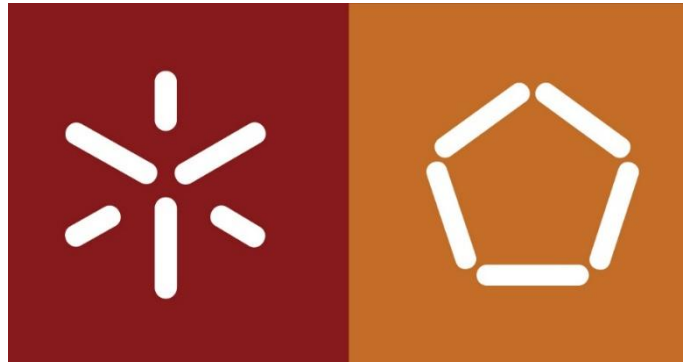


Universidade do Minho



Engenharia Informática

Trabalho Prático

Inteligência Artificial

Resolução de Problemas - Algoritmos de procura

Ano letivo 2024/2025

Grupo 10

Avaliação por pares

a104003 Gonçalo Cunha DELTA = 0

a104177 Nuno Ribeiro DELTA = 0

a104346 Gonçalo Cruz DELTA = 0

Índice

Descrição do problema	4
Formulação do problema.....	5
Descrição das tarefas e decisões	6
Funcionalidades	8
Conclusão	10

Descrição do problema

Este projeto consiste em resolver um problema de otimização de distribuição de suprimentos essenciais por zonas afetadas por catástrofes naturais, garantindo um uso eficiente dos recursos disponíveis.

As áreas afetadas apresentam diferentes níveis de gravidade e necessidades, podendo variar ir desde regiões densamente povoadas a locais remotos e de difícil acesso. Além disso, o acesso às várias zonas é influenciado por fatores como a geografia e as condições meteorológicas.

A distribuição dos bens é feita por um conjunto de veículos (drones, helicópteros, aviões e caminhões), cada um com limitações específicas, incluindo capacidade de carga, autonomia e velocidade.

O objetivo principal foi o desenvolvimento de algoritmos de procura que otimizassem a atribuição dos veículos e o estabelecimento das rotas de modo a priorizar as zonas mais críticas e com maior população afetada, respeitando um intervalo de tempo crítico até ao qual a ajuda deve chegar (caso contrário, o auxílio torna-se impossível).

Para além disto, foi necessário lidar com imprevistos como bloqueios de estradas ou alterações meteorológicas.

Formulação do problema

Para o problema em questão, o agente encontra-se num ambiente determinístico e completamente observável e conhece os estados em que está em cada momento. Por isso, temos um problema de **estado único**.

O **estado inicial** é o distrito a partir do qual os meios vão partir com os mantimentos.

O **teste (ou estado) objetivo** são todas as cidades, às quais os suprimentos chegarão.

O **operador** disponível é a deslocação para um distrito adjacente ao atual.

O **custo da solução** é a soma das distâncias entre os nós percorridos.

Descrição das tarefas e decisões

Para representar as zonas de entrega decidimos usar nós de um grafo bidirecional, em que os arcos simbolizam as estradas que ligam cada distrito. Apresenta-se na seguinte imagem o grafo desenvolvido (de notar que a cada execução do programa a condição meteorológica dos arcos e se estes estão ou não bloqueados podem alterar).

