

Modelo Numérico para Detecção de Tumores

Marcos Telló¹, Guilherme A. D. Dias¹, Sérgio L. Haffner¹

¹GCEM - Grupo de Compatibilidade EletroMagnética - PUCRS/EPO/DEL
Av. Ipiranga. 6681 - Prédio 30 - Sala 221
90619-900 - Porto Alegre - RS

Fone: (051) 339-1511 / 3294 - Fax: (051) 339-1060

Resumo - A intenção deste trabalho é a de sugerir um modelo numérico para a detecção de tumores em regiões do corpo humano. Assim, empregando a técnica dos dois eletrodos (TDE) na região em teste (RET), indica-se o Método dos Elementos Finitos (MEF), associado com um método probabilístico, para prever o espalhamento dos potenciais elétrico medidos (calculados). Muitos eventos aleatórios afetam os potenciais e, devido a isto, o resultado do método numérico empregado (diagnóstico) caracteriza a probabilidade de detecção do tumor no ser humano.

Abstract - The purpose of this paper is to suggest a numerical model to detect tumor in human body regions. Using the Two-Electrode Technique (TET) in the region under test (RUT) the Finite Element Method (FEM) associated with a Probabilistic Method is indicated to predict the spread of the measured (calculated) potentials. Many random events affect the potential spread and because of that the result of the numerical model (diagnostic) characterize a probability of detection of tumor in human organism.

Introdução

A curabilidade de um tumor (câncer) está relacionada com a sua detecção em um estágio prematuro de desenvolvimento. Assim, é desejável detectar o tumor antes que ocorra a sua disseminação à distância (metastatização). Quer-se, portanto, determinar a *probabilidade* de estar havendo mudanças a nível molecular no organismo humano. É importante comentar que não é conhecido, completamente, o instante em que o equilíbrio entre o processo de mitose e diferenciação celular é rompido. Ou seja, deseja-se relacionar o fenômeno *microscópico* do processo anômalo de reprodução celular, com o fenômeno *macroscópico* de detectar-se o tumor. A relação entre os fenômenos *microscópicos* e *macroscópicos* é feita através de uma abordagem *probabilística*. A questão que surge é: Como fazê-lo?

Metodologia

Sugere-se o *Método dos Dois Eletrodos (MDE)* para realizar as medições da variável de interesse na *Região em Teste (RET)*. Assim, a RET é a região do ser humano que está sendo avaliada e o MDE é o método de medição, que vai fornecer os parâmetros que permitirão detectar a existência, ou não, de tumor. Na Figura 1 está representado, de forma pictográfica, a RET e o MDE.

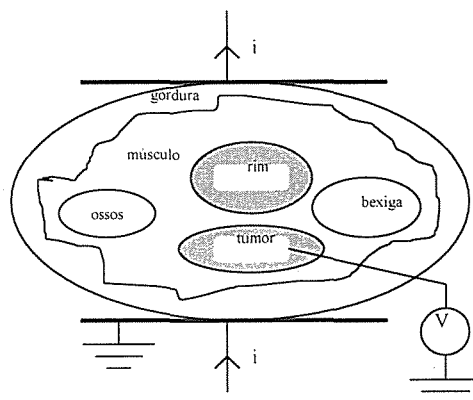


Fig. 1.- Pictografia : RET e MDE.

A condutividade σ e a permissividade ϵ de tecidos cancerosos e de tecidos normais só é possível ser diferenciada com frequências da ordem de 100 MHz¹. Isto posto, injeta-se, através de eletrodos, uma densidade de corrente J , com pulsação ω , compatível com a frequência indicada. Ainda, medem-se os potenciais, em vários pontos, na superfície da região de interesse.

