

Caracterização Óptica não Linear de Nanopartículas de Ouro

Mariana Tiemi Iwasaki, Ricardo Elgul Samad e Lilia Coronato Courrol
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Nanopartículas metálicas apresentam propriedades físico-químicas interessantes, como o aumento da sua superfície de contato e o efeito de ressonância de plasmons de superfície (RPS, os elétrons livres da superfície do metal sofrem oscilações coletivas, possibilitando a absorção de luz na faixa do visível)¹.

Soluções de nanopartículas de ouro apresentam interessantes propriedades ópticas, como por exemplo, as diversas tonalidades na região do visível, devido às ressonâncias de plasmons de superfície (RPS)². As nanopartículas de ouro podem ser aplicadas na detecção de tumores, transporte de medicamentos e em catálise².

A óptica não-linear lida com fenômenos em que as propriedades ópticas do meio são influenciadas pela intensidade luminosa, ao contrário da óptica linear³. Para o seu estudo aplicou-se a técnica de *Z-Scan*, na qual um feixe laser Gaussiano é focalizado por uma lente convergente, e ao longo do eixo z é deslocada uma amostra, que passa através do ponto focal. Parte da intensidade do feixe transmitida pela amostra é selecionada pela íris, e esta porção é medida por um detector posicionado atrás da íris. Este sinal depende da posição da amostra em relação à cintura do feixe e carrega a informação da não-linearidade. O efeito Kerr induzido pelo laser modifica o índice de refração total do material, e a amostra passa a se comportar como uma lente, convergente se for induzido um índice de refração não-linear positivo, e divergente se este for negativo⁴.

O projeto tem como objetivo realizar a síntese de nanopartículas de ouro em solução de água com aminoácido triptofano. Em seguida, caracterizar o índice de refração não-linear das amostras pela técnica de z-scan.

METODOLOGIA

Prepararam-se soluções de nanopartículas de ouro com as seguintes concentrações: 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 g/L e uma massa constante de triptofano (0,0250g) para todas as amostras. As amostras foram diluídas em água bideionizada e a mistura foi homogeneizada em agitação em vórtex. Em seguida foi realizada a caracterização das amostras no espectrofotômetro e aplicada a técnica de z-scan.

RESULTADOS

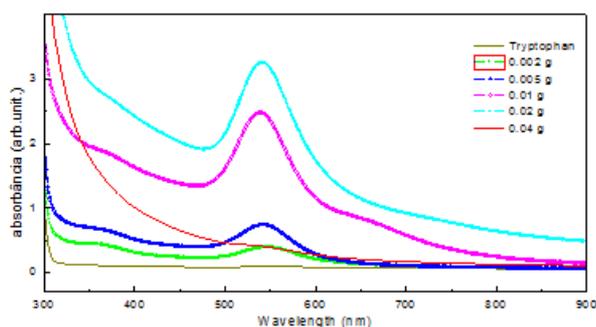


Figura 1: Espectrofotometria – Comparação da absorbância das soluções de nanopartículas de ouro.

Na Figura 1 observou-se um pico próximo a 550 nm, que corresponde as nanopartículas esféricas de ouro, com diâmetros faixa de 10-20 nm⁵.

