



**Universidade do Minho**  
Universidade do Minho  
Escola de Engenharia  
Licenciatura em Engenharia informática

# Relatório do Trabalho Prático de Inteligência Artificial

Ano Letivo de 2023/2024

## Health Planet

Grupo 26

A100066 - Ricardo Miguel Queirós de Jesus  
A100749 - José Luís Fraga Costa  
A100659 - Rui Pedro Fernandes Madeira Pinto  
A100838 - Jorge Emanuel Matos Teixeira  
A100758 - Hugo Arantes Dias

Janeiro, 2024

# Índice

<b>0 Avaliação por pares.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Descrição e formulação do problema.....</b>	<b>3</b>
2.1 Representação do Estado.....	3
2.2 Estado Inicial.....	4
<b>3 Tarefas e decisões realizadas.....</b>	<b>4</b>

## 0 Avaliação por pares

Na produção deste trabalho, foi feito um balanço do aproveitamento, de cada aluno membro, na realização do mesmo. Os resultados da mesma são os seguintes:

- A100066 Ricardo Miguel Queirós de Jesus **DELTA = 0**
- A100749 José Luís Fraga Costa **DELTA = 0**
- A100659 Rui Pedro Fernandes Madeira Pinto **DELTA = 0**
- A100838 Jorge Emanuel Matos Teixeira **DELTA = 0**
- A100758 Hugo Arantes Dias **DELTA = 0**

## 1 Introdução

Para a realização deste trabalho, foi-nos proposto o desenvolvimento de vários algoritmos de procura, com um foco especial num tema de extremamente importante nos dias que constam: a sustentabilidade. A empresa de distribuição, Health Planet, posiciona-se com o objetivo claro de integrar práticas mais sustentáveis nas suas entregas.

Assim a Health Planet, ao procurar a otimização e eficiência nas suas entregas, visa não apenas atender às demandas dos clientes, como também reduzir o seu impacto ambiental, e consequentemente reduzir os custos de cada entrega.

A utilização dos algoritmos de procura, tem como objetivo encontrar o melhor caminho possível para o estafeta da empresa que vai fazer a entrega, proporcionando assim uma maior eficiência, não apenas na rapidez da entrega, mas também na escolha do meio de transporte com menor impacto ambiental. Esta abordagem estratégica contribuirá significativamente para tornar as atividades logísticas da empresa mais sustentáveis, e diminuir significativamente os custos gastos em combustível, fazendo assim com que haja um lucro maior por encomenda.

## 2 Descrição e formulação do problema

### 2.1 Representação do Estado

Na Health Planet, os estafetas possuem diferentes meios de transporte para as entregas, sendo eles: bicicleta, mota e carro. Para cada um destes métodos, a velocidade média com que os estafetas fazem as respectivas entregas, assim como a carga máxima (em quilos), passível de ser transportada por cada um dos tipos de veículos, varia de veículo para veículo.

Para além disto, por cada quilo acrescentado à carga de cada um dos meios de transporte, a sua velocidade média é afetada.

Assim:

#### **Bicicleta**

Capacidade máxima de **5 kg**, velocidade média de **10 km/h** com um decréscimo de 0,6 km/h por cada quilo adicionado.

#### **Mota**

Capacidade máxima de **20 kg**, velocidade média de **35 km/h** com um decréscimo de 0,5 km/h por cada quilo adicionado.

#### **Carro**

Capacidade máxima de **100 kg**, velocidade média de **50 km/h** com um decréscimo de 0,1 km/h por cada quilo adicionado.

O estado é também representado pela **localização do próprio estafeta**, assim como a **lista de encomendas** a ele **atribuídas**. É também considerado o **tempo de entrega** de uma encomenda.

### 2.2 Estado Inicial

O estado inicial deste problema seria a sede da empresa Health Planet, local onde todos os estafetas hão de partir para entregar as respectivas encomendas. Esta sede, localizada na **“Central”**, é o ponto de partida do qual um estafeta realiza uma entrega.

### 2.3 Estado Objetivo

O estado objetivo do problema é o destino de cada entrega, sendo este dependente da escolha do cliente. Assim, este estado é alcançado quando o estafeta termina a entrega de todas as suas encomendas.

## 2.3 Operadores

Neste exercício prático, os operadores são:

- **Entregar Encomenda**
  - Pré-Condição: O estafeta encontra-se na localização do cliente, com a respetiva encomenda.
  - Efeitos: A encomenda é removida da lista de encomendas pendentes, o tempo é atualizado assim como o grau de satisfação do cliente.
- **Realizar Pedido de Encomenda**
  - Pré-condição: O Cliente está autenticado no sistema.
  - Efeitos: O Cliente torna-se capaz de inserir uma nova entrega no sistema ao detalhar características da mesma.

