Relatório do 2^{o} Trabalho de Métodos Determinísticos de Investigação Operacional

João Silva A81761

Davide Matos A80970

Pedro Medeiros A80580

Bernardo Viseu A74618

29 de Novembro de 2019

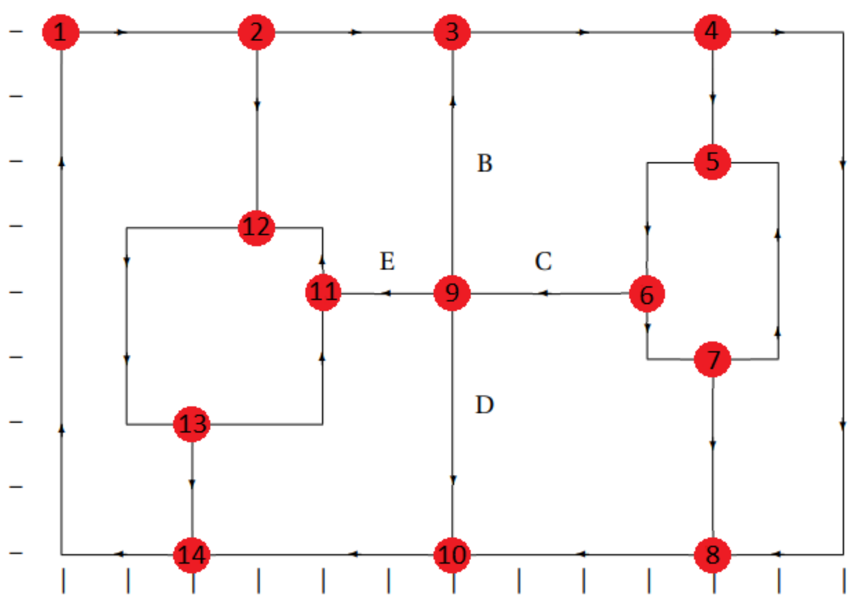
Introdução

Como é dito no próprio enunciado, o objetivo deste trabalho é desenvolvermos a nossa capacidade de analisar sistemas, criar modelos que os descrevam e, com a ajuda de programas adequados, validar estes modelos. Portanto, o que se segue é um estudo do caso proposto pelo enunciado, consoante as perguntas que nos são dirigidas.

1 Parte I

1.1 Pergunta 1:

ABCDE = 81761



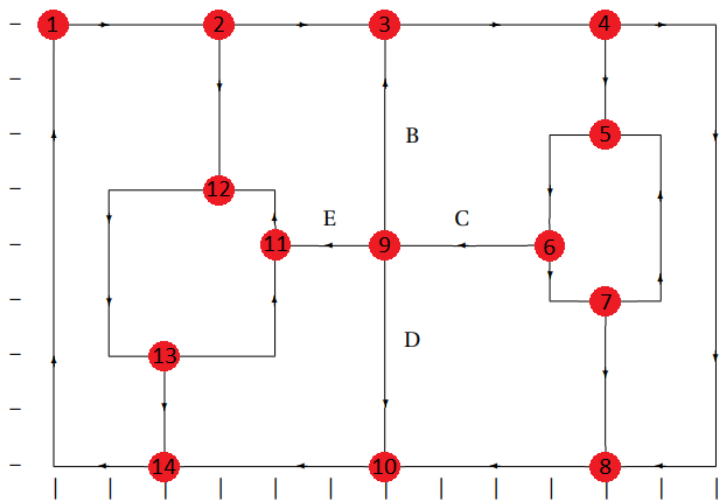
1.2 Pergunta 3:

```
/* Objective function */
min: 3*y12 + 3*y23 + 3*y212 + 4*y34 + 2*y45 + 12*y48 + 3*y56 + 2*y67 + 3*y69 + 5*y75 + 3*y78 +
     4*y810 + 4*y93 + 4*y910 + 2*y911 + 4*y1014 + 2*y1112 + 6*y1213 + 4*y1311 + 2*y1314 + 10*y141;
```

```
/* Variable bounds */

y12 >= 0;
y23 >= 0;
y212 >= 0;
y34 >= 0;
y45 >= 0;
y48 >= 0;
y56 >= 0;
y67 >= 0;
y69 >= 0;
y75 >= 0;
y78 >= 0;
y810 >= 0;
y93 >= 0;
y910 >= 0;
y911 >= 0;
y1014 >= 0;
y1112 >= 0;
y1213 >= 0;
y1311 >= 0;
y1314 >= 0;
y141 >= 0;
```

1.3 Pergunta 4:



1	0
2	-1
3	1
4	-1
5	1
6	-1
7	-1
8	1
9	-2
10	1
11	1
12	1
13	-1
14	1

Os valores negativos representam um defeito/procura e os valores positivos representam um excesso/oferta.

