

Detectores de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ InLight expostos à radiação ultravioleta de um processo de soldagem elétrica

Claudia C. Gronchi^{1,2} e Linda V. E. Caldas²

¹FUNDACENTRO, MTE, Coordenação de Higiene do Trabalho,
Rua Capote Valente, 710, 05049-002, São Paulo, Brasil
e-mail: cgronchi@fundacentro.com.br

²Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN – CNEN/SP
Av. Professor Lineu Prestes, 2242, 05508-000, São Paulo, Brasil
e-mail: lcaldas@ipen.br

RESUMO

As técnicas de luminescência opticamente estimulada (OSL) e luminescência opticamente estimulada fototransferida (PTOSL) foram utilizadas neste estudo para verificar o desempenho dos detectores de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ InLight, da Landauer, quando expostos à radiação ultravioleta (RUV) proveniente de um processo de soldagem elétrica. O estudo mostrou que houve o estímulo dos sinais OSL e PTOSL, sendo que (nas mesmas condições de exposição à RUV) a resposta PTOSL foi maior do que a resposta OSL.

Palavras chaves: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$, luminescência opticamente estimulada, radiação ultravioleta, soldagem elétrica.

ABSTRACT

The optically stimulated luminescence (OSL) and phototransferred optically stimulated luminescence (PTOSL) techniques were used in this study to verify the response stimulus of OSL and PTOSL of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ InLight detectors of Landauer, when exposed to ultraviolet radiation (UVR) from a process of electric welding. The study showed stimulation of both OSL and PTOSL signals, and (within the same UVR exposure conditions), the PTOSL response presented a greater signal than OSL.

Key words: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$, optically stimulated luminescence, ultraviolet radiation, electric welding.

INTRODUÇÃO

A soldagem elétrica é um processo industrial que tem um grande potencial de emissão de radiação ultravioleta (RUV) [1]. Apesar dos soldadores usarem protetores faciais ou óculos de segurança contra RUV, alguns removem esses equipamentos em ambientes escuros e confinados devido à falta de visão durante os processos de soldagem [2,3]. Além disso, os trabalhadores sem proteção adequada, que desempenham atividades próximas à operação de soldagem estão sujeitos à RUV.

A instrumentação necessária para o monitoramento da exposição ocupacional RUV constitui um grande obstáculo, assim como a calibração e a intercomparação das medições desses instrumentos [4, 5].

Como a falta de padronização dos equipamentos de medição de radiação ultravioleta e o seu alto custo [6,7,8] são fatores que dificultam a medição deste tipo de radiação, o uso de material

luminescente tornou-se uma opção viável para a medição da RUV, por possuir características apropriadas para a dosimetria da RUV e com baixo custo de investimento [9,10, 11].

A luminescência opticamente estimulada (OSL) utilizada em datação geológica e arqueológica [12,13] e na dosimetria das radiações ionizantes, e a luminescência opticamente estimulada fototransferida (PTOSL) são técnicas que estão sendo objetos de estudo em conjunto com os detectores de $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ para a dosimetria da radiação ultravioleta [14,15].

A PTOSL envolve a produção de OSL pela fototransferência de cargas de armadilhas profundas para rasas. Este fenômeno começa com o preenchimento das armadilhas profundas com uma pré-dose de radiação ionizante, e subsequente tratamento adequado (térmico ou óptico) das amostras que esvazia as armadilhas rasas, permitindo o preenchimento destas armadilhas com a transferência de cargas provenientes das

armadilhas profundas pela exposição à RUV [14,15].

O objetivo principal deste trabalho foi verificar o estímulo das respostas OSL e PTOSL dos detectores $Al_2O_3:C$ InLight expostos à radiação ultravioleta (RUV) proveniente de um processo de soldagem elétrica.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas partes com detectores $Al_2O_3:C$ InLight da Landauer expostos à RUV proveniente de um processo de soldagem elétrica no setor de solda da Divisão de Projetos e Planejamento do IPEN.

A primeira parte do estudo foi realizada com detectores sem pré-condicionamento inicial.

