

Análise das grandezas de entrada no processo de irradiação de hemácias e plaquetas

Analysis of the input quantities in the irradiation process of red blood cells and platelets

**Leonardo Pacífico^{1,3}, José Guilherme P. Peixoto^{1,2}, Luis A. G. Magalhães¹,
Fernanda Azevedo-Silva³**

¹ Universidade Estadual do Rio de Janeiro; ² Instituto de Radioproteção e Dosimetria; Instituto
³ Estadual de Hematologia Arthur de Siqueira Cavalcanti

E-mail: leonardopacifico@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi analisar as grandezas de entrada associadas ao processo de irradiação dos hemocomponentes hemácias e plaquetas. Para tanto, 10 grandezas de entrada foram consideradas. Obtivemos 6,11 Gy como estimativa da incerteza no processo, considerando apenas grandezas do tipo B, com um nível de confiança aproximado de 95 %. Concluímos que a grandeza de maior influência foi a uniformidade da distribuição de dose ao longo das bolsas contendo os hemocomponentes..

Palavras-chave: cálculo de incerteza, irradiador de sangue, fontes de incerteza

Abstract: The objective of the present work was to analyze the associated input quantities to the process of irradiation of red blood cells and platelets. To this end, 10 input quantities were considered. We obtained 6,11 Gy as an estimate of the uncertainty in the process, considering only type B quantities, with a confidence level of 95%. We conclude that the greatest influence quantities was the uniformity of the dose distribution along the bags containing the blood components.

Keywords: uncertainty calculation, blood irradiator, sources of uncertainty

1. INTRODUÇÃO

A transfusão de sangue é um tratamento comum a várias patologias e que pode salvar vidas. O sangue doado é processado, por centrifugação, para produzir os hemocomponentes, como concentrados de hemácias e de plaquetas, que são utilizados para transfusão [1]

Alguns pacientes necessitam receber hemocomponentes irradiados. A irradiação do sangue visa a inativar os linfócitos residuais, impedindo sua proliferação e consequente desenvolvimento da doença enxerto versus hospedeiro transfusional [2]. Essa doença ocorre quando os linfócitos transfundidos destroem as

células do receptor do sangue e tem mortalidade de cerca de 90%

Para garantir a inativação dos linfócitos foi preconizado a dose de 25 Gy no plano médio da bolsa do hemocomponente, sendo 15 Gy a menor dose e 50 Gy a maior dose dispensada em qualquer ponto do volume da mesma [3]. Desta maneira, é importante garantir a dose de irradiação dispensada em todo o volume do hemocomponente.

O objetivo do presente trabalho foi analisar as grandezas de entrada associada ao processo de irradiação dos hemocomponentes hemácias e plaquetas, considerando as fontes de incertezas previamente levantadas [4]

2. CONSIDERAÇÕES

O irradiador utilizado foi um Gammacell 3000 Ellan, n.s. 483, fabricado pela Best Theratronics. A fonte de irradiação é o Cs-137, com atividade aproximada de 44,7 TBq ou 1208 Ci. O tempo de irradiação para se atingir a dose nominal de 25 Gy nas bolsas é de 329 s, o que corresponde a 4,57 Gy/min. As bolsas são acondicionadas em um recipiente cilíndrico, de 2,34 l.

Em média, irradiam-se 3 bolsas contendo hemácias e 11 contendo plaquetas. O cilindro tem raio de 6,2 cm e altura 19,4 cm. O mesmo é inserido com as bolsas na posição de carregamento, sofrendo uma rotação de 180° até a fonte de Cs-137, na posição de irradiação e rotacionando para uniformizar a dose, conforme figura 1.

Os valores referentes à taxa de dose e atividade das fontes foram corrigidos para a data 13/07/2017. Segundo o certificado fornecido pelo fabricante, a taxa de dose inicial foi de 4,99 Gy/min em 31/08/2013, e um tempo de 300 s para atingi-la.

3. METODOLOGIA

As incertezas padrões foram obtidas por levantamentos de informações referentes às 10 grandezas de entradas consideradas. As grandezas de entrada *atividade* apresentaram distribuição normal, por serem extraídas de certificados; a grandeza de entrada *uniformidade* apresentou distribuição tipo B triangular, extraída diretamente de informação disponibilizadas pelo fabricante, e as demais tipo B retangular.

Considerou-se o cilindro preenchido em sua totalidade por plaquetas, e nominalmente a dose em qualquer ponto do mesmo 25 Gy, o que inclui o plano médio.

