

- 1) Considere o modelo M/G/1 com  $\lambda = 0,2$  e  $\mu = 0,25$ .
  - a) Encontre as principais medidas de desempenho,  $L$ ,  $L_q$ ,  $W$ ,  $W_q$ , para cada um dos seguintes valores de  $\sigma$ : 4, 3, 2, 1, 0.
  - b) Qual é a razão entre  $L_q$  com  $\sigma=4$  e  $L_q$  com  $\sigma=0$ ? O que isso diz em relação à importância de reduzir a variabilidade dos tempos de atendimento?
  - c) Calcule a redução em  $L_q$  quando  $\sigma$  é reduzido de 4 para 3, de 3 para 2, de 2 para 1 e de 1 para 0. Qual é a maior redução? Qual é a menor?
  - d) Use o método de tentativa e erro com o gabarito para ver aproximadamente quanto  $\mu$  precisaria ser aumentado com  $\sigma=4$  para atingir o mesmo  $L_q$  que teria com  $\mu=0,25$  e  $\sigma=0$ .  
 a( $\sigma=4$ ;  $L_q=3,200$ ;  $L=4,000$ ;  $W_q=16,000$ ;  $W=20,000$ ;  $\sigma=3$ ;  $L_q=2,500$ ;  $L=3,300$ ;  $W_q=12,500$ ;  $W=16,500$ ;  $\sigma=2$ ;  $L_q=2,000$ ;  $L=2,800$ ;  $W_q=10,000$ ;  $W=14,000$ ;  $\sigma=1$ ;  $L_q=1,700$ ;  $L=2,500$ ;  $W_q=8,500$ ;  $W=12,500$ ;  $\sigma=0$ ;  $L_q=1,600$ ;  $L=2,400$ ;  $W_q=8,000$ ;  $W=12,000$ )  
 b( $L_q(0)/L_q(4)=0,5$ , importante reduzir a variabilidade)  
 c( $\sigma=4$ ;  $L_q=3,2$ ;  $\sigma=3$ ;  $L_q=2,5$ , maior redução;  $\sigma=2$ ;  $L_q=2,0$ ;  $\sigma=1$ ;  $L_q=1,7$ ;  $\sigma=0$ ;  $L_q=1,6$ , menor redução)  
 d(aumentado de 0,05)
- 2) Caminhões chegam num armazém para descarga segundo uma distribuição de Poisson no ritmo de 3 caminhões por hora. Existe apenas um canal para descarga. O tempo de atendimento é em média 15 minutos. Calcular:
  - a) o número de caminhões na fila (1,125)
  - b) o número de caminhões no sistema (1,875)
  - c) o tempo médio de espera na fila (0,375)
  - d) o tempo médio de espera no sistema (0,625)
  - e) a taxa de ocupação (75%)
- 3) Em um sistema de uma fila e um canal, mediu-se o número médio de clientes na fila, encontrando-se o valor 2. Considerando-se que os clientes chegam segundo uma distribuição de Poisson com uma taxa de 3 por hora, pede-se calcular:
  - a) o número de clientes no sistema (2,830)
  - b) o tempo médio de espera na fila (0,667)
  - c) o tempo médio de espera no sistema (0,943)
- 4) A Southeast Airlines é uma pequena companhia que faz pontes aéreas que atendem principalmente o estado da Flórida. O balcão de passagens em certo aeroporto tem apenas um atendente. Há duas linhas distintas — uma para passageiros de primeira classe e outra para passageiros de classe econômica. Quando o atendente está pronto para atender a mais um cliente, o próximo passageiro de primeira classe é atendido caso exista alguma fila. Caso contrário, será atendido o próximo passageiro de classe econômica. Os tempos de atendimento possuem uma distribuição exponencial com média de três minutos para ambos os tipos de clientes. Durante as 12 horas por dia em que o balcão de passagens está aberto, os passageiros chegam aleatoriamente a uma taxa média de 2 por hora para passageiros de primeira classe e 10 por hora para passageiros de classe econômica.
  - a) Que tipo de modelo de filas se ajusta a esse sistema de filas? (sistema sem interrupção)
  - b) Encontre as principais medidas de desempenho —  $L$ ,  $L_q$ ,  $W$  e  $W_q$  — tanto para passageiros de primeira classe quanto para classe econômica. (1ª  $C$   $L_q=0,067$ ;  $L=0,167$ ;  $W_q=0,033$ ;  $W=0,083$  2ª  $C$   $L_q=0,083$ ;  $L=1,333$ ;  $W_q=0,083$ ;  $W=0,133$ )
  - c) Qual é o tempo de espera antes de o atendimento começar para clientes de primeira classe como uma fração desse tempo de espera para clientes de classe econômica? (0,4)
  - d) Determine o número médio de horas por dia em que o atendente se encontra ocupado (7,2 h)

