

# Desenvolvimento do Modelo Multimodal de Transportes

**Bruno Correia e José Maçarico** – Infraestruturas de Portugal, S.A.

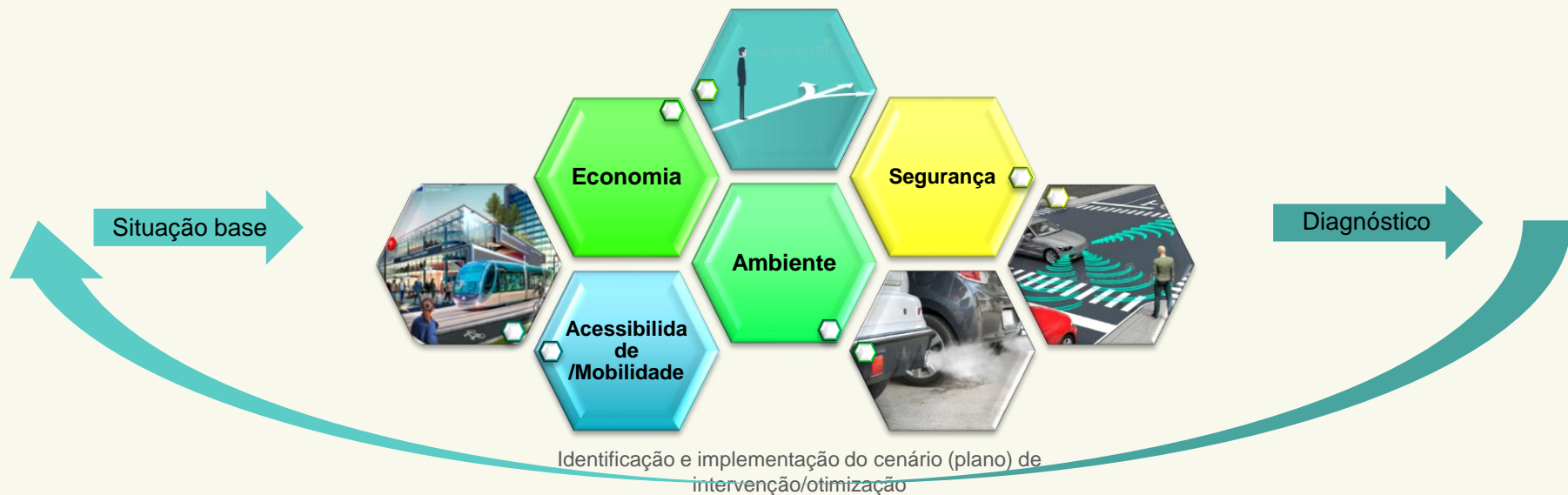


# Desenvolvimento do Modelo Multimodal de Transportes

- Objetivo
- Estrutura Conceptual
- Zonamento
- Dados de mobilidade embebidos – Censos 2021 (INE)
- Variáveis de Atração
- Caracterização da Oferta
- Afetação das matrizes de viagens à rede
- Calibração e validação
- Avaliação
- Cenarização
- Testes preliminar de sensibilidade ao modelo – Linha de Alta Velocidade
- Perspetivas futuras

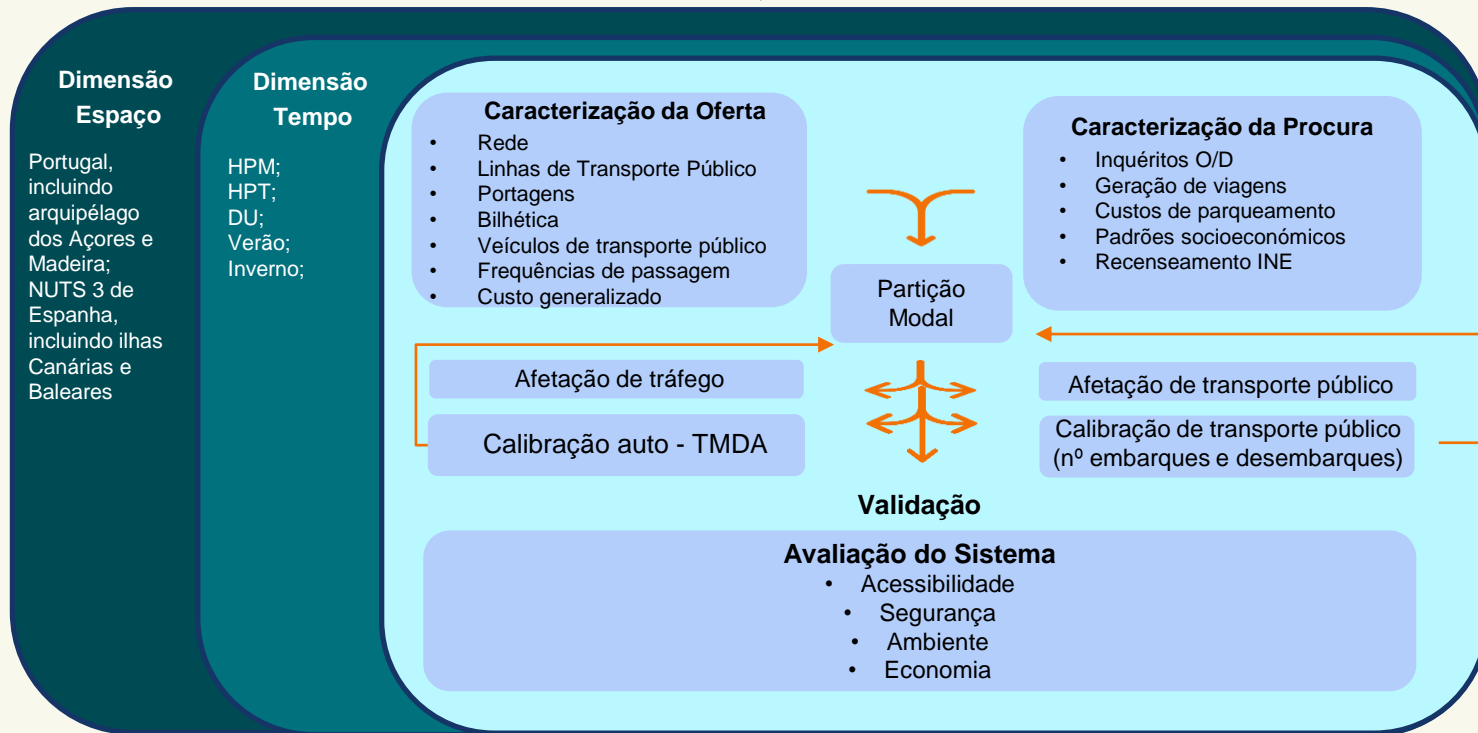
## Objetivo do Modelo Multimodal de Transportes

**Reproduzir, Caracterizar e Determinar** o atual patamar de **desempenho** do sistema, nos parâmetros de **(I) Acessibilidade/Mobilidade, (II) Segurança, (III) Ambiente e (IV) Economia**, como também proceder à **antevisão/simulação dos efeitos esperados**, nos indicadores dos mesmos parâmetros, dos cenários alternativos futuros associados à alteração estrutural das infraestruturas e serviços de transporte (construção e/ou otimização), suportando assim, metodologicamente, quer o cálculo da função objetivo de apoio à **tomada de decisão multicritério e multivariada**, quer a conseqüente elaboração dos diversos **Planos e Programas** de construção, manutenção, e contingência, estes últimos a adotar em situações extremas de colapso total ou parcial do sistema.