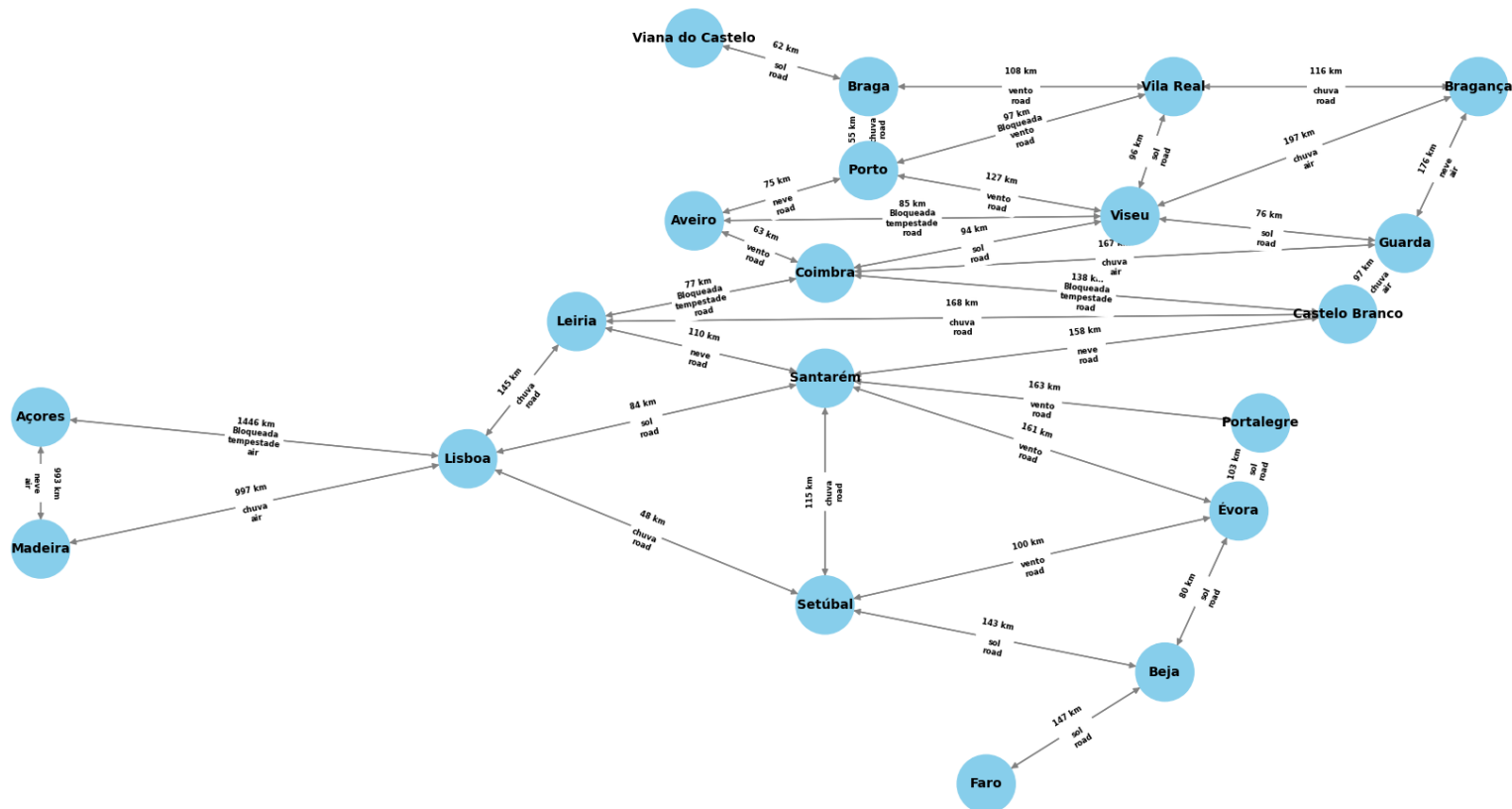


Figura 1 - Grafo representativo do problema

Para a resolução deste problema recorreremos a um ficheiro JSON em que são representados os 18 distritos de Portugal Continental e as 2 Regiões Autónomas. Para cada um, está definida a gravidade da ocorrência; a quantidade de pessoas afetadas pela mesma; a prioridade, que relaciona a gravidade com a população afetada; o tempo crítico, que indica em quanto tempo é necessário que chegue ajuda; e ainda a localização, que são as coordenadas para a representação visual do grafo. Estão ainda estabelecidas as conexões entre os nós do grafo, com a distância, em quilómetros, entre a origem e o destino do arco; e o tipo de conexão (*road* ou *air*). Por fim, temos ainda, neste ficheiro, representados os veículos (drone, helicóptero, avião e camião), com a capacidade de carga, numa proporção de 1 para 1 com a população (ex.: 15 de carga serve 15 pessoas); o *range*, que indica para

quantos quilômetros o veículo tem combustível; e a velocidade (este valor é usado para calcular, posteriormente, o tempo que cada veículo demora a chegar a cada nó).

Na nossa aplicação, implementámos 5 algoritmos de procura: BFS, DFS, Custo Uniforme, Greedy e A*. Os algoritmos de procura informada (os dois últimos) tiram partido de uma informação extra presente no problema, que é a heurística. Esta estimativa indica a distância euclidiana entre o nó inicial e o(s) nó(s) final(is) no grafo.

Todos os algoritmos evitam as estradas bloqueadas, tentando encontrar um caminho alternativo. Cada veículo utiliza apenas os caminhos que o seu tipo permite (os veículos aéreos, que são os drones, helicópteros e aviões, podem usar os caminhos de tipo “air” e “road” enquanto que os terrestres, os camiões, apenas usam os de tipo “road”).

Os meios necessários a cada distrito são atribuídos de acordo com a gravidade da ocorrência em cada local, sendo apresentados, no terminal, por ordem decrescente.

Em relação às condições meteorológicas, existe uma probabilidade de 24% de um caminho ter sol, chuva, neve ou vento, em que a velocidade dos meios é afetada para cada um, sendo que os restantes 4% são para tempestade, que bloqueia completamente o caminho em questão. Para além disto, há ainda uma probabilidade de 5% de um caminho com qualquer outro estado meteorológico que não tempestade ser também bloqueado totalmente.

Funcionalidades

Ao iniciar o nosso programa, são apresentadas várias opções, como se pode ver na seguinte imagem.

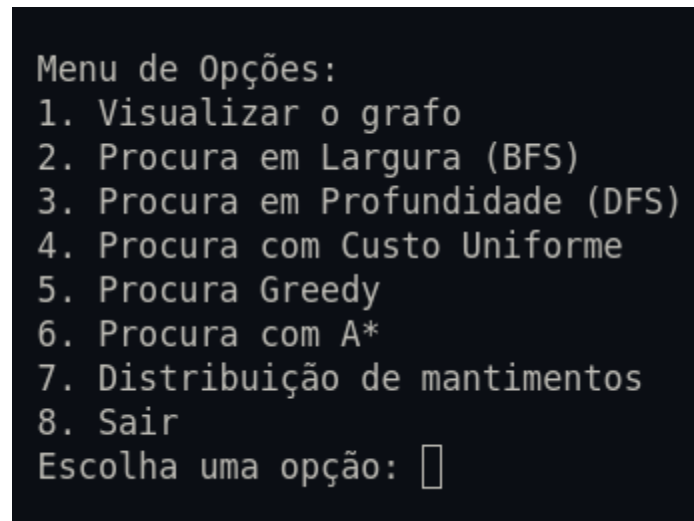


Figura 2 - Menu inicial

Visualizar o grafo – Esta opção permite obter uma representação visual do grafo, com informações sobre bloqueio de estradas e condições meteorológicas.

Procura em Largura (BFS), Procura em Profundidade (DFS), Procura com Custo Uniforme, Procura Greedy e Procura com A* – Para todas estas opções, o programa encontra o melhor caminho entre um nó inicial e um final, inseridos pelo utilizador, apresentando o respetivo custo. Com estas opções, o utilizador consegue comparar os algoritmos e analisar os resultados.

Distribuição de mantimentos – Esta é a opção principal do programa, onde a aplicação calcula o melhor caminho para todos os destinos, a partir de um nó inicial inserido pelo utilizador, para todos os veículos. Nesta opção, são utilizados todos os algoritmos de procura a fim de obter o melhor custo.

Escolhendo uma das opções dos algoritmos de procura, o programa pede o nó inicial e o final e apresenta os melhores caminhos para cada veículo, usando o algoritmo selecionado. Apresenta-se de seguida um exemplo.

```
Escolha uma opção: 5

Procura Greedy:
Escreva o nó inicial: Lisboa
Escreva o nó final: Braga
Nenhum caminho encontrado para o veículo drone
Veículo camião | Caminho encontrado: Lisboa -> Leiria -> Coimbra -> Viseu -> Vila Real -> Braga | Custo: 520
Veículo helicóptero | Caminho encontrado: Lisboa -> Santarém -> Leiria -> Coimbra -> Viseu -> Vila Real -> Braga | Custo: 569
Veículo avião | Caminho encontrado: Lisboa -> Leiria -> Coimbra -> Viseu -> Vila Real -> Braga | Custo: 520
```

Figura 3 - Exemplo de output com Algoritmo de Procura Greedy

Em relação à opção da Distribuição de mantimentos, o utilizador tem também de inserir o nó inicial da procura e o programa apresenta os caminhos para todos os nós destino, para cada um dos veículos, caso consiga. Caso diga “Nenhum caminho encontrado” significa que o veículo não tinha combustível suficiente para chegar ao nó em questão ou porque este era inatingível devido a estradas bloqueadas. Já “O veículo não chega a tempo” quer dizer que, calculando o tempo que esse veículo demora a chegar ao nó destino (recorrendo à sua velocidade e à distância entre os dois nós), é superior ao tempo crítico do distrito de destino. Se a frase “Nenhum veículo chega a tempo” estiver presente quer dizer que nenhum dos veículos conseguiu atingir o destino dentro do tempo crítico ou que não existem caminhos até esse nó.

```
Escolha uma opção: 7

Distribuição de mantimentos:
Escreva o nó inicial: Lisboa

Melhores caminhos para a cidade Leiria:
Veículo: drone | Nenhum caminho encontrado
Veículo: camião | Caminho: Lisboa -> Leiria | Custo: 145
    O veículo camião não chega a tempo
Veículo: helicóptero | Caminho: Lisboa -> Santarém -> Leiria | Custo: 194
    O veículo helicóptero não chega a tempo
Veículo: avião | Caminho: Lisboa -> Leiria | Custo: 145
    O veículo avião não chega a tempo
Nenhum veículo chega a tempo a Leiria

Melhores caminhos para a cidade Açores:
Veículo: drone | Nenhum caminho encontrado
Veículo: camião | Nenhum caminho encontrado
Veículo: helicóptero | Nenhum caminho encontrado
Veículo: avião | Caminho: Lisboa -> Açores | Custo: 1446
    O veículo avião chega a tempo em 124 minutos
Veículos usados para ir para Açores: 2 x avião
```

Figura 4 - Exemplo de output da opção Distribuição de mantimentos

Conclusão

Em suma, o programa criado responde aos objetivos e problemas propostos. Dados os distritos de Portugal e várias informações sobre ocorrências de catástrofes, consegue indicar os melhores caminhos a percorrer pelos veículos que garantem a entrega a tempo de suprimentos às populações afetadas.

É possível visualizar o grafo, com as informações sobre o estado das ligações, bem como selecionar algoritmos de procura, a fim de obter os caminhos mais eficientes para cada veículo entre um nó inicial e final, bem como o custo dos mesmos.