

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO

EDUARDO DIEBOLD

MONITORAMENTO DE ÁREA E SUPERFÍCIE EM UM SETOR DE MEDICINA
NUCLEAR

SÃO LEOPOLDO

2017

Eduardo Diebold

MONITORAMENTO DE ÁREA E SUPERFÍCIE EM UM SETOR DE MEDICINA
NUCLEAR

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho,
pelo Curso de Engenharia de Segurança
do Trabalho da Universidade do Vale do
Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Esp. Paulo Lemos

São Leopoldo

2017

MONITORAMENTO DE ÁREA E SUPERFÍCIE EM UM SETOR DE MEDICINA NUCLEAR

Eduardo Diebold *

Paulo Lemos **

Resumo: O objetivo deste trabalho consiste em um estudo de monitoramento ambiental (área e superfície) de um setor de medicina nuclear para detecção de contaminações radioativas. Foram realizadas medidas de níveis de radiação de área e superfície em determinados locais do setor, de acordo com as normas vigentes. A partir dos dados obtidos foi possível analisar se os procedimentos utilizados para controle e descontaminação estavam sendo realizados de maneira correta.

Palavras-chave: Radiação, contaminação, monitoração, medicina nuclear.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho consiste em um estudo de monitoração de área e de superfície de um setor de MN para detecção de contaminações radioativas. Foram realizadas medidas em um período determinado para avaliar o método utilizado, medidas preventivas e metodologia para descontaminação dos locais.

A Medicina Nuclear (MN) é uma área da medicina que utiliza fármacos associados a isótopos radioativos para serem administrados ao paciente. O fármaco tem a função de conduzir o elemento radioativo para o órgão desejado, e assim pode extrair o máximo de informações diagnósticas ou promover o tratamento de patologias (CHERRY, 2012).

O monitoramento de área em serviço de medicina nuclear consiste em uma avaliação diária do setor para assegurar e identificar se os locais de trabalho estão seguros e não estão contaminados pelos elementos radioativos que são utilizados para diagnósticos e terapias dos pacientes. O monitoramento no local de trabalho é realizado em caráter preventivo para radiação externa, contaminação de superfície e contaminação do ar.

* Bacharel em Física com Ênfase em Física Médica e Bacharel em Engenharia Mecânica. Email: ediebold@gmail.com

** Bacharel em Engenharia Mecânica com Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e Supervisor de Proteção Radiológica. Email: prlemoseng@gmail.com

Na medicina nuclear, o gerenciamento da radioproteção envolve um conjunto de medidas que devem estar contidas num plano de radioproteção, que é um documento que deve ser submetido à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) contendo informações relevantes à proteção radiológica quando da solicitação para funcionamento de um Serviço de Medicina Nuclear (SMN), onde devem constar as exigências nas normas vigentes, como o objetivo da instalação, projeto das blindagens e da área física, aquisição, uso e armazenamento de fontes radioativas, gerenciamento de rejeitos radioativos, estimativas de doses, sinalizações, identificação e classificação de áreas, qualificação dos profissionais envolvidos, etc. O titular, responsável legal pela instalação deve designar um Supervisor de Radioproteção para garantir a execução das tarefas relativas às ações de proteção radiológica. A norma regulamentadora 32 (NR-32) prevê o controle de radioproteção em setores de MN submetendo as normas da CNEN (CNEN NN 3.01, 2014; NR-32, 2011).

Os efeitos nocivos da radiação são classificados como determinísticos e estocásticos. Os efeitos determinísticos ocorrem devido a uma elevada dose de exposição ocorrendo a morte ou mutação de um número elevado de células. Os efeitos estocásticos, são aqueles que possuem probabilidade de ocorrer a partir de doses mínimas de radiação que geram um efeito acumulativo podendo gerar patologias com o decorrer do tempo.