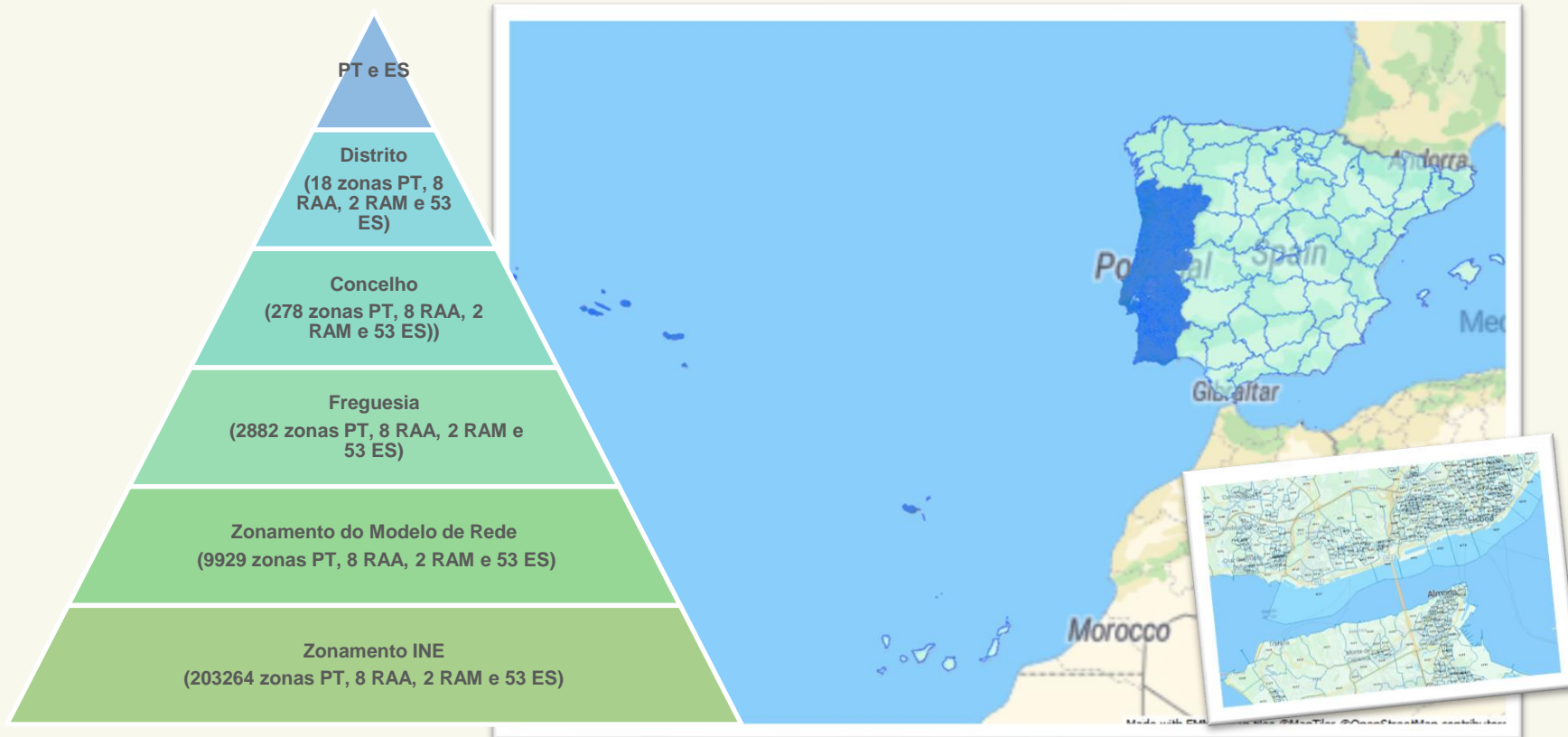


# Estrutura Conceptual

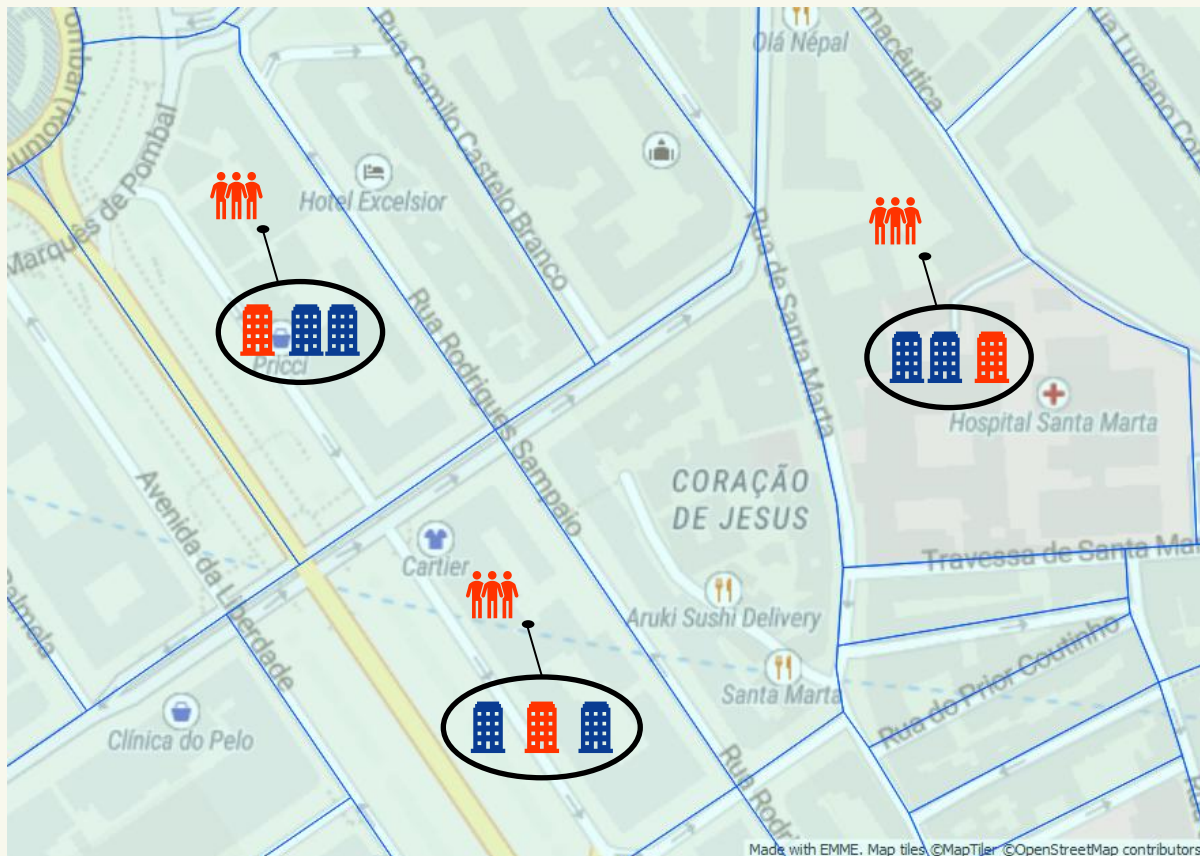
Cenários Demográficos (recenseamento da população e suas projeções)



## Zonamento



## Síntese da População



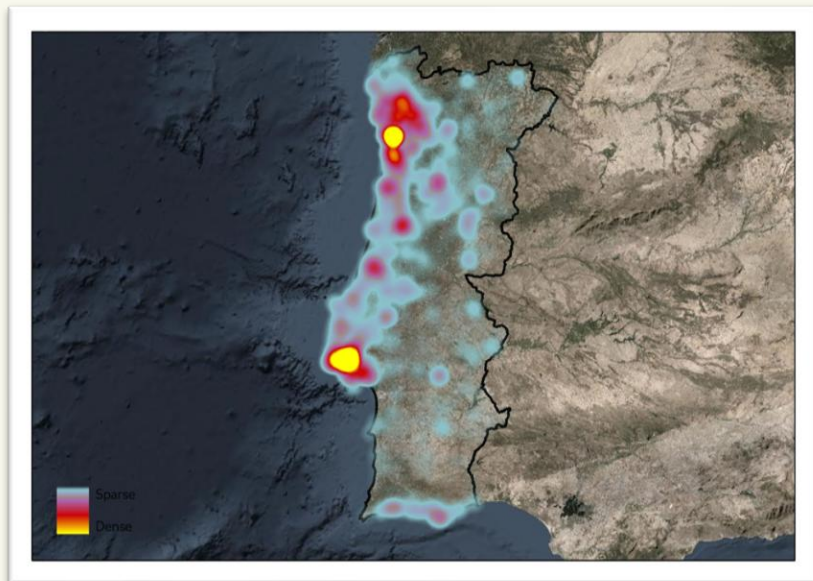
Caracterização dos agregados familiares, tendo por base a “seed” da população extraída dos microdados do censo 2021 (INE)

Dataset preparado para suportar o desenvolvimento de modelos de procura baseado em agentes e / ou Activity Based Models.



## Variáveis de Atração - Estudantes

Localização geográfica dos estabelecimentos de ensino e alunos matriculados



Heat Map – Localização dos estabelecimentos de ensino

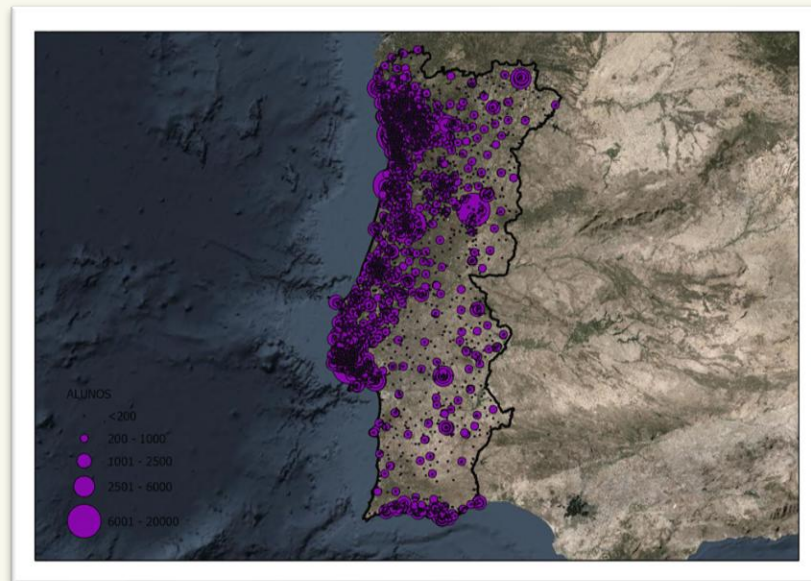
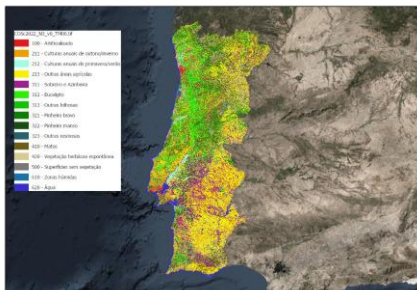


