

Bus Navigation Program

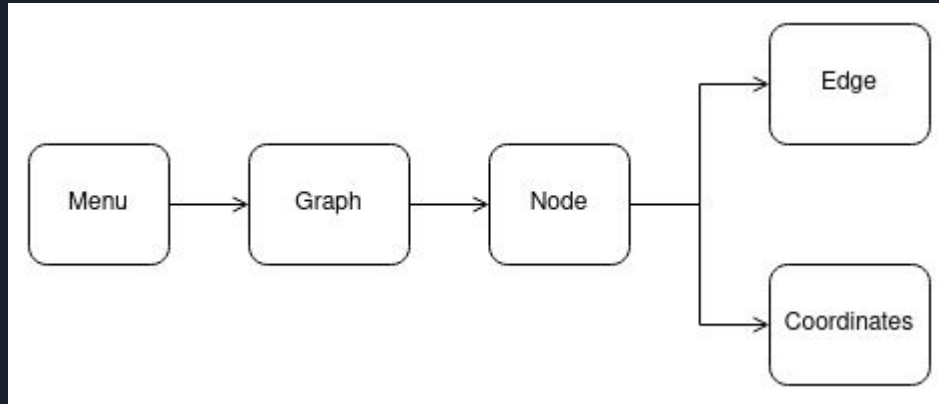


Trabalho realizado por:

- António Matos up202006866
- João Alves up202007614
- Pedro Paixão up202008467

Diagrama de classes

Para este trabalho não consideramos necessária a criação de muitas classes. Sendo as principais do nosso projeto o Menu, que lida com a interface do utilizador e com a leitura dos ficheiros csv, cuja informação será processada pela classe Graph.



Leitura dos ficheiros

Para a leitura dos ficheiros, foram criados vários métodos separados para as paragens e linhas. Primeiramente, é chamado o método que lê o ficheiro stops.csv e cria um grafo com essas paragens representadas como *nodes*.

De seguida, é chamado um método que lê o ficheiro lines.csv que representa todas as linhas existentes. Por cada linha são lidos os 2 ficheiros csv respetivos às paragens dessa linha para cada sentido.

lines.csv	
1	Code, Name
2	1,1 - INFANTE-PASSEIO ALEGRE
3	106,ZF - VALADARES (ESTAÇÃO)-FRANCELOS
4	107,ZC - ESTÁDIO DO DRAGÃO - AREIAS
5	10M,10M - AV.ALIADOS - VILA D'ESTE

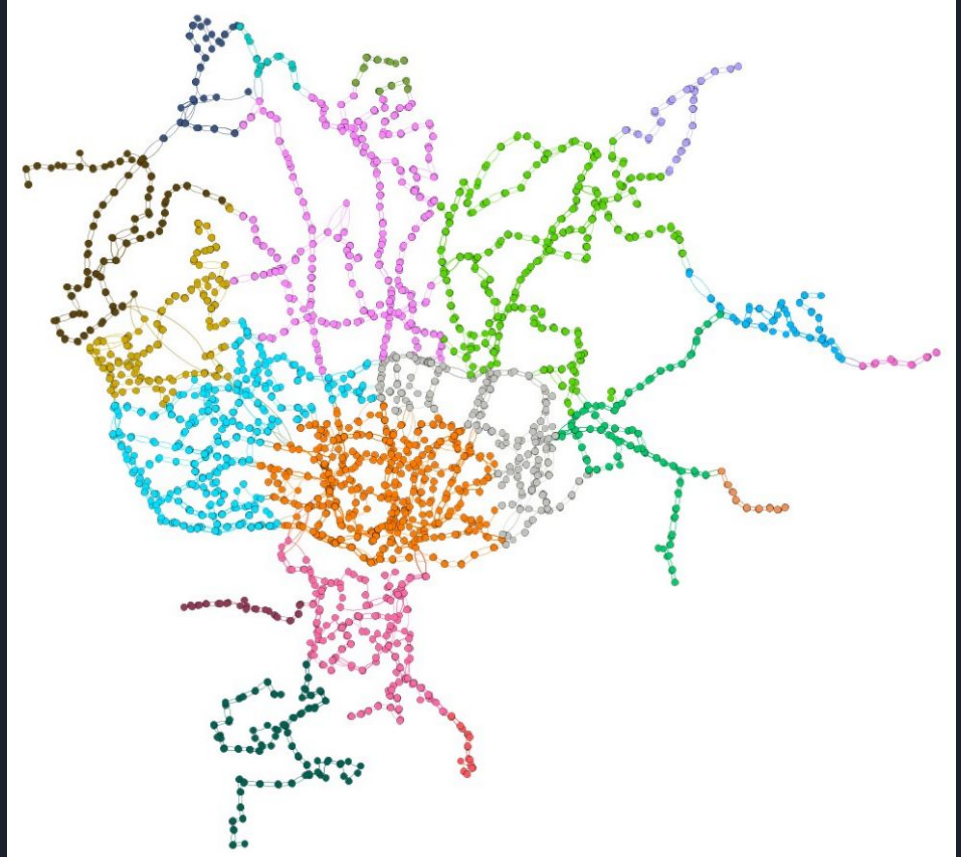
stops.csv	
1	Code, Name, Zone, Latitude, Longitude
2	1AL2, AV. ALIADOS, PRT1, 41.14954216, -8.610023615
3	1AL5, ALIADOS, PRT1, 41.14969203, -8.611312751
4	1AL6, AV. ALIADOS, PRT1, 41.14914497, -8.609964267
5	1BS8, BOM SUCESSO, PRT1, 41.15527104, -8.628342932

