



## Projeto 2 – Previsão de uma Série Temporal

Neste projeto, os alunos devem implementar um sistema baseado em regras *fuzzy* do tipo Takagi-Sugeno para prever a vazão mensal da hidrelétrica de Furnas.

### Motivação

Planejamento de sistemas hidroelétricos possui alto grau de complexidade e dificuldade, em parte porque dependem de muitas variáveis. Uma das variáveis-chaves para o planejamento é a vazão natural. Os valores da vazão devem ser previstos com precisão pois influenciam significativamente na produção de energia. Nesse projeto, deve-se prever a vazão mensal média da hidrelétrica de Furnas, localizada na região sudeste do Brasil, usando um modelo de Takagi-Sugeno.

### Instruções

O problema de previsão pode ser formulado da seguinte forma: Conhecidas as amostras da série temporal  $s_\xi$ , para  $\xi = 1, \dots, q-1$ , deseja-se estimar o valor  $s_q$  considerando um subconjunto dos valores passados  $s_1, s_2, \dots, s_{q-1}$ . Nesse projeto, deve-se estimar  $s_q$  usando os valores  $s_{q-1}, s_{q-2}$  e  $s_{q-3}$ , ou seja, os três últimos valores da série temporal.

O arquivo `SerieFurnas.m`, disponível para *download* na página da disciplina, fornece a vazão mensal média de 1931 a 1990. Especificamente, o comando `[s,mes,t]=SerieFurnas` fornece três vetores contendo respectivamente a vazão média mensal, o mês correspondente, e o tempo. O comando `plot(t,s)` pode ser usado para visualizar toda a série temporal.

Com base na série temporal  $s$ , deve-se desenvolver um modelo baseado em Takagi-Sugeno que recebe como entrada um vetor  $\mathbf{x} = [s_{q-1}, s_{q-2}, s_{q-3}]$  e o mês da previsão e fornece como saída uma estimativa para  $s_q$ . Precisamente, deve-se fornecer um arquivo `TakagiSugeno.m` que contém, na primeira linha, o comando `function y = TakagiSugeno(x,mes)`. Dessa forma, ao digitar `y=TakagiSugeno(x,mes)`, em que  $\mathbf{x}$  é um vetor coluna com três componentes, deve-se obter a estimativa  $y$ . Por exemplo, apresentando o vetor  $\mathbf{x} = [s_3, s_2, s_1]^T = [2160, 3080, 1470]^T$ , que corresponde aos três primeiros valores de  $s$ , e  $\text{mes} = 4$ , espera-se obter uma estimativa  $y_4$  para a vazão do mês de Abril  $s_4 = 1580$ . Na linguagem do MATLAB, ao digitar `TakagiSugeno([2160; 3080; 1470], 4)`, deve-se obter uma estimativa para  $y_4$ .

Recomenda-se que o modelo de Takagi-Sugeno minimize a raiz do erro quadrático médio (REQM) ou o erro absoluto médio (EAM) dados por

$$REQM = \sqrt{\frac{1}{716} \sum_{\xi=4}^{720} (s_\xi - y_\xi)^2} \quad \text{e} \quad EAM = \frac{1}{716} \sum_{\xi=4}^{720} |s_\xi - y_\xi|,$$

em que  $s_\xi$  é o valor correto de  $s$  e  $y_\xi$  corresponde a estimativa fornecida pelo modelo de Takagi-Sugeno.

Para avaliar o desempenho do seu previsor, use o comando `TestaPrevisor('TakagiSugeno')` no MATLAB (possivelmente uma versão mais nova). Ele fornecerá o EAM, uma nota (de 0 a 10) para o seu modelo e construirá o gráfico com o valor correto e estimado considerando a vazão mensal média de Furnas entre 1990 e 1996. Espera-se um EAM menor que 320.00, que foi obtido por um modelo de Takagi-Sugeno sem usar a informação do mês. Resultados melhores podem ser obtidos usando a informação do mês!

## Condições e Datas

O projeto vale 1/4 da nota da P2. O projeto deve ser realizado **individualmente** ou em **dupla**. O código que implementa o modelo baseado em Takagi-Sugeno, chamado (`TakagiSugeno.m`), implementado em `MATLAB` ou `GNU/Octave`, deve ser enviado para o e-mail `valle@ime.unicamp.br` até o final do dia 25/06 (23h59min).