Diagrama do número de alunos matriculados por estabelecimento de ensino

## Variáveis de Atração - Emprego



Uso do solo OpenStreet Map e atributos alfanuméricos das implantações dos edifícios



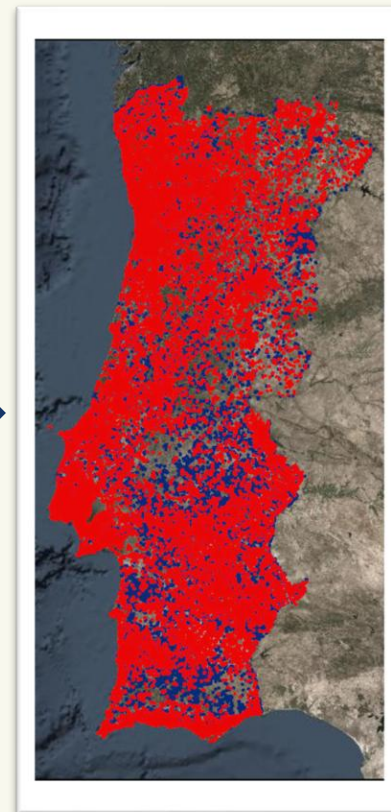
Carta de Uso e Ocupação do Solo, disponibilizada pela Direção Geral do Território



Carta do Regime do Uso do Solo, produzida pela Direção Geral do Território.



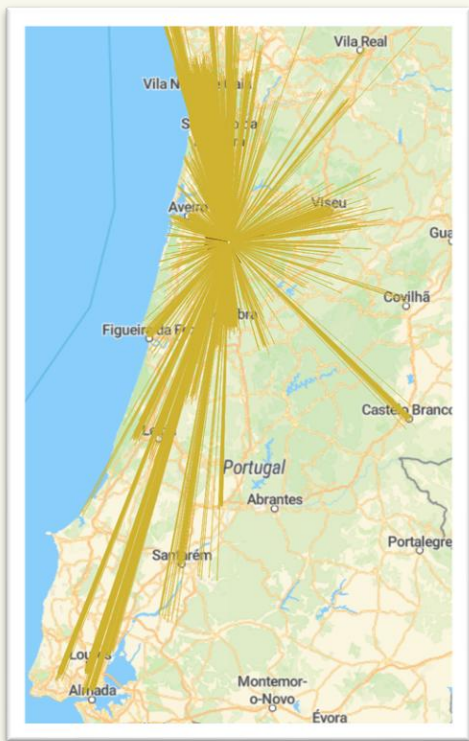
Polígonos dos edifícios (azul)



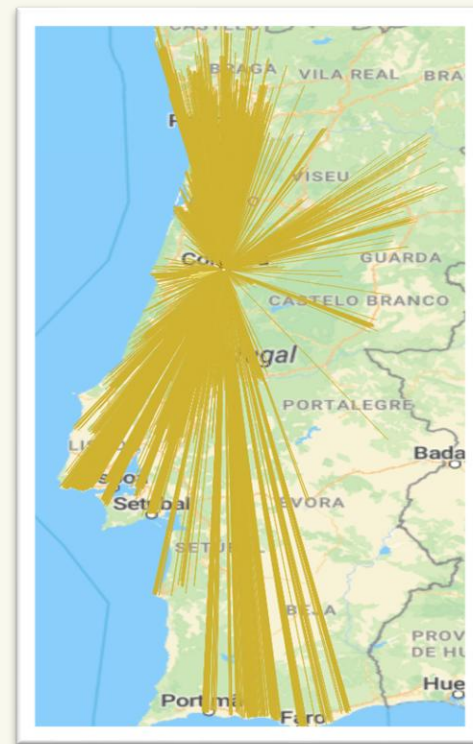
Polígonos dos edifícios com atividades económicas (vermelho)

## Dados de mobilidade embebidos – Censos 2021 (INE)

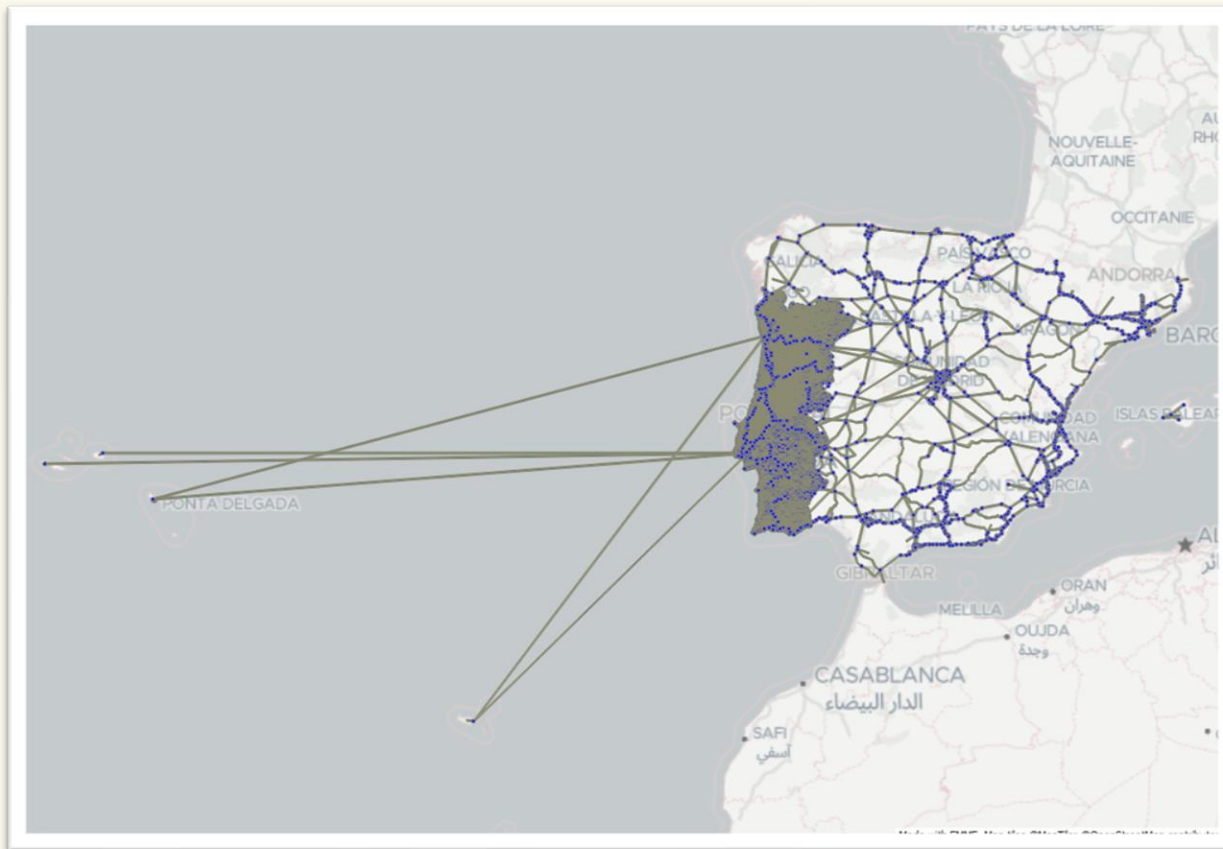
Linhas de desejo da matriz de deslocações de veículos associada à população empregada



Linhas de desejo da matriz de deslocações de estudantes de comboio para a zona da Universidade de Coimbra



