

Mapa Espacial de Dose do Serviço de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas de Botucatu

Spatial Map Dose of Nuclear Medicine Service of the Clinical Hospital of Botucatu

Caio V. Oliveira, Caroline Mendonça, Eduardo T. Silva, Sônia M. Moriguchi e Kátia H. Koga

Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Botucatu (SP), Brasil.

Resumo

Este trabalho foi realizado para descrever níveis de exposição ocupacional e ambiental do Serviço de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu. Para tal fim, foram realizadas medidas dos níveis radiométricos de pontos estrategicamente definidos, em todas as dependências, por um período de seis meses, amostrando dias e horários diferentes, em funcionamento normal da rotina do setor. Os resultados permitem estimar a expectativa de dose para cada ambiente, comparando-os com a limitação de dose estabelecida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, permitindo uma melhor orientação dos indivíduos ocupacionalmente expostos, indicando os pontos onde a ocupação deve ser a mínima necessária, possibilitando a redução dos riscos a exposições potenciais.

Palavras-chave: proteção radiológica, medicina nuclear, exposição ocupacional, saúde do trabalhador.

Abstract

This study was conducted to describe levels of occupational and environmental exposure of the Nuclear Medicine Service of the Clinical Hospital of Botucatu. To this end, measurements were made of the radiometric levels of points strategically defined, in all the environments, for a period of six months, sampling different days and times, during operation normal routine of the sector. The results allow us to estimate the expected dose for each environment, comparing them to the dose limitation established by the National Commission of Nuclear Energy (CNEN), allowing better targeting of occupationally exposed individuals, indicating the points where the occupation should be the minimum required, enabling the reduction of risks to potential exposures.

Keywords: radiation protection, nuclear medicine, occupational exposure, occupational health.

Introdução

A Medicina Nuclear possui a característica de utilizar fontes radioativas não seladas, devido à movimentação constante de fontes e pacientes durante a realização de exames.

Este fluxo de fontes gera constantes variações nos níveis radiométricos ambientais nas dependências do serviço, desde níveis de taxa de exposição muito baixos, como radiação de fundo, até taxas que acarretariam doses acumuladas nos indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) acima do limite anual estabelecido pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Como o processo é dinâmico e a monitoração dos níveis radiométricos não é constante, há risco do IOE receber doses superiores aos preconizados¹.

Este risco aumenta quando o serviço aumenta o número de exames realizados mensalmente. Inicialmente, os serviços de Medicina Nuclear possuem um número de exames reduzidos e, com o decorrer do tempo, há um crescimento do volume de pacientes, resultando no aumento do fluxo de fontes radioativas nas dependências do serviço².

Para realização do levantamento radiométrico, este trabalho utilizou o instrumento de radioproteção obrigatório e disponível em todo serviço de Medicina Nuclear, o monitor *Geiger-Muller*, para realizar um mapeamento espacial dos níveis radiométricos ambientais em diversos pontos das dependências das Áreas Controladas da Instalação, levando em consideração a dispersão existente.

Material e Métodos

Inicialmente, foram definidos pontos de referências nas dependências do serviço, nos quais foram realizadas medições dos níveis radiométricos ambientais. Os critérios para definição dos pontos foram: um ponto espacial muito ocupado pelo IOE e representar a extensão da dependência (foram determinados mais de um ponto por dependência com objetivo de estimar a distribuição espacial). Durante um período de seis meses, foram feitas medidas de taxa de exposição nos pontos definidos, em dias e horários diferentes da semana e escolhidos aleatoriamente, atentando amostrar cada conjunto (ponto, dia, horário) em quantidades iguais.

Para cada ponto, foram determinados a média, o desvio padrão e o intervalo de confiança de 95%. A determinação destes parâmetros permite realizar projeções das doses espaciais com níveis de confiança estabelecidos, mesmo que a incerteza seja elevada.

Foi realizado um teste de aferição do monitor *Geiger-Muller* para checar a compatibilidade entre a leitura de exposição e o valor nominal esperado para o ^{99m}Tc . Foram feitas medidas da taxa de exposição gerada por uma fonte de 30 mCi (1.11 GBq) às distâncias de 1, 2, 3 e 4 m.

