

## Estimação do Número de Internações por Doenças Respiratórias Utilizando Lógica *Fuzzy* Tipo-2 Intervalar

Paula F. de Almeida<sup>1</sup>, Najara A. de Abreu<sup>1</sup>, Paloma M. S. Rocha Rizol<sup>1</sup>, Luiz Fernando C Nascimento<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>UNESP - Univ. Estadual Paulista, Dep. de Engenharia Elétrica, Campus de Guaratinguetá.

<sup>2</sup>UNITAU – Universidade de Taubaté, Dep. De Medicina.

paula.fa@hotmail.com , najaradeabreu@hotmail.com, paloma@feg.unesp.br,  
luiz.nascimento@unitau.com.br.

Atualmente, uma das questões ambientais mais preocupantes, principalmente nos grandes centros urbanos, é a poluição atmosférica devido ao seu impacto na saúde humana. Estatisticamente, é observado um decréscimo gradual nas taxas de mortalidade. Devido a isso, a preocupação atual mudou de foco e passou a ser os efeitos colaterais gerados pela evolução da sociedade moderna [1]. O objetivo desse trabalho é desenvolver um Sistema de Inferência *Fuzzy* tipo-2 intervalar SIF2 utilizando o *toolbox fuzzy* tipo-2 do *software* MATLAB [2]. A estrutura geral pode ser vista na Figura 1 que possibilita estimar o número de pacientes internados com doenças do aparelho respiratório, com base no banco de dados real obtido no DATASUS [3] e da CETESB [4].

O SIF2 possui como variáveis de entrada o  $PM_{10}$ , com três funções de pertinência, o  $SO_2$ , temperatura mínima e vento, com duas funções de pertinência cada, totalizando 24 regras ( $3 \times 2 \times 2 \times 2$ ) e de saída o número de internações, com cinco funções de pertinência. Foram utilizadas funções de pertinência do tipo trapezoidal e triangular para as entradas e apenas triangular para a saída, baseado no método de Inferência de Mamdani, para estimar a associação entre os poluentes, fatores climáticos e o número de internações por doenças respiratórias. Para classificar as variáveis de entrada foi feita uma análise na base de dados real, separando em níveis de concentração de acordo com o quão prejudicial à saúde é o elemento em questão. Para o SIF2, foi utilizado o *toolbox* IT2FLS [5]. Neste trabalho foram comparados quatro níveis de incerteza (0, 0,3, 0,5 e 0,8) em cada variável de entrada e saída, sendo que quando a mancha de incerteza é igual a 0 é considerado como SIF1. Os melhores valores da correlação de Pearson (0,438) para FOU (*footprint of uncertainty*) igual a 0.3 e da acurácia avaliada pela curva ROC ( $SO_2$  75,7% – IC de 69% à 82%) foram para internações no mesmo dia (lag 0). Para as outras defasagens, a correlação de Pearson foi de 0,38 (lag 1), 36 (lag 2) e 0,33(lag 3), conforme apresentado na Tabela II.

O modelo se mostrou eficaz na predição do número de internações por doenças respiratórias. Esta ferramenta é de extrema importância, pois é uma ótima alternativa para auxiliar os hospitais a prestar um bom atendimento a população, tendo a oportunidade de se preparar com antecedência para uma eventual alta no índice de internação.

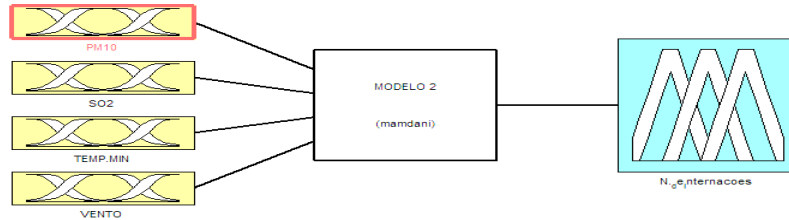


Figura 1 – Estrutura geral do Sistema de Inferência fuzzy tipo-2.

TABELA I. CORRELAÇÕES LAG = 0

Fuzzy-1 (FOU=0)	Fuzzy-2 (FOU=0,3)	Fuzzy-2 (FOU=0,5)	Fuzzy-2 (FOU=0,8)
0,42	0,44	0,42	0,41

TABELA II. CORRELAÇÕES FUZZY-2 (FOU 0,3)

LAG 1	LAG 2	LAG 3
0,38	0,36	0,33

TABELA III. TABELA CURVA ROC

Modelo	Area sob a Curva	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%
Fuzzy 2 FOU 0,3	0,755	0,033	[0,690 0,820]

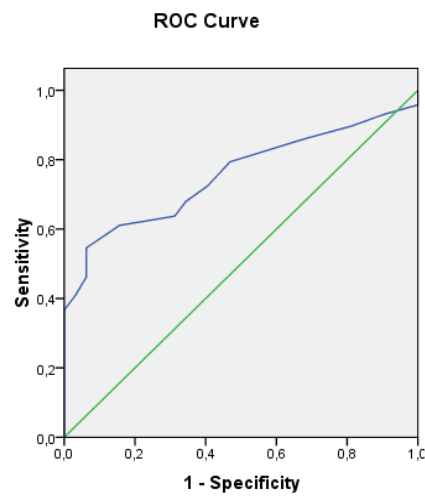


Figura 2– Superfície para SO<sub>2</sub> e vento.

**Palavras-Chaves:** Lógica fuzzy tipo-2 intervalar, doenças respiratórias, modelo Poluição.

## Referências

1. A. C. Neto, *Doenças Respiratórias Crônicas*, Serie A. Normas e Manuais Técnicos Cadernos de Atenuação Básica, n.25, Brasília-DF 2010.
2. J. R. Castro; O. Castillo, *An interval type-2 fuzzy logic toolbox for control applications*, Fuzzy System Conference, 2007. FUZZ-IEEE 2007. IEEE International. IEEE, 2007.
3. Brasil. Ministério da Saúde(MS). Portal da Saúde SUS(Datasus) [acessado 15 de junho de 2015] Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>
4. São Paulo, Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento do Estado de São Paulo (Cetesb). Sistema Qualar [acessado em 30 de junho de 2015]. Disponível em: [www.Cetesb.sp.gov.br](http://www.Cetesb.sp.gov.br)
5. O. Castillo, P. Melin, *Type-2 Fuzzy Logic Theory and Applications*, Springer-Verlag, 2008.