2010 and 2011 in order to analyze the level of exposure to ionizing radiation in relation to the limits allowed in Brazilian legislation. The method of study was a comparative analysis of doses purchased during each month by environmental dosimeters monitored the room and making a cross between the standard dosimeters and radiation workers working in the sector analyzed. The results showed that doctors are professionals with higher readings of dosimeters precisely because of being exposed during the whole procedure of hemodynamics. Also found were professionals whose dosimeters showed no readings (zeroed). These situations can be explained by professionals who have not come into classrooms with procedures or did not use their dosimeters daily (stored left) or simply not removed at the beginning of the month, with a team of Engineering Safety. The present environmental reading dosimeters smaller than those of professionals, as they receive secondary radiation and are at fixed locations in the room generally further from the radiation source. The Order 453 of the National Agency of Sanitary Vigilance (ANVISA) describes a correction factor whose value reading of dosimetry professional should be divided by 10. Therefore, applying this correction factor in the results of medical dosimetry (more exposed) and nurses in the period of the survey, it appears that lie within the limits of exposure to ionizing radiation established in the law of the country (20miliSievert/year).

Keywords: radiation protection, dosimeter, ionizing radiation, safety engineering, environmental monitoring.

Figura 1 – Espectro eletromagnético	14
Figura 2 – As quatro radiações mais ionizantes e o poder de penetração de cada uma	15
Figura 3 – Raios- x de tórax e registro da imagem em emulsão fotográfica	19
Figura 4 – Canetas dosimétricas	20
Figura 5 – Exemplo de dosímetros termoluminescentes (para pendurar próximo ao tronco, de pulso e anel, na respectiva ordem).....	21
Figura 6 – Plaqueta dosimétrica com os detectores TL.....	21
Figura 7 – Leitora para medição de TDL	22
Figura 8 –Uso do avental plumbífero e protetor de tireóide, respectivamente.....	26
Figura 9 – Protetor de mãos e óculos plumbíferos, respectivamente.....	27
Figura10 - Esquema básico do setor de hemodinâmica para visualização das salas de procedimento e localização dos dosímetros ambiental e padrão.....	29

DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>
ICRP	<i>International Commission on Radiological Protection</i>
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
NR	Norma Regulamentadora
R	Roentgen(unidade antiga de exposição)
C/Kg	Coulomb por quilo
Gy	Grey (unidade de radiação absorvida)
Sv	Sievert (unidade de dose equivalente)
REM	<i>Roentgen Equivalent Man</i> (1Sv = 100REM)

Tabela 1- Sinais e sintomas da Síndrome Aguda das Radiações em função da dose e do tempo transcorrido após a exposição.....	23
Tabela 2- Limites de doses individuais de acordo com CNEN.....	24
Tabela 3- Dosimetria Ambiental 2009.....	33
Tabela 4 - Dosimetria Ambiental 2010.....	33
Tabela 5 – Dosimetria Ambiental 2011.....	33
Tabela 6 – Dosimetria Individual 2009 (em mSv).....	34
Tabela 7 - Dosimetria Individual 2010 (em mSv).....	35
Tabela 8 - Dosimetria Individual 2011 (em mSv).....	37

Gráfico1 - Intensidade da radiação versus o quadrado da distância.....	25
Gráfico2 - Dose mensal dos médicos no ano de 2009 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	34
Gráfico3 - Dose mensal dos médicos no ano de 2009 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	35
Gráfico4 - Dose mensal dos médicos no ano de 2010 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	36
Gráfico5 - Dose mensal dos médicos no ano de 2010 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	36
Gráfico6 - Dose mensal dos médicos no ano de 2011 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	37
Gráfico7 - Dose mensal dos médicos no ano de 2011 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 RADIAÇÃO IONIZANTE	14
2.1.2 Exposição e Contaminação.....	15
2.1.2.1 Exposição.....	15
2.1.2.2 Contaminação.....	15
2.1.3 Tipos de radiação em sala de radiologia.....	16
2.2 DOSIMETRIA	16
2.2.1 Dosímetro	17
2.2.2 Unidades Dosimétricas.....	18
2.2.3 Tipos de Dosímetros.....	18
2.2.3.1 Filmes fotográficos.....	19
2.2.3.2 Canetas dosimétricas.....	19
2.2.3.3 Dosímetros termoluminescentes	20
2.3 DAS DOENÇAS RELACIONADAS COM RADIAÇÕES IONIZANTES.....	22
2.3.1 Doenças agudas das radiações ionizantes.....	22
2.3.2 Doenças crônicas das radiações ionizantes.....	23
2.4 NORMAS APLICADAS	23
2.5 O PAPEL DO ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 Para Monitoramento das áreas ambientais.....	28

3.2 Para solicitação e uso da dosimetria.....	30
3.2.1 Das ocorrências.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXO I.....	44
ANEXO II	45

1 INTRODUÇÃO

Um número de perigos extenso pode existir para os profissionais da saúde que atuam em hospitais. Estes vão desde a exposição às substâncias tóxicas, produtos químicos específicos, riscos de infecções até riscos de exposição à radiação ionizante. (1)

A Proteção Radiológica tem por objetivo a proteção do homem e de seu meio ambiente contra os possíveis efeitos deletérios causados pelas radiações ionizantes provenientes de fontes produzidas pelo homem, e de fontes naturais modificadas tecnologicamente” (2).

Descrito na NR15 – “Atividades e Operações Insalubres”, entende-se por "Limite de Tolerância", a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.(3) Em seu Anexo V menciona os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e controles básicos para a proteção do homem e do seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, como os constantes da Norma da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN-NE-3.01: "Diretrizes Básicas de Radioproteção", discutidos mais adiante neste trabalho.

1.1 OBJETIVO

Esse trabalho traz o levantamento comparativo da dosimetria de médicos, enfermeiros e controle ambiental do setor de hemodinâmica de um hospital público de grande porte, dos anos de 2009, 2010 e 2011 com objetivo de analisar o nível de exposição às radiações ionizantes com relação aos limites permitidos em legislações brasileiras.

1.2 JUSTIFICATIVA

O controle da dosimetria do profissional é de extrema importância uma vez que existe uma série de doenças ocupacionais associadas à exposição a radiações ionizantes.(4)

Os efeitos observáveis de radiações ionizantes são consequência das mudanças celulares que resultaram na morte ou incapacidade reprodutiva de células. Se em um órgão ou tecido um grande número de células morre ou perde sua capacidade proliferativa haverá uma perda funcional desse órgão. Quanto maior o número de células comprometidas maior será a perda funcional, sendo a recuperação dependente da rapidez com que as células normais repovoam o tecido ou órgão. Em doses elevadas, o número de células mortas será suficientemente grande para que mudanças sejam detectáveis. Se o órgão afetado é crítico o impacto da redução da população celular poderá ser de tal ordem que a sobrevivência seria ameaçada. (4)

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RADIAÇÃO IONIZANTE

Radiação ionizante é a radiação que possui energia suficiente para ionizar átomos e moléculas. São os vários tipos de energia que se irradia de alguns aparelhos ou de materiais chamados radioativos. Estes tipos de radiação se propagam no espaço e quando incidem na matéria conseguem retirar os elétrons de seus átomos e assim, são chamadas radiações ionizantes. Qualquer radiação que não ionize os átomos, como a luz, ondas de rádio, TV e telefones, por exemplo, é chamada não ionizante. (4)

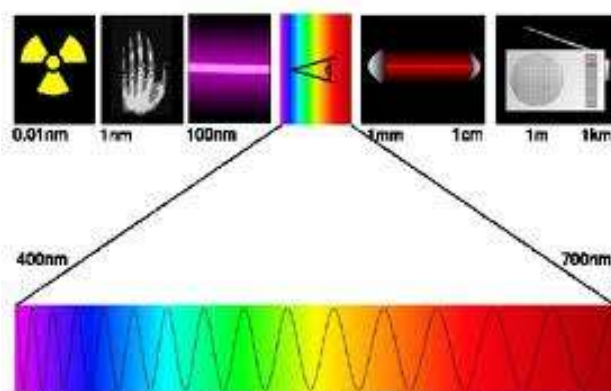


Figura 1. Espectro Eletromagnético (6)

As radiações ionizantes são classificadas em duas categorias fundamentais, de acordo com a natureza daquilo que é emitido: (21)

- Radiações de Partículas:

Estas substâncias podem emitir diversas partículas, principalmente as chamadas radiação alfa, beta e nêutrons.