Descrição dos grafos

Para um dataset apenas recorreremos à utilização de um único grafo que representa a rede inteira da STCP.

Este grafo possui um tamanho impressionante, e por isso a utilização de um programa que determina os caminhos mais otimizados beneficia bastante o utilizador.

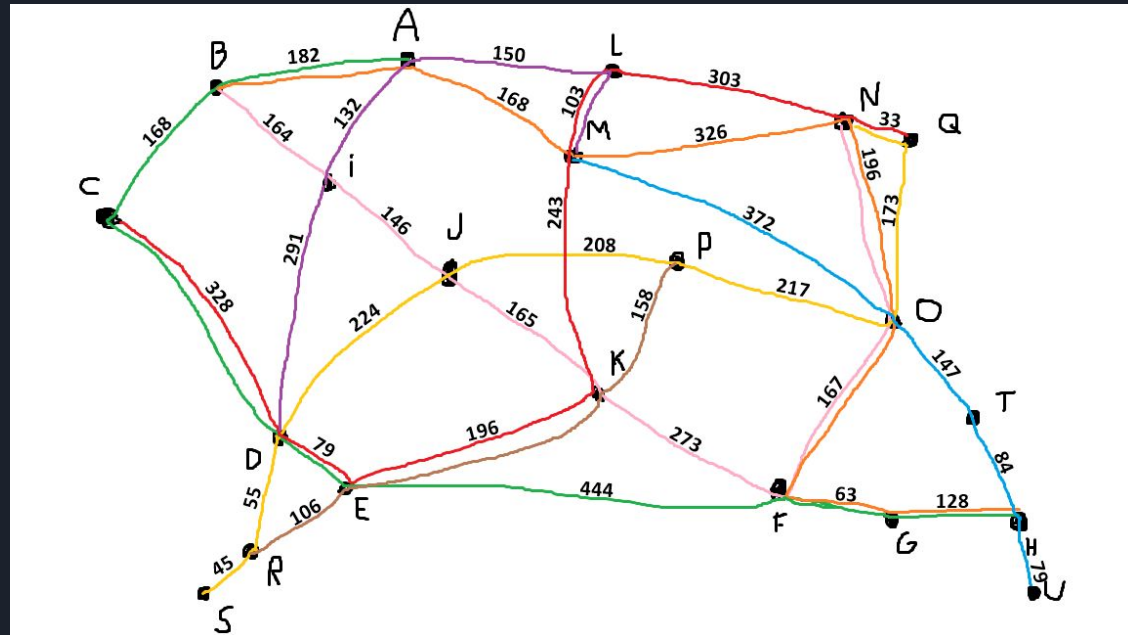
Porém, em termos de testagem não é ideal.



