

AVALIAÇÃO DA DOSE EFETIVA ACUMULADA EM TRÊS CLÍNICAS DE MEDICINA NUCLEAR

F. L. Silva*, T. C. Cozer*, J. C. Badelli***, P. Nohama*, F. S. Barros** e M. V. W. Zibetti*

*CPGEI/UTFPR, Curitiba, Brasil

**PPGEB/UTFPR, Curitiba, Brasil

***PPGEM/UTFPR, Curitiba, Brasil

e-mail: fabricioloreni@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo verificar se a Dose Efetiva Acumulada (DEA) dos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE), em três clínicas de Medicina Nuclear (MN) da Região Metropolitana de Curitiba, estão de acordo com a norma NN-3.05 da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Também apresenta uma avaliação da DEA dos IOE separados por profissões/função que exercem na Clínica de MN. O levantamento de DEA foi realizado no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2013. Os dados foram fornecidos pelos físicos credenciados. Constatou-se que nas três clínicas os funcionários estão em conformidade com a normativa vigente. Observou-se que a Área Técnica (Técnico e Tecnólogo em Radiologia, Biomédico e Biólogo) apresentou a maior DEA, seguida pela Enfermagem (Enfermeiro, Técnico e Auxiliar de Enfermagem). Médicos, Físicos e Serviços Gerais (Auxiliares de Limpeza, Serviços Gerais) foram os profissionais com menor DEA.

Palavras-chave: Dose Efetiva, Limitação de Dose Individual, Medicina Nuclear, Norma CNEN NN 3.05.

Abstract: This study aimed to verify if the Cumulative Effective Dose (DEA) of occupationally exposed individuals (IOE) in Nuclear Medicine (MN) clinics of the Metropolitan Region of Curitiba, are in accordance with the NN-3.05 the National Commission of Nuclear Energy (CNEN). The survey of DEA, fulfilled at three clinics, covered the period from January 2010 to December 2013. Data were provided by accredited physicists. It was found that in all three clinics, the employees are in accordance with current legislation. It was observed that the Technical Area staff (technicians and Technologists in Radiology, Biomedical scientists and Biologist) had the highest DEA, followed by nurses, technicians and nursing assistants. Physicians, physicists, cleaning assistants and general services staff were professionals who received less DEA.

Keywords: Effective Dose, Dose Limitation, Nuclear Medicine, CNEN NN 3.05.

Introdução

Os requisitos básicos de proteção radiológica dos Indivíduos Ocupacionalmente Expostos (IOE) que trabalham em áreas que apresentem aplicação de

radiação ionizante são normatizados e definidos pela Norma NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear). As práticas para as quais a norma se aplica levam em consideração o manuseio, a produção, a posse e a utilização de fontes, bem como o transporte, o armazenamento e a deposição de materiais radioativos. A prática na Medicina Nuclear (MN) utiliza de todos esses meios. Por isso, é necessário garantir a segurança dos funcionários diante da exposição a que estão submetidos. Um método utilizado para garantir esta segurança é o uso de dosímetro, que monitora o nível de exposição à radiação ionizante [1].

A normativa também estipula que os dosímetros são de uso individual e apenas devem ser utilizados durante a jornada de trabalho. Quando verificado um nível de Dose Efetiva (DE) acima do limiar especificado pela CNEN, deve-se investigar o motivo que ocasionou essa DE acima do limite estabelecido. Mesmo havendo margem de tolerância, deve-se assegurar o especificado no princípio ALARA, que determina que a dose aplicada ao IOE não pode ser tão alta quanto razoavelmente exequível [2].

