

# O uso do sistema de dosimetria Fricke na determinação da dose absorvida de equipamentos de braquiterapia do Nordeste

## The use of Fricke dosimeter to determine the absorbed dose from brachytherapy equipment in the Northeast

Vivianne Lúcia B. Souza, Manuela S. Cunha, Marcela D. C. Figueiredo, Carla D. A. Santos, Kélia R. G. Rodrigues, Gabriela B. S. Lira, Danúbia B. Silva, Roberto T. Melo

Comissão Nacional de Energia Nuclear, Centro Regional de Ciências Nucleares - Recife (PE), Brasil

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados práticos de uma avaliação da situação dos serviços de braquiterapia em todo Nordeste. Um sistema de dosimetria Fricke, capaz de averiguar a dose absorvida na água, elaborado por pesquisadores do Centro Regional de Ciências Nucleares foi levado a hospitais públicos do Nordeste. O sistema não só avalia se a dose aplicada (medida) se aproxima da dose calculada (prescrita), mas também é capaz de verificar erros humanos e/ou mecânicos ou de software que possam ocorrer nos serviços de braquiterapia. Os resultados são comparados com o que sugere a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) quanto ao percentual aceito da diferença entre a dose prescrita e a dose medida.

**Palavras-chave:** braquiterapia, dosímetro, instrumentação.

### Abstract

This paper describes the practical results of an assessment of the situation of brachytherapy services throughout the Northeast. A Fricke dosimetry system capable of verifying the dose absorbed in water, prepared by researchers from the Regional Center of Nuclear Sciences was brought to public hospitals in the Northeast. The system not only evaluates if the applied (measured) dose is close to the calculated (prescribed) dose, but is also capable of verifying human errors and/or mechanical or the International Atomic Energy Agency (IAEA) standards regarding the percentage of allowed difference between the prescribed dose and dose measurement.

**Keywords:** brachytherapy, dosimeter, instrumentation.

### Introdução

A braquiterapia é a modalidade de radioterapia intracavitária, na qual o radioisótopo entra em contato direto com a lesão; esta vem ganhando maior valorização devido aos benefícios que traz à paciente quando seu uso é recomendado<sup>1</sup>. Em um tratamento ideal a geometria das fontes tem de prevenir uma subdosagem ao nível uterino, uma dosagem adequada tem de ser dada na região paracervical e deve respeitar a tolerância dos tecidos normais.

Embora, na braquiterapia, o campo de incidência da radiação seja reduzido, possibilitando um aumento substancial da dose que é estabelecida com base em modelos matemáticos e efetivada com recursos eletrônicos, o Laboratório de Dosimetria Fricke do Centro Regional de Ciências Nucleares tem encontrado falhas nos serviços de braquiterapia que podem ser evitadas quando o sistema de

dosimetria Fricke elaborado por pesquisadores do Centro Regional de Ciências Nucleares (CRCN) é utilizado<sup>2</sup>.

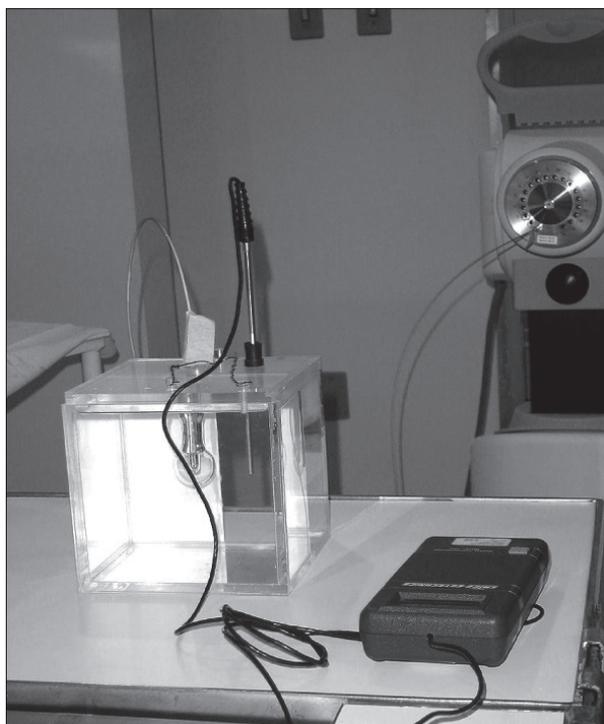
O sistema de dosimetria Fricke elaborado consiste de um recipiente esférico de vidro preenchido com a solução Fricke. Um tubo capilar em forma de bastão, cuja extremidade fica localizado dentro da esfera, possibilita a introdução e o posicionamento da fonte de irídio no centro do volume da esfera contendo a solução Fricke, esferas de diferentes capacidades (545, 310, 57 e 11,3 mL) foram estudadas (simulando a cavidade uterina) até que a esfera de dimensões mais adequadas foi escolhida de forma a possibilitar a melhor resposta do dosímetro Fricke com um menor tempo de permanência ou de exposição da fonte de <sup>192</sup>Ir imersa na solução.

