

**TR EN MO**

transportes . engenharia . modelação

# **ESTUDO DE DEFINIÇÃO DO MODELO DE OPERAÇÃO E DE VIABILIDADE ECONÓMICA E FINANCEIRA DO RAMAL DA ALFÂNDEGA**

## **FASE 1 – DIAGNÓSTICO E PROPOSTA**

**14.OUT.2022**

## ÍNDICE

01.	INTRODUÇÃO .....	12
02.	SUMÁRIO EXECUTIVO .....	14
03.	INSERÇÃO FÍSICA E FUNCIONAL .....	18
03.1.	LIMITAÇÕES FÍSICAS DO RAMAL .....	18
03.2.	SAÍDAS DE EMERGÊNCIA .....	24
03.3.	ESTAÇÕES .....	26
03.3.1.	ALFÂNDEGA .....	26
03.3.2.	FONTAÍNHAS .....	29
03.3.3.	CAMPANHÃ .....	34
03.4.	PMO .....	37
04.	PROCURA EXISTENTE E PROCURA POTENCIAL .....	38
04.1.	CONTAGENS .....	38
04.2.	INQUÉRITOS .....	39
04.3.	PROCURA POTENCIAL .....	46
05.	SISTEMAS DE TRANSPORTE - DISCUSSÃO DAS ALTERNATIVAS E AVALIAÇÃO MACRO CUSTO/ BENEFÍCIO .....	52
05.1.	SISTEMA RODOVIÁRIO .....	54
05.2.	SISTEMA FERROVIÁRIO .....	62
05.3.	SISTEMA AUTOMÁTICO .....	65
05.4.	CONDICIONANTES .....	67
05.5.	ESTIMATIVAS PRELIMINARES DE INVESTIMENTO .....	70
06.	ANÁLISE SWOT .....	73
06.1.	RODOVIÁRIO .....	73
06.2.	FERROVIA .....	74
07.	PRÓXIMOS DESENVOLVIMENTOS .....	75
	BIBLIOGRAFIA .....	76
	WEBGRAFIA .....	77
	ABREVIATURAS .....	78
	ANEXOS .....	79
	ANEXO 1 – CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL E DEMOGRÁFICA .....	80

ANEXO 2 – PROCURA EXISTENTE.....	89
ANEXO 3 – PROCURA POTENCIAL .....	109
ANEXO 4 – MATRIZ OD – CONTAGENS - NACIONAL.....	122
ANEXO 5 – MATRIZ OD – CONTAGENS - INTERNACIONAL.....	126
ANEXO 6 – INQUÉRITOS (MODELO) .....	130
ANEXO 7 – PESOS (%) A APLICAR NA MATRIZ DE PROCURA – NACIONAIS.....	131
ANEXO 8 – MATRIZ OD PROCURA NACIONAL (TRANSFERÊNCIA).....	132
ANEXO 9 – POPULAÇÃO INTERNACIONAL ESTIMADA.....	134
ANEXO 10 – MATRIZ OD PROCURA INTERNACIONAL (TRANSFERÊNCIA) .....	135
ANEXO 11 – MODELOS RODOVIÁRIOS DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	137
ANEXO 12 – MODELOS FERROVIÁRIOS DISPONÍVEIS NO MERCADO .....	146
ANEXO 13 – MODELOS AUTOMÁTICOS DISPONÍVEIS NO MERCADO.....	149
ANEXO 14 – ESTAÇÃO ALFÂNDEGA.....	158
ANEXO 15 – ESTAÇÃO FONTAÍNHAS .....	159
ANEXO 16 – OPERAÇÃO ESTIMADA EM HPM .....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das estações ao longo do canal segregado .....	18
Figura 2 – Ramal da Alfândega .....	19
Figura 3 – Perfil tipo com implantação do <i>Gabarit</i> livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049, com canal de evacuação de 1,00 m .....	21
Figura 4 – Perfil tipo com implantação do <i>Gabarit</i> livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049, com canal de evacuação de 1,00m e rebaixamento de 0,50 m da plataforma .....	22
Figura 5 – Perfil tipo com implantação do <i>Gabarit</i> adaptado a partir do veículo do Metro do Porto (Bitola europeia =1,435m), canal de evacuação de 1,20m.....	22
Figura 6 – Perfil tipo com área para implantação do veículo rodoviário, com 1,20m de canal de evacuação.....	23
Figura 7 – Localização prevista para as saídas de emergência.....	25
Figura 8 – Saída de emergência na escarpa das Fontainhas (Fonte: CMP).....	25
Figura 9 – Esquema funcional da estação da Alfândega .....	27
Figura 10 – Integração do carril com o elétrico na Alfândega – Alternativa A .....	28
Figura 11 – Integração do carril com o elétrico na Alfândega – Alternativa B .....	28
Figura 12 – Alternativas consideradas para a estação das Fontainhas .....	29
Figura 13 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa A (planimetria).....	30
Figura 14 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa A (perfil) .....	31
Figura 15 – Exemplo de elevadores inclinados que se adaptam à escarpa (acrópolis de Atenas).....	32
Figura 16 – Exemplo de elevadores inclinados que se adaptam à escarpa (Génova).....	32
Figura 17 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa B (planimetria).....	33
Figura 18 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa B (perfil) .....	34
Figura 19 – Alternativas consideradas para a estação de Campanhã .....	34
Figura 20 – Inserção das linhas de alta velocidade na estação de Campanhã.....	35
Figura 21 – Esquema funcional da estação de Campanhã – Alternativa A.....	36
Figura 22 – Esquema funcional da estação de Campanhã – Alternativa B.....	36
Figura 23 – Localização prevista para o PMO.....	37
Figura 24 – % de potenciais passageiros em relação à distância a deslocar-se à paragem/estação por modo de transporte (Vuchic,2005).....	46
Figura 25 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época de férias escolares, por sentido por hora num dia útil .....	49
Figura 26 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época de férias escolares, por sentido por hora num dia ao fim de semana .....	49
Figura 27 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época escolar num dia útil.....	50
Figura 28 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em período escolar num dia ao fim de semana.....	50