Entre as várias especialidades da medicina, que utiliza radiação ionizante, a MN é a que deixa os IOE mais susceptíveis a uma maior exposição [1]. A norma CNEN-NN-3.05 - Requisitos de Segurança e PR para Serviços de MN - estabelece a limitação de dose individual. Esta limitação tem a finalidade de garantir um nível adequado de proteção individual para o IOE, considerando a proteção como condição limitante do processo de otimização de proteção radiológica, tendo como base um valor de restrição de DE, levando em conta as incertezas a exposições associadas, relativas à qualquer fonte de radiação ou instalação que esteja sob o controle regulatório. A DEA não pode ultrapassar a 20mSv ao ano ou 4 mSv em qualquer mês. A DEA para mãos e pés é de 500 mSv ao ano ou 40 mSv em qualquer mês. Caso supere esse limiar, é necessário notificar a CNEN, juntamente com uma justificativa do ocorrido, contendo a descrição do evento, taxa de dose a que o IOE foi submetido, as medidas iniciais tomadas, as investigações realizadas e suas conclusões, e as medidas tomadas para evitar novo evento [3,4].

A MN trabalha com fontes não seladas, fator que aumenta a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Sendo assim, é importante conhecer os valores de doses [3,4]. O controle adequado das doses individuais dos IOE é a única forma de garantir que os serviços estão seguindo as normativas impostas pela CNEN [5].

Em trabalhos anteriores [6,7], foram realizadas avaliações das doses individuais de funcionários nos serviços de MN do Rio de Janeiro. Em ambos os estudos, constatou-se que a área técnica e a enfermagem foram mais expostas à radiação.

Este trabalho tem por objetivo verificar se a DEA, no período de 2010 a 2013, de clínicas de MN da Região Metropolitana de Curitiba-PR, atendem aos requisitos de saúde ocupacional prescrito pela normativa CNEN NN 3.05.

Materiais e métodos

A avaliação foi realizada com dados fornecidos pelos físicos responsáveis e credenciados juntos à CNEN e à PRO-RAD. Foram avaliadas três clínicas de Curitiba-PR, aqui nominadas de A, B e C, no período de 2010 a 2013.

Os nomes dos IOE também não são divulgados, tendo em vista o acordo de confidencialidade assinado. Em seu lugar, utilizam-se duas letras e um número. A primeira letra indica a clínica a que o IOE pertence e a segunda letra, sua função. Entre as letras, insere-se um número para diferenciar cada um dos IOE.

Os IOE foram agrupados em seis funções distintas: médico, físico, área técnica (técnico e tecnólogo em radiologia, biomédico e biólogo), enfermagem (enfermeiro, técnico e auxiliar de enfermagem), serviços gerais (auxiliares de limpeza, serviços gerais).

Foram registradas e acompanhadas as DEA apenas dos funcionários que permaneceram de janeiro de 2010 até dezembro de 2013. Em seguida, foi verificado se as doses dos IOE estão de acordo com os níveis aceitáveis de dose preconizados pela norma NN 3.05 da CNEN.

Resultados

Após a aquisição dos dados e agrupamento dos IOE por função nas três clínicas, construiu-se a Tabela 1, que apresenta o número de IOE em cada uma das funções, nas diferentes clínicas.

Tabela 1: Número de IOE por função nas clínicas A, B e C.

Função	Número de IOE			Total por Função
	A	B	C	
Ár. Técnica	17	8	9	34
Ser. Gerais	7	4	5	16
Enfermagem	6	4	3	13
Físico	1	1	1	3
Médicos	8	4	5	17
Total IOE	39	21	23	83

Na Tabela 2, listam-se as doses dos Físicos das três clínicas. Na Tabela 4, apresentam-se as DEA da Enfermagem nas Clínicas A, B e C; na Tabela 5, as DEA dos Médicos e na Tabela 6, dos Serviços Gerais.

Como pode ser observado na Clínica A, Clínica B e Clínica C, há 17, 8 e 9 profissionais na Área Técnica

respectivamente. O somatório das doses por ano desses IOE pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 2: DEA dos Físicos das três clínicas.

Função: Físico		Dose Efetiva Acumulada (mSv)			
Clínica	Físico	2010	2011	2012	2013
A	F1A	0,0	0,0	0,0	0,0
B	F1B	0,0	0,0	0,0	0,0
C	F1C	0,0	0,0	0,0	0,0
Somatório (mSv)		0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 3: DEA da Área Técnica das três clínicas.