Resultados

Apresentado pela Tabela 1, está a comparação entre os valores obtidos para taxa de exposição e o valor nominal esperado.

Tabela 1. Comparação Taxa de Exposição medida *versus* Taxa de Exposição Nominal em $\mu\text{R/h}$.

Distância (m)	Xn	Xe*	Eficiência E (%)
1	3432,00	3345,97±107,94	97,49
2	858,00	883,96±41,74	103,03
3	381,33	433,07±14,24	113,57
4	214,50	209,97±1 0,86	97,89

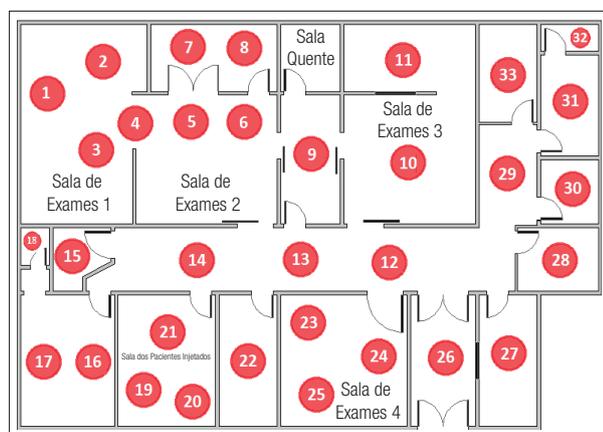


Figura 1. Marcação espacial dos pontos onde foram realizadas as medidas.

Tabela 2. Média da Taxa de Exposição por pontos de monitoração.

Pontos	Taxa de Exposição ($\mu\text{R/h}$)		
	Média	σ	IC95%
1	47,22	74,93	±20,39
2	24,72	32,94	±8,96
3	89,77	156,04	±42,47
4	74,41	94,34	±25,68
5	97,04	155,83	±42,41
6	90,43	113,56	±30,91
7	49,27	194,42	±52,91
8	95,93	490,90	±133,61
9	32,06	89,39	±24,33
10	34,75	106,29	±28,93
11	21,28	69,36	±18,88
12	93,68	213,68	±58,16
13	60,52	133,44	±36,32
14	163,65	364,33	±99,16
15	30,35	25,15	±6,85
16	15,72	13,89	±3,78
17	26,82	31,57	±8,59
18	10,26	7,95	±2,16
19	700,40	1183,34	±322,06
20	551,82	915,72	±249,23
21	370,16	600,24	±163,36
22	51,97	81,17	±22,09
23	71,89	100,49	±27,35
24	107,48	146,42	±39,85
25	216,94	319,28	±86,90
26	34,44	123,65	±33,65
27	20,30	61,85	±16,83
28	10,53	19,09	±5,20
29	9,15	6,25	±1,70
30	6,12	5,89	±1,60
31	8,71	6,12	±1,67
32	8,60	5,58	±1,52
33	7,89	6,48	±1,76
34	163,71	175,87	±47,87
35	265,46	282,99	±77,02
36	695,40	763,11	±207,69
37	170,92	312,94	±85,17
38	365,22	1621,22	±441,24
39	381,04	730,61	±198,85
40	483,99	723,64	±196,95
41	67,15	207,14	±56,38

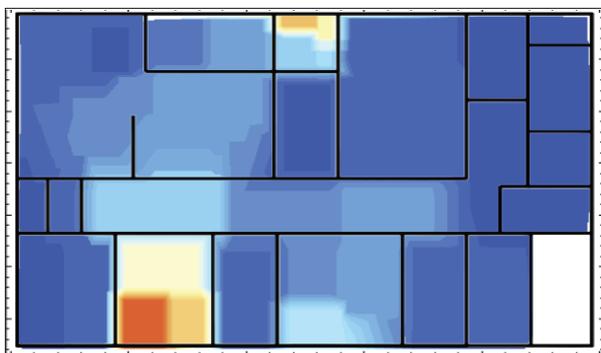


Figura 2. Mapa espacial dos níveis de exposição ambiental.