O nosso grafo de teste

Para facilitar a testagem,
conceitualizamos um mapa mais
pequeno, com 21 paragens e 8
linhas.

Deste modo, ao testar o
programa, tornou-se bem mais
fácil identificar problemas.



Esboço de conceito do mapa (não completamente à escala)



Escolha de Origem e Destino

Para todos os algoritmos apresentados o programa dá 2 opções ao utilizador para identificar a origem e destino:

- indicar os códigos das paragens
- indicar as localizações (em termos de coordenadas)

```
1) Indicar paragens de autocarro  
2) Indicar coordenadas
```

```
Enter option: 1
```

```
In which Bus Stop will your trip start at? 1AL2  
And where will it end? 1CAM1
```

```
1) Indicar paragens de autocarro  
2) Indicar coordenadas
```

```
Enter option: 2
```

```
Coordinates of starting place
```

```
Latitude: 41.14954216
```

```
Longitude: -8.610023615
```

```
Coordinates of ending place
```

```
Latitude: 41.17567866
```

```
Longitude: -8.614147205
```

Melhor Caminho: Menor Distância

Esta opção calcula a viagem de autocarro com menor distância possível entre os locais dados pelo utilizador.

Distância 11.80km
41 Paragens
9 Linhas

```
In which Bus Stop will your trip start at? PRI4  
And where will it end? REAL1
```

- 1) Trajeto mais rápido (menor distância)
- 2) Trajeto com menos paragens
- 3) Trajeto com menos mudanças de linha

```
Enter option: 1  
You will have to travel 11.8047km
```

```
PRI4 ----- line:203 | distance: 0.387077km -----> PVC2  
PVC2 ----- line:203 | distance: 0.274397km -----> JBR2  
JBR2 ----- line:203 | distance: 0.338239km -----> SRVM4  
SRVM4 ----- line:203 | distance: 0.282198km -----> SRV2  
SRV2 ----- line:203 | distance: 0.174654km -----> GC12  
GC12 ----- line:203 | distance: 0.255381km -----> PINM3  
PINM3 ----- line:203 | distance: 0.424062km -----> FOC03  
FOC03 ----- line:503 | distance: 0.333508km -----> BSS6  
BSS6 ----- line:503 | distance: 0.312074km -----> BBL  
BBL ----- line:503 | distance: 0.212702km -----> VENZ2  
VENZ2 ----- line:503 | distance: 0.175716km -----> CART  
CART ----- line:503 | distance: 0.27669km -----> FCUP2  
FCUP2 ----- line:504 | distance: 0.397649km -----> GRJ  
GRJ ----- line:503 | distance: 0.417197km -----> APT3  
APT3 ----- line:503 | distance: 0.245476km -----> VENZ1
```

```
VENZ1 ----- line:503 | distance: 0.186776km -----> BBL1  
BBL1 ----- line:503 | distance: 0.195971km -----> BSS3  
BSS3 ----- line:503 | distance: 0.426542km -----> FOC02  
FOC02 ----- line:503 | distance: 0.27779km -----> PINM5  
PINM5 ----- line:503 | distance: 0.479264km -----> SJB1  
SJB1 ----- line:503 | distance: 0.249638km -----> IRM1  
IRM1 ----- line:501 | distance: 0.199682km -----> BRCP1  
BRCP1 ----- line:501 | distance: 0.255524km -----> CSR1  
CSR1 ----- line:501 | distance: 0.181999km -----> ANT61  
ANT61 ----- line:208 | distance: 0.201486km -----> BFTM1  
BFTM1 ----- line:208 | distance: 0.315321km -----> REV1  
REV1 ----- line:208 | distance: 0.238481km -----> LDDM1  
LDDM1 ----- line:208 | distance: 0.429663km -----> CSA3  
CSA3 ----- line:208 | distance: 0.286875km -----> HMGL2  
HMGL2 ----- line:208 | distance: 0.0900102km -----> LDD6  
LDD6 ----- line:205 | distance: 0.479806km -----> PREC1  
PREC1 ----- line:504 | distance: 0.546632km -----> RUL3  
RUL3 ----- line:504 | distance: 0.157173km -----> SETB  
SETB ----- line:504 | distance: 0.203875km -----> NSHP  
NSHP ----- line:504 | distance: 0.298566km -----> RAEP3  
RAEP3 ----- line:504 | distance: 0.235526km -----> PREC2  
PREC2 ----- line:504 | distance: 0.316104km -----> AZC3  
AZC3 ----- line:205 | distance: 0.183248km -----> LDD9  
LDD9 ----- line:205 | distance: 0.362469km -----> QTI  
QTI ----- line:205 | distance: 0.499218km -----> REAL1
```