O objetivo deste trabalho consiste em um estudo de monitoração de área e de superfície de um setor de MN para detecção de contaminações radioativas. Foram realizadas medidas em um período determinado para avaliar o método utilizado, medidas preventivas e metodologia para descontaminação dos locais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Instalação Física

Um projeto adequado de um serviço de medicina nuclear é essencial para garantir a otimização para a prática. A norma CNEN-NE-3.05 estabelece as dependências mínimas para um serviço de medicina nuclear:

- a) sala de espera de pacientes;
- b) sanitário exclusivo de pacientes;

- c) local para armazenamento de rejeitos radioativos;
- d) laboratório de manipulação e armazenamento de fontes em uso;
- e) sala de administração de radiofármacos;
- f) sala(s) de exame(s);
- g) quarto para internação de paciente com dose terapêutica, com sanitário privativo, quando forem aplicadas doses terapêuticas de Iodo¹³¹, acima de 1,11 Gbq (30 mCi).

A área específica para cada dependência deve ser projetada levando-se em conta as características particulares de cada serviço, como tipo de procedimento, número de pacientes, recursos humanos e financeiros, de modo que o princípio da otimização seja atendido de maneira satisfatória. Os pisos e paredes dos ambientes do SMN devem ser revestidos de material liso, impermeável e de fácil limpeza e desinfecção (NR-32,2011). O laboratório de manipulação e armazenamento de fontes em uso deve ter pisos e paredes com cantos arredondados, bancada lisa, tanque com no mínimo 40 cm de profundidade e torneiras sem controle manual (CNEN 3.05, 2013).

2.2 Classificação de Área

O controle da exposição ocupacional pode ser feito dividindo as áreas em três tipos: Área livre, controlada e supervisionada. Na área livre, o risco de exposição deve ser baixo o suficiente para assegurar que o nível de proteção dessa área seja comparado ao nível de proteção de indivíduos do público. A área controlada está sujeita a regras especiais de proteção e segurança, com a finalidade de controlar as exposições normais, prevenir a disseminação de contaminação radioativa e prevenir ou limitar a amplitude das exposições potenciais. Na área supervisionada as condições de exposição ocupacional são mantidas sob supervisão, mesmo que medidas de proteção e segurança específicas não sejam normalmente necessárias (CNEN 3.01, 2014).

As áreas controladas devem estar sinalizadas com o símbolo internacional de radiação ionizante, acompanhando um texto descrevendo o tipo de material, equipamento ou uso relacionado à radiação ionizante. As áreas supervisionadas devem ser indicadas como tal, em seus acessos (CNEN 3.01, 2014).

Figura 1 – Planta do local com a classificação de áreas



Fonte – Plano de Radioproteção do Setor de Medicina Nuclear.

2.3 Equipamentos

O setor MN deve possuir no local, em plenas condições de funcionamento, no mínimo os seguintes equipamentos e materiais:

- a) Um sistema de aquisição de imagem, para serviços que realizem procedimentos diagnósticos;
- b) Calibrador de dose;
- c) Monitor de contaminação de superfície;
- d) Monitor de taxa de exposição;
- e) Equipamentos e materiais de proteção individual;
- f) Fontes radioativas de referência para testes periódicos.

O Responsável Legal deve garantir o acesso a um monitor de contaminação de superfície e a um de taxa de exposição reservas em plenas condições de funcionamento (CNEN 3.05, 2013).

2.4 Fontes Radioativas e Manipulação

Em medicina nuclear, a dose é resultado da exposição de fontes radioativas presentes no serviço. Podemos destacar:

Fontes seladas: São as fontes padrão usadas para aferição dos equipamentos (Co-57, Ba-133, Cs-137 e Ge-68).

