U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Conceção e Análise de Algoritmos

À Procura de Estacionamento

2MIEIC02 – Grupo D

(7 de abril de 2017)

Bárbara Silva **up201505628**@fe.up.pt

João Azevedo **up201503256**@fe.up.pt

Julieta Frade **up201506530**@fe.up.pt

Índice

Introdução

Descrição do Tema – "À procura de estacionamento"

O projeto realizado no âmbito da unidade curricular de Conceção e Análise de Algoritmos destina-se ao processamento de um mapa real, neste caso uma área por nós escolhida *à priori,* e respetivo cálculo do caminho ideal de um local escolhido pelo utilizador, origem, para um parque de estacionamento perto do destino, indicado também pelo utilizador.

No contexto do problema, o "caminho ideal" assume diferentes semânticas, uma vez que, por exemplo, o caminho pretendido pode ser o mais curto que nos leva do parque de estacionamento ao destino, ou o que nos leva ao parque de estacionamento mais barato, dentro de uma distância máxima ao nosso destino.

Assim, identificamos como objetivos as seguintes funcionalidades do projeto:

- Possibilidade de o utilizador definir o local de origem e destino.
- Possibilidade de escolher o caminho:
  - Que leva ao parque de estacionamento mais perto do destino.
  - Que leva ao parque mais barato associado ao destino.
- Possibilidade de escolher qualquer uma das opções acima desejando abastecer o veículo ou não.

O parque por nós indicado ao utilizador estará a uma distância máxima do local de destino, distância essa definida pelo utilizador.

Identificação e Formalização do Problema

Enquanto grupo de trabalho procurámos desde cedo ler e compreender o enunciado proposto e formalizar o problema, estruturando-o e repartindo problemas até que se tornassem elementares e de simples resolução.

Assim, identificamos e modulámos o nosso projeto em alguns tópicos:

- A escolha de uma área real de teste.
- O uso do *parser* providenciado.
- A extração de informação dos ficheiros de texto.
- A criação da estrutura de dados a partir dos mesmos ficheiros:
  - Criação de nós que contivessem a informação pretendida.
  - Criação de arestas com os valores essenciais aos cálculos futuros.
  - Criação conjunta do grafo, englobando nós e arestas.
- A determinação do caminho ideal no grafo usando o algoritmo adequado.
- A criação de um menu que serviria de interface com o automobilista.

Desde cedo que demos a devida importância à compreensão do funcionamento e estruturação dos grafos bem como os diferentes algoritmos de pesquisa nos mesmos.

Solução Implementada

O primeiro passo foi então definir a área a testar e se para tal usaríamos o *parser* disponibilizado ou iriamos nós próprios criar os ficheiros contendo a informação necessária. Rapidamente nos apercebemos que seria mais prático e elucidativo criarmos os nossos próprios ficheiros de teste.

Efetivamente, tendo os ficheiros prontos e uma ideia bem definida da área a utilizar, facilmente, criámos as funções necessárias à leitura de ficheiros de texto, criando também os nós e arestas do nosso grafo.

Cada nó possui atributos necessários ao funcionamento dos algoritmos à frente explicados. Em cada nó está também armazenada a lista de arestas a que o vértice (nó) está ligado. Por último, a informação útil em si, contida num objeto (**Node**) por nós definido contendo o seu ID, nome indicativo do local (cinema, shopping, universidade...), e um par de coordenadas no mapa (x, y).

Cada parque é um objeto que contem o nó a ele associado. Para além disso, guardam o seu nome e preço e ainda a informação de se é um parquímetro ou garagem.

As ruas, que representam um conjunto de arestas, contêm não só um ID e o nome da mesma, mas também a informação sobre a existência de dois sentidos ou apenas um e uma lista de nós que liga.

Para o cálculo do caminho mais curto, uma vez que se trata de um grafo pesado com apenas números inteiros positivos, foi usado o algoritmo de ***Dijkstra*** sempre que necessário.

