

Comparação entre detectores utilizados para medidas ambientais em serviços de medicina nuclear

Marcelo Menna Barreto Schwarecke*, Domingos D'Oliveira Cardoso** e Nadya Maria P. D. Ferreira***

RESUMO

Este trabalho foi realizado para verificação da eficácia de monitores de radiação quanto a suas propriedades e determinação para baixos níveis de taxa de dose, níveis estes aos quais os profissionais de medicina nuclear são submetidos. Para isso utilizamos quatro monitores de radiação com propriedades diferentes de detecção e comparamos seus resultados em dois diferentes testes, que são a variação da distância fonte-detector e levantamento radiométrico para o radionuclídeo Tecnécio-99m. Os resultados deste trabalho serviram de base para a escolha do monitor empregado no estudo dos níveis de taxa de dose a que o profissional de medicina nuclear é submetido por exame, estimando assim valores de suas doses mensais.

PALAVRAS-CHAVE

Medicina Nuclear; Dosimetria; Proteção Radiológica; Detectores.

INTRODUÇÃO

Um correta determinação dos níveis de taxa de dose em um Serviço de Medicina Nuclear (SMN) para a classificação das áreas internas do Serviço, segundo a norma CNEN-NN-3.01^[1] da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), permite ao profissional Supervisor de Radioproteção (SR) uma otimização do plano de Proteção Radiológico do SMN proposto na norma CNEN-NN-3.05^[2].

Vários estudos demonstram dificuldades na determinação dos valores de taxa de dose ou dose absorvida em medicina nuclear^[3,4,5]. Estas dificuldades para determinação dos valores da taxa de dose em medicina nuclear devem-se ao fato de que este tipo de estabelecimento trabalha com fonte não seladas com diferentes energias. Os radionuclídeos, ao serem administrados aos pacientes, passam a caracterizar cada paciente como uma fonte emissora de radiação, mo-

* Mestre em Engenharia Nuclear — IME/RJ. e-mail: mschwarcke@click21.com.br

** Doutor em Engenharia Nuclear — UFRJ/RJ, Comissão Nacional de Energia Nuclear

*** Doutora em Física Nuclear — UFRJ/RJ, Instituto Militar de Engenharia. e-mail: nadya@ime.eb.br

dificando constantemente os níveis de radiação presentes nos ambientes internos de um SMN, uma vez que o radionuclídeo presente no paciente não está concentrado em um ponto específico, e o paciente movimenta-se pelas dependências do SMN.

Neste trabalho foi avaliado o desempenho de quatro medidores de radiação, com propriedades de detecção diferentes, determinando valores de taxa de dose de acordo com os valores de atividade administrada aos pacientes de medicina nuclear do Hospital Central do Exército (HCE), no Rio de Janeiro-RJ.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizadas duas câmaras de ionização, um cintilador e um Geiger-Müller, usado para monitoração pessoal. Realizou-se o teste de variação da distância fonte-detector para todos os medidores e o levantamento radiométrico do SMN para os medidores de área. Foi excluída neste teste qualquer interferência resultante da ação de fontes externas ou pacientes que realizariam exames. Qualquer fator de radiação dispersa que pudesse influenciar nas medidas, de acordo com a literatura^[6,7], foram previamente monitorados com um detector de área Geiger-Müller e excluídos como fator de alteração das medidas.

Foi avaliada uma câmara de ionização, modelo Babyline 81 capaz de detectar radiação gama na faixa de energia de 10,0\,keV a 10,0\,MeV^[8], uma câmara de ionização modelo 2130 Mini-ION capaz de detectar radiação gama com energia na faixa de 10,0\,keV a 6,0\,MeV^[9], um cintilador modelo identiFINDER, detector NaI, capaz de detectar radiação gama na faixa de energia de 15,0\,keV a 3,0\,MeV^[10] e um monitor pessoal

Geiger-Müller modelo PM1730GN capaz de detectar radiação gama na faixa de energia de 60,0\,keV a 3,0\,MeV^[11]. A detecção da radiação gama deve-se ao fator de ser a mais empregada no SMN, mesmo este utilizando para terapia radionuclídeos emissores de radiação beta.