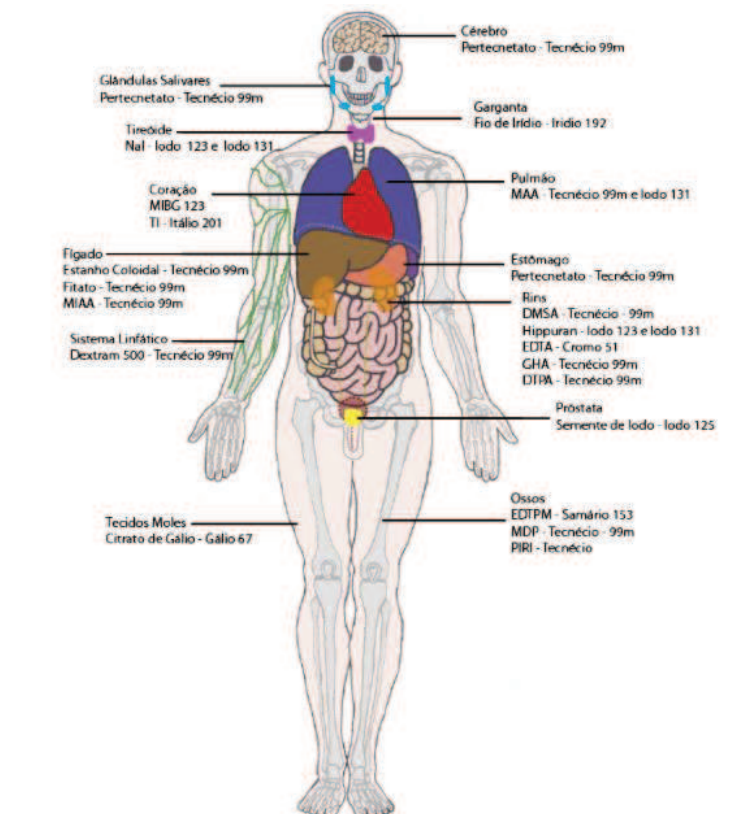
Fontes não seladas: Para uso em pacientes e controle de qualidade (Tc-99m, I-131, Ga-67, In-111, Lu-177, Tl-201, F-18, etc).

De acordo com Machado et.al (2011, p.47),

As fontes seladas apresentam apenas o risco de exposição, uma vez que o material radioativo contido no recipiente não pode ser extraído. Devem ser armazenadas em local específico com as blindagens necessárias e quando utilizadas deve-se seguir boas práticas de radioproteção. As fontes não seladas apresentam também o risco de contaminação, visto que podem ser manipuladas pelo trabalhador. Por isso, o local de manipulação de radioisótopos deve ser forrado com material impermeável e com papel absorvente para, em caso de ocorrência de derramamento de material radioativo, sua remoção seja facilitada. O uso de EPI (equipamento de proteção individual) é fundamental para minimizar os riscos de exposição (avental de chumbo, transportador de seringas, protetor de seringas, castelo para eluição dos geradores Mo/Tc, luvas, guarda-pó e pinças).

Esta apresentado abaixo (Figura 1) alguns radiofarmacos e seus respectivos órgãos tecidos que são analisados em Medicina Nuclear:

Figura 2 – Radiofarmacos e suas aplicações.



Fonte – Garcez (2010)

Os elementos radioativos utilizados em MN possuem um tempo de decaimento que é denominado meia vida. A meia vida é o tempo em que a atividade radioativa se reduz a metade. Segue abaixo a descrição da meia vida dos principais elementos radioativos utilizados em MN (GARCEZ,2010)

Tabela 1 – Meia vida dos elementos radioativos

Elemento Radioativo	Meia Vida
Tc-99m	6 horas
I-131	8 dias
Ga-67	3,26 dias
Tl-201	3,04 dias
I-123	13,02 horas
Sm-153	1,95 dias
F-18	190 min

Fonte – GARCEZ (2010)

2.5 Monitoramento de Área

O monitoramento de área deve ser realizado de forma periódica para assegurar que a rotina de trabalho esteja sendo realizada de forma segura e efetiva. As medidas de levantamento radiométrico nas áreas restritas são realizadas quinzenalmente e a medida de contaminação da superfície de trabalho ao final de cada jornada ou sempre que houver suspeita de contaminação (NR-32, 2011).

