



*4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil*

MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO CONTROLE MECÂNICO DA DENGUE

Lucas Romero Galvão Silva¹, Fernando Luiz Pio dos Santos¹

¹Departamento de Bioestatística - Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP,

aluciha@aluno.ibb.unesp.br

RESUMO: Modelos matemáticos trazem importantes contribuições, em particular, na investigação de epidemias causadas por vetores e interação com a população de seres humanos. Equações Diferenciais podem ser utilizadas como modelo simples para uma série de problemas clássicos (FIGUEIREDO et al., 2007; ZILL, 2011). Neste trabalho investigamos a dinâmica populacional do mosquito da Dengue nas fases aquática e alada por meio de um sistema de Equações Diferenciais Ordinárias (EDO's). Além disso, propusemos uma estratégia de controle mecânico da população de mosquitos na fase aquática. No Brasil, a Dengue é um dos maiores desafios da saúde pública (SILVA, 2012). Assim, formas eficientes de controle do mosquito devem ser consideradas. Um exemplo eficiente é o controle físico (mecânico) do mosquito possibilitado por investimentos em agentes de saúde pública e pela preocupação dos moradores na remoção de criadouros. Tal controle é modelado aqui definindo-se parâmetros relacionados ao grau de investimento do poder público em agentes e ao grau de esquecimento dos moradores, ambos aplicados no combate do mosquito na forma imatura (HASTINGS, 2013). Adotaremos a seguinte notação para as variáveis de estado do problema ao longo do tempo $t > 0$, $A(t)$ é a população de mosquitos na fase aquática, $I(t)$ a população de fêmeas não-fertilizadas, $F(t)$ a população de fêmeas fertilizadas, $M(t)$ a população de machos. Os parâmetros biológicos do problema são μ , μ_A , μ_I , μ_F e μ_M representam as taxas de mortalidades na fase aquática, de fêmeas não-fertilizadas, de fêmeas fertilizadas e dos machos, respectivamente. ϕ é a taxa de oviposição intrínseca, C a capacidade de suporte do meio, γ a passagem para a fase alada, r e $r-1$ proporções de fêmeas e machos, respectivamente, β a taxa de acasalamento dos mosquitos, $\alpha > 0$ o controle mecânico. u e τ são controles relacionados ao grau de esquecimento dos cuidados e à importância do investimentos no combate dos



*4ª Jornada Científica e Tecnológica FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil*

mosquitos, respectivamente. Logo, considerando todas as afirmações anteriores, segue que o modelo contínuo da dinâmica do controle do mosquito é descrito pelo seguinte sistema (1) de EDO's:

$$\begin{aligned}\frac{dA}{dt} &= \phi \left(1 - \frac{A}{C}\right) F - (\alpha + \gamma + \mu_A)A \\ \frac{dI}{dt} &= r\gamma A - (\beta + \mu_I) \\ \frac{dF}{dt} &= \beta I - \mu_F F \\ \frac{dM}{dt} &= (1 - r)\gamma A - \mu_M M \\ \frac{d\alpha}{dt} &= -\tau\alpha + u\end{aligned}\tag{1}$$

Para obtenção da solução numérica, o modelo contínuo (1) foi discretizado pelo método das Diferenças Finitas (DF) de primeira ordem (FORTUNA, 2000) e as equações discretas resultantes foram implementadas em C++. Simulações numéricas computacionais foram efetuadas com o intuito de verificar o comportamento da dinâmica populacional do mosquito para diferentes valores de u e τ . Os resultados das simulações evidenciam que a partir do estado epidêmico de Dengue, existe (u, τ) que efetivamente controla a população dos mosquitos. As simulações mostram ainda que a partir do estado de controle, qualquer relaxamento tanto em u quando em τ , como por exemplo, baixo grau de investimento do poder público ou alto grau de esquecimento dos cuidados ao combate, tem-se o retorno ao estado epidêmico da Dengue.

Palavras-chave: Dengue, Controle Mecânico, Equações Diferenciais, Modelagem Matemática.

REFERÊNCIAS

Figueiredo, D. & Neves, A. **Equações diferenciais aplicadas**, 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: IMPA, 2007.

Hastings, A. **Population Biology: Concepts and Models**. Ecology, New York: Springer, 1997. 220p.



*4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil*

Silva, S. O. D. **Modelagem de propagação da dengue com o uso de equações diferenciais e modelos tipo seir**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras – UFLA/MG.

Zill, D. **Equações Diferenciais com aplicações em Modelagem**, 2. ed. São Paulo, SP: CENGAGE Learning, 2011, 448p.

Fortuna, A. de O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos: conceitos básicos e aplicações**. EdUSP, 2000, 426 p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Unesp, campus Botucatu-SP e à Pró-Reitoria de Pesquisa – PROPE/PIBIC/ISB.