

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

---

# Modelo de crescimento populacional do *Mycobacterium tuberculosis* utilizando simulação baseada em agentes e distribuições de probabilidades

Marcilene Fonseca de Moraes<sup>1</sup>

Diana Francisca Adamatti<sup>2</sup>

Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional, FURG, Rio Grande, RS

Albano Oliveira de Borba<sup>3</sup>

Adriano Velasque Werhli<sup>4</sup>

Centro de Ciências Computacionais, FURG

## 1 Introdução

A Tuberculose (TB) é um grande problema de saúde pública, que afeta predominantemente países de baixa e média renda, se desenvolvendo também entre imigrantes, partes mais pobres e vulneráveis de países ricos [1].

Diante destas circunstâncias o estudo da curva de crescimento do *Mycobacterium tuberculosis* torna-se extremamente importante, já que através deste estudo podem-se testar hipóteses, verificar reações do bacilo a fármacos e ainda pode ajudar no desenvolvimento de novos fármacos.

O objetivo do trabalho é modelar a curva de crescimento do bacilo da Tuberculose, utilizando sistemas baseados em agentes, onde as variáveis da simulação utilizam distribuições de probabilidades, tornando assim, o modelo desenvolvido mais similar a um modelo de crescimento real.

## 2 Distribuições de Probabilidades

Os modelos probabilísticos são úteis para representar situações reais, ou para descrever um experimento aleatório. Os estudos de simulação tentam reproduzir num ambiente controlado o que se passa em um ambiente real.

---

<sup>1</sup>marcilenemoraes@furg.br

<sup>2</sup>dianaadamatti@furg.br

<sup>3</sup>albano.b06@gmail.com

<sup>4</sup>werhli@gmail.com

### 3 Simulação Baseada em Agentes

A simulação baseada em agentes possibilita por meio de suas ferramentas recriar a população de um sistema real em um artificial, onde cada indivíduo da população é representado por um agente e cada um deles possui um conjunto de regras específicas que ditam seu comportamento. De acordo com [2], os sistemas baseados em agentes são uma poderosa e flexível ferramenta para modelagem de sistemas, pois desta maneira pode-se analisar o comportamento de cada indivíduo, ao invés de uma média de comportamentos do mesmo.

### 4 Modelo Proposto

Para simular a dinâmica populacional foi usado o ambiente de programação NetLogo, que realiza simulações voltadas para fenômenos naturais e sociais.

O modelo baseado em agentes implementado simula um ambiente onde o *Mycobacterium tuberculosis* possui regras específicas de comportamento. A simulação tem como divisão de tempo o tick e as variáveis atribuídas as bactérias são: adaptação, energia, consumo, funções vitais, sensor sinal, sensor bactéria, e energia para reprodução.

Considerando que muitos fenômenos biológicos se ajustam a distribuição normal, assumiu-se que as variáveis do modelo também se distribuem normalmente.

### 5 Resultados e Conclusões Parciais

Pode-se inserir um comportamento difuso para cada agente no sistema, visualizar os agentes individualmente, simular interações entre agentes e o ambiente onde estes estão inseridos e, ainda, o modelo apresenta similaridade com o contorno da curva experimental obtida por [3].

A validação será feita pelo conhecimento adquirido por especialistas e por referências bibliográficas da área. Como produto final espera-se uma curva idêntica, ou com erro mínimo, quando comparada à experimental.

### Referências

- [1] K. Lönnroth, G. B. Migliori, and I. Abubakar. Towards tuberculosis elimination: an action framework for low-incidence countries. *European Respiratory Journal*, 45(4):928–952, 2015.
- [2] M. Wooldridge. *An Introduction to Multiagent Systems*. John Wiley and Sons, England, 2009.
- [3] A. Von Groll. *Fitness of Mycobacterium tuberculosis associated to genotypes and drug resistance: new approaches for understanding the transmission dynamics of tuberculosis*. Tese doutorado, Ghent University, Ghent, 2010.