

# SME0110 - Programação Matemática

## Trabalho: Um Enigma das Galáxias

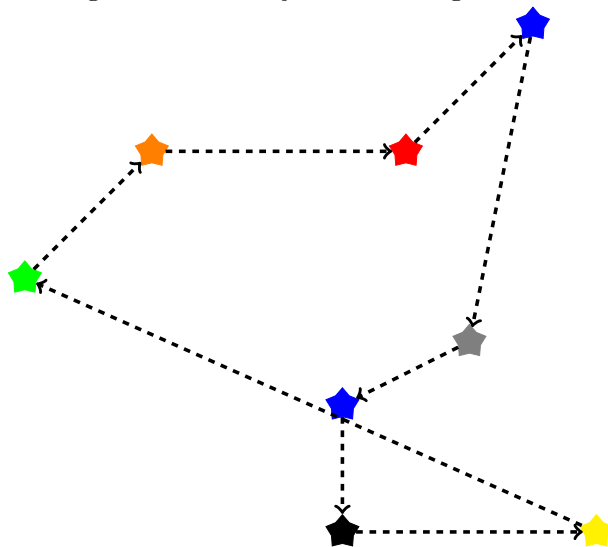
Profas. Franklina Toledo e Marina Andretta

O trabalho deve ser realizado em grupos de **quatro ou cinco pessoas**. Ele está dividido em duas etapas.

### 1 Um Enigma das Galáxia

Um astrônomo trabalha num observatório e passa seus dias a procura de uma supernova. Neste observatório, eles utilizam um telescópio bastante antigo. Logo, é preciso movê-lo o mínimo possível, pois ele é frágil e muito difícil de trabalhar. Este astrônomo precisa ordenar as galáxias a serem visitadas numa sequência que resulte no menor trajeto possível. Ele deve visitar todas uma única vez e voltar à inicial, para que no próximo dia possa realizar a tarefa outra vez, como ilustra a Figura 1.

Figura 1: Um trajeto entre as galáxias.



Fonte: Colaboração Prof. Pedro B. Castellucci - UFSC.

Como ele escreve em seu artigo: “Os aficionados por computador vão reconhecer meu enigma da galáxia como uma variante do problema clássico do caixeiro viajante, em que um vendedor procura um itinerário que lhe permita percorrer a menor distância possível para atender uma lista de cidades” (Carlson (1997) - tradução livre).

Figura 2: Um Enigma das Galáxia.



*GALAXY SEARCH was made possible by a heavenly algorithm.*

Fonte: Carlson (1997).

## 2 Objetivo

O objetivo é modelar o problema do astrônomo como um problema de otimização linear inteira-mista e resolvê-lo utilizando um *software* livre de otimização (p.e. Coin-OR, OR-Tools, outros). Vocês devem tentar aprimorar o modelo utilizando como referência o material complementar e as estratégias apresentadas ao longo da disciplina.

## 3 Tarefas

O trabalho é composto das seguintes tarefas:

1. Escrever um modelo em linguagem de modelagem.
2. Criar um problema exemplo (*toy problem*) e resolvê-lo pelo modelo, usando o *software* escolhido. Seu problema exemplo deve ter 5 galáxias.
3. Resolver as instâncias *Western Sahara*, *Djibouti*, *Qatar* e *Uruguay* da biblioteca disponível em Waterloo (2020) utilizando um *software* livre de otimização com tempo limite de 10 minutos para cada instância. Aponte o valor da melhor solução obtida, o número de nós explorados e o GAP.
4. Analisar o GAP relativo entre a melhor solução encontrada pelo grupo e o melhor valor conhecido de solução para cada instância usada, que pode ser encontrado em Waterloo (2020).
5. Tanto a modelagem como a estratégia de busca por solução do modelo podem ser aprimorados.
6. As demais instâncias de Waterloo (2020) podem ser resolvidas e os resultados analisados.

## 4 O que deve ser entregue, e quando

Como mencionado anteriormente, o trabalho será dividido em duas etapas.

Na **primeira etapa**, deverão ser realizadas as Tarefas 1 e 2 mencionadas na seção anterior. Deve ser entregue um relatório reportando o que foi feito e os códigos gerados, até o dia **8 de novembro** (domingo), às 23h59min.

Na **segunda etapa**, devem ser realizadas as demais tarefas. Um relatório contendo todo o desenvolvimento de todas as tarefas, bem como todo o código desenvolvido, devem ser entregues até o dia **6 de dezembro** (domingo), às 23h59min.

No final do semestre, nos dias **9 e 15 de dezembro**, no horário das aulas, os trabalhos deverão ser apresentados pelos grupos. Cada grupo terá 15 minutos para a **apresentação** (10 minutos de apresentação e 5 minutos para perguntas).

Detalhes do que deve compor os relatórios são especificados a seguir.

## 5 Conteúdo do relatório

O relatório deve ser entregue em formato PDF e conter – mas não estar limitado a – os seguintes itens:

- Nome, número USP e e-mail de cada integrante do grupo.
- Definição/descrição dos parâmetros, variáveis, restrições e função objetivo do modelo usado e suas variantes (se for o caso).
- Um problema exemplo (*toy problem*) solucionado através do modelo (e suas variantes). Este exemplo deve ser pequeno e detalhado. Cada grupo deve criar seu exemplo.
- Tabelas com os resultados para as instâncias resolvidas e suas análises.
- Sempre que possível, deve-se apresentar figuras representando as soluções encontradas. Essa representação é obrigatória, pelo menos, para o *toy problem* e as instâncias *Western Sahara* e *Djibouti*.
- Nos casos em que não é possível apresentar uma figura com a solução obtida, a solução deve ser apresentada de outra forma (como a lista dos pontos visitados, na ordem em que aparecem na solução).

É importante que o grupo inclua outras informações para o entendimento do modelo, se julgar necessário. Não é necessária a descrição de conceitos vistos em aula, embora deve-se referenciá-los onde for adequado.

## 6 Critérios de avaliação

Para a avaliação dos relatórios/códigos serão considerados os seguintes pontos:

- completude: o relatório contempla todos os itens pedidos?
- corretude: os conceitos envolvidos foram apresentados de forma correta?

- escrita (clareza e concisão): o conteúdo do relatório é relevante para a sua completude e está apresentado de forma clara?

Para a avaliação da apresentação serão considerados os seguintes pontos:

- síntese: o grupo escolheu os pontos mais relevantes para serem apresentados?
- corretude: os conceitos envolvidos foram apresentados de forma correta?
- clareza e concisão: a forma da apresentação permitiu o entendimento do conteúdo apresentado no relatório de forma clara?
- segurança: todos os membros do grupo apresentaram o trabalho de forma segura, sabendo do que estava falando?

O trabalho valerá até 10 pontos no total, divididos da seguinte forma:

- Etapa 1: 2 pontos.
- Etapa 2: 5 pontos.
- Apresentação: 3 pontos.

Será dado 1 ponto extra para o grupo que tiver o menor valor da média dos GAPs encontrados, considerando todas as 27 instâncias de Waterloo (2020). Para instâncias não resolvidas, consideramos que o GAP é de 100%.

## Referências

Carlson, S. (1997). Algorithm of the gods. *Scientific American* 276(3), 121–123.

Waterloo, U. (2020). University of Waterloo, National Traveling Salesman Problems. <http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/world/countries.html>. Acesso: 22/09/2020.