

# Planilhas do Projeto de Roteirização

Data: 24/05/2023

Em nosso projeto recebemos do professor as seguintes planilhas

- Clientes.csv
- Fabricas.csv
- Rotas.csv
- VRP\_Spreadsheet\_Solver\_v3.8.xlsm

## Preparação dos arquivos de entrada

Inicialmente, todos os arquivos .csv foram convertidos para planilhas Excel, usando a funcionalidade deste para converter dados no formato texto em colunas de uma planilha.

No processo de conversão deve-se olhar com atenção qual o separador de campos é usado no arquivo .csv, bem como qual o separador decimal (ponto ou vírgula) é empregado no arquivo. Após esse procedimento, é importante revisar com cuidado os arquivos resultantes, para confirmar que os dados nas colunas da planilha Excel estão mesmo no formato correto.

Uma vez feita a conversão, os arquivos .csv deram origem a três arquivos .xlsx.

## Análise dos arquivos de entrada

Alguns problemas foram detectados durante a análise dos arquivos recebidos.

### Clientes.xlsx

- Alguns registros não contém o município do cliente.
- O município, em alguns registros, identifica São Paulo como SP, São José dos Campos como SJC e Taubaté como TBT.

Uma segunda versão do arquivo corrigiu esses problemas.

### Fabricas.xlsx

O primeiro arquivo fornecido não trazia as coordenadas das três fábricas da cervejaria. Um outro arquivo, fornecido posteriormente, corrigiu esse problema.

### Rotas.xlsx

Trata-se de um arquivo com 120.000 registros. Impossível de analisar todos eles manualmente. Para isso usamos alguns recursos do Excel que nos permitiu identificar os seguintes problemas.

- 5.526 ou mais registros com Data de Faturamento posterior à Data de Entrega.
- 5 ou mais registros com mês-base numérico.
- 141 ou mais registros com mês-base dezembro, porém faturados em Jan/2022.
- 5 ou mais registros com Ano da Execução de dois dígitos apenas.

- 7 ou mais registros com Ano da Execução de 2019, sendo que o faturamento ocorreu em 2021.
- 9 ou mais registros com Ano de Execução de 2020, sendo que o faturamento ocorreu em 2021.
- 140 ou mais registros com Ano de Execução de 2021, sendo que o faturamento se deu em 2022.
- 2 ou mais registros com Ano de Execução igual a “????”.
- 4 ou mais registros com Ano de Execução em branco.
- 4 ou mais registros com Código da Fábrica igual a “????”.
- 9 ou mais registros com Código da Fábrica em branco.
- 38.081 ou mais registros com Quantidade Transportada negativa.
- 66.975 ou mais registros com Valor do Frete igual a zero.
- Alguns registros com Valor do Frete muito baixo.

O número de ocorrências usa sempre a observação “ou mais”. Isso se deve ao fato que a funcionalidade de filtragem da interface gráfica do Excel se limita a analisar até o máximo de 10.000 registros ou linhas da planilha. Assim, uma quantidade desconhecida daquele problema poderia ocorrer nos 110.000 registros que não foram analisados pelo filtro do Excel.

Nenhum desses problemas foi corrigido no arquivo por se tratar de um número muito grande de casos.

## Utilização do solver

Foi fornecido um arquivo Excel, do tipo solver, desenvolvido especificamente para os Problemas de Roteirização de Veículos (Vehicle Routing Problems – VRP).

Esse arquivo permite ao usuário, dentre outras coisas, facilmente realizar o cálculo de distâncias entre os pontos de uma rede com Centros Fornecedores e Clientes. Para isso o usuário tem que fornecer para o solver uma chave para acesso ao Portal BING Maps e também tabelas com as coordenadas geográficas de cada ponto da rede. Além da distância em km, o solve também fornece o tempo estimado do percurso.

Criamos uma chave no Portal do BING Maps, entramos com os parâmetros de funcionamento do solver e também entramos com a chave única de identificação de cada fábrica e cliente da rede. Disparado o comando para o cálculo das distâncias e tempos, o solver gerou planilha contendo os valores calculados.

Para facilitar a comparação imediata, aproveitamos essa planilha para calcular as distâncias de Haversine entre os pontos da rede. Foi feita a conversão das coordenadas geográficas de graus para radianos, que é a unidade requerida pela fórmula da distância de Haversine utilizada.

$$\theta_{rad} = \theta_{grau} * \pi/180$$

$$Dist. Haversine_{km} = \text{acos}(\text{sen}(\text{Lat1}) * \text{sen}(\text{Lat2}) + \text{cos}(\text{Lat1}) * \text{cos}(\text{Lat2}) * \text{cos}(\text{Lat2} - \text{Lat1})) * 6371$$

Após o cálculo das distâncias de Haversine, observamos que os valores das distâncias rodoviárias do BING Maps estavam **menores** do que as de Haversine! Isso indica algum problema com os cálculos. Após alguma investigação, decidimos modificar o tipo de veículo a ser usado pelo solver. Mudamos de “caminhão” para “dirigir”, que acreditamos seria o equivalente a usar veículos de passeio. Com essa modificação o solver passou a apresentar

distâncias com valores maiores que a de Haversine, como era esperado. São essas as distâncias que utilizamos no projeto.

Não sabemos ainda o motivo para as distâncias com a opção caminhão estarem erradas, mas podemos especular que usando caminhão e sendo um número tão grande de viagens, o BING Maps concluiu se tratar de uma aplicação comercial e por isso forneceu valores menores.

## Outros preparativos

Para permitir a criação dos relacionamentos necessários entre as planilhas, criamos chaves primárias nas planilhas de rotas e de distâncias, concatenando os valores das colunas “De” e “Para” daquelas planilhas.

Acrescentamos também na planilha rotas algumas colunas auxiliares para calcular alguns índices solicitados pelo professor: “Media Frete Unitário CIF/Frete Unitário Esperado” e “Media Frete/km (CIF)”.

A planilha rotas ganhou também uma nova aba contendo os resultados das distâncias fornecidos pelo solver.

De posse dessas planilhas modificadas partimos para o Power BI.

## Novas colunas da planilha rotas

<b>Media Frete Unt CIF</b>	Informa o valor do frete por kg de carga, para cada viagem.  (= Frete[R\$]/Qtd. Tansp. (modulo)[kg]).
<b>Media Frete Unt CIF/ Frete unitário esperado</b>	Informa qual a relação entre a Media Frete Unt (CIF) acima e o Frete Unitário Esperado, fornecido pelo professor. Permite comparar um com o outro para ver quem é o maior e o quanto eles estão próximos ou distantes. Se for igual a 1, os dois valores são iguais.  (= Media Frete Unt (CIF) / Frete Unitário Esperado).
<b>Media Frete/KM (CIF)</b>	Informa o preço do frete por km, para cada viagem.  (= Valor do Frete[R\$]/Distancia BING[km]).