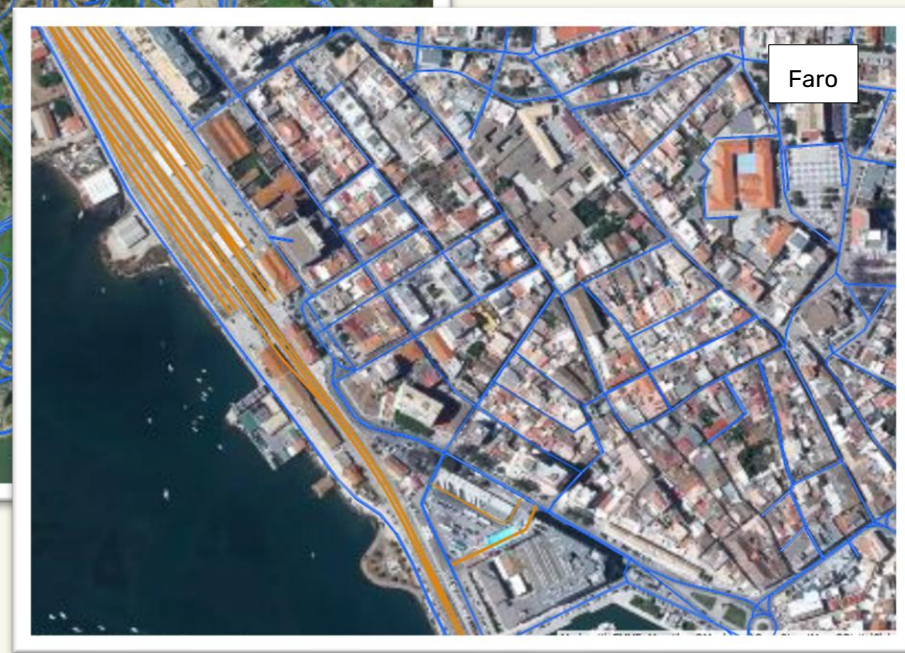
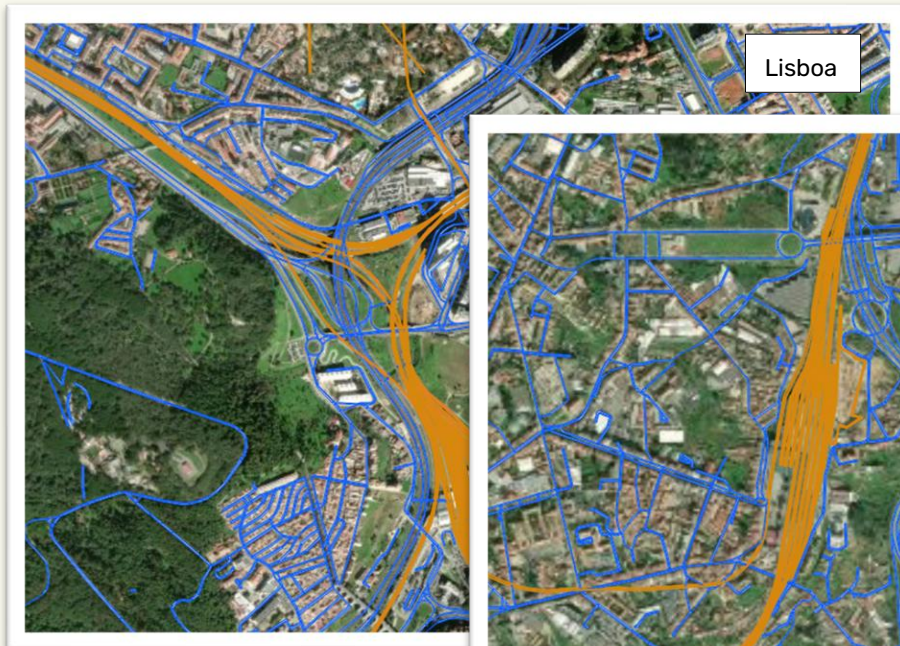
## Caracterização da oferta



### Rede Modelada:

- 10 000 zonas
- ~2 M links
- ~0.8 M nós

## Caracterização da oferta



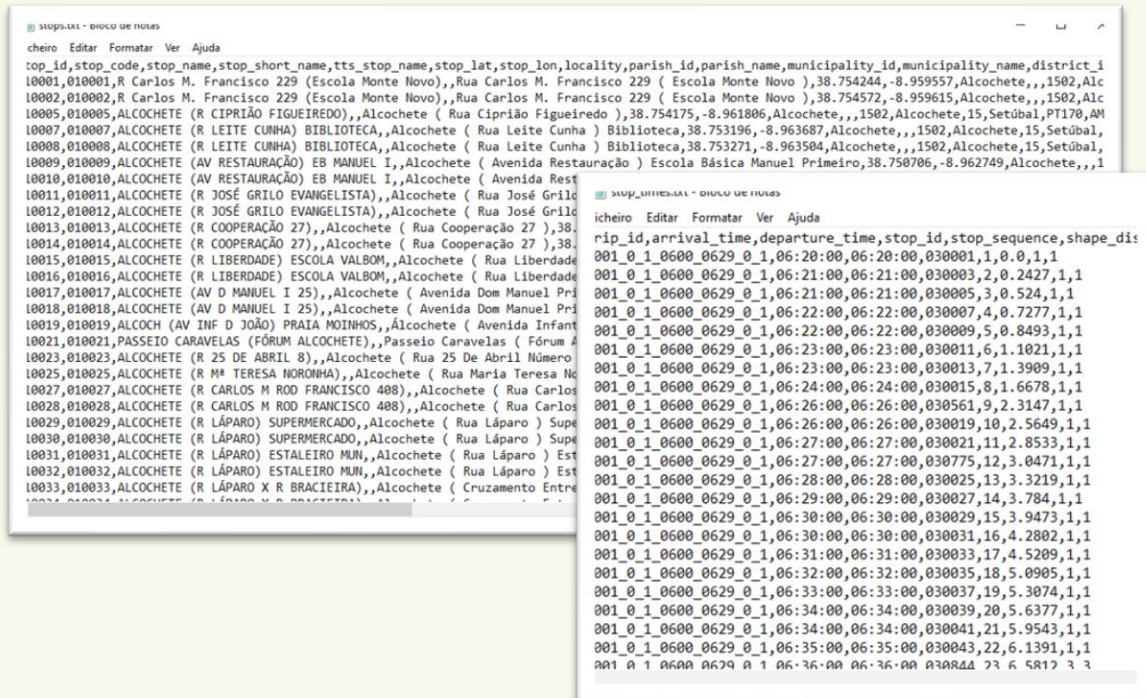
# Caracterização da oferta

## Serviços de transporte público

O GTFS (General Transit Feed Specification) é um formato de dados aberto, desenvolvido para representar as informações sobre os serviços de transporte público de uma forma uniforme e facilmente acessível. Este standard de dados abertos, criado inicialmente pela Google, tornou-se amplamente utilizado em todo o mundo pelo softwares de modelação, facilitando incorporação da informação na modelação de serviços de transporte público.

Os GTFS encontram-se organizados por vários ficheiros TXT, sendo os principais:

- routes.txt: Descrição das linhas (rotas) operadas.
- trips.txt: Detalhes das viagens feitas por cada linha.
- stops.txt: Localização das paragens e estações.
- stop\_times.txt: Horários de chegada e partida de cada paragem.
- calendar.txt: Dias de operação de cada serviço.



```

stops.txt - ficheiro de texto
-----
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
top_id,stop_code,stop_name,stop_short_name,tts_stop_name,stop_lat,stop_lon,locality,parish_id,parish_name,municipality_id,municipality_name,district_id
10001,010001,R Carlos M. Francisco 229 (Escola Monte Novo),Rua Carlos M. Francisco 229 ( Escola Monte Novo ),38.754244,-8.959557,Alcochete,,,1502,Alc
10002,010002,R Carlos M. Francisco 229 (Escola Monte Novo),Rua Carlos M. Francisco 229 ( Escola Monte Novo ),38.754572,-8.959615,Alcochete,,,1502,Alc
10005,010005,ALCOCHETE (R CIPRIÃO FIGUEIREDO),Alcochete ( Rua Ciprião Figueiredo ),38.754175,-8.961806,Alcochete,,,1502,Alcochete,15,Setúbal,PT170,AM
10007,010007,ALCOCHETE (R LEITE CUNHA) BIBLIOTECA,,Alcochete ( Rua Leite Cunha ) Biblioteca,38.753196,-8.963687,Alcochete,,,1502,Alcochete,15,Setúbal,
10008,010008,ALCOCHETE (R LEITE CUNHA) BIBLIOTECA,,Alcochete ( Rua Leite Cunha ) Biblioteca,38.753271,-8.963504,Alcochete,,,1502,Alcochete,15,Setúbal,
10009,010009,ALCOCHETE (AV RESTAURAÇÃO) EB MANUEL I,,Alcochete ( Avenida Restauração ) Escola Básica Manuel Primeiro,38.750706,-8.962749,Alcochete,,,1
10011,010011,ALCOCHETE (R JOSÉ GRILO EVANGELISTA),Alcochete ( Rua José Grilo
10012,010012,ALCOCHETE (R JOSÉ GRILO EVANGELISTA),Alcochete ( Rua José Grilo
10013,010013,ALCOCHETE (R COOPERAÇÃO 27),Alcochete ( Rua Cooperação 27 ),38.
10014,010014,ALCOCHETE (R COOPERAÇÃO 27),Alcochete ( Rua Cooperação 27 ),38.
10015,010015,ALCOCHETE (R LIBERDADE) ESCOLA VALBOM,,Alcochete ( Rua Liberdade
10016,010016,ALCOCHETE (R LIBERDADE) ESCOLA VALBOM,,Alcochete ( Rua Liberdade
10017,010017,ALCOCHETE (AV D MANUEL I 25),Alcochete ( Avenida Dom Manuel Pri
10018,010018,ALCOCHETE (AV D MANUEL I 25),Alcochete ( Avenida Dom Manuel Pri
10019,010019,ALCOCH (AV INF D JOÃO) PRAIA MOINHOS,,Alcochete ( Avenida Infant
10021,010021,PASSEIO CARAVELAS (FÓRUM ALCOCHETE),,Passoio Caravelas ( Fórum A
10023,010023,ALCOCHETE (R 25 DE ABRIL 8),Alcochete ( Rua 25 De Abril Número
10025,010025,ALCOCHETE (R Mª TERESA NORONHA),Alcochete ( Rua Maria Teresa N
10027,010027,ALCOCHETE (R CARLOS M ROD FRANCISCO 408),Alcochete ( Rua Carlos
10028,010028,ALCOCHETE (R CARLOS M ROD FRANCISCO 408),Alcochete ( Rua Carlos
10029,010029,ALCOCHETE (R LÁPARO) SUPERMERCADO,,Alcochete ( Rua Lápáro ) Sufe
10030,010030,ALCOCHETE (R LÁPARO) SUPERMERCADO,,Alcochete ( Rua Lápáro ) Sufe
10031,010031,ALCOCHETE (R LÁPARO) ESTALEIRO MUN,,Alcochete ( Rua Lápáro ) Est
10032,010032,ALCOCHETE (R LÁPARO) ESTALEIRO MUN,,Alcochete ( Rua Lápáro ) Est
10033,010033,ALCOCHETE (R LÁPARO X R BRACILEIRA),Alcochete ( Cruzamento Entre
10034,010034,ALCOCHETE (R LÁPARO X R BRACILEIRA),Alcochete ( Cruzamento Entre
stop_times.txt - ficheiro de texto
-----
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
trip_id,arrival_time,departure_time,stop_id,stop_sequence,shape_id
001_0_1_0600_0629_0_1_06:20:00,06:20:00,030001,1,0,0,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:21:00,06:21:00,030003,2,0,2427,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:21:00,06:21:00,030005,3,0,524,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:22:00,06:22:00,030007,4,0,7277,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:22:00,06:22:00,030009,5,0,8493,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:23:00,06:23:00,030011,6,1,1021,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:23:00,06:23:00,030013,7,1,3909,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:24:00,06:24:00,030015,8,1,6678,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:26:00,06:26:00,030561,9,2,3147,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:26:00,06:26:00,030019,10,2,5649,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:27:00,06:27:00,030021,11,2,8533,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:27:00,06:27:00,030775,12,3,0471,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:28:00,06:28:00,030025,13,3,3219,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:29:00,06:29:00,030027,14,3,784,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:30:00,06:30:00,030029,15,3,9473,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:30:00,06:30:00,030031,16,4,2802,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:31:00,06:31:00,030033,17,4,5209,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:32:00,06:32:00,030035,18,5,0905,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:33:00,06:33:00,030037,19,5,3074,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:34:00,06:34:00,030039,20,5,6377,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:34:00,06:34:00,030041,21,5,9543,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:35:00,06:35:00,030043,22,6,1391,1,1
001_0_1_0600_0629_0_1_06:36:00,06:36:00,030044,23,6,5812,3,3
  