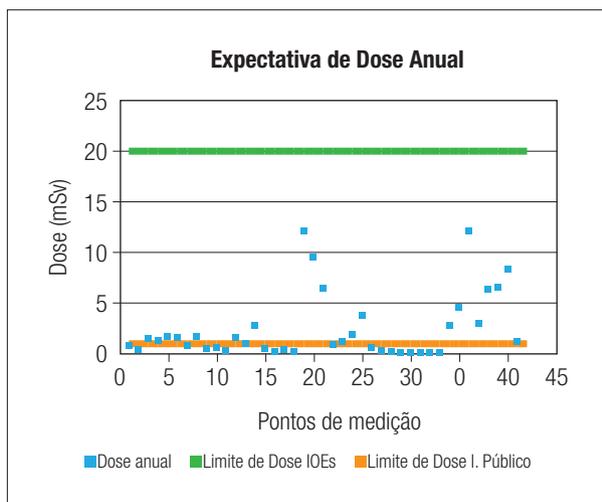


Gráfico 1. Projeções anuais de Dose Equivalente para os pontos medidos.

A distribuição espacial dos pontos onde foram realizadas as medidas de taxa de exposição é representada na Figura 1.

No interior da sala quente foram definidos: o centro, frente ao gerador, frente ao gerador na altura dos olhos, frente ao lixo de ^{131}I , frente ao lixo de $^{99\text{m}}\text{Tc}$, frente ao lixo de perfuro-cortantes na altura dos olhos, e frente ao depósito de rejeitos como pontos de monitoração, sendo assim representados pelos pontos 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40. O ponto 41 representa o corredor externo, próximo à saída.

Verificada a compatibilidade entre a leitura e os valores esperados, são apresentados os parâmetros estatísticos obtidos nos pontos aferidos, apresentados na Tabela 2.

Com base na planta e nas medidas realizadas, foi atribuída uma região a cada ponto, assim, criou-se um mapa espacial das taxas de exposição associando uma tabela de cores. Cores em tons de vermelho indicam taxas de

exposição mais elevadas na região e cores em tons de azul indicam doses menores, como ilustrado na Figura 2.

Foram também realizadas projeções das doses anuais recebidas para ocupação integral dos pontos, apresentadas no Gráfico 1.

Discussão e Conclusões

Este procedimento permite estabelecer projeções de doses recebidas para todos os indivíduos nas dependências do serviço de Medicina Nuclear.

Os pontos de maior dose, normalmente localizados em sala quente e sala de espera de pacientes injetados, foram confirmados.

O principal resultado é o mapa de distribuição espacial das taxas de exposição ou de projeção de doses, que indica os pontos cuja ocupação deve ser minimizada. Este instrumento pode agregar-se ao Plano de Proteção a Riscos Ambientais (PPRA – NR32), sendo afixado nas dependências para orientar os IOEs, através do recurso visual, com a vantagem de identificar a posição espacial do risco na dependência.

Este método pode ser utilizado também para mapear níveis radiométricos ambientais em serviços que estejam com doses acima do nível investigação recorrentes, auxiliando na identificação das causas e na definição das soluções.

Pode-se verificar que o mapa espacial de doses é um instrumento útil para a proteção radiológica aplicada à Medicina Nuclear.

Referências

1. CNEN-NN-3.01. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica. Rio de Janeiro; 2011.
2. CNEN-NN-3.05. Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear. Rio de Janeiro; 1996.
3. ICRP - International Commission on Radiological Protection, -1990- Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of ICRP 21, n. 1/3, ICRP Publication 60. Pergamon Press, Oxford; 1991.
4. Tauhata L, Salati IPA, Prinzi RD, Prinzi MARRD. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos – 5ª revisão. Instituto de Radioproteção e Dosimetria, CNEN. Rio de Janeiro; 2003.
5. Maletta PGM, Filippetto J, Wakabayashi T, da Silva TA. Níveis de Radiação Externa em Instalações de um Centro de Tecnologia Nuclear. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Belo Horizonte (MG), Brasil.
6. Monteiro IHTS. Determinação das taxas de dose ambientais e ocupacionais de radiação gama, em consequência da presença do RDS-111 e do depósito de rejeitos no IEN/CNEN. [Tese de Mestrado em Ciências]. Rio de Janeiro: COOPE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); 2005.
7. Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME. Physics in Nuclear Medicine – Fourth Edition.