



## Modelo quantitativo de avaliação da contribuição de cada fonte radioativa na dose individual externa Hx em trabalhador de serviço de medicina nuclear

Nathaliê Canhameiro Oliveira<sup>a</sup>; Eduardo Tinóis<sup>a</sup>; Kátia Hiromoto Koga<sup>a</sup>; Aline da Silva Bezerra<sup>a</sup>; Vinicius Capistrano Ferreira<sup>a</sup>, Thaísa Resende Azevedo<sup>a</sup>, Sonia Marta Moriguchi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu - Unesp, CEP18618-970, Botucatu, São Paulo, Brasil  
*soniamoriguchi@fmb.unesp.br*

---

### ABSTRACT

Assess whether the activities performed in the Nuclear Medicine service are significant in the total dose received by the workers and their relative contributions. Methods: measured independent variables: number of scintigraphies remaining in the examination room (N); eluted activity (E); Total activity marked in pharmaceuticals kits (K); number of times that was scheduled to work in the Hot room (Q); Variable dependent measured: cumulative effective dose in the period 10/2012 to 04/2013 added to each worker, obtained by information registered daily and monthly on activities and doses received in the period. Held Multiple Linear Regression ( $D = a + \beta_1 N + E + \beta_2 \beta_3 K + \beta_4 Q$ ) with  $\alpha = 0.05$  significance level. It was concluded that the independent variables N ( $p = 0.097$ ) and E ( $p = 0.086$ ) did not significantly interfere with the Cumulative dose in the period. The K variables ( $p = 0.017$ ) and Q ( $p = 0.028$ ) were significant in the proposed model.

### Keywords:

Palavras-chave: dosimetry, radiologic protection, nuclear medicine

---

## **1. INTRODUÇÃO**

A medicina Nuclear é uma especialidade médica que emprega fontes não seladas para terapia e diagnóstico de diversas doenças. Utiliza substâncias marcadas com radionuclídeos, os radiofármacos, que se concentram em órgãos que se deseja estudar, resultando em informações fisiológicas dos pacientes<sup>(1)</sup>.

A formação da imagem em medicina nuclear se dá pela detecção da radiação emitida por radionuclídeos<sup>(1)</sup>. Desta forma, os pacientes injetados tornam-se fontes radioativas e, inevitavelmente, as pessoas que trabalham em um setor de medicina nuclear ficam expostas a essa radiação<sup>(2)</sup>, esses são chamados de Indivíduos ocupacionalmente expostos (IOEs).

Durante a jornada de trabalho, os IOEs são expostos a diferentes taxas de radiação, devido às atividades variadas que executam. Essa exposição ocupacional pode envolver a manipulação e preparo dos radiofármacos, eliminação dos rejeitos radioativos, contato com pacientes injetados, aquisição de imagens e contaminação de ambientes<sup>(3)</sup>. A dosimetria mensal de exposição ocupacional é mensurada por dosímetros termoluminescentes (TLD), que são aferidos mensalmente. É indispensável à utilização de dosímetros durante todas as atividades executadas pelos IOEs nas atividades em medicina nuclear. Além disso, a exposição dos trabalhadores a radiação pode ser potencializada pelo tempo na execução das tarefas, proximidade com as fontes e falta de barreiras que a atenuem. Princípios esses, que fazem parte da proteção radiológica<sup>(4)</sup>.

Devido ao fluxo dinâmico de pacientes e procedimentos em um Setor de Medicina Nuclear, existem atividades que acarretam baixa exposição e outras exposições acima dos limites estabelecidos, que podem causar prejuízos aos trabalhadores. Em virtude disso, uma das medidas mais eficazes para distribuição de dose entre os IOEs é a adoção de escalas de rodízios na execução de tarefas. Considerando os limites de doses individuais, os princípios da radioproteção, os efeitos deletérios da radiação ionizante e as boas condições de trabalho, é extremamente importante que todas as atividades executadas dentro de um Setor de Medicina Nuclear sejam divididas visando à saúde e segurança do trabalhador.

O objetivo do presente trabalho é fazer uma avaliação da dependência da dose individual do trabalhador com a atividade por ele executada.

## 2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar quais atividades de trabalho realizadas no serviço de Medicina Nuclear no período seis meses foram significativas na dose total recebida pelos IOEs e suas contribuições relativas.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram incluídos nesse estudo, sete IOES, sendo dois da equipe médica e cinco da equipe técnica.

Para esse estudo, foram definidas as seguintes variáveis independentes mensuradas:

- Número de exames realizados permanecendo na sala de aquisição de exames (N)
- Atividade radiotiva total eluída (E)
- Atividade radioativa total marcada em kits de fármacos (K)
- Número de vezes que foi escalado para trabalhar na *sala quente* (Q)

Foi definida a seguinte variável dependente mensurada:

- Dose Efetiva Acumulada no período

Estas variáveis foram mensuradas no período de outubro de 2012 a abril de 2013 e consolidadas (somadas) para cada IOE no período. A consolidação foi obtida a partir das informações registradas diariamente e mensalmente sobre as atividades realizadas e doses recebidas no período. Com base nos dados consolidados foi feita a Regressão Linear Múltipla (vide modelo abaixo) e os parâmetros foram considerados significativos ao nível de significância  $\alpha=0,05$ .

$$D = a + \beta_1 N + \beta_2 E + \beta_3 K + \beta_4 Q$$

## 4. RESULTADOS

Após consolidação dos dados obteve-se os seguintes resultados para as variáveis consolidadas no período:

