

## LISTA DE EXERCÍCIOS 02 - MODELAGEM E SIMULAÇÃO

### PARTE PRÁTICA (RESOLVA POR SIMULAÇÃO)

Crie um arquivo do tipo Python Notebook (.ipynb) e resolva a lista abaixo usando o método de Monte Carlo. Sugiro o módulo **numpy.random** para a geração de números aleatórios e a biblioteca **matplotlib** para geração dos gráficos. Não esqueça de incluir textos entre os códigos dizendo que exercício está sendo resolvido, e fazendo os comentários e análises quando necessário.

- 1) Considere o exercício do Spa discutido em aula (slide 43 da aula 6 - Filas).
  - a) Considerando  $\mu_1 = \mu_2 = 1$ , simule o problema e plote o gráfico do número médio de pessoas no sistema (L) pela taxa de chegada ( $\lambda$ ).
  - b) Fixando a taxa de chegada em  $\lambda = 0.8$ , simule o problema e plote o gráfico do número médio de pessoas no sistema (L) e o tempo de espera (W) pelo tamanho permitido da fila de espera (E). Considere que segundo o enunciado original, a fila de espera do Spa tem tamanho 0, mas que agora é possível que haja pessoas no Spa aguardando serviço.
- 2) Considere uma fila de banco M/M/1 com taxa de chegada  $\lambda = 1$  e taxa de serviço  $\mu = 1.2$ . Considere ainda que cada cliente que chega tem uma probabilidade P de ser um cliente Preferencial, e que o cliente preferencial passa na frente de todos os clientes regulares.
  - a) Simule e plote o gráfico do tempo médio de espera W por alguns valores de P (inclua  $P=0$ ).
  - b) Simule e plote um boxplot (também chamado de *box & whisker plot*) do tempo de espera por alguns valores de P (inclua  $P=0$ ).
- 3) Compare o tempo de espera (W) de 2 filas M/M/1 independentes com taxa de chegada  $\lambda = 1$  cada uma e de 1 fila única M/M/2 com taxa de chegada  $\lambda = 2$ . Calcule o tempo médio que um atendente fica ocioso em cada caso. Assuma a mesma taxa de serviço para todos os atendentes.
- 4) Considere a rede de filas M/M/1 da figura abaixo, representando um trecho de avenidas de uma grande cidade, com cada fila representando um cruzamento congestionado. Considere os valores:  $\lambda_1 = 10$ ,  $\lambda_2 = 14$ ,  $\mu_A = 15$ ,  $\mu_B = 30$ ,  $\mu_C = 24$ ,  $\mu_D = 20$ ,  $\mu_E = 6$  (dados em veículos por minuto). A prefeitura deseja realizar obras para melhorar o fluxo de veículos em um dos 5 cruzamentos (isto é, aumentar a taxa de serviço), visando reduzir o tempo médio de espera (W) na rede. Mostre por simulação e discuta qual o cruzamento seria o melhor candidato para a melhoria.