- Radiações de ondas eletromagnéticas:

São ondas eletromagnéticas de alta energia que possuem duas origens distintas:

i- São produzidas por aparelhos de Raios-X, Aceleradores Lineares e Ciclotrons.

ii- Ocorrem durante os diversos processos nucleares no decaimento radioativo dos radioisótopos. Neste caso são chamadas de radiações gama (γ).

As radiações de ondas eletromagnéticas são mais penetrantes que as radiações de partículas. (exceção: nêutrons). O grau crescente de penetração na matéria: partículas *alfa*, *beta*, os *raios-X*, os *raios gama* e os *nêutrons*.(21)



Figura 2. As quatro radiações mais ionizantes e o poder de penetração de cada uma. (7)

2.1.2 Exposição e Contaminação (21)

Esses são dois conceitos que devem ser bem compreendidos para esclarecimento geral.

2.1.2.1 Exposição

Quando a radiação (qualquer origem) se propaga no espaço e incide num indivíduo, dizemos que o mesmo recebeu uma irradiação ou então, que o mesmo foi irradiado. Afirma-se que o indivíduo foi exposto à radiação. Um indivíduo exposto não se torna uma fonte radioativa. A exposição pode produzir efeitos biológicos sobre o indivíduo, dependendo da intensidade.

2.1.2.2 Contaminação

Quando uma substância radioativa (radioisótopo) entra em contato com materiais ou com seres humanos, ocorre a contaminação (a absorção pela pele, inalação, ingestão ou injeção).

A contaminação somente ocorre, quando a pessoa trabalha com materiais radioativos. Não existe contaminação radioativa com raios-X, ou originada de aparelhos aceleradores lineares.

2.1.3 Tipos de radiação em sala de radiologia (21)

Numa sala de radiologia, quando ocorre a exposição de um paciente, existem dois tipos de radiações, chamadas primária e secundária.

A Radiação primária é a que sai do equipamento sob a forma de um feixe de radiação, semelhante ao fecho de luz de uma lanterna. Em resumo, é a radiação que incide sobre o paciente.

A Radiação secundária: Se origina quando um feixe de radiação primária incide num corpo que a espalha no ambiente. Esta energia irradiada é muito menos intensa (cerca de 1 / 1000) que a da fonte primária e propaga em todas as direções pelo fato de não ser colimada como a que sai do aparelho de raios-x. Basicamente é a radiação emitida pelo paciente durante o exame radiográfico.

É importante ressaltar que só existe radiação no interior de uma sala de raios-x enquanto o aparelho estiver produzindo radiação primária. Quando a energia do tubo de raios - x é desligada, instantaneamente desaparecem as radiações primária e a secundária.

2.2 DOSIMETRIA

A palavra dosimetria é por si só tão explícita quanto é amplo o significado do termo dose. Do cotidiano, dose, tanto pode ser uma quantidade de gotas de um medicamento, como o de volume de uma determinada bebida. No campo de aplicação da Física Nuclear, a palavra dose assume uma importância muito grande, porque aparece sempre, ou quase sempre, associada à radiação ionizante que como sabemos, tanto pode beneficiar como prejudicar quem a ela se expõe.

Quer no tocante ao emprego de fontes internas, como na medicina, quer no tocante ao emprego de fontes externas, como na própria medicina, na indústria,

agricultura, etc. o objetivo da dosimetria das radiações é a determinação da taxa de exposição, ou seja, do “dose-rate” da radiação considerada num ponto específico de um meio, seja ele vivo ou não. Dessa taxa de exposição, será possível a obtenção da dose de exposição, a dose de absorção e até o efeito por ela produzido no meio.

(8)

A literatura contém uma série de artigos sobre a gestão de acidentes de radiação em hospitais. Dentro de um hospital, radiologistas, técnicos em radiologia e técnicos em medicina nuclear, e outros envolvidos no desempenho de exames de fluoroscopia, incluindo cateterismos cardíacos, têm um aumento risco de exposição à radiação do que a população hospital geral.(9)

Os benefícios gerados pelo radiodiagnóstico para a humanidade são notórios, porém a utilização da radiação ionizante traz o risco inerente dos efeitos biológicos deletérios aos indivíduos expostos, o que requer uma continua adoção dos princípios de otimização. A monitoração das doses em radiodiagnóstico fundamenta-se no aspecto inerente aos efeitos biológicos da radiação. Os efeitos das radiações ionizantes nos seres humanos resultam da interação da energia depositada nos tecidos e/ou órgãos do indivíduo exposto, cujas consequências podem, em casos excepcionais de doses altas, até causar efeitos severos, clinicamente observáveis, dentro de um intervalo pequeno de tempo após a exposição. Além disso, a exposição à radiação também pode, até para doses baixas, induzir certas malignidades que aparecem após um período de latência, como por exemplo, o câncer (10,11).

A Comissão Internacional de Proteção Radiológica, em sua publicação 103 (ICRP 103), e Comissão Nacional de Energia Nuclear, em sua normal NN 3.01, adotam alguns princípios básicos de proteção radiológica, inclusive um de limitação das doses, com base na hipótese de que toda a radiação, não importa quão pequena, carrega consigo um determinado risco, que é proporcional ao nível de exposição (2,12,13).

2.2.1 Dosímetro

Os dosímetros são instrumentos que indicam a exposição ou a dose de radiação absorvida a que um indivíduo foi submetido. Os dosímetros pessoais

também são chamados de dosímetros integradores e suas características são: Características ideais para o bom desempenho de um dosímetro integrador são: a resposta da leitura dosimétrica deve ser independente da energia da radiação incidente; a sensibilidade do dosímetro deve operar no intervalo de 2,5 C/kg (10mR) a 129kC/kg(500R); medir toda a radiação recebida e possuir pequenas dimensões, leve e fácil manipulação. (14)

2.2.2 Unidades Dosimétricas

Para correlacionar as diversas radiações com os efeitos biológicos foram estabelecidas, entre outras, as seguintes grandezas: exposição, dose absorvida e dose equivalente. Cada uma destas grandezas físicas possui uma unidade em que a mesma é expressa (assim como, por exemplo, distância pode ser expresso em metros, corrente elétrica em ampères, etc.). A exposição possui uma unidade antiga chamada Roentgen (R) que corresponde à quantidade de cargas elétricas liberadas em uma massa de ar devido à radiação incidente, onde $1 R = 0,258 C/kg$. ($C/kg = \text{Coulomb por quilo}$; Coulomb é a unidade de carga elétrica). A dose absorvida (Grey) é uma medida da energia da radiação absorvida por uma determinada massa de matéria. A unidade de Dose Absorvida é Joule por quilograma ou de forma mais usual J/kg , sendo $1 Gy = 100 J/kg$ ou $100 RAD = 1 Grey (Gy)$. A dose equivalente (Sievert), ou simplesmente dose nos laudos de dose mensais, leva em conta o efeito biológico em tecidos vivos, produzido pela radiação absorvida. Desta forma a dose equivalente é obtida da dose absorvida multiplicada por fatores ponderantes apropriados. A unidade da dose equivalente ou dose é o Sievert (Sv) ou seu submúltiplo o milisievert (mSv), usada nos laudos de doses mensais. A unidade antiga desta grandeza é o REM que se relaciona com o Sv da seguinte forma: $1 Sv = 100 REM$. (14)

2.2.3 Tipos de Dosímetros

Os principais tipos de dosímetros integradores são: Filmes fotográficos, canetas dosimétricas e Termoluminescentes.

2.2.3.1 Filmes fotográficos

Este tipo de detector baseia-se no princípio de sensibilização de chapas fotográficas por interação da radiação em emulsão fotográfica (figura 3).