Melhor Caminho: Menos Paragens

Esta opção mostra ao utilizador o caminho que passa por menos paragens. Pode assim ser útil no caso dos autocarros, se estes perderem muito tempo em cada paragem.

```
In which Bus Stop will your trip start at? PRI4
And where will it end? REAL1
```

- 1) Trajeto mais rápido (menor distância)
- 2) Trajeto com menos paragens
- 3) Trajeto com menos mudanças de linha

```
Enter option: 2
```

```
You will have to travel 12.1076km
```

```
PRI4 ----- line:203 | distance: 0.387077km -----> PVC2
PVC2 ----- line:203 | distance: 0.274397km -----> JBR2
JBR2 ----- line:203 | distance: 0.338239km -----> SRVM4
SRVM4 ----- line:203 | distance: 0.282198km -----> SRV2
SRV2 ----- line:203 | distance: 0.174654km -----> GC12
GC12 ----- line:203 | distance: 0.255381km -----> PINM3
PINM3 ----- line:203 | distance: 0.424062km -----> FOC03
FOC03 ----- line:203 | distance: 0.257489km -----> BSS2
BSS2 ----- line:203 | distance: 0.432972km -----> ACRD2
ACRD2 ----- line:203 | distance: 0.466261km -----> AGM2
AGM2 ----- line:203 | distance: 0.410046km -----> BVCM3
BVCM3 ----- line:203 | distance: 0.314992km -----> BCM2
BCM2 ----- line:203 | distance: 0.359608km -----> GRC1
GRC1 ----- line:13M | distance: 0.41935km -----> CSBV
```

```
CSBV ----- line:13M | distance: 0.409859km -----> SDP1
SDP1 ----- line:13M | distance: 0.22152km -----> RBSS1
RBSS1 ----- line:13M | distance: 0.631989km -----> FRB
FRB ----- line:13M | distance: 0.337003km -----> CRM2
CRM2 ----- line:13M | distance: 0.428523km -----> BRCP1
BRCP1 ----- line:13M | distance: 0.255524km -----> CSR1
CSR1 ----- line:13M | distance: 0.181999km -----> ANT61
ANT61 ----- line:208 | distance: 0.201486km -----> BFTM1
BFTM1 ----- line:208 | distance: 0.315321km -----> REV1
REV1 ----- line:208 | distance: 0.238481km -----> LDDM1
LDDM1 ----- line:208 | distance: 0.429663km -----> CSA3
CSA3 ----- line:208 | distance: 0.286875km -----> HMGL2
HMGL2 ----- line:208 | distance: 0.0900102km -----> LDD6
LDD6 ----- line:205 | distance: 0.479806km -----> PREC1
PREC1 ----- line:504 | distance: 0.546632km -----> RUL3
RUL3 ----- line:504 | distance: 0.157173km -----> SETB
SETB ----- line:504 | distance: 0.203875km -----> NSHP
NSHP ----- line:504 | distance: 0.298566km -----> RAEP3
RAEP3 ----- line:504 | distance: 0.235526km -----> PREC2
PREC2 ----- line:504 | distance: 0.316104km -----> AZC3
AZC3 ----- line:205 | distance: 0.183248km -----> LDD9
LDD9 ----- line:205 | distance: 0.362469km -----> QTI
QTI ----- line:205 | distance: 0.499218km -----> REAL1
```

