Classificação mínima: 40%. Sem consulta. Duração: 2h30m.
Por favor, responda a cada parte em conjuntos de folhas separados.

Parte I

1 (1.5 valores)

Considere o sistema "Máquina semi-automática", onde existem dois tipos de entidades: *máquina* e *operador*. Construa o DCA (Diagrama de Ciclo de Actividades) desse sistema, considerando que:

- As máquinas podem encontrar-se nos estados passivos de *preparada* ou *esperando_preparação*.
- Quando uma *máquina* se encontra no estado de *preparada* passa imediatamente para a actividade *operação* (que tem uma duração constante de 10 minutos).
- Quando uma máquina termina a actividade *operação* passa para o estado de *esperando_preparação*.
- Quando uma máquina se encontrar no estado *esperando_preparação*, e houver um *operador* no estado *livre*, dá-se início à actividade *preparação* (com duração constante de 2 minutos).
- O *operador* tem apenas o estado passivo *livre*, e participa na actividade *preparação*.

2 (1 valor)

Considere os seguintes modulos do Arena: *DISPOSE*, *ENTER*, *PROCESS*, *CREATE*, *DECIDE*.

a)
Identifique o(s) módulo(s) que não fazem parte do painel *Basic Process*.

b)
Qual/quais dos módulos mencionados são indicados para:

i. Representar a Entrada de entidades no sistema.
ii. Representar a Saída de entidades do sistema.
iii. Disponibilizar a representação de vários caminhos alternativos, baseados por exemplo numa percentagem.
iv. Representar uma acção em que as entidades ocupam um recurso durante algum tempo.

3 (0.5 valores)

Considere que o proprietário uma estação de abastecimento de combustíveis, lhe pede uma ajuda, devido às enormes filas de espera de veículos que se observam ultimamente no seu negócio. Não conhecendo mais detalhes sobre o problema, o que lhe parece mais plausível sugerir (justifique sucintamente):

a) Aumentar o numero de bombas (postos de abastecimento).
b) Aumentar a velocidade das bombas (mais litros/minuto).
c) Reduzir o tempo entre chegada de clientes.
d) Aumentar o tempo entre chegada de clientes.
e) Reduzir moderadamente o preço dos combustíveis, conservando um lucro operacional.

Parte II

---

4 (2 valores)

Um armazém de uma empresa tem um cais de carga onde uma equipa de três pessoas carrega os camiões que vão chegando. Com frequência se observa camiões aguardando durante bastante tempo para serem carregados e, por outras vezes, é a equipa que está desocupada. Para tentar melhorar a situação foi realizado um estudo prévio, concluindo-se que o sistema de carregamento em curso no armazém é do tipo M/M/1 com $l = 4$ *camiões/hora* e $m = 6$ *camiões/hora*.

O custo horário de um camião é de 20€ e o custo de cada elemento duma equipa é de 5€/hora.

a)

"Há a garantia de que um camião nunca espera mais de uma hora". Indique a veracidade da afirmação anterior, justificando sucintamente.

b)

Valerá a pena acrescentar mais uma ou mesmo duas equipas para diminuir o custo total? Note que, mesmo com mais de uma equipa, só um camião é atendido de cada vez.

c)

Outra alternativa é manter apenas uma equipa no cais de carga actual e abrir um segundo cais de carga onde trabalhará outra equipa, permitindo assim que dois camiões sejam carregados simultaneamente. Compare esta alternativa, em termos de custo total, com as da alínea anterior.

---

5 (2 valores)

a)

Considere um problema de transportes com três origens (O1, O2 e O3) e quatro destinos (D1, D2, D3 e D4). Um modelo de optimização para o problema em causa foi introduzido no *Solver* do *Excel*, conforme representado na figura abaixo. Na mesma figura é representada uma solução admissível para o problema. Partido dessa solução e utilizando o algoritmo de transportes, obtenha uma solução óptima e indique o seu valor.

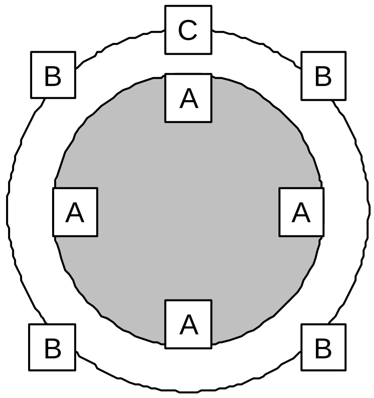
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		D1	D2	D3	D4				
2	O1	9	0	0	0		***9***	=	9
3	O2	2	0	2	11		***15***	=	15
4	O3	0	8	12	0		***20***	=	20
5									
6		***11***	***8***	***14***	***11***				
7		=	=	=	=				
8		11	8	14	11				
9									
10		D1	D2	D3	D4				
11	O1	1	2	3	7				
12	O2	1	10	5	2				
13	O3	9	1	8	8			***147***	

b)

Apresente o modelo de Programação Linear para o problema descrito na alínea anterior.