Figura 29 – Sistemas de transporte e material circulante a analisar .....	53
Figura 30 – - Níveis de condução autónoma (SAE, 2021) .....	55
Figura 31 - Principais elementos para a implantação de um sistema BRT .....	58
Figura 32 - Esquema de uma secção transversal de um túnel (Metro Mondego) .....	59
Figura 33 – Modelo EZ10 da marca EasyMile.....	61
Figura 34 - Modelo Avenio da marca Siemens.....	64
Figura 35 – Classificação dos sistemas CPT (adaptado de Dale & Chu, 2013 e Kremer,2015) .....	65
Figura 36 – Exemplos do sistema <i>cable line</i> acima e abaixo do solo.....	66
Figura 37 – Enquadramento territorial .....	81
Figura 38 – Rede viária e ferroviária .....	82
Figura 39 – Evolução da população residente no concelho do Porto (Fonte: INE – Anuários Estatísticos da Região Norte) 83	
Figura 40 – Evolução da população residente, por freguesia.....	84
Figura 41 – Densidade populacional por subsecção estatística (Fonte: INE - Censos 2021 [dados provisórios]) .....	85
Figura 42 – Movimentos pendulares da população estudante ou empregada residente no concelho do Porto, em 2011 (Fonte: INE – Censos 2011) .....	86
Figura 43 – Duração média dos movimentos pendulares da população residente empregada ou estudante no concelho do Porto, em 2011 (Fonte: INE – Censos 2011).....	87
Figura 44 – Modo de Transporte utilizado nas deslocações dos residentes no concelho do Porto (Fonte: INE - Mob 2017). 88	
Figura 45 – Cobertura espacial dos diferentes serviços de TP .....	89
Figura 46 – Oferta, por hora, em DU escolar das linhas 207 e 400 (2022) .....	90
Figura 47 – Oferta, por hora, em DU escolar da linha 403 (2022).....	91
Figura 48 – Oferta complementar, por hora, em DU na zona da Alfândega (2022) .....	91
Figura 49 – Organização esquemática da rede do Metro do Porto (2022).....	92
Figura 50 – Oferta complementar do MdP, por hora, em DU, das Linhas A, B, C, E e F na Estação de Campanhã (2022) . 92	
Figura 51 – Organização esquemática da rede dos Urbanos CP Porto (2022).....	93
Figura 52 – Oferta complementar da CP, por hora, em DU, das Linhas de Aveiro, Braga, Guimarães e Marco na Estação de Campanhã (2022).....	94
Figura 53 – Distribuição das validações das linhas em análise da STCP ao longo da semana, em época de Férias Escolares (2022) .....	96
Figura 54 – Distribuição das validações das linhas em análise da STCP ao longo da semana, em época Escolar (2022)... 96	
Figura 55 – Distribuição do número médio de validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1 ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época de Férias Escolares (2022) .....	97
Figura 56 – Distribuição do número médio de validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1 ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época Escolar (2022).....	97
Figura 57 – Número total das validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1, por paragem, em época de Férias Escolares (2022) .....	98