Distância 12.11km
38 Paragens
6 Linhas

Melhor Caminho: Menos Mudanças de Linha

Com esta opção o utilizador pode descobrir o caminho que menos vezes o força a mudar de linha, o que deve tornar a sua viagem mais barata.

```
In which Bus Stop will your trip start at? PR14
And where will it end? REAL1

1) Trajeto mais rápido (menor distância)
2) Trajeto com menos paragens
3) Trajeto com menos mudanças de linha

Enter option: 3
You will have to travel 25.6989km

PR14 ----- line:207 | distance: 0.387877km -----> PVC2
PVC2 ----- line:207 | distance: 0.274397km -----> JBR2
JBR2 ----- line:207 | distance: 0.167346km -----> AALB
AALB ----- line:207 | distance: 0.198785km -----> DJ31
DJ31 ----- line:207 | distance: 0.369429km -----> BPTL2
BPTL2 ----- line:207 | distance: 0.174609km -----> INSA2
INSA2 ----- line:207 | distance: 0.24668km -----> CMPT2
CMPT2 ----- line:207 | distance: 0.286737km -----> PT2
PT2 ----- line:207 | distance: 0.207232km -----> PJUV2
PJUV2 ----- line:207 | distance: 0.251098km -----> PGM2
PGM2 ----- line:207 | distance: 0.378815km -----> FLU1
FLU1 ----- line:207 | distance: 0.2438km -----> STC2
STC2 ----- line:207 | distance: 0.198556km -----> ALX2
ALX2 ----- line:207 | distance: 0.291337km -----> LR02
LR02 ----- line:207 | distance: 0.336125km -----> JB2
JB2 ----- line:207 | distance: 0.241465km -----> FCUP2
FCUP2 ----- line:207 | distance: 0.333407km -----> PLNT2
PLNT2 ----- line:207 | distance: 0.2638km -----> GGT2
GGT2 ----- line:207 | distance: 0.318216km -----> JM2
JM2 ----- line:207 | distance: 0.289884km -----> PRG6
PRG6 ----- line:207 | distance: 0.483354km -----> PAL4
PAL4 ----- line:207 | distance: 0.421833km -----> HSA
HSA ----- line:207 | distance: 0.367776km -----> COR07
COR07 ----- line:207 | distance: 0.387084km -----> PRFL1
PRFL1 ----- line:207 | distance: 0.212303km -----> AAL1
AAL1 ----- line:207 | distance: 0.382954km -----> SBNT2
SBNT2 ----- line:207 | distance: 0.310596km -----> LP02
```

```
LP02 ----- line:207 | distance: 0.444882km -----> BTLH6
BTLH6 ----- line:207 | distance: 0.147144km -----> SLZ1
SLZ1 ----- line:207 | distance: 0.328408km -----> DT2
DT2 ----- line:207 | distance: 0.184547km -----> PROR2
PROR2 ----- line:207 | distance: 0.368924km -----> HER1
HER1 ----- line:207 | distance: 0.255682km -----> CSS2
CSS2 ----- line:207 | distance: 0.251537km -----> PBSS1
PBSS1 ----- line:207 | distance: 0.191559km -----> CMP1
CMP1 ----- line:207 | distance: 0.215741km -----> PBSS2
PBSS2 ----- line:207 | distance: 0.169422km -----> CSS3
CSS3 ----- line:207 | distance: 0.349032km -----> HER2
HER2 ----- line:207 | distance: 0.320477km -----> PROR1
PROR1 ----- line:207 | distance: 0.385266km -----> SLZ3
SLZ3 ----- line:207 | distance: 0.180042km -----> DQ1