**Tabela 1. Variáveis consolidadas no período de outubro de 2012 a abril de 2013.**

IOE	FUNÇÃO	DOSE	Nº EXAMES	ATIVIDADE TOTAL	ATIVIDADE TOTAL	INSERÇÕES NA
		ACUMULADA	REALIZADOS	ELUÍDA	MARCADA EM KITS	SALA QUENTE
		D (mSv)	N	E (mCi)	K (mCi)	Q
1	TÉCNICA	1,00	311	39438,52	76275,00	116,00
2	MÉDICA	0,70	137	0,00	0,00	0,00
3	TÉCNICA	1,90	243	17431,10	11765,60	121,00
4	TÉCNICA	2,30	328	26922,95	21820,70	138,00
5	TÉCNICA	1,70	261	15922,00	11748,10	95,00
6	MÉDICA	0,90	239	0,00	0,00	0,00
7	TÉCNICA	1,80	211	10750,66	6884,50	124,00

Com base nestes dados foi realizada a regressão linear da variável dependente em relação às independentes no EXCEL versão 2013 obtendo-se o seguinte resultado para o modelo de regressão:

$$D = a + \beta_1 N + \beta_2 E + \beta_3 K + \beta_4 Q$$

**Tabela 2. Resultados dos parâmetros para o modelo de regressão proposto**

Parâmetro	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
a	0,389242	0,139525	2,789763	0,108058	-0,211086	0,989571
$\beta_1$	0,002137	0,000717	2,979818	0,096581	-0,000949	0,005225
$\beta_2$	0,000034	0,000011	3,191591	0,085734	-0,000012	0,000081
$\beta_3$	-0,000028	0,000004	-7,654956	0,016640	-0,000043	-0,000012
$\beta_4$	0,006145	0,001043	5,892066	0,027617	0,001658	0,010633

Estes parâmetros ajustados geraram um R-Quadrado ajustado de 0,992 que pode ser interpretado como se 99,2% do comportamento da dose acumulada no período e ser descrita ou explicada por essas variáveis, o qual é válido a um nível de significância de  $p=0,0065$  obtido pela regressão.

O modelo testado foi significativo, isto é, há dependência de pelo menos uma variável independente ( $p=0,065$ ). As variáveis independentes N ( $p=0,097$ ) e E ( $p=0,086$ ) não interferiram significativamente na dose acumulada no período analisado. As variáveis K ( $p=0,017$ ) e Q ( $p=0,028$ ) foram significativas no modelo proposto, ao nível de significância estipulado de  $\alpha=0,05$ .

## 5. DISCUSSÃO

Apesar das variáveis N e E não terem sido significativas no modelo proposto ao nível de significância escolhido, os valores p associados estão pouco acima do valor de  $\alpha$ . Este resultado sugere aumento da amostra e do período de consolidação para avaliação da estabilidade deste resultado. Ele é um indício que estas variáveis apresentam algum nível de interferência na dose acumulada, apenas havendo um risco maior de erro ao assumir esta hipótese, justificando a sugestão de aumentar a amostra e o período de consolidação.

O coeficiente associado à variável K apresentou valor negativo, indicando que a blindagem e métodos utilizados no processo de marcação dos KITS estão adequados, pois quem atua nessa atividade tende a ter redução na dose acumulada. O uso da blindagem é bem estabelecida para a proteção radiológica, assim como o tempo e a distância<sup>(5)</sup>.

O coeficiente associado à variável Q apresentou valor positivo e o maior valor absoluto, indicando que a maior permanência na Sala Quente tende a aumentar a dose acumulada e que este é o fator que mais contribui para a dose acumulada. Isto pode ser atribuído ao maior nível radiométrico da Sala bem como ao tempo dedicado à retirada das doses a serem administradas aos pacientes. O acréscimo de mais variáveis tais como o número de doses retiradas para administração pode interferir ainda mais neste resultado.

Com relação aos procedimentos de marcação dos KITS, conclui-se que estão adequados, pois quem executa esta tarefa tende a reduzir a dose acumulada. Com relação a ser escalado para atuar na Sala Quente, conclui-se que quanto maior a permanência, maior a dose recebida, sendo este o maior fator de contribuição na dose acumulada.

## 6. CONCLUSÃO

O método aplicado possibilitou determinar os fatores que interferem de maneira estatisticamente significativa na dose acumulada recebida pelos IOE do serviço de medicina nuclear, dentre as variáveis propostas. Os resultados sugerem que pode ser utilizado em outros serviços bem como estendido às outras funções, tais como enfermagem.

## 7. REFERÊNCIAS

1. CHERRY, S.R.; SORENSON, J.A.; PHELPS, M.E. **Physics in Nuclear Medicine**. 4<sup>th</sup> Edition, Philadelphia: Saunders, 2012.
2. PIWOWARSKA-BILSKA, H. et al. Radiation doses of employees of a Nuclear Medicine Department after implementation of more rigorous radiation protection methods. **Radiation protection dosimetry**, v. 157, n. 1, p. 142–145, 2013.
3. PROTEN, E. N.; LIRA, R. F. D. E. **Otimização de Sistemas de Radioproteção para Serviços Serviço de Medicina Nuclear**. 2012.
4. TAUHATA, L.; PRINZIO, R. DI; PRINZIO, A. R. DI. **Radioproteção e Dosimetria: fundamentos**. p. 254, 2003.
5. SAHA, G. B. **Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine**. 3<sup>rd</sup> Edition, New York: Springer, 2006.