O mapa por nós feito foi o seguinte (os parques de estacionamento estão rodeados a roxo e as bombas de gasolina estão rodeadas a verde):

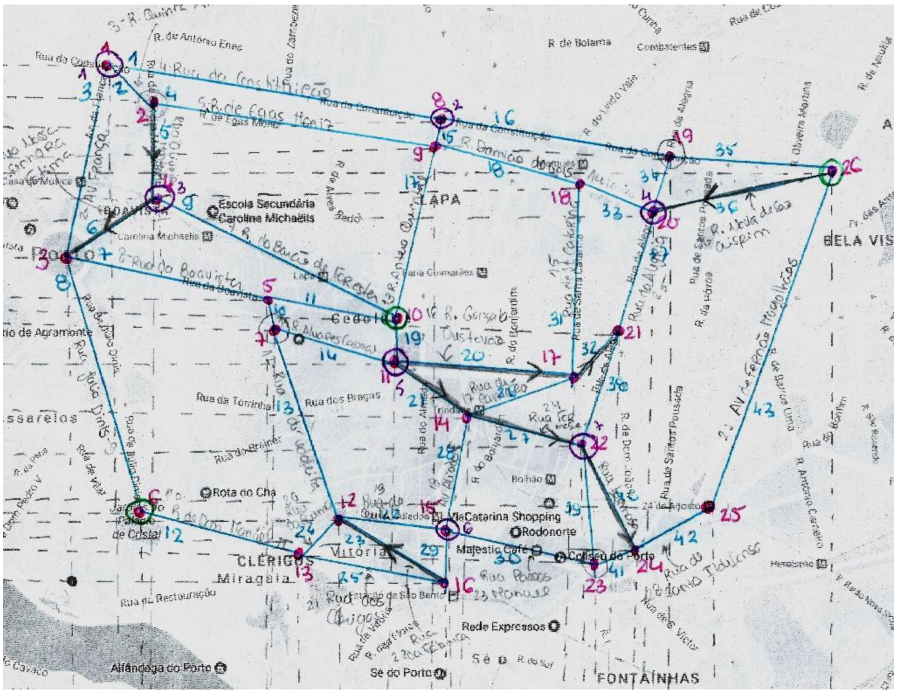
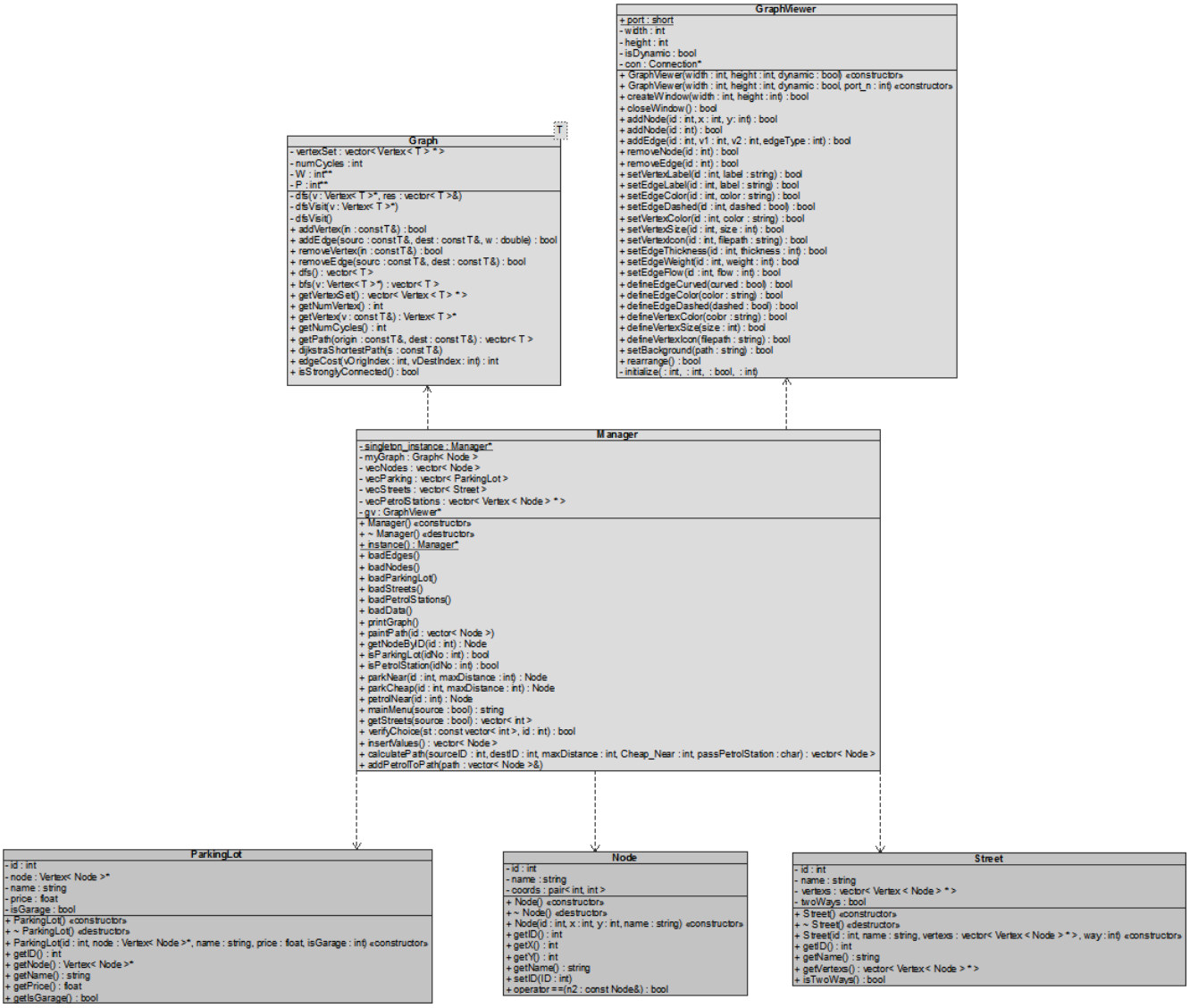