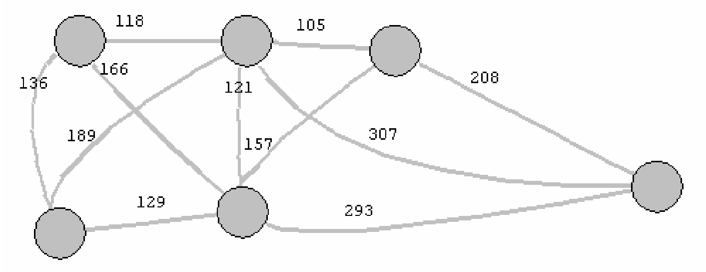
6 (2 valores)

Considere o problema de determinar a taxa de evacuação de uma sala de espectáculos com a configuração representada na figura, onde a área a evacuar está assinalada a cinzento. As diferentes portas estão representadas por letras associadas a diferentes capacidades (A – 600 pessoas por minuto; B – 400 pessoas por minuto; C – 800 pessoas por minuto). O corredor de passagem entre as portas A e B tem capacidade para 350 pessoas em ambos os sentidos. Apresente um modelo de fluxo máximo para este problema, explicitando claramente o objectivo e o significado dos nodos, arcos e valores que apresentar.



7 (1 valor)

Uma empresa de TV por cabo pretende planear a sua rede de cabo para abranger seis novas zonas residenciais. No esquema seguinte são representadas essas seis zonas, bem como as distâncias entre elas. Quais as ligações que devem ser estabelecidas de forma a que o comprimento de cabo utilizado seja o menor possível?



8 **(2 valores)** **Esta questão é exclusivamente para alunos com regime especial que não frequentaram as aulas**

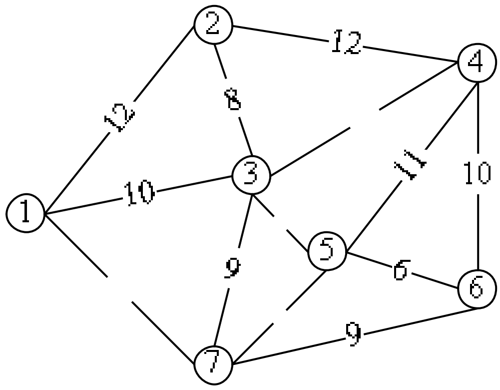
a)

Em relação à questão 5a, indique qual a "*target cell*", quais as "*changing cells*" e quais as "*constraints*".

b)

Considere o problema do caixeiro viajante definido na rede a seguir apresentada.

A heurística do vizinho mais próximo tendo como cidade inicial a cidade 4 conduz a uma solução admissível? Justifique.



Formulário

M/M/1

$$p_0 = 1 - r$$
$$p_n = r^n p_0 = r^n (1-r), n \geq 1$$
$$L_q = \frac{r^2}{1-r}$$
$$L_s = r$$
$$L = \frac{r}{1-r}$$
$$W_q = \frac{r}{m(1-r)}$$
$$W_s = 1/m$$
$$W = \frac{1}{m(1-r)}$$
$$W_q(t) = \begin{cases} r, \text{ para } t = 0 \\ r e^{-m(1-r)t}, \text{ para } t \geq 0 \end{cases}$$

M/M/s

$$p_0 = \left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(sr)^n}{n!} + \frac{(sr)^s}{s!(1-r)} \right]^{-1}$$
$$p_n = \begin{cases} \dfrac{(sr)^n p_0}{n!}, \text{ para } 1 \leq n \leq s \\ \dfrac{s^s r^n p_0}{s!}, \text{ para } n \geq s \end{cases}$$
$$P_B = \frac{p_s}{1-r}$$
$$L_q = \frac{s^s r^{s+1} p_0}{s!(1-r)^2}$$
$$L_s = l/m$$
$$W_q = L_q / l$$
$$W_s = 1/m$$
$$W_q(t) = \begin{cases} 1 - \dfrac{(sr)^s p_0}{s!(1-r)}, \text{ para } t = 0 \\ \dfrac{(sr)^s p_0}{s!(1-r)} e^{-sm(1-r)t}, \text{ para } t > 0 \end{cases}$$