Clínica	Área Técnica	Dose (mSv)			
		2010	2011	2012	2013
A	Funcionário				
	A1A	3,4	3,7	0,0	0,0
	A2A	1,6	2,7	2,1	2,3
	A3A	3,7	4,2	1,3	0,0
	A4A	0,0	1,2	1,2	9,5
	A5A	5,0	9,9	7,8	5,0
	A6A	1,9	10,1	0,0	2,6
	A7A	1,5	0,0	0,0	0,0
	A8A	1,1	0,4	0,0	0,0
	A9A	2,4	4,2	1,4	4,3
	A10A	1,4	5,0	6,8	6,4
	A11A	0,0	3,9	1,8	1,6
	A12A	0,0	0,3	0,0	0,0
	A13A	0,0	3,1	3,8	2,0
	A14A	0,0	2,6	0,8	0,0
	A15A	0,0	0,0	1,4	0,0
	A16A	0,0	0,0	6,6	7,1
A17A	2,0	12,5	6,4	0,0	
	Dose Acum.	24	63,8	41,4	40,8
B	A1B	3,4	3,7	0,0	0,0
	A2B	1,6	2,7	2,1	2,3
	A3B	3,7	4,2	1,3	0,0
	A4B	0,0	1,2	1,2	9,5
	A5B	5,0	9,9	7,8	5,0
	A6B	1,9	10,1	0,0	2,6
	A7B	1,5	0,0	0,0	0,0
	A8B	1,1	0,4	0,0	0,0
	Dose Acum.	18,2	32,2	12,4	19,4
C	A1C	2,4	4,2	1,4	4,3
	A2C	1,4	5,0	6,8	6,4
	A3C	0,0	3,9	1,8	1,6
	A4C	0,0	0,3	0,0	0,0
	A5C	0,0	3,1	3,8	2,0
	A6C	0,0	2,6	0,8	0,0
	A7C	0,0	0,0	1,4	0,0
	A8C	0,0	0,0	6,6	7,1
	A9C	2,0	12,5	6,4	0,0
	Dose Acum.	5,8	31,6	29	21,4

Tabela 4: DEA da Enfermagem das três clínicas.

Clínica	Enfermagem	Dose (mSv)			
		2010	2011	2012	2013
A	Funcionário				
	E1A	2,0	0,0	0,0	0,0
	E2A	0,9	2,7	3,0	7,3
	E3A	2,6	1,7	0,0	0,0
	E4A	0,0	4,6	1,5	2,3
	E5A	0,0	0,0	0,5	0,8
	E6A	0,7	6,9	1,8	0,2
	Dose Acum.	6,2	15,9	6,8	10,6
B	E1B	2,0	0,0	0,0	0,0
	E2B	0,9	2,7	3,0	7,3
	E3B	2,6	1,7	0,0	0,0
	Dose Acum.	5,5	4,4	3,0	7,3
C	E1C	0,0	4,6	1,5	2,3
	E2C	0,0	0,0	0,5	0,8
	E3C	0,7	6,9	1,8	0,2
		Dose Acum.	0,7	11,5	3,8

Tabela 5: DEA dos Médicos das três clínicas.

Médico		Dose (mSv)			
Clínica	Funcionário	2010	2011	2012	2013
A	M1A	0	0	0	0
	M2A	0,3	0,2	0	0
	M3A	0,2	0	0	0
	M4A	0,4	0	0	0,2
	M5A, M6A, M7A, M8A, M9A	0	0	0	0
	Dose Acum.	0,9	0,2	0	0,2
B	M1B	0	0	0	0
	M2B	0,3	0,2	0	0
	M3B	0,2	0	0	0
	M4B	0,4	0	0	0,2
	Dose Acum.	0,9	0,2	0	0,2
C	M1B, M2B, M3B, M4B, M5B	0	0	0	0
	Dose Acum.	0	0	0	0

Tabela 6: DEA dos Serviços Gerais das três clínicas.