DQ1 ----- line:207 | distance: 0.211721km -----> ALXH3
ALXH3 ----- line:207 | distance: 0.201748km -----> BTLH1
BTLH1 ----- line:207 | distance: 0.308977km -----> PR03
PR03 ----- line:207 | distance: 0.314593km -----> PRFL
PRFL ----- line:207 | distance: 0.184754km -----> GGF
GGF ----- line:207 | distance: 0.162584km -----> CHO
CHO ----- line:207 | distance: 0.488km -----> HSA5
HSA5 ----- line:207 | distance: 0.294809km -----> PAL2
PAL2 ----- line:207 | distance: 0.394762km -----> PRG4
PRG4 ----- line:207 | distance: 0.357854km -----> JM1
JM1 ----- line:207 | distance: 0.205023km -----> GGT1
GGT1 ----- line:207 | distance: 0.391874km -----> PLNT1
PLNT1 ----- line:207 | distance: 0.264467km -----> FCUP1
FCUP1 ----- line:207 | distance: 0.26336km -----> JB1
JB1 ----- line:207 | distance: 0.402118km -----> LR01
LR01 ----- line:207 | distance: 0.205314km -----> ALX1
ALX1 ----- line:207 | distance: 0.245072km -----> STC1
STC1 ----- line:207 | distance: 0.295242km -----> FLU4
FLU4 ----- line:207 | distance: 0.319342km -----> PGM1
PGM1 ----- line:207 | distance: 0.238969km -----> PJUV1
PJUV1 ----- line:207 | distance: 0.242046km -----> PT3
PT3 ----- line:207 | distance: 0.23433km -----> CMPT1
CMPT1 ----- line:207 | distance: 0.244251km -----> INSA1
INSA1 ----- line:207 | distance: 0.235709km -----> BPTL1
```

```
BPTL1 ----- line:504 | distance: 0.159825km -----> JRC1
JRC1 ----- line:504 | distance: 0.270368km -----> PFO21
PFO21 ----- line:504 | distance: 0.160208km -----> LME1
LME1 ----- line:504 | distance: 0.41292km -----> CRE11
CRE11 ----- line:504 | distance: 0.181518km -----> LG05
LG05 ----- line:504 | distance: 0.313369km -----> ABVT2
ABVT2 ----- line:504 | distance: 0.0915215km -----> FTM4
FTM4 ----- line:504 | distance: 0.37561km -----> LG02
LG02 ----- line:504 | distance: 0.273635km -----> PRCD1
PRCD1 ----- line:504 | distance: 0.293477km -----> BAR01
BAR01 ----- line:504 | distance: 0.355362km -----> IGAL1
IGAL1 ----- line:504 | distance: 0.404967km -----> POV03
POV03 ----- line:504 | distance: 0.398061km -----> LD0M1
LD0M1 ----- line:504 | distance: 0.131494km -----> HMG12
HMG12 ----- line:504 | distance: 0.0900102km -----> LD06
LD06 ----- line:504 | distance: 0.479806km -----> PREC1
PREC1 ----- line:504 | distance: 0.546632km -----> RUL3
RUL3 ----- line:504 | distance: 0.157173km -----> SETB
SETB ----- line:504 | distance: 0.293875km -----> NSHP
NSHP ----- line:504 | distance: 0.298566km -----> RAEP3
RAEP3 ----- line:504 | distance: 0.235526km -----> PREC2
PREC2 ----- line:504 | distance: 0.31104km -----> AZC3
AZC3 ----- line:205 | distance: 0.183248km -----> LD09
LD09 ----- line:205 | distance: 0.362469km -----> QTI
QTI ----- line:205 | distance: 0.499218km -----> REAL1
```

