

Medida de dose devido a nêutrons e raios gama em uma instalação para pesquisas em BNCT utilizando dosímetros comerciais do tipo TLD-700 e TLD-600

Jefferson Francisco do Nascimento e Paulo Rogério Pinto Coelho
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa em BNCT (Terapia por Captura de Nêutrons em Boro); consiste no levantamento de curvas de calibração de dosímetros termoluminescentes do tipo TLD-700 e TLD-600, bem como na medida das doses na instalação para pesquisa na área de BNCT.

A Técnica de BNCT consiste, resumidamente, em injetar no paciente um composto especial contendo boro que é preferencialmente absorvido pelas células cancerígenas. A posterior irradiação com nêutrons térmicos no local do tumor induz reações dos nêutrons com o boro produzindo partículas alfa e íons de Li7, liberando 2,33 MeV (energia cinética das partículas e íons), que são de curto alcance (dimensões das células degeneradas) as quais destroem seletivamente as células cancerígenas.

A pesquisa na área de BNCT para tumores cancerígenos de difícil tratamento por técnicas convencionais (cirurgia, quimioterapia ou radioterapia com raios gama) tem apresentado grande ímpeto nos últimos anos devido aos resultados promissores obtidos. Os primeiros experimentos foram realizados com seres humanos nos Estados Unidos e no Japão. Este panorama internacional tem motivado os pesquisadores do IPEN a envidar esforços neste campo de pesquisa.

Foi construída [1] uma instalação junto ao reator IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP, para a realização de pesquisas neste campo. A construção desta instalação visa realizar pesquisas na área de Física das Radiações e Radiobiologia; permitirá caracterizar campos de radiação (nêutrons e gamas) adequados para a aplicação da técnica de BNCT, desenvolver estudos de filtros para aumentar a eficiência da técnica, estudos de níveis de dose utilizando "phantoms" e estudos biológicos "in vitro" e "in vivo" (figura 1).



Figura 1: Esquema da instalação para estudos em BNCT

OBJETIVO

Medida da dose devido aos campos de radiação (gama e nêutrons) na posição de irradiação de amostra (mostrada na figura 1), por meio de dosímetros termoluminescentes do tipo TLD-700 (medida de dose devido aos raios gama), e do tipo TLD-600 (medida de dose devido aos nêutrons).

METODOLOGIA

Foi realizado o selecionamento dos TLDs-700, agrupando as pastilhas por sensibilidade. Para a construção da curva de calibração foi utilizado um lote de pastilhas de mesma sensibilidade, sendo que cada ponto da curva representa a resposta média de três pastilhas submetidas a uma mesma dose.

O intervalo de dose da curva de calibração dos TLDs-700 foi de $0,50 \pm 0,03$ até 20 ± 1 Gy. As irradiações foram realizadas no CTR/IPEN em uma fonte panorâmica de ^{60}Co .

Os TLDs-600 foram irradiados no IRD/CNEN, em uma fonte de nêutrons $^{252}\text{Cf} + \text{D}_2\text{O}$, no intervalo de doses de $0,50 \pm 0,07$ até 100 ± 14 mGy.

As respostas termoluminescentes (TLD-700 e TLD-600) dos dosímetros foram obtidas com uma leitora Harshaw modelo 2000.

As pastilhas foram tratadas termicamente segundo recomendado pelo fabricante (Thermo Electron-Eberline) após serem lidas, para que as mesmas pudessem ser reutilizadas para novas medidas de doses;

isso foi feito para os TLDs-700, pois o número de irradiações realizadas foi maior do que a quantidade de pastilhas, já para os TLDs-600 isso não foi necessário.

Foram feitas duas regressões lineares, uma para os pontos experimentais dos TLDs-700 e outra para os pontos experimentais dos TLDs-600, pois, é conhecido da bibliografia [2] sobre esses tipos de dosímetros que para intervalos de dose até 10 Gy os TLDs-700 e os TLDs-600 apresentam resposta TL linear. Medidas de dose foram realizadas no centro da posição de irradiação de amostras (figura 1) e após a blindagem (discos de chumbo situados após a posição de irradiação de amostras). Os resultados destas medidas estão relacionadas na tabela 1.

