Fenômenos fototermicos em fluídos complexos

Henrique Gabriel Gutierre(PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), Sérgio Leonardo Gómez(Orientador) email: sgomez@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Física, PR, Brasil

Física; Física da matéria condensada.

Palavras-chave: Fluído, óptica não linear, lente térmica

Resumo

Os métodos das denominadas ciências foto-térmicas vêm sendo vistos como importante ferramenta na caracterização termo-óptica de diversos materiais, desde vidros até produtos alimentícios. Os materiais utilizados neste trabalho são fluidos comerciais presentes em nosso cotidiano, como por exemplo, o café, a coca cola e o molho Shoyu e, portanto é importante contar com uma técnica para detectar possíveis fraudes na sua composição. Neste trabalho propomos a utilização da técnica de Lente Térmica para a caracterização e detecção de alterações na composição de fluidos comerciais de grande interesse.

Introdução

Quando um feixe de luz com perfil gaussiano atravessa um meio com absorção ótica não desprezível, ocorre a formação de uma lente no meio, denominada lente térmica [1], que acontece por causa da variação do índice de refração do meio em função da temperatura em que ele se encontra. Na formação da lente térmica, é relevante sabermos o coeficiente termoóptico e o coeficiente de absorção da luz, que determinam a distância focal da lente. Se o sinal do coeficiente termo-óptico for positivo a lente será convergente, se for negativo, a lente será divergente. Outro fenômeno gerado com a refração da luz no fluido é o chamado automodulação de fase, o qual gera uma série de aneis de interferência. Assim, estes métodos podem ser utilizados para caracterizar diversos meios liquidos [2]. O índice de refração n de um meio a temperatura constante é dado por:

$$n = c / v \qquad (1)$$

Onde c é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade da luz no meio. Se o índice de refração de um meio à temperatura T é no(T), o valor do índice de refração na temperatura T + ΔT pode ser escrito como:

$$n\,(T + \Delta T) = no(T)\ (dn/dT)\Delta T \qquad (2)$$

Onde dn/dT é o coeficiente termoóptico. Tipicamente, os lasers comerciais têm um feixe com perfil que corresponde a uma curva gaussiana. A expressão matemática para o feixe gaussiano é dada por:

$$I\,(r) = Io\ exp(-r^2/w^2) \qquad (3)$$

Onde r é a distância radial do centro do feixe.

Materiais e Métodos

Uma amostra de molho shoyu da marca Sakura foi colocada em um porta amostra de vidro transparente feito de lâmina de microscopia com um caminho óptico de 200μm. A amostra é posicionada na frente de um feixe de luz laser previamente focalizado por uma lente convergente medindo-se a largura no feixe laser após a amostra. A formação de uma lente térmica no meio leva à modificação da largura do feixe o qual é quantificado por meio do método da lâmina [3], que consiste na Interceptação do feixe por uma lâmina acoplada a um micrômetro, como mostra a figura 1. A lâmina bloqueia parcialmente o feixe de laser e parte do feixe não bloqueada atinge um foto resistor ligado a uma placa arduino usada para medir a intensidade de luz que chega até ele. Assim, foi possível levantar a curva Intensidade versus deslocamento da Lâmina. Um desenho esquemático do método da lâmina é mostrado a seguir.

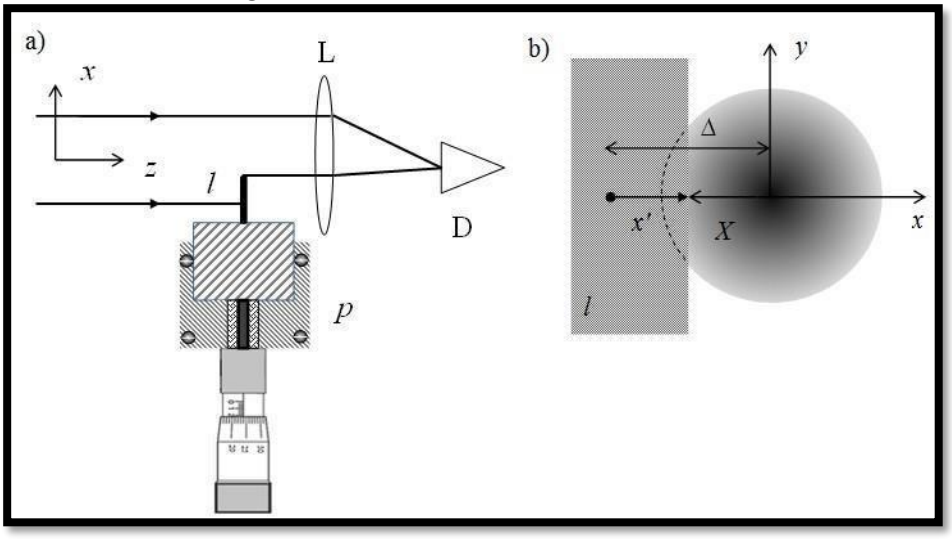


Figura 1 - Desenho esquemático do método da lâmina

A parte a) da figura 1 mostra uma lâmina l acoplada a um micrômetro p, aos poucos o micrômetro vai se movendo e impedindo a luz de passar pela lente L e chegar ao fotodetector D. A parte b) mostra com detalhes como acontece o bloqueio, com a origem do sistema de coordenadas cartesianas no centro do feixe de laser. A lâmina l se move da esquerda para a direita até bloquear o feixe por completo.

Resultados e Discussão

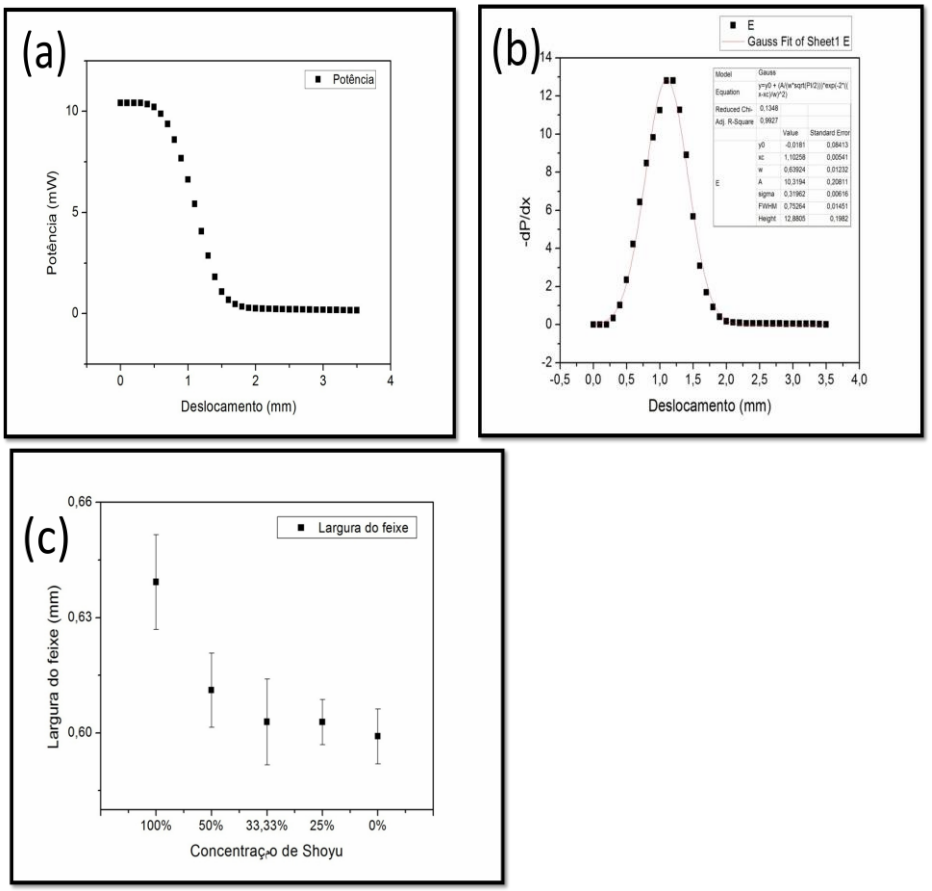


Figura 2. a) Levantamento da curva da potência versus deslocamento da lâmina. b) Curva gaussiana da largura do feixe que atravessa a amostra. c) Gráfico da largura do feixe de laser em função da concentração de shoyu na amostra.

A figura 2.a) mostra o gráfico da potência do laser em função do deslocamento da lâmina. A figura 2.b) Mostra a curva gaussiana da largura do feixe que atravessa a amostra de molho shoyu. A figura 2.c) É um gráfico da largura do feixe em função da concentração de shoyu na amostra. O valor obtido da largura do laser sem amostra foi de 0,55mm, após a amostra de molho shoyu ser colocada o valor da largura mudou para 0,63mm, como mostra a figura 2.b). Como a largura do feixe aumentou após a colocação a amostra, a coeficiente termoóptico do molho shoyu é negativo e a lente térmica formada é divergente.
Os resultados foram apresentados na XIX Semana da Física organizada pelo Dep de Física da UEPG e um artigo científico foi publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física [4].

Conclusões

O fenômeno fototérmico foi observado com clareza, e a partir disso, podemos calcular o coeficiente termoóptico e compará-lo a diversas marcas de molho shoyu. O mesmo método está pronto para ser utilizado em outros tipos de fluídos comerciais como uma forma de caracterização.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da fundação araucária, do CNPq e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fluidos Complexos (INCT-FCx).

Referências

[1] TURCHIELLO, R. de F.; GÓMEZ, S.L. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 3, e3501, 2016.
[2] BAPTISTA, M.S. Química Nova, v.22, n.4, 1999.
[3] S.L. Gómez, C.S. Lopes, A.A. Bernal-Cardenas, V.M. Lenart e R.F. Turchiello. Rev. Bras. Fís. Tecn. Apl. 3, 18 (2016)
[4] Gutierre, Henrique G.; GÓMEZ, S.L. Rabeiro, Marlon S.; Pereira, Luiz A. A.; da Cruz, Gerson K.; Turchiello, Rozane de F.; Revista Brasileira de Ensino de Física, v.39, n.3, 2017.