Qualquer indivíduo que possa estar ocupacionalmente exposto (IOE), a níveis de dose sujeita a controle, deve ser monitorado individualmente por meio de um dosímetro (CNEN 3.01, 2014).

2.6 Norma Regulamentadora

A norma regulamentadora aplicada a Medicina Nuclear é a NR-32. Nela estão descritos os requisitos mínimos que devem ser seguidos para manter o IOE e o local de trabalho seguro para as atividades laborais. Esta Norma Regulamentadora (NR) tem por finalidade estabelecer as 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.

De acordo com o item 32.4.1, o atendimento das exigências desta NR, com relação às radiações ionizantes, não desobriga o empregador de observar as disposições estabelecidas pelas normas específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, do Ministério da Saúde.

De acordo com o item 32.4.3, 3 O trabalhador que realize atividades em áreas onde existam fontes de radiações ionizantes deve:

- a) permanecer nestas áreas o menor tempo possível para a realização do procedimento;
- b) ter conhecimento dos riscos radiológicos associados ao seu trabalho;
- c) estar capacitado inicialmente e de forma continuada em proteção radiológica;
- d) usar os EPI adequados para a minimização dos riscos;
- e) estar sob monitoração individual de dose de radiação ionizante, nos casos em que a exposição seja ocupacional.

De acordo com o item 32.4.5 e 32.4.5.6, toda instalação radiativa deve dispor de monitoração individual e de áreas e deve ser implementado um programa de monitoração periódica de áreas, constante do Plano de Proteção Radiológica, para todas as áreas da instalação radiativa.

De acordo com o item 32.4.13.4, ao término da jornada de trabalho, deve ser realizada a monitoração das superfícies de acordo com o PPR, utilizando-se monitor de contaminação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Monitoramento Ambiental

3.1.1 Monitoramento de Área (Levantamento Radiométrico)

O Levantamento Radiométrico de Área é realizado quinzenalmente em todas as áreas consideradas controladas e supervisionadas do setor. Tem por finalidade medir a taxa de exposição em mR/h.

Procedimentos para realização da monitoração:

- a) A tabela de registro de medidas já indica quais as superfícies previamente definidas como aquelas com maior risco de contaminação;
- b) Com o monitor ligado, faça uma medida de BG (radiação de fundo) mR/h em uma área livre. Anote na tabela;
- c) Realizar medidas em mR/h em todas as áreas indicadas na tabela de registro de medidas;
- d) No caso de as medidas não ultrapassarem a radiação de fundo, anote apenas *BG* na tabela;
- e) Caso alguma medida exceda BG, considera-se contaminação. Anote o valor na tabela e a contaminação no campo de observações da tabela bem como no Livro de Ocorrências juntamente com as medidas adotadas;

Locais onde são realizadas as medidas:

Tabela 2 – Descrição de Áreas

Áreas Controladas
Sala de Exames de Tireóide
Radiofarmácia
Sala de Administração
Banheiro de Pacientes
Sala de Espera de Pacientes Injetados
Sala de Preparo
Sala de Exames
<u>Sala de Exames de Estresse Cardiológico</u>
Fonte - Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Descrição de Áreas

Áreas Supervisionadas
Vestiário
Sala da Física Médica
Banheiro de Funcionários
Área de Circulação Interna
Comando da Sala de Exames
Sala dos Médicos
Secretaria
Fonte - Elaborado pelo autor

3.1.2 Monitoramento de Superfície (Levantamento Radiométrico de Superfície)

O Levantamento Radiométrico de Superfície é realizado diariamente para controle e detecção de possíveis focos de contaminação nos pontos considerados mais críticos em cada área controlada do setor.