Para o teste da variação da distância fonte-detector, foi utilizada uma fonte de ^{99m}Tc, nuclídeo com energia de 140,0 keV. A escolha desta fonte deve-se ao fato de ser a mais empregada nos SMN no Brasil. Para simular a ação de um paciente, optou-se por utilizar a fonte irradiando isotropicamente, não sendo blindada durante o processo de variação da distância fonte-detector. Utilizando-se para realização das medidas dois frascos de vidro do eluído com atividades de 5,05 mCi e 9,15 mCi, atividades administradas na realização de exames de cintilografia renal com DTPA ou DMSA.

A fonte foi posicionada em um suporte metálico com garras e se deslocava sobre uma mesa metálica de Inox. Esta geometria foi utilizada para facilitar a descontaminação, no caso de um acidente com o vidro do eluído. Os detectores foram posicionados de forma que seu volume sensível ficasse a uma altura da mesa de 15,0 cm, formando uma linha horizontal com a fonte. Após a geometria estar afixada, variou-se a distância fonte-detector a cada intervalo de 20cm e foram realizadas três medidas para cada distância, obtendo-se o valor médio. Cada série de três medidas foi feita em intervalos não superiores a dois minutos de forma que a influência do decaimento natural do radionuclídeo não interferisse nos resultados.

O cintilômetro Identificador identiFINDER, modelo 21305, tipo MFG 535 do fabricante Thermo Electron Corporation, foi utilizado como valor padrão para a comparação, devido a suas

características de maior sensibilidade e por ter sido calibrado em laboratório secundário internacional. Os resultados foram comparados com os obtidos das duas Câmaras da Ionização. Uma modelo Babyline 81 do fabricante Eurisys Measures e outra modelo 2130 Mini-ION do fabricante Thermo Electron Corporation, ambas com erro intrínseco de 10%.

A câmara de ionização Babyline 81 foi utilizada em duas geometrias diferentes, uma como é apresentada pelo fabricante, em que posicionamos a câmara na mesma direção da fonte (posição frontal) e a outra geometria de forma perpendicular em relação ao feixe (posição lateral). O estudo da alteração na forma de leitura ocorreu devido ao fato de que o volume sensível da câmara de ionização permitia a influência da radiação espalhada durante a realização do teste de levantamento radiométrico do SMN, necessitando assim uma avaliação do nível de

influência em sua detecção com relação aos demais monitores analisados.

Durante o período de realização deste trabalho, tivemos acesso a um monitor Geiger-Müller modelo PM1703GN, do fabricante Polimaster^[11], que fora utilizado para medir a dose pessoal dos profissionais envolvidos neste estudo. Observou-se que este monitor apresentava um processo de saturação toda vez que ocorria o deslocamento em direção à fonte de radiação. Assim, para uma melhor avaliação, foi adicionado ao processo de comparação dos monitores, mesmo sendo sua função e propriedades de detecção diferentes dos demais monitores, para efeito de determinação desse fenômeno.

RESULTADOS

Utilizando o detector cintilador modelo IndentiFINDER, a câmara de ionização modelo Ba-

Tabela 1 – Leituras das Taxas de Dose comparativas entre os monitores PM1703GN, Babyline 81 e IndentiFINDER

Distância (m)	Geiger-Müller PM1730GN ($\mu\text{Sv/h}$)	Câmara de Ionização Babyline 81 (frontal) ($\mu\text{Sv/h}$)	Câmara de Ionização Babyline 81 (lateral) ($\mu\text{Sv/h}$)	Identificador IndentiFINDER ($\mu\text{Sv/h}$)
0,20	10,96±0,55	136,85±13,68	84,00±8,40	71,42±7,14
0,40	3,14±0,18	32,57±3,26	25,42±2,54	21,72±2,17
0,60	1,28±0,11	6,14±0,61	5,71±0,57	5,98±0,59
0,80	0,76±0,09	6,14±0,61	5,71±0,57	5,98±0,59
1,00	0,49±0,05	4,28±0,43	4,28±0,43	3,93±0,39
1,20	0,42±0,05	4,28±0,43	4,28±0,43	2,82±0,28
1,40	0,24±0,06	2,28±0,23	2,28±0,23	2,09±0,21
1,60	0,23±0,02	2,00±0,20	1,85±0,18	1,60±0,16
1,80	0,18±0,01	1,28±0,13	1,42±0,14	1,27±0,13
2,00	1,49±0,11	1,14±0,11	1,00±0,10	1,02±0,10
2,20	1,40±0,12	0,85±0,08	1,00±0,10	0,85±0,08
2,40	0,89±0,07	0,57±0,05	0,85±0,08	0,72±0,07

byline 81, nas duas posições anteriormente mencionadas, e o Geiger-Müller modelo PM1730GN, medimos as taxas de dose referentes a exposição de uma fonte de ^{99m}Tc , com atividade de 5,05 mCi (186,85 MBq), variando-se a distância fonte-detector de 0,2m a 2,4m. Foram obtidos os dados demonstrados na Tabela 1.