Figura 58 – Número total das validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1, por paragem, em época Escolar (2022) .....	98
Figura 59 – Distribuição do número de validações no Metro do Porto, por mês, em 2019 (Fonte: Relatório operacional de desempenho do MdP de dezembro de 2019).....	99
Figura 60 – Distribuição do número de validações ao longo da semana, em época Escolar (2022) .....	100
Figura 61 – Distribuição do número médio de validações das linhas A, B, C, D, E e F ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época Escolar (2022).....	100
Figura 62 – Zonamento (Zoom concelho do Porto e envolvente).....	102
Figura 63 – Zonamento .....	103
Figura 64 – Matriz OD das viagens realizadas da população nacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares .....	104
Figura 65 – Matriz OD das viagens realizadas da população nacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar ...	105
Figura 66 – Matriz OD das viagens realizadas da população internacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares .....	106
Figura 67 – Matriz OD das viagens realizadas da população internacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar .....	107
Figura 68 – Locais de realização dos inquéritos na zona das Fontainhas .....	110
Figura 69 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens obtidas nas zonas de recolha, em época de Férias Escolares .....	111
Figura 70 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens obtidas nas zonas de recolha, em época Escolar	112
Figura 71 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens válidos, obtidas nas zonas de recolha, em época de Férias Escolares .....	112
Figura 72 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens válidos, obtidas nas zonas de recolha, em época Escolar .....	113
Figura 73 – Distribuição por faixa etária e por género, em época de Férias Escolares.....	113
Figura 74 – Distribuição por faixa etária e por género, em época Escolar .....	114
Figura 75 – Modo de deslocação utilizado nas viagens válidas, em época de Férias Escolares .....	114
Figura 76 – Número de deslocações válidas, por modo de deslocação e zona de recolha, em época de Férias Escolares	115
Figura 77 – Modo de deslocação utilizado nas viagens válidas em época Escolar .....	115
Figura 78 – Número de deslocações válidas, por modo de deslocação e zona de recolha, em época Escolar .....	116
Figura 79 – Frequência da deslocação em época de Férias Escolares .....	116
Figura 80 – Frequência das viagens válidas, por zona, em época de Férias Escolares .....	117
Figura 81 – Frequência da deslocação em época Escolar .....	117
Figura 82 – Frequência das viagens válidas, por zona, em época Escolar .....	118
Figura 83 – Número de inquéritos realizados à população internacional em época de Férias Escolares e época Escolar .	118
Figura 84 – Distribuição por faixa etária e por género da população internacional, em época de Férias Escolares.....	119
Figura 85 – Distribuição por faixa etária e por género da população internacional, em época Escolar .....	119

Figura 86 – Zona onde está alojado o inquirido internacional, em Férias Escolares e época Escolar .....	120
Figura 87 – N° de dias que vai ficar alojado em Portugal, em Férias Escolares e época Escolar.....	120
Figura 88 – Modo de deslocação durante a estadia em Portugal, em Férias Escolares e época Escolar .....	121
Figura 89 – Número de inquiridos que viajaram ou pretendem viajar de elétrico, em época Escolar e Férias Escolares....	121
Figura 90 – Modelo GRT Vehicle da marca ZF together .....	137
Figura 91 – Modelo E-Palette da marca Toyota .....	138
Figura 92 – Modelo Evo da marca Navya.....	138
Figura 93 – Modelo Apollo da marca Baidu.....	139
Figura 94 – Modelo Lift da marca Ohmio.....	140
Figura 95 - Modelo leTram da marca Irizar .....	140
Figura 96 – Modelo e.City Gold da Caetano Bus .....	141
Figura 97 – Modelo H2.City Gold da Caetano Bus.....	142
Figura 98 – Modelo E-Way da Iveco Bus .....	142
Figura 99 – Modelo 7900 Eletric da Volvo .....	143
Figura 100 – Protótipo veículo autónomo Iveco Bus e EasyMile.....	144
Figura 101 – Modelo E-ATAK da Karsen.....	144
Figura 102 - Modelo Corsair 71-921 Tram-Car da marca PK Transport.....	146
Figura 103 - Modelo ForCity Smart Artic X34 da marca Skoda.....	147
Figura 104 - Modelo Citadis X05 da marca Alstom .....	147
Figura 105 – Exemplo do sistema <i>Cable Liner Single</i> .....	150
Figura 106 – Exemplo do sistema <i>Cable Liner Double</i> .....	150
Figura 107 – Exemplo do sistema <i>Cable Pinched Loop</i> .....	151
Figura 108 – Exemplo do sistema <i>Cable Liner Bypass</i> .....	151
Figura 109 – Ilustração dos sistemas sintetizados na Tabela 65. Las Vegas (1999), Birmingham (2009), Toronto (2006), México (2007), Las Vegas (2009), Caracas (2009), Veneza (2010), Oakland (2014), Doha (2015), Moscovo (2018), Luton (2021). .....	152
Figura 110 - Modelo Heavy Industries Crystal Mover C810A da marca Mitsubishi .....	154
Figura 111 - Modelo People Mover P30 da marca Intamin .....	155
Figura 112 - Modelo Innovia Metro 300 da marca Bombardier Transportation .....	155
Figura 113 - Modelo Driverless da marca Hitachi.....	156
Figura 114 – Modelo Cityval/ Airval da marca Siemens .....	157
Figura 115 – Modelo Vectus PRT da marca TDI .....	157