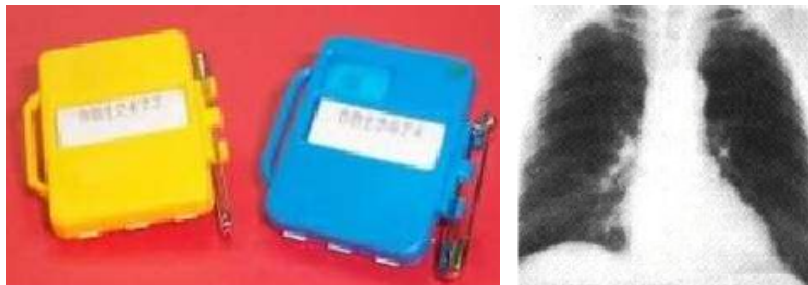


Figura 3. Raios-X de tórax.Registro da imagem em emulsão fotográfica.(14)

O dosímetro de filme fotográfico é um dos detectores de radiação mais simples que existem. É constituído de um filme (chapa fotográfica) acondicionado em uma embalagem de proteção, que protege a parte fotossensível contra os efeitos da luz, agentes químicos e mecânicos. Esta embalagem contém pequenos discos metálicos que funcionam como filtros que permitem a estimativa da dose e uma distinção entre os vários tipos de radiação. Os filmes dosimétricos utilizam a propriedade das radiações ionizantes de impressionarem chapas fotográficas. Mediante a medida do grau de enegrecimento da película revelada, pode-se relaciona-lo com a quantidade de radiação absorvida, e desta forma avaliar a dose recebida pelo indivíduo. Os filmes dosimétricos oferecem a vantagem de assegurar uma informação permanente (podem ser guardados), permitindo desta forma que as medidas, se necessário, sejam repetidas. As desvantagens são decorrentes das influências das condições ambientais que podem afetar sua resposta, tais como temperatura, umidade e o desvanecimento do enegrecimento com o tempo.(15)

2.2.3.2 Canetas dosimétricas (17)

As canetas dosimétricas ou câmara de ionização de bolso possuem dimensões de uma caneta comum. No seu interior existe uma câmara de ionização acoplada a um capacitor que armazena as cargas produzidas no volume detector. A carga armazenada no capacitor e medida após a exposição através de um leitor externo.

Ao lado o esquema de uma caneta dosimétrica. Este tipo de dosímetro integrador necessita de calibração prévia. Operam no intervalo de leitura entre 0 a 200 mR(51,6 C/kg) com pouca precisão (15%,aproximadamente).



Figura 4. Canetas dosimétricas (16)

2.2.3.3 Dosímetros termoluminescentes

Alguns materiais cristalinos possuem a propriedade física de emitir luz quando expostos à radiação ionizante; esta propriedade é conhecida como radioluminescência. Da mesma forma, outros cristais irradiados com radiações ionizantes apenas emitem luz quando submetidos a uma taxa de aquecimento térmico, a esta propriedade chamamos de termoluminescência, este fenômeno foi notificado em 1663 (Londres) por Robert Boyle à “Royal Society” quando observou que um diamante emitia luz quando aquecido. Para fins dosimétrico o fenômeno da termoluminescência só foi aceito por volta de 1945. (17)

A quantificação da luz termoluminescente é feita por uma fotomultiplicadora acoplada ao sistema de aquecimento do material TL. A emissão de luz termoluminescente é representada por uma curva que relaciona luz emitida em função da temperatura de aquecimento e desta relação determinar a dose que incidu previamente no detector. Nesta relação podem ocorrer vários picos de intensidade. A forma da curva de emissão depende dos tipos de cristal utilizado, da taxa de aquecimento e do tipo de leitora. Na figura 6 encontra-se dois exemplos de materiais termoluminescentes (TL) do tipo LiF:Mg (Fluoreto de Lítio dopado com Magnésio) e CaSO₄ (Sulfato de Cálcio) conformados na forma de “chip” e em pó. Nesta mesma figura encontra-se uma forma de acondicionamento do dosímetro para fins de monitoração individual de trabalhadores. (17)



Figura 5. Exemplo de dosímetros termoluminescentes (para pendurar próximo ao tronco, de pulso e anel, na respectiva ordem). (16)

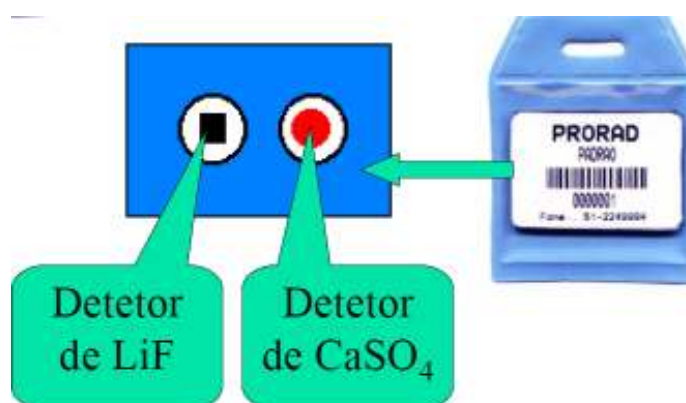


Fig 6. Plaqueta dosimétrica com os detectores TL (16)

Um cristal termoluminescente só pode ser utilizado como dosímetro se combinar algumas características. Estas características limitam bastante o número de materiais TL passíveis de emprego na dosimetria das radiações. Como características específicas que um dosímetro termoluminescente deve apresentar pode-se citar: (17)

- Possuir elevada eficiência na emissão de luz;
- Estabilidade à temperatura em que o material vai ser utilizado;
- Combinação conveniente entre parâmetros de leitura e material TL;
- Curva de emissão simples;
- Resistência a variações ambientais, como: luz, umidade, gases etc.
- Resposta leitura –linear com a dose.

O dosímetro termoluminescente (TLD) apresenta várias vantagens em comparação aos demais métodos dosimétricos como:

- TLD pode medir exposições entre 10^{-5} e 10^6 R;
- Sensibilidade a radiação gama, alfa, beta, raio x, uv, e alguns a nêutrons;
- Facilidade de uso devido a seu tamanho reduzido, ou até em forma de pó;
- Rápida leitura de dose;
- Custo relativamente baixo;
- Reuso após tratamento térmico específico.

Na figura 7 encontra-se a foto de uma leitora de luz termicamente estimulada, utilizada normalmente para a medição da luz emitida por um TLD.(17)



Figura 7. Leitora para medição de TLD (17)

2.3 DAS DOENÇAS RELACIONADAS COM RADIAÇÕES IONIZANTES

2.3.1 Doenças agudas das radiações ionizantes

As exposições à intensidade elevada de radiação ionizante ocorridas em períodos relativamente curtos (minutos e horas) resultam em doses agudas elevadas e, portanto, causam a destruição ou dano a grande quantidade de células, e conseqüentemente o comprometimento das funções do órgão atingido. Desse modo, a tipo doença aguda que se manifestará seguindo a exposição à radiação depende da porção do corpo que foi irradiada. Quando apenas partes isoladas do corpo são irradiadas, um ou poucos órgãos são afetados e o efeito ocorre localmente. Entretanto, se uma grande extensão do corpo for irradiada vários órgãos seriam atingidos e se observaria um quadro de afecções no indivíduo, com o envolvimento de todo o organismo.(4)

Tabela 1. Sinais e sintomas da Síndrome Aguda das Radiações em função da dose e do tempo transcorrido após a exposição (4)

Tempo após exposição	Dose Moderada (1 a 3 Sv)	Dose Semi -Letal (4Sv)	Dose Letal (6Sv)
Primeira semana	Náuseas e vômitos moderados ou ausentes	Náuseas e vômitos após 2 horas	Náusea e vômitos dentro de 2 horas, diarreia, inflamação da boca e garganta, febre, rápida perda de peso, morte (mortalidade provável em 100%)
Segunda semana	Ausência de sintomas	Ausência de sintomas	
Terceira semana	Epilação	Epilação, perda de apetite, indisposição	-
	Perda de apetite, indisposição	Palidez, hemorragias e petéquias, diarreia	-
Quarta semana	Garganta dolorida, palidez, hemorragias e petéquias, diarreia (sintomas que podem ser moderados. Recuperação provável).	Rápida perda de peso. Morte. (mortalidade provável 50%).	-

2.3.2 Doenças crônicas das radiações ionizantes

As doenças crônicas são resultado de um acúmulo de células danificadas em um órgão ou tecido. Essas doenças podem ser tanto um efeito determinístico, tal como a catarata, ou estocástico, como os diversos tipos de câncer.(4)

2.4 NORMAS APLICADAS

O objetivo das principais normas aplicadas é impedir o aparecimento de efeitos biológicos determinísticos e limitar a probabilidade de efeitos estocásticos durante a vida profissional do indivíduo.