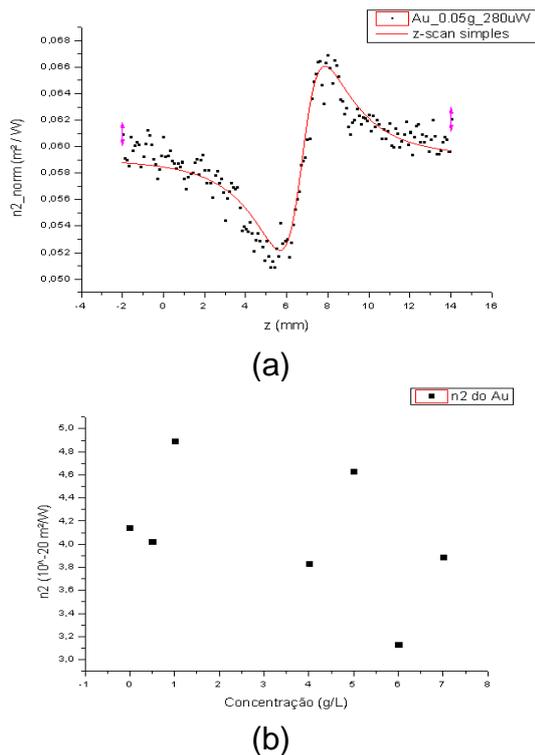


Figura 2: (a) Gráfico do z-scan para as nanopartículas de ouro com ajustes dos dados experimentais usando o programa OriginPro 8. (b) Índice de refração não linear das soluções de nanopartícula de ouro com triptofano em relação às concentrações de nanopartícula de ouro em solução.

De acordo com a Figura 2(a) na medição das amostras de nanopartículas de ouro em solução o gráfico apresentou apenas um pico e um vale, o que significa que a solução de nanopartículas de ouro possui um índice de refração não linear superior ao do quartzo, material da cubeta utilizada. Ou seja, cubeta de quartzo com 300 μm de parede utilizada não interferiu na medida da amostra no z-scan, o que facilitou a visualização e o ajuste de uma curva não linear.

De acordo com a Figura 2(b), pode-se notar de forma geral, que conforme a concentração das nanopartículas de ouro em solução aumenta, o índice de refração não linear (n_2) da solução diminui. Com isso ao analisar a equação

$$n_{2,\text{total}} = n_{2,\text{triptofano}} + n_{2,\text{nanopartícula}} \cdot C, \quad (1)$$

Onde C é a concentração de nanopartículas de ouro em solução (g/L), observa-se que quando a concentração de nanopartículas de ouro é zero, ou seja, é uma solução que

só contem triptofano, o índice de refração não-linear da solução do triptofano ($n_{2,\text{triptofano}}$) é maior que zero. Com isso, devido aos valores da concentração serem positivos e pelo gráfico mostrar uma diminuição nos valores do índice de refração não-linear, conclui-se que o índice de refração não-linear da solução de nanopartículas de ouro é negativo.

CONCLUSÕES

Assim como o triptofano puro, soluções de nanopartículas de ouro em triptofano apresentam índice de refração não linear positivo. À medida que a concentração das nanopartículas aumenta na solução, seu índice de refração não-linear decresce, nos levando a concluir que as nanopartículas de ouro possuem índice de refração não-linear negativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Politano A. et al. Collective Electronic Excitations in Systems Exhibiting Quantum Well States. *Surface Review and Letters*. 2009;16(2):171-90.
- [2] Pereira F.C., Zanoni M.V.B., Moretti L.M., Ugo P.; Características ópticas e morfológicas de nanoestruturas de ouro. *Quim. Nova*, v. 30, n. 7, Jul. 2007.
- [3] Samad R.E.; "Determinação do Índice de Refração Não-Linear de Cristais de $\text{BaLiF}_3:\text{Ni}^{2+}$ por meio da Técnica da Varredura-Z para Absorvedores Saturáveis,". Dissertação de Mestrado (Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997).
- [4] Gomez S.L., Cuppo F.L.S., Figueiredo Neto A.M.; Nonlinear optical properties of liquid crystals probed by Z-scan technique. *Braz. J. Phys.*, São Paulo, v. 33, n. 4, Dec. 2003.
- [5] Romani E.C., Vitoreti D., Gouvêa P.M.P., Caldas P.G., Prioli R., Paciornik S., Fokine M., Braga A.M.B., Gomes A.S.L., Carvalho I.C.S.; Gold nanoparticles on the surface of soda-lime glass: morphological, linear and nonlinear optical characterization. *Optics express.*, v. 20, n. 5, Fev. 2012.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Os autores agradecem ao CNPq/CNEN pela bolsa de iniciação científica, e à FAPESP, FINEP e CNPq pelo apoio financeiro.