```

# Caracterização da oferta

Serviços de transporte público - Criação de dados GTFS do "rail"

| Estação  | Hora  | Hora (H1)  | Serviço | Origem                  | Destino                 | Linha | Horário |
|----------|-------|------------|---------|-------------------------|-------------------------|-------|---------|
| Abrantes | 08:05 | 08:05      | R 5621  | Entroncamento           | Castelo Branco          | 1     | 8:05    |
| Abrantes | 09:40 | 09:40      | R 481   | Entroncamento           | Badajoz                 | 2     | 9:40    |
| Abrantes | 09:46 | 09:46      | IC 541  | Lisboa - Santa Apolonia | Guarda                  | 1     | 9:46    |
| Abrantes | 10:01 | 10:01      | IC 540  | Guarda                  | Lisboa - Santa Apolonia | 1     | 10:01   |
| Abrantes | 11:40 | 11:40      | R 5620  | Castelo Branco          | Entroncamento           | 1     | 11:40   |
| Abrantes | 12:03 | 12:03      | R 5623  | Entroncamento           | Castelo Branco          | 1     | 12:03   |
| Abrantes | 14:07 | 14:07      | R 485   | Entroncamento           | Badajoz                 | 2     | 14:07   |
| Abrantes | 14:43 | 14:43      | IC 543  | Lisboa - Santa Apolonia | Guarda                  | 1     | 14:43   |
| Abrantes | 15:21 | 15:21      | R 482   | Badajoz                 | Entroncamento           | 2     | 15:21   |
| Abrantes | 15:35 | 15:35      | R 5622  | Castelo Branco          | Entroncamento           | 1     | 15:35   |
| Abrantes | 17:01 | 17:01      | IC 542  | Guarda                  | Lisboa - Santa Apolonia | 1     | 17:01   |
| Abrantes | 17:57 | 17:57      | R 5601  | Lisboa - Santa Apolonia | Castelo Branco          | 1     | 17:57   |
| Abrantes | 19:50 | 19:50      | R 5624  | Castelo Branco          | Entroncamento           | 1     | 19:50   |
| Abrantes | 20:04 | 20:04      | R 5625  | Entroncamento           | Castelo Branco          | 1     | 20:04   |
| Abrantes | 20:48 | 20:48      | IC 545  | Lisboa - Santa Apolonia | Guarda                  | 1     | 20:48   |
| Abrantes | 20:52 | 20:52      | R 486   | Badajoz                 | Entroncamento           | 2     | 20:52   |
| Abrantes | 21:05 | 21:05      | IC 544  | Guarda                  | Lisboa - Santa Apolonia | 1     | 21:05   |
| Abrantes | 22:30 | 22:30      | R 5653  | Entroncamento           | Abrantes                | 1     | 22:30   |
| Abrantes | 05:40 | 05:40 (+1) | R 5550  | Abrantes                | Entroncamento           | 1     | 5:40    |
| Abrantes | 07:24 | 07:24 (+1) | R 5600  | Castelo Branco          | Lisboa - Santa Apolonia | 1     | 7:24    |
| Ademia   | 07:53 | 07:53      | R 4604  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 7:53    |
| Ademia   | 08:25 | 08:25      | R 4654  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 8:25    |
| Ademia   | 08:32 | 08:32      | R 4656  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 8:32    |
| Ademia   | 08:54 | 08:54      | R 4606  | Coimbra                 | Porto - Campanha        | 1     | 8:54    |
| Ademia   | 09:42 | 09:42      | R 4658  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 9:42    |
| Ademia   | 10:17 | 10:17      | R 4608  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 10:17   |
| Ademia   | 10:32 | 10:32      | R 4660  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 10:32   |
| Ademia   | 11:03 | 11:03      | R 4610  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 11:03   |
| Ademia   | 11:32 | 11:32      | R 4662  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 11:32   |
| Ademia   | 11:54 | 11:54      | R 4612  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 11:54   |
| Ademia   | 12:28 | 12:28      | R 4664  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 12:28   |
| Ademia   | 12:53 | 12:53      | R 4614  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 12:53   |
| Ademia   | 13:12 | 13:12      | R 4666  | Aveiro                  | Coimbra                 | 2     | 13:12   |
| Ademia   | 13:54 | 13:54      | R 4616  | Coimbra                 | Aveiro                  | 1     | 13:54   |

| Origem | Destino | Estação            | R 4650 | R 4652 | R 4654 | R 4656 | R 4658 | R 4660 | R 4662 | R 4664 | R 4666 | R 4668 | R 4670 | R 4672 |
|--------|---------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Aveiro | Coimbra | Aveiro             | 5:43   | 6:43   | 7:34   | 7:43   | 8:53   | 9:43   | 10:43  | 11:38  | 12:23  | 13:43  | 14:43  | 15:38  |
|        |         | Quintans           | 5:48   | 6:48   | 7:39   | 7:48   | 8:58   | 9:48   | 10:48  | 11:43  | 12:28  | 13:48  | 14:48  | 15:43  |
|        |         | Oia                | 5:54   | 6:54   | 7:45   | 7:54   | 9:04   | 9:54   | 10:54  | 11:49  | 12:34  | 13:54  | 14:54  | 15:49  |
|        |         | Oliveira do Bairro | 5:58   | 6:58   | 7:49   | 7:58   | 9:08   | 9:58   | 10:58  | 11:53  | 12:38  | 13:58  | 14:58  | 15:53  |
|        |         | Paraimo-Sangalhos  | 6:02   | 7:02   | 7:53   | 8:02   | 9:12   | 10:02  | 11:02  | 11:57  | 12:42  | 14:02  | 15:02  | 15:57  |
|        |         | Mogiflores         | 6:05   | 7:05   | 7:56   | 8:05   | 9:15   | 10:05  | 11:05  | 12:00  | 12:45  | 14:05  | 15:05  | 16:00  |
|        |         | Curia              | 6:08   | 7:08   | 7:59   | 8:08   | 9:18   | 10:08  | 11:08  | 12:03  | 12:48  | 14:08  | 15:08  | 16:03  |
|        |         | Agulim             | 6:10   | 7:10   | 8:01   | 8:10   | 9:20   | 10:10  | 11:10  | 12:05  | 12:50  | 14:10  | 15:10  | 16:05  |
|        |         | Mealhada           | 6:15   | 7:15   | 8:07   | 8:15   | 9:25   | 10:15  | 11:15  | 12:10  | 12:55  | 14:15  | 15:15  | 16:10  |
|        |         | Pampilhosa         | 6:19   | 7:19   | 8:11   | 8:19   | 9:29   | 10:19  | 11:19  | 12:14  | 12:59  | 14:19  | 15:19  | 16:14  |
|        |         | Souselas           | 6:26   | 7:26   | 8:18   | 8:26   | 9:36   | 10:26  | 11:26  | 12:21  | 13:06  | 14:26  | 15:26  | 16:21  |
|        |         | Vilela-Fornos      | 6:29   | 7:29   | 8:21   | 8:29   | 9:39   | 10:29  | 11:29  | 12:24  | 13:09  | 14:29  | 15:29  | 16:24  |
|        |         | Ademia             | 6:31   | 7:31   | 8:24   | 8:31   | 9:41   | 10:31  | 11:31  | 12:27  | 13:11  | 14:31  | 15:32  | 16:27  |
|        |         | Coimbra-B          | 6:36   | 7:36   | 8:28   | 8:36   | 9:46   | 10:36  | 11:40  | 12:31  | 13:16  | 14:36  | 15:36  | 16:31  |
|        |         | Coimbra            | 6:40   | 7:40   | 8:32   | 8:52   | 9:50   | 10:40  | 11:45  | 12:35  | 13:20  | 14:40  | 15:40  | 16:36  |

