



ESTUDO DOS EFEITOS DA INTERAÇÃO DA LUZ COM A MATÉRIA

Mateus Reinke Pelicer (PIBIC/CNPq/Uem), Nelson G. C. Astrath , e-mail: ngcastrath@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra: Física.

Palavras-chave: fototérmica, termoelasticidade, espectroscopia.

Resumo:

Neste segundo ano de projeto, após desenvolver as soluções para as equações de difusão e termoelástica, foram determinadas soluções analíticas para a diferença de caminho óptico de um feixe viajando por um meio sob efeitos fototérmicos. Em adição foram obtidos os sinais de Lente Térmica e Espelho Térmico correspondentes. Em seguida, com o uso do programa *Comsol Multiphysics*, foram feitas simulações com o intuito de comparar com os valores numéricos obtidos das soluções analíticas.

Introdução

A espectroscopia fototérmica é a área da física que estuda a interação entre luz e matéria a partir da indução de efeitos térmicos sob uma amostra. Algumas técnicas desta área são o espelho térmico (ET), a lente térmica (LT) e o efeito miragem.

Para uma descrição completa das técnicas citadas é necessário definir o perfil de temperatura e de deformação. Estes tópicos foram abordados no primeiro ano do projeto. Nesta segunda etapa, obtemos a variação de caminho óptico do feixe de prova, a qual leva à diferença de fase e a mudança de intensidade do transiente de ET ou LT, que é o objetivo deste trabalho. Para verificar os resultados, foram comparados os resultados numéricos com simulações feitas no *Comsol Multiphysics*.





Revisão de Literatura

O primeiro modelo de LT foi proposto por Gordon et al. (1965), seguido do modelo proposto por Shen, o qual fornece soluções simples porém aproximadas para a técnica de LT. Nos últimos anos o nosso grupo tem contribuído para o aperfeiçoamento da descrição teórica desta técnicas superando os limites dos modelos prévios (SATO, 2009, SILVA, 2013).

A técnica de LT consiste na excitação térmica de uma amostra, usualmente com um feixe gaussiano, visando gerar efeitos térmicos como deformação superficial e gradiente do índice de refração, fazendo com que um laser de prova, quando em interação com estes efeitos sofra uma mudança de fase, que pode ser detectada na intensidade do feixe (SHEN et al, 1995).

No ET, técnica desenvolvida na Universidade Estadual de Maringá por Astrath et. al. (2007), busca-se uma mudança de fase no feixe de prova na reflexão na superfície da amostra, devido ao deslocamento superficial induzido termicamente. Os perfis de temperatura e deformação são definidos a partir das equações de difusão e termoelasticidade.

A partir de soluções analíticas para estes modelos, podemos definir o caminho óptico descrito por um feixe de prova viajando num meio sob tais efeitos. Este feixe sofre uma variação de fase, definida de acordo com cada técnica, para a lente térmica (SILVA, 2013):

$$\phi_{(LT)} = \frac{2\pi}{\lambda_p} L[n(r, z, t) - n(r, 0, t)]$$

na qual n o índice de refração. E para o espelho térmico

$$\phi_{(ET)} = \frac{4\pi}{\lambda_p} [u(r, 0, t) - u(0, 0, t)]$$

Resultados e Discussão

A partir dos resultados obtidos via solução analítica e simulação numérica, mostrados nas figuras abaixo, é possível analisar os perfis de temperatura e deformação induzido pela interação da luz com amostras características de vidros especiais utilizados em algumas aplicações tecnológicas de interesse.



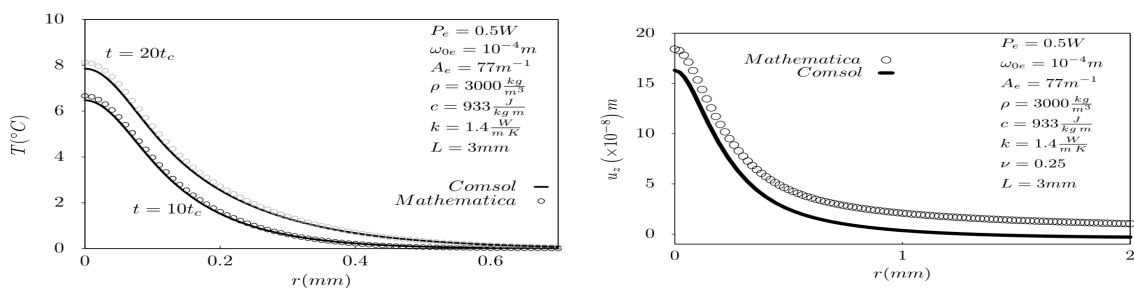


Figura 1: Comparação entre perfis de temperatura e deformação obtidos via simulação e soluções analíticas.