## 2.4 Custo de Solução

O custo de solução deste problema tem como base as distâncias entre as localizações.

# 3 Tarefas e decisões realizadas

## 3.1 Arquitetura Utilizada

Para o desenvolvimento do projeto, escolhemos, enquanto grupo, utilizar uma arquitetura dividida em diferentes classes. De seguida, explicamos cada uma sucintamente:

**Sistema** - Nesta classe são armazenados os dados dos Clientes, Estafetas, Encomendas e do Mapa. Estas informações são retiradas de ficheiros com formato **JSON** e guardadas em dicionários, permitindo a persistência de dados do programa como um todo. Para além disto é responsável por coordenar as interações entre estafetas, encomendas e clientes através destes dicionários.

**Grafo** - Nesta classe estão contidos os métodos para desenhar o grafo de modo a ter uma visualização gráfica do mapa. Esta classe é também essencial pois é responsável pela implementação dos algoritmos de procura, seja ela informada ou não.

**Node** - Representação de um nó na estrutura de dados definida em Grafo.

**Estafeta** - Aqui são definidas funcionalidades relacionadas a um estafeta de modo a que seja possível gerir a carga de trabalho, o tempo de entrega e a viabilidade de realizar uma determinada entrega.

**Encomenda** - Representação de uma encomenda como um objeto com propriedades que descrevem detalhes específicos de cada uma, tais como: id, peso, volume, estado, etc.

**Cliente** - Esta classe é responsável por manter informações associadas a um cliente específico como nome e estafetas passíveis de serem avaliados.

**Menu** - Classe que permite a representação gráfica do sistema em si. É nesta classe que as interfaces do cliente, estafeta e administrador são implementadas. Interações como criar uma encomenda, ver estafetas ou ver rankings têm todas início nesta classe.

## 3.2 Heurísticas Utilizadas

Em relação à procura informada, optamos por utilizar duas heurísticas distintas. Uma delas relacionada ao trânsito, e outra relativa à qualidade da estrada da rua em si.

**Heurística Trânsito:** Na heurística de trânsito associamos a cada rua, um número que representa a percentagem média de trânsito que a rua costuma ter. Ou seja, quanto menor a percentagem, melhor é, na teoria, a opção.

**Heurística Qualidade da Estrada:** Nesta heurística associamos a cada rua, um número que representa o número de danos que a estrada possui. Ou seja, quanto menor o número de danos, melhor esta opção se torna para o estafeta que quer a estrada nas melhores condições.

**Heurística Melhor Caminho:** Nesta heurística associamos a cada rua, as distâncias em linha reta, tendo como início a Central da empresa.

## 3.3 Considerações no Desenvolvimento

Durante a evolução deste projeto existem algumas considerações importantes de realçar. Algumas destas são:

- Durante a seleção de um Estafeta para realizar uma Entrega, independentemente da heurística utilizada, é sempre escolhido o Estafeta com menor emissão de CO2 tendo em conta que cumpre com os requisitos da entrega impostos pelo Cliente para uma procura não informada.
- Um Estafeta pode optar pela Heurística que prefere que os Algoritmos de procura tenham em conta no Grafo.
- Um Estafeta pode optar entre entregar só uma encomenda, à decisão dele, ou o sistema atribuir-lhe uma lista de encomendas a entregar, tendo em conta os pesos e possíveis prazos de entrega, desta maneira evitando voltas desnecessárias à “Central”.
- Temos a possibilidade do estafeta consultar os rankings de: estafetas com melhor avaliação média, estafetas com mais entregas feitas, estafetas com mais entregas de carro feitas, estafetas com mais entregas de mota feitas e estafetas com mais entregas de bicicleta feitas.

- Temos também a feature de avaliação do estafeta por parte do cliente, onde após a encomenda ser feita, o mesmo pode avaliar a prestação do estafeta nesta entrega.

## 5 Conclusão

Durante este projeto, focamo-nos na criação de algoritmos para otimizar as operações de entrega da Health Planet. Concentramo-nos em reduzir os tempos de entrega e minimizar o impacto ambiental utilizando algoritmos lecionados na UC de Inteligência Artificial.

O intuito da empresa foi não apenas atender às exigências dos clientes, mas também reduzir o seu impacto ambiental e os custos associados a cada entrega. Ao explorar algoritmos de procura, o objetivo principal foi encontrar o percurso mais eficiente para os estafetas, considerando não apenas a rapidez na entrega, mas também a escolha do meio de transporte com menor impacto ambiental. Identificamos porém alguns pontos de melhoria a nível de sistema, como ter classes adicionais de forma a aprimorar o encapsulamento com vista a facilitar uma futura expansão do código. Para além disso, poderíamos melhorar as heurísticas existentes de forma a ter uma escolha mais precisa de percursos a realizar pelo estafeta.