Diagrama de Classes



Casos de Utilização

Classes

Manager → *Singleton class* (instância da mesma limitada a um objeto) que contem a informação do programa em execução assim como os métodos para o iniciar.

Node → classe representativa de um local (nó), contendo um ID, o nome desse local e um par de coordenadas no mapa.

Street → classe representativa de uma estrada (várias arestas), contendo um ID, o nome da rua, um booleano indicando se é ou não de dois sentidos e uma lista de nós que a estrada liga.

ParkingLot → classe representativa do parque de estacionamento, contendo um ID, o nome do mesmo, o preço a pagar, um booleano indicando se é ou não garagem (caso não o seja é um parquímetro) e um nó ao qual o parque está associado.

Ficheiros

Edges.txt – ficheiro contendo a informação relativa a arestas como o seu ID e os nós que liga.

Nodes.txt – ficheiro contendo o ID do nó, as coordenadas x e y no mapa e o nome identificativo do local.

Parking.txt – ficheiro contendo o ID de cada parque, o ID do nó a que está associado, o nome do mesmo, o preço a pagar por lá estacionar e um valor que indica se é garagem ou não.

Streets.txt – ficheiro contendo a informação das ruas (arestas), como o seu ID, o nome da mesma.

Djikstra

Para o cálculo do trajeto mais curto, sempre que necessário, tratando-se de um grafo pesado com valores apenas positivos, usamos o algoritmo de ***Djikstra***.

Em termos de analise de complexidade espacial e temporal este algoritmo apresenta:

- Espacialmente: O (N^2) onde N representa o número de nós.
- Temporalmente: O (A + N log(N)) onde N representa o número de nós e A o de arestas.

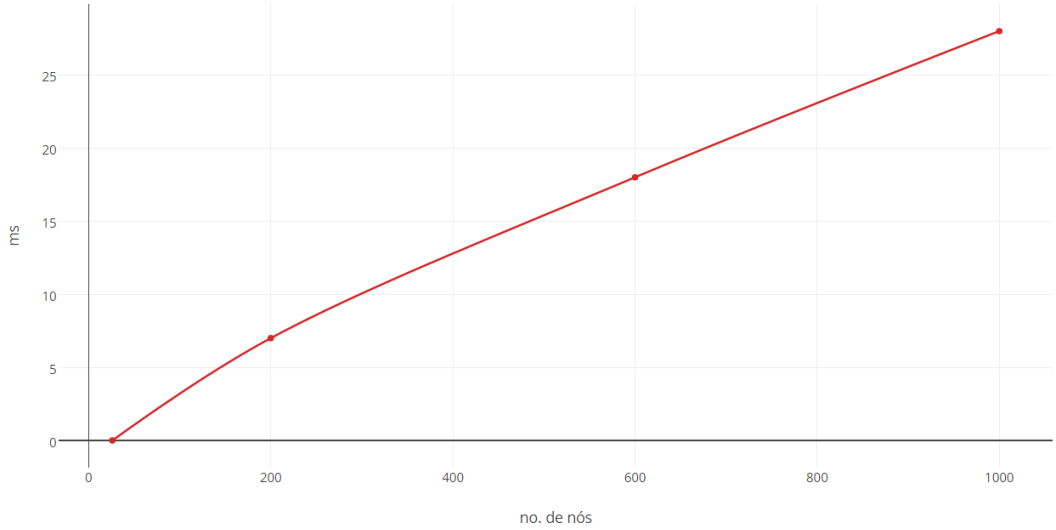
Este algoritmo revela-se como o mais eficiente dos lecionados, impondo apenas a restrição dos valores das arestas serem positivos.

