



**Classificação mínima: 40%. Sem consulta. Duração: 2h00m.**  
Por favor, responda a cada parte em conjuntos de folhas separados.  
Identifique cada folha com nome e número.

## Parte I

1 (3 valores) Nota: Na Parte I, cada resposta errada, de escolha múltipla, desconta metade da respectiva cotação.

A) Construa o DCA (Diagrama de Ciclos de Actividades) do bar “*bébe.com*” ®, onde cada **CLIENTE**, após chegar ao local, decide beber (no **BAR**) ou comer (no **BALCÃO**), com igual probabilidade. Depois de comer: 40% sai (*voltando para a rua*); 50% vai beber; e 10% volta a comer. Depois de beber: 30% sai; 20% vai comer; e 50% volta a beber.  
! Represente no modelo a existência de 5 lugares no Bar e 3 lugares no Balcão.

Tempos ( <i>minuto</i> )	Entre Chegadas	Beber	Comer
Distribuição	Expo(10)	Normal(15,3)	Normal(20,5)

Nota: Para controlar as chegadas (um de cada vez) poderá utilizar uma entidade fictícia auxiliar.

B) Num modelo simples de um Bar implementado no Arena, se a fila de espera para o Bar acumular clientes onde deve aumentar o número de lugares do Bar?

- 1-No bloco ‘Process’ que representa o atendimento no Bar
- 2-Na folha ‘Resource’ do painel ‘Basic Process’
- 3-No bloco ‘Activity’ correspondente ao atendimento, no campo ‘capacity’
- 4-Nas ‘Project properties’ no menu ‘Run -> Setup’

C) No Arena, se pretender diferenciar cada entidade com uma característica individual, define-se um/a:

A-Feature B-Variable C-Characteristic D-Quality E-Attribute F-Aspect G-Color H-Size I-Dimension

D) No Arena, que bloco utilizaria para fazer 100 cópias exactamente iguais “clones”, de uma entidade? Indique também quais são as duas opções/métodos de utilização desse bloco e qual a utilizada neste propósito (replicação).

E) Indique os módulos que não fazem parte do painel Basic Process (do Arena):

A-Dispose B-Activity C-Process D-Create E-Decide F-Batch G-Match H-Separate I-Assign

## Parte II

2 (2 valores)

Um programa de computador gera 180 mensagens por hora para serem transmitidas por uma linha de transmissão de dados. O tempo de transmissão da linha é proporcional ao tamanho da mensagem. Cada mensagem tem uma média de 180 caracteres, variando de acordo com a distribuição exponencial. A velocidade de transmissão é de 12 caracteres por segundo. Admitindo que o processo de geração de mensagens é um processo markovianos, determine:

- a) O modelo de fila para o sistema computador / linha de transmissão;
- b) O tempo médio de espera de cada mensagem entre o instante em que se encontra na frente da fila (início da fila de espera) e o final da sua transmissão;
- c) O tempo médio de espera de cada mensagem na fila;
- d) O número médio de mensagens que esperam para serem transmitidas;
- e) Qual o ganho em termos de tempo médio de cada mensagem no sistema, se a velocidade de transmissão for aumentada para 18 caracteres por segundo?
- f) Admita agora que a memória de mensagens em espera (buffer) para serem transmitidas pela linha de transmissão pode conter até 5 mensagens. Qual a probabilidade de haver perda de mensagens (mensagem foi gerada e não houve espaço na fila, ou seja, foi descartada).

3 (1.5 valores)

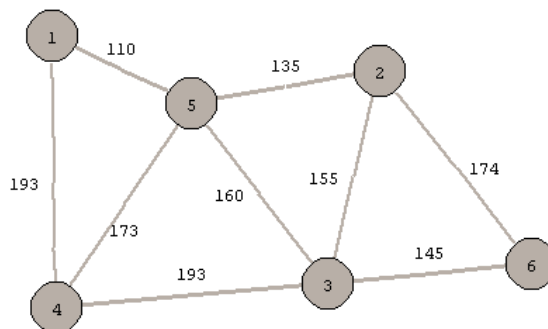
Uma empresa de valorização e tratamento de resíduos sólidos pretende proceder à recolha de resíduos de três locais (A, B e C) e transportá-los para três estações de tratamento (E1, E2 e E3). Em cada local existem 15 toneladas, pretendendo-se que a estação E1 receba 10 toneladas, a estação E2 receba 10 toneladas e a estação E3 receba 25 toneladas. Os custos (em Unidades Monetárias por tonelada) de transporte entre cada local e cada estação são dados na tabela seguinte.

	E1	E2	E3
A	1	2	3
B	4	5	6
C	7	10	10

Qual a melhor forma de transportar os resíduos para as estações de tratamento e qual o custo que lhe está associado?

4 (1.5 valores)

Uma companhia aérea pondera a alteração da sua rede de ligações aéreas entre os seis principais aeroportos onde opera. Na rede da figura abaixo indicam-se os custos associados ao estabelecimento das ligações directas entre esses aeroportos (para os casos em que tal é viável). Uma solução que parece interessante para a companhia aérea é estabelecer as ligações directas que conduzem ao menor custo total, permitindo que seja possível ir de qualquer aeroporto para qualquer outro. Qual é essa solução?



5 (2 valores)

Um projecto de investigação envolve a realização de 7 tarefas (representados pelas letras de A a G para manter o sigilo). As relações de precedência entre as tarefas bem como a sua duração (em meses) são apresentados na tabela seguinte.

Tarefa	Duração (meses)	Tarefas precedentes
A	5	—
B	1	—
C	5	A
D	7	A,B
E	8	C,D
F	4	E
G	3	E

- Indique as tarefas críticas com base no cálculo dos seus tempos mais cedo e mais tarde.
- Qual a duração mínima do projecto?

Formulário

**M/M/1**

$$\begin{aligned}\pi_0 &= 1 - \rho \\ \pi_n &= \rho^n \pi_0 = \rho^n (1 - \rho), n \geq 1 \\ L_q &= \frac{\rho^2}{1 - \rho} \\ L_s &= \rho \\ L &= \frac{\rho}{1 - \rho} \\ W_q &= \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)} \\ W_s &= 1 / \mu \\ W &= \frac{1}{\mu(1 - \rho)} \\ W_q(t) &= \begin{cases} \rho, & \text{para } t = 0 \\ \rho e^{-\mu(1-\rho)t}, & \text{para } t \geq 0 \end{cases}\end{aligned}$$

**M/M/s**

$$\begin{aligned}\pi_0 &= \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(s\rho)^n}{n!} + \frac{(s\rho)^s}{s!(1-\rho)} \right]^{-1} \\ \pi_n &= \begin{cases} \frac{(s\rho)^n \pi_0}{n!}, & \text{para } 1 \leq n \leq s \\ \frac{s^s \rho^n \pi_0}{s!}, & \text{para } n \geq s \end{cases} \\ P_B &= \frac{\pi_s}{1 - \rho} \\ L_q &= \frac{s^s \rho^{s+1} \pi_0}{s!(1-\rho)^2} \\ L_s &= \lambda / \mu \\ W_q &= L_q / \lambda \\ W_s &= 1 / \mu \\ W_q(t) &= \begin{cases} 1 - \frac{(s\rho)^s \pi_0}{s!(1-\rho)}, & \text{para } t = 0 \\ \frac{(s\rho)^s \pi_0}{s!(1-\rho)} e^{-s\mu(1-\rho)t}, & \text{para } t > 0 \end{cases}\end{aligned}$$