

Avaliação da eficiência de detectores de radiação baseados na fluorita natural brasileira com a adição de nanopartículas de prata

Silver nanoparticles application for enhancement of efficiency in OSL detectors based on Brazilian natural calcium fluoride

RESUMO

Detectores por Luminescência Ópticamente Estimulada (*Optically Stimulated Luminescence* - OSL) permitem estimativas da dose de radiação ionizante absorvida pelo material após irradiação. Neste trabalho estudamos aumentar a sensibilidade de um detector OSL baseado na fluorita natural brasileira (CaF_2) por meio da adição de nanopartículas de prata (Nps-Ag). As folhas detectoras foram confeccionadas na UTFPR, assim como as Nps-Ag de alta concentração, que foram obtidas por ablação em solução de acetona. As folhas tiveram suas superfícies recobertas pelas Nps-Ag da seguinte maneira: 1 a 3 gotas ou de 1 a 3 borrifadas; foi mantida uma amostra sem Nps-Ag. As folhas foram recortadas como pequenas pastilhas, totalizando 24 amostras. Estas amostras foram irradiadas por fonte beta e seus resultados de leitura de sinal OSL foram analisados e convertidos em dose-resposta. Após o tratamento de dados foi confirmado que ocorre um aumento de três vezes na sensibilidade do detector à radiação ionizante, melhorando a eficiência do detector. Além disso, foi confirmada a sua linearidade e reprodutibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Detectores OSL, nanopartículas de prata, fluorita natural brasileira

ABSTRACT

OPTICALLY STIMULATED LUMINESCENCE (OSL) DETECTORS, ALLOW ESTIMATES OF IONIZING RADIATION DOSE ABSORBED BY THE MATERIAL AFTER IRRADIATION. FOR ENHANCEMENT OF EFFICIENCY IN OSL DETECTOR BASED ON BRAZILIAN NATURAL CALCIUM FLUORIDE (CaF_2), WE ADD OF SILVER NANOPARTICLES (NPS-AG) ON ITS SURFACE. THE DETECTOR SHEETS AND THE SILVER NANOPARTICLES WERE MADE IN THE UTFPR. THE NPS-AG AS HIGH CONCENTRATION, WHICH WERE DETERMINED BY ABLATION IN ACETONE SOLUTION. ARE THEIR SURFACES COVERED BY NPS-AG AS FOLLOWS: 1 TO 3 DROPS OF 1 TO 3 SPRAYS; A SAMPLE WITHOUT NPS-AG WAS PERFORMED. THE LEAVES WERE CUT OUT AS SMALL PELLETS, TOTALING 24 SAMPLES. THESE WERE THE SOURCES IRRADIATED BY BETA SOURCE AND THE SIGNAL READING RESULTS WERE STUDIED AND CONVERTED TO DOSE RESPONSE. AFTER DATA PROCESSING IT WAS CONFIRMED THAT THERE IS A THREEFOLD INCREASE IN DETECTOR SENSITIVITY TO IONIZING RADIATION, COMES DETECTOR EFFICIENCY. IN ADDITION, ITS LINEARITY AND REPRODUCIBILITY WERE CONFIRMED.

KEY WORDS: OSL radiation detector, silver nanoparticles, Brazilian natural calcium fluoride

Adriana Pereira Reway
adrireway@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Anna Luiza M C Maltez
annaluizacruz@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Arandi G Bezerra Jr
arandi@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Thiago Neves Machado
thiago-neves-machado@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

As nanopartículas (Nps) têm sido amplamente aplicadas em diversas áreas, como saúde, farmacologia, sensores biomédicos e indústrias de energia. Especialmente na geração de energia, as Nps de prata (Nps-Ag) foram usadas para aumentar a eficiência da conversão de luz em células solares por uma deposição de uma camada fina de Nps-Ag na superfície da camada fotoativa. Há um efeito que ocorre sob a presença de nanopartículas chamado de banda plasmônica. O efeito de banda de superfície plasmônica (LSPR) leva a um aumento da interação da luz com o campo elétrico da superfície ativa, ocorrendo aumento da absorção de luz e aumento do caminho óptico (SANTOS, 2016).