|                     |                    |      |     |
|---------------------|--------------------|------|-----|
| agency.txt          | Documento de texto | 1 KB | Não |
| calendar.txt        | Documento de texto | 1 KB | Não |
| calendar_dates.txt  | Documento de texto | 1 KB | Não |
| fare_attributes.txt | Documento de texto | 1 KB | Não |
| fare_rules.txt      | Documento de texto | 1 KB | Não |
| feed_info.txt       | Documento de texto | 1 KB | Não |
| routes.txt          | Documento de texto | 1 KB | Não |
| shapes.txt          | Documento de texto | 1 KB | Não |
| stop_times.txt      | Documento de texto | 8 KB | Não |
| stops.txt           | Documento de texto | 3 KB | Não |
| transfers.txt       | Documento de texto | 1 KB | Não |
| trips.txt           | Documento de texto | 1 KB | Não |

```

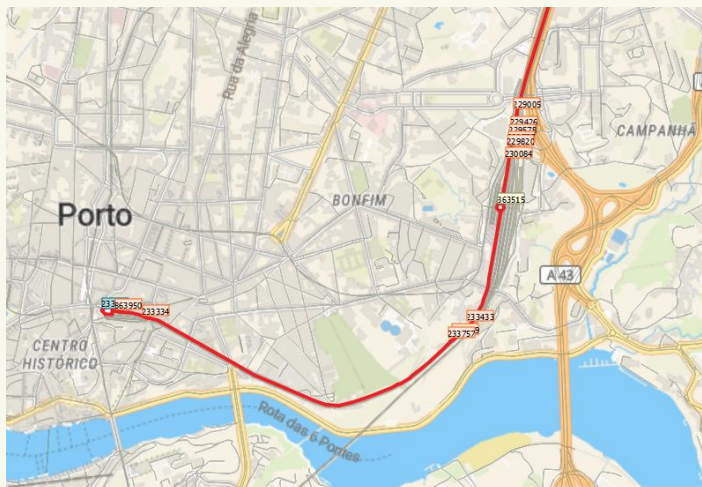
stop_times.txt - Bloco de notas
Ficheiro Editar Formatar Ver Ajuda
trip_id,arrival_time,departure_time,stop_id,stop_sequence,stop_headsign,pickup_type,drop_off
Valenca_Lisboa(sta)_T01,06:48:00,06:50:00,863439_1,1,Vila Nova de Cerveira,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,06:58:00,07:00:00,863441_2,2,Caminha,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,07:06:00,07:08:00,18450_2,3,Ancora Praia,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,07:13:00,07:15:00,863558_1,4,Viana do Castelo,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,07:24:00,07:26:00,863429_3,5,Barroselas,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,07:39:00,07:41:00,863395_1,6,Barcelos,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,07:52:00,07:54:00,863457_2,7,Nine,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:01:00,08:03:00,862358_1,8,Famalicão,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:08:00,08:10:00,856040_2,9,Trofa,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:15:00,08:17:00,863470_2,10,Porto - Campanha,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:35:00,08:37:00,863523_8,11,Vila Nova de Gaia-Devesas,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:41:00,08:43:00,238236_2,12,Espinho,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,08:55:00,08:57:00,863443_2,13,Ovar,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,09:09:00,09:11:00,261162_2,14,Aveiro,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,09:25:00,09:27:00,863718_4,15,Coimbra-B,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,09:52:00,09:54:00,412751_2,16,Pombal,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,10:20:00,10:22:00,863465_2,17,Caxarias,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,10:38:00,10:40:00,863658_2,18,Entroncamento,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,10:57:00,10:59:00,545083_5,19,Santarem,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,11:17:00,11:19:00,725542_2,20,Vila Franca de Xira,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,11:37:00,11:39:00,863621_2,21,Lisboa - Oriente,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,11:51:00,11:53:00,721082_8,22,Lisboa - Santa Apolonia,,,,,1
Valenca_Lisboa(sta)_T01,11:58:00,12:00:00,697366_3,23,1

```

# Caracterização da oferta

Serviços de transporte público modelados

Inter Regional – Régua – Porto São Bento



Line filter:

| Line    | Description          | Mode | Mode desc. | Veh. desc. | Hdwy   | Speed | Length | Lay1 | Lay2 | NbSegs | First  | Terminus | Data1    | Data2    | Data3    |
|---------|----------------------|------|------------|------------|--------|-------|--------|------|------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| IR_PrtI | Porto(camp)_PocinhoE | r    | rail       | IR         | 999.99 | 55.80 | 171.12 | 0.00 | 0.00 | 196    | 863522 | 207440   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| IR_PrtI | Porto(camp)_ReguaE   | r    | rail       | IR         | 999.99 | 63.09 | 103.05 | 0.00 | 0.00 | 151    | 863512 | 817808   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| IR_Reg  | Regua_PocinhoE       | r    | rail       | IR         | 999.99 | 56.72 | 68.07  | 0.00 | 0.00 | 42     | 817803 | 207440   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| IR_Reg  | Regua_Porto(SBent)W  | r    | rail       | IR         | 480.00 | 63.76 | 105.91 | 0.00 | 0.00 | 153    | 817803 | 233194   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| IR_TmI  | Tomar_Lisboa(Sta)S   | r    | rail       | IR         | 999.99 | 87.23 | 129.39 | 0.00 | 0.00 | 139    | 863583 | 696523   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |
| IR_TmI  | Tomar_Lisboa(Sta)N   | r    | rail       | ID         | 999.99 | 87.23 | 129.39 | 0.00 | 0.00 | 147    | 760756 | 697360   | 0.000000 | 0.000000 | 0.000000 |

# Caracterização da oferta

Serviços de transporte público modelados

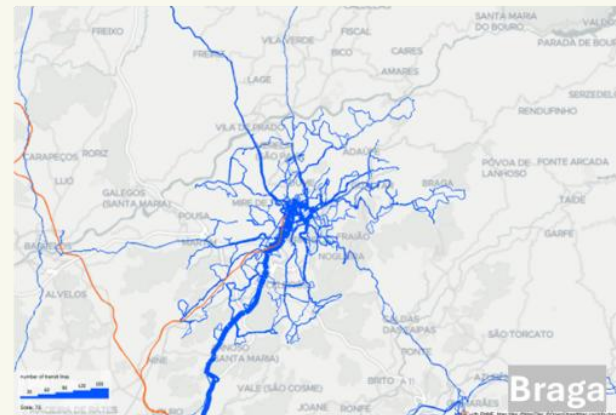
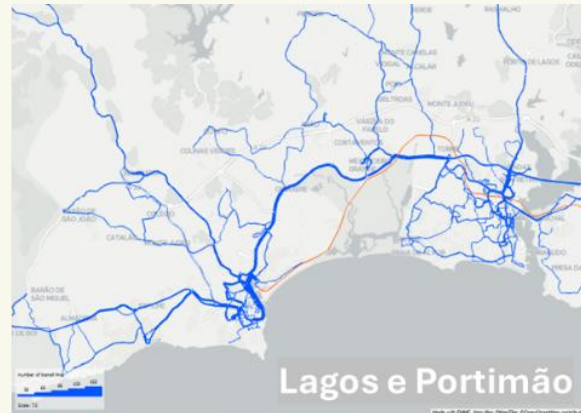
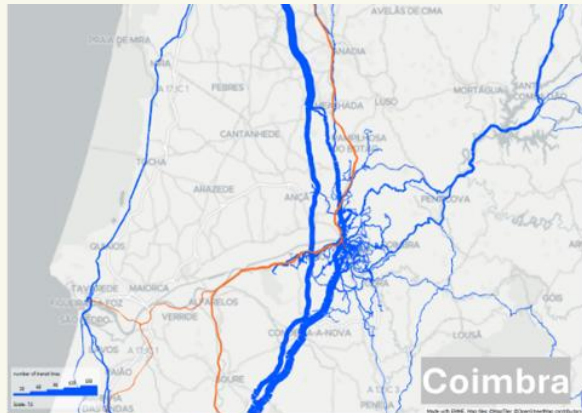
## 4 066 Linhas de transporte público

- 224 serviços ferroviários
- 3725 serviços rodoviários
- 70 linhas de metro subterrâneo
- 24 linhas de metro de superfície
- 11 serviços ferry
- 12 serviços aéreos