Em baixo apresenta-se o pseudocódigo do algoritmo, sendo que elucida melhor o funcionamento do mesmo:

```
1:  function Dijkstra(Graph, source):
2:      for each vertex v in Graph:                 // Initialization
3:          dist[v] := infinity                     // initial distance from source to vertex v is set to infinite
4:          previous[v] := undefined                // Previous node in optimal path from source
5:      dist[source] := 0                           // Distance from source to source
6:      Q := the set of all nodes in Graph          // all nodes in the graph are unoptimized - thus are in Q
7:      while Q is not empty:                       // main loop
8:          u := node in Q with smallest dist[ ]
9:          remove u from Q
10:         for each neighbor v of u:               // where v has not yet been removed from Q.
11:             alt := dist[u] + dist_between(u, v)
12:             if alt < dist[v]                    // Relax (u,v)
13:                 dist[v] := alt
14:                 previous[v] := u
15:     return previous[ ]
```

Como já referido, o algoritmo de ***Dijkstra*** apresenta complexidade temporal de O(n*log(n) + e), sendo "n" o numero de nós e "e" o número de arestas.

Para verificar a complexidade temporal desta algoritmo, criamos mais 3 mapas para além do original usado pelo programa, sendo o número de nós destes 200, 600 e 1000. Assim, o gráfico que mostra o tempo de execução do algoritmo em função do número de vértices e arestas seria dado por uma função aproximadamente como:



Tal gráfico é corroborado pela análise e medida dos tempos de execução do nosso programa usando diferentes dados de entrada, como os apresentados na tabela a seguir:

Número de vértices (N)	Número de arestas (E)	Tempo (ms)
26	43	< 1
200	100	7
600	300	18
1000	500	28

Com esta experiência podemos confirmar que a complexidade temporal deste algoritmo é de facto O(n*log(n) + e).

Conectividade

Para avaliar a conectividade do gráfico foi usado o método descrito nas aulas teóricas da cadeira:

- Pesquisa em profundidade no grafo G determina floresta de expansão, numerando vértices em pós-ordem (ordem inversa de numeração em pré-ordem)
- Inverter todas as arestas de G (grafo resultante é Gr)
- Segunda pesquisa em profundidade, em Gr, começando sempre pelo vértice de numeração mais alta ainda não visitado

Programa

Primeiramente, o programa executa o processamento da informação dos ficheiros de texto, respetiva criação do grafo e visualização do mesmo com toda a informação identificadora de cada aresta e nó.

Numa segunda fase, é requerida informação ao automobilista através da consola.

Para começar, é requerida a posição atual do utilizador, como abaixo indicado:

```
> WHERE ARE YOU ?
[1]Mall           [4]Restaurant
[2]Cinema         [5]University
[3]Gas Station    [6]Parking Lot
[0]Other

> Option: 0

 ID      Street
-----------------
2  :  Rua Quinta Amarela
2  :  Rua Egas Moniz
9  :  Rua Egas Moniz
2  :  Rua Oliveira Moneteiro
7  :  Rua Alvares Cabral
12  :  Rua de Cedofeita
7  :  Rua de Cedofeita
9  :  Antero Quental
9  :  Rua Damiao de Gois
18  :  Rua Damiao de Gois
18  :  Rua de Santa Catarina
21  :  Rua Goncalo Cristovão
14  :  Rua de Camoes
16  :  Avenida Dos Aliados
14  :  Avenida Dos Aliados
12  :  Rua de Ceuta
12  :  Rua do Carmo
16  :  Rua dos Clerigos
16  :  Rua da Fabrica
12  :  Rua da Fabrica
14  :  Rua Formosa
21  :  Rua da Alegria

> CHOOSE YOUR CURRENT LOCATION'S ID: 7
```