Procedimentos para realização da monitoração:

- a) A tabela de registro de medidas já indica quais as superfícies previamente definidas como aquelas com maior risco de contaminação;
- b) Com o monitor ligado, faça uma medida de BG (radiação de fundo) em contagens por minuto (com) em uma área livre. Anote na tabela;
- c) Faça medidas em cpm em todas as superfícies indicadas na tabela de registro de medidas;
- d) No caso de as medidas não atingirem 300 cpm, anote apenas *BG* na tabela;
- e) Caso alguma medida exceda 300 cpm, considera-se contaminação. Anote o valor na tabela e a contaminação no campo de observações da tabela bem como no Livro de Ocorrências juntamente com as medidas adotadas;

Locais onde são realizados as medidas:

Tabela 4 – Locais de realização de medidas

Mapeador de Tireóide
Maçanetas
Cadeiras
Cadeira Captação
Comando Captação
Comando Mapeador
Maca do Mapeador
Lixos
Mesa de Apoio
Radiofarmácia
Maçanetas
Mesa de Apoio
Mesa Banho Maria
Pia/Torneira
Lixos
Geladeira
Lixos
Mesa de Apoio
Sala de Administração
Maçanetas
Pia/Torneira

Bancada de Apoio
Lixos
Suporte de Braço
Cadeira Paciente

Sala de Pacientes Injetados

Cadeiras
Mesinha de Apoio
Maçanetas - Sala de Exames

Sala de Preparo

Maçanetas
Bancada de Apoio
Cadeira Paciente
Suporte de Braço
Lixo
Maca

Sala de Ergometria

Maçanetas
Maca
Suporte de Braço
Mesa Computador
Esteira
Cadeira Apoio Paciente
Bancada de Apoio

Fonte - Elaborado pelo autor

3.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados são monitores de taxa de dose e contaminação. Segue abaixo a descrição dos equipamentos:

- a) Monitor 1 (Geiger-Müller):
- Fabricante: VICTOREEN
 - Modelo: 290
 - Número de Série: 973
 - Probe superfície:
 - Modelo: 489-110C
 - Número de Série: 2641
 - Probe área:
 - Modelo: 495-50
 - Número de Série: 4267
 -

Figura 3 – Geiger-Muller



Fonte – Registrado pelo autor

b) Monitor 2 (Geiger-Müller)::

- Fabricante: VICTOREEN
- Modelo: 290
- Número de Série: 91533
- Probe superfície:
 - Modelo: 489-110C
 - Número de Série: NC

Figura 4 - Geiger-Müller



Fonte - Registrado pelo autor

c) Monitor 3 (Câmara de Ionização):

- Fabricante: VICTOREEN
- Modelo: 190
- Número de Série: 108064
- Probe superfície:
 - Modelo: 489-110D

- Número de Série: 125950

Figura 5 – Câmara de Ionização



Fonte - Registrado pelo autor

3.3 Métodos de descontaminação

A descontaminação de superfícies deve ser realizada quando for detectada contaminação através de monitoração, proveniente de acidente com radioisótopo. Deverá ser realizada sempre que tiver indício ou suspeita de contaminação.

Material para descontaminação e verificação de nível de radiação:

- a) Monitor de Contaminação;
- b) Probe de Superfície;
- c) Luvas Descartáveis;
- d) Agente descontaminante ou água;
- e) Papel absorvente ou compressa de pano;
- f) Livro de Ocorrências.