1.4 Pergunta 5:

```
14
21
1 2 3 1000
2 3 3 1000
2 12 3 1000
3 4 4 1000
4 5 2 1000
4 8 12 1000
5 6 3 1000
6 7 2 1000
6 9 3 1000
7 5 5 1000
7 8 3 1000
8 10 4 1000
9 3 4 1000
9 10 4 1000
9 11 2 1000
10 14 4 1000
11 12 2 1000
12 13 6 1000
13 11 4 1000
13 14 2 1000
14 1 10 1000
0
-1
1
-1
1
-1
-1
1
-2
1
1
1
-1
1
```

1.5 Pergunta 6:

```
C:\Users\ferre\MDIO\2019\Trabalho 2>relax4 <tr22.txt >con
 END OF READING
 NUMBER OF NODES = 14, NUMBER OF ARCS = 21
 CONSTRUCT LINKED LISTS FOR THE PROBLEM
 CALLING RELAX4 TO SOLVE THE PROBLEM
 ***********************************
 TOTAL SOLUTION TIME =  0. SECS.
 TIME IN INITIALIZATION =  0. SECS.
   1 2  4.
   2 3  3.
   3 4  4.
   4 5  3.
   5 6  4.
   6 7  1.
   6 9  2.
   8 10  1.
   10 14  2.
   11 12  1.
   12 13  2.
   13 14  1.
   14 1  4.
 OPTIMAL COST =   131.
 NUMBER OF AUCTION/SHORTEST PATH ITERATIONS = 65
 NUMBER OF ITERATIONS =  17
 NUMBER OF MULTINODE ITERATIONS =  2
 NUMBER OF MULTINODE ASCENT STEPS =  8
 NUMBER OF REGULAR AUGMENTATIONS =  3
 ***********************************
```

1.6 Pergunta 7:

Como podemos observar na figura anterior o custo ótimo nesta situação é 131 e não aparecem todos os arcos do problema no output. Isso ocorre devido à mudança de variável Yij = Xij - 1. Assim sendo, para interpretar corretamente o problema devemos adicionar mais uma passagem a todos os arcos, mesmo aos que não são apresentados na figura anterior, fazendo um custo ótimo final de 216.

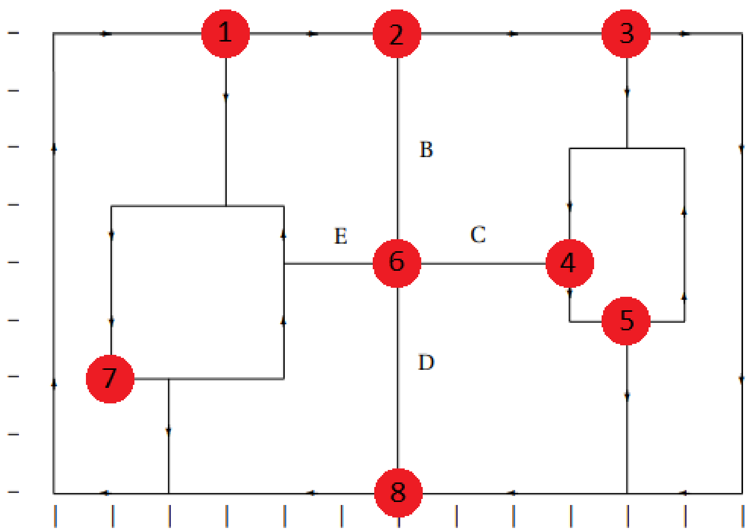
1.7 Pergunta 8:

O modelo apresentado é válido pois trata-se de um problema balanceado, visto que 0 + (-1) + 1 + (-1) + 1 + (-1) + (-1) + 1 + (-2) + 1 + 1 + 1 + (-1) + 1 = 0, ou seja, o balanço procura/oferta é 0.