Distância 25.70km
91 Paragens
3 Linhas



Mudança de autocarro

Como seria de esperar, o utilizador tem a possibilidade de mudar de autocarros que passam pela mesma estação.

No entanto, para além disso, se desejar, pode definir no sistema, a distância que está disposto a caminhar para mudar de autocarros. Assim, o sistema irá procurar paragens vizinhas próximas que o utilizador se possa deslocar a pé para facilitar a sua viagem.



Impressão das Paragens (Extra)

Incluimos uma funcionalidade extra que apresenta ao utilizador todas as estações. Para cada uma, é indicado o seu código, posição no grafo e nome.

Para além disso, também indica todas as paragens diretamente ligadas a essa, a sua distância e a linha que as liga.

Code: A Position: 1 Local: Aeroporto

1	Dest: B	Distance: 0.182475 km	Line: GRN
2	Dest: M	Distance: 0.167624 km	Line: ORG
3	Dest: I	Distance: 0.131554 km	Line: PRP
4	Dest: L	Distance: 0.149597 km	Line: PRP

Code: B Position: 2 Local: Biblioteca

1	Dest: C	Distance: 0.168379 km	Line: GRN
2	Dest: A	Distance: 0.182475 km	Line: GRN
3	Dest: A	Distance: 0.182475 km	Line: ORG

Code: C Position: 3 Local: Cinema

1	Dest: D	Distance: 0.327589 km	Line: RED
2	Dest: D	Distance: 0.327589 km	Line: GRN
3	Dest: B	Distance: 0.168379 km	Line: GRN



MST - Minimum Spanning Trees

Implementamos o algoritmo de Kruskal para mostrar o valor da Minimum Spanning Tree.

- 1) Calcular trajeto de autocarro
- 2) Definir distância a andar
- 3) Obter o valor da MST usando Prim
- 4) Obter o valor da MST usando Kruskal
- 5) Imprimir Paragens
- 0) Exit

Enter option: 4

4

The MST of this graph of stops is, according to Kruskal's Algorithm: 685.44 km

Press enter to continue

Destaque

Gostaríamos de destacar no nosso trabalho um aspecto, que apesar de poder parecer simples, traz bastante conveniência ao utilizador. Como já mencionámos, a origem do trajeto do utilizador pode ser indicada pelo código ou coordenadas.

No entanto, o sistema aceita quaisquer coordenadas do utilizador, mesmo que estas não correspondam a uma estação, calculando o caminho mais curto a partir dessa localização automaticamente.

O único requerimento é indicar a distância que está disposto a caminhar da sua localização à estação inicial, podendo essa distância ser diferente da que está disposto a andar para mudar de autocarro.

Coordinates of starting place

Latitude: 41.10842388

Longitude: -8.636621290

Coordinates of ending place

Latitude: 41.22041761

Longitude: -8.566199299

1) Trajeto mais rápido (menor distância)

2) Trajeto com menos paragens

3) Trajeto com menos mudanças de linha

Enter option: 1

You will have to travel 17.6047km

```
-start- ----- line:walk | distance: 0.394259km -----> RDA2
RDA2 ----- line:901 | distance: 0.221979km -----> PTD2
PTD2 ----- line:901 | distance: 0.278427km -----> GDR2
GDR2 ----- line:901 | distance: 0.302569km -----> QBV2
QBV2 ----- line:901 | distance: 0.253082km -----> RMT2
RMT2 ----- line:901 | distance: 0.180954km -----> LGDM2
LGDM2 ----- line:901 | distance: 0.227325km -----> COB3
COB3 ----- line:11M | distance: 0.0978087km -----> COB6
COB6 ----- line:11M | distance: 0.230819km -----> RGR1
RGR1 ----- line:11M | distance: 0.300102km -----> APRD1
APRD1 ----- line:11M | distance: 0.230244km -----> MRI1
MRI1 ----- line:11M | distance: 0.265043km -----> DVE3
DVE3 ----- line:11M | distance: 0.400953km -----> DISP2
DISP2 ----- line:11M | distance: 0.306208km -----> TRB62
```



Interface

No Menu o utilizador poderá seleccionar várias opções que lhe permitem aceder a todas funcionalidades do programa.

```
Bus Navigation Program
The best app to help you find the path you are looking for!

1) Calcular trajeto de autocarro
2) Definir distância a andar
3) Obter o valor da MST usando Prim
4) Obter o valor da MST usando Kruskal
5) Imprimir Paragens (Teste)
0) Exit

Enter option:
```

Maiores Dificuldades Encontradas

Tal como no trabalho anterior, a utilização do Doxygen deu nos alguns problemas no nosso trabalho.

Fora esse problema, também tivemos grandes dificuldades na implementação da funcionalidade de determinar o caminho que implica menos mudanças de autocarros.

Além disso, apesar de termos tentado, não conseguimos colocar a funcionar corretamente o algoritmo de Prim para uma database tão grande. No entanto, funcionava com a nossa pequena database de teste.





Referências

Imagem 1º diapositivo: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_Blue_Bus.svg

Imagem 15º diapositivo: <https://gunnar.com/blog/eye-strain-headaches/>