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Somatório da estimativa da população nacional e internacional por época e período .....	15
Tabela 2 – Resumo das estimativas preliminares de investimento .....	17
Tabela 3 – Dimensões do Túnel I do Ramal da Alfândega (IP, 2020).....	19
Tabela 4 – Dimensões do Túnel III do Ramal da Alfândega (IP, 2020).....	20
Tabela 5 – Vista antiga do Ramal da Alfândega em funcionamento .....	26
Tabela 6 – Somatório da população nacional e internacional em época de férias escolares num dia útil .....	38
Tabela 7 – Somatório da população nacional e internacional em época de férias escolares num dia de fim de semana .....	38
Tabela 8 – Relação do número de viagens em época de férias escolares em fim de semana e dia útil.....	39
Tabela 9 – Somatório da população nacional e internacional em época Escolar num dia útil .....	39
Tabela 10 – Somatório da população nacional e internacional em época Escolar num dia de fim de semana .....	39
Tabela 11 – Relação do número de viagens em época Escolar em fim de semana e dia útil.....	39
Tabela 12 – Distribuição do número de inquéritos realizados por local de recolha e público-alvo, na época de Férias Escolares .....	40
Tabela 13 – Distribuição do número de inquéritos realizados por local de recolha e público-alvo, na época Escolar .....	40
Tabela 14 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona da Alfândega, em época de Férias Escolares .....	41
Tabela 15 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona de Campanhã, em época de Férias Escolares.....	42
Tabela 16 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona das Fontainhas, em época de Férias Escolares .....	42
Tabela 17 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona da Alfândega, em época Escolar.....	43
Tabela 18 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona de Campanhã, em época de Escolar.....	43
Tabela 19 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona das Fontainhas, em época Escolar .....	44
Tabela 20 – População internacional ponderada para a matriz procura potencial em época de Férias Escolares.....	45
Tabela 21 – População internacional ponderada para a matriz procura potencial em época Escolar .....	45
Tabela 22 – População internacional ponderada para a matriz agrupada por local onde está alojada – dentro e fora de uma zona core.....	45
Tabela 23 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens nacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares.....	47
Tabela 24 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens nacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar .....	47
Tabela 25 – Pesos (%) a aplicar diretamente na matriz de procura internacional em época de Férias Escolares e época Escolar.....	48

