

Avaliação da Radiação UV Espalhada Durante Cirurgia Refrativa Empregando Laser Excimer

F. H. Grossi¹, P. Schor², L. L. Campos³

^{1,3} Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242. CEP 05508-900 São Paulo, SP, Brasil

² Universidade Federal de São Paulo – Unifesp
Rua Borges Lagoa, 368, CEP: 04038-000, São Paulo, SP, Brasil

Resumo - O método de termoluminescência fotoestimulada (TLFE), utilizando pastilhas dosimétricas de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ produzidas no IPEN como elemento sensível, foi estudado para a determinação da radiação laser espalhada em cirurgias refrativas empregando laser excimer de ArF ($\lambda = 193\text{nm}$) no Departamento de Oftalmologia da Universidade Federal de São Paulo. Os detectores foram posicionados em 5 pontos de interesse: testas do paciente (0,15m – distância fonte-detector), cirurgião (0,50m) e instrumentador (1,0m), paredes lateral (1,5m) e dos fundos (4,0m) da sala de cirurgia. Foram efetuadas medidas individuais em 5 cirurgias separadamente, com duração aproximada de 10min cada uma, além de uma medida de acúmulo durante 4h contínuas, correspondendo a uma série de cirurgias. A resposta PTTL dos detectores foi sempre avaliada 48h após a exposição, sendo então determinada a energia radiante em cada ponto de medida. Os resultados obtidos indicam que os detectores de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ apresentam sensibilidade adequada para a detecção de radiação laser tanto no feixe direto como espalhado e, também, confirmaram a exposição, não só do paciente, como também da equipe médica à radiação laser espalhada em cirurgias refrativas.

Palavras-chave: Termoluminescência fotoestimulada, $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, laser excimer.

Abstract – Phototransferred thermoluminescence (PTTL) using dosimetric pellets of $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ produced at IPEN as sensitive material was studied on the determination of spread laser radiation in refractive surgeries using excimer laser (ArF with $\lambda = 193\text{nm}$) in the Department of Ophthalmology of the Federal University of São Paulo. The detectors were positioned in 5 points of interest in the surgery room: patient (0,15m – distance laser - source), surgeon (0,5m) and nurse (1,0m) foreheads, side (1,5m) and back (4,0m) walls. It was performed individual measurements in 5 surgeries, with duration of 10min each one, and cumulative measurement during 4h. The PTTL response was always measured 48h after exposure and estimated, by this way, the radiant energy on each point of measure. The results shown that the $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ detectors present good sensibility to detect spread and direct laser radiation and, also, they confirm the patient exposure to laser radiation and the exposure of medical team in refractives surgeries.

Key-words: Phototransferred thermoluminescence, $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$, excimer laser.

Introdução

Com o crescente aumento de pacientes que se submetem à cirurgias refrativas corneanas, a análise dos riscos associados à radiação laser usada nestas cirurgias tornou-se de grande interesse, pois há indícios [1, 2] de que o espalhamento laser pode causar sérios danos à saúde e à integridade física, principalmente, dos médicos e trabalhadores da área de saúde envolvidos neste tipo de intervenção cirúrgica.

Para avaliar esta hipótese, o Departamento de Metrologia das Radiações (NM) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) vem desenvolvendo um método pioneiro para controle e cálculo da radiação laser dentro de centros cirúrgicos de oftalmologia [3, 4].

Juntamente com o Departamento de Bioengenharia (DB) de Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), um método dosimétrico está sendo caracterizado para avaliação do espalhamento da radiação laser em centros cirúrgicos, usando-se detectores de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ produzidos no IPEN [5], que

apresentam a propriedade de termoluminescência fotoestimulada.

Metodologia

Os detectores usados são produzidos no próprio IPEN. As amostras de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ têm diâmetro de 6mm, massa de 50mg e espessura de 0,8mm.

Estes detectores são tratados termicamente em um forno tipo mufla da EDG a temperaturas de $300^\circ\text{C}/15\text{h}$ antes de serem irradiados com radiação gama do ^{60}Co , sofrendo outro tratamento térmico num forno de microondas modelo MAS 7000, da CEM Co, a $300^\circ\text{C}/15\text{min}$ antes de serem expostos à radiação laser. O resfriamento das amostras é rápido e feito à temperatura ambiente.

Para a irradiação gama dos detectores é utilizada uma fonte de ^{60}Co com atividade de 50TBq. As amostras receberam uma dose de 5Gy. O equilíbrio eletrônico durante a irradiação das amostras é mantido usando-se placas de acrílico com espessura de 3mm.

