

ESTIMAÇÃO DA EFUSIVIDADE TÉRMICA DE POLÍMEROS USANDO O MÉTODO DA IMPEDÂNCIA

Rafael Willian de Melo

Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, Instituto de Engenharia Mecânica - IEM, Laboratório de Transferência de Calor – LabTC, Av. BPS, nº 1303, Bairro Pinheirinho, cep 37500-903, Itajubá, Minas Gerais, Brasil
rafaelpiran@yahoo.com.br

Ana Lúcia Fernandes de Lima e Silva

alfsilva@unifei.edu.br

Sandro Metrevelle Marcondes de Lima e Silva

metrevel@unifei.edu.br

Resumo: A técnica da impedância térmica é uma forma de se definir as características de um sistema térmico. Esta técnica representa uma função que relaciona as componentes da temperatura e do fluxo de calor no domínio da frequência. Do ponto de vista experimental, ela é determinada simplesmente pela medição simultânea do fluxo de calor e temperatura. Estes sinais são medidos somente na superfície frontal da amostra. A técnica experimental proposta aqui é bem adaptada para ser usada nas medições em situ. Neste trabalho é usado um modelo térmico semi-infinito unidimensional. Para o modelo semi-infinito, apenas a efusividade térmica, b , pode ser estimada. A efusividade térmica é estimada para três polímeros: Policloreto de Vinila (PVC), Polimetilmetacrilato (PMMA) e Polietileno (PE). Uma função objetivo que representa a diferença entre o módulo dos valores experimentais e teóricos da função impedância térmica é minimizada. A técnica de otimização utilizada para minimizar esta função objetivo foi a técnica SQP, junto com essa técnica, o método da seção Áurea é usado no processo de busca unidimensional. Para todos os casos estudados neste trabalho a efusividade térmica está de acordo com a literatura. A diferença é menor que 3,6% para o PVC e para o PMMA.

Palavras-chave: estimacão de propriedades térmicas, condução de calor, otimização, métodos experimentais, impedância térmica.

1. INTRODUÇÃO

A metrologia de materiais ocupa-se dos aspectos relativos à preparação de materiais de referência, à definição de normas e procedimentos de medição e à disseminação de valores universalmente aceitos de propriedades físicas e químicas de materiais. Trata-se, portanto, de uma área estratégica tanto do ponto de vista científico como do setor produtivo nacional. Isto fica evidente quando se percebe que toda a tecnologia atual, de microcomputadores e internet, passando pela moderna indústria automotiva e, mesmo pelo setor primário, dependem, em grande parte, da disponibilidade de materiais (semicondutores, fibras ópticas, metais, cerâmicos e plásticos, entre outros) com propriedades físicas e químicas caracterizadas com precisão.

Dentre as principais propriedades físicas de um material do ponto de vista de cálculos térmicos, destacam-se as propriedades de transporte (efusividade térmica, b , condutividade térmica, λ e difusividade térmica, α). Nesse sentido vários métodos estão sendo desenvolvidos para a determinação destas propriedades. Cabe ressaltar que é de extrema importância o conhecimento preciso destas propriedades, que por sua vez tem sido cada vez mais importante no ramo da engenharia, especialmente no desenvolvimento de materiais de alto desempenho. Pode-se citar

como exemplo os métodos experimentais como o método do fio quente, método flash e o método fotoacústico. Blackwell (1954) apresenta o método do fio quente na medição da condutividade térmica. Esta técnica requer a inserção de uma sonda no material, sendo este o seu principal problema quando realizada em materiais sólidos (método destrutivo). Outro aspecto importante a ser citado é a dificuldade da utilização desta técnica em materiais metálicos devido à alta resistência térmica de contato entre a sonda e a amostra. Variações deste método têm sido usadas em trabalhos recentes na determinação de λ , em Miyamura e Susa (2002), em gálio líquido e Luo *et al.* (2003) para a solução do IHCP em uma região infinita. Já Parker *et al.* (1961) descreveram pela primeira vez o método flash. Neste método um pulso de calor radiante (ou de outra forma) de alta intensidade e curta duração é aplicado sobre uma das superfícies da amostra, sendo assim determinada a difusividade térmica através da identificação do tempo gasto para a temperatura atingir o seu valor máximo na face oposta. O uso do método flash na medição de α tem sido publicado em diversos artigos, recentemente, em Mardolcar (2002) em rochas a alta temperatura, Eriksson *et al.* (2002) em silicato fundido e Santos *et al.* (2005) em polímeros. A maior dificuldade deste método está na implementação do aparato experimental que é de alto custo. Benedetto e Spagnolo (1988) propuseram a determinação da efusividade térmica em modelos sólidos através do método fotoacústico. O método consiste em uma fonte de luz modulada incidente na amostra. Um microfone está ligado à célula e a um amplificador. A radiação atinge a amostra que a absorve convertendo-a em calor, que se propaga tanto para o interior da amostra quanto para o ar da vizinhança. Como a luz é modulada, o calor gerado é modulado também, produzindo uma elevação de pressão dentro da célula, de forma periódica, que é detectada pelo microfone. O microfone transforma esse sinal fotoacústico em um sinal elétrico que é amplificado. O amplificador mede também a diferença de fase entre a incidência da luz e a geração do sinal, podendo assim monitorar as alterações das propriedades térmicas do material, em função do tempo. A superfície iluminada do modelo é pintada com um spray preto com propriedades térmicas previamente determinadas que garantem a total absorção da luz em superfícies polidas e também servem para diminuir a taxa de sinal de ruído. Porém esta técnica apresenta como limitação o fato desta camada superficial poder alterar as propriedades da amostra.

Neste trabalho, foi empregada à técnica da impedância para a determinação da efusividade térmica. Esta técnica requer medições simultâneas da variação do fluxo de calor e da temperatura na superfície do meio a ser investigado. Este conceito de impedância térmica tem sido utilizado em muitos trabalhos (Defer e Duthoit, 1995; Guimarães *et al.*, 1995; Krapez, 2000; Antczak *et al.*, 2003; Jannot e Meukam, 2004; Borges *et al.*, 2006). Neste trabalho determina-se a efusividade térmica b de três polímeros: Policloreto de vinila (PVC), Polimetilmetacrilato (PMMA) e Polietileno (PE). A estimação de b baseia-se na adoção de um modelo térmico unidimensional e de um meio semi-infinito submetido a um fluxo de calor transiente na superfície frontal da amostra. Uma função objetivo de mínimos quadrados definida pela diferença ao quadrado do módulo da função impedância é minimizada para obtenção de b . Para a minimização desta função objetivo foi utilizada a técnica de otimização SQP (Sistema de Aproximação Quadrática). Para todas as amostras estudadas a diferença entre o valor obtido da literatura e o valor médio estimado foi pequena. Isso mostra a confiabilidade do método.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Técnica da Efusividade Térmica

Nesse trabalho, é investigada uma técnica para obtenção de b usando somente uma face de acesso para as medidas experimentais de temperatura e fluxo de calor do meio analisado. Inicialmente o meio analisado foi uma amostra de Policloreto de Vinila (PVC). A escolha desse material se deve ao fato do conhecimento preciso das propriedades térmicas do material, e também o fato dos autores já possuírem bastantes dados experimentais para esta amostra. Nessa técnica buscou-se aproveitar o bom comportamento do módulo da função resposta em frequência para

obtenção da efusividade térmica, onde o objetivo é a aplicação do método em grandes superfícies. Neste caso o modelo adequado é o do meio semi-infinito.

Apresenta-se também uma análise para a estimativa da difusividade térmica no domínio do tempo para um modelo finito. A idéia é a partir de um mesmo experimento aplicar dois modelos teóricos diferentes. Todavia, como será apresentado nas próximas seções só foi possível estimar a efusividade térmica.

2.2. Modelo Teórico de Temperatura

O modelo térmico é dado pelo modelo semi-infinito unidimensional como mostrado na Figura 1, onde ϕ_1 representa o fluxo de calor e θ_1 a temperatura na superfície.

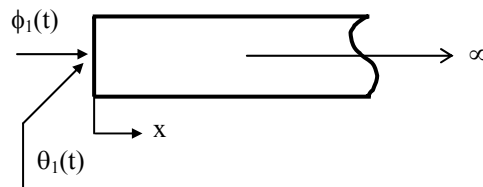


Figura 1: Corpo semi-infinito submetido à evolução de fluxo de calor

A equação da difusão unidimensional pode ser dada por:

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} = \frac{1}{a} \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (1)$$

com as suas respectivas condições de contorno e condição inicial:

$$\phi(0, t) = -\lambda \left. \frac{\partial \theta}{\partial x} \right|_{x=0} = \phi_1(t) \quad (2)$$

$$\theta(x, t) \Big|_{x \rightarrow \infty} = 0 \quad (3)$$

$$\theta(x, 0) = 0 \quad (4)$$

onde $\theta = T - T_0$.

Neste trabalho, o problema térmico (Eqs. 1-4) é resolvido no domínio da frequência usando a idéia de um sistema dinâmico tipo entrada e saída como apresentado abaixo.



Figura 2: Sistema dinâmico

2.3. Impedância Térmica Teórica

Para um meio teórico semi-infinito (Figura 1) a impedância térmica teórica é dada por:

$$Z(f) = \frac{1}{b\sqrt{j2\pi f}} \quad (5)$$

onde b é a efusividade térmica ($b = \lambda / \sqrt{\alpha}$) que é a habilidade do material de trocar calor com o ambiente, f é a frequência e j é o complexo (parte imaginária).

2.4. Impedância Térmica Experimental

Por analogia com sistemas elétricos ou mecânicos, a impedância térmica experimental, Z_e , pode ser definida como:

$$Z_e(f) = H(f) = \frac{\Theta_1(f)}{\Phi_1(f)} = \frac{Y(f)}{X(f)}, \quad (6)$$

onde $\Theta_1(f)$ e $\Phi_1(f)$ representam respectivamente, a transformada rápida de Fourier de $\theta_1(t)$ e $\phi_1(t)$. $Z_e(f)$ é denominada função impedância, que é equivalente a função resposta em frequência de $X(f)$ e $Y(f)$, que são respectivamente as transformadas de Fourier dos sinais de entrada, $x(t)$ e $y(t)$. As transformadas de Fourier são calculadas utilizando o algoritmo Cooley-Tukey (Bendat & Piersol, 1986), faz com que os valores retornem a $x(t)$ e $y(t)$ (sinais de entrada e saída do modelo).

A função impedância pode ser obtida pela multiplicação do conjugado complexo de $X(f)$ na Eq.(6), como:

$$Z_e(f) = \frac{Y(f)X^*(f)}{X(f)X^*(f)} = \frac{S_{xy}(f)}{S_{xx}(f)}, \quad (7)$$

onde, S_{xy} é a densidade autoespectral cruzada de $x(t)$ e $y(t)$ e S_{xx} é a densidade autoespectral de entrada de $x(t)$.

2.5. Estimação da Efusividade Térmica

Como a efusividade térmica é função exclusiva do módulo, assim pode-se determinar b a partir da minimização de uma função objetivo de mínimos quadrados definida por:

$$Obj = \sum_{i=1}^{Nf} (|Ze(i)| - |Z(i)|)^2, \quad (8)$$

onde $|Ze|$ é o módulo da função impedância experimental, $|Z|$ é o módulo da função impedância teórica e Nf é o número de pontos medidos no domínio da frequência. Nesse trabalho a minimização da Eq. (8) será feito usando-se a técnica SQP (Sistema de Aproximação Quadrática) (Vanderplaats, 1984), junto com essa técnica, o método da Seção Áurea é usado no processo de busca unidimensional.

2.6. Obtenção da Difusividade Térmica no Domínio do Tempo: Modelo Teórico Finito $x = L$

Um outro objetivo deste trabalho era a partir do conhecimento de b estimar a difusividade térmica no domínio do tempo para um modelo unidimensional. Este modelo é apresentado na Figura (3), onde uma amostra homogênea de espessura L , temperatura inicial T_0 , sujeita a um fluxo de calor transiente, $\phi_1(t)$ num instante $t = 0$ na superfície frontal, isolada na superfície oposta.

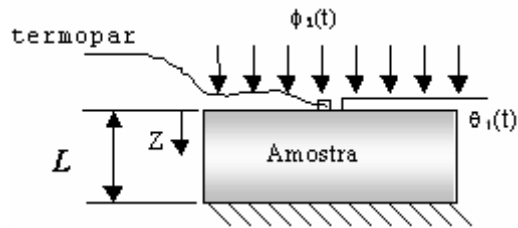


Figura 3: Amostra sujeita a evolução de um fluxo de calor

A solução de temperatura para esse problema pode ser obtida através da modelagem numérica baseada no método das diferenças finitas com formulação explícita. Para a discretização numérica do domínio de cálculo, considerou-se as dimensões reais da amostra.

A partir do conhecimento da efusividade térmica e da definição de uma nova função objetivo, buscou-se determinar a difusividade térmica para o modelo proposto acima. Para isso uma função objetivo de erro quadrático baseada na diferença ao quadrado entre as temperaturas experimentais e calculada numericamente foi definida. Entretanto, conforme mostrado nas Figuras 4 e 5 observou-se que a temperatura não sofreu uma variação significativa para uma variação de até 100% no valor da difusividade térmica. Ou seja, para a metodologia proposta não apresentou sensibilidade para estimação de α . Na Figura 5, observa-se que para $\alpha = 2,60 \times 10^{-07} \text{ m}^2/\text{s}$ a temperatura apresentou uma variação inferior a $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Assim, conclui-se que para a metodologia proposta neste trabalho somente foi possível estimar b .

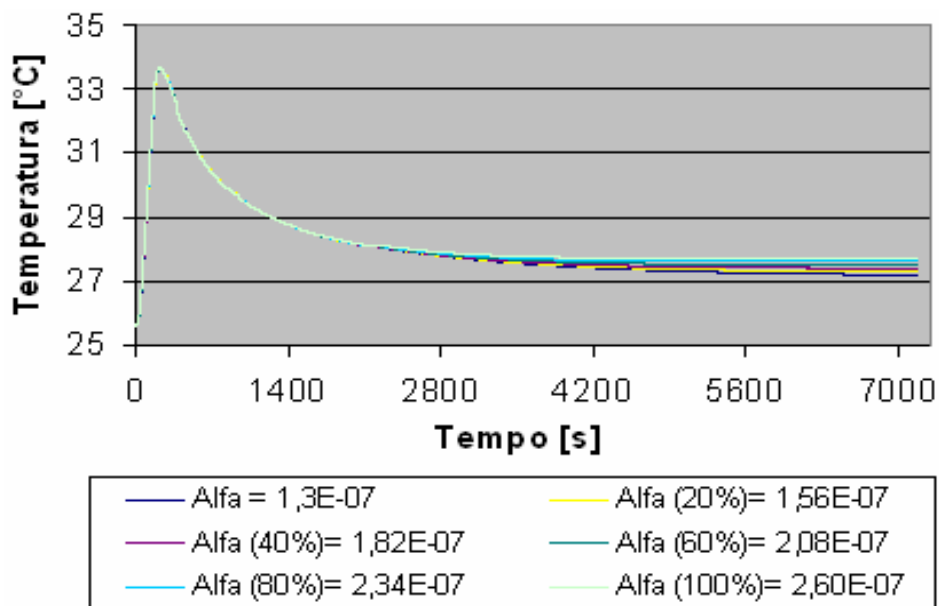


Figura 4: Análise da difusividade térmica no meio semi-infinito

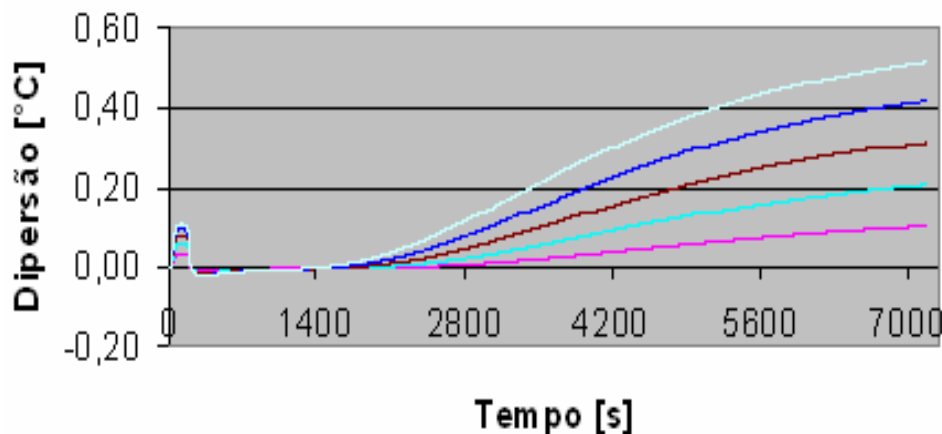


Figura 5: Dispersão da difusividade.

3. ANÁLISES DOS RESULTADOS

3.1. Comparação entre as Temperaturas para o Meio Finito e o Meio Semi-infinito

Como já mencionado anteriormente, o modelo semi-infinito deve ser usado para a determinação de b . Neste trabalho, as amostras usadas são finitas com espessura $L = 50$ mm. Entretanto, sob certas condições de tempo, o comportamento térmico de uma amostra de tamanho L pode ser considerado idêntico a uma amostra semi-infinita (Beck *et al.*,1992). Além disso, este comportamento tende a ser o mesmo não importando o comprimento do meio ou o tempo de difusão de calor. Para verificar esta condição, foi apresentado na Fig. 6a a comparação entre as temperaturas na superfície de um modelo finito com a do modelo semi-infinito.

O modelo finito unidimensional apresentado na Figura 3 é usado. Neste caso, o sinal do fluxo de calor gerado em cada amostra estudada é usado para o cálculo das temperaturas. Para esse estudo os valores das propriedades térmicas $\alpha = 1,28 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ e $\lambda = 0,16 \text{ Wm}/^\circ\text{C}$ obtidos de Lima e Silva *et al.* (2003). Apesar de apresentarem uma pequena diferença residual, pode-se observar que os resíduos estão situados na faixa de intervalo das incertezas de temperatura dos termopares, em torno de $\pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Assim o uso do modelo térmico é garantido. Os mesmos resultados foram obtidos para as amostras de PMMA e PE.

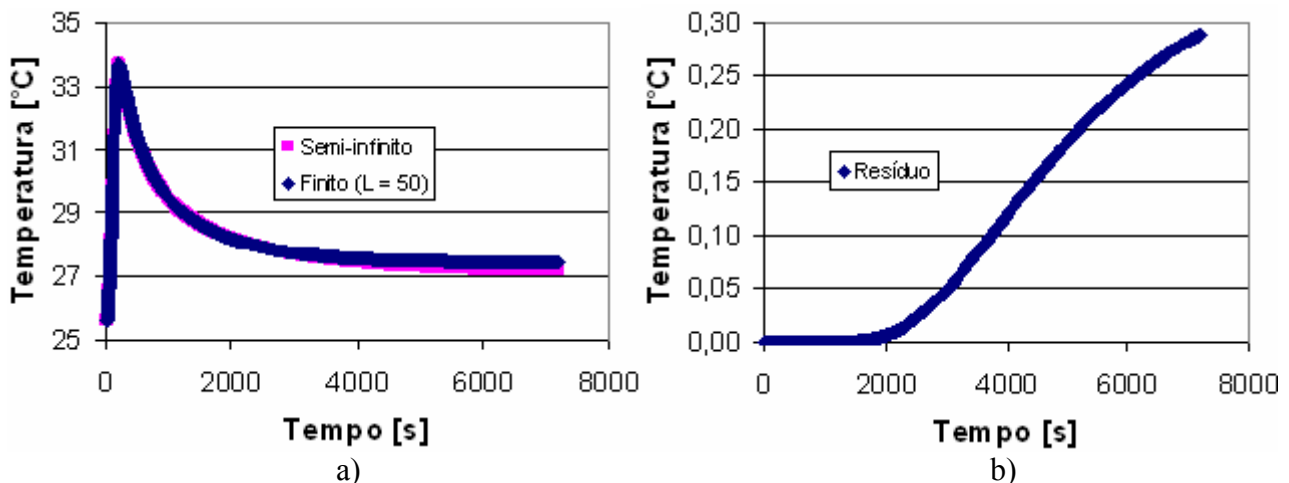
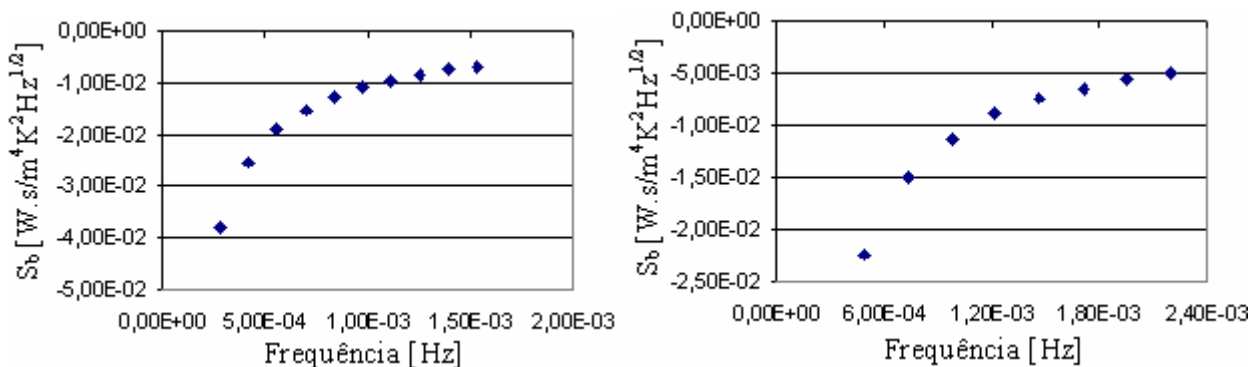


Figura 6: a) Comparação do modelo finito com o semi-infinito e b) Resíduo.

3.2. Análise da Sensibilidade

Outra importante análise a ser feita é o coeficiente de sensibilidade (S_b) envolvido no processo. O coeficiente de sensibilidade analisado consiste na derivada primeira do módulo de Z com relação à b . As Figuras 7a, 7b e 7c mostram a relação entre a sensibilidade e a frequência em cada caso estudado. Este foi um parâmetro importante na estimação de b . Nos casos em questão foram utilizados 17 pontos para o PE, 8 para o PMMA e 10 para o PVC para a estimação de b .



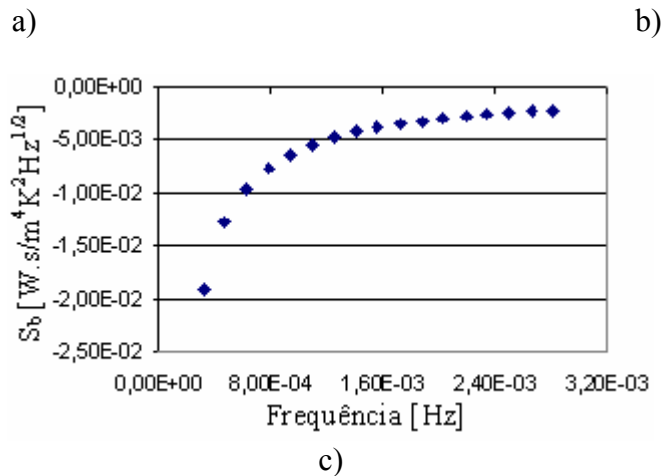


Figura 7: Coeficiente de sensibilidade em relação à b para o: a) PE, b) PMMA e c) o PVC

Neste trabalho o valor de b foi estimado através de várias análises experimentais. Nos três polímeros estudados, foram realizados 50 ensaios para o PVC com 4096 pontos, 40 para o PMMA com 4096 pontos e 20 para o PE com 8192 pontos. Sendo, os intervalos de tempo(Δt) para o PVC, o PMMA e para o PE de 0,8793,1 e 6,242 segundos respectivamente. Serão apresentados nas Figuras 8a e 8b os sinais de fluxo e temperatura para o PVC, lembrando que as curva para o PE e para o PMMA seguem a mesma tendência.

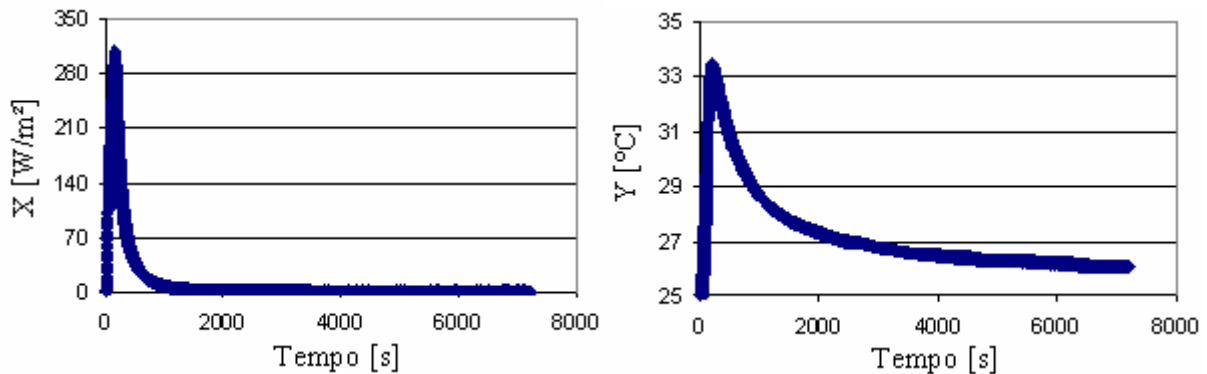


Figura 8: a) Evolução do sinal de entrada $x(t) = \phi_1(t)$ e b) Evolução do sinal de saída $y(t) = \theta_1(t)$

Foram feitos testes para analisar se as impedâncias experimentais e teóricas para o PVC apresentavam diferenças significativas (Fig. 9a) e também foi verificado que o resíduo era mínimo (Fig. 9b), demonstrando assim a eficácia do método. O mesmo comportamento foi apresentado para o PMMA e para o PE.

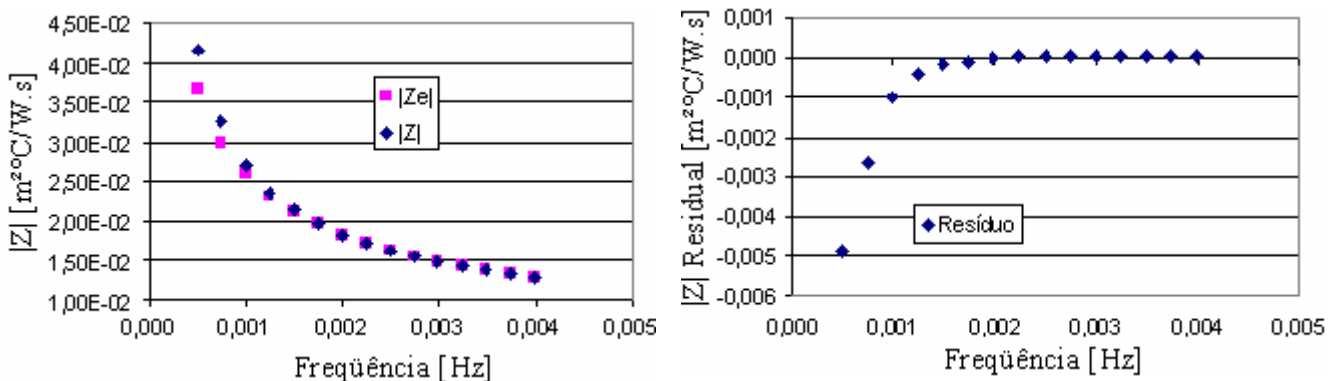


Figura 9: a) Impedância experimental e teórica e b) Resíduo entre a impedância experimental e a teórica

Na seqüência serão apresentados os resultados otimizados da estimação de b , para o PVC (Fig. 10), para o PMMA (Fig. 11) e para o PE (Fig. 12).

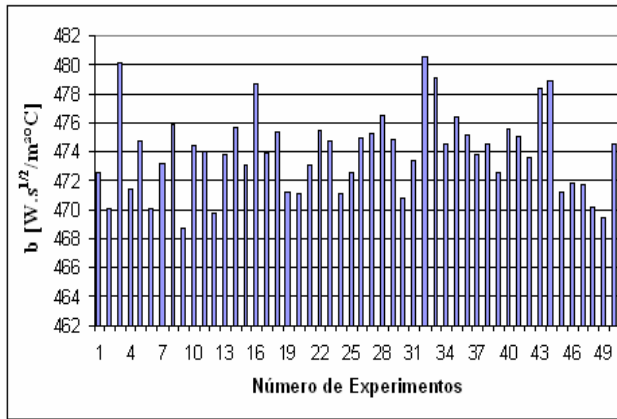


Figura 10: Histograma de b para o PVC

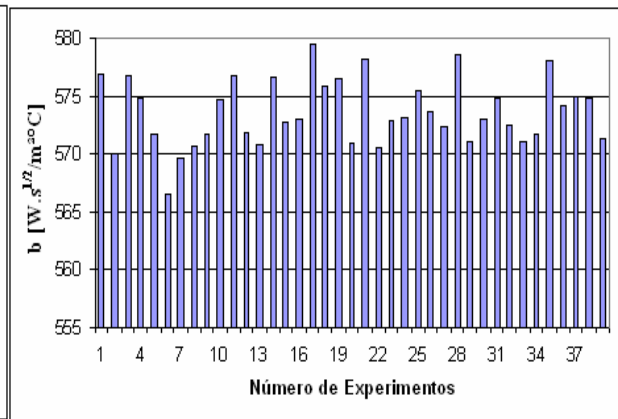


Figura 11: Histograma de b para o PMMA

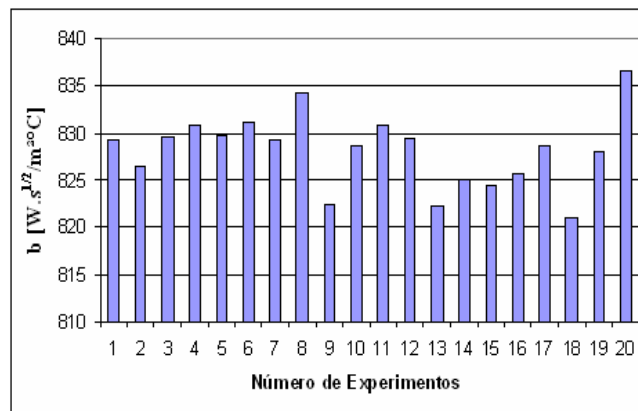


Figura 12: Histograma de b para o PE.

Ao analisar uma série de medidas, alguns dados podem apresentar incertezas que interferem no processo, causando valores inexatos (Taylor, 1997). As experiências para cada amostra foram repetidas muitas vezes a fim reduzir estas incertezas, como apresentadas nas Figuras de 9 a 11. Assim, o valor de b encontrado para cada amostra é uma média desses valores. Este valor médio de b foi obtido usando um intervalo da confiança de 99,7%. A Tabela1 apresenta o valor médio estimado e o desvio padrão de b para as três amostras estudadas. Nesta tabela o valor de b para o PVC foi obtido de Defer *et al.* (2001), para o PMMA foi obtido de Gustavsson *et al.* (2005) e para o PE foi obtido de Jannot e Meukam (2004). De acordo com estas comparações percebe-se que os resultados se apresentaram de forma satisfatória quando comparados com suas respectivas referências.

Tabela1: Resultados estatísticos dos valores estimados de b .

<i>Amostra</i>	<i>Estimado</i> $b (W.s^{1/2}/m^2K)$	<i>Literatura</i> $(W.s^{1/2}/m^2K)$	<i>Desvio (%)</i>
PVC	$474,09 \pm 0,40 \%$	498	2,93
PMMA	$574,87 \pm 0,62 \%$	573	4,98
PE	$828,57 \pm 0,44 \%$	888,6	4,24

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o método da impedância térmica apresentou-se de forma eficiente para a estimação da efusividade em ensaios não destrutivos e isto foi provado de forma quantitativa em um sistema de condução. Outro fato importante a se considerar, é o fato da praticidade da montagem bem como seu baixo custo. O método é de fácil implementação, e utiliza apenas de sensores de temperatura e fluxo de calor em uma das superfícies da amostra.

Conclui-se por fim que este método apresenta resultados satisfatórios, ou seja, próximo aos da literatura e que a técnica pode ser usada em aplicações em campo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPQ e CAPES pelo suporte financeiro e ao Instituto de Engenharia Mecânica pela seção do espaço físico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antczak, E., Chauchois, A., Defer, D. and Duthoit, B., 2003, "Characterization of the Thermal Effusivity of a Partially Saturated soil by the Inverse Method in the Frequency Domain", *Applied Thermal Engineering*, Vol. 23, pp. 1525-1536.
- Blackwell, J. H., 1954, "Transient-Flow Method for Determination of Thermal Constants for Insulating Materials in Bulk", *Journal of Applied Physics*, vol. 25, pp. 137-144.
- Beck, J. V., Cole K. D., Haji-Sheik, A. and Litkouhi, B., 1992, "Heat Conduction Using Green's Functions", Hemisphere Publishing Corporation, USA, 523p.
- Benedetto, G. and Spagnolo, R., 1988, "Photoacoustic Measurement of the Thermal Effusivity of Solids", *Applied Physics A - Materials Science & Processing*, Vol. 46, No. 3, pp. 169-172.
- Borges, V. L., Lima e Silva, S. M. M. & Guimarães, G., 2006, "A Dynamic Thermal Identification Method Applied to Conductor and Non Conductor Materials", *Inverse Problems in Science and Engineering*, Vol. 14, No. 5, pp. 511-527.
- Defer, D. and Duthoit, B., 1994, *Caractérisation Thermique sous Sollicitations Aléatoires. Notion D'Impedance Thermique Appliquée aux Mesures in Situ*, *Rev. Gén. Thermique*, Vol. 33, No. 395, pp. 633-640.
- Defer, D., Antczak, E. and Duthoit, B., 2001, "Measurement of Low Thermal Effusivity of Building Materials Using the Thermal Impedance Method", *Meas. Sci. Technol.*, Vol. 12, pp. 549-556.
- Eriksson, R., Hayashi, M. and Seetharaman, S., 2002, "Thermal Diffusivity Measurements of Liquid Silicate Melts", *The Sixteenth European Conference for Thermophysical Properties (ECTP2002)*, London, UK.
- Guimarães, G., Philippi, P. C. and Thery P., 1995, "Use of Parameters Estimation Method in the Frequency Domain for the Simultaneous Estimation of Thermal Diffusivity and Conductivity", *Review of Scientific Instruments*, Vol. 66, No. 3, pp. 2582-2588.
- Gustavsson, M., Nagai, H. and Okutani, T., 2005, "Measurements of the Thermal Effusivity of a Drop-Size Liquid Using the Pulse Transient Hot-Strip Techniques", *International Journal of Thermophysics*, Vol. 26, No. 6, pp. 1803-1813.
- Jannot, Y. and Meukam, P., 2004, "Simplified Estimation Method for the Determination of the Thermal Effusivity and Thermal Conductivity using a Low Cost Hot Trip", *Meas. Sci. Technol.*, Vol. 15, No. 9, pp. 1932-1938.
- Krapez, J. C., 2000, "Thermal Effusivity Profile Characterization from Pulse Photothermal Data", *Journal of Applied Physics*, Vol. 87, No. 9, pp. 4514-4524.
- Lima e Silva, S. M. M., Ong, T. H. and Guimarães, G., 2003, "Thermal Properties Estimation of Polymers Using Only One Active Surface", *J. of the Braz. Soc. Mechanical Sciences*, Copyright 2003 by ABCM, vol. XXV/9, pp. 9-14.

Luo, D., He, L., Lin, S., Chen, T. F. and Gao, D., 2003, "Determination of Temperature Dependent Thermal Conductivity by Solving IHCP in Infinite Region", *Int. Comm. Heat Mass Transfer*, Vol. 30, No. 7, pp. 903-908.

Mardolcar, U. V., 2002, "Thermal Diffusivity of Rocks at High Temperature by the Laser Flash Technique", The Sixteenth European Conference for Thermophysical Properties (ECTP2002), London, UK

Miyamura, A., and Susa M., 2002, "Relative Measurements of Thermal Conductivity of Liquid Gallium by Transient Hot Wire Method", The Sixteenth European Conference for Thermophysical Properties (ECTP2002), London, UK.

Santos, W. N., Mummery, P. and Wallwork, A., 2005, "Thermal Diffusivity of Polymers by the Laser Flash Technique", *Polymer Testing*, Vol. 24, pp. 628-634.

Spiegel, M. R., 1992, "Manual de Fórmulas, Métodos e Tabelas de Matemáticas", Makron Books do Brasil Ltda e Mc. Graw-Hill Ltda, 420p.

Taylor, J. R., 1997, "An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements", University Science Books, 2nd ed., 327 p.

Vanderplaats, G. N., 1984, "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", McGraw-Hill Inc, 333 p.

ESTIMATION OF THERMAL EFFUSIVITY OF POLYMERS USING THE THERMAL IMPEDANCE METHOD

Rafael Willian de Melo

Federal University of Itajubá - UNIFEI, Institute of Mechanical Engineering - IEM, Heat Transfer Laboratory - LabTC, 1303 BPS Av., Pinheirinho District, ZIP code 37500-903, Itajubá, Minas Gerais, Brazil
rafaelpiran@yahoo.com.br

Ana Lúcia Fernandes de Lima e Silva

alfsilva@unifei.edu.br

Sandro Metrevelle Marcondes de Lima e Silva

metrevel@unifei.edu.br

Abstract: *Thermal impedance is a way of defining the characteristics of thermal systems. It is a function that represents the relation between the frequency components of temperature and heat flux. From the experimental point of view, it is determined simply by measuring the heat flux and the temperature, simultaneously. These signals are measured only on the frontal surface of the sample. The experimental technique proposed here is very well adapted for making in situ measurements. In this work a one-dimensional semi-infinite thermal model is used. For the semi-infinite model, just the thermal effusivity, b , can be estimated. The thermal effusivity is estimated for three polymers: Polyvinyl chloride(PVC), Polymethyl methacrylate (PMMA) and Polyethylene (PE). An objective function representing the difference between experimental and theoretical values of the modulus of the thermal impedance function is minimized. The optimization technique SQP is used with the golden section technique followed by a polynomial approximation for minimizing this objective function. For all cases studied in this work the thermal effusivity is in good agreement with literature. The difference is less than 3.6 % for PVC and PMMA. In addition an uncertainty analysis is also presented.*

Keywords: *thermal properties estimation, heat conduction, optimization, experimental methods, thermal impedance.*