UFN
Universidade Franciscana

NOTA
4,0

AVALIAÇÃO 02 – MODELAGEM E SIMULAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE FRANCISCANA – UFN. 2025-02. Peso:5,0.

PROFESSOR: André F. dos Santos.
Nome do aluno: Pedro Henrique Camabarro.
Data: 6/10/25.

Marque apenas uma alternativa nas questões de múltipla escolha. Desligue o celular durante a avaliação.

1) Considere um sistema M/M/1 com taxa de chegada $\lambda = 2,4$ clientes/min e taxa de atendimento $\mu = 3,0$ clientes/min. Calcule a taxa de ocupação (ρ) e classifique a estabilidade do sistema (estável/instável).

a) $\rho = 0,60$; estável
b) $\rho = 0,80$; estável
c) $\rho = 0,50$; instável
d) $\rho = 0,40$; instável
e) $\rho = 1,25$; instável

$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{2,4}{3,0} \frac{\times 10}{\times 10} = \frac{24}{30} \div 6 = \frac{4}{5} = \frac{80}{100} = 0,8$

2) Em um sistema M/M/1, o gestor aumenta a taxa de chegada (λ) mantendo a taxa de atendimento (μ) constante. Considerando os parâmetros: ρ, W e Wq vistos em aula, qual efeito esperado sobre o desempenho do sistema?

a) ρ diminui e Wq reduz
b) ρ aumenta e Wq tende a crescer
c) ρ não muda e W diminui
d) W diminui e P_0 aumenta
e) Nenhuma alteração relevante

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ $W = \frac{1}{\mu - \lambda}$ $W_q = W - \frac{1}{\mu}$

3) Um sistema M/M/c tem c = 4 servidores, taxa de chegada total $\lambda = 6$ clientes/min e taxa de atendimento por servidor $\mu = 2$ clientes/min. Avalie a estabilidade e a taxa de ocupação média por servidor (ρ).

a) Instável; $\rho = 1,00$
b) Estável; $\rho = 0,75$
c) Estável; $\rho = 0,50$
d) Instável; $\rho = 0,90$
e) Estável; $\rho = 0,25$

$\rho = \frac{6}{4 \cdot 2} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$

4) Em uma operação logística (M/M/1), mediu-se tempo médio de espera na fila Wq = 1,2 min e o atendimento médio $1/\mu = 0,33$ min. Usando a notação de aula, qual é o tempo médio no sistema W?

a) W = 1,53 min
b) W = 0,87 min
c) W = 3,60 min
d) W = 1,20 min
e) W = 0,33 min

$1,2 = W - 0,33$
$1,2 + 0,33 = W$
$1,53$

5) Para um sistema M/M/1 com $\lambda = 1,5$ clientes/min e $\mu = 2,1$ clientes/min, determine o tempo médio no sistema W.

a) 0,60 min
b) 1,67 min
c) 2,10 min
d) 1,00 min
e) 0,48 min

$W = \frac{1}{2,1 - 1,5} = \frac{1}{0,6} = \frac{10}{6}$

10 | 6
6 | 1,6...
40

UFN
Universidade Franciscana

6) Em filas M/M/1, se a taxa de chegada $\lambda \geq \mu$, o que acontece?
a) O sistema entra em equilíbrio.
b) O tamanho médio da fila se estabiliza.
c) O servidor fica ocioso.
d) O sistema se torna instável.
e) O tempo médio de espera tende a zero.

7) Um sistema com múltiplos servidores (M/M/c) tem melhor desempenho em filas longas porque:
a) Divide chegadas em várias filas.
b) Os servidores são mais rápidos que em M/M/1.
c) A carga se distribui entre os servidores.
d) Usa disciplina LIFO para reduzir esperas.
e) O tempo médio de serviço diminui.

X 0,0 c)

8) Comparando as estruturas M/M/1 e M/M/c (λ, μ, c), qual alternativa descreve corretamente a diferença essencial entre os modelos?
a) M/M/c possui apenas um servidor (c = 1)
b) M/M/1 possui vários servidores (c > 1)
c) M/M/c usa várias filas independentes, uma por servidor
d) M/M/c possui fila única e múltiplos servidores idênticos atendendo (c > 1)
e) Não há diferença estrutural entre eles

X 0,0 d)

9) Um sistema de filas M/M/1 apresenta:
- **Taxa média de chegada λ = 0,20 clientes/min** (equivale a, em média, **1 cliente a cada 5 minutos**).
- **Taxa média de atendimento μ = 0,40 clientes/min** (equivale a, em média, **1 cliente atendido a cada 2,5 minutos**).

a) Calcule o **número médio de clientes no sistema (L).**
b) Calcule o **tempo médio no sistema (W).**

L = 1 cliente
W = 5 min

$$W = \frac{1}{0,4 - 0,2} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ min}$$

$$L = \lambda \cdot W \Rightarrow 0,2 \times 5 = 1 \text{ cliente}$$

Questão em inglês:
10) Describe the M/M/c (multi-server) queueing model.
Explain its basic operation, the stability requirement, the core performance metrics, and how it contrasts with M/M/1. Include at least one real-world example.
OBS: pode responder em português e usar o verso da folha.

A diferença entre o modelo MMc para o modelo MM1 são a quantidade de servidores agindo para não deixar o sistema colapsar. Um exemplo prático é comparar um sistema de um mini-mercado para um sistema [illegible] envolverão + produtos e consequente-

UFN
Universidade
Franciscana

Fórmulas para apoio:

Notação:

- **λ**: taxa média de chegada (clientes por unidade de tempo)
- **μ**: taxa média de atendimento por **servidor** (clientes por unidade de tempo)
- **c**: número de servidores idênticos
- **ρ**: taxa de ocupação
- **W**: tempo médio no sistema (espera + serviço)
- **Wq**: tempo médio na fila (espera)
- **L**: número médio de clientes no sistema
- **Lq**: número médio de clientes na fila
- **P(wait)**: probabilidade de esperar (Erlang-C)

- **M/M/1 (um servidor)**
  - **Taxa de ocupação:** $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$
  - **Tempo médio no sistema:** $W = \frac{1}{\mu-\lambda}$
  - **Tempo médio na fila:**
    - forma usada em aula: $Wq = W - \frac{1}{\mu}$
    - equivalentes (se precisar): $Wq = \frac{\rho}{\mu-\lambda} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$
  - **Nº médio no sistema e na fila:**
    $L = \lambda W, Lq = \lambda Wq$
  - **Probabilidade de n clientes no sistema:**
    $P(n) = (1-\rho)\,\rho^{n}$(n=0,1,2,...)

- **M/M/c (vários servidores em paralelo)**
  - **Taxa de ocupação (por servidor):** $\rho = \frac{\lambda}{c\,\mu}$
  - **Tempo médio na fila (forma usada em aula):**

$$Wq = P(\text{wait}) \cdot \frac{1}{c\,\mu - \lambda}$$

  - **Tempo médio no sistema:** $W = Wq + \frac{1}{\mu}$
  - **(Quando necessário)** $Lq = \lambda\, Wq, \quad L = \lambda\, W$