RESULTADOS

Na tabela 1 temos os resultados das medidas de dose feitas com os TLDs-700 e TLDs-600. A medida do dia 31/10/06 foi feita com o reator operando a um potencia de 2 MW, para todos os outros dias a potência foi de 3,5 MW.

Para a medida do dia 27/11/06 os tlds foram posicionados após a blindagem, para as demais os mesmos foram posicionados no centro da posição de irradiação de amostras. As medidas dos dias 17/10 e 31/10 foram realizadas na presença de filtros e moderadores, a medida do dia 06/12 foi realizada na ausência dos mesmos e a medida do dia 19/12 foi realizada na presença dos filtros e moderadores, porém, foram retirados 4 cm de chumbo.

Tabela1 - Medida de dose TLD-700 e TLD-600

σ

TLD	Data	Tempo (s)	Dose média (Gy)	Dose média (Gy)
700	17/10/06	00:10:00	1,18	0,078
600			5,37	0,021
700	31/10/06	00:10:00	0,78	0,004
600			0,64	0,080
700	21/11/06	01:48:17	0,88	0,011
600			1,43	0,102
700	06/12/06	00:10:00	16,04	1,241
600			25,92	0800
700	19/12/06	00:10:00	2,27	0,053
600			8,39	0,321

CONCLUSÕES

Para os TLDs-700 irradiados com o reator operando a 3,5 MW, por um tempo de dez minutos e na posição central do porta

amostras, ou seja, as medidas realizadas nos dias 17/10/06 e 19/12/06, uma dose média de aproximadamente 2,0 Gy e uma incerteza de 18 %.

A irradiação do dia 17/10/06 foi feita na presença dos filtros e moderadores. Já a medida realizada no dia 19/12/06 foi feita na ausência de 4 cm de chumbo, ou seja, foi retirado um dos discos de chumbo que compõem os filtros e moderadores. A dose registrada no dia 19/12 foi maior que a registrada no dia 17/10 em virtude da ausência de um disco de chumbo, portanto faz-se necessário a realização desta medida novamente com a mesma quantidade de chumbo compondo os filtros e moderadores a fim de melhorar a precisão na medida da dose na posição de irradiação de amostras para um tempo de dez minutos com o reator operando a uma potencia de 3,5 MW.

Pela medida realizada no dia 31/10 percebe-se a dependência da dose com a potência de operação do reator, ou seja, quanto menor a potência de operação menor é a dose devido aos nêutrons e também devido aos raios gama.

Foi possível verificar que mesmo em condições distintas de irradiação a dose devido aos nêutrons é maior que a dose devido aos raios gama, a menos da medida realizada no dia 31/10/06 onde houve uma inversão. Esta verificação é importante para a técnica da BNCT, pois, esta requer uma dose de nêutrons sempre maior que dose de radiação gama, e também contribui para melhorar a metodologia de calculo de dose na instalação. Contudo novas medidas se fazem necessárias para melhorar a precisão na determinação da dose e auxiliar a constituir uma configuração de filtros e moderadores que minimizem a dose devido aos raios gama e maximizem a dose devido aos nêutrons térmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] P.R.P Coelho, A .C.Hernandes and P.T.D. Siqueira, "Neutron Flux Calculation in a BNCT Research Facility Implemented in IEA-R1 Reactor", "Research and Development in Neutron Capture Therapy", Monduzzi Editore, September 2002, p.197-2001.

[2] S. W. S. Mckeever, Marko Moscovitch, P. D. Townsend, Thermoluminescence Dosimetry Material: Properties and Uses, Nuclear Technology Publishing England.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNEN/PROBIC, CNPq, FAPESP e Petrobras