### **UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**

**INF 282 – PESQUISA OPERACIONAL III PEO / 2020**

# Avaliação #3 Limite para Entrega: 20/07/2020

Valor: 40 pontos.

**Obs**.: as informações numéricas dadas neste trabalho são fictícias, meramente para fins de teste de modelagem.

Uma grande empresa pode comprar milho de diversas fazendas no Estado do Minas Gerais, para depois converter esse milho em três de seus mais de 600 possíveis subprodutos: óleo, farinha e amido. Esses subprodutos são então enviados para municípios de MG, suprindo as demandas dos mesmos. Cada tonelada de milho bruto pode render 25 kg de óleo, ou 200 kg de farinha, ou 50 kg de amido.

Para os próximos anos, a empresa firmou acordos de compra de milho das cidades de Uberaba, Unaí Sacramento e Ponte Nova, cujas produções anuais são de 2.970, 2.910, 2.375 e 1.264 mil toneladas, respectivamente. Ela precisa atender as demandas anuais relacionadas para as cidades listadas no arquivo que você recebeu em anexo, com suas respectivas populações. Estima-se que o consumo anual por habitante seja de pelo menos 20 kg de óleo, 160 kg de farinha e 30 kg de amido de milho.

Com o intuito de reduzir os custos de transporte, ela pretende construir Unidades de Processamento de Milho (UPMs) em uma ou mais dessas cidades (considerando as cidades produtoras e as consumidoras). Os custos anuais fixos de construção e manutenção das UPMs para cada cidade (*fi*) também encontram-se em anexo (valores em R$ mil). Os outros custos deverão ser considerados da seguinte forma:

* O custo de transporte de milho bruto das cidades produtoras até as UPMs é de R$0,02 por km por tonelada;
* O custo de transporte dos subprodutos de milho das UPMs até as cidades consumidoras é de R$0,05 por km por tonelada (independente do subproduto).
* A distância mínima a ser considerada entre as cidades é de 5 km. Esse valor deve ser usado na diagonal principal da matriz de distâncias.

Deseja-se determinar onde será(ão) construída(s) a(s) UPM(s), e de que forma se dará a distribuição dos produtos (milho bruto e subprodutos) de tal forma que as demandas sejam atendidas e o custo global seja o menor possível. Obs.: os subprodutos de milho devem ser entregues em valores inteiros (de toneladas). Por exemplo, se a demanda mínima de uma cidade for de 10,5 ton. de amido, então ela deve receber 11 toneladas. Com isso você poderá definir as variáveis de fluxo de subprodutos como sendo INTEIROS.

Cenários:

1. Nenhuma restrição adicional.
2. Forçar a instalação de uma única UPM.
3. Considere a capacidade máxima de cada UPM igual a 1.200 mil toneladas de milho bruto.
4. Considere a capacidade máxima de cada UPM igual a 2.400 mil toneladas de milho bruto, mas cada município deverá receber toda sua demanda de cada um dos três produtos de uma única UPM (ou seja, problema de “fonte única” para cada subproduto de milho).
5. Mesmo que o Cenário 1, mas cada município deverá receber toda sua demanda (dos três produtos) de uma única UPM (ou seja, problema de “fonte única” para toda a demanda das cidades).

Para cada cenário, pede-se:

1. Modelar o problema usando um dos modelos matemáticos de Problema de Localização de Facilidades vistos em sala.
2. Resolver o modelo usando o software OPL/CPLEX, FICO Xpress-MP, ou outro software apropriado.
3. Desenhar o grafo correspondente à solução, mostrando os valores dos fluxos de forma distinta. **Sugestão**: faça o grafo dentro de um contorno do mapa do estado de MG, usando a mesma numeração dada na lista das cidades para os vértices, e colocando cada vértice na posição real das cidades que eles representam. Para diferenciar os tipos de fluxo (milho bruto e subprodutos), você pode usar cores diferentes nos arcos.

**O que deve ser entregue:**

* 1. Descrição do problema e dados fornecidos;
  2. Matriz das distâncias entre as cidades. Essas distâncias podem ser obtidas no Google Maps, no site do DNIT, ou de outras fontes fidedignas. A matriz deve ser simétrica, ou seja, *Dji* = *Dij*. Favor citar a(s) fonte(s) de consulta usada(s) para obter esses dados;
  3. Modelagem em notação matemática e em OPL ou MOSEL para todos os cenários. Para modelos semelhantes, não é necessário repetir tudo – basta indicar as diferenças entre eles. Não precisa adicionar o script de impressão dos resultados usado no software;
  4. Significado das variáveis e restrições do modelo;
  5. Mapas e grafos representando as soluções obtidas. Para cada solução, mostre claramente os valores dos fluxos de transporte, as folgas, e os valores dos custos fixo e de transporte;
  6. Outras informações relevantes, caso existam.

Além das informações pedidas acima, a equipe deve entregar em um arquivo .TXT a matriz de distâncias, conforme o modelo mostrado pelo exemplo abaixo.

// Distâncias de cada fazenda até as 16 cidades

DIST1 =[

[499 103 326 710 195 606 502 463 1043 754 261 1010 850 1137 781 503]

[ 70 225 400 589 767 478 554 424 215 845 409 90 131 485 395 84]

[526 125 147 843 25 1022 521 250 921 274 714 626 1116 660 114 282]

[399 246 594 642 311 222 253 245 616 454 297 499 486 469 349 755]

];

// Distâncias entre as 16 cidades

DIST2 =[

[ 5 638 108 293 526 1091 733 486 945 362 451 605 99 380 721 875]

[638 5 1004 214 125 840 853 667 1069 213 432 114 72 626 91 667]

[108 1004 5 99 147 205 732 402 1080 447 792 166 720 342 723 1113]

[293 214 99 5 843 114 388 82 941 1131 1056 80 276 595 1097 624]

[526 125 147 843 5 1022 521 250 921 274 714 626 1116 660 114 282]

[1091 840 205 114 1022 5 675 621 613 57 483 386 841 396 347 730]

[733 853 732 388 521 675 5 612 749 727 242 712 487 468 360 211]

[486 667 402 82 250 621 612 5 966 929 1124 811 982 1026 983 956]

[945 1069 1080 941 921 613 749 966 5 1033 573 109 211 957 388 609]

[362 213 447 1131 274 57 727 929 1033 5 405 297 613 383 607 371]

[451 432 792 1056 714 483 242 1124 573 405 5 970 261 905 834 1077]

[605 114 166 80 626 386 712 811 109 297 970 5 895 806 353 593]

[ 99 72 720 276 1116 841 487 982 211 613 261 895 5 961 821 180]

[380 626 342 595 660 396 468 1026 957 383 905 806 961 5 385 564]

[721 91 723 1097 114 347 360 983 388 607 834 353 821 385 5 1106]

[875 667 1113 624 282 730 211 956 609 371 1077 593 180 564 1106 5]

];

🡺 As distâncias devem ser todas INTEIRAS, e as linhas e colunas das matrizes DIST1 e DIST2 devem seguir a mesma ordem em que as cidades estão relacionadas no arquivo recebido em anexo.