De seguida é necessário, tal como abaixo demonstrado, indicar o destino pretendido:

```
> WHERE DO YOU WANT TO GO ?
[1]Mall           [4]Restaurant
[2]Cinema         [5]University
[3]Gas Station    [6]Parking Lot
[0]Other

> Option: 0

 ID      Street
-----------------
2  :  Rua Quinta Amarela
2  :  Rua Egas Moniz
9  :  Rua Egas Moniz
2  :  Rua Oliveira Moneteiro
7  :  Rua Alvares Cabral
12  :  Rua de Cedofeita
7  :  Rua de Cedofeita
9  :  Antero Quental
9  :  Rua Damiao de Gois
18  :  Rua Damiao de Gois
18  :  Rua de Santa Catarina
21  :  Rua Goncalo Cristovão
14  :  Rua de Camoes
16  :  Avenida Dos Aliados
14  :  Avenida Dos Aliados
12  :  Rua de Ceuta
12  :  Rua do Carmo
16  :  Rua dos Clerigos
16  :  Rua da Fabrica
12  :  Rua da Fabrica
14  :  Rua Formosa
21  :  Rua da Alegria

> CHOOSE YOUR DESTINATION'S ID: 21
```

Por fim, a distância máxima do local destino ao parque de estacionamento deve ser indicada, assim como a especificação do caminho ideal, podendo este ser o mais curto ou o que conduz ao parque mais barato dentro da distância máxima especificada ao destino.

Como parâmetro adicional, o automobilista pode, para ambas as opções anteriormente especificadas, optar por um trajeto que inclua um posto de abastecimento ou não.

A imagem seguinte ilustra então o resultado final, indicando-se o ID do parque ideal e o caminho a percorrer, nó a nó, e, se pretendido, o posto de abastecimento automóvel onde parar.

```
> MAX DISTANCE (m): 50

> WHICH TYPE OF PARKING LOT DO YOU PREFER ?
[1]Cheap           [2]Near Your Destiny

> Option: 1

> DO YOU WANT TO FILL UP THE CAR ? (y/n): y

> PARK: 22
> GAS STATION: 10
> PATH: 7 5 10 11 14 22 21
```

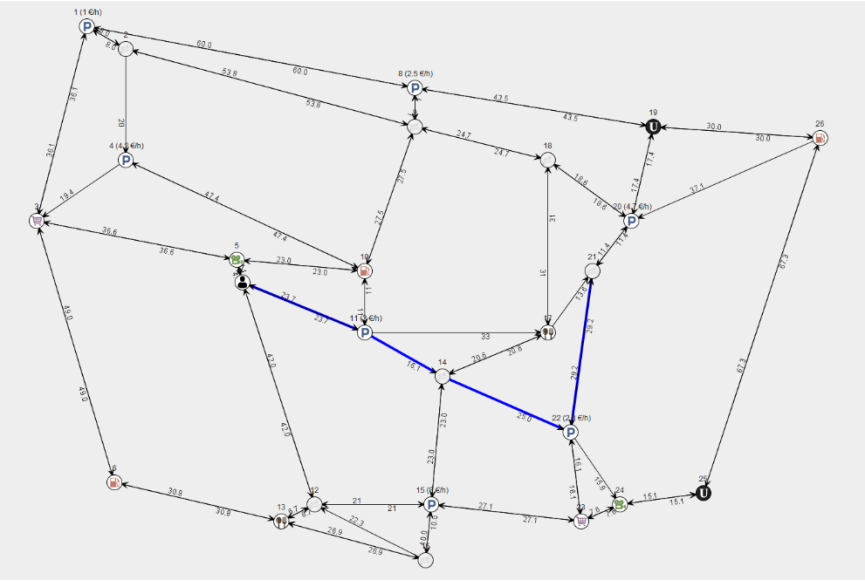
No final da execução do programa é sempre indicado o tempo de execução e se o grafo usado era fortemente conexo ou não:

```
> EXECUTION TIME (ms): 3
> IS GRAPH STRONGLY CONNECTED: yes
```

De seguida, apresentámos alguns dos resultados visualizados mediante cada um dos quatro casos possíveis.