- Norma CNEN-NE.3.01- Diretrizes Básicas de Radioproteção, que estabelece, também, limites de dose individuais:

Tabela 2. Limites de doses individuais de acordo com CNEN.(21)

EQUIVALENTE DE DOSE	LIMITE ATUAL	LIMITE MENSAL
Dose efetiva (todo o corpo)	50mSv (5rem)	4mSv (400mrem)
Dose para órgão ou tecido	500mSv (50rem)	40mSv (4000mrem)
Dose para a pele	500mSv (50rem)	40mSv (4000mrem)
Dose para o cristalino	150mSv(15rem)	12 mSv (1200mrem)
Dose para as extremidades	500mSv (50rem)	40mSv (4000mrem)

- Norma CNEN-NE.3.02- Serviços de Radioproteção, que estabelece, entre outros, os regulamentos para monitoração individual, para a monitoração da área e também para as fontes emissoras de radiação, entre outros.(18)

- NR 32 - Diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e Assistência à saúde em geral, que no seu item 32.4 descreve todas as exigências para o atendimento desta NR com relação às radiações ionizantes.(19)

- A Portaria nº. 453 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (D.O. da União de 02/06/98), que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. Cita, por exemplo no item 2.13: “A dose efetiva média anual não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv/ ano”. (20)

2.5 PAPEL DO ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO NA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

A Proteção Radiológica consiste em estabelecer metodologias que permitam as seguintes condições de trabalho onde existam radiações ionizantes: (21)

I)Para trabalhadores ocupacionalmente expostos:

“As doses devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exequíveis, tomando em consideração os aspectos econômicos e sociais.”

II)Para pacientes:

“As doses serão justificadas pelos benefícios do procedimento”.

Os três fatores básicos para a proteção radiológica são: tempo, distância da fonte e blindagem.

Tempo: o bom senso e a experiência permitem reduções do tempo no uso da escopia.

Distância da fonte: quanto maior a distância entre o paciente irradiado e o funcionário, menor será a radiação recebida. A intensidade da radiação diminui com o inverso do quadrado da distância:

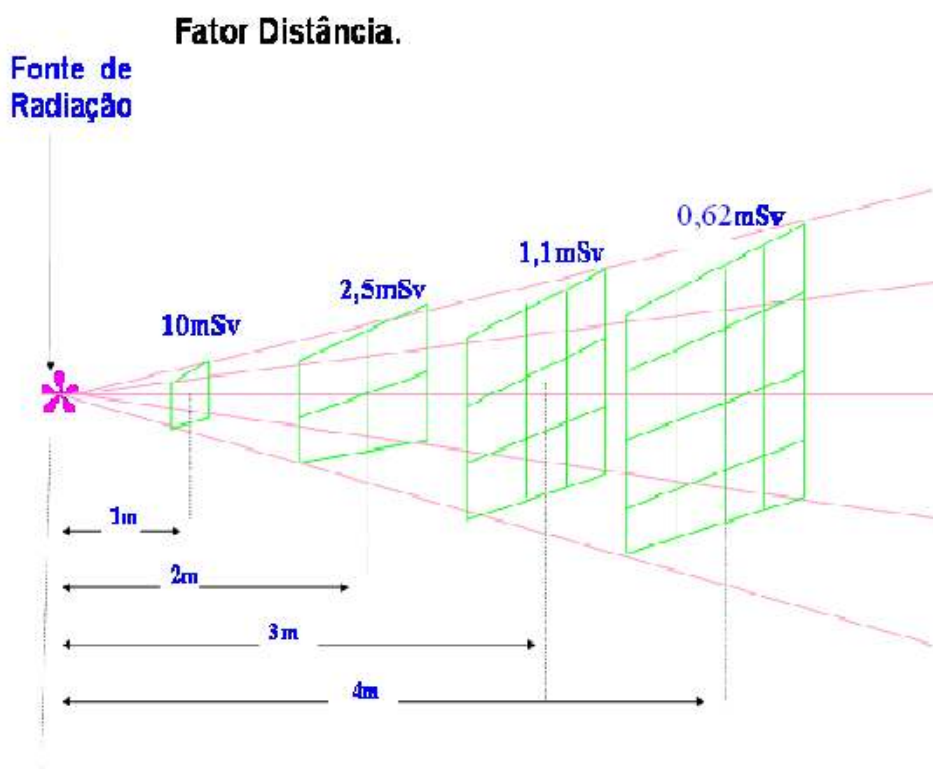


Gráfico1. Intensidade da radiação versus o quadrado da distância (21)

Blindagem: devem ser obrigatórios os usos dos chamados Equipamentos de Proteção Coletiva (E.P.C.'s) e Equipamentos de Proteção Individual (E.P.I.'s).

E.P.C's:

a) Revestimento de chumbo: Paredes e portas das salas que contém equipamento de raios-x fixo.

b)Anteparo com revestimento de chumbo e vidro plumbífero para proteção do operador de raios-x. Pode-se utilizar argamassa com barita (baritada).

E.P.I.'s:

a)Uso de avental plumbífero: Radiografias com aparelhos portáteis em enfermarias, salas de recuperação, centros cirúrgicos ou quando é necessário ficar próximo ao paciente.

b)Uso de protetor de tireóide: Em de radiologia intervencionista quando pessoas das equipes médicas e de enfermagem precisam ficar no interior da sala de exames durante o exame. Exames de hemodinâmica, vasculares, neurológicos, gastrointestinais, etc.



Figura 8. Uso do avental plumbífero e protetor de tireóide, respectivamente.

c) Uso de óculos plumbíferos: Exames de radiologia intervencionista (*) em que o pessoal da equipe médica e de enfermagem necessitem ficar não apenas no interior da sala de exames, mas junto ao paciente (cerca de meio metro) durante todo o radiodiagnóstico. Exames de hemodinâmica, neurológicos, vasculares, gastrointestinais, endoscópicos, etc

d) Uso de protetor de mãos para qualquer pessoa que necessite segurar o paciente durante o procedimento radiológico. É prioritário para impedir uma eventual exposição das mãos à radiação primária.



Figura 9. Protetor de mãos e óculos plumbíferos, respectivamente.

A equipe de Engenharia de segurança deve controlar o a utilização do dosímetro e também recomendar que ele esteja sendo utilizado de forma adequada, uma vez que ele deve ser utilizado na região mais exposta do tronco, pois é a parte mais sensível à radiação.

Quando um funcionário precisa permanecer no interior de uma sala de radiologia durante o exame radiológico, próximo ao paciente (radiação secundária), deverá utilizar como blindagem um avental com borracha plumbífera. Neste caso, o dosímetro deve ser utilizado sobre o avental plumbífero (por cima), para a determinação da dose do cristalino. A dose estimada do abdome será 10 vezes menor que o valor registrado pelo dosímetro.

Esta é a recomendação do item “e” da Portaria nº. 453, da Agência nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA: *“Durante a utilização de avental plumbífero, o dosímetro individual deve ser colocado sobre o avental, aplicando-se um fator de correção de 1/10 para estimar a dose efetiva....”*

Na Resolução Nº 359, de 31 de julho 1991 que dispõe sobre o exercício profissional, o registro e as atividades do Engenheiro de Segurança do Trabalho e dá outras providências, resolve em seu Art. 4º, as atividades dos Engenheiros e Arquitetos, na especialidade de Engenharia de Segurança do Trabalho: “ 4 - *Vistoriar, avaliar, realizar perícias, arbitrar, emitir parecer, laudos técnicos e indicar medidas de controle sobre grau de exposição a agentes agressivos de riscos físicos, químicos e biológicos, tais como poluentes atmosféricos, ruídos, calor, radiação em geral...*” (22)

Citados na maioria das normas e principalmente da NR 32, é fundamental que o Engenheiro de Segurança e sua equipe esteja assegurando que tanto o profissional do hospital quanto o ambiente estejam sendo monitorados quanto à

exposição de radiação ionizante. Preventivamente, devem sugerir e supervisionar o uso, quando devido, de E.P.I's e E.P.C's, bem como o dosímetro. Caso haja alguma leitura fora do padrão (dos limites das normas vigentes) deve investigar o local e propor ações corretivas, quando necessárias, além de documentar.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Monitoramento das áreas ambientais

O PMAHRI - Programa de Monitoramento de Áreas Hospitalares com Radiação Ionizantes é realizado através da distribuição estratégica de dosímetros ambientais no setor a ser monitorado por um período de no mínimo seis meses e no máximo 12 meses, conforme as necessidades de cada área, sendo que foi feito um rodízio dos pontos e áreas analisadas, para melhor monitoramento.

Os Equipamentos de Proteção Individuais e Equipamentos de Proteção Coletiva foram analisados por métodos de ensaios não destrutivos como equipamento de radiação X e analisados num período não inferior a um ano e não excedendo três anos da última medição realizada.