- 5) Considere o modelo com prioridades sem interrupção. Suponha que existam duas classes de prioridades, com  $\lambda = 2$  e  $\lambda = 3$ . Ao desenhar esse sistema de filas, lhe é oferecido a possibilidade de escolher entre as seguintes alternativas: (1) um atendente rápido ( $\mu = 6$ ) e (2) dois atendentes lentos ( $\mu = 3$ ). Compare essas alternativas com as quatro medidas de desempenho médias usuais ( $W$ ,  $L$ ,  $W_q$ ,  $L_q$ ) para cada classe de prioridade ( $W_1$ ,  $W_2$ ,  $L_1$ ,  $L_2$  e assim por diante). ( $s=1$ ; 1ª C;  $L_q=0,75$ ;  $L=0,167$ ;  $W_q=0,208$ ;  $W=0,375$   $s=2$ ; 2ª C  $L_q=3,75$ ;  $L=4,25$ ;  $W_q=1,25$ ;  $W=1,417$ ) ( $s=2$ ; 1ª C;  $L_q=0,379$ ;  $L=1,045$ ;  $W_q=0,189$ ;  $W=0,523$   $s=2$ ; 2ª C  $L_q=3,409$ ;  $L=4,409$ ;  $W_q=1,136$ ;  $W=1,47$ ) Qual alternativa é preferível caso sua principal preocupação seja o tempo de espera previsto no sistema para classes de prioridade 1 ( $W_1$ )? (1 servidor)  
Qual alternativa é preferível caso sua principal preocupação seja o tempo de espera na fila para classes de prioridade 1? (2 servidores)
- 6) Determinado núcleo de trabalho em uma ferramentaria pode ser representado como um sistema de filas com um único atendente, em que as tarefas chegam de acordo com um processo de Poisson, com taxa média de 8 por dia. Embora as tarefas que chegam sejam de três tipos distintos, o tempo necessário para realizar qualquer uma dessas tarefas possui a mesma distribuição exponencial, com média de 0,1 dia de trabalho. A prática tem sido a de trabalhar nas tarefas que chegam segundo a regra na qual os primeiros que chegam serão os primeiros a serem atendidos. Entretanto, é importante que tarefas do tipo 1 não esperem muito, ao passo que a espera é apenas moderadamente importante para tarefas do tipo 2 e relativamente sem importância para tarefas do tipo 3. Esses três tipos chegam com taxa média de 2, 4 e 2 por dia, respectivamente. Como todos os três tipos passaram, em média, por longos atrasos, foi proposto que as tarefas fossem escolhidas de acordo com uma disciplina de prioridades apropriada. Compare o tempo de espera previsto (incluindo atendimento) para cada um dos três tipos de tarefas caso a disciplina da fila seja:
- a) os primeiros que chegam serão os primeiros a serem atendidos. ( $W=0,5$  dias)
  - b) prioridade sem interrupção. ( $W_1=0,2$ ;  $W_2=0,35$  e  $W_3=1,1$ )
  - c) prioridade com interrupção. ( $W_1=0,125$ ;  $W_2=0,3125$  e  $W_3=1,25$ )
- 7) Reconsidere o problema da sala de emergências do Hospital Municipal conforme analisado no exemplo 1. Suponha que as definições das três categorias de pacientes estejam ligeiramente ligadas de modo a transferir casos marginais para uma categoria inferior. Consequentemente, somente 5% dos pacientes se qualificarão como casos críticos, 20% como casos graves e 75% como casos estáveis. Calcule as medidas de efetividades para prioridade sem e com interrupção para 3 classes, considerando  $s=1$  e  $s=2$ .

	Com interrupção		Sem interrupção	
	S=1	S=2	S=1	S=2
$W_{q1}$	0,011	0,00009	0,230	0,028
$W_{q2}$	0,080	0,00289	0,276	0,031
$W_{q3}$	0,867	0,05493	0,800	0,045