Partida → Destino mais barato

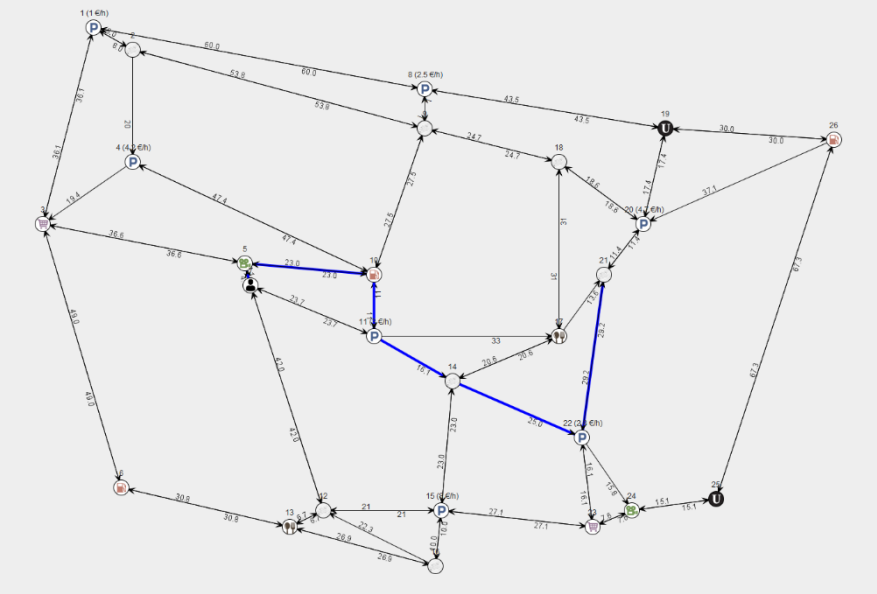
Caso se pretenda estacionar no parque mais barato perto do destino e não se faça questão de abastecer, como por exemplo, fazendo este mesmo percurso entre os nós 7 e 21, o resultado visualizado será o seguinte:



É de notar que o caminho ideal calculado se encontra delineado a azul.

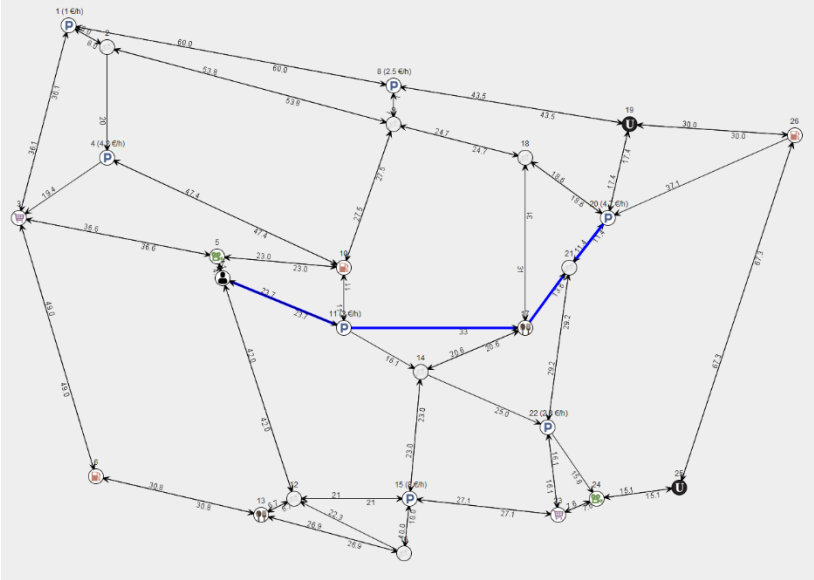
Partida → Posto Abastecimento → Destino mais barato

Ainda trabalhando sobre os nós 7 e 21, podemos visualizar o seguinte resultado quando pretendido o caminho que leve ao parque mais barato perto do destino, passando pelo posto de abastecimento.