A Figura 1 representa os gráficos comparativos das Taxas de Dose em $\mu\text{Sv/h}$ em função da distância fonte-detector referentes às leituras apresentadas na Tabela 1. Optou-se por separar a forma de visualização dos dados nos gráficos de acordo com três intervalos de distância fonte-detector baseado na análise dos profissionais

atuantes em SMN, de forma a avaliar o desempenho dos monitores na determinação de um valor adequado de taxa de dose de forma a representar a dosimetria pessoal do profissional. Assim as medidas demonstradas na Figura 1-a caracterizam o posicionamento do paciente e do profissional que faz a administração do radiofármaco. As medidas demonstradas na Figura 1-b e 1-c são representativas do posicionamento do profissional durante o protocolo de aquisição do exame.

Realizou-se, utilizando a mesma metodologia, a comparação entre o cintilador IndentiFINDER modelo 21305 e a câmara de ionização

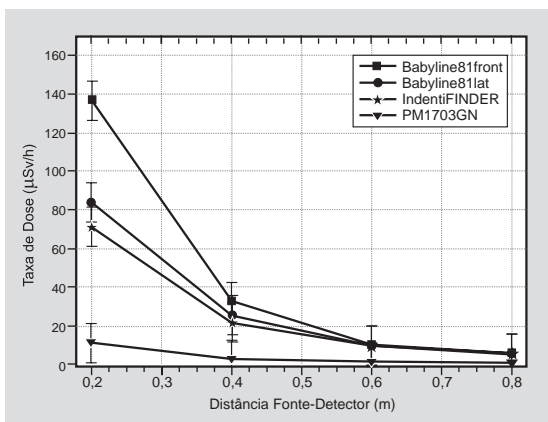


Figura 1-a: Medidas entre 0,20 a 0,80m.

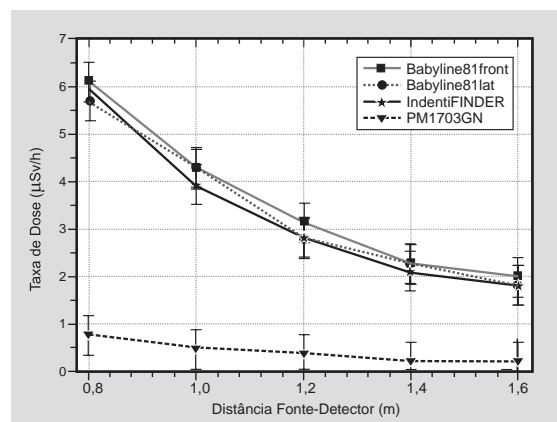


Figura 1-b: Medidas entre 0,80 a 1,60m.

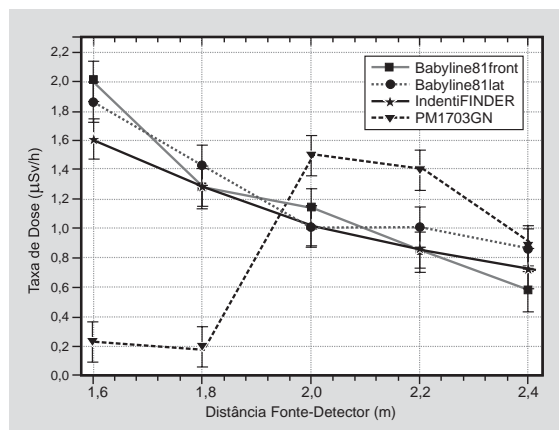


Figura 1-c: Medidas entre 1,60 a 2,40m.

Figura 1 – Medidas realizadas com os monitores Babyline 81, IndentiFINDER e PM1730GN

modelo 2130 Mini-ION. A taxa de dose foi medida em $\mu\text{Sv/h}$ para uma fonte de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ com atividade de 9,15 mCi [338,55 MBq]. Os dados obtidos estão expressos na Tabela 2.

A Figura 2 representa os dados da Tabela 2. A taxa de dose para a distância próxima ao paciente está representada no gráfico da Figura 2-a, e a taxa de dose para a distância em que o profissional está digitando os dados no terminal de aquisição está representada na Figura 2-b.