Na segunda parte foi utilizado outro conjunto de detectores pré-condicionados, isto é, pré-irradiados com uma dose de 1Gy (^{60}Co) e tratados opticamente com 26.000 lux durante 30 minutos, numa caixa de madeira ($66 \times 21 \times 17 \text{ cm}^3$) contendo 2 lâmpadas fluorescentes de 20 W.

A medição do nível de iluminação foi feita com o radiômetro DELTA OHM, modelo DO 9721 e sensor LP 9021 PHOT.

O detector InLight é composto por uma lâmina com dimensões $46 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$, contendo quatro pastilhas de $Al_2O_3:C$ com diâmetros de 7 mm, que se encaixa em um invólucro de plástico preto com dimensões $48 \text{ mm} \times 22 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$. Somente a primeira pastilha de cada lâmina foi avaliada para o estudo.

Os detectores InLight da Landauer não podem ser tratados termicamente por causa das camadas de poliéster que cobrem estes materiais, portanto os detectores foram tratados opticamente na caixa de luz, tanto no processo de reutilização (zerando os resíduos de sinal OSL) e no processo de esvaziamento das armadilhas rasas após a pré-irradiação.

Os filtros absorvedores de luz visível HOYA U 330 e U 340 da UQG Optics, com diâmetro de 12,5 mm e espessura de 2,5 mm, foram posicionados sobre a primeira pastilha do detector, durante a exposição à RUV do processo de soldagem elétrica, para que a luz visível do ambiente não interferisse nos sinais OSL e PTOSL, em função da alta sensibilidade deste material à radiação visível [16].

Para a exposição dos detectores à RUV do processo de solda elétrica foi montado um conjunto formado por um papel cartão preto ($5,0 \text{ cm} \times 7,0 \text{ cm}$), a lâmina do detector e o filtro HOYA. Nas duas partes do estudo os conjuntos foram posicionados conforme mostram Tabela 1 e Figuras 1 e 2.

Tabela 1 - Posição e distância dos conjuntos (cartão+lâmina+filtro) durante 2 min de soldagem elétrica.

Conjunto (cartão + lâmina + filtro)	Posição durante a operação de solda elétrica	Distância da solda elétrica (cm)
#1 + U 330	Protetor facial	20
#2 + U 330	Tripé 1	100
#3 + U 340	Tripé 2	100
#4 + U 340	Tripé 2	100



Figura 1: Posição dos conjuntos (cartão+lâmina+filtro), na máscara facial do soldador, durante 2 min de soldagem elétrica.

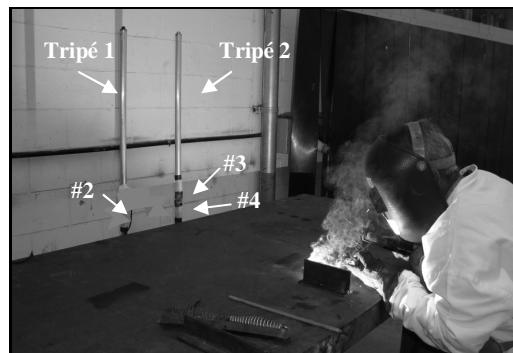


Figura 2: Posição dos conjuntos (cartão+lâmina+filtro), nos tripés, expostos à RUV durante 2 min de soldagem elétrica.

O filtro HOYA U 330 foi escolhido para ser posicionado com o detector no protetor facial do soldador em virtude de sua máxima transmitância em 330 nm, que é o mesmo comprimento de onda

de maiores respostas OSL e PTOSL para estes detectores [16].

As medições OSL e PTOSL foram realizadas com o leitor InLight microStar System e o software microStar de dosimetria da Landauer. A manipulação dos invólucros e das lâminas foi realizada em ambiente escuro para evitar interferência da luz visível.

A exposição dos detectores foi realizada durante o processo de soldagem elétrica de uma peça de aço carbono com tempo de duração de 2 min.

RESULTADOS

A primeira parte do estudo foi realizada com um conjunto contendo quatro detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight totalmente “zerados” (i.e., sem resíduos de sinal OSL), sem pré-condicionamento, expostos à RUV para o estímulo do sinal OSL.

