



International Joint Conference Radio 2019

Comportamento do sinal TL/OSL e PTTL/PTOSL após tratamentto térmico pós-irradiação com fonte de ^{60}Co , em amostras de LiF:Mg,Ti e $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$

Antonio, P. L. e Caldas, L. V. E.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Comissão Nacional de Energia Nuclear,
IPEN/CNEN-SP – Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, Cidade Universitária, São Paulo-SP, 05508-000
patrilan@ipen.br

Introdução

Diferentes materiais apresentam propriedades luminescentes que são aplicadas à dosimetria das radiações, e que são avaliadas usando técnicas como a termoluminescência (TL) e a luminescência opticamente estimulada (OSL). Entretanto, há outros fenômenos que podem ser empregados em dosimetria, que aplicam o uso da radiação ultravioleta (RUV) ao sinal TL e OSL das amostras; são as técnicas de TL fototransferida (PTTL) e OSL fototransferida (PTOSL), utilizadas como uma alternativa para se tentar obter um sinal mais adequado para o uso do material como um dosímetro, o que é interessante para a dosimetria das radiações, principalmente no caso onde é necessário trabalhar com doses absorvidas mais altas.

O LiF:Mg,Ti é um material dosimétrico já bem estudado com relação à sua resposta TL e OSL, para diferentes aplicações [1,2]. O CaSO_4 é outro material que possui resultados de sinal TL e OSL na literatura para uso em dosimetria [2-4]. Este mesmo material já foi estudado com relação ao seu sinal PTTL, utilizando uma lâmpada de RUV [5].

Para se obter o sinal de fototransferência, é necessário que as seguintes etapas sejam realizadas: 1) irradiação do material, 2) tratamento térmico pós-irradiação, 3) iluminação do material, e 4) avaliação do sinal PTTL e PTOSL. O tratamento pós-irradiação ao qual o material é submetido, deve ser adequado o suficiente para que seja possível obter um sinal PTTL e PTOSL após a iluminação; se ele não for adequado, pode ocorrer esvaziamento das armadilhas rasas e profundas da amostra, eliminando todos os elétrons que forneceriam o sinal e impossibilitando, assim, a obtenção de qualquer resposta TL/PTTL ou OSL/PTOSL.

Assim, o objetivo deste trabalho é estudar o efeito que um determinado tratamento térmico pós-irradiação pode causar na obtenção do sinal PTTL e PTOSL de amostras de LiF:Mg,Ti e $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$ e, com isso, observar se estes sinais possuem valores suficientes para dar prosseguimento ao estudo da resposta fototransferida para aplicá-la em dosimetria de doses altas.

Metodologia

Foram utilizados dois dosímetros comerciais: $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$ (produzido no Laboratório de Materiais Dosimétricos do IPEN) e LiF:Mg,Ti (comercializados como TLD-100 pela *Thermo Fischer Scientific*).

Para a análise do sinal das amostras, foi utilizado o sistema leitor TL/OSL Risø, modelo TL/OSL-DA-20. No caso das amostras de $\text{CaSO}_4\text{:Dy}$, foi utilizada temperatura final de leitura de 350°C , numa taxa de aquecimento de 10°C/s , para a avaliação do sinal TL/PTTL; para a análise da resposta OSL/PTOSL, o estímulo para a emissão do sinal foi feito utilizando LEDs azuis, com potência óptica de 90% e durante 80 s. No caso das amostras de LiF:Mg,Ti , para a análise do sinal TL/PTTL, foi utilizada temperatura final de leitura de 400°C , com taxa de aquecimento de 10°C/s ; para a avaliação do sinal OSL/PTOSL, o estímulo para emissão de luz ocorreu durante 50 s e a potência óptica dos LEDs azuis utilizados foi de 90%. Após as

medições dos sinais, as amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ foram tratadas termicamente a $300^\circ\text{C}/3\text{ h}$, e as de $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$ a $400^\circ\text{C}/1\text{h}$, para sua reutilização.

Após o tratamento térmico pós-irradiação, numa das fases as amostras foram iluminadas com uma lâmpada de alta pressão de mercúrio, para a leitura das respostas PTTL e PTOSL. As condições de iluminação foram: distância entre amostra e lâmpada de 10 cm, comprimento de onda de 250 nm e tempo de iluminação de 30 minutos.