Tabela 26 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens internacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares .....	48
Tabela 27 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens internacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar .....	48
Tabela 28 – Estimativa preliminar da receita anual .....	51
Tabela 29 - Classificação dos modos de transporte coletivos (Fonte: Adaptado de IMTT, 2011).....	52
Tabela 30 - Largura para vias BRT em função do limite de velocidade (LNEC, 2021).....	58
Tabela 31 – Resumo das principais características de cada modelo rodoviário .....	60
Tabela 32 – Dimensões padrão para vias LRT (NACTO) .....	63
Tabela 33 – Resumo das principais características de cada modelo ferroviário .....	63
Tabela 34 – Resumo das principais características de cada modelo automático .....	67
Tabela 35 – Resumo dos valores de investimento estimados por cada rúbrica.....	72
Tabela 36 – Resumo das soluções adotadas.....	73
Tabela 37 – Distribuição da população residente das freguesias das áreas de estudo, em 2021 .....	83
Tabela 38 – Estimativa da população residente, por Zona.....	85
Tabela 39 – Repartição modal dos trabalhadores ou estudantes residentes no concelho do Porto, em 2011 (Fonte: INE – Censos 2011) .....	87
Tabela 40 – Oferta complementar do MdP, por período horário, em DU , das Linhas A, B, C,D E e F na Estação de Campanhã (2022) .....	93
Tabela 41 – Oferta complementar da CP, por período horário, em DU, das Linhas de Aveiro, Braga, Guimarães e Marco na Estação de Campanhã (2022).....	94
Tabela 42 – Nº médio de validações em dia útil nas estações do Campo 24 de Agosto, Campanhã, Heroísmo e São Bento .....	101
Tabela 43 – Resumo das contagens efetuadas em época de Férias Escolares da população nacional .....	104
Tabela 44 – Resumo das contagens efetuadas em época Escolar da população nacional .....	105
Tabela 45 – Variação da população nacional entre a época de Férias Escolares e Escolar (%).....	105
Tabela 46 – Resumo das contagens efetuadas em época de Férias Escolares à população internacional .....	106
Tabela 47 – Resumo das contagens efetuadas em época Escolar à população internacional .....	107
Tabela 48 – Variação da população internacional entre a época de Férias Escolares e Escolar (%).....	108
Tabela 49 – População e amostra para a época de Férias Escolares (agosto) .....	109
Tabela 50 – População e amostra para a época Escolar (setembro).....	109
Tabela 51 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Férias Escolares (Total/Dia) .....	122
Tabela 52 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Férias Escolares (17:00h – 19:00h).....	123
Tabela 53 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Escolar (Total/Dia) .....	124
Tabela 54 – Origem-Destino das viagens nacionais em época Escolar (17:00h – 19:00h).....	125
Tabela 55 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Férias Escolares (Total/Dia) .....	126

Tabela 56 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Férias Escolares (17:00h – 19:00h).....	127
Tabela 57 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Escolar (Total/Dia) .....	128
Tabela 58 – Origem-Destino das viagens internacionais em época Escolar (17:00h – 19:00h).....	129
Tabela 59 – Pesos (%) a aplicar na matriz de procura - nacionais.....	131
Tabela 60 - Matriz de procura potencial nacional em época de Férias Escolares (17:00h - 19:00h) .....	132
Tabela 61 – Matriz de procura potencial nacional em época Escolar (17:00h - 19:00h) .....	133
Tabela 62 – População internacional estimada em época de Férias Escolares.....	134
Tabela 63 – População internacional estimada em época Escolar .....	134
Tabela 64 – Matriz de procura potencial internacional em época de Férias Escolares (17:00h - 19:00h) .....	135
Tabela 65 – Matriz de procura potencial internacional em época Escolar (17:00h - 19:00h) .....	136
Tabela 66 – Sistemas implementados pela <i>Doppelmayr</i> e respetivas características .....	153
Tabela 67 – Operação estimada em HPM para a solução rodoviária .....	160
Tabela 68 – Operação estimada em HPM para a solução ferroviária .....	160

# 01. INTRODUÇÃO

O presente documento pretende apresentar, por parte da TRENMO Engenharia, S. A. (doravante designada de TRENMO), a primeira fase do *Estudo de Definição do Modelo de Operação e de Viabilidade Económica e Financeira do Ramal da Alfândega*, para a STCP Serviços.

Este estudo, que tem como objetivo a definição do modelo de operação e de viabilidade económica e financeira com vista à utilização do espaço canal do Ramal da Alfândega para uso em transporte público, assenta num dos desígnios do Município do Porto – a reabertura do Ramal da Alfândega, em todo o seu percurso, entre a Alfândega e Campanhã.

Sob esta premissa, foram já apresentadas publicamente, em 2020, duas soluções para o aproveitamento deste canal:

1. Transformação do canal num percurso pedonal e ciclável e respetivas interseções à eventual ecopista a criar na ponte ferroviária Dona Maria Pia, aliado à valorização paisagística da envolvente com a instalação de um parque urbano em socacos;
2. Transformar o ramal num canal dedicado de circulação de veículos de transporte público, garantido assim a ligação, neste modo, entre a Ribeira (Alfândega) e o novo terminal de Campanhã.

Ambas as propostas contribuem para o cumprimento de um dos objetivos do PDM de 2021, designadamente *melhorar a acessibilidade interna e externa, criando condições para a intermodalidade e a utilização dos modos de transporte “suaves” e, em simultâneo, o objetivo assumido pelo Município do Porto, para reduzir as emissões de CO2 em 50% até 2030* (PDM, CM Porto, 2021). Para além disto, é pretensão deste projeto, promover o desenvolvimento e fixação de novos polos na área Ocidental da cidade, em complemento e articulação com os já existentes na área Ocidental e Central, bem como estreitar a relação com a Cota Baixa da Alfândega.