Procedimentos de descontaminação:

- a) No caso de detecção ou suspeita de contaminação, informar imediatamente ao setor de Física Médica e Segurança do Trabalho;
- b) Realizar uma medida de contaminação, em cpm, para confirmação da contaminação, com o monitor de contaminação, com a probe de superfície;
- c) Isolar a área contaminada;
- d) Caso a superfície contaminada seja forrada com campo duplado (ou papel absorvente) troque o campo. O campo contaminado deve ser descartado como Rejeito Radioativo;
- e) Caso a superfície não seja forrada, utilize papel absorvente ou compressa de pano para absorver o material contaminante;
- f) Em seguida, limpe com água ou agente descontaminante a região contaminada em movimentos curtos, de fora para dentro, evitando ao máximo aumentar a região de contaminação;

- g) Todo material utilizado deve ser tratado como rejeito radioativo;
- h) Realize uma medida de contaminação para verificação do nível de contagem. Caso a contagem ainda esteja acima de 300 cpm, realizar novamente a limpeza do local, conforme o item 6;
- i) Caso a medida esteja abaixo de 300 cpm, a área foi descontaminada e pode ser liberada;
- j) Caso o nível de contagem seja muito alto e a contaminação persistir, avaliar a possibilidade de manter o isolamento da área contaminada;
- k) Registrar no Livro de Ocorrência a contaminação com data, local da contaminação, medida em cpm antes e depois da contaminação e medidas tomadas.

4 RESULTADOS

Com os dados obtidos no setor de medicina nuclear foi possível analisar a relação entre o monitoramento de área, monitoramento de superfície, métodos de descontaminação e medidas preventivas para controle de contaminação do ambiente.

4.1 Monitoramento de área

Foram obtidos dados de monitoração no período de 09/01/2017 à 21/07/2017. A norma da CNEN 3.05 não estabelece frequência específica de medidas e valor máximo para determinar contaminação (CNEN 3.05, 2013).

Todas as medidas foram realizadas em mR/h, utilizando o equipamento Geiguer-Muller com probe de área. O equipamento utilizado para medição foi acondicionado com material não absorvente e descartável a fim de evitar contaminação.

Os dados obtidos nas medidas de monitoração realizadas estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 5 - Dados de monitoração de áreas

Data:	09/jan	23/jan	17/mar	29/mar	07/abr	28/abr	12/mai	22/mai	02/jun	26/jun	11/jul	21/jul
BG área livre:	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Responsável:	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR
Áreas Controladas												
	Medidas Realizadas											
Sala do Mapeador Tireóide	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Radiofarmácia	0,07	0,1	0,06	0,03	0,03	0,06	0,04	0,06	0,05	5	0,06	0,05
Sala de Administração	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01
Banheiro Pacientes	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01
Sala Pacientes Injetados	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	SM	0,01	SM
Sala de Exames - Forte	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	SM
Sala de Preparo	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Sala da Ergometria	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Áreas Supervisionadas												
	Medidas Realizadas											
Vestiário	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Sala Física Médica	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Banheiro Funcionários	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Circulação Interna	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Comando Sala Exames	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Sala dos Médicos	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Secretaria	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Medidas efetuadas em mR/h

SM - Sem Medidas de Monitoramento

Fonte - Elaborado pelo autor

A partir dos dados analisados podemos concluir que no período de realização das medidas foi encontrada contaminação no setor de radiofarmácia, no dia 26/07/17. A medida encontrada estava muito acima da radiação de fundo (BG) da área livre. O setor de radiofarmácia é uma área considerada controlada. Nos outros dias analisadas não foram encontradas medidas significativas que pudessem determinar que alguma área estivesse contaminada.

O setor de radiofarmácia esta mais sujeito a contaminação devido a manipulação de fontes radioativas para preparação dos radiofármacos que são administrados nos pacientes.

4.2 Monitoramento de Superfície

Foram obtidos dados de monitoração no período de 31/05/2017 à 07/07/2017. A norma da CNEN 3.05 estabelece que a frequência de medidas seja realizada diariamente ou nos dias que o serviço esta em funcionamento. O valor máximo para determinar contaminação é de 300 contagens por minuto (cpm) (CNEN 3.05, 2013).

Todas as medidas foram realizadas em cpm, utilizando o equipamento Geiguer-Muller com probe de superfície. O equipamento utilizado para medição foi

acondicionado com material não absorvente e descartável a fim de evitar contaminação.

