



INTRODUÇÃO AO ESTUDO DOS FENÔMENOS FOTOTÉRMICOS - EQUAÇÃO DE DIFUSÃO TÉRMICA E TÉCNICA DE LENTE TÉRMICA.

Arthur Ernandes Torres da Silva (PIBIC/CNPq-FA-UEM), Luis Carlos Malacarne (Orientador), e-mail: lcmala@dfi.uem.br.

Universidade Estadual de Maringá/Departamento de Física.

Ciências Exatas e da Terra; Física da Matéria Condensada;

Palavras-chave: Processo de difusão térmica, interação luz-matéria, fenômeno fototérmico.

Resumo:

Os fenômenos fototérmicos estão relacionados com a interação de um feixe luminoso com a matéria, o qual induz diversos fenômenos físicos. Este trabalho apresenta soluções de equações de difusividade térmica na amostra e o uso de umas das técnicas fototérmicas, a de lentes térmicas, com finalidade estudar as propriedades termo-ópticas de um material. O programa computacional *Wolfram Mathematica 7* foi utilizado para a obtenção de dados e análise dos resultados.

Introdução

A técnica de lentes térmicas (LT) está diretamente relacionada com a variação do caminho óptico induzido por efeitos térmicos, o que permite a determinação de propriedades termo-ópticas dos materiais. O sinal de LT está relacionado com variação de temperatura sobre o material proveniente da interação de um feixe luminoso e conseqüentemente a variação no caminho óptico induzido em um segundo feixe, denominado feixe de prova (MALACARNE, 2012). Conforme a lente é formada existe uma mudança na convergência e uma variação da intensidade no centro do feixe de prova. Assim com o uso de um fotodetector, sabendo a variação temporal e a intensidade do centro luminoso do feixe, podemos estudar as propriedades termo-ópticas de um material.

A variação de temperatura na amostra induz variações de parâmetros da mesma, como o gradiente do índice de refração, stress e deformação da superfície (OLENKA, 2003).

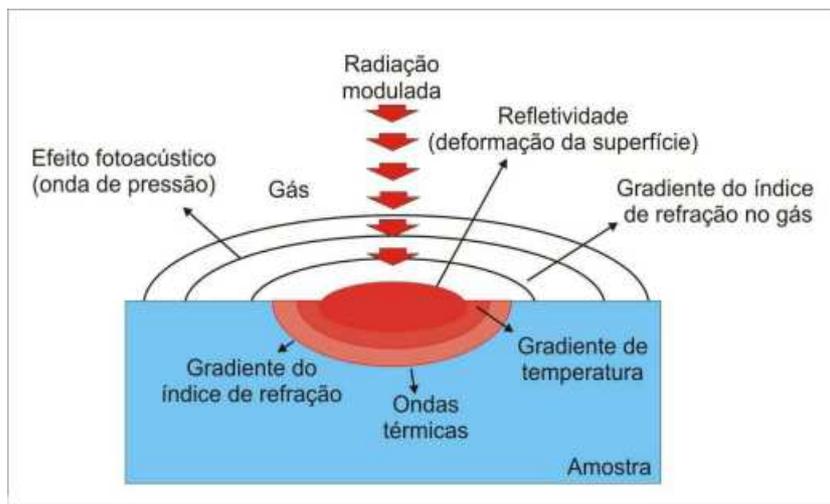


Figura 1 – Ilustração de efeitos físicos causados sobre a amostra quando um feixe de luz incide na mesma.

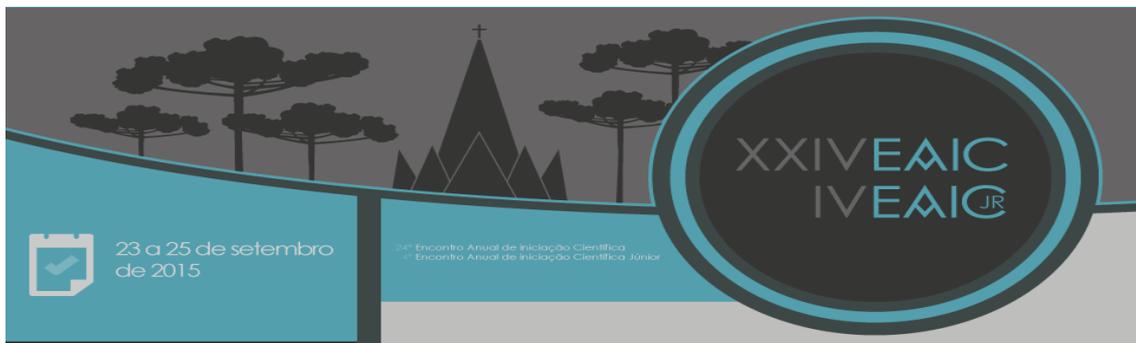
Particularmente a difusão do calor no interior da amostra é descrita pela solução de uma equação diferencial. Neste trabalho focaremos o estudo de materiais com baixa absorção óptica e assumiremos condições de contorno que facilitem as soluções, tais como aproximação de amostra semi-infinita, e que o raio da amostra é muito maior do que a região afetada pelos efeitos termoelásticos. Em adição, vamos considerar que não há troca de calor entre o meio e a amostra, ou seja, a amostra está isolada termicamente. Usando técnicas como as de Transformadas de Fourier, Laplace e Hankel tais soluções foram determinadas.

Materiais e métodos

Na fase inicial foi feita uma revisão da literatura através de texto, bibliográficos e eletrônicos, com os quais foi possível ter uma base de melhor compreensão dos fenômenos fototérmicos. Posteriormente, com o auxílio do programa computacional *Wolfram Mathematica 7*, resolvemos as equações diferenciais estabelecidas.

Resultados e Discussão

O programa *Wolfram Mathematica 7*, além de auxiliar na obtenção analítica da distribuição de temperatura, possibilitou uma análise gráfica de como a temperatura se difundia no interior de uma certa amostra. Como por



exemplo, na figura 2, vemos a evolução temporal da temperatura no centro da amostra em função do tempo para uma excitação com um feixe de perfil Gaussiano.

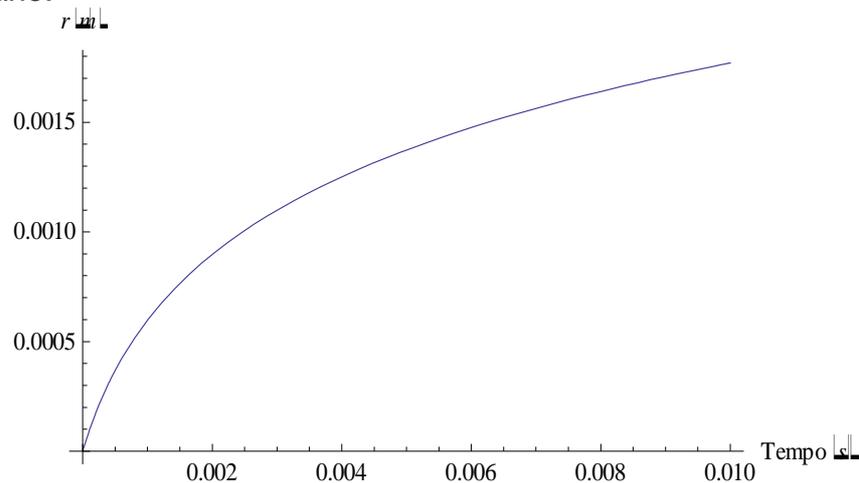


Figura 2 – Representa graficamente em um curto intervalo de tempo (de 0,01 segundos) o comportamento da temperatura na amostra.

A variação do sinal de lente térmica está relacionada com o gradiente de temperatura induzido na amostra pela absorção do feixe de excitação. O caso especial de amostra de baixa absorção, temos uma expressão analítica que permite descrever a dependência espacial e temporal da temperatura (veja por exemplo figura 3), e em consequência o efeito no sinal de lente térmica. Desta forma podemos simular a variação de temperatura na amostra em função da posição e também a evolução temporal desta variação.

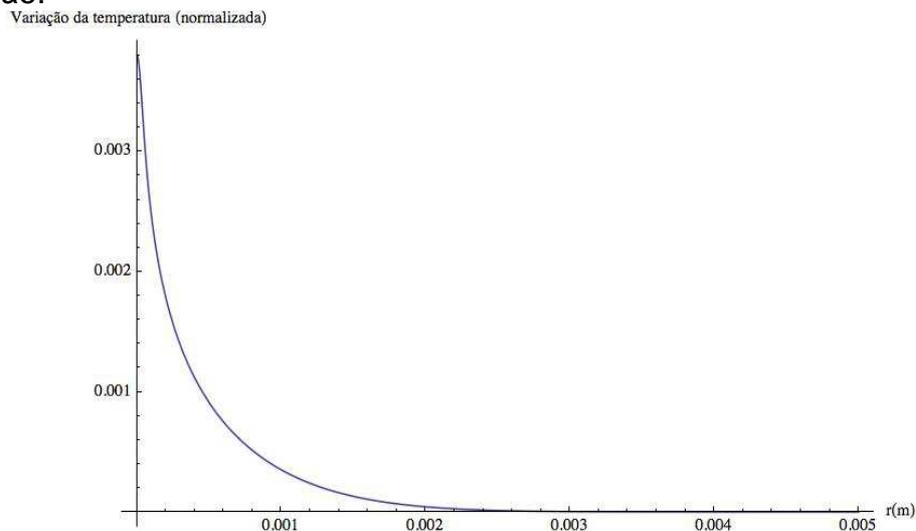




Figura 3 – Variação da temperatura em função do raio da amostra no caso gaussiano

Conclusões

Obtivemos expressões analíticas para a variação da temperatura induzida pela interação de um feixe laser com perfil gaussiano com uma amostra apresentando baixa absorção óptica. A dependência espacial da variação de temperatura é responsável pela variação do caminho óptico de um feixe de prova, como utilizado na técnica de Lente Térmica. Desta forma, esse resultado permite a aplicação desta técnica no estudo de propriedade óptica, térmicas e mecânicas de materiais semi-transparentes.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo suporte financeiro.

Referências

MALACARNE, L. C.; ASTRATH, N. G. C. e BAESSO, M. L. Unified theoretical model for calculating laser-induced wavefront distortion in optical materials. **Journal of the Optical Society of America B**, Estados Unidos da América, v. 29, n. 7, p. 1772-1777, 2012.

OLENKA, L. **Utilização de técnicas fototérmicas na determinação de propriedades ópticas e térmicas de polímeros impregnados**. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.