O teste de levantamento radiométrico, como mencionado anteriormente, foi realizado durante o período em que não estavam presentes

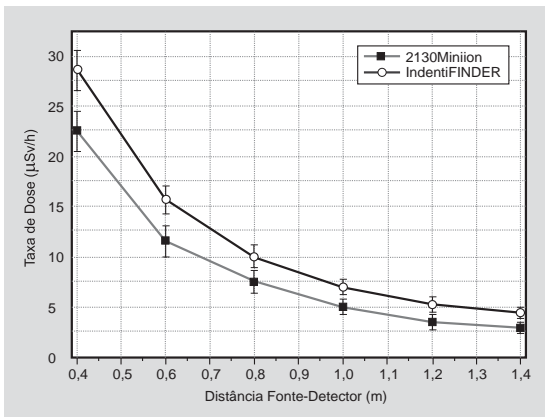


Figura 2-a: Medidas entre 0,40 a 1,60m

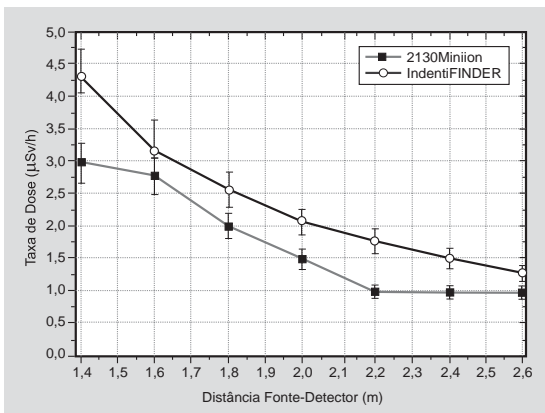


Figura 2-b: Medidas entre 1,60 a 2,40m.

Figura 2 – Medidas realizadas com o IndentiFINDER e o 2130 Mini-ION

Tabela 2 – Leitura das Taxas de Dose obtidas para a fonte de 9,15 mCi de $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Distância (m)	Câmara de Ionização 2130 Mini-ION ($\mu\text{Sv/h}$)	Identificador IndentiFINDER ($\mu\text{Sv/h}$)
0,40	22,50±2,25	28,68±2,87
0,60	11,50±1,15	15,68±1,57
0,80	7,50±0,75	9,98±1,00
1,00	5,00±0,50	6,92±0,69
1,20	3,50±0,35	5,18±0,52
1,40	3,00±0,30	4,31±0,43
1,60	2,80±0,30	3,18±0,32
1,80	2,00±0,20	2,58±0,26
2,00	1,50±0,15	2,08±0,21
2,20	1,00±0,10	1,78±0,18
2,40	1,00±0,10	1,51±0,15
2,60	1,00±0,10	1,28±0,13

no SMN pacientes em trânsito para realização de exames ou em espera. Utilizou-se para estas medidas os monitores indentiFINDER, Babyline 81 e 2130 Mini-ION. Foram selecionados pontos em cada ambiente do SMN e realizadas quatro medidas em um giro de 360° no mesmo eixo, a altura de 1,30m do chão, registrando o valor médio de taxa de dose para cada ponto. Os dados obtidos estão demonstrados na Tabela 3.

DISCUSSÕES

Tomando como padrão as medidas realizadas com o cintilador IndentiFINDER, podemos observar que a Câmara de Ionização Babyline 81 e 2130 Mini-ION possuem um desvio padrão de 20% e 30% respectivamente. Os resultados mostraram a independência geométrica para a câmara de ionização Babyline 81 para distâncias superiores

Tabela 3 – Levantamento Radiométrico realizado com diferentes monitores


Ambiente	Câmara de Ionização 2130 Mini-ION ($\mu\text{Sv/h}$)	Câmara de Ionização Babyline 81 ($\mu\text{Sv/h}$)	Identificador identiFINDER ($\mu\text{Sv/h}$)
Recepção	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06	0,56 \pm 0,06
Sala Exame 1	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06	0,58 \pm 0,06
Sala Exame 2	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06
Sala Interpretação	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06	0,57 \pm 0,06
Radiofarmácia	0,50 \pm 0,05	0,60 \pm 0,06	0,58 \pm 0,06
Banheiro Funcionários	0,60 \pm 0,06	0,60 \pm 0,06	0,55 \pm 0,07
Banheiro Pacientes	0,80 \pm 0,08	0,70 \pm 0,07	0,73 \pm 0,07
Sala Administração de Radiofârmacos	0,60 \pm 0,06	1,00 \pm 0,10	0,97 \pm 0,01
Sala de Manipulação de Radiofârmacos	0,80 \pm 0,08	1,60 \pm 0,16	1,80 \pm 0,18
Sala de Repouso	0,70 \pm 0,07	1,00 \pm 0,10	1,20 \pm 0,12

a 0,60m e para os valores inferiores, a variação pode ser explicada pela diferença geométrica do volume sensível da câmara de ionização em comparação aos demais detectores analisados.

