Introdução aos Métodos Discretos

Welson de Avelar Soares Filho

Prof. Dr. Ruy Freitas

Prof. Dr. Joventino Campos

ufjf

An RBF-MFS model for analysing thermal behaviour of skin tissues

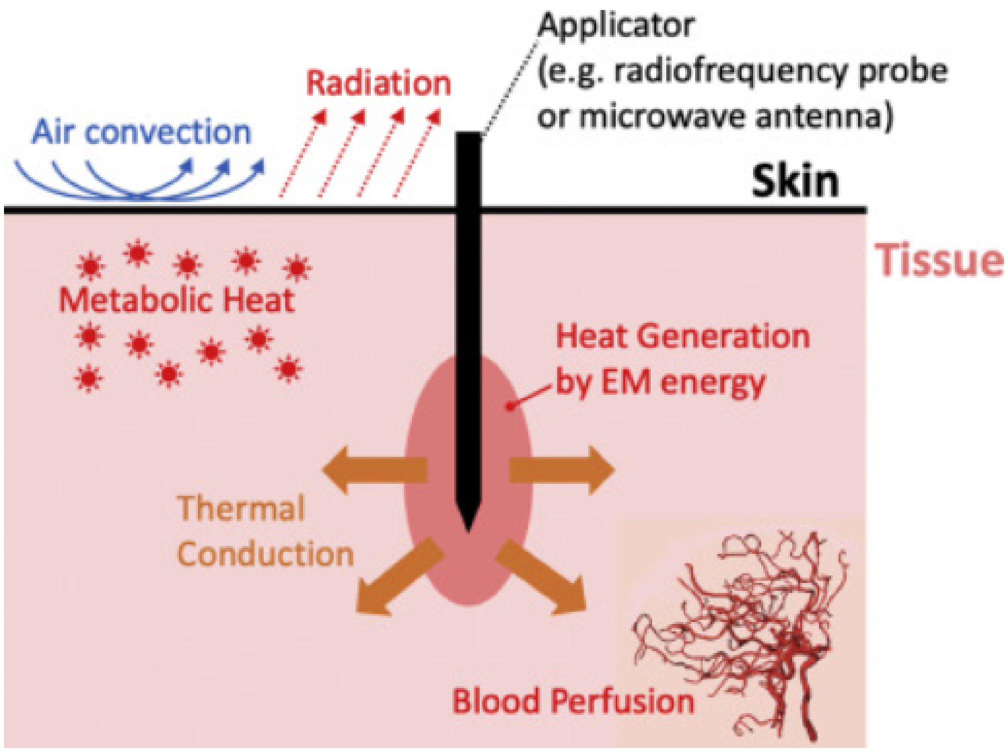
- Novo método numérico para soluçao

Equação de Pennes

- Equação de transferência de calor em tecidos biológicos
- Proposta em 1948

$$\rho c \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \nabla . [k \nabla u(x,t)] + \omega_b \rho_b c_b [u_a - u(x,t)] + Q_m + Q_r(x,t)$$

Transferência de calor no tecido biológico



Fonte: Principles and Technologies for Electromagnetic Energy Based Therapies, 2022.

Hipertermia tumoral

- A presença de um tumor altera a dinâmica na superfície da pele

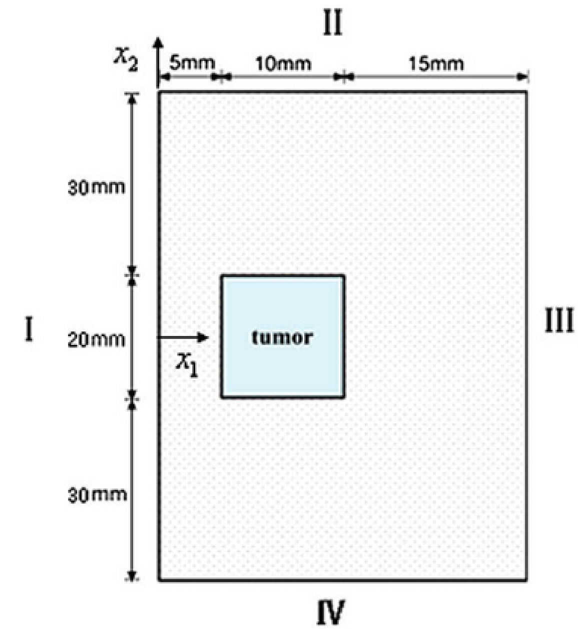
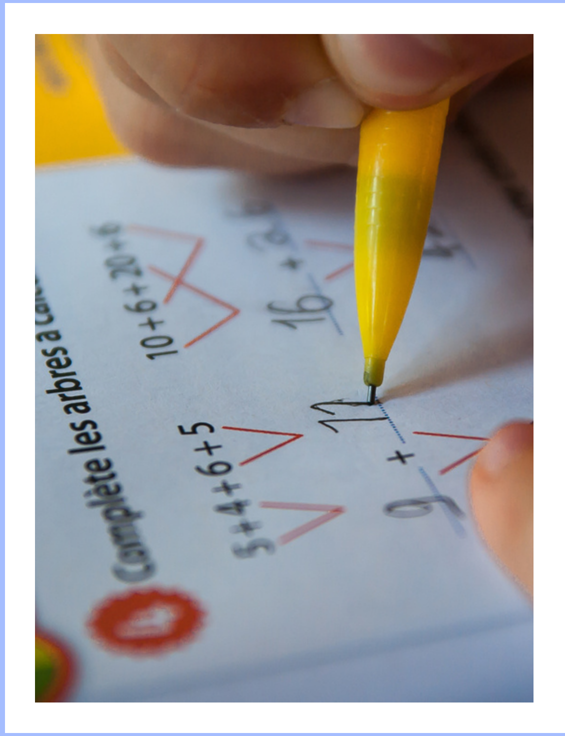


Fig. 6. Illustration of tissue with tumor.

$$\begin{cases} \rho c \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \nabla.[k \nabla u(x,t)] + \omega_b \rho_b c_b [u_a - u(x,t)] + Q_m + Q_r(x,t) & \text{para } \Omega \\ k \nabla u(x,t).\vec{n} = 0 & \text{para x} \in \Omega_{I,II,IV} \\ u(x,t) = 37 & \text{para x} \in \Omega_{III} \end{cases}$$

Definição do problema para o caso estacionário, t=0



Passo de discretização

A definição do problema, segundo o artigo, considerando o caso estacionário, é:

$$k\nabla^2 T + \omega_b \rho_b c_b (T_a - T) + Q_m = 0$$

Colocando no formato variacional, ficará:

$$k \int_\Omega \nabla T \nabla v dx - \int_\Omega \omega_b \rho_b c_b T v dx = - \int_\Omega Q_m v dx - \int_\Omega \omega_b \rho_b c_b T_a v dx$$

Referências

- Cao, L., Qin, Q., Zhao, N., An RBF–MFS model for analysing thermal behaviour of skin tissues, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 53, Issues 7–8, 2010, Pages 1298-1307, https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.12.036.

- Haemmerich, D., Principles and Technologies for Electromagnetic Energy Based Therapies, Academic Press, 2022, ISBN 9780128205945, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820594-5.00012-5.