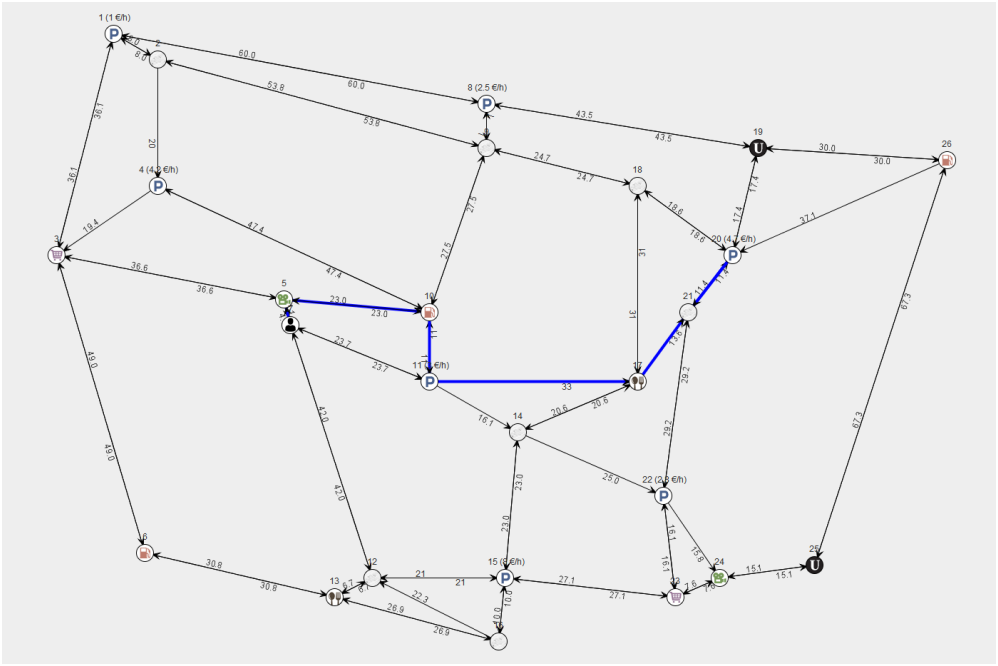
Partida → Destino pelo caminho mais curto

Abaixo é apresentado o resultado de optar por não querer abastecer o veículo e pretender colocar o parque o mais perto possível do local destino.



Partida → Posto Abastecimento → Destino pelo caminho mais curto

Por fim, caso o automobilista pretenda o caminho mais curto do local em que se encontra ao destino, passando por um posto automóvel, referindo-nos ainda como exemplo aos nós 7 e 21, obtemos o seguinte grafo:



Dificuldades

Durante a realização deste projeto não se apresentaram grandes dificuldades a nível de programação mas sim de edificação e planeamento do mesmo.

Efetivamente, o maior obstáculo terá sido a compreensão da utilidade do software apresentado (*GraphViewer* e *Parser*) e de como utilizá-lo. Após expormos as nossas duvidas à professora optámos por descartar o *parser*, visto que este não ia ao encontro do que realmente precisávamos e ainda tinha alguns problemas na sua implementação. Assim, consideramos desnecessário e não benéfico.

No entanto, foi na mesma usado o *GraphViewer* para visualização do nosso grafo, por este motivo, o *setup* do projeto em diferentes IDE's (*Visual Studio* e *Eclipse*) demorou um pouco mais do que seria esperado, devido a problemas de compilação.

Distribuição do Trabalho

Todos os membros do grupo de esforçaram igualmente na estratificação do problema e compreensão do enunciado. Quanto à implementação da solução, houve algumas discrepâncias, estando abaixo explicadas com devidas percentagens.

Bárbara Silva

- Estruturação do código.
- Extração de informação de ficheiros.
- Implementação do menu e verificação do input.
- Estruturação e revisão do relatório.
- **Percentagem:** 30%

João Azevedo

- Estruturação do código
- Redação do relatório.
- Pesquisa sobre os algoritmos a utilizar.
- **Percentagem:** 30%

Julieta Frade

- Criação dos mapas usados.
- Implementação do Graph Viewer.
- Implementação das funções que calculam as diferentes opções de caminho.
- Implementação do método de cálculo da conectividade do grafo.
- **Percentagem:** 40%

Conclusão

A proposta de trabalho continha um intuito educativo, sendo requerido da nossa parte que compreendêssemos e usássemos não só novas estruturas como grafos, mas também algoritmos de pesquisa nos mesmos. Não só, mas também o desenvolvimento da componente de trabalho em grupo.

Concluímos, portanto, que os objetivos pretendidos com este projeto de grupo foram atingidos, quer a nível individual quer a nível coletivo, uma vez que cada elemento domina agora os temas lecionados na unidade curricular e é capaz de os aplicar numa componente prática.