Neste contexto, surge ainda a importância de compatibilizar este novo serviço de transporte com o serviço da futura linha de Alta Velocidade Porto-Lisboa com paragem em Campanhã, prevê ainda a ligação Porto-Vigo.

Pretende-se com este estudo encontrar a melhor solução, tendo também como referência os estudos já apresentados, considerando a infraestrutura (canal) existente, garantindo-se:

- O aproveitamento da infraestrutura existente;
- A melhoria da articulação entre os vários modos de transporte;
- A adequação da oferta de transporte público à procura existente e potencial;
- A definição do tipo de transporte a utilizar através de projeções de custos e proveitos.

O objetivo deste relatório passa pela caracterização territorial da área de estudo e pelo diagnóstico do serviço de transporte público com relação direta com o Ramal da Alfândega, bem como da procura existente. Para a caracterização da procura existente, para além da informação fornecida pela STCP e Metro do Porto, foram realizados inquéritos e contagens nas áreas previamente definidas: Alfândega, Fontainhas e Campanhã.

As tarefas desenvolvidas organizam-se em quatro capítulos principais, para além do presente capítulo de introdução e do capítulo final relativo aos próximos desenvolvimentos, conforme os seguintes pontos:

- Capítulo 02 – Sumário Executivo;
- Capítulo 03 – Inserção Física e Funcional;
- Capítulo 04 – Procura Existente e Procura Potencial;
- Capítulo 05 – Sistemas de Transporte - Discussão das Alternativas e Avaliação Macro Custo/ Benefício;
- Capítulo 06 – Análise SWOT.

O documento inicia-se com o resumo dos trabalhos realizados e das principais conclusões alcançadas.

No Capítulo 03 desenvolve-se a discussão sobre a inserção física e funcional do ramal, identificando-se as principais restrições existentes e que podem condicionar as soluções. É avaliada, de forma preliminar, a inserção das estações e a sua integração na envolvente e com o sistema de transportes. Em alguns pontos são discutidas localizações alternativas, ponderando as suas vantagens e desvantagens.

Seguidamente procede-se à caracterização da oferta e procura na área em estudo com base nos resultados das contagens, informando as matrizes de procura atual. Posteriormente apresentam-se os resultados dos inquéritos realizados nas três áreas. Por fim, com base nos resultados dos inquéritos e nas matrizes de procura atual, é estimada a procura potencial.

No Capítulo 05 é desenvolvida uma avaliação macro do custo/ benefício das soluções possíveis. Para o efeito é discutida a viabilidade da inserção dos vários sistemas em análise no canal, sob a premissa de integração do novo serviço de transporte no sistema atualmente existente, tendo em conta valores de referência e as limitações identificadas no ponto anterior. Com isto, identificaram-se os veículos mais adequados a cada uma das soluções, após um levantamento mais exaustivo em que se compilaram as suas principais características – dimensões, velocidade de circulação e capacidade. Complementarmente sintetizaram-se as condicionantes a considerar na definição da solução de transporte. Neste ponto é ainda apresentado o dimensionamento preliminar do investimento necessário tanto em material circulante como em infraestruturas.

O Capítulo 06 corresponde à SWOT que procura comparar as duas opções, rodoviária e ferroviária, e sintetizar as principais conclusões alcançadas.

O relatório termina com um conjunto de anexos complementares ao estudo, a saber:

- Anexo 1 – Caracterização Territorial e Demográfica
- Anexo 2 – Procura Existente
- Anexo 3 – Procura potencial
- Anexo 4 – Matriz OD – Contagens - Nacional
- Anexo 5 – Matriz OD – Contagens - Internacional
- Anexo 6 – Inquéritos (Modelo)
- Anexo 7 – Pesos (%) a aplicar na Matriz de Procura – Nacionais
- Anexo 8 – Matriz OD Procura Nacional (Transferência)
- Anexo 9 – População Internacional Estimada
- Anexo 10 – Matriz OD Procura Internacional (Transferência)
- Anexo 11 – Modelos Rodoviários Disponíveis no Mercado
- Anexo 12 – Modelos Ferroviários Disponíveis no Mercado
- Anexo 13 – Modelos Automáticos Disponíveis no Mercado
- Anexo 14 – Estação Alfândega
- Anexo 15 – Estação Fontainhas
- Anexo 16 – Operação Estimada em HPM

## 02. SUMÁRIO EXECUTIVO

No presente documento apresenta-se, por parte da TRENMO Engenharia, S. A. (doravante designada de TRENMO), a primeira fase do *Estudo de Definição do Modelo de Operação e de Viabilidade Económica e Financeira do Ramal da Alfândega*, para a STCP Serviços.