Como os detectores sem pré-condicionamento apresentam uma rápida queda do sinal OSL [16], realizou-se somente uma medida OSL para cada detector. As leituras foram feitas no local da soldagem, logo após a exposição à RUV.

A Figura 3 mostra a resposta OSL dos detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight após exposição à RUV proveniente do processo de solda elétrica. Pode-se observar que houve o estímulo do sinal OSL em todos os detectores expostos à RUV durante os 2 min de soldagem elétrica.

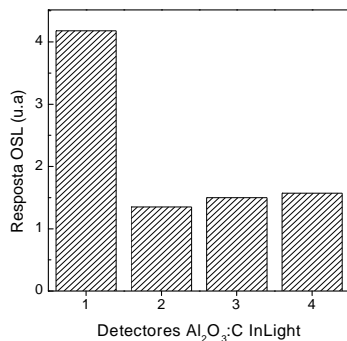


Figura 3 - Resposta OSL dos detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight após exposição à RUV durante 2 min de soldagem elétrica.

Os detectores #2, #3 e #4, posicionados a 100 cm de distância do processo de solda elétrica, apresentaram respostas OSL mais baixas do que a resposta OSL do detector #1, posicionado a 20 cm da fonte de RUV, conforme mostra a Figura 3. Os fatores distância e posição dos detectores em

relação à fonte de RUV podem ter influenciado os resultados.

A segunda parte do estudo foi realizada com um conjunto de quatro detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight pré-condicionados expostos à RUV do processo de soldagem elétrica para o estímulo do sinal PTOSL.

A Figura 4 apresenta as respostas OSL após o tratamento óptico do pré-condicionamento inicial e as respostas PTOSL após exposição à RUV proveniente do processo de soldagem elétrica.

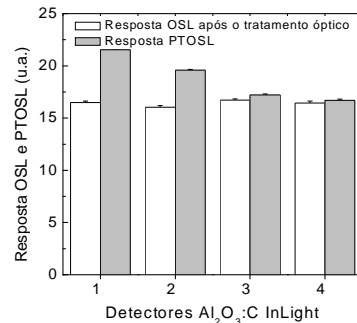


Figura 4 - Resposta OSL dos detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight após o tratamento óptico e resposta PTOSL após exposição à RUV durante 2 min de soldagem elétrica.

A Figura 5 mostra o ganho percentual da resposta PTOSL após exposição à RUV. Pode-se observar que para o intervalo de tempo de 2 min de duração do processo de soldagem elétrica houve o estímulo do sinal PTOSL em todos os detectores.

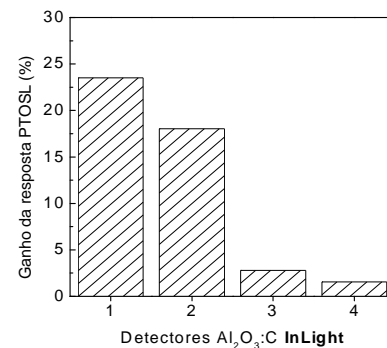


Figura 5 - Ganho percentual da resposta PTOSL dos detectores $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$ InLight expostos à RUV da soldagem elétrica durante 2 min.

Nota-se que os detectores #3 e #4 foram os que apresentaram maior ganho no sinal PTOSL. Os fatores distância e posição dos detectores em relação à fonte de RUV, dentre outros, podem ter influenciado esse resultados.

Foram realizadas 10 leituras PTOSL no sistema leitor OSL com cada detector exposto à RUV ($\sigma=1$, $k=1$).

CONCLUSÕES

Os detectores $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ InLight expostos à radiação ultravioleta do processo de soldagem elétrica apresentaram estímulo das respostas OSL e PTOSL.

O detector pré-condicionado posicionado no soldador apresentou um ganho no sinal PTOSL de 15,3% a mais do que o sinal OSL do detector sem pré-condicionamento.

A PTOSL demonstrou ser uma técnica importante no estudo da dosimetria RUV.

