UTILIZAÇÃO DE FENÔMENOS FOTOTÉRMICOS PARA DETECÇÃO DE ADULTERAÇÕES EM FLUIDOS COMERCIAS

Marlon Schmidt Ribeiro (PIBIC/FA/UEPG), Sergio Leonardo Gómez (Orientador), e-mail: sgomez@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Física.

Física, óptica

Palavras-chave: automodulação de fase, óptica não linear, fluidos comerciais.

Resumo
Os métodos fototérmicos são uma importante ferramenta na caracterização termo-óptica de diversos materiais, desde vidros até produtos alimentícios. Por outro lado, o crescente aumento dos casos de adulterações em produtos de consumo humano torna importante a detecção rápida e simples de possíveis fraudes. Neste trabalho propomos o uso da técnica de lente térmica na caracterização de alterações na composição de fluidos de uso comum, como o molho shoyu. Os resultados se mostram satisfatórios no uso da técnica para a detecção da adulteração pela adição de água.

Introdução

O fenômeno de automodulação de fase de um feixe gaussiano, isto é, cuja intensidade é inversamente proporcional ao raio (figura 1), que incide sobre uma amostra com uma grande absorção óptica no comprimento de onda do feixe, leva à formação de um padrão de interferência formado por um conjunto de anéis no campo afastado. Se o meio absorve a luz incidida, parte da energia eletromagnética é transformada em calor, aquecendo o meio. Essa mudança na temperatura, muda também os parâmetros que dependem dela, como por exemplo, o índice de refração (n). Assim, o aquecimento do meio segundo um padrão espacial específico leva a mudança correlata do índice de difração.

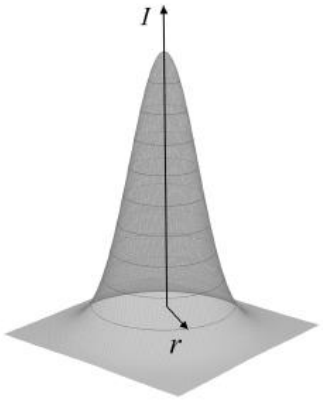
Devido ao perfil gaussiano do laser, a mudança de temperatura de um meio absorvedor não é uniforme, mas possui simetria radial, isto é, sua temperatura será maior no centro e diminui conforme se afasta dele. Consequentemente, o índice de refração varia com a mesma simetria radial. Portanto, a absorção não uniforme da temperatura gera um gradiente do índice de refração, denominado coeficiente termoóptico (dn/dT). A mudança do índice de refração leva a uma mudança adicional de fase da onda eletromagnética. Essa mudança de fase adicional é responsável pela formação dos anéis de automodulação de fase.

O fenômeno de automodulação espacial de fase tem sido usado para obter, por exemplo, o rendimento quântico de fluorescência de moléculas em solução e o coeficiente termoóptico de líquidos.

Nesse trabalho, utilizamos o fenômeno de automodulação como uma forma de caracterização de fluidos comerciais comuns, como o Shoyu, para saber se ocorreu a diluição em água.

ISSN 1676-0093

Figura 1 – **Representação de um feixe laser de perfil gaussiano.**

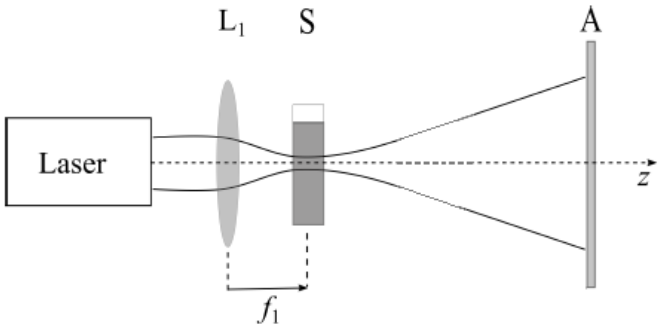


Representação da distribuição espacial da intensidade de um feixe gaussiano. r é a distancia radial ao eixo z (direção de propagação do feixe).

Material e Métodos

O arranjo experimental utilizado no projeto, mostrado na figura 1, consiste em um laser de onda contínua (532 nm), uma lente convergente com distância focal de 10 cm, produzindo uma cintura de aproximadamente 33 µm na distância focal, e um anteparo à uma distancia de aproximadamente 2 m.
O porta amostra é posicionado no foco do laser, para que não haja o fenômeno da Lente térmica.
Foi utilizado um porta amostra de aproximadamente 200 µm de caminho óptico, contendo o molho *Shoyu* comprado em mercado. As medidas foram realizadas em concentrações de *Shoyu* de 100%, 80% e 60% em água. Os dados obtidos foram comparados entre si e foi montado um gráfico do número de anéis de automodulação pela concentração do *Shoyu*.

Figura 1 – **Arranjo experimental. Lente (L), com distância focal f; Porta amostra (S); Anteparo (A)..**



Resultados e Discussão

Foram realizadas medidas para o molho *Shoyu*, onde foram variados alguns parâmetros como concentração do fluido e a potência do laser incidido. Com os valores obtidos, foi montado os gráficos que seguem.
O gráfico abaixo mostra o resultado obtido através das amostras de *Shoyu*, sem sofrer diluição. O gráfico 1, mostra que o número de anéis formados através do fenômeno de automodulação de fase é proporcional à intensidade do laser.

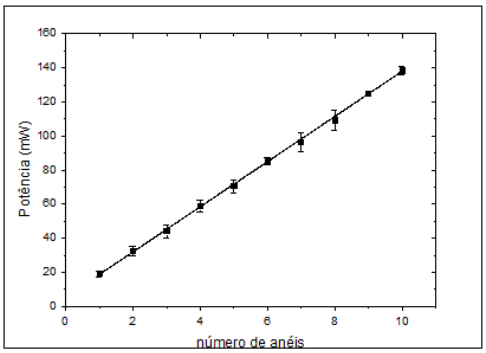


Gráfico 1 - Potência x número de anéis. Molho Shoyu puro.

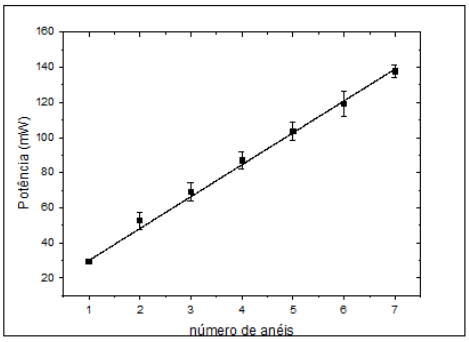


Gráfico 2 - Potência x número de anéis. Concentração de 80% em água.

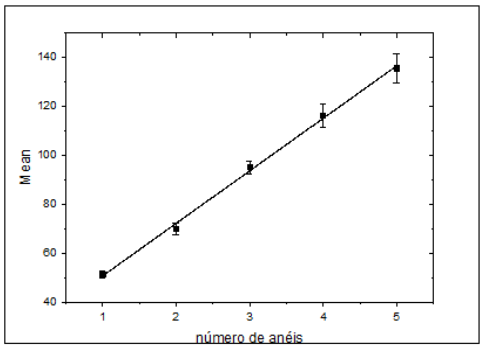


Gráfico 3 - Potência x número de anéis. Concentração de 60% em água.

Os gráficos 2 e 3 acima, mostram o comportamento da formação de anéis conforme vai diminuindo a concentração. Para um melhor entendimento do efeito da diluição na formação de anéis, foi montado o gráfico abaixo.

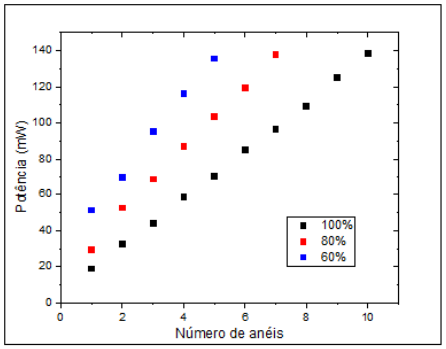


Gráfico 4 - Comparação entre a formação dos anéis de automodulação para diferentes concentrações.

Ele mostra claramente o comportamento do fluido na formação dos anéis com o aumento da potência para diversas concentrações. Vemos que o número de anéis diminui quando a concentração diminui, para uma mesma potência do laser. Isso ocorre pois quanto mais diluído for o fluido, mais energia é preciso para que possa ocorrer a formação dos anéis, ou seja, maior é a potência necessária para a formação dos anéis.
Esse projeto gerou um artigo que foi publicado na *Food Analytical Methods* sobre as aplicações do fenômeno de automodulação na detecção de adulterações em fluidos comerciais.

Conclusão/ões

O fenômeno de automodulação e seu comportamento com as mudanças da concentração e potência foram observados com clareza. Por se tratar de um processo rápido e barato, pode-se utilizar desse fenômeno através do método de comparação, como uma forma simples, porém eficaz, de saber se determinado fluido foi diluído em água.

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.R. Lima, G.J. Pereira, D.N. Messias, A.A. Andrade, E. Oliveira, C. Lodeiro, S.C. Zilio, V. Pilla e J. Lumin, Journal of Luminescence 197, 175 (2018).
[4] V. Pilla, E. Munin e M.R.R. Gesualdi, J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 11, 105201 (2009).
[5] Ribeiro, M. S.; da Cruz, G. K.; Gómez, S.L.; Turchiello, R. de F. *Revista Brasileira do Ensino de Física,* v. 41, n. 1, e20182011, 2019.

ISSN 1676-0093