Esta fase tem como principais objetivos:

- Avaliar a procura existente e a procura potencial;
- Avaliar e propor a inserção física e funcional do percurso;
- Identificar as soluções de transporte compatíveis.

O Ramal da Alfândega conecta dois pontos com características muito distintas:

- Campanhã – o principal *hub* intermodal da cidade, conectando com todo o serviço ferroviário que liga à região e ao país, recebendo serviços rodoviários regionais e nacionais e a perspetiva do serviço de Alta Velocidade até 2030, integrando ainda com a rede de Metro do Porto e com o serviço urbano da STCP;
- Alfândega – é um dos principais Destino turísticos do Porto, mas que, simultaneamente, apresenta elevados níveis de congestionamento decorrentes das limitações da rede viária face à procura existente.

A reabertura do Ramal da Alfândega constitui-se numa mais-valia, tanto na promoção dos movimentos pendulares em modos ambientalmente mais favoráveis como na possibilidade da criação de uma nova experiência turística na cidade: percorrendo parte da encosta entre Campanhã e Alfândega, com a possibilidade de paragem nas Fontainhas, local de excelência pela vista privilegiada sobre o Rio Douro e Vila Nova de Gaia, com elevado potencial turístico.

Por forma a perceber qual a melhor solução de mobilidade para este local, procedeu-se às seguintes análises:

- Avaliação da oferta e procura existente concorrencial ou complementar ao serviço a implementar no Ramal da Alfândega;
- Realização de contagens com origem e/ou destino nas áreas de estudo;
- Realização de inquéritos de procura declarada nas áreas de estudo;
- Estimativas da procura potencial.

Para avaliar a oferta existente, procedeu-se à análise da oferta prestada pelos operadores cujo serviço interfere diretamente com o Ramal, potenciando a sua integração no sistema de transportes existente. Assim, analisaram-se as linhas 207, 400 e 403 da STCP por se caracterizarem como alternativas ao Ramal, bem como às linhas 500 e L1 do elétrico como linhas complementares, uma vez que poderão “alimentar” o Ramal através de transbordo.

O Ramal da Alfândega apresenta-se como uma ligação complementar ao sistema de Metro do Porto e à CP, com integração em Campanhã. No entanto, a oferta no Ramal terá de garantir uma boa frequência já que, tanto as Fontainhas como a Alfândega possuem estações de metro (e comboio no segundo caso) concorrenciais a cerca de 800 metros – Heroísmo e 24 de Agosto no primeiro caso e S. Bento no segundo, mas com a agravante da pendente acentuada.

O percurso do Ramal da Alfândega prolonga-se praticamente paralelo à ligação Campanhã – S. Bento divergindo apenas no troço final para servir a cota baixa, situando-se S. Bento à cota alta. Assim, apesar da distância ser possível para o acesso a um serviço ferroviário (que apresenta uma capacidade de captação superior ao modo rodoviário), a pendente de cerca de 50 metros retira competitividade ao percurso.

Para além da procura na rede TP direta ou indiretamente relacionada com o Ramal, procedeu-se também à realização de contagens nas zonas definidas da Alfândega, Fontainhas e Campanhã (considerou-se uma área de cerca de 500 metros em volta das estações projetadas, devidamente “cruzada” com a análise morfológica do terreno), relacionando-as com o Porto e região envolvente. As contagens, que refletem a procura atual, foram obtidas através de dados GPS, o que permite atingir um nível de abrangência e detalhe que as técnicas mais conservadoras não permitem, constituindo-se assim como uma mais-valia na aquisição de dados para este projeto. Nestas contagens, foram diferenciados dois públicos consoante a sua origem – os nacionais e os internacionais – suportando estimativas distintas para a procura nacional e para a procura turística.

Os valores da procura atual obtidos são sintetizados na Tabela 1.

