

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Estudo de um Modelo Matemático de Cicatrização de Feridas Epidérmicas

Guilherme Melo dos Santos¹

Instituto de Biociências de Botucatu, Física Médica, UNESP, Botucatu, SP

Marta Helena de Oliveira²

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

Paulo Fernando de Arruda Mancera³

Departamento Bioestatística, UNESP, Botucatu, SP

O estudo da cicatrização da ferida cutânea é de suma importância para o homem, uma vez que a pele, o maior órgão do corpo humano é responsável por proteger o indivíduo contra antígenos, perda de sangue e água. Lesões na pele desencadeiam uma cascata de eventos que vão resultar como produto final o fechamento da ferida. Atualmente, há muito interesse no uso de produtos naturais para a cicatrização da ferida [1].

Modelos matemáticos de cicatrização de feridas cutâneas podem representar estas cascatas de eventos e auxiliar no entendimento da cicatrização da ferida [2, 3]. Nós revemos e analisamos um modelo de equações diferenciais parciais proposto em [3]. O sistema de equações é formado por uma equação representando a variação da densidade celular, n , e outra a variação dos mediadores químicos, c , que podem ser ativadores ou inibidores da mitose. O modelo é:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \nabla^2 n + s(c) n \left(2 - \frac{n}{n_0} \right) - k n, \quad (1)$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D_c \nabla^2 c + f(n) - \lambda c, \quad (2)$$

em que a migração celular é dada por $D \nabla^2 n$, com D constante de difusão, e a difusão dos mediadores químicos por $D_c \nabla^2 c$, com D_c constante de difusão, $k n$, $k > 0$, é a morte celular natural, $-\lambda c$ é o decaimento químico, $s(c) n (2 - n/n_0)$ e $f(n)$ são, respectivamente, a geração mitótica e a produção química. As equações (1) e (2) foram resolvidas usando método de diferenças finitas e, também, analisadas via ondas viajantes.

Nas Figuras (1) e (2) apresentamos as soluções do modelo adimensional. A solução numérica exhibe as duas fases importantes, a fase *lag* seguida pela linear, que caracterizam a cicatrização de feridas epidérmicas. Segundo Sherratt & Murray (1990) a velocidade da fase linear estimada pelo modelo é coerente com a velocidade da onda obtida nos dados experimentais, ambas da ordem de (10^{-3}) . Os resultados obtidos ilustram a importância

¹guilhermegpad@gmail.com

²marta@ufu.br

³paulo.mancera@unesp.br

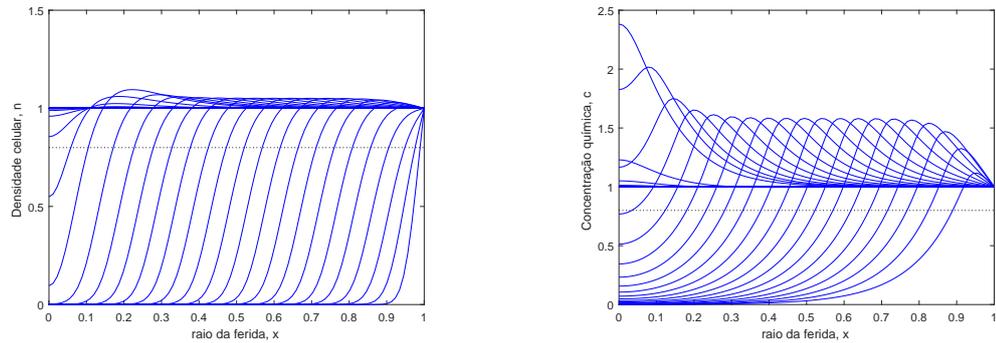


Figura 1: Solução numérica, do caso ativador, em uma dimensão espacial para a densidade celular n a esquerda e para a concentração química c a direita. Parâmetros: $D = 5 \times 10^{-4}$, $D_c = 0,45$ e $\lambda = 30$.

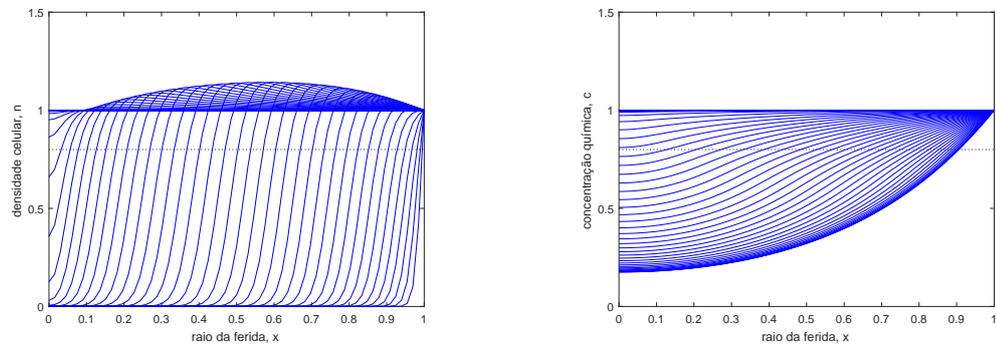


Figura 2: Solução numérica, do caso inibidor, em uma dimensão espacial para a densidade celular n a esquerda e para a concentração química c a direita. Parâmetros: $D = 10^{-4}$, $D_c = 0,85$ e $\lambda = 5$.

da regulação mitótica da cicatrização da ferida e abrem caminhos para modelagem de cicatrização de feridas usando dados oriundos de experimentos biológicos, como os apresentados em [1].

Agradecimentos: GMS: FAPESP 2017/00530-0; MHO: UFU/Patos de Minas.

Referências

- [1] L. F. S Gushiken, Avaliação dos mecanismos bioquímicos, celulares e moleculares na cicatrização de lesões cutâneas utilizando cremes à base de extrato hidroalcoólico e óleo-resina de *Copaifera langsdorffii*, Dissertação de Mestrado em Biotecnologia, UNESP, (2016).
- [2] S. N. Jorgensen and J. R. Sanders, Mathematical models of wound healing and closure: a comprehensive review, *Med. Biol. Eng. Comput.*, 54:1297–1316, 2016.
- [3] J. A. Sherratt and J. D. Murray, Models of epidermal wound healing, *Proc. R. Soc. Lond. B*, 241:29–36, 1990.