

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

# Análise Numérica do Efeito do Aquecimento da Pele da Mama para a Localização de Tumores por Imagens Termográficas

Vinicius Soares Medeiros<sup>1</sup>

José Ricardo Ferreira Oliveira<sup>2</sup>

Gilmar Guimarães<sup>3</sup>

Faculdade de Engenharia Mecânica, UFU, Uberlândia, MG

Alisson Augusto Azevedo Figueiredo<sup>4</sup>

Faculdade de Engenharia Mecânica, UFOP, Ouro Preto, MG

## 1 Introdução

Uma das técnicas mais utilizadas para o diagnóstico precoce de tumores na mama é a termografia infravermelha, que possibilita detectar uma variação de temperatura na pele da mama causada pela presença do tumor [2]. Com o objetivo de aumentar a eficácia desta técnica, alguns autores tem realizado alterações nas condições de contorno que comumente são adotadas nos exames, como por exemplo aquecendo ou resfriando a pele [1].

Neste trabalho foram realizadas simulações computacionais, através do software comercial COMSOL, da aplicação de uma taxa de calor periódica no formato de onda quadrada, com intensidade máxima de 50 W, sobre a pele da mama. A geometria da mama utilizada foi um modelo semi hemisférico 2D. O comportamento térmico na pele e nos demais tecidos humanos pode ser modelado pela equação da biotransferência de calor proposta por [3], em seu modelo transiente é expressa da forma

$$k\nabla^2 T + w_b \rho_b c_b (T_b - T) + Q = \rho c \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

onde as propriedades  $k$ ,  $c$ ,  $w$  e  $\rho$  representam respectivamente, a condutividade térmica, o calor específico, a perfusão sanguínea e a massa específica do tecido da mama, o índice  $b$  representa quando as propriedades são do sangue. A geração de calor metabólica é representada por  $Q$  e  $T$  é a temperatura, ambos do tecido.

---

<sup>1</sup>viniciussoaresjn@hotmail.com

<sup>2</sup>jose.ricardo@ufu.br

<sup>3</sup>gguima@ufu.br

<sup>4</sup>alisson.figueiredo@ufop.edu.br

## 2 Resultados

A Figura 1 apresenta o contraste térmico gerado para diferentes tempos de aquecimento da pele. O contraste térmico é a variação de temperatura superficial de uma mama com tumor em relação a uma mama sem tumor. Observa-se quanto maior for o tempo total de aplicação da taxa de calor, maior será o contraste térmico, o que implica em uma maior facilidade no diagnósticos dos tumores. Entretanto, os aquecimentos de duração de 30 ou 40 minutos aumentam a temperatura da pele à níveis que podem danificar os tecidos, o que limita o tempo de aquecimento.

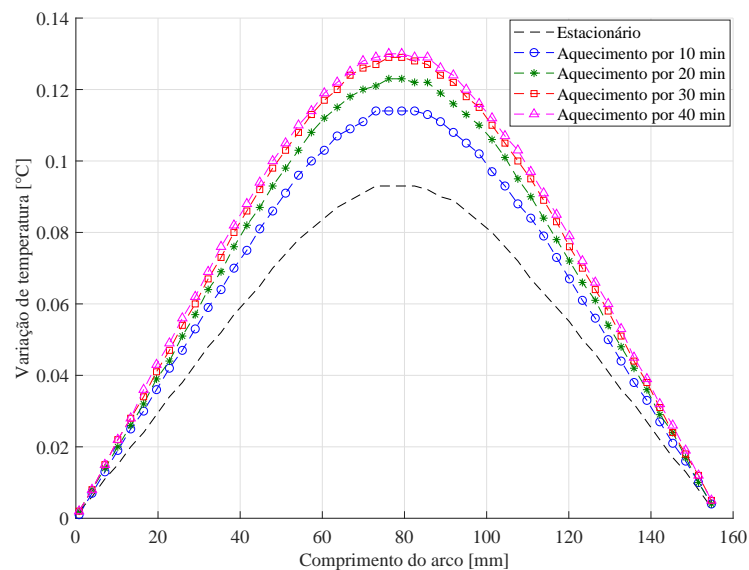


Figura 1: Contraste térmico após aplicar taxa de calor em tempos diferentes.

## Referências

- [1] T. Y. Cheng and C. Herman. Analysis of Skin Cooling for Quantitative Dynamic Infrared Imaging of Near-Surface Lesions, *International Journal of Thermal Sciences*, 86:175-188, 2014. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2014.06.033.
- [2] D. A. Kennedy, T. Lee, and D. Seely. A Comparative Review of Thermography as a Breast Cancer Screening Technique, *Integrative Cancer Therapies*, 8(1):9-16, 2009. DOI: 10.1177/1534735408326171.
- [3] H. H. Pennes. Analysis of Tissue and Arterial Blood Temperatures in the Resting Human Forearm, *Journal of Applied Physiology*, 1(2):93-122, 1948. DOI: 10.1152/jappl.1948.1.2.93.