O método de trabalho foi o de análise comparativa de doses adquiridas no decorrer de cada mês, pelos dosímetros ambientais da sala monitorada e fazendo um cruzamento entre os dosímetros padrões e de trabalhadores ocupacionalmente expostos que trabalham no setor analisado.

Os dosímetros ambientais foram locados na parede da sala, em pontos estrategicamente estudados pelo Físico e Técnico de Segurança, pois estas doses servem para mostrar por comparação a real exposição do usuário.

Essas doses foram passadas para duas tabelas distintas, sendo uma para o registro de doses dos trabalhadores ocupacionalmente expostos e outra para registro das doses de pontos analisados (dosímetros ambientais). Foram feitos gráficos para obter curvas de amostras de radiação emitidas na sala de procedimento e a dose recebida pelos trabalhadores ocupacionalmente expostos no setor analisado.

Tabela Comparativa de Doses Individuais:

Tabela com código dos dosímetros dos profissionais, nome dos usuários, local onde está realizando medidas e o ano que os dados se referem separado pelos meses, com a somatória num “total”, no final da linha da tabela, por dosímetro.

														ANO	
Código	Nome	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tt

A relação de dose de cada mês é fornecida à chefia de cada área, para ciência de todos os envolvidos na área de trabalho. Também é informado à chefia de qualquer dose excessiva recebida por um trabalhador ocupacionalmente exposto, para uma avaliação clínica, bem como de um vazamento de radiação pelas paredes ou de anteparos para serem reparados.

No final de cada Programa de Monitoramento, é entregue a cada área o resultado das medições. Ao término do Programa de Monitoramento, e em posse do resultado é emitido um relatório pelo Físico responsável com indicações das ações para minimizar ou atenuar os impactos da radiação aos trabalhadores ocupacionalmente expostos e pacientes.

3.2 Para solicitação e uso da dosimetria (rotina burocrática institucional)

- a) O Setor envia e-mail para a chefia do SESMT com cópia para o Físico solicitando a inclusão do funcionário, devendo constar:
 - a. Nome completo do Profissional;
 - b. Numero do C.P.F.;
 - c. Numero de Matrícula.

d. Função.

- b) O setor deve manter uma pasta para arquivar todos os documentos referentes ao uso do dosímetro como: relação de Dosagem Mensal, Termo de Responsabilidade de Uso, Lista de Acompanhamento de Uso do Dosímetro e documentos correlatos.
- c) O SESMT informa a enfermagem do trabalho a nova inclusão para os devidas providências, quanto ao pedido de exame de hemograma.
- d) Ao ser liberado pela enfermagem, o SESMT encaminha ao setor a ficha de cadastro de usuário para as devidas providências. Quanto ao preenchimento, informando:
 - Nome completo
 - Data de nascimento
 - Sexo
 - CPF
 - Início de trabalho em radiação
 - Descrição da ocupação
 - Datar e assinar

No 1º dia de atividade, o hospital através do seu representante (Técnico de Segurança) deve fornecer aos funcionários, os dosímetros e o “Termo de Responsabilidade de uso” e orientá-los quanto ao uso correto, problemas da má utilização do mesmo e qualquer outra explicação referente ao texto do “Termo de Responsabilidade” que deve ser assinado pelo funcionário no ato da entrega do dosímetro, sendo que o mesmo deve ser emitido em duas vias. A 1º via fica para o Hospital e a 2º via para o funcionário.

A Instituição deve entregar aos funcionários, com 02 (dois) dias úteis de antecedência do final do mês, os dosímetros para uso do mês posterior, juntamente com a lista de entrega dos mesmos. Fornece também uma lista de devolução e uso dos dosímetros do mês anterior.

A Instituição fornece a cada setor uma cópia do relatório de doses mensal que fica à disposição dos funcionários para eventuais consultas.

3.2.1 Das ocorrências

- No caso do desligamento do funcionário o setor deve informar ao SESMT, via memorando imediatamente a oficialização do fato, para que sejam tomadas as providências cabíveis quanto à exclusão do profissional junto ao CNEN e a empresa prestadora de serviço.
- O funcionário deve informar via memorando a Instituição quando da perda de dosímetro e providenciar o controle de pagamento do mesmo, conforme custo informado no Termo de Responsabilidade, encaminhando uma via do documento autenticado à Instituição, para regularização junto à empresa prestadora do Serviço.
- Em caso de furto ou roubo do dosímetro, mediante apresentação do Boletim de Ocorrência, o funcionário está isento do pagamento do mesmo, conforme informado no Termo de Responsabilidade.
- No caso de dosagem alterada e comprovada nos relatórios que esteja fora dos padrões permitidos por lei, deve ser feita uma investigação junto ao setor, para apurar se o uso do dosímetro foi inadequado, durante procedimento em sala, ou se houve alteração do ambiente que deverá ser constatado pelo Físico responsável. Esta avaliação é feita por uma ficha de avaliação de irregularidade devidamente preenchida pelo funcionário e seu supervisor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Dosímetro Padrão (código 70000) é um dosímetro igual aos outros, só que serve como referência no Sistema de Leitura, ou seja as doses indicadas no Laudo de Doses Mensal, são calculadas medindo-se a dose do dosímetro de cada usuário e subtraindo-se o valor da dose acumulada no Dosímetro Padrão. Da leitura de cada dosímetro será descontada a leitura do dosímetro “Padrão” separando-se assim doses provenientes do trabalho das doses provenientes de outras origens. Por definição a dose no dosímetro “Padrão” é sempre ZERO (dose oriunda do trabalho).

Tabela 3. Dosimetria Ambiental 2009 (em mSv)

ANO 2009														
Código	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tt
70003	Hemod.	0,0	0,3	0,6	0,9	0,3	0,3	0,7	0,5	0,7	0,4	0,7	0,5	5,9

Tabela 4. Dosimetria Ambiental 2010 (em mSv)

ANO 2010														
Código	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tt
70003	Hemod.	1,0	0,3	1,0	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,0	0,4	0,3	0,5	6,6

Tabela 5. Dosimetria Ambiental 2011(em mSv)

ANO 2011														
Código	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tt
70003	Hemod.	0,7	0,3	0,9	1,1	0,0	1,2	0,6	0,5	0,9	0,6	0,6	0,3	7,7

Tabela 6. Dosimetria Individual 2009 (em mSv)

Código	Nome	Local	ANO 2009												Tt	
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
70016	Enf.	Hemod.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70017	Méd.	Hemod.	1,5	1,0	2,4	1,4	1,1	2,1	1,2	1,2	1,6	1,4	0,6	1,7	17,2	
70018	Enf.	Hemod.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70022	Enf.	Hemod.	0,0	0,3	0,6	0,9	0,3	0,3	0,7	0,5	0,7	0,4	0,7	0,5	5,9	
70036	Méd.	Hemod.	2,2	1,1	3,5	1,4	1,1	2,6	0,8	1,1	1,6	2,3	1,2	1,2	20,1	
70039	Méd.	Hemod.	7,4	7,9	19,0	15,0	10,1	15	5,5	6,6	10,0	5,5	5,6	5,5	112,1	
70041	Méd.	Hemod.	10,3	5,7	6,9	4,3	0,0	2,5	0,4	3,0	7,0	5,0	2,3	1,6	49,0	
70044	Méd.	Hemod.	0,8	1,0	5,0	7,4	5,3	4,5	2,5	3,5	5,0	3,3	3,8	6,7	48,8	
70049	Enf.	Hemod.	1,0	0,3	1,0	0,7	0,5	0,5	0,7	0,7	0,0	0,4	0,3	0,5	6,6	
70053	Enf.	Hemod.	0,7	0,3	0,9	1,1	0,0	1,2	0,6	0,5	0,9	0,6	0,6	0,3	7,7	
70057	Méd.	Hemod.	0,0	1,1	0,9	1,7	0,9	0,9	1,2	1,4	1,7	0,7	1,0	1,3	12,8	
70088	Enf.	Hemod.	0,0	0,0	3,6	2,4	0,8	9,6	17,0	0,0	12,0	9,1	8,7	12,0	74,7	

