

Técnicas fototérmicas: análise teórica e investigação experimental

Ian Capél Vendramin (PIC/UEM), Nelson Guilherme Castelli Astrath (Orientador).
E-mail: ngcastrath@uem.br

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

Área e subárea do conhecimento: Física da Matéria Condensada/ Propriedades Térmicas da Matéria Condensada e Propriedades Mecânicas e Acústicas da Matéria Condensada.

Palavras-chave: Fotoacústica, Open Photoacoustic Cell.

RESUMO

Este projeto de pesquisa visa estudar o ramo multifacetado das técnicas fototérmicas, com foco na elucidação teórica e exploração experimental. Analisaremos os modelos teóricos, a partir da solução das equações diferenciais que descrevem a distribuição de temperatura na amostra durante os efeitos fototérmicos, e simulações numéricas serão realizadas. Além disso, medidas experimentais serão aferidas com ênfase na caracterização de materiais sólidos e na detecção de efeitos térmicos e mecânicos.

INTRODUÇÃO

Em 1880, Alexander Graham Bell desenvolveu um mecanismo que mudaria para sempre o ramo das telecomunicações: o fone (BELL, 1880). Este protótipo permitia a transmissão da fala a partir da modulação luminosa. Foi o início do estudo em fenômenos fototérmicos e em particular da fotoacústica.

Desde então grandes descobertas foram feitas no ramo, variando de caracterização de materiais até técnicas de imageamento. O princípio de funcionamento das técnicas fototérmicas é a luz contribuindo para a geração de calor, resolvendo-se então as equações diferenciais associadas conseguimos métodos quantitativos de avaliação de propriedades térmicas e mecânicas de amostras variadas. Neste trabalho utilizaremos o modelo de Rousset *et. al.* (ROUSSET, 1983) para a fotoacústica de célula aberta.

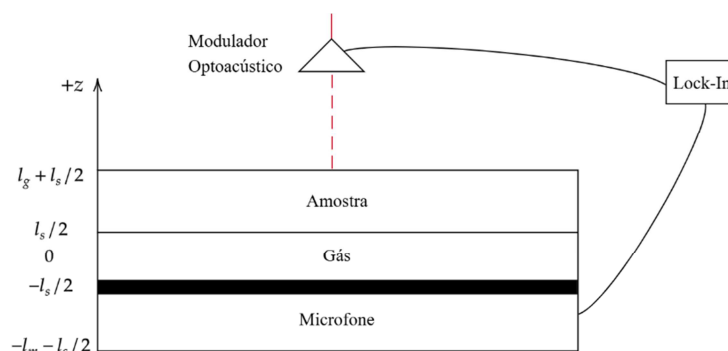


Figura 1: Arranjo experimental para OPC.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras metálicas em diferentes espessuras, de 130 μ m à 0.42mm para caracterização do efeito termoelástico. As amostras foram preparadas a partir de seções circulares dos metais com raios na ordem de milímetros. O sistema experimental foi baseado em uma célula fotoacústica aberta (OPC), configurada para operar em condições ambientes. A modulação da fonte foi realizada por um modulador acusto-óptico operando na faixa de 10 Hz a 10 kHz. A fonte de excitação foi um laser com comprimento de onda de 532nm e potência de até 50mW no primeiro máximo de difração do modulador. O *setup* experimental é apresentado na figura 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da expressão do sinal total podemos realizar o ajuste dos dados experimentais. A seguir, são apresentados os gráficos referentes às amostras de silício, cobre e alumínio: figuras 2, 3 e 4, respectivamente. Nota-se que a presença do efeito termoelástico é predominante na amostra de cobre. O ajuste foi realizado no intuito de determinar-se a difusividade térmica dos metais avaliados, este parâmetro é comparado com o valor nominal conhecido da literatura.

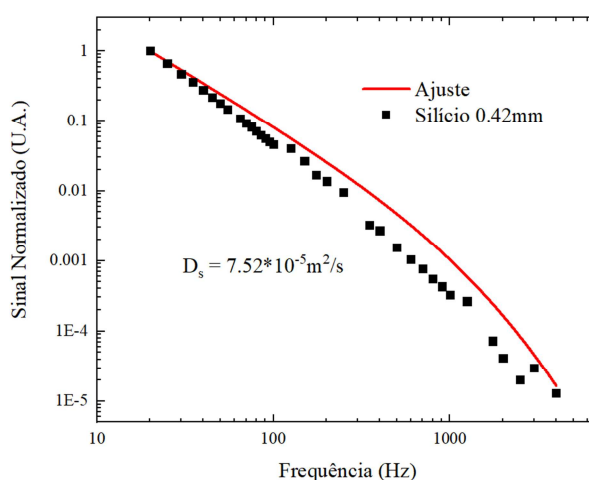


Figura 2: Silício 0.42mm, $D_s = 7.4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Nesse sentido, é observada excelente concordância com o valor da difusividade na literatura apesar da relativa baixa convergência do *fit*. A convergência do ajuste pode ser melhorada com métodos de intensificação do sinal fotoacústico, como otimização do aparato experimental e maior potência de excitação.

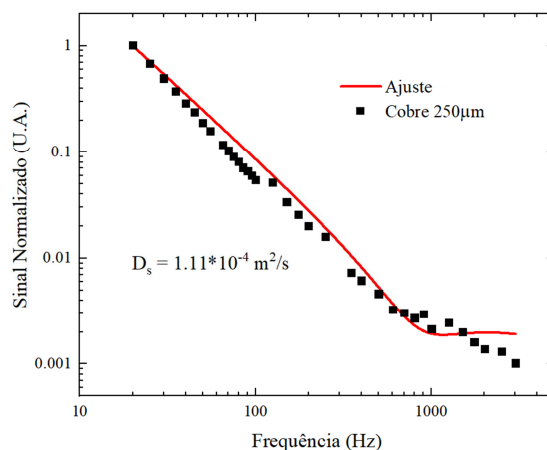


Figura 3: Cobre 250µm, $D_s = 1.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.

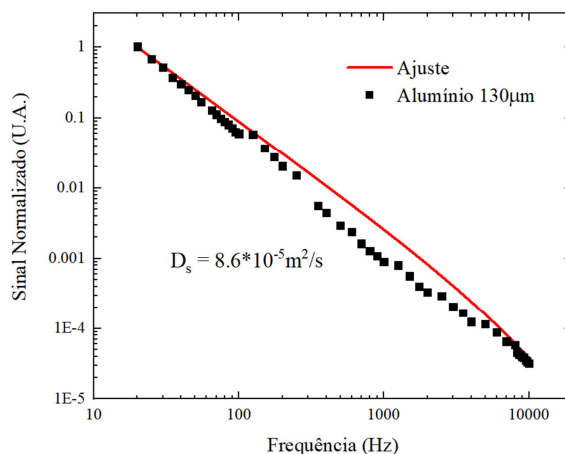


Figura 4: Alumínio 130µm, $D_s = 8.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, exploramos os fundamentos teóricos, experimentais e numéricos da espectroscopia fotoacústica, com ênfase na configuração de célula aberta (OPC). Iniciamos com um panorama histórico da evolução das técnicas fototérmicas, desde o fotofone de Graham Bell até os avanços mais recentes no uso da fotoacústica para caracterização térmica e mecânica de materiais.

Em sequência, as medidas realizadas em amostras metálicas permitiram a validação dos modelos desenvolvidos a partir do ajuste do parâmetro de difusividade térmica e demonstraram a precisão da técnica OPC na análise de metais. Os resultados indicam que a espectroscopia fotoacústica de célula aberta é uma ferramenta poderosa para a caracterização térmica e mecânica de materiais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo apoio a pesquisa e ao orientador do projeto Prof. Dr. Nelson Guilherme Castelli Astrath.

REFERÊNCIAS

BELL, A. G. On the production and reproduction of sound by light. **American Journal of Science**, v. s3-20, n. 118, p. 305–324, 1 out. 1880.

ROUSSET, G.; F. LEPOUTRE; BERTRAND, L. Influence of thermoelastic bending on photoacoustic experiments related to measurements of thermal diffusivity of metals. **Journal of Applied Physics**, v. 54, n. 5, p. 2383–2391, 1 maio 1983.