Ser. Gerais		Dose (mSv)			
Clínica	Funcionário	2010	2011	2012	2013
A	D1A	0,0	0,0	0,0	0,0
	D2A	0,0	0,0	0,0	0,0
	D3A	0,0	0,0	0,0	0,0
	D4A	0,0	0,0	0,0	0,0
	D5A	0,0	0,0	0,0	0,0
	D6A	0,0	0,2	0,0	0,0
	D7A	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dose Acum.	0,0	0,2	0,0	0,0
	D1B	0,0	0,0	0,0	0,0
B	D2B	0,0	0,0	0,0	0,0
	D3B	0,0	0,0	0,0	0,0
	D4B	0,0	0,0	0,0	0,0
	D5B	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dose Acum.	0,0	0,0	0,0	0,0
C	D1C	0,0	0,0	0,0	0,0
	D2C	0,0	0,0	0,0	0,0
	D3C	0,0	0,2	0,0	0,0
	D4C	0,0	0,0	0,0	0,0
	D5C	0,0	0,0	0,0	0,0
Dose Acum.	0,0	0,2	0,0	0,0	

De posse desses dados, construíram-se os gráficos com as DEA recebidas pelos funcionários nas diferentes funções, ao longo dos quatro anos, representados nas Figuras 1, 2 e 3, para as Clínicas A, B e C.

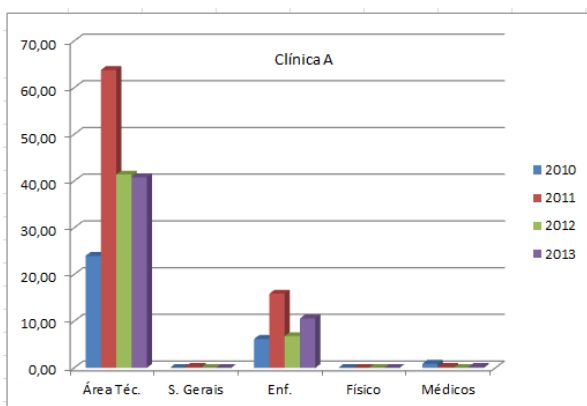


Figura 1: Doses Eficazes Acumuladas (mSv) pelos IOE da Clínica A, nos anos de 2010 até 2013.

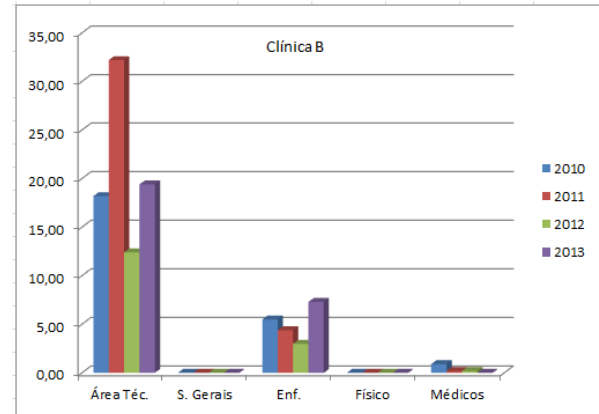


Figura 2: Dose Efetiva Acumulada (mSv) pelos IOE da Clínica B, nos anos de 2010 até 2013.

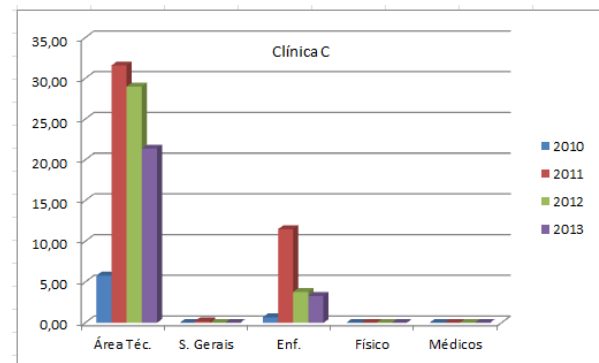


Figura 3: Dose Efetiva Acumulada (mSv) pelos IOE da Clínica C, nos anos de 2010 até 2013.