Resultados

Na primeira etapa do trabalho, as amostras foram irradiadas com uma fonte de ^{60}Co e dose absorvida de 1 kGy (irradiador Gamma-Cell, modelo 220, *Atomic Energy of Canada, LTD*), e em seguida tiveram seus sinais TL e OSL avaliados. As amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ apresentaram o pico principal de emissão do sinal TL em torno de 250°C e na altura correspondente a $2,5 \times 10^4$ contagens, e início do decaimento do sinal OSL em $1,4 \times 10^5$ contagens; os dosímetros de $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$ tiveram um pico principal TL em $1,3 \times 10^5$ contagens, e início do decaimento do sinal OSL em $1,5 \times 10^3$ contagens. O sinal TL foi mais intenso para o $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$, e o OSL foi maior para o $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. Na segunda fase, as amostras foram irradiadas com a mesma dose, tratadas termicamente a $280^\circ\text{C}/15\text{ min}$ e, então, analisadas para três respostas: TL, OSL, e TL após a OSL. Para o $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, o sinal TL foi zerado e assemelhou-se ao sinal de fundo do material, e o sinal OSL apresentou início de decaimento em $3,5 \times 10^3$; logo após esta leitura OSL foi feita uma medição TL na mesma amostra, e pôde-se observar um leve aumento no sinal e formação de um pico de baixa intensidade em torno de 200°C (altura deste pico em torno de 40 contagens). Para o $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$, o maior sinal TL ocorreu em 350°C (deslocado se comparado ao obtido na leitura TL após irradiação), na altura de $1,2 \times 10^4$ contagens, e apresentou sinal OSL nulo, correspondente ao sinal de fundo da amostra; a leitura TL após a OSL, na mesma amostra, apresentou um pico que se manteve na região de 350°C , e com altura de $1,3 \times 10^4$ contagens. A terceira etapa foi de irradiação das amostras, tratamento térmico, e iluminação com a luz UV. Para as amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, o pico principal de emissão do sinal PTTL ocorreu em torno de 160°C e na altura correspondente a $1,4 \times 10^3$ contagens, e início do decaimento do sinal PTOSL em torno de $3,0 \times 10^3$ contagens; os dosímetros de $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$ apresentaram o pico principal de PTTL em torno de $6,0 \times 10^2$ contagens e em 165°C , e início do decaimento do sinal PTOSL em $2,5 \times 10^3$ contagens.

Analisando-se os resultados obtidos, é evidente que os sinais TL e OSL são mais intensos quando são tomados logo após a irradiação, ao invés dos medidos após o tratamento. Entretanto, mesmo após o tratamento térmico pós-irradiação e a iluminação, foi possível obter-se um sinal significativo de ordem de grandeza para permitir a continuidade dos estudos utilizando o tratamento de $280^\circ\text{C}/15\text{ min}$ e a luz UV.

Conclusões

Preliminarmente, os experimentos realizados para verificação dos sinais TL e OSL (após irradiação e após tratamento térmico), e dos sinais PTTL e PTOSL (após irradiação, tratamento térmico e iluminação com luz UV), apresentaram dados satisfatórios e favoráveis, em termos de curva de emissão do sinal TL/PTTL e curva de decaimento do sinal OSL/PTOSL, para um prosseguimento de estudos dos sinais de TL e OSL fototransferida com possível aplicação em dosimetria de doses altas.

Referências

- [1] Massillon-JL, G.; Gamboa-deBuen, I.; Brandan, M.E. Onset of supralinear response in TLD-100 exposed to ^{60}Co gamma-rays. *J. Phys. D. Appl. Phys.*, v. 39, p. 262-268, 2006.
- [2] Kearfott, K.J.; West, W.G.; Rafique, M. The optically stimulated luminescence (OSL) properties of $\text{LiF}:\text{Mg,Ti}$, $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Cu}$, $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ and $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ thermoluminescent (TL) materials. *Appl. Radiat. Isot.*, 99, p. 155-161, 2015.
- [3] Junot, D.O.; Rodrigues Jr., J.J.; Souza, D.N.; Santos, M.A.C.; Nunes, L.A.O. The $\text{CaSO}_4:\text{Eu-Ag}$ composite material: thermo-photoluminescence study. *Radiat. Meas.*, v. 70, p. 1-4, 2014.
- [4] Bahl, S.; Lochab, S.P.; Kumar, P. $\text{CaSO}_4:\text{Dy,Mn}$: A new and highly sensitive thermoluminescence phosphor for versatile dosimetry. *Radiat. Phys. Chem.*, v. 119, p. 136-141, 2016.

- [5] Grossi, F.B. *Caracterização e padronização de um sistema dosimétrico termoluminescente para radiações ultravioleta e laser utilizando o CaSO₄:Dy*. São Paulo: 2002. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo.