

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE MATERIAIS TERMOELÉTRICOS

GUSTAVO ROBERTO RAMOS¹, CLÁUDIO ANTÔNIO PEROTTONI¹
grramos@ucs.br caperott@ucs.br

¹ UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, 95070-560, CAXIAS DO SUL - RS

INTRODUÇÃO

Materiais termoelétricos têm sido empregados há vários anos para a geração de energia elétrica e em dispositivos de refrigeração sem partes móveis. No entanto, a expectativa inicial de ampla utilização destes materiais não se concretizou até o momento devido à baixa eficiência dos dispositivos termoelétricos disponíveis. O desempenho de materiais termoelétricos depende da sua condutividade térmica (k), que pode ser influenciada significativamente pela pressão. A medida da condutividade térmica em altas pressões implica em consideráveis dificuldades experimentais. Assim, o objetivo deste trabalho consiste no desenvolvimento de um procedimento para a determinação da condutividade térmica de amostras de pequeno volume de materiais termoelétricos em altas pressões.

METODOLOGIA

A medida da condutividade térmica é realizada com amostras de pequeno volume, por meio de uma técnica transiente. Calor é gerado pela passagem de corrente através de um elemento aquecedor, que cruza a amostra paralelamente a um termopar. Ambos elementos são dispostos no interior de um tubo capilar de alumina, que cruza a amostra longitudinalmente, como mostram as Figuras 1 e 2. A temperatura é registrada em função do tempo com uma resolução de 0,1 K e resolução temporal de 20 μ s. A análise dos resultados é feita resolvendo o modelo de condução de calor por elementos finitos (veja a Figura 3). O valor da condutividade térmica da amostra é obtido em um processo de minimização do somatório dos desvios quadráticos entre os valores experimentais de temperatura em função do tempo e os calculados pela solução do problema da transferência de calor, por elementos finitos. A análise de dados para determinação da condutividade térmica é feita através de uma interface desenvolvida neste trabalho (veja a Figura 4).

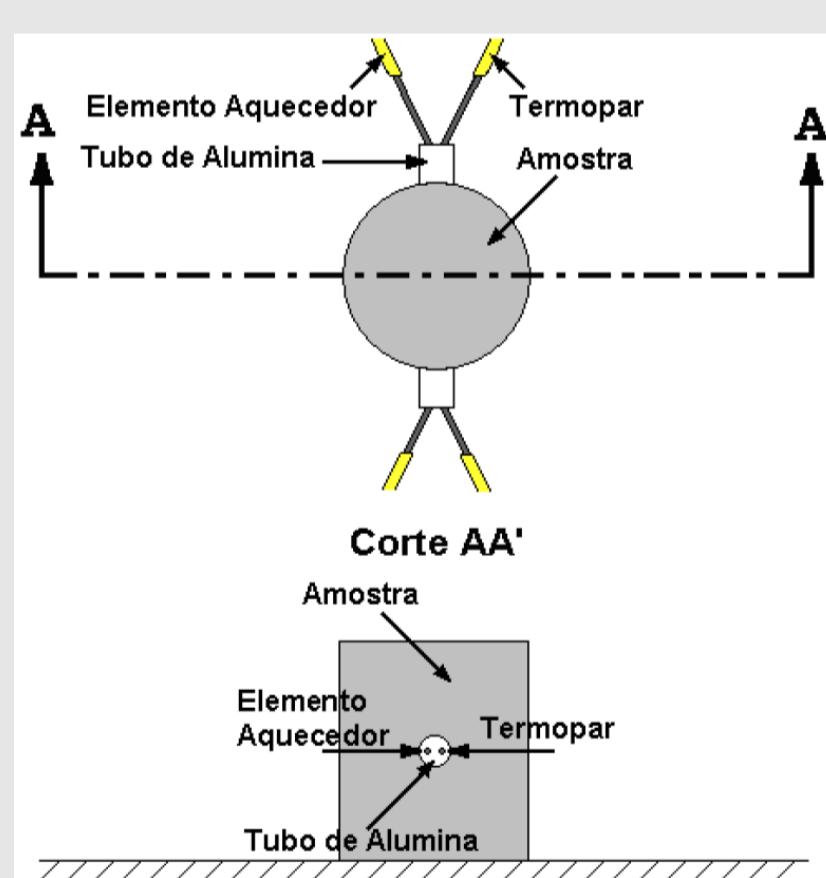


Figura 1. Representação esquemática da montagem experimental.

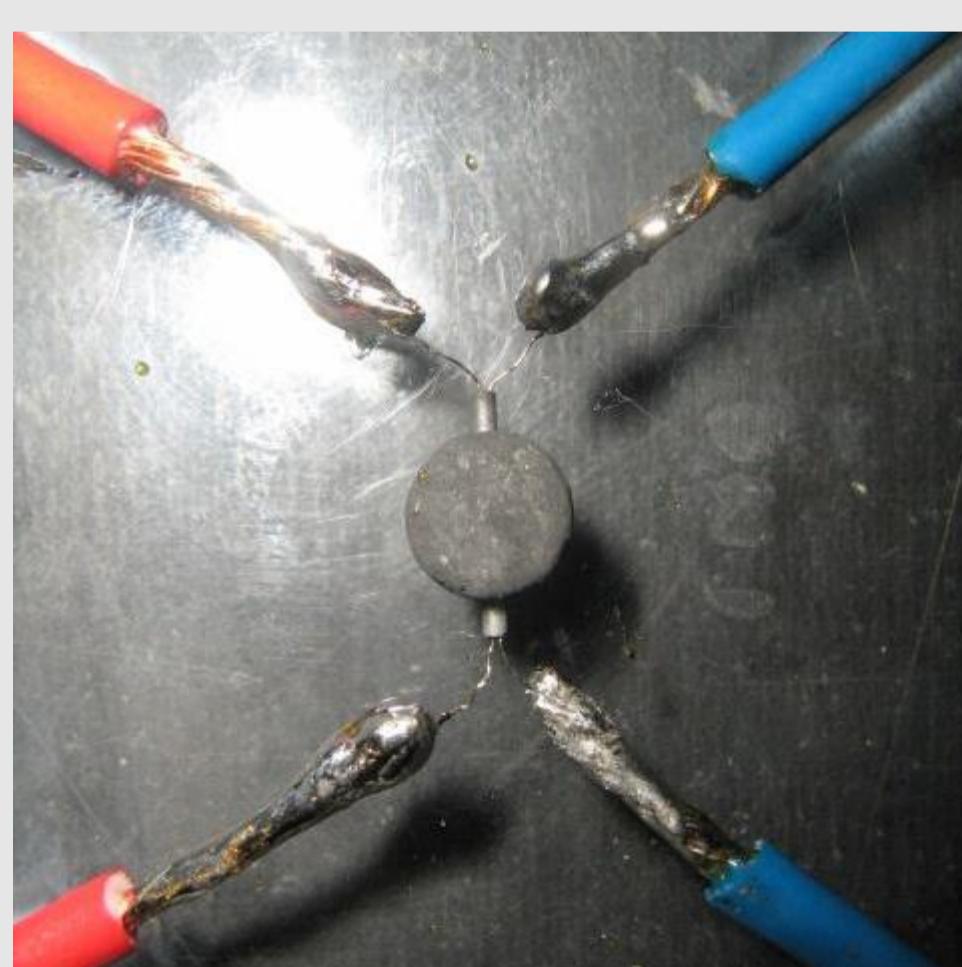


Figura 2. Foto da montagem experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este procedimento foi aplicado, a pressão e temperatura ambientais, a uma amostra de escuterudita $\text{LaFe}_3\text{CoSb}_{12}$ e a condutividade térmica obtida foi $0,76 (-0,02 +0,00) \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, enquanto o valor esperado é cerca de $0,8 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Para uma amostra de poli-éter-éter-cetona (PEEK), a condutividade térmica obtida foi $0,37 (-0,33 +0,01) \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$, ao passo que o valor encontrado na literatura é $0,22 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$. A incerteza maior na condutividade do PEEK possivelmente decorra da sua menor difusividade térmica (aproximadamente seis vezes menor que a da escuterudita). Neste caso deve haver uma maior correlação entre a condutividade térmica da amostra e a resistência de contato entre a amostra e a alumina, aumentando a incerteza do resultado.

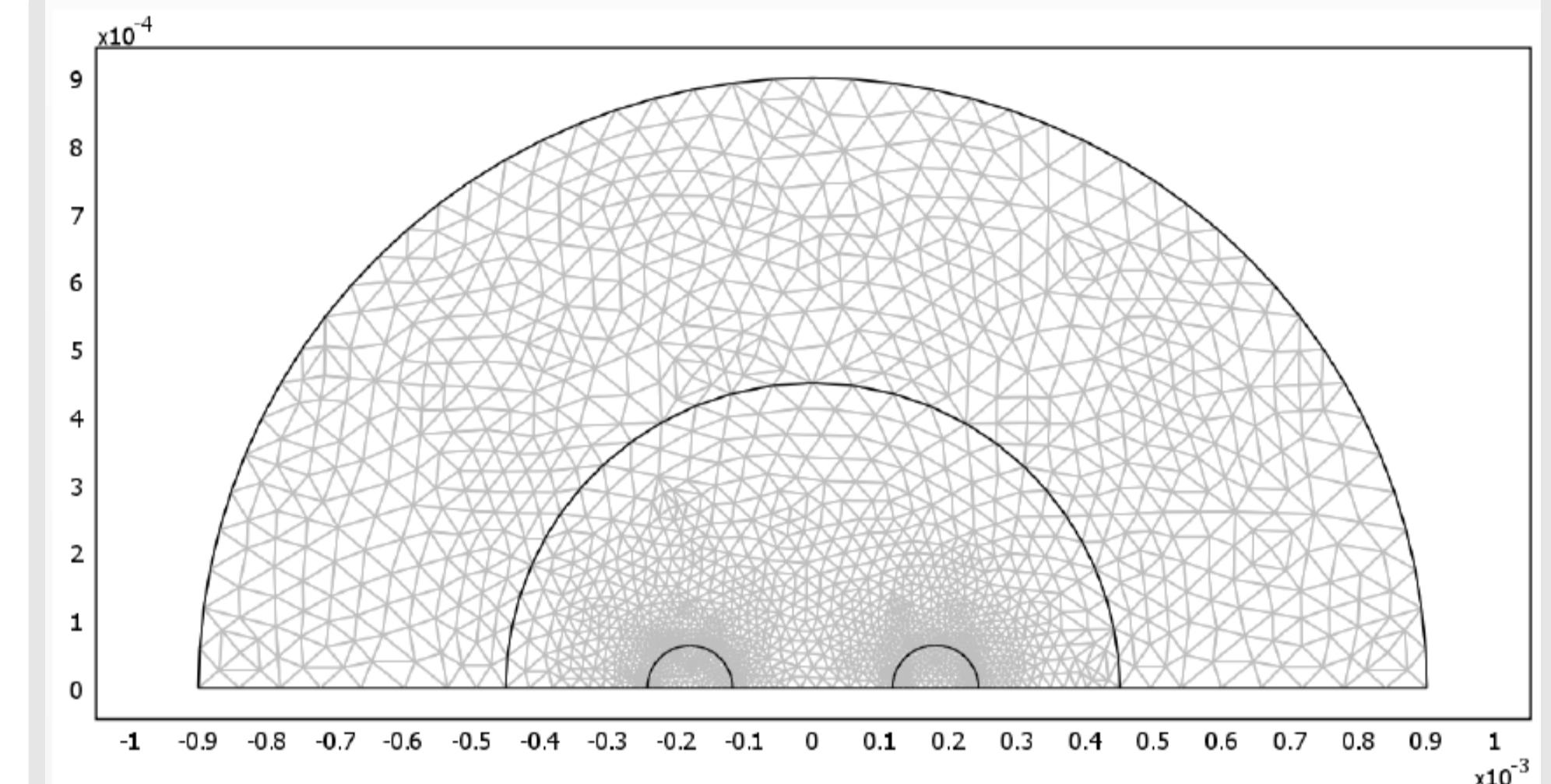


Figura 3. Malha utilizada na solução do problema por elementos finitos. Como existe um plano de simetria no sistema, apenas metade deste precisa ser modelado. Os semicírculos representam, do maior para o menor, a amostra, a alumina, o elemento aquecedor (à esquerda) e o termopar (à direita). A unidade de comprimento é o metro.

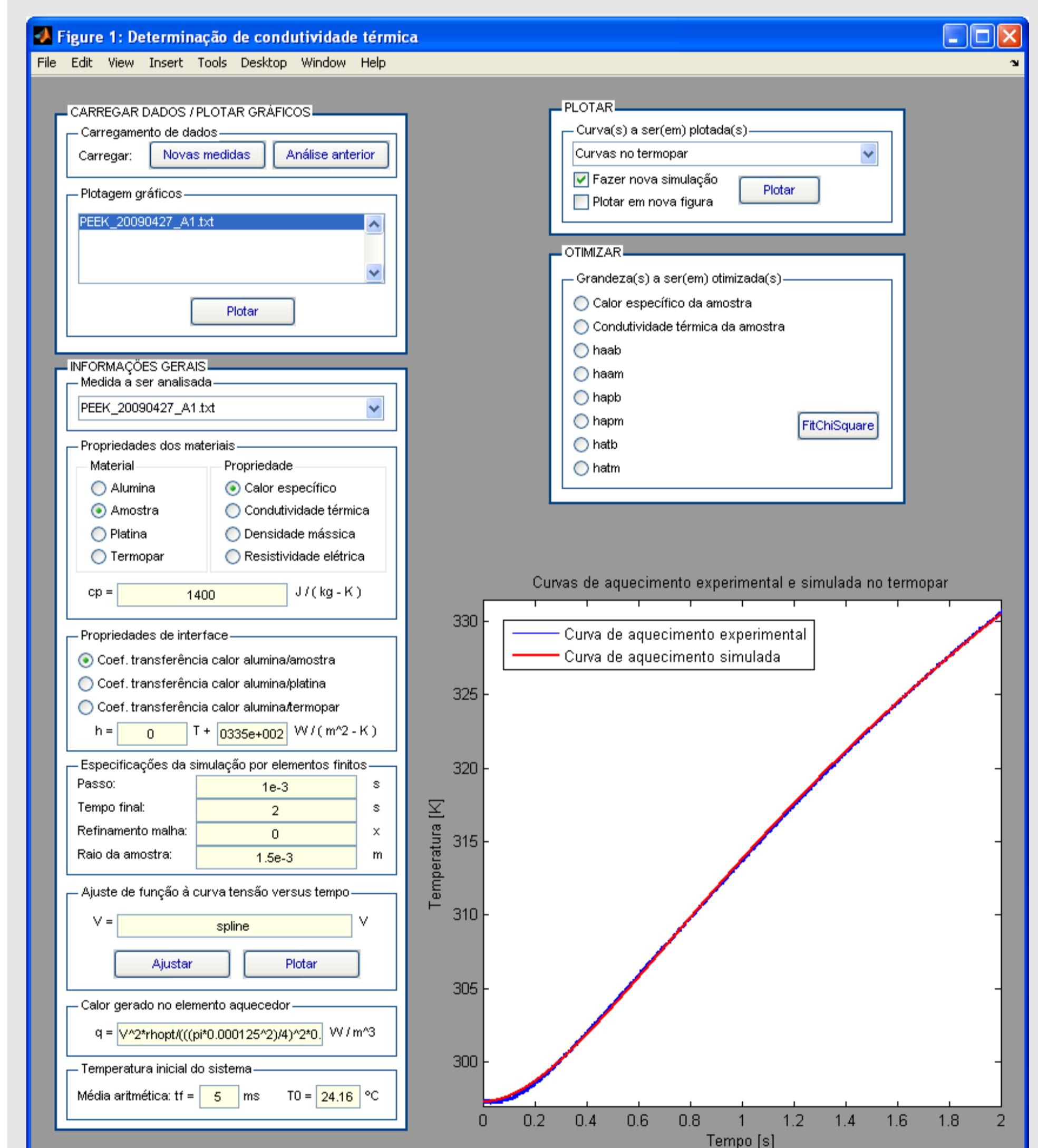


Figura 4. Interface para a análise de dados e determinação da condutividade térmica das amostras. Pode-se observar as curvas de aquecimento experimental e simulada para a amostra de PEEK.

CONCLUSÃO

O método mostrou-se adequado para a análise de materiais com baixa condutividade térmica. Entretanto, a incerteza no valor obtido para a condutividade térmica é elevada quando o método é aplicado a materiais com baixa difusividade térmica.

INSTITUIÇÕES DE FOMENTO

Este projeto tem apoio financeiro da UCS e do CNPq.