O objetivo desse trabalho é averiguar o valor da dose absorvida pelo dosímetro Fricke quando irradiado em centros de braquiterapia do Nordeste do Brasil e avaliar em

quanto o valor da dose medida se aproxima do valor da dose prescrita.

## Material e Métodos

A solução Fricke a ser utilizada foi preparada utilizando-se 0,392g de sulfato ferroso amoniacal ( $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), 0,060 g de cloreto de sódio (NaCl), 22 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) diluídos em água tridestilada para um balão volumétrico de 1.000 mL<sup>3</sup>. A solução foi, então, transferida para um recipiente esférico de vidro de volume de 11,6 mL contendo um tubo capilar em forma de bastão, cuja extremidade fica localizada no centro da esfera e possibilitando a introdução e o posicionamento da fonte de  $^{192}\text{Ir}^2$  (Figura 1). O sistema de medida foi levado para diferentes centros de braquiterapia, irradiou-se as amostras em replicatas.



**Figura 1.** Sistema de dosimetria Fricke desenvolvido pelo CRCN para braquiterapia com altas taxas de dose.

A medida da densidade óptica das soluções foi realizada em espectrofotômetro UV-VIS (Beckman Couter DU-640).

O cálculo da dose radial foi realizado de acordo com a equação:

$$D_{(r=2,5, \theta=90)} = (\Delta DO \cdot 5,14 \cdot 10^3) / f_1 f_2 \text{ (cGy)} \quad (1)$$

$$f_1 = 1 + 0,0069 (T_i - 25); \quad (2)$$

$$f_2 = 1 + 0,0012 (T_i - 25); \quad (3)$$

onde:  $5,14 \cdot 10^3$  é o fator de calibração para o recipiente a ser utilizado;

$T_i$ : é a temperatura de medida e  $f_1$  o fator de correção;

$T_i$ : é a temperatura de irradiação e  $f_1$  é o fator de correção;

$\Delta DO$ : é a densidade óptica da solução irradiada.

## Resultados

A Tabela 1 demonstra os resultados obtidos nas instituições hospitalares visitadas.

**Tabela 1.** Resultados obtidos nos Estados visitados para a doses de 150 e 300 cGy a 2,5 cm.

Item	Dose teórica (cGy)	Dose prática (cGy)	Erro (%)
RN	300	382,42	27,00
BA	300	319,97	6,65
PE	300	313,62	4,54
CE	300	315,68	5,00
AL	300	361,00	20,00
RN (2ª. visita)	150	160,82	6,67
PB	300	293,49	2,70
PI	300	290,41	3,19

## Discussão e Conclusões

Os valores de dose absorvida na água observados nos hospitais dos Estados do Nordeste visitados, de acordo com a Tabela 1, em sua maioria apresentam uma diferença maior que 5% entre a dose prescrita e a dose medida estando em desacordo com as normas da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA). Apenas os Estados de Pernambuco, Ceará e Paraíba, no momento, estão de acordo com as recomendações das normas internacionais. Outros Estados como Alagoas e Bahia poderão ser novamente visitados para se verificar se há possibilidade de obtenção de doses mais apropriadas bem como averiguar o controle da qualidade nestas e outras Instituições, visto que o sistema de dosimetria Fricke elaborado permite verificar falhas que possam ocorrer tanto na elaboração do planejamento, quanto no comando de envio ou do posicionamento adequado das fontes. O sistema Fricke é prático e se o balão for fabricado em plástico poderia ser enviado via postal para a maioria dos Estados Brasileiros permitindo assim, um maior controle do funcionamento de equipamentos de HDR em todo o país.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) pelo apoio financeiro.

## Referências

1. Cantinha RS. Braquiterapia do colo de útero em Pernambuco: 1998 – 1999, uma amostragem. [trabalho de conclusão de curso]. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco; 2005.
2. Souza VLB, Austerlitz C, Oliveira A. Dispositivo para o Controle da Qualidade, por Dosimetria Fricke, de Fontes de  $^{192}\text{I}$  Utilizadas no Tratamento por Braquiterapia. Anais do IISITEN; 2007.
3. Olszanski A, Klassen NV, Ross CK, Shortt KR. The IRS Fricke Dosimetry System. Ottawa, Ontario: Ionizing Radiation Standards, Institute for National Measurement Standards, National Research Council, PIRS-0815; 2002.