Um detector opticamente estimulado é composto por cristais com propriedades de um semicondutor que apresenta propriedades luminosas quando expostos à radiação ionizante. Estes cristais, por sua vez, apresentam impurezas, que servem de armadilhas para elétrons. Quando há a exposição à radiação ionizante, os átomos dos cristais do material se recombinam em pares de elétron- buraco e armadilhamento de elétrons que estavam livres pela banda de condução. Para desexcitação e desarmadilhamento destes elétrons, o material detector é exposto à fonte luminosa. Quanto maior a dose de radiação absorvida pelo material, maior será a quantidade de elétrons armadilhados, dessa forma, a dose absorvida no material é proporcional a radiação incidente (GUIDELLI, 2015).

Guidelli et al. relacionaram um aumento da intensidade (OSL) de substratos de ZnO/ Nps-Ag e ZnO/ Nps-Au (GUIDELLI, 2015). O fluoreto de cálcio (CaF₂) é empregado tanto na forma natural quanto na forma sintética, principalmente como detectores termoluminescentes (MALTHEZ, 2018).

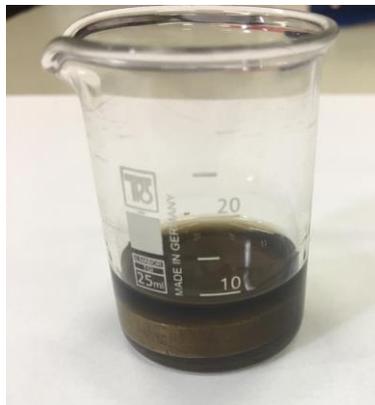
Como os detectores naturais de CaF₂ (fluoreto de cálcio) apresentam sensibilidade à luz, vários estudos indicam que os detectores baseados na forma natural podem ser usados com a técnica OSL (MALTHEZ, 2018). Levando em conta as propriedades dosimétricas dos detectores OSL de CaF₂ e o aumento da emissão luminescente devido à presença de Nps-Ag, o objetivo deste estudo foi a produção e caracterização de detectores de CaF₂, baseados em fluorita natural brasileira, com NPs-Ag.

MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado como detector OSL nesta pesquisa foi confeccionado no formato de folha flexível; constituída por uma base orgânica com adição de cristais opticamente estimulável (CaF₂) cuja propriedade é emitir luz quando expostos à radiação ionizante. Anterior ao seu uso, os cristais de CaF₂ foram submetidos a um tratamento térmico, com a finalidade de se apagar qualquer sinal armazenado no material.

As folhas flexíveis foram confeccionadas na UTFPR, concomitantemente, foram produzidas por ablação, nanopartículas de prata (Nps- Ag) em solução de acetona, bastante concentrada, também preparadas na UTFPR (figura 1).

Figura 1 – Nps-Ag de alta concentração em solução acetona



Fonte: autoria

As Nps-Ag foram distribuídas na superfície das folhas em diferentes concentrações, utilizando em gotas ou borrifadas, além de ser mantida uma amostra sem Nps-Ag para comparação.

As folhas preparadas foram cortadas em pequenos círculos, os quais chamamos de pastilhas (figura 2). Ao total foram preparadas 24 pastilhas, que foram levados para o laboratório de dosimetria do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) para irradiação e leitura no leitor automatizado Risø TL/OSL.

Figura 2 - Folhas flexíveis de CaF_2 e pastilhas.



Fonte: autoria

A leitora é equipada com uma fonte de emissão beta de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, LED azuis para estimulação, um tubo fotomultiplicador de 1225 V e um filtro Hoya U340 para janela de detecção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

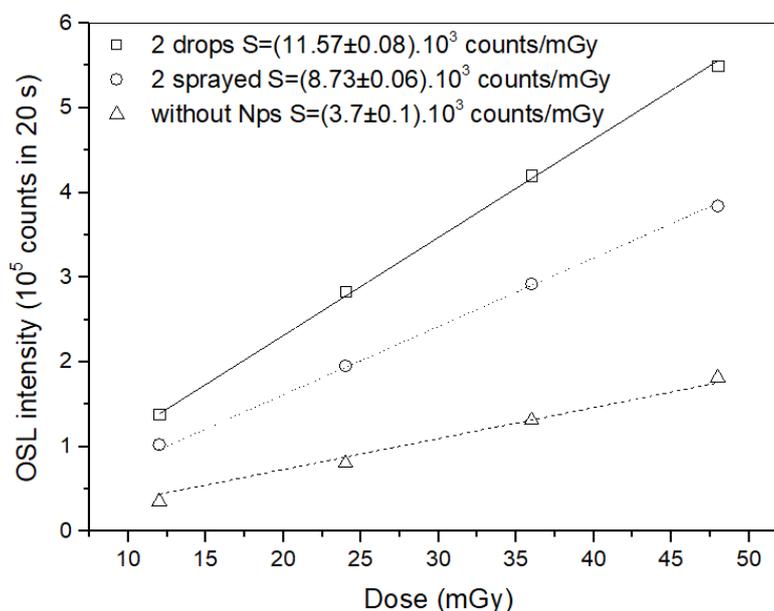
O número de contagem dos sinais OSL foram contabilizados e convertidos em dose-resposta, analisadas em relação à sensibilidade do detector. Observamos que a presença das Nps-Ag aumentaram significativamente as sensibilidades dos detectores à radiação ionizante.

Também como resultado, a comparação entre gotas e borrifadas mostrou um resultado significativo de que as gotas propiciam maior sensibilidade aos detectores.

Entre o número de gotas, 2 gotas propicia o valor ideal, pois para 3 gotas o detector não apresentou mais aumento, podendo haver uma saturação.

Em relação à amostra de controle, a presença das Nps-Ag proporciona um aumento de 3 vezes no valor da sensibilidade do detector OSL baseado na CaF_2 (Figura 3). O gráfico da Figura 3 também torna evidente a linearidade da dose e a reprodutibilidade dos resultados.

Figura 3 – Gráfico obtido após tratamento de dados evidenciando a relação contagens de sinal OSL x dose absorvida



Fonte: resultados obtidos e tratados no Origin

CONCLUSÃO

A presença de Nps-Ag de alta concentração e em solução de acetona, aumenta a eficiência e a sensibilidade de detectores OSL baseados em CaF_2 . O melhor resultado é obtido quando se depositam 2 gotas na superfície do detector, resultando em uma sensibilidade aumentada de três vezes em relação à amostra de controle. Além disso, foi constatada que a presença das NPs- Ag mantem a linearidade da curva de dose-resposta.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES/ CNPQ pelo apoio financeiro, ao pessoal responsável pelo setor de dosimetria da USP por permitir o uso da leitora.

REFERÊNCIAS

GUIDELLI, E. J., BAFFA, O., CLARKE, D., R. Enhanced UV Emission from Silver/ZnO and Gold/ZnO Core-Shell Nanoparticles: Photoluminescence, Radioluminescence, and Optically Stimulated Luminescence. Nature, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep14004> Acesso em 02/08/2019

GUIDELLI, ÉDER. J. Luminescência Oticamente Estimulável em condições de Ressonância Plasmônica. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras de Ribeirão Preto da USP, 2015. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/stories/download/pct/2016/Mencoes-Honrosas/Medicina-Eder-Jose-Guidelli.pdf> Acesso em 10/08/2019

MALTHEZ, A. L. M. C. et al. OSL dosimetric properties and efficiency of Brazilian natural calcium fluoride pellets. Applied Radiation and Isotopes, 135, 2018, 166-170. Disponível em: <http://europepmc.org/abstract/MED/29413833> Acesso em 02/08/2019

MALTHEZ, A., L., M., C. et al. Low- cost flexible OSL detector leaf for 2D radiation. Book of abstracts of ISRP-14, 2018.

SANTOS, J.F.L. et al. Ressonância de plasmon de superfície localizado e aplicação em biossensores e células solares. Química Nova, 39 (9), 2016, 1098-1111. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6482 Acesso em 05/08/2019