8º Congresso Brasileiro

05-02

10173

A calibração das amostras usadas para detecção de radiação laser seguiu critérios descritos por Oberhofer e Scharmann [6] uma vez que não foram encontradas outras referências na literatura.

O sistema de exposição laser usado na Unifesp consiste de um laser excimer de ArF, modelo Autonomus Ladarvision, com comprimento de onda de 193nm, modo de oscilação pulsado (10ns/pulso), diâmetro do feixe de 0,9mm e fluxo radiante de, aproximadamente, 3mJ/pulso e irradiância na região de 180 a 240mJ.cm⁻². Este laser utilizado no estudo teve seu uso aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Unifesp.

Utilizou-se para as medidas de TLFE um leitor Harshaw modelo 2000 AB, com taxa de aquecimento linear de 10°C.s⁻¹, ciclo de leitura de 32s em intervalos de temperatura de integração que variam de 170 a 270°C.

Os detectores foram posicionados com fita durex dupla face nos pontos de interesse dentro da sala cirúrgica: testa do paciente (0,15m – distância fonte-detector), testa do cirurgião (0,5m), testa do instrumentador (1m), e paredes internas da sala, lados e fundos (1,5m e 4m, respectivamente) e estes foram distribuídos e usados dentro da sala de cirurgia para cinco cirurgias distintas (com duração de aproximadamente 10min cada) e também num período prolongado de 4h, estas chamadas *acumulados*.

Para a análise da radiação espalhada acumulada nos detectores, propôs-se um método de envio dos mesmos através de serviços de postagem pelo correio (Sedex[®]) entre IPEN e Unifesp. Os detectores utilizados na experiência são embalados em plástico antiestático e são chamados *detectores de análise*. Outros três detectores, chamados *detectores de controle*, são embalados no mesmo tipo de plástico e enviados junto com os *de análise*; estes servem para averiguar se, no caminho IPEN-Unifesp-IPEN, algum acúmulo de sinal é detectado, não sendo manipulados. Outros três detectores, chamados *detectores de contraprova*, são mantidos no IPEN em blindagem de chumbo e temperatura ambiente para serem comparados com os *de controle*, para total certificação de que nenhum sinal espúrio influenciará as medidas. Todos os procedimentos de embalagem e envio seguiram recomendações internacionais [6, 7], exceto pelo envio via correio, procedimento este proposto pelos pesquisadores envolvidos na pesquisa.

Uma vez expostas à radiação laser espalhada, as amostras foram novamente embaladas e reenviadas para o IPEN.

Resultados

Os resultados iniciais obtidos são vistos na Figura 1. As cirurgias não possuem os mesmos procedimentos e parâmetros, como o número de pulsos (ou fluxo energético) disparados nos pacientes. Esta figura indica uma relação de decaimento do sinal TLFE em função da distância da fonte laser.

As amostras de controle não apresentaram nenhum sinal espúrio que pudesse invalidar as amostras de análise. O mesmo ocorreu com as amostras de contra-prova.

Uma vez que a relação entre sinal TLFE e energia radiante é linear [8], as amostras que acumularam sinal TLFE durante 4h foram confrontadas com aquelas expostas à 1 cirurgia (a 5 renomeada referência) através de normalização do sinal TLFE, e foi obtido o gráfico da figura 2.

Pela análise da figura 2 observa-se que todo o ambiente da sala de cirurgia da Unifesp está exposta à radiação laser espalhada, e que este sinal é cumulativo.

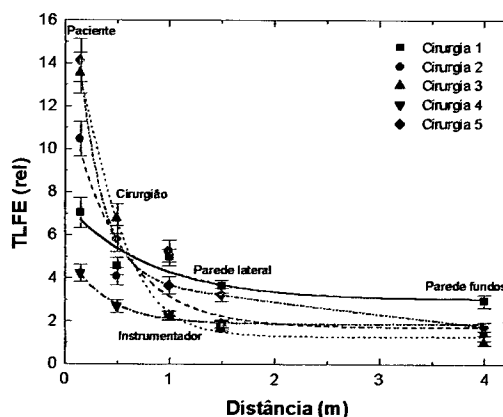


Figura 1. Resposta TLFE das amostras de CaSO₄:Dy em função da distância da fonte laser.