No teste do levantamento radiométrico, a câmara de ionização 2130 Mini-ION mostrou-se constante em suas medidas, apresentando apenas uma maior sensibilidade quanto a alterações repentinas em sua geometria de detecção, tais como: movimentos rápidos laterais provocam alteração na agulha de leitura, necessitando assim de um tempo maior de estabilização do equipamento para continuar as medidas. O monitor Geiger-Müller PM1703GN, utilizado para a monitoração pessoal, apresentou um processo de saturação em distâncias inferiores a 2,0m, demonstrando em seu visor leituras inferior-

res às registradas pelos demais monitores para a mesma geometria de detecção.

CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou a importância em conhecer além das propriedades intrínsecas dos equipamentos utilizados para medidas de proteção radiológica, a necessidade de testes prévios para aferir a repetitividade dos dados coletados *in loco*, uma vez que o equipamento será submetido a condições adversas de manipulação. Estes cuidados podem promover, além da otimização das condições de trabalho, uma economia para o Serviço de Medicina Nuclear na confecção de blindagens de chumbo para radioproteção dos funcionários. 

Referências

- [1] CNEN-NN-3.01 Diretrizes Básicas de proteção radiológica, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro, 2005.
- [2] CNEN-NN-3.05 Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear, Rio de Janeiro, 1996.

- [3] Chiesa C. De Sanctis V. Crippa F. Schiavini M. Fraigola C. Bogni A. Pascali C. Decise D. Marchesini R. Bombardieri E., Radiation dose to technicians por nuclear medicine procedure: comparison between technetium-99m, gallium-67, and iodine-131 radiotracers and flurine-18 fluorodeoxyglucose, *European Journal of Nuclear Medicine*, November 1997.
- [4] de Sales CP, Santos MCPS, Ciochi NF, Brochi MAC, Almeida A, Souza JF. Avaliação de doses equivalentes num serviço de medicina nuclear, IX Congresso Brasileiro de Física Médica e III Congresso Ibero Latino-Americano e do Caribe de Física Médica, Rio de Janeiro, 2004.
- [5] de Oliveira JP, Lopes MS, da Rosa LAR, da Fonseca LMB, Corbo R. Dosimetric analysis of persons accompanying nuclear medicine patients in the therapeutic room. *Radiol. Bras.* Jan/Fev, 2008 ;41(1):35-38
- [6] Tsoufanidis N. *Measurement and Detection of Radiation*, vol. 6, Ed. Taylor & Francis, 1995.
- [7] Knoll GF. *Radiation Detection and Measurement*, Ed. Jonh Wile & Sons, 1999.
- [8] Eurisys Mesures, *Manual do Proprietário: Câmara de Ionização Portátil Babyline 81*, França, Setembro, 1991.
- [9] Thermo Fisher Scientific, *Especificação do produto 2130 mini-ion portable survey meter*, Disponível em <http://www.thermo.com/rmp>, [capturado em 12 de setembro de 2007].
- [10] Thermo Fisher Scientific, *Especificação do produto identifinder isotop identifier*, Disponível em <http://www.thermo.com/rmp>, [capturado em 12 de setembro de 2007]
- [11] Thermo Fisher Scientific, *Especificação do produto pm1703 series gamma & gamma/neutron pager*, Disponível em <http://www.thermo.com/rmp>, [capturado em 12 de setembro de 2007]



Editorial 2009

Coleção General Benício

A GUERRA DA COREIA

Stanley Sandler

Livro de História Militar que apresenta os antecedentes, as razões e os diferentes procedimentos das forças americanas e norte-coreanas em cada uma das fases da guerra. Discorre, ainda, sobre as consequências daquele conflito para a doutrina militar dos EUA e para a história, após a segunda metade do século XX, com destaque para a condução das operações militares.