Discussão

Nos estudos de DEA em MN, os resultados publicados divergem, pois a metodologia de medidas varia. Em um serviço de MN de Hong Kong, em 2002, os valores das DEA médias foi de $2,07 \pm 0,97$ mSv para os trabalhadores da área técnica [8]. Sales et al. [6] avaliaram registros das doses equivalentes individuais dos IOE em MN de um hospital de Ribeirão Preto, entre 1994 e 2003. Nessa análise, estima-se que a dose média anual ficou entre 1,8 mSv e 5,2 mSv, com média de 3,3 mSv. Entre as diferentes categorias de profissionais, os técnicos registraram as DEA (média de 5,5 mSv), a equipe de enfermagem com média de 3 mSv, médicos e físicos com doses DEA médias inferiores a 0,5 mSv. Em hospitais da Lituânia, as DEA médias dos profissionais técnicos ficaram em $2,12 \pm 1,2$ mSv, entre 1991 e 2003 [9]. No entanto, Martins [10], reportou os resultados das DEA médias obtidas em Portugal, no período de 2000 a 2006. Entre os trabalhadores expostos, a DEA média foi de 2,2 mSv, tendo variado de 1,8 mSv a 2,5 mSv entre os anos de monitoração. Em 2007, a DEA média dos trabalhadores monitorados aumentou, chegando a 2,6 mSv [10]. No ano de 2008, a dose efetiva média anual alcançou 3,5 mSv [10].

No presente trabalho, a maior DEA encontrada foi de 12,5 mSv, do funcionário A9, no ano de 2013, da Clínica C. O funcionário encontra-se na classificação da Área Técnica. Um dos motivos que justificam ser este o profissional que recebe maior dose de radiação é o fato

de ele estar em contato direto com o paciente, sendo ele que vai à clínica para uso de fontes não seladas. É o profissional que manipula o material radioativo, desde a preparação do radiofármaco até sua administração. O posicionamento do paciente, ao qual já foi administrado material radioativo, é exclusividade dos técnicos. Alguns posicionamentos requerem maior cuidado face à mobilidade do paciente, o que demanda maior tempo e, conseqüentemente, maior exposição do profissional. Portanto, é justificável que sejam esses os profissionais que recebem maior valor de dose efetiva acumulada por ano nas três clínicas avaliadas e, por extensão, em qualquer clínica, como verificado neste trabalho e outros realizados anteriormente [5,6,7].

Os profissionais da Enfermagem receberam a segunda maior dose efetiva, cujo maior valor acumulado foi 7,3mSv no ano de 2013, pelo funcionário E2, da Clínica B. Uma das justificativas plausíveis para este resultado é que esses profissionais são responsáveis pela administração intravenosa do radiofármaco nos pacientes. Também acompanham diretamente o paciente no teste ergométrico, ficando os mesmos responsáveis pela aplicação de medicamentos, orientados pelo médico presente, caso o paciente tenha alguma dificuldade que requeira intervenção medicamentosa, o que acresce o tempo de exposição.

Para os médicos, a dose encontrada ficou abaixo do pessoal técnico e de enfermagem. A maior dose entre os médicos foi de 0,4mSv do funcionário M4 da Clínica A e 0,4mSv do funcionário M4 da Clínica B. A baixa exposição está relacionada ao fato dos médicos não permanecerem durante a punção venosa do paciente, nem no posicionamento dos mesmos. Essas funções não fazem parte do cunho médico, e justificam a maior exposição dos funcionários técnicos e de enfermagem.