Zona Core	Dia útil				Fim de semana			
	Destino + Origem (Dia)		Destino + Origem (17:00h - 19:00h)		Destino + Origem (Dia)		Destino + Origem (17:00h - 19:00h)	
	Férias	Escolar	Férias	Escolar	Férias	Escolar	Férias	Escolar
Alfândega	7 892	7 409	1 300	1 286	6 904	8 316	1 235	1 635
Campanhã	16 114	19 222	2 820	3 620	13 795	14 604	2 267	2 107
Fontainhas	7 639	8 853	1 145	1 328	6 421	7 517	958	1 031
<b>Total</b>	<b>31 645</b>	<b>35 484</b>	<b>5 265</b>	<b>6 234</b>	<b>27 120</b>	<b>30 437</b>	<b>4 460</b>	<b>4 773</b>

**Tabela 1 – Somatório da estimativa da população nacional e internacional por época e período**

Em média, o peso da população internacional em Férias Escolares é 15% e em época Escolar 10%. Na Alfândega, a população internacional é consideravelmente superior ao fim de semana quando comparado com o dia útil.

Para obter a matriz de procura potencial foram realizados inquéritos nas três zonas, cujos resultados foram aplicados sobre as matrizes de procura atual, tendo por referência a base amostral.

Os resultados obtidos da análise da procura potencial indiciam que na época de Férias Escolares em dia útil é expectável uma procura máxima por sentido de 142 passageiros em hora de ponta no sentido Alfândega-Campanhã. Em época Escolar, a procura máxima expectável por sentido é de 156 passageiros na hora de ponta de um dia útil, no sentido Alfândega – Campanhã. Com base na procura máxima expectável em hora de ponta, prevê-se que, em época Escolar esta seja cerca de 10% superior quando comparada com a época de Férias Escolares, demonstrando assim uma ligeira diferenciação entre as épocas. Quando comparada a procura ao fim de semana em relação ao dia útil, percebe-se uma diminuição de cerca de 65%.

Depois de estimada a procura potencial é discutida a viabilidade de inserção de um sistema de transporte no Ramal da Alfândega.

A intervenção no corredor existente, antigamente ocupado com o Ramal Ferroviário da Alfândega, consiste num trajeto com uma extensão total de cerca de 3 896 m<sup>1</sup>, integralmente em canal segregado. Este percurso é marcado por três túneis (1 276 m, 23 m e 80 m) que, segundo o relatório de inspeção da IP de 2021 para os túneis I e III, apresentam uma largura mínima de 4,60 m e uma altura máxima de 5,50 m, para além da presença de uma conduta de água que limita a largura disponível. Adicionalmente, poderá ser necessário considerar o espaço para um canal de circulação/evacuação e o sistema de recolha de águas pluviais.

O novo sistema a implementar deverá apresentar soluções de segurança e evacuação, em caso de necessidade. A legislação em vigor indica que para túneis com extensão superior a 1 000 m é necessário considerar duas saídas de emergência intermédias com distâncias máximas de 500 m. As duas saídas de emergência previstas localizam-se junto ao túnel da Ribeira no topo nascente da Rua do Infante D. Henrique e a outra na escarpa das Fontainhas, abaixo do viaduto da Rua do

<sup>1</sup> Valor referenciado no Caderno de Encargos.

General Sousa Dias. No entanto, será necessário validar com as entidades responsáveis uma vez que o número de saídas de emergência pode variar de acordo com as medidas de segurança adicionais existentes.

No que diz respeito às estações, foram analisadas cinco soluções: uma para a Alfândega, duas alternativas para as Fontainhas e duas alternativas em Campanhã.

Propõe-se que a estação da Alfândega se localize imediatamente junto à saída do túnel, o que permitirá uma ligação privilegiada a nascente, para a zona da Ribeira, bem como uma conexão facilitada com os autocarros da STCP, os autocarros turísticos e os elétricos.

Nas Fontainhas foram equacionadas duas soluções. No entanto, estas soluções podem tornar-se dispendiosas e intrusivas na paisagem, em paralelo com uma procura prevista reduzida, o que não justifica este investimento.

Em Campanhã são também apresentadas duas soluções: uma junto à Fábrica Ceres, mais simples, e outra no interior do TIC, mais complexa. A segunda alternativa apresenta a vantagem de garantir uma boa ligação funcional ao TIC e beneficiar do túnel de acesso direto ao metro, no entanto a estimativa preliminar de investimento indica um impacto no orçamento elevado.

Na avaliação marco custo/ benefício das alternativas são discutidas as principais características, vantagens e desvantagens entre sistemas ferroviários, rodoviários e automáticos.

A escolha do sistema nesta fase é discutida sobre duas premissas: compatibilidade com as dimensões do Ramal da Alfândega e potencialidade de inserção no sistema de transportes atual. Tendo em conta estas duas premissas, verificou-se que apenas os sistemas rodoviários e ferroviários apresentam soluções compatíveis com o projeto.

Para complementar a reflexão sobre as vantagens