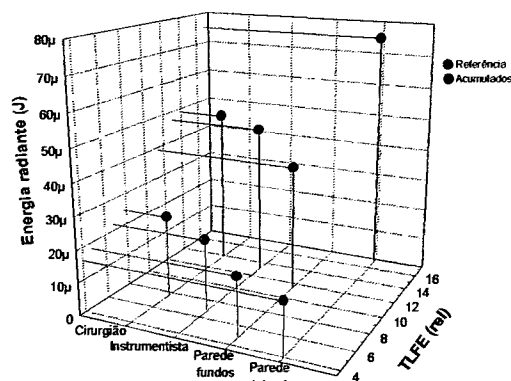


Figura 2. Energia radiante recebida pelos trabalhadores e ambiente na sala de cirurgia

Discussão e Conclusões

A figura 1 mostra que o sinal TLFE decai em função da distância da fonte laser. Isso vai de acordo com a natureza gaussiana do feixe laser, pois o espalhamento que sensibiliza as amostras de CaSO₄:Dy diminui de intensidade com o quadrado da distância [2]. Também é observado pela figura 2, que há acúmulo de sinal TLFE nas amostras expostas durante 4h dentro da

sala cirúrgica. A exposição recebida pelos trabalhadores dobra neste período, quando comparados com uma única cirurgia.

Segundo a literatura [9], o limite de exposição (LE) à radiação laser depende do tempo de exposição, comprimento de onda e também do modo de oscilação do laser utilizado. Para intervalos de tempo de exposição entre 10^{-9} a 3.10^4 s, o LE varia de 3.10^5 J.cm⁻² a 30J.cm⁻², respectivamente.

Como o diâmetro das amostras que receberam a radiação laser espalhada é de 6mm, temos que o limite de exposição para a energia radiante é de 84kJ a 8,4J, respectivamente.

Portanto, é observado que os trabalhadores da área médica, num intervalo de exposição de 4h, estão bastante abaixo do limite mínimo de exposição à radiação laser (49μJ para o cirurgião contra os 8,4J num intervalo de tempo que é o dobro do qual as amostras permaneceram sobre influência laser).

Deve-se acrescentar, que a literatura nada diz a respeito de acúmulo de exposição à radiação laser ao longo do tempo. Apenas recomenda limites máximos de exposição que não devem ser ultrapassados, durante determinado período contínuo.

Com isso, os resultados permitem concluir que os trabalhadores da área médica estão expostos ao espalhamento laser no ambiente de trabalho; mesmo esta exposição sendo menor que o limite recomendado, é preciso mais e melhores estudos para qualquer comprovação dos malefícios causados por esta exposição.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem à FAPESP e ao CNPq pelo incentivo financeiro dado à esta pesquisa.

Referências

- [1] Hillekamp, F. **Laser radiation tissue interaction.** Health Physics 1989;56: 613-16.
- [2] Niemz, MH. **Laser tissue interactions – fundamentals and applications.** 1st ed. Berlin: Springer, 1996.
- [3] Potiens, AJ e Campos, LL. **Ultraviolet and laser radiation dosimetry using phototransferred thermoluminescence in CaSO₄:Dy.** Radiation Protection Dosimetry 1996;66: 95-96.
- [4] Grossi, FH e Campos, LL. **Estudos da termoluminescência fotoestimulada induzida por radiação ultravioleta e laser em CaSO₄:Dy.** In: VI ABFM – D0704, outubro, 2001.
- [5] Campos, LL. e Lima, MF. **Dosimetric Properties of CaSO₄:Dy Teflon pellets produced at IPEN.** Radiation Protection Dosimetry 1986;14: 333-35.
- [6] Oberhofer, M. and Scharmann A. **Applied Thermoluminescence Dosimetry.** Paris, Adam Hilger: 1979.
- [7] Mckeever, SWS, Moscovitch, M. and Townsend, PD. **Thermoluminescence dosimetry materials: properties and uses.** London, Nuclear Technology Publishing: 1995.
- [8] Grossi, FH, Campos, LL, Schor, P. e Melo, LAS Jr. **Aplicação da termoluminescência fotoestimulada na área oftalmológica usando-se CaSO₄:Dy.** In: VI ENAN – T# 452, agosto, 2002.
- [9] INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION / INTERNATIONAL NON-IONIZING RADIATION COMMITTEE. **Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180nm and 1mm.** Health Physics 1985;49(2): 341-59.

Contato

MSc. Fabio Henrique Grossi
fhgrossi@macbeth.if.usp.br
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242.
CEP 05508-900
São Paulo, SP, Brasil
Fone/Fax: (11).3816-9214