A partir dos dados analisados podemos concluir que no período de realização das medidas foi encontrada contaminação no setor de radiofarmácia, entre os dias 26/06/17 e 30/06/17. Esta contaminação ocorreu devido a queda de um frasco de eluído de pertecnato de sódio (Tc-99 m) (Figura 5) no piso da radiofarmácia. O Tc-99 m é um radiofármaco, portanto contém material radioativo.

Figura 6 – Gerador de Tc99 m e frascos para eluição



Fonte – Site Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN. Acessado em setembro 2017.

Para realizar a descontaminação foram utilizados procedimentos de limpeza do local utilizando papel absorvente, limpeza com água realizando movimentos curtos para não aumentar a região contaminada. Para realizar a descontaminação o funcionário do local utilizou luvas descartáveis de material não absorvente, Jaleco, e barreira de proteção de chumbo para minimizar a exposição a radiação e diminuir os riscos de contaminação do indivíduo ocupacionalmente exposto. O local foi isolado e após o procedimento foram realizadas medidas de monitoramento de superfície para liberação do local. Como as medidas de descontaminação não foram suficientes para descontaminar o local, foi isolada a área para esperar o decaimento do material radioativo e poder liberar a área para o trabalho. A radiofarmácia foi liberada para uso no dia 30/07/17, após ser realizada medida de monitoramento identificando que o local estava seguro para a utilização.

Os materiais utilizados para a descontaminação do local são tratados como rejeitos radioativos. Após a sua utilização os materiais são identificados, acondicionados e armazenados de forma segura, em local específico, de acordo com os requisitos da norma CNEN NN 3.01. Os Rejeitos contaminados com Tc-99m devem ser segregados dos demais rejeitos radioativos, posto que sua meia-vida curta permite que, após um mês de armazenamento (equivalente a um fator de

decaimento da ordem de 10-36), possam ser descartados com segurança através do sistema de coleta de específica (sólidos) ou pela rede de esgoto sanitário (líquidos) (XAVIER, 2003).

Os dados obtidos nas medidas de monitoração realizadas estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 6 - Dados de monitoração de superfícies

Data:	31/mai	02/jun	05/jun	09/jun	12/jun	14/jun	16/jun	19/jun	21/jun	26/jun	28/jun	30/jun	07/jul
BG Padrão (cpm)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
BG área livre (com):	42	32	51	60	58	71	40	63	47	79	61	44	58
Responsável:	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR	CR
Sala Mapeador de Tireóide													
	Medidas Realizadas												
Maçanetas	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Cadeiras	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Cadeira Captação	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Comando Captação	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Comando Mapeador	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Maca Mapeador	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Lixos	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Mesa de Apoio	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Mesa de Rejeitos	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Setor de Radiofarmácia													
	Medidas Realizadas												
Maçanetas	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Mesa de Apoio	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Mesa Banho Maria	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Pia/Tomeira	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Lixos	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Geladeira	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	>300	>300	>300	BG
Sala de Administração													
	Medidas Realizadas												
Maçanetas	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Pia/Tomeira	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Bancada de Apoio	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Lixos	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Suporte de Braço	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Cadeira Paciente	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG	BG
Medidas efetuadas contagens por minuto (cpm)													

Fonte - Elaborado pelo autor

5 DISCUSSÃO

A partir da correlação dos dados analisados podemos identificar que o monitoramento de área esta ligado ao monitoramento de superfície, pois se temos uma superfície contaminada a área também estará contaminada. Para trabalharmos com o ambiente do setor de medicina nuclear seguro para os indivíduos ocupacionalmente expostos devem-se realizar treinamentos periodicamente e disponibilizar equipamentos de proteção individual e coletiva de maneira correta.

