

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Uso da teoria Fuzzy em modelos epidemiológicos determinísticos

Gabriela Servidone¹

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas, SP

Sônia Ternes²

Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Marcelo Margon Rossi³

Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

Marcia Furlan Nogueira⁴

Embrapa Pantanal, Corumbá, MS

1 Introdução

Modelos matemáticos determinísticos são comumente usados para representar a dinâmica de propagação de doenças por meio de um sistema de equações diferenciais ordinárias (EDO), conforme [2]. Para que o modelo seja biologicamente coerente, necessita-se estimar parâmetros relacionados à natureza do agente transmissor e à forma de contágio, o que nem sempre é possível, dado os altos custos dos experimentos biológicos envolvidos, bem como incertezas nos valores numéricos consequentes. Neste trabalho, empregou-se a lógica Fuzzy na obtenção da força de infecção decorrente do compartilhamento de agulhas contaminadas pelo vírus da Anemia Infecciosa Equina (AIE), partindo-se de dados da literatura e conhecimentos de pesquisadores da área.

2 Modelo Fuzzy

A AIE é uma doença incurável que atinge equinos pela transmissão do vírus por meio de sangue contaminado, e pode causar grande impacto para a economia da região do Pantanal brasileiro, conforme [1]. Após experimentos com o modelo compartimental determinístico usado para avaliar a dinâmica da AIE em animais de serviço no Pantanal, descrito em [2], verificou-se a importância do parâmetro força de infecção por agulhas contaminadas, descrito como: $\gamma = \sigma_n \cdot V_n \cdot n_n$, onde σ_n é a probabilidade de infecção do vírus da AIE

¹gabi.servidone@gmail.com

²sonia.ternes@embrapa.br

³mrossi.biotec@gmail.com

⁴marcia.furlan@embrapa.br

por microlitro de sangue, V_n é o volume de sangue no espaço morto da seringa e n_n é a taxa de injeções por animal. Devido à dificuldade da determinação de γ por experimentos biológicos, utilizou-se a lógica Fuzzy para representar σ_n e V_n no modelo. Para desenvolver o sistema baseado em regras Fuzzy, foram utilizadas a t-norma de mínimo, a t-conorma de máximo, o método de inferência de Mandani e o defuzzificador pelo método centróide. Para a construção da base de regras, considerou-se as pertinências *baixo*, *médio* e *alto* (obedecendo seus limites numéricos máximo e mínimo) para as variáveis σ_n e V_n [2]. Com base no conhecimento de especialistas da área, foram estabelecidas nove regras a partir das combinações entre cada par (V_n, σ_n) . As funções de pertinência para V_n , σ_n e γ são apresentadas na Figura 1. A resolução do sistema de EDO contendo a base de regras Fuzzy foi implementada usando o Software R e o pacote *frbs*, apresentado em [3].

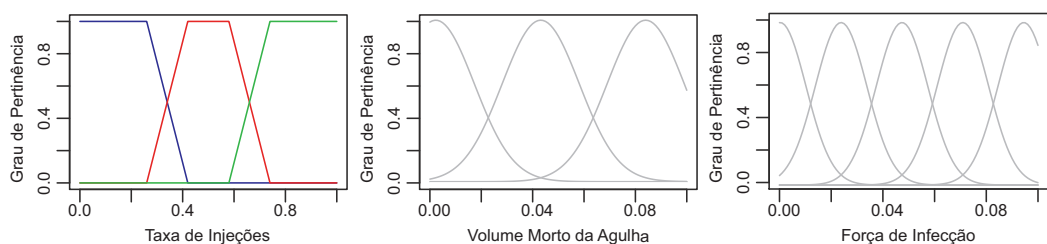


Figura 1: Funções de pertinência.

3 Conclusões

O uso da lógica Fuzzy para estimar o parâmetro γ acarretou maior custo computacional, considerando a necessidade de rodar o modelo de EDO para cada uma das 100 possíveis combinações dos valores das variáveis de entrada. Entretanto, a abordagem mostra-se eficiente, uma vez que os resultados obtidos para a dinâmica final do sistema sugerem as mesmas prevalências da AIE observadas no campo nos últimos 40 anos.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo suporte financeiro (Processo 160212/2015-4).

Referências

- [1] Embrapa. Anemia Infecciosa Equina: Epizootiologia, Prevenção e Controle no Pantanal, *Circular Técnica - n. 29 - Ministério da Agricultura e Abastecimento*, 2001.
- [2] S. Ternes e R. Vilamiu. Epidemiologia matemática da Anemia Infecciosa Equina, *Trabalho apresentado no 1. Workshop Projeto*. 23 a 16 abril 2013, Embrapa Pantanal, Corumbá, MS.
- [3] L. S. Riza, C. Bergmeir, F. Herrera e J. M. Benítez. FRBS: Fuzzy Rule-Based Systems for Classification and Regression in R, *J. Stat. Soft.*, 65:1-30, 2015.