

## Um estudo de modelos de tuberculose via equações diferenciais

Ana Maria da Silva<sup>1</sup>

IFSP, Campos do Jordão, SP

Ligia Corrêa de Souza<sup>2</sup>

IFSP, Campos do Jordão, SP

De acordo com [2], a modelagem matemática em epidemiologia é feita por meio do estudo de equações que descrevem a interação entre a população e o ambiente, resultando numa análise detalhada a respeito da doença. A importância desse estudo está no fato de que quanto mais se conhece a doença e o modo como ela se propaga, mais eficazes serão os métodos para impedir sua transmissão.

Até a década de 1930 não havia uma política preventiva organizada na região paulista. Mesmo 64,4% [4] das mortes serem por doenças infecciosas, como a tuberculose, não haviam sido implementadas medidas preventivas contra a doença.

O presente trabalho teve como objetivo a análise da modelagem matemática da tuberculose via estudo de equações diferenciais. Essas equações formam um vasto conteúdo na Matemática com possibilidades de diferentes abordagens, e uma delas é o tratamento como modelos, que tem por objetivo descrever casos reais. Nesse sentido, este trabalho modelou uma situação real da cidade de Campos do Jordão-SP, investigou técnicas para a resolução dos modelos e apresentou discussões acerca dos resultados encontrados.

Os modelos selecionados para representar a dinâmica da tuberculose podem ser vistos em [3], e os dados coletados da cidade de Campos do Jordão durante os anos de 2001 a 2018 foram retirados de DATASUS - Tecnologia da Informação a Serviço do SUS (Ministério da Saúde) - Campos do Jordão-SP.

O trabalho apresenta quatro modelos: Suscetível-Infetado-Suscetível (SIS) e Suscetível-Infetado-Recuperado (SIR) com e sem dinâmica vital. De acordo com [3], o modelo SIS é característico das infecções que não oferecem imunidade, como é o caso da tuberculose. Para esse modelo, os indivíduos que se recuperam da doença voltam para a classe dos suscetíveis. Já o modelo SIR, consiste numa epidemia em que um indivíduo deve ser isolado, buscando analisar os indivíduos infectados assim como os que se recuperam da doença.

Para os quatro modelos apresentados, observou-se que os dados originais coletados e os valores obtidos, para os casos de tuberculose na cidade escolhida, comportaram-se semelhantemente, no sentido de decréscimo para o número de infectados pela doença.

Constatou-se também que, até 2007, os valores encontrados nos modelos se distanciaram bastante dos dados originais coletados. Contudo, após esse ano, os valores aproximaram-se aos originais. Esse fato pode estar relacionado ao ajuste linear aplicado para determinar um dos parâmetros, pois, ao se fazer um ajuste linear, a princípio não se sabe se a reta encontrada de fato é o melhor modelo de ajuste para relacionar duas variáveis (para esse caso, número de infectados e o tempo) [1].

---

<sup>1</sup>silvaanamarca1999@hotmail.com

<sup>2</sup>ligiacorrea@ifsp.edu.br, li.correasouza@gmail.com

Outro aspecto que pode estar relacionado à dispersão é que para ambos os modelos se desconsiderou os fatores externos, como emigração e imigração, que poderiam afetar os resultados.

A tabela a seguir mostra os casos confirmados e as previsões, descritas pelos modelos, para essa doença na cidade de Campos do Jordão ao longo dos anos.

Tabela 1: Número de Infectados por Tuberculose em Campos do Jordão-SP

Ano	Casos Confirmados	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
2001	768	150,611	151,224	150,776	151,371
2002	747	120,161	121,121	120,254	121,205
2003	540	95,868	97,012	95,910	97,051
2004	441	76,486	77,701	76,495	77,712
2005	424	61,023	62,235	61,010	62,224
2006	206	48,686	49,847	48,659	49,824
2007	112	38,843	39,925	38,809	39,895
2008	66	30,990	31,978	30,953	31,944
2009	19	24,725	25,613	24,687	25,578
2010	8	19,726	20,515	19,689	20,481
2011	10	15,738	16,431	15,703	16,399
2012	13	12,556	13,161	12,525	13,131
2013	5	10,018	10,541	9,989	10,514
2014	7	7,993	8,443	7,967	8,419
2015	8	6,377	6,762	6,354	6,741
2016	8	5,088	5,416	5,068	5,398
2017	10	4,059	4,338	4,042	4,322
2018	11	3,238	3,475	3,224	3,461
2019	*	2, 584	2,783	2,571	2,771
2020	*	2,061	2,229	2,051	2,212
2021	*	1,645	1,785	1,635	1,777
2022	*	1,312	1,430	1,304	1,423
2023	*	1,047	1,145	1,040	1,139
2024	*	0,835	0,917	0,830	0,912
2025	*	0,666	0,735	0,662	0,730

Fonte: A autora.

Concluimos que a modelagem matemática epidemiológica é de grande relevância e de fundamental importância para o entendimento e o planejamento de ações de controle de doenças.

## Referências

- [1] Bussab, W. O., Morettin, P. A. *Estatística Básica, 6a.edição*. Saraiva, São Paulo, 2010.
- [2] Luiz, M. H. R. Modelos Matemáticos em Epidemiologia, Tese de Doutorado, Unesp, 2012.
- [3] Marcolino, R. S. Modelos Matemáticos Epidemiológicos da Tuberculose em Codó-MA, Dissertação de Mestrado, Unicamp, 2016.
- [4] Prince, A. E. O Clima de Campos do Jordão e a Tuberculose no século XIX, volume 11, p. 57-74, 2017. DOI:10.5654/acta.v11i25.4292.