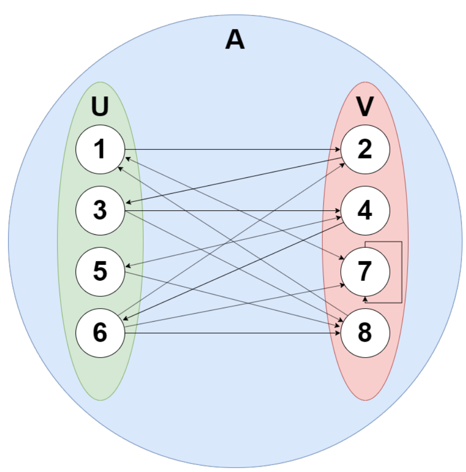
2 Parte II

2.1 Pergunta 1:

Grafo bipartido G = (U,V,A)



Sendo A:

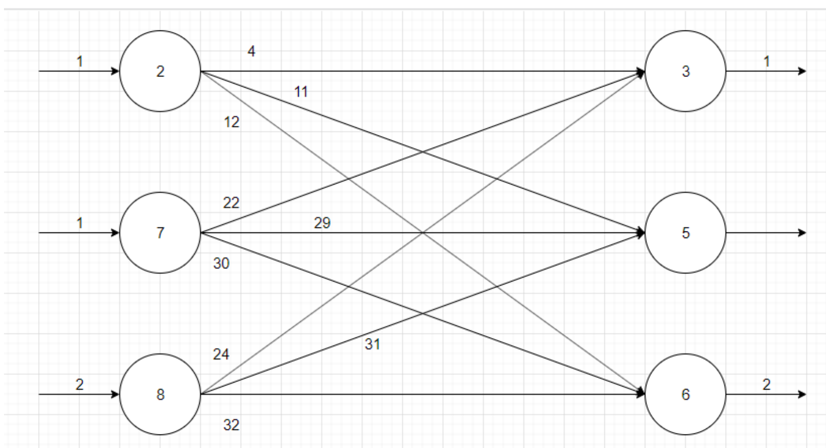


Valores de oferta e valores de procura:

Os seguintes valores são calculados subtraindo os caminhos de saída aos caminhos de entrada de cada vértice.

1	0
2	1
3	-1
4	0
5	-1
6	-2
7	1
8	2

Os valores negativos representam um defeito/procura e os valores positivos representam um excesso/oferta.



O problema é balanceado?

0 + 1 + (-1) + 0 + (-1) + (-2) + 1 + 2 = 0

Assim, concluímos que o problema é balanceado, visto que o balanço da procura/oferta é 0.

2.2 Pergunta 2:

Matriz:

	3	5	6
2	4	11	12
7	22	29	3
8	24	31	32

Os vértices 2, 7 e 8 são de excesso, enquanto que os vértices 3, 5 e 6 são de defeito. Os vértices 1 e 4 possuem um número de entradas equivalente ao número de saídas, não sendo relevantes para a resolução do problema.

2.3 Pergunta 3:

```
/* Objective function */
min: 4*x23 + 11*x25 + 12*x26 + 22*x73 + 29*x75 + 30*x76 + 24*x83 + 31*x85 + 32*x86;

/* Variable bounds */
x23 + x25 + x26 = 1;
x73 + x75 + x76 = 1;
x83 + x85 + x86 = 2;
x23 + x73 + x83 = 1;
x25 + x75 + x85 = 1;
x26 + x76 + x86 = 2;
```

Variável decisão: xij - número de vezes que se faz o caminho do vértice de excesso i para o vértice de defeito j.

E - corresponde ao conjunto dos vértices de excesso;
D - corresponde ao conjunto dos vértices de defeito;

min $\sum_{i \in E} \quad \sum_{j \in D} \quad cij \quad xij$

suj. a:
$\sum_{j \in D}$ xij = ai $\quad \forall_{i \in E}$
$\sum_{i \in E}$ xij = bj $\quad \forall_{j \in D}$

cij - custo do caminho ij (matriz da pergunta 2)
ai - excesso da origem i
bj - defeito do destino j

2.4 Pergunta 4:

Variables	result
	97
x23	0
x25	0
x26	1
x73	0
x75	0
x76	1
x83	1
x85	1
x86	0

2.5 Pergunta 5:

O custo total de fazer cada caminho uma vez é de 119. No entanto é obvio, por inspeção do problema que existem arestas que terão de ser repetidas. Nesta segunda parte do trabalho o desafio consistia em resolver o problema apenas analizando os vértives de excesso/defeito e calcular a solução optima na minimização do custo dos caminhos extras/repetidos. Com isto vimos que teremos de fazer os caminhos (2-6;7-6;8-3;8-5) (origem-destino) a fim de poder percorrer todas a arestas. O custo total da solução optima é de 119 + 97 = 216. Como coincide com as soluções óptimas obtidas nas outras resoluções concluimos que está certo.

2.6 Pergunta 6:

O modelo apresentado é válido pois trata-se de um problema balanceado com foi demonstrado acima.