Dois profissionais entre os dezesseis enquadrados em Serviços Gerais registraram dose. Ambos receberam 0,2mSv e são das Clínicas A e C. Já entre os Físicos, não ocorreu nenhum registro nos 4 anos. Esse baixo índice entre os funcionários de Serviços Gerais e Físicos é um fato esperado, pois eles não atuam diretamente com pacientes. A pequena variação que houve pode decorrer do fato de que esses profissionais limpam o estabelecimento e realizam serviços gerais durante o funcionamento do mesmo e, conseqüentemente, estão expostos a pacientes que receberam material radioativo.

Conclusão

As três clínicas avaliadas no presente trabalho, entre 2010 e 2013, estão em conformidade com a norma CNEN NN-3.01. Seus funcionários apresentaram DEA inferior a 20mSv por ano, como preconizado pela norma.

Os funcionários da Área Técnica tiveram a média das DEA por funcionário de 2,5mSv na Clínica A, 2,57mSv na Clínica B e 2,44mSv na Clínica C. Os profissionais da Enfermagem tiveram a média das DEA por funcionário de 1,65mSv na Clínica A, 1,26mSv na Clínica B e 1,61mSv na Clínica C. Para os Médicos, a

média da DEA por funcionário foi de 0,04mSv na Clínica A, 0,08mSv na Clínica B e 0,00mSv na Clínica C. Já para os Serviços Gerais, a média da DEA por funcionários ficou em 0,01mSv nas Clínicas A e C. Na Clínica B, não houve valor significativo de DEA. Para os Físicos, a média da DEA por funcionário foi de 0,00mSv nas três clínicas.

Portanto, os funcionários que apresentaram a maior DEA foram os Técnicos e Tecnólogos em Radiologia, Biomédicos e Biólogos. Os profissionais da Enfermagem receberam a segunda maior DEA. Constatou-se que os Médicos tiveram uma DEA superior aos profissionais de Serviços Gerais. Já os Físicos não tiveram registro de DEA.

Verificou-se ainda que o corpo técnico e de enfermagem, por serem responsáveis pela execução dos procedimentos relacionados ao preparo do radiofármaco, necessitam de um monitoramento constante, por realizarem a aplicação endovenosa com o radiofármaco. Quando constatada uma maior DE em um funcionário, deve-se adotar o rodízio entre os profissionais de cada área, para minimizar a DEA recebida.

Agradecimentos

Os autores agradecem às Clínicas de Medicina Nuclear por fornecerem todos os dados necessários para a realização desta pesquisa.

Referências

- [1] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Diretrizes Básicas de Radioproteção. CNEN-NN-3.01; 2005.
- [2] IAEA Fundamental Safety Standards. Fundamental Safety Principles. 2006.
- [3] Comissão Nacional de Energia Nuclear. Requisitos de Radioproteção e Segurança para Serviços de Medicina Nuclear. CNEN-NN-3.05; 2013.
- [4] ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 38, 2008.
- [5] Almeida A, et al. Avaliação das Doses Equivalentes Médias Mensais num Hospital de Grande Porte. Revista Radiologia Brasileira, p. 157-159, 1989.
- [6] Sales de C.P, et al. Avaliação de doses equivalentes num serviço de Medicina Nuclear. Associação Brasileira de Física Médica. 2004.
- [7] Kubo A,L,S,L. Estudo da exposição ocupacional externa nos serviços de medicina nuclear do Rio de Janeiro. CNEN. Rio de Janeiro 2011.
- [8] Ho, W Y et al. Radiation Doses to Staff in a Nuclear Medicine Department. J. HL. Coll. Radiol., v. 5, p.24-28, 2002.
- [9] Valuckas, Konstantinas P et al. Occupational Exposure of Medical Radiation Workers in Lithuania, 1991-2003. Acta Medica Lituanica, v. 14, n. 3, p.155-159, 2007.
- [10] Martins, M B et al. Exposição Ocupacional em Portugal (2000 a 2006). Instituto Tecnológico e Nuclear. Relatório UPSR-A, nº 34/2010, Jul. 2010.