# Caracterização da oferta

Serviços de transporte público modelados



# Afetação das matrizes de viagens à rede

## Estrutura global da modelação da procura

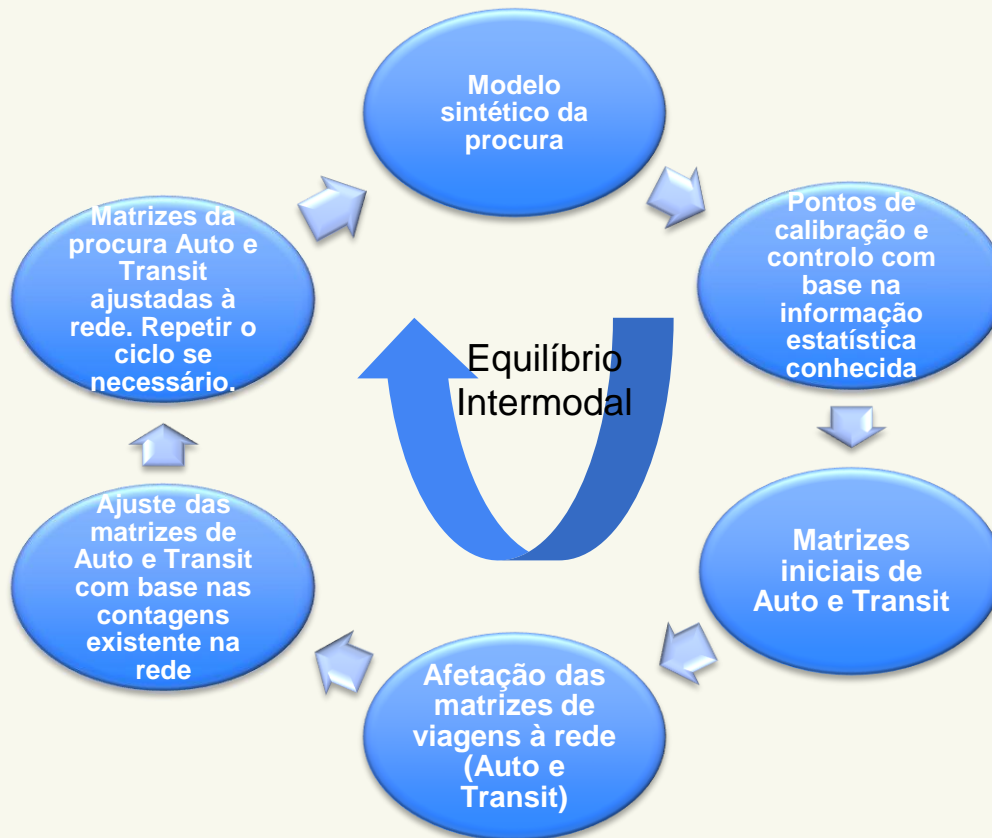
The screenshot shows the OpenPaths AGENT interface. The left sidebar is organized into several sections: DEMOGRAPHIC SCENARIOS (1), PopCensusINE2021 (Zone Hierarchy, Sample Populations, Sample Firms, Synthetic Populations, Synthetic Firms), MODEL PACKAGES (5), TRAVEL SCENARIOS (5), and TABLES (0). The 'MODEL PACKAGES' section is expanded to show 'MP01 - Simple Four Step', which contains 'Properties', 'Model Steps' (3), and 'Calibration Targets'. The 'Model Steps' section is further expanded to show 'Trip generation', 'Trip distribution', and 'Mode choice'. Other model packages listed include 'MP02 - Aggregate Four Step', 'MP03 - Hybrid', 'MP04 - Disaggregate Tour Based', and 'MP05 - Freight Auto Heavy Vehicles'.

## Função utilidade LOGIT na escolha modal

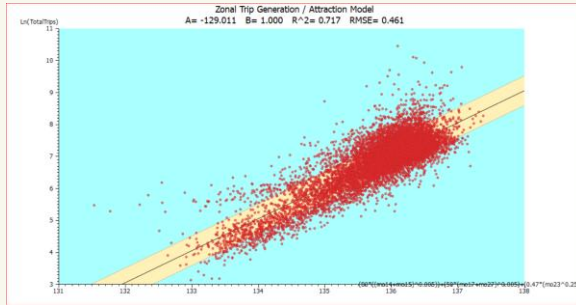
|   | description          | agent_filter                      | agent_expression | (label) == "auto" | (label) == "transit" |
|---|----------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | Cost Auto SD         | euclidiana>0 and euclidiana<=50   | timeauto         | -0.031000         | 0.000000             |
| 2 | Cost Auto MD         | euclidiana>50 and euclidiana<=200 | timeauto         | -0.014000         | 0.000000             |
| 3 | Cost Auto LD         | euclidiana>200                    | timeauto         | -0.006200         | 0.000000             |
| 4 | Cost Transit SD      | euclidiana>0 and euclidiana<=50   | timetransit      | 0.000000          | -0.031274            |
| 5 | Cost Transit MD      | euclidiana>50 and euclidiana<=200 | timetransit      | 0.000000          | -0.012323            |
| 6 | Cost Transit LD      | euclidiana>200                    | timetransit      | 0.000000          | -0.005823            |
| 7 | Alternative Specific |                                   |                  | 0.000000          | 0.052500             |



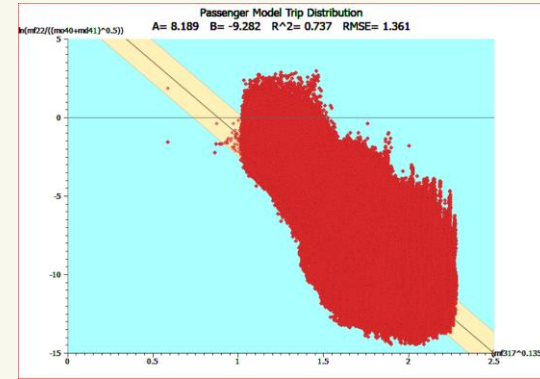
## Calibração e validação do Modelo



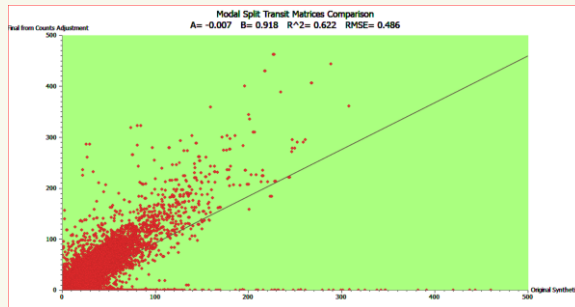
# Calibração e validação do Modelo



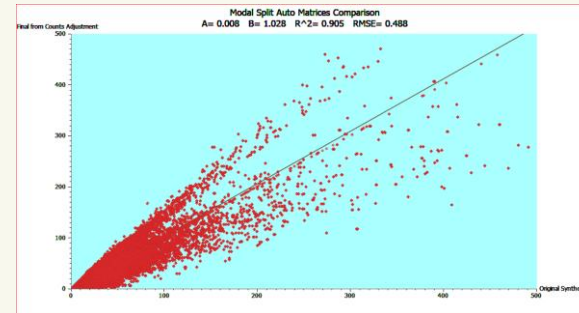
Correlação entre os vetores de produção reais (INE e Contadores) e o homólogo obtido a partir do modelo sintético



Distribuição resultante da aplicação da função tipo LOGIT e respetiva comparação com a informação da matriz homóloga decorrente da publicação do INE e ajustada às contagens.

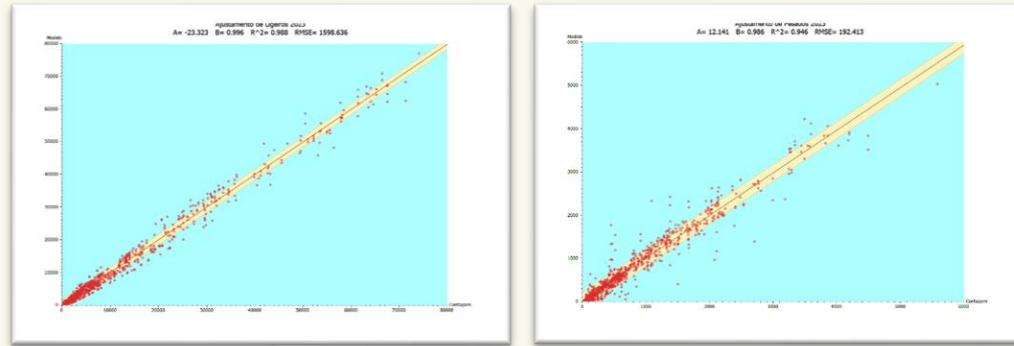


Matrizes do modelo sintético da procura vs matrizes resultantes do ajustamento às contagens de rede Transit

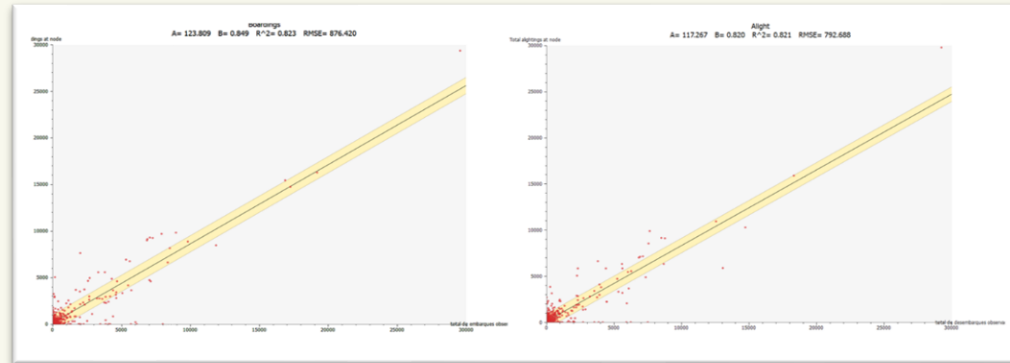


Matrizes do modelo sintético da procura vs matrizes resultantes do ajustamento às contagens de rede Auto

## Calibração e validação do Modelo



Volumes observados (1018 contadores) vs simulados - TMDA de veículos leves (esq.) e veículos pesados (dir.).