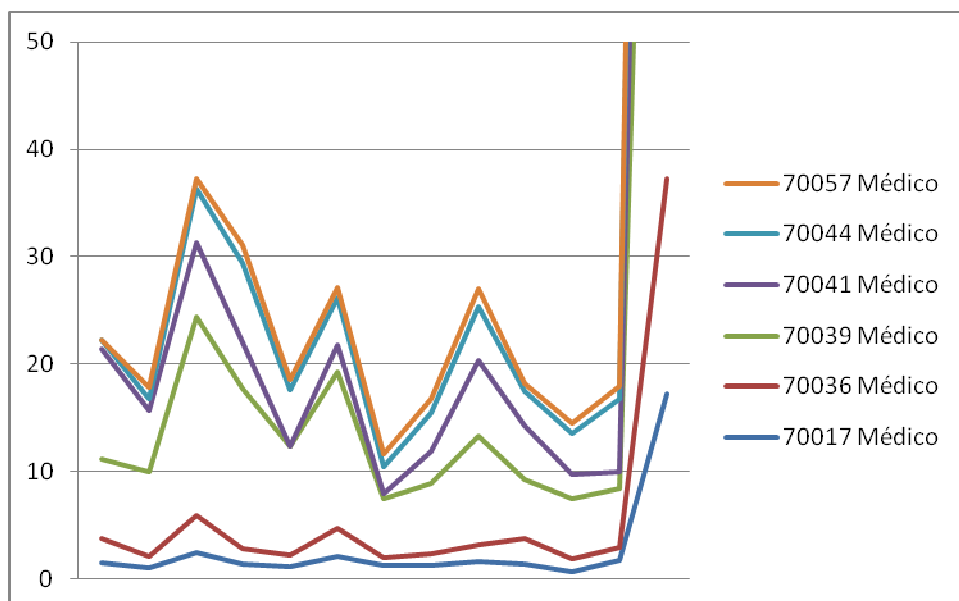


Gráfico2. Dose mensal dos médicos no ano de 2009 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

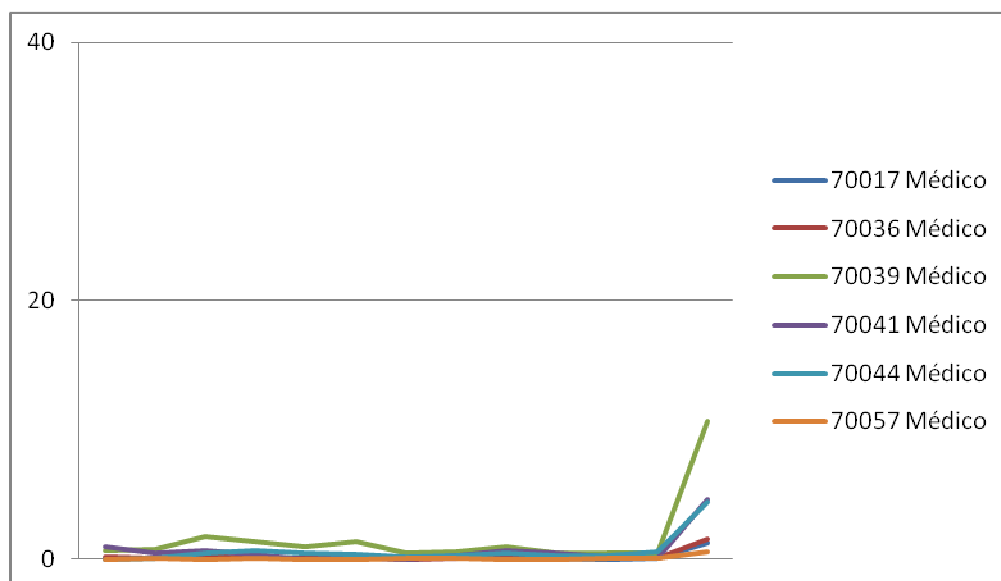


Gráfico3. Dose mensal dos médicos no ano de 2009 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

Tabela 7. Dosimetria Individual 2010 (em mSv)

ANO 2010															
Código	Nome	Local	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Tt
70016	Enf.	Hemod.	0,0	0,5	1,3	0,6	0,3	0,0	0,2	0,4	0,6	0,9	1,9	0,3	7,0
70017	Méd.	Hemod.	0,4	0,0	0,4	0,5	0,6	1,3	9,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	16,1
70018	Enf.	Hemod.	0,0	0,9	0,5	0,2	0,4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,3	6,0
70022	Enf.	Hemod.	0,0	1,1	0,0	0,2	0,5	0,6	0,4	0,1	0,0	0,2	0,7	0,3	4,1
70036	Méd.	Hemod.	1,7	0,8	1,3	0,5	0,4	1,3	1,4	0,6	2,2	0,5	0,3	1,0	12,0
70039	Méd.	Hemod.	2,2	0,9	1,9	2,5	0,4	3,5	4,0	1,6	2,0	5,0	3,3	10,0	37,3
70041	Méd.	Hemod.	0,8	0,6	1,5	0,7	1,5	0,0	0,9	1,8	0,0	0,4	0,0	0,6	8,8
70044	Méd.	Hemod.	0,4	0,0	0,4	0,5	0,6	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	8,1
70049	Enf.	Hemod.	0,4	1,0	1,5	0,7	1,5	0,4	0,0	0,4	0,6	0,3	0,5	0,0	7,3
70053	Enf.	Hemod.	0,7	0,5	1,8	0,6	0,0	0,4	0,2	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	6,0
70057	Méd.	Hemod.	1,3	1,8	2,6	6,0	2,7	2,2	1,9	1,4	3,7	2,0	3,5	2,2	31,3
70088	Enf.	Hemod.	6,3	5,3	6,5	8,6	3,2	4,7	2,4	3,0	4,4	3,3	1,6	2,5	51,8

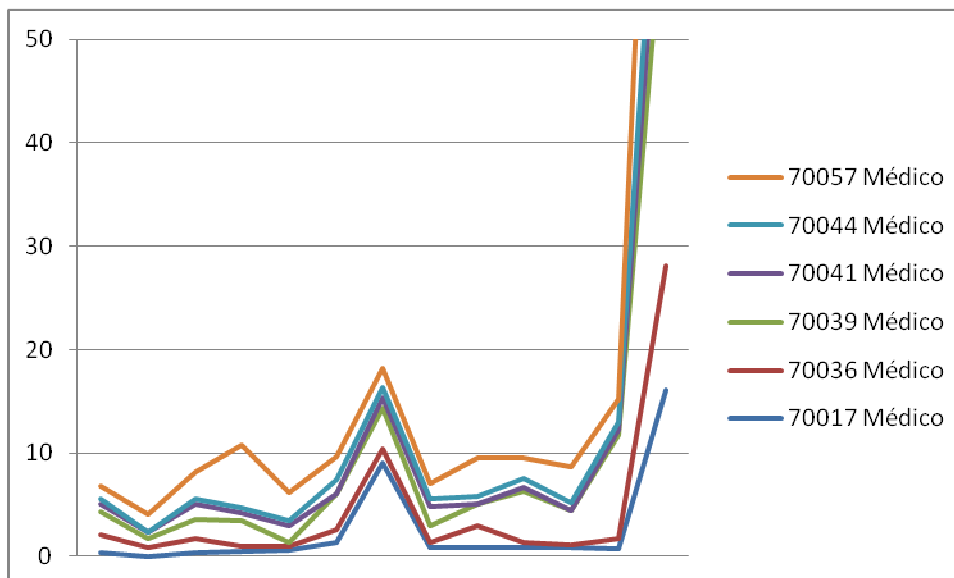


Gráfico4. Dose mensal dos médicos no ano de 2010 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

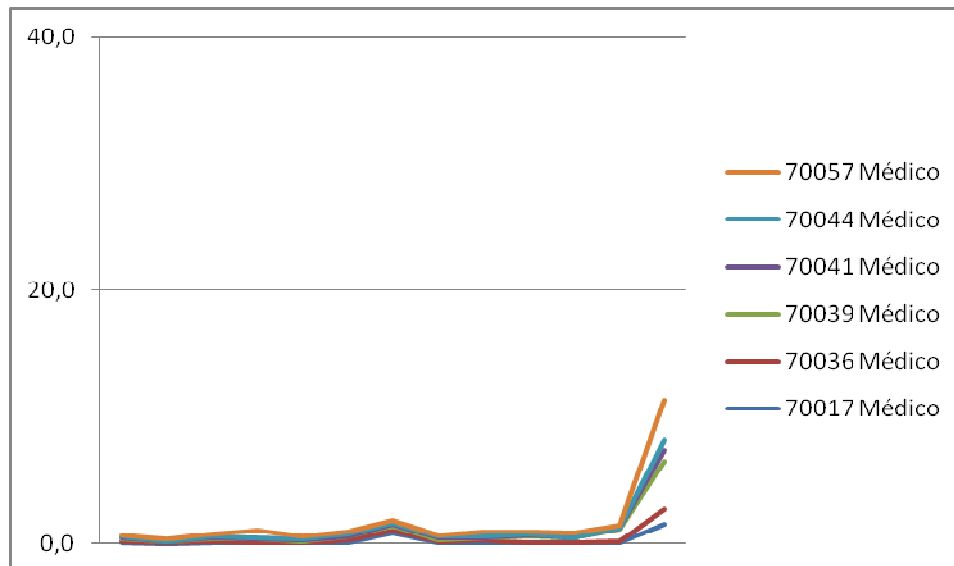


Gráfico5. Dose mensal dos médicos no ano de 2010 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