As pessoas envolvidas em atividades com fontes de radiação devem estar adequadamente treinadas de modo a assimilar a necessidade de respeitar os regulamentos de segurança radiológica, estando sempre cientes dos riscos associados ao emprego de radiações ionizantes (XAVIER, 2003).

Os indivíduos que empregam, em seu trabalho, fontes de radiação ionizante devem ter a sua disposição equipamentos de proteção adequados, incluindo, conforme aplicável, vestimentas apropriadas, como jalecos ou macacões, equipamentos de proteção respiratória, biombos para atenuação das radiações, aventais de chumbo e outras blindagens específicas para determinados órgãos, luvas e sapatilhas (XAVIER, 2003).

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho consiste em um estudo de monitoração de área e de superfície de um setor de MN para detecção de contaminações radioativas. Foram realizadas medidas em um período determinado para avaliar o método utilizado, medidas preventivas e metodologia para descontaminação dos locais.

As técnicas utilizadas para realizar as medições de monitoração se mostraram eficientes para o controle de contaminação. Os locais analisados estavam com medidas de monitoração de acordo com o esperado. Com os dados obtidos foi possível realizar uma correlação dos dados de monitoramento de área e superfície.

O monitoramento de superfície foi realizado diariamente e o monitoramento de área quinzenalmente ou quando houvesse ocorrido um evento fora do esperado. Podemos concluir que quando há uma contaminação de superfície acima dos limites permitidos também será possível detectar contaminação de área. A frequência das medidas de monitoração de superfícies é diária, mas poderia ser implantada a monitoração logo após a utilização dos elementos radioativos. Assim teríamos o controle imediato caso tenha ocorrido uma contaminação que não foi percebida pelo funcionário do setor.

Conclui-se que as técnicas utilizadas para o monitoramento ambiente e descontaminação do local se mostraram eficientes. O treinamento e os EPI que a equipe do setor de MN recebe estão de acordo com o esperado pelas normas locais. Para evitarmos acidentes com elementos radioativos é fundamental que a equipe seja treinada constantemente e que os funcionários que manipulam estes elementos

tenham atenção devida para este fim. A contaminação encontrada no período de realização das medidas foi devido a queda de um frasco com elemento radioativo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 32**: segurança e trabalho em serviços de saúde. Brasília, DF, 2011. Acesso em: 07 set. 2017.

CHERRY, S.R. et al. **Physics in Nuclear Medicine** . 4 ed. Elsevier, 2012.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NÚCLEAR (CNEN). **CNEN NN 3.01**: diretrizes básicas de proteção radiológica. Rio de Janeiro, 2014.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NÚCLEAR (CNEN). **CNEN NN 3.05**: requisitos de segurança e proteção radiológica para serviços de medicina nuclear. Rio de Janeiro, 2013.

GARCEZ, A.T. et al. **Medicina Nuclear**. São Paulo, 2010. Disponível em: http://rle.dainf.ct.utfpr.edu.br/hipermidia/images/documentos/Medicina_nuclear.pdf

GERULLS, E. **Controle da dose de radiação ionizante para trabalhadores em uma instalação radioativa com fontes não-seladas**. 2006. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências- Tecnologia Nuclear), Instituto de Pesquisas Nucleares (IPEN), São Paulo, 2006.

MACHADO, Marcos A.D., et al. Revisão: radioproteção aplicada a medicina nuclear. **Revista Brasileira de Física Médica**, v.4, n.3, p. 47-52, 2011.

OLIVEIRA, S.M. et al. Avaliação da sensibilidade de monitores de contaminação para aplicação em monitoração da exposição interna de trabalhadores em medicina nuclear. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v.3, n.1, p.01-12, 2015.

PINHEIRO, R.M. **Mapeamento do nível radiométrico e construção do mapa espacial em serviço de medicina nuclear**. 2013. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Física Médica) – Curso de Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2013.

XAVIER, A.M. et al. **Princípios Básicos de Segurança e Proteção Radiológica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, 2 ed. UFRGS, 2003.