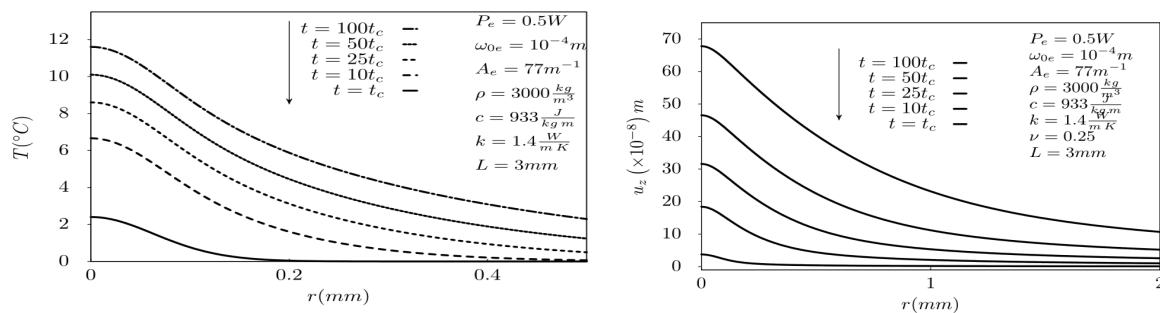


Figura 2: Evolução temporal dos perfis de deformação e temperatura para parâmetros característicos da vidros.

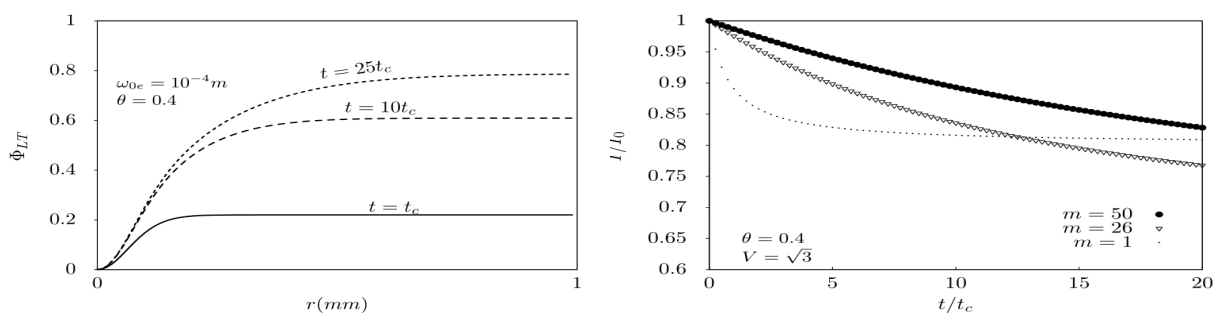


Figura 3: Perfil da fase e do sinal de Lente Térmica para diferentes parâmetros do setup experimental.





É visível que os perfis de temperatura são muito próximos, mas o de deformação não. Isso ocorre porque a aproximação de amostra semi infinita para a deformação começa a convergir para amostras de espessura maior que 15 mm (ASTRATH et al, 2011).

Conclusões

As soluções analíticas foram comparadas com as simulações numéricas. Isto nos possibilitou verificar a validade de algumas aproximações utilizadas nas soluções das equações de difusão e termoelástica necessárias para a descrição das técnicas de ET e LT.

Agradecimentos

Agradeço às agências Capes, Fundação Araucária e CNPq, pelo apoio financeiro.

Referências

- 1- SATO, F. **Desenvolvimento da Técnica de Espelho Térmico**. 2009. 125f. Tese Doutorado-Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- 2- SHEN, J. et al. A model for cw laser induced mode-mismatched dual-beam thermal lens spectrometry based on probe beam profile image detection. **Journal of Applied Physics**, v. 78, n. 2, p. 700-708, 1995.
- 3- SILVA, L. **Teoria Unificada para a Variação do Caminho Óptico em Sólidos Isotrópicos: Aplicação na Espectroscopia de Lente Térmica**. 2013. 110f. Tese Doutorado-Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- 4- ASTRATH, N. G. C. et. al., Finite-size effect on the surface deformation thermal mirror method. **Journal of the Optical Society of America B**, v. 28, n. 7, p. 1735-1739 (2011).