Tabela 8. Dosimetria Individual 2011 (em mSv)

Código	Nome	Local	ANO 2011												Tt
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
70016	Enf.	Hemod.	0,8	0,6	1,5	0,7	1,5	0,0	0,9	1,8	0,0	0,4	0,0	0,6	8,8
70017	Méd.	Hemod.	0,9	0,0	1,0	0,9	1,0	6,5	1,1	1,0	0,8	0,0	2,1	0,7	16,0
70018	Enf.	Hemod.	0,4	1,0	1,5	0,7	1,5	0,4	0,0	0,4	0,6	0,3	0,5	0,0	7,3
70022	Enf.	Hemod.	0,9	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	3,3
70036	Méd.	Hemod.	1,3	0,8	0,6	0,6	0,6	1,1	0,9	1,4	0,6	1,0	0,0	0,2	9,1
70039	Méd.	Hemod.	4,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4
70041	Méd.	Hemod.	6,6	6,8	0,0	11,0	9,4	6,1	0,0	11,0	10,0	5,6	4,8	4,2	75,8
70044	Méd.	Hemod.	2,4	1,6	2,9	2,2	2,9	0,0	1,0	2,5	2,5	3,8	0,0	2,7	24,5
70049	Enf.	Hemod.	0,4	0,0	0,4	0,5	0,6	1,3	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	8,1
70053	Enf.	Hemod.	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,5	0,9	0,4	0,2	0,4	0,5	3,9
70057	Méd.	Hemod.	9,0	11,0	11,0	9,5	3,4	7,3	1,7	4,0	11,0	0,0	3,1	2,4	73,0
70088	Enf.	Hemod.	3,2	4,0	2,0	0,7	2,0	1,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8

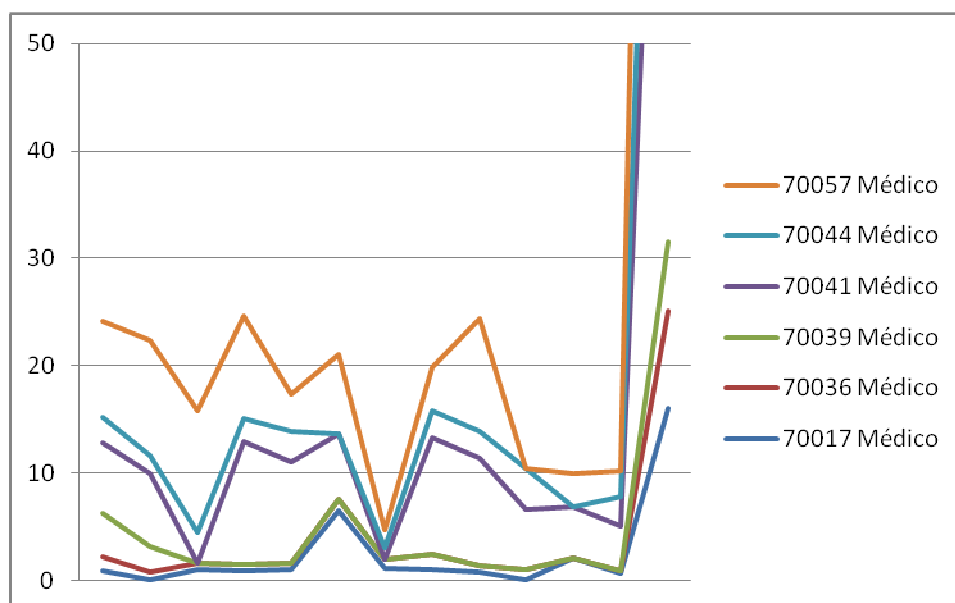


Gráfico6. Dose mensal dos médicos no ano de 2011 sem fator de correção, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

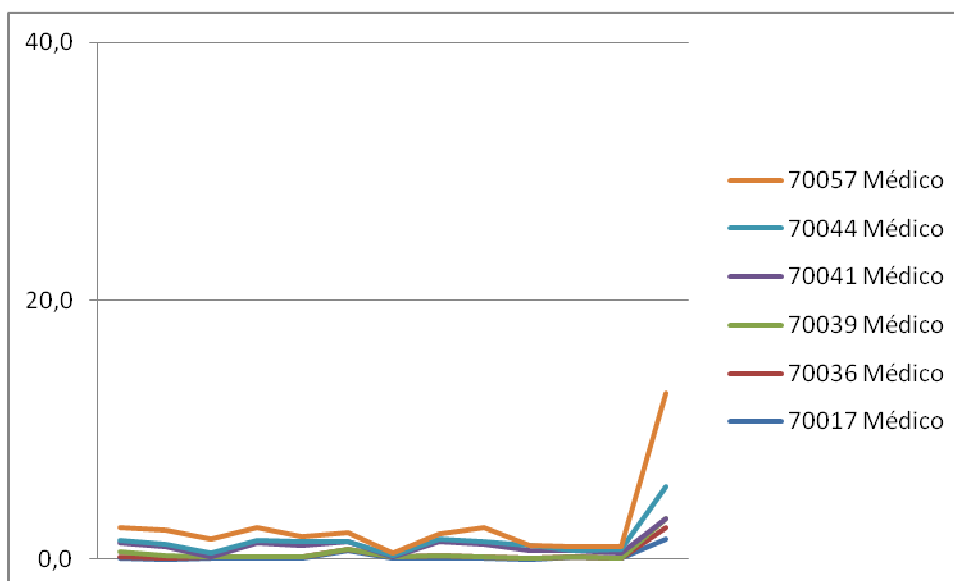


Gráfico7. Dose mensal dos médicos no ano de 2011 aplicando fator de correção, comprovando que nenhuma dose ultrapassou o limite de 20mSv, preconizado por normas vigentes, onde no eixo da ordenada temos as doses recebidas, em mSv, no decorrer de um ano (eixo da abscissa).

De acordo com o levantamento realizado, em todos os anos pôde-se observar que os profissionais médicos são os mais expostos conforme as doses encontradas nas leituras dos dosímetros. Isso se deve ao fato de estarem a maior parte do procedimento da angiografia expostos, assim como o paciente. Mesmo estando com o avental, o dosímetro é colocado sobre o mesmo, uma vez que também é necessário saber se existe radiação que atinge ao cristalino. Essa é a recomendação da portaria 453 da ANVISA. Para estimar a dose efetiva de exposição dos profissionais a própria portaria recomenda que seja aplicado um fator de correção de 1/10 em todas as leituras.

O enfermeiro, mesmo ficando afastado do “foco” do procedimento, por muitas vezes é quem dá suporte ao médico e também apoio paciente quando este se encontra inquieto durante o procedimento.

Já os dosímetros ambientais sempre vão apresentar divergências (leitura menor) dos resultados dos dosímetros dos profissionais. Isso acontece porque os dosímetros ambientais recebem apenas radiações secundárias e é sabido, conforme

gráfico 1, na página 27, que as radiações diminuem com o quadrado da distância. Como eles ficam em pontos fixos, não é possível comparar diretamente a exposição da radiação do ambiente com a leitura de dosímetro de um médico que ficou por horas em procedimento na sala de Hemodinâmica.

