

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelo matemático de dormência tumoral: via cálculo fracionário

Aiara C. O. Ribeiro¹

Programa de Pós-graduação em Biometria, UNESP, Botucatu, SP

Paulo F. A. Mancera²

Departamento de Bioestatística, IBB-UNESP, Botucatu, SP

1 Introdução

Câncer é o nome atribuído a um grupo de doenças caracterizadas pelo crescimento anormal das células [4], que ocorre como resultado de alterações ou mutações genéticas. Um problema que atinge muitos pacientes diagnosticados com a doença é a recidiva, que pode ocorrer anos após uma aparente cura da doença [6]. Tal fenômeno é conhecido como dormência do câncer, que caracteriza-se pelo prolongado período de tempo no qual o volume tumoral ou o número de células tumorais malignas permanece pequeno e constante, antes do rápido crescimento do tumor ou das células tumorais [1, 2].

O cálculo fracionário é o estudo de derivadas e integrais de ordens não inteiras [3]. Dada uma equação diferencial que descreve um determinado fenômeno, a modelagem fracionária substitui as derivadas de ordem inteira por derivadas de ordem não inteira.

Apresentamos o estudo de um modelo matemático que visa descrever o fenômeno da dormência do câncer. O modelo é dado por Equações Diferenciais Ordinárias no tempo e suas respectivas versões fracionárias. Para as simulações numéricas utilizamos o Método de Diferenças Finitas Não Local para Equações Diferenciais Fracionárias.

2 Modelo matemático de dormência do câncer

De [5] temos o seguinte modelo matemático

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K}\right) - \alpha_1 N_1 I \\ \frac{dI}{dt} = r_2 I \left(1 - \frac{I}{I_e + \alpha_2 N_1 I}\right) \end{cases}, \quad (1)$$

em que $N_1(t)$ é o número de células cancerosas, $I(t)$ é o número de células do sistema imunológico, r_1 é a taxa de proliferação das células cancerosas, K é a capacidade de suporte

¹aiara.olive@gmail.com

²pmancera@ibb.unesp.br

da população de células cancerosas, r_2 é a taxa de crescimento da população de células do sistema imunológico, α_1 representa a predação das células do sistema imunológico, α_2 representa o recrutamento das células do sistema imunológico, e $I(0) = I_e$ a condição inicial da população de células do sistema imunológico.

3 Conclusões

As simulações numéricas exibiram que a dinâmica tumoral é dependente dos parâmetros escolhidos, e com a utilização da teoria de cálculo fracionário foram obtidos comportamentos diferentes quando comparados com sistemas de derivada temporal de ordem inteira um.

Com escolha apropriada de parâmetros, as simulações exibiram que a diminuição na ordem da derivada fracionária implica no maior amortecimento das soluções dos sistemas.

Este estudo também elucidou a importância do uso de cálculo fracionário em aplicações, pois temos infinitas escolhas de ordem de derivadas, as quais podem, possivelmente, implicar em interpretações mais adequadas de fenômenos da natureza.

Referências

- [1] J. A. Aguirre–Ghiso. Models, mechanisms and clinical evidence for cancer dormancy, *Nature Reviews Cancer*, 7, 834–846, 2007.
- [2] N. Almog. Molecular mechanisms underlying tumor dormancy, *Cancer Letters*, 294, 139–146, 2010.
- [3] R. F. Camargo e E. C. Oliveira. *Cálculo Fracionário*. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2015.
- [4] S. Mukherjee. *O imperador de todos os males: uma biografia do câncer*. Companhia das Letras, São Paulo, 2012.
- [5] K. P. Wilkie e P. Hahnfeldt. Mathematical models of immune-induced cancer dormancy and the emergence of immune evasion, *Interface Focus*, 3, 1–13, 2014.
- [6] A. C. Yeh e S. Ramaswamy. Mechanisms of cancer cell dormancy – another hallmark of cancer?, *Cancer Research*, 75, OF1–OF9, 2015.