

---

# Exercícios

**Carlos Marcelo Pedroso**, Universidade Federal do Paraná

---

**T**rabalho sobre simulação de sistemas. Serão usados os diversos conceitos abordados na aula, incluindo a modelagem, implementação da simulação e análise de resultados.

## 1 Descrição

Considere um sistema peculiar que consiste em uma fila com dois servidores. Este sistema possui as seguintes características:

### 1.1 Processo de Chegadas

O intervalo entre chegadas pode ser modelado através do **módulo** de uma função ARMA(1,1), com  $\phi_1 = 0,7$ ,  $\theta_1 = -0,3$ ,  $\sigma^2 = 3$ ,  $\mu = 5$ , onde  $\sigma$  representa o desvio padrão do ruído branco e  $\mu$  representa a média, multiplicado por um fator  $\alpha$ , com  $0 < \alpha \leq 1$ .

A disciplina da fila é FIFO (*First In First Out*), onde o primeiro servidor que estiver livre atende a requisição.

### 1.2 Processo de Atendimento

Estão disponíveis dois servidores diferentes. O primeiro servidor possui tempo médio de atendimento de 1 segundo, seguindo uma distribuição exponencial. O segundo servidor também possui um tempo médio de atendimento de 1 segundo, mas seguindo uma distribuição de Pareto tipo II, com parâmetro de escala de 1,8 (você deve calcular o parâmetro de forma).

Considere que a distribuição Pareto Tipo II é dada por:

$$f(x; x_m, \alpha) = \frac{\alpha x_m^\alpha}{(x + x_m)^{\alpha+1}} \quad \text{para } x \geq 0, x_m > 0, \alpha > 0$$

com respectiva distribuição acumulada:

$$F(x; x_m, \alpha) = 1 - \left( \frac{x_m}{x + x_m} \right)^\alpha \quad \text{para } x \geq 0$$

onde  $\alpha$  e  $x_m$  são respectivamente os parâmetros de escala (*shape*) e localização (*scale*).

Este sistema peculiar não tem modelo analítico. Desta forma, para compreender a dinâmica desta fila o caminho que resta é a implementação de uma simulação computacional.

Deve ser apresentado:

1. Detalhamento da simulação para os Intervalos de Chegada com a série ARMA, e validação da implementação;
2. Detalhamento da simulação para o tempo de atendimento do Servidor 1 com a distribuição Pareto tipo II, e validação da implementação;
3. Detalhamento da simulação para o tempo de atendimento do Servidor 1 com a distribuição Exponencial, e validação da implementação;
4. Implementação da simulação com o sistema de filas;
5. Resultados simulados considerando o fator  $\alpha$  de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 e 1.0, incluindo intervalos de confiança;
6. Comparação deste sistema com o caso de uma rede M/M/2.

Deve ser apresentado um relatório com os itens acima, incluindo os resultados em formato gráfico e o código fonte do programa desenvolvido. O relatório deve ser entregue em formato PDF.