Volumes observados (cerca de 500 paragens) vs simulados para embarques (esq.) e desembarques (dir.) no transporte público de passageiros.

## Avaliação do sistema de transporte (em desenvolvimento)

### **Acessibilidade/Mobilidade (MOB)**

- Avaliação dos tempos e custos de viagem, níveis de serviço, velocidades, capacidade, acessibilidade média ponderada pela população e procura

### **Segurança (SAF)**

- Apuramento dos indicadores relativos à sinistralidade, número de vítimas e taxas de risco, possibilitando a avaliação da exposição e gravidade associadas à utilização da infraestrutura rodoviária.

### **Ambiente (ENV)**

- Avalia o impacto ambiental do sistema de transportes, estimando a população exposta ao ruído, aos poluentes atmosféricos e às emissões de gases com efeito de estufa.

### **Economia (ECON)**

- Quantifica os custos sociais associados ao tempo de viagem, aos acidentes, às emissões e ao ruído, avaliando o seu peso relativo ao PIB e apoiando a análise custo-benefício.

## Cenarização (em desenvolvimento)

### **Cenário Base**

Reflete a evolução do sistema de transportes sem novos investimentos significativos. => Concluído

### **Cenário de Construção em Curso**

Inclui os investimentos que estão atualmente em construção e já em fase de implementação. => Em curso

### **Cenário de Continuidade**

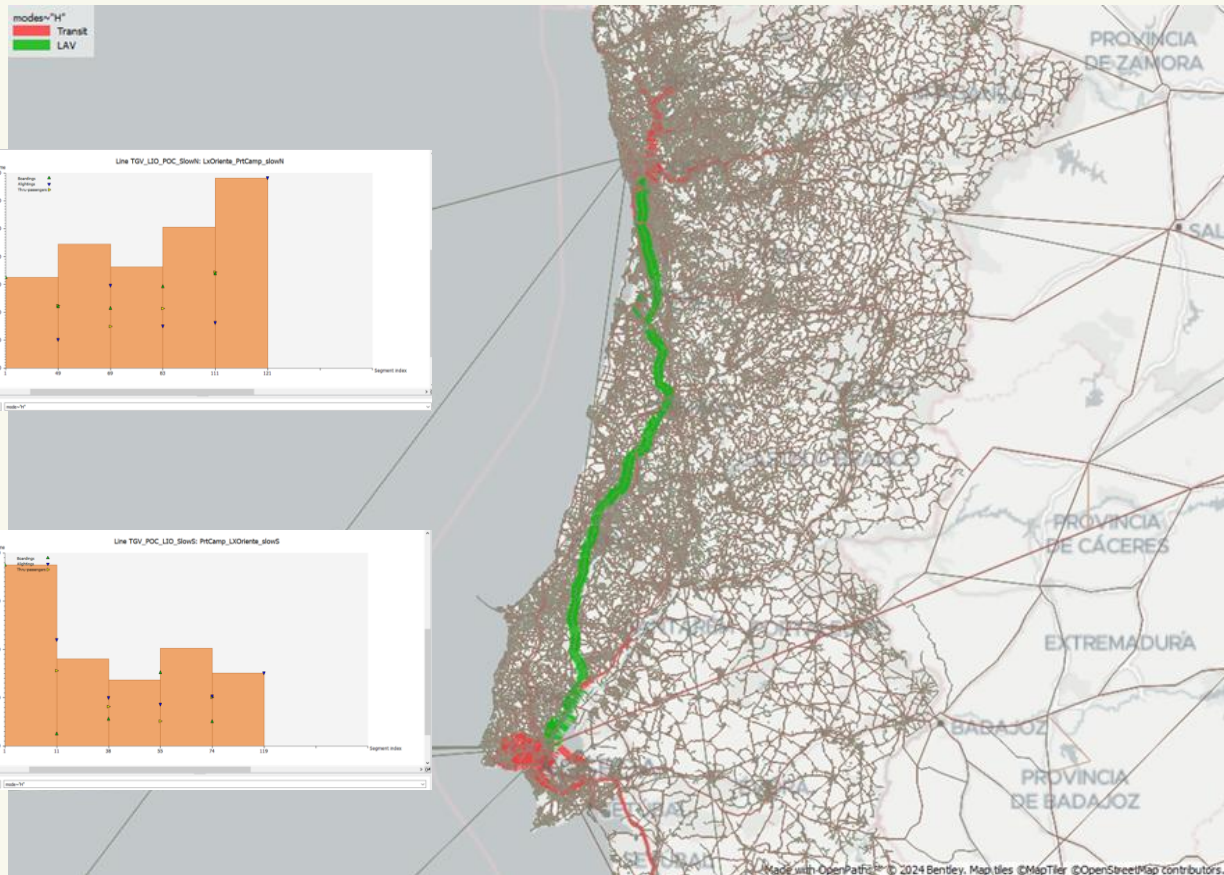
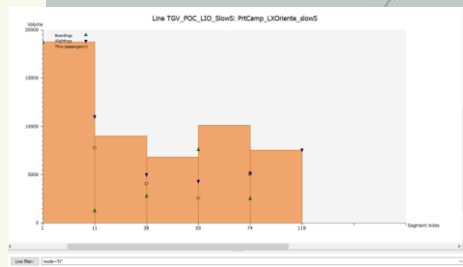
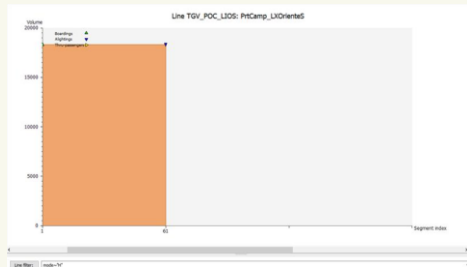
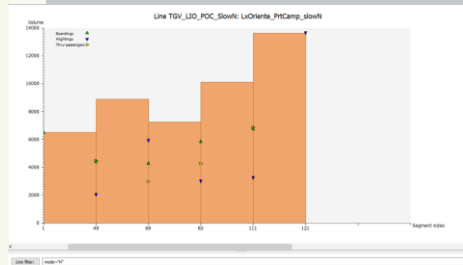
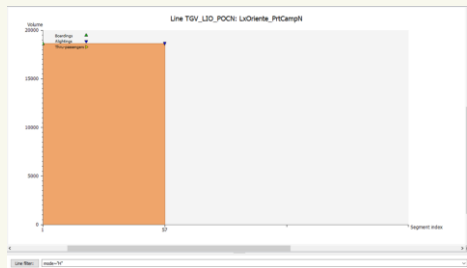
Engloba os investimentos com maturidade definida e cujo lançamento está previsto para um futuro próximo. => Em curso

### **Cenário de Crescimento Acelerado**

Pressupõe um nível elevado de investimento, alinhado com uma perspetiva otimista de desenvolvimento da rede. => Em curso

# Testes preliminar de sensibilidade ao modelo – Linha de Alta Velocidade

Diagrama é perfil da linha de transporte público



## Perspetivas futuras

- Incorporação de novos dados relativos à procura nos serviços de transporte em Espanha, permitindo uma representação mais precisa das dinâmicas de transporte transfronteiriço.
- Utilização de informações adicionais provenientes do sistema Transit, possibilitando um ajustamento mais preciso do modelo e reforçando a sua capacidade de previsão e adaptação às necessidades futuras do sistema de transportes.
- Atualização contínua da rede de transportes, das tarifas de portagem, dos serviços e da procura de mobilidade urbana, assegurando que o modelo reflita, em cada momento, o cenário mais atual e forneça uma representação dinâmica das condições da infraestrutura e dos padrões de mobilidade.
- Evolução do modelo sintético da procura para um Activity Based Model, permitindo não só modelar as várias “tours” que ocorrem durante o dia, mas também a segmentação da procura pelas características intrínsecas da população bem como a incorporação da procura referente aos “turistas”. Esta evolução obriga necessariamente à exploração de dados “big data” inerentes aos sinais de telemóvel.

# OBRIGADO!

## CONTACTOS

[bruno.correia@infraestruturasdeportugal.pt](mailto:bruno.correia@infraestruturasdeportugal.pt)

[jose.macarico@infraestruturasdeportugal.pt](mailto:jose.macarico@infraestruturasdeportugal.pt)