Para os profissionais com dosímetros com leituras “zeradas” pode-se considerar algumas hipóteses de acordo com o observado durante o acompanhamento da equipe de Engenharia de Segurança para realização desse trabalho:

- Profissionais que não entraram nas salas de exames e não tiveram contato com radiação/não receberam dose;
- Profissionais que não retiraram seus dosímetros com a equipe de Engenharia de Segurança do Trabalho (e seus superiores foram notificados posteriormente para as devidas providências);
- Profissionais que retiraram o dosímetro com a equipe de Engenharia de Segurança do Trabalho, mas não o utilizam diariamente. O dosímetro fica guardado no local de armazenamento – local devidamente condicionado onde, após encerrarem sua jornada de trabalho, os profissionais penduram seus dosímetros e deveriam retirar no início da jornada seguinte, o que nem sempre acontece e não tem como ser fiscalizado “diariamente” pela equipe da Engenharia de Segurança do Trabalho;

5 CONCLUSÕES

De fato, algumas leituras de doses foram encontradas com valores significativos. Entretanto deve-se levar em consideração que quando se recebe o laudo da empresa contratada para leitura dos dosímetros, esse laudo vem apenas com valores de somatória e médios. Conforme já discutido, aplicando-se o fator de correção para estimar as doses efetivas todos os profissionais estão dentro do limite de dose estabelecido, que é de até 20mSv/ano.

Entretanto o trabalho da equipe de Engenharia e Segurança do Trabalho não se limita em verificar apenas os resultados da dosimetria. É necessário vistoriar, avaliar, realizar perícias, arbitrar, emitir parecer, laudos técnicos e indicar medidas de controle sobre grau de exposição, ou seja, é um trabalho contínuo de verificações e inspeções, orientações para que os riscos sejam os mínimos possíveis aos profissionais da saúde.

REFERÊNCIAS

- (1) Clever, L.H., "Health hazards of hospital personnel". West J Med. 135:162-165, Aug 1981.
- (2) Brasil - Comissão Nacional de Energia Nuclear - NE-3.01 - Diretrizes Básicas de Radioproteção- 01 Julho de 1988.
- (3) Brasil – Norma Regulamentadora 15 – ATIVIDADE E OPERAÇÕES INSALUBRES- Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- (4) São Paulo – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO- Programa de Educação Continuada – Apostila eST 501/ST08 "O Ambiente e as doenças do Trabalho", capítulo 12, p.174, 2011.
- (5) Associação Internacional de Energia Atômica. "Diagnosis and treatment of radiation injuries". Safety Report Series 2 - 1998.
- (6) Campos, S., "Radiações Eletromagnéticas e Ondas: Breve Introdução". Disponível em: <<http://blog.sarmiento.eng.br/?p=134>> Acesso em 07 de fevereiro de 2012.
- (7) Silva, C., "Como funciona a radiação". Disponível em < <http://ciencia.hsw.uol.com.br/radiacao3.htm>> Acesso em 30 de janeiro de 2012.
- (8) Soares, J., "Dosimetria das radiações ionizantes". Disponível em: <http://www.fisica.net/nuclear/dosimetria_das_radiacoes_ionizantes.pdf> Acesso em 15 de dezembro de 2011.
- (9) Braun, B.J., "Radiation Exposure of Emergency Physicians" - Annals of Emergency Medicine 11:10 p.535/29, October 1982.
- (10) OKUNO, E., "Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios". Ed. Harba. São Paulo, SP. 1988.
- (11) BIRAL, A.R., "Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos". Florianópolis; Insular, 2002.

- (12) Comissão Internacional de Proteção Radiológica 103. “Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, annals of ICRP v.37/24,2007.
- (13) Maia , A.F., Santos, W.S., “Riscos associados ao Uso de Equipamento Móvel de Radiação X pelos Técnicos de Radiologia durante Exames de Tórax em Pronto Socorro e emUTI Semi-Intensiva: Estudo de caso em um Hospital Público de Sergipe.” SCIENTIA PLENA, VOL. 6, NUM. 3,2010.
- (14)Irineu, H.M., “Proteção contra radiações ionizantes – Dosímetros”. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/35898140/Dosímetros>> Acesso em 3 de janeiro de 2012.
- (15)Elbern, A., “Portaria 453/98 e Proteção Radiológica”. Disponível em: <http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/controle_de_qualidade_e_portaria.pdf>. Acesso em 15 de dezembro de 2011.
- (16)Gili, F.N;Bellitani,Sandra.A; “Noções de Proteção Radiológica. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN. p.32 – Agosto 2002.
- (17)Daros, K.A., “ Detectores de Radiação Ionizante” – Universidade Federal do Estado de São Paulo- Disponível em: <<http://www.higieneocupacional.com.br/download/detectores-daros.pdf> >. Acesso em 30 de janeiro de 2012.
- (18)Brasil - Comissão Nacional de Energia Nuclear - NE-3.02 – Serviços de Radioproteção – Agosto de 1988.
- (19) Brasil – Norma Regulamentadora 32 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM SERVIÇOS DE SAÚDE- Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- (20) Brasil - Portaria nº. 453 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde “Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências”. Brasília: Ministério da Saúde. Junho 1998.

(21) Caballero, J.S. “Conceitos fundamentais – Radiações Ionizantes e Normas de Proteção Radiológica – NR 32”- Aula de física – Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho- HCFMUSP.

(22) Brasil – Resolução nº 359 – “Dispõe sobre o exercício profissional, o registro e as atividades do Engenheiro de Segurança do Trabalho e dá outras providências.” Brasília – CONFEA – 31 de julho de 1991.

ANEXO I - TERMO DE RESPONSABILIDADE DE USUÁRIO DE DOSÍMETRO

TERMO DE RESPONSABILIDADE DE USUÁRIO DE DOSÍMETRO

Eu,

Matrícula:

CPF:

Função:

Local: .

Declaro ter recebido na presente data, da Seção de Segurança do Trabalho, o dosímetro individual de radiação ionizante de uso pessoal e intransferível, fornecido pela xxx empresa autorizada e credenciada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), de n.º 30 o qual será utilizado única e exclusivamente no exercício das minhas atividades, na área de radiação ionizante nesta Instituição, assumindo inteira responsabilidade pelo mesmo.

Comprometo-me igualmente, utilizá-lo de conformidade com as normas inerentes ao uso do mesmo, de acordo com os itens:

- a. Devolver o dosímetro para troca e leitura todo 1º. dia útil de cada mês, sob pena de ficar sem as leituras de dose do mês.
- b. Usar o dosímetro sobre o avental plumbífero.
- c. Mante-lo sempre com sua presilha jacaré não devendo ser fixado com qualquer outro objeto.
- d. Não sair da instituição portando o dosímetro.
- e. Não exercer minhas atividades na área de radiação ionizante sem o meu dosímetro
- f. Comunicar o mais rápido a chefia, quando da perda do dosímetro.
- g. Não usar outro dosímetro, em substituição ao meu.
- h. Ao encerrar minhas atividades guardar o dosímetro no quadro de dosímetros do meu setor.

Também me comprometo a fazer o hemograma semestral, solicitado pela Enfermagem do Trabalho.

Declaro assim estar ciente destas instruções e estar de posse da segunda via deste documento.

São Paulo, dia de de 2011.

ASSINATURA DO FUNCIONÁRIO

1º VIA – SEÇÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO

2º VIA – FUNCIONÁRIO

ANEXO II – FICHA DE CADASTRO DE EMPRESA/INSTITUIÇÃO NO CNEN

CADASTRO DE INSTITUIÇÃO DO CNEN		NUMERO:
1- TIPO DE SOLICITAÇÃO		
Inclusão	Exclusão	Alteração
2- REGISTRO DA INSTITUIÇÃO		CNPJ
3 - NOME DA INSTITUIÇÃO		4 - SETOR
5 - ALTERAR NOME		6 - ENDEREÇO
Instituição	Setor	
Sim	Não	Sim
		Não
7 - BAIRRO OU DISTRITO		8 - CEP
10 - CIDADE / MUNICÍPIO		9 - CAIXA POSTAL
12 - TELEFONE		11 - ESTADO
DDD	Numero	Ramal
14 - SIGLA DO LABORATÓRIO FORNECEDOR DE DOSÍMETROS		13 - FAX
16 - NOME DO RESP. PELA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA		15 - AREA DE APLICAÇÃO
18 - CPF (SE TIVER CPF PRÓPRIO)		SAÚDE PESQUISA INDÚSTRIA COMÉRCIO
20 - NÃO PREENCHER		17 - CPF PRÓPRIO
AC	OPPL	CL
		S
NOME DO DIRETOR RESPONSÁVEL		19 - NOME DO RESP. PELO USO DO MAT. RADIOLÓGICO
LOCAL	DATA DDMM/AAAA	ASS. DO DIRETOR RESPONSÁVEL