

Relatório do Cenário 3

Log da execução do modelo por meio do solver Gurobi

```
Gurobi Optimizer version 9.5.1 build v9.5.1rc2 (win64)
Thread count: 4 physical cores, 8 logical processors, using up to 8 threads
Optimize a model with 26 rows, 325 columns and 650 nonzeros
Model fingerprint: 0x1bd01782
Variable types: 0 continuous, 325 integer (325 binary)
Coefficient statistics:
  Matrix range    [1e+00, 1e+00]
  Objective range [1e+00, 3e+01]
  Bounds range    [1e+00, 1e+00]
  RHS range       [2e+00, 2e+00]
Presolve time: 0.00s
Presolved: 26 rows, 325 columns, 650 nonzeros
Variable types: 0 continuous, 325 integer (325 binary)

Root relaxation: objective 1.216715e+02, 38 iterations, 0.00 seconds (0.00 work units)

   Nodes |   Current Node |   Objective Bounds |   Work
  Expl Unexpl |  Obj  Depth IntInf | Incumbent   BestBd   Gap | It/Node Time
-----
H    0     0   121.67155   0   8       -   121.67155   -   -   0s
H    0     0       237.6573156   121.67155  48.8%   -   0s
   0     0   124.76483   0   6   237.65732   124.76483  47.5%   -   0s
H    0     0       131.7638384   124.76483   5.31%   -   0s
*    0     0       125.3771411   125.37714   0.00%   -   0s

Cutting planes:
  Zero half: 4
  Lazy constraints: 10

Explored 1 nodes (54 simplex iterations) in 0.02 seconds (0.00 work units)
Thread count was 8 (of 8 available processors)

Solution count 3: 125.377 131.764 237.657

Optimal solution found (tolerance 1.00e-04)
Best objective 1.253771411215e+02, best bound 1.253771411215e+02, gap 0.0000%
```

- Foi utilizada uma formulação que faz uso de restrições SEC (*subtour elimination constraints*) para a eliminação de sub-rotas na solução, em vez de restrições baseadas em fluxo ou multifluxo
 - essa escolha se deu pelo motivo desse tipo de restrição apresentar uma performance geralmente superior às demais na literatura, pois são desconsideradas inicialmente e adicionadas “sob demanda”
 - Apenas as SECs violadas são adicionadas no modelo, que é resolvido novamente a cada vez que isso ocorre
- O solver utilizado para a enumeração da árvore de branch-and-bound e resolução foi o Gurobi
 - obteve-se a solução de custo 125.37
 - o tempo de processamento foi de 0.02 segundos
- Para a construção do grafo de entrada, foram consideradas distancias euclidianas dos pontos presentes no arquivo `states_coords.csv`
- Caso houvesse mais tempo, poderiam ser realizadas as seguintes melhorias na implementação:

- Uma melhor apresentação da solução obtida, apresentando graficamente a rota no mapa juntamente com o nome das capitais
- Fazer uso de restrições cut-sets, que possuem algoritmos de separação eficientes, como por exemplo o algoritmo de Edmons-Karp para o problema de fluxo máximo. Isso provavelmente reduziria o tempo de processamento do solver.

Observação:

Na planilha `states_coords` o dado **lat** da cidade de São Paulo está correto?

Temos:

estado	lat	lng
São Paulo	-235.587	-46.625
Rio de Janeiro	-22.925	-43.225
Minas Gerais	-19.915	-43.915

Aqui a lat de São Paulo está muito maior que a lat de Rio de Janeiro. Mas na realidade, elas são cidades relativamente próximas, o que implica em pontos próximos no mapa. Faria mais sentido se a lat de São Paulo fosse -23.4487