O volume do cilindro é dado por:

$$(1) G = \pi R^2 L = 2342,80 \text{ cm}^3 = 2,34 \text{ l}$$

conforme esperado. A equação 2 foi utilizada, e obtivemos a incerteza combinada relativa referente ao processo de irradiação das bolsas contendo hemácias e plaquetas.

$$(2) \frac{U(G)}{G} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{u(X_i)}{X_i} \right)^2}$$

Onde $\frac{U(G)}{G}$ é a incerteza combinada relativa. A incerteza expandida foi obtida para um fator de abrangência aproximadamente igual a 2, ou um nível de confiança de 95%.

4. RESULTADO

O valor da incerteza combinada relativa obtido foi de 12,19%, ou 3,05 Gy. Já a incerteza expandida foi de 24,37 % ou 6,11 Gy.

O quadro 1 lista a contribuição de cada grandeza de entrada, bem como a incerteza combinada relativa.

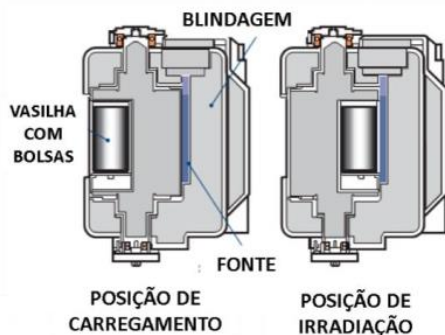


Figura 1- Geometria de irradiação das bolsas.

5. DISCUSSÃO

Ao analisarmos o quadro 1, percebemos que a grandeza de entrada com maior contribuição no processo, foi a uniformidade, que apresentou uma incerteza padrão relativa de 11,57 %, seguida das fontes de irradiação com 2,5 % e temperatura com 1,31%.

As densidades das plaquetas e hemácias diferem por 0,01 g/ml, o que não altera significativamente suas incertezas padrões relativas. A densidade da plaqueta é 1,07 g/ml.

As fontes de Cs-137, segundo certificado, possuem uma incerteza expandida de 5 %. Caso fosse uma única fonte, uma redução de 0,26% na incerteza combinada relativa seria possível.

Um termômetro com décimos de graus reduziria em 0,07% a incerteza do processo, portanto há pouca influência da temperatura.

Já a uniformidade da distribuição de dose, é a grandeza de maior influência. Um estudo

detalhado pode ser feito a respeito, já que engloba várias variáveis, tais como geometrias da fonte e do cilindro, rotação do cilindro, método de dosimetria utilizado dentre outros.

6. CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, concluímos que a maior fonte de incerteza no processo de irradiação das bolsas contendo hemocomponentes provém da grandeza de entrada distribuição da dose absorvida nas mesmas, ou seja, a uniformidade.

Portanto, irradiadores com melhor distribuição de dose reduzirão a incerteza na dose absorvida pelas bolsas.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Guia para o uso de hemocomponentes. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Especializada. – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
- [2] O uso clínico do sangue. Manual de bolso. Organização mundial da saúde. Genebra.
- [3] Resolução RDC - n° 34. Dispõe sobre as Boas Práticas no Ciclo do Sangue. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. 11 de junho de 2014.
- [4] Leonardo Pacífico, José Guilherme P. Peixoto. Processo de irradiação de bolsas contendo plaquetas e hemácias: Fontes de Incertezas. 3° Congresso Brasileiro de Metrologia das Radiações Ionizantes. Novembro, 21-23 de 2016. Instituto de radioproteção e dosimetria. Rio de Janeiro, RJ.

Quadro 1 – Grandezas de entrada e a incerteza combinada relativa referente ao processo de irradiação dos hemocomponentes hemácias e plaquetas.

| Grandeza (Xi) | Valor | Unidade | Distribuição | Incerteza padrão u(Xi) | Contribuição de cada grandeza u(Xi)/Xi (%) |
|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|---|
| Taxa de Dose Central | 4,58 | Gy/min | Retangular | 0,003 | 0,06% |
| Tempo | 329 | s | Retangular | 0,289 | 0,09% |
| Uniformidade | 25,06 | Gy | Triangular | 2,899 | 11,57% |
| Temperatura | 22 | °C | Retangular | 0,289 | 1,31% |
| Humidade | 60 | % | Retangular | 0,289 | 0,48% |
| Atividade das fontes | 584 | Ci | Normal | 14,600 | 2,50% |
| | 752 | Ci | Normal | 18,800 | 2,50% |
| Volume vasilha | 2,34 | l | Retangular | 0,003 | 0,12% |
| Freq. Rotação vasilha | 8,4 | rpm | Retangular | 0,029 | 0,34% |
| Densidade dos hemocomponentes | 1,07 | g/ml | Retangular | 0,003 | 0,27% |
| Densidade das bolsas | 0,983 | g/cm ³ | Retangular | 0,000 | 0,03% |
| Incerteza combinada relativa | | | = | 12,19% | |