A abordagem probabilística², para detectar a existência de tumor, é feita utilizando-se o Método de Elementos Finitos (MEF) associado ao Método de Monte Carlo (MMC). Assim, reproduz-se o modelo da RET dividindo-o em pequenos elementos. Concebido o modelo, usa-se o MMC para gerar perturbações aleatórias nos parâmetros que podem contribuir para afetar os potenciais medidos. Os parâmetros que sofrem perturbação são: (a) dimensão do tumor, (b) localização do tumor, (c) condutividade dos tecidos, (d) permissividade dos tecidos e (e) as várias posições dos eletrodos de corrente na RET. No modelo

numérico proposto, duas situações devem ser simuladas e seus resultados comparados : ser humano com e sem tumor. O MMC é utilizado para gerar uma função densidade de probabilidade (fdp) de ocorrência dos eventos aleatórios (parâmetros (a) - (e)). Cada evento (cenário) gerado pelo MMC é incorporado ao modelo da RET e, então, é aplicado o MEF para determinar-se os valores de potenciais resultantes na RET. Quando, para um determinado cenário, os potenciais calculados através do MEF forem próximos aos potenciais medidos, saber-se-á a probabilidade de o paciente ter, ou não, câncer. A Figura 2 apresenta as fdp do valor de pico dos potenciais na ausência de tumor e com tumor presente no ser humano.

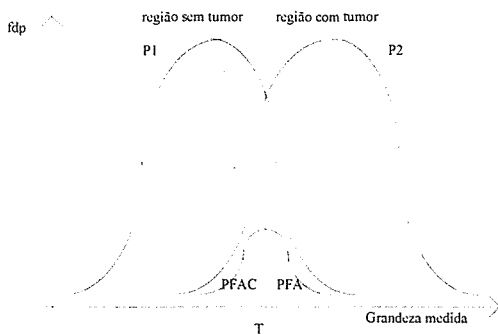


Fig. 2 - As fdp do valor dos potenciais

Na Figura 2, P1 indica a fdp do valor de pico dos potenciais na ausência de tumor e P2 em presença de tumor. Parâmetros de interesse como a probabilidade de detecção (PD), probabilidade de alarme falso (PAF) e probabilidade de falsa aceitação (PFAC) podem ser calculadas pela seleção de um "valor limite", T, como indicado na Figura 2. Finalmente, na Figura 3, tem-se uma visão da metodologia que está sendo proposta.

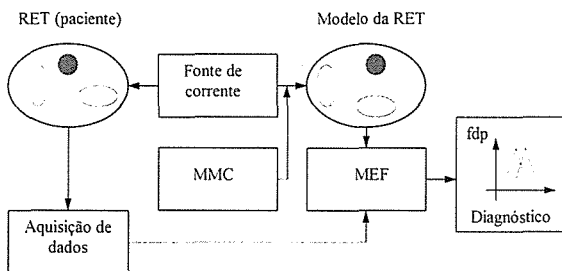


Fig.3 - Metodologia Proposta

Equacionamento

A equação que rege o fenômeno é:

$$\nabla x(\nabla x E) - k^2 E = 0 \text{ com } \nabla \cdot E = 0$$

onde:

$$k^2 = f(\omega, \sigma, \epsilon, \mu)$$

Conclusões

Este trabalho descreveu os primeiros estágios da detecção de tumores usando-se a técnica dos dois eletrodos. O modelo numérico proposto é útil na compreensão da influência dos vários fatores que afetam a detecção de um tumor no ser humano. O emprego do MEF-3D em conjugação com um Método Probabilístico permite avaliar a probabilidade de detecção de tumores nas regiões do corpo humano.

Referências

- ¹ Osama A. Mohammed and Fuat G. Üler, *Detailed 2-D and 3-D Finite Element Modeling of the Human Body for the Evolution of Defibrillation Fields*, IEEE Trans. on Magn, vol. 29, no. 2, pp. 1403-1406, March 1993.
- ² S.N. Rajesh, L. Upda and S.S. Upda, *Numerical Model Based Approach for Estimating Probability of Detection in NDE Applications*, IEEE Trans. on Magn. , vol 29, no. 2, pp.1857-1860, March 1993.