

# Tecnologia de lasers randômicos em soluções coloidais e cristais em pó polidisperso

Rafael Moreno dos Santos Medrano e Niklaus Ursus Wetter  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

A tecnologia dos “random lasers” (lasers aleatórios) consiste na amplificação da luz em um meio que proporciona múltiplos espalhamentos em seu interior, ao contrário dos espelhos altamente refletivos usados em lasers tradicionais[5].



Figura 1: Ilustração de um fóton emitido espontaneamente e amplificado devido aos múltiplos espalhamentos sofridos

Quando comparado aos lasers comuns, os random lasers apresentam vantagens por apresentarem um baixo custo de produção, possuírem uma tecnologia relativamente simples de desenvolvimento e ainda terem possibilidades de produção com diversos materiais: nanopartículas semicondutoras, pós cerâmicos, polímeros e materiais orgânicos.

O desenvolvimento de pastilhas de cristais em pó com diferentes granulometrias é interessante, uma vez que na mistura de partículas grandes com pequenas criam-se regiões de concentração da luz (pockets) governados pelas partículas menores onde

há grande taxa de ganho e absorção, sofrendo bombardeamento de todos os lados devido a difusão governada pelas partículas maiores [2].

## OBJETIVO

Observar o espalhamento da luz em soluções coloidais microfluídicas e determinar parâmetros do meio espalhador. Fabricar pastilhas de cristais em pó para futuro bombeamento e caracterização de seu feedback.

## METODOLOGIA

Para determinar o livre caminho médio de espalhamento dos fótons nos random lasers em solução, realizou-se o experimento de transmissão [1].

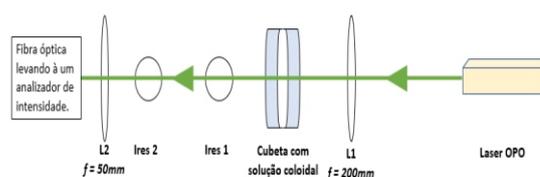


Figura 2: esquema ilustrativo do experimento de transmissão. O colóide é colocado em uma cubeta e bombeado por feixe laser na faixa de 532nm, passando por duas lentes focalizadoras: L1 de 20x e L2 de 5x, e duas íris. O sinal é levado por fibra óptica até um analisador de intensidade.



Figura 3: Arranjo para o experimento de transmissão.

Plotando uma curva *intensidade de saída x espessura*, é válida a Lei de Lambert-Beer:

$$I = I_0 e^{-\frac{x}{l_s}}$$

Onde  $l_s$  é o livre caminho médio de espalhamento: distância média até a luz ser espalhada novamente.

Para fabricação das pastilhas de pós polidispersos um cristal de NaLa(WO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> com Yb<sup>3+</sup> foi inicialmente moído utilizando-se ágata e pilão, em seguida peneirado através de diferentes peneiras com *grade* cada vez menor para se obter pastilhas com diferentes faixas granulométricas. O pó será futuramente prensado e bombeado à fim de se observar sua ação random laser e a dependência de seu feedback com as diversas granulometrias [3]

## RESULTADOS

À baixo consta um exemplo de curva *intensidade x espessura* obtida para o experimento da transmissão [1], bem como o valor do caminho livre médio calculado à partir da Lei de Lambert-Beer.

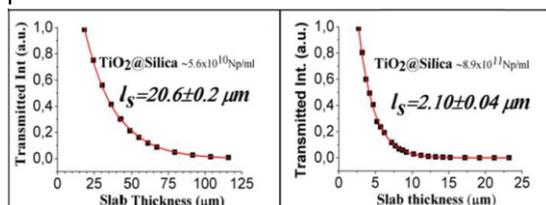


Figura 4: exemplos de curvas *intensidade x espessura* obtidas experimentalmente. Do

lado esquerdo, amostras de **TiO<sub>2</sub>@Silica** com concentração  $5,6 \times 10^{10} \text{ Np/ml}$ , e à direita com concentração  $8,9 \times 10^{11} \text{ Np/ml}$ . Os valores de  $l_s$  foram respectivamente  $20,6 \pm 0,2 \mu\text{m}$  e  $2,10 \pm 0,04 \mu\text{m}$ .

## CONCLUSÕES

Pela Figura 4 podemos observar como os dados se encaixam no padrão exponencial da Lei de Lambert-Beer, comprovando o caráter aleatório do movimento fótons no meio espalhador. Também foi possível perceber a importância do domínio técnico dos aparatos optomecânicos na montagem do experimento, uma vez que o bombardeamento está sujeito a influências como o alinhamento do feixe laser.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] VILLAR, E. J., MESTRE, V., OLIVEIRA, P. C. e SÁ, G. F. *Novel core (TiO<sub>2</sub>@Silica) nanoparticles for scattering medium in a random laser: higher efficiency, lower laser threshold and lower photodegradation. Supplementary Information.* – The Royal society of Chemistry. 2013.
- [2] JORGE K. C., ALVARADO, M. A., MELO E. G., CARREÑO M. N. P., ALAYO M. I. e WETTER, N. U. *Directional random laser source consisting of a HC-ARROW reservoir connected to channels for spectroscopic analysis in microfluidic devices.* Applied Optics, Vol. 55, 2016.
- [3] VIEIRA, R. J. R., LAÉRCIO, G., MARTINELLI, J. R., WETTER, N. U. *Upconversion luminescence and decay kinetics in a diode-pumped nanocrystalline Nd<sup>3+</sup>:YVO<sub>4</sub> random laser.* Optics Express, Vol. 20, No. 11, 2012.
- [4] NOGINOV M. A. *Sólid-State Random Laser*, 6ª edição, Nolfork: Editora Springer, 2005, 229 p.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

PIBIC – CNPq.