Este estudo revelou a possibilidade da utilização destes detectores em dosimetria da exposição ocupacional à RUV.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio financeiro parcial do Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação Amparo À Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), e do Ministério daCiência e Tecnologia (INCT em Metrologia da Radiações na Medicina).

REFERÊNCIAS

- [1] DOUGTHY, M. J.; OBLAK, E. A clinical assessment of the anterior eye in arc welders. *Clin. Exp. Optomet.*, v.88, n.6, p. 387395, 2005.
- [2] DIXON, A. J.; DIXON, B. F. Ultraviolet radiation from welding and possible risk and ocular malignancy. *Med. J. Aust.*, v. 181, p. 155 – 157, 2004.
- [3] KIM, E. A.; KIM, B.; YI, C.; KIM, I. G.; CHAE, C.; KANG, S. Macular degeneration in an arc welder. *Ind. Health*, v. 45, p. 371 – 373, 2007.
- [4] WEBB, A. R. Standardisation of data from ultraviolet radiation detectors. *Radiat. Prot. Dosim.*, v. 91, n. 1 - 3, p. 123 – 128, 2000.
- [5] CHANG, C.; LIU, H.; PENG, C.; SHIEH, J.; LAN, C. UVR measurement of a UV germicidal lamp. *Health Phys.*, v. 92, n. 3, p.242 – 250, 2006.
- [6] WEATHERHEAD, E. C.; WEBB, A. R. International response to the challenge of measuring solar ultraviolet radiation. *Radiat. Prot. Dosim.*, v. 72, n. 3 - 4, p. 223 -229, 1997.
- [7] LOS, A.; GRÖBNER, J. An assessment of the UV broad band filter radiometer measurement accuracy. Proceedings of WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation (TECO – 2005), Bucharest, Romênia, paper 3 (12), 2005.
- [8] MEINANDER, O.; KAZADIS S.; BLUMTHALER, M.; YLIANTTILA, L.; JOHNSEN, B.; LAKKALA, K.; KOSKELA, T.; JOSEFSSON, W. Diurnal discrepancies in spectral solar UV radiation measurements. *Appl. Opt.*, v. 45, p. 5346 – 5357, 2006.
- [9] WEST, W. G.; KEARFOTT K., J.; BERNAL, S. M. The sunlight OSL response of a commercially available $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3\text{:C}$ personnel dosimetry material. *Radiat. Prot. Dosim.*, v. 119, n. 1 - 4, p. 344 – 349, 2006.
- [10] PAGONIS V.; CHEN R.; LAWLESS J. L. A quantitative kinetic model for $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C:TL}$ response to UV-illumination. *Radiat. Meas.*, v.4, p.175 -179, 2008.
- [11] BØTTER-JENSEN, L.; McKEVEER, S. W. S.; WINTLE, A. G. Optically stimulated luminescence dosimetry., Elsevier, Amsterdam, 2003.
- [12] WINTLE, A. G. Luminescence and ESR dating and allied research. *Radiat. Meas.*, v.27, p. 625 – 1025, 1997.
- [13] TATUMI, S. H.; GOZZI, G.; YEE, M.; OLIVEIRA, V.I.; SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Luminescence dating of quaternary deposits in geology in Brazil. *Radiat. Prot. Dosim.*, v. 119, n. 1-4, p.462 – 469, 2006.
- [14] COLYOTT, L. E.; McKEEVER, S. W. S.; ASKSELROD, M. S. An integrating UVB dosimeter system. *Radiat. Prot. Dosim.*, v. 85, n. 1 - 4, p. 309-312, 1999.
- [15] SMETANA, F.; BERGMANN, R.; BRUSL, H.; FUGGER, M.; GRATZL, W.; KITZ, E.; VANA, N. A portable multi-purpose OSL reader for UV dosimetry at workplaces. *Radiat. Meas.*, v. 43, p. 516 – 519, 2008.
- [16] GRONCHI C. C. Estabelecimento de um método dosimétrico para avaliação da exposição à radiação ultravioleta. São Paulo: 2009. Tese de Doutorado – Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares.