

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

João Azevedo **up201503256**@fe.up.pt

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

Conceção e Análise de Algoritmos

*À Procura de Estacionamento*

*2MIEIC02 – Grupo D*

*(19 de maio de 2017)*

Índice

|  |  |
| --- | --- |
| **Introdução** | 2 |
| Descrição do Tema | 2 |
| Identificação e Formalização do Problema | 3 |
| **Solução Implementada** | 4 |
| **Diagrama de Classes** | 5 |
| **Casos de Utilização** | 6 |
| Classes | 6 |
| Ficheiros | 6 |
| Algoritmos | 7 |
| Djikstra | 7 |
| Conectividade | 8 |
| Programa | 10 |
| **Dificuldades** | 14 |
| **Distribuição do Trabalho** | 15 |
| **Conclusão** | 16 |
|  |  |

***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.

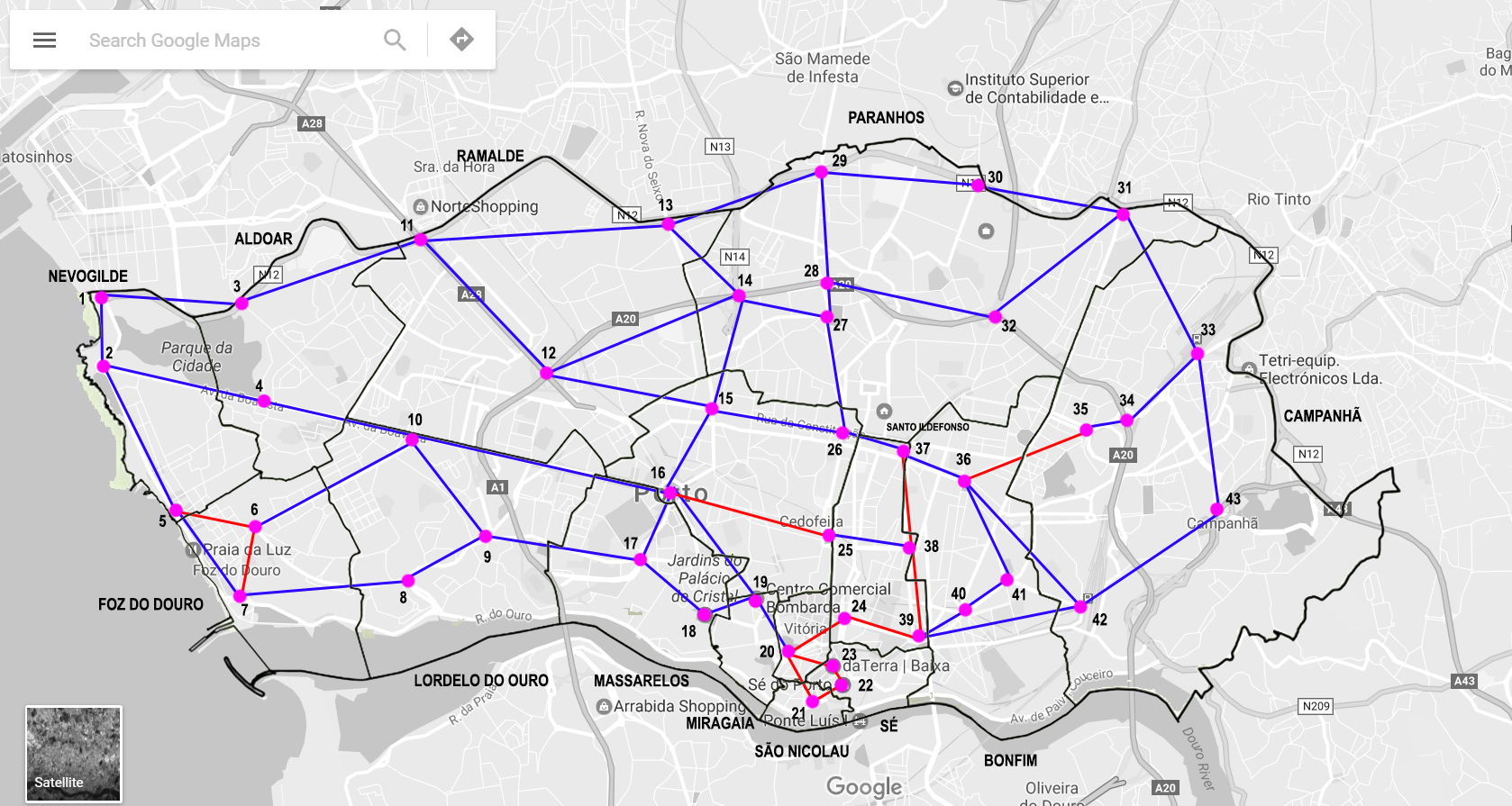
Cada nó possui atributos necessários ao funcionamento dos algoritmos à frente explicados. Em cada nó está também armazenada a lista de arestas a que o vértice (nó) está ligado. Por último, a informação útil em si, contida num objeto (**Node**) por nós definido contendo o seu ID, nome indicativo do local (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):

*Mapa e Legenda*

Ligações a vermelho: um sentido.

Ligações a azul: dois sentidos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Freguesia** | **Nós** |
| Aldoar | 3, 4 |
| Bonfim | 36, 40, 41 |
| Campanhã | 33, 34, 35, 42, 43 |
| Cedofeita | 15, 16, 25, 26 |
| Foz do Douro | 6, 7 |
| Lordelo do Ouro | 8, 9, 10 |
| Massarelos | 17, 18 |
| Miragaia | 19 |
| Nevogilde | 1, 2, 5 |
| Paranhos | 14, 27, 28, 29, 30, 31, 32 |
| Ramalde | 11, 12, 13 |
| Santo Ildefonso | 24, 37, 38, 39 |
| São Nicolau | 21 |
| Sé | 22, 23 |
| Vitória | 20 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de Local** | **Nós** |
| Parque de Estacionamento | 1, 4, 7, 9, 15, 21, 27, 29, 33, 37, 41 |
| Posto de Abastecimento | 3, 12, 14, 17, 32, 38, |
| Universidade | 8, 30, 42 |
| Centro Comercial | 11, 19, 34 |
| Restaurante | 6, 10, 23 |
| Cinema | 16, 39 |

**1 - 2**: Via do Castelo do Queijo

**2 - 5**: Avenida Montevideu

**5 - 6**: Rua Corte Real

**6 - 7**: Rua da Cerca

**5 - 7**: Avenida do Brasil

**7 - 8 - 9**: Rua de Diogo Botelho

**6 - 10**: Avenida do Marechal Gomes da Costa

**2 - 4 - 10 - 16**: Avenida da Boavista

**9 - 10**: Rua de Serralves

**9 - 17**: Rua do Campo Alegre

**11 - 12**: A28

**14 - 15 – 16 -17**: Rua Antero Quental

**16 - 17**: Rua Gonçalo Sampaio

**17 - 18**: Rua Júlio Dinis

**18 - 19**: Rua Dom Manuel II

**19 - 20**: Rua Clemente Meneres

**20 - 21**: Rua da Vitória

**21 - 22**: Rua das Flores

**22 - 23**: Rua de Souto

**20 - 23**: Rua dos Caldeireiros

**14 - 27**: Rua de Monsanto

**13 - 14**: Rua Nova do Seixo

**1 - 3 - 11 - 13 - 29 - 30 - 31 - 33 - 43**: Estrada da Circunvalação

**12 - 15 - 26**: Rua da Constituição

**16 - 25**: Rua da Boavista

**16 - 19**: Rua de Cedofeita

**12 - 14**: A20

**28 - 29**: Rua do Amial

**26 - 27 - 28**: Rua de Vale Formoso

**28 - 32**: A20

**31 - 32**: Avenida Fernão Magalhães

**33 - 34**: Rua das Linhas de Torres

**34 - 35**: Alameda das Antas

**35 - 36**: Rua Nova de São Crispim

**36 – 37 - 26**: Rua de Latino Coelho

**37 - 38 - 39**: Rua de Santa Catarina

**25 - 38**: Rua de Gonçalo Cristóvão

**24 - 39**: Rua de Passos Manuel

**20 - 24**: Rua dos Clérigos

**39 - 42**: Rua do Heroísmo

**42 - 43**: Rua de Bonjóia

**39 - 40 - 41**: Rua do Bonfim

**36 - 41**: Rua de Barros Lima

**36 - 42**: Rua de Justino Teixeira

***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.

*Algoritmos*

***Djikstra***

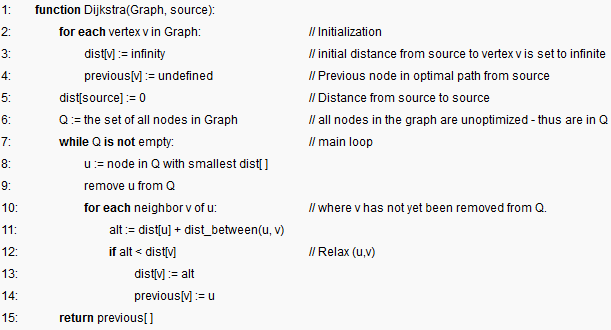
Para o cálculo do trajeto mais curto, sempre que necessário, tratando-se de um grafo pesado com valores apenas positivos, usamos o algoritmo de ***Djikstra***.

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.

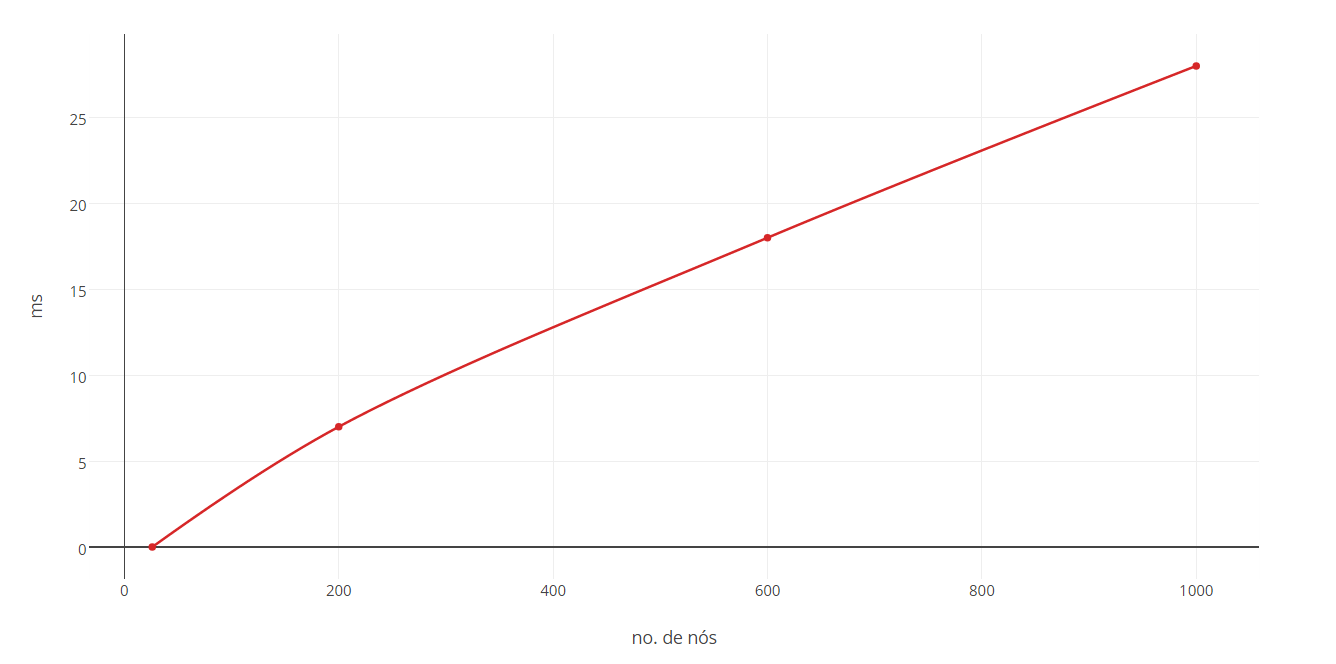
Este algoritmo revela-se como o mais eficiente dos lecionados, impondo apenas a restrição dos valores das arestas serem positivos.

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



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:

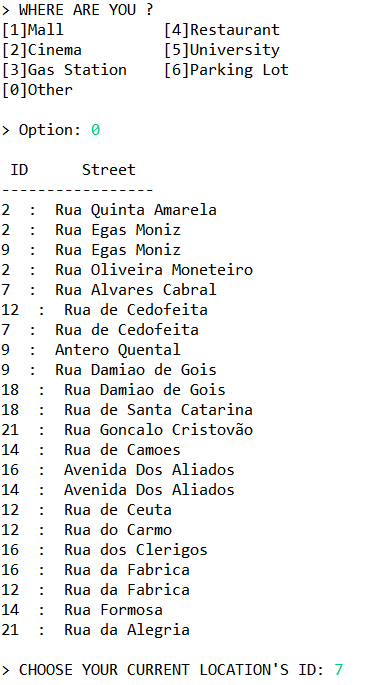
* Pesquisa em profundidade no grafo G determina floresta de expansão, numerando vértices em pós-ordem (ordem inversa de numeração em pré-ordem)
* Inverter todas as arestas de G (grafo resultante é Gr)
* Segunda pesquisa em profundidade, em Gr, começando sempre pelo vértice de numeração mais alta ainda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

*Programa*

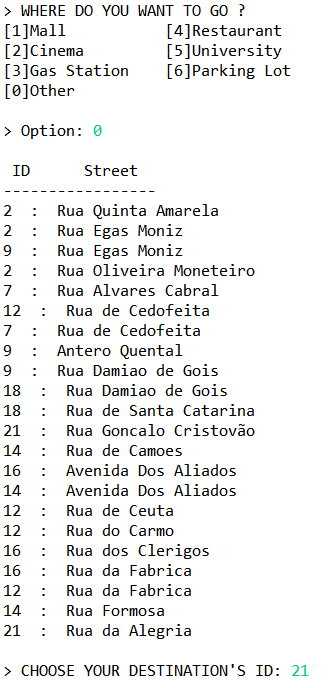
Primeiramente, o programa executa o processamento da informação dos ficheiros de texto, respetiva criação do grafo e visualização do mesmo com toda a informação identificadora de cada aresta e nó.

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

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



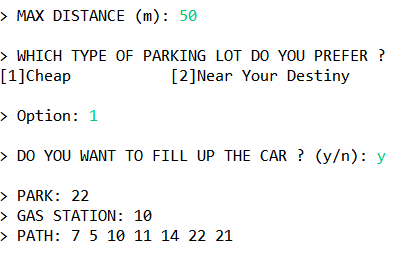
De seguida é necessário, tal como abaixo demonstrado, indicar o destino pretendido:



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.



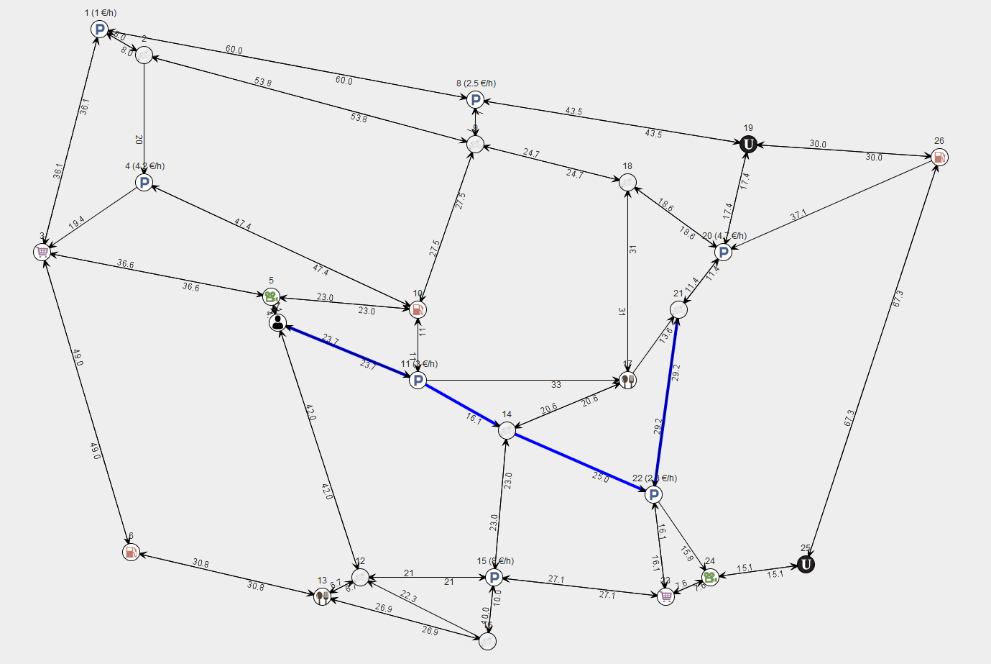
No final da execução do programa é sempre indicado o tempo de execução e se o grafo usado era fortemente conexo ou não:



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

*Partida 🡪 Destino mais barato*

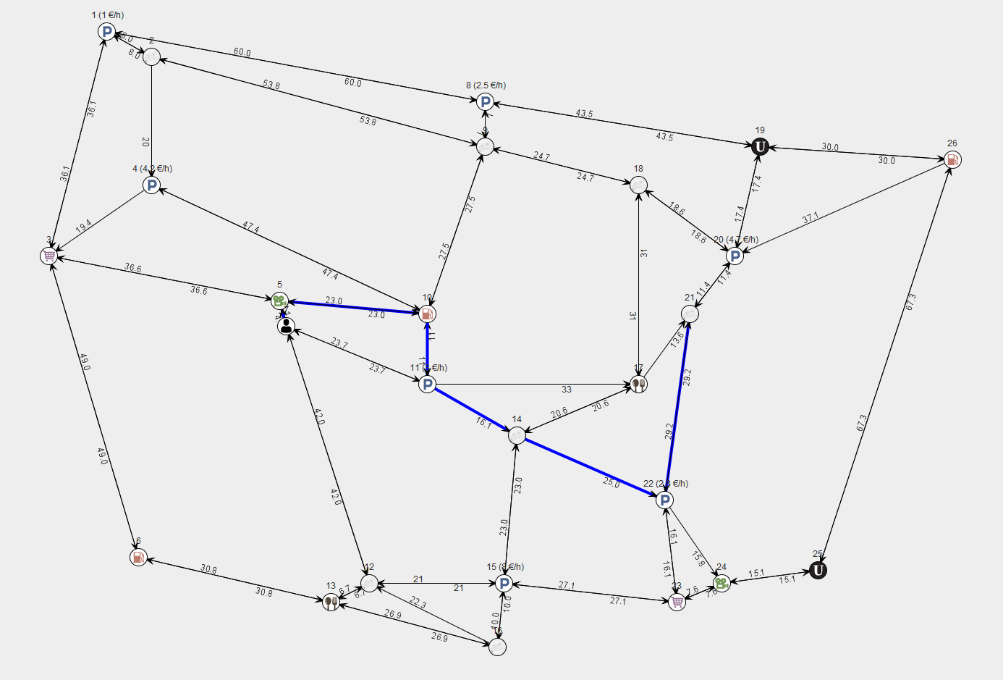
Caso se pretenda estacionar no parque mais barato perto do destino e não se faça questão de abastecer, como por exemplo, fazendo este mesmo percurso entre os nós 7 e 21, o resultado visualizado será o seguinte:



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

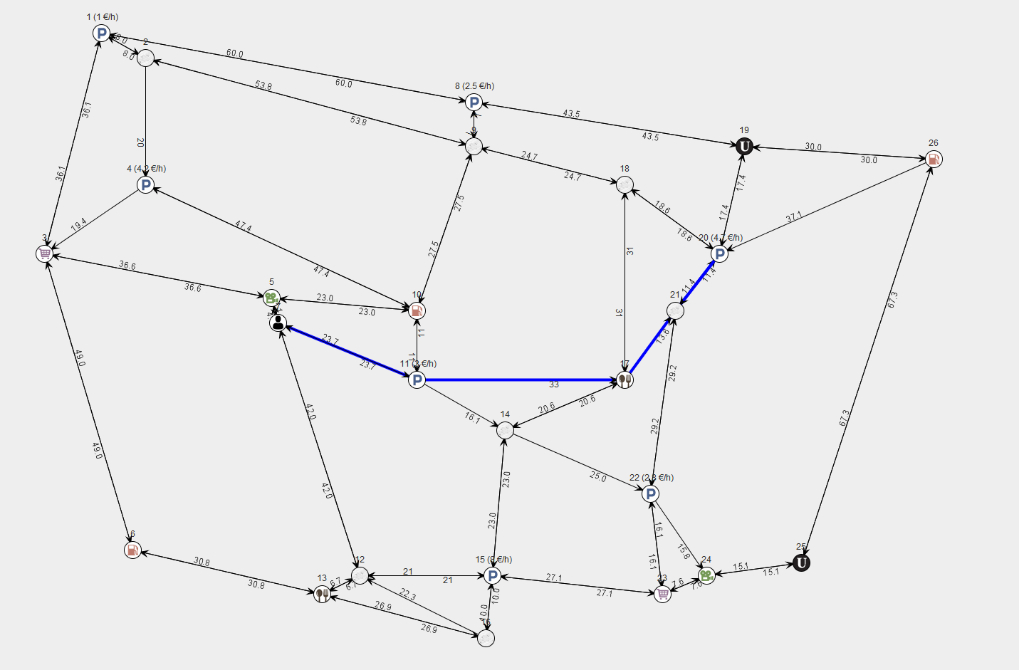
*Partida 🡪 Posto Abastecimento 🡪 Destino mais barato*

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.



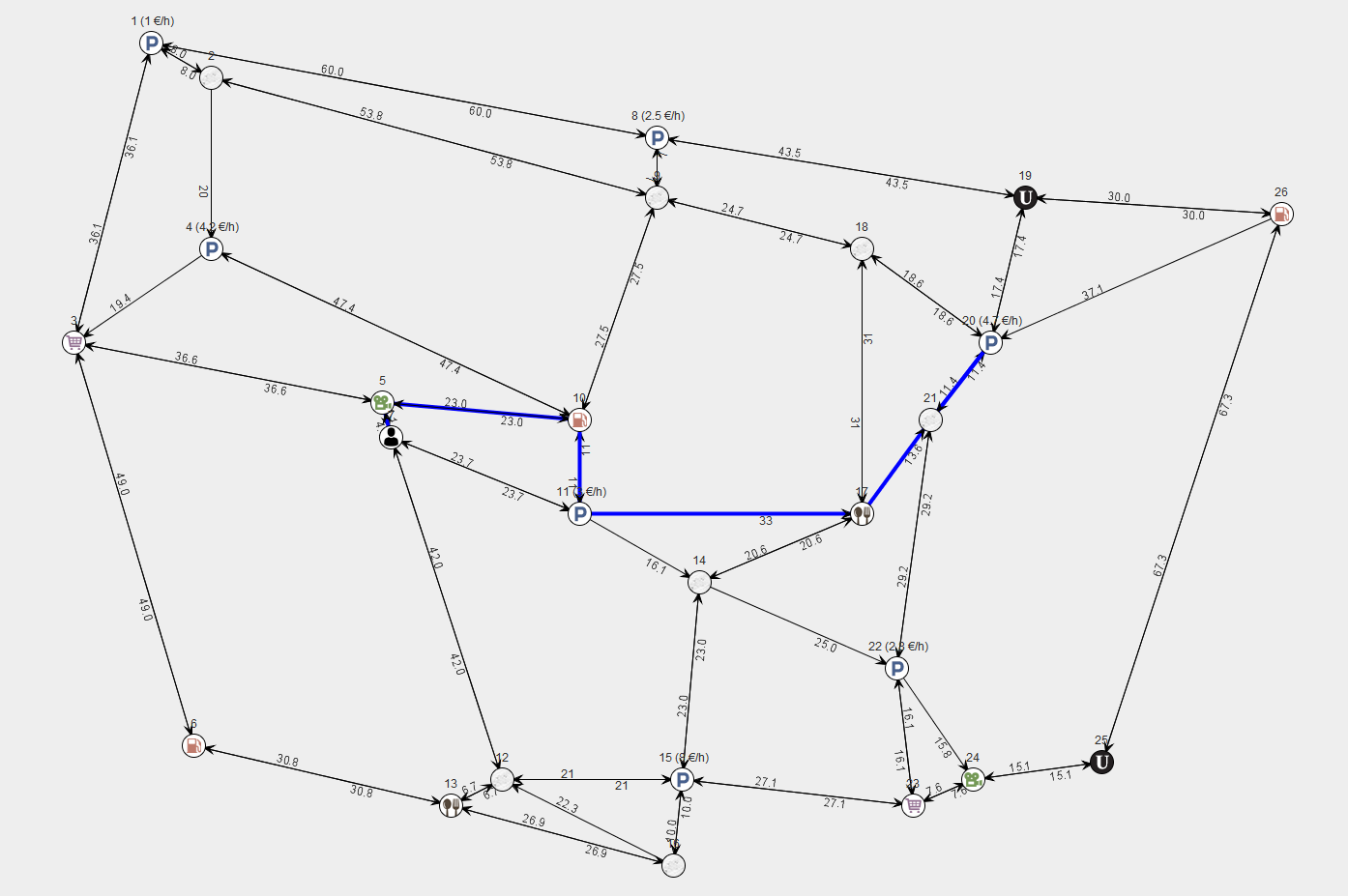
*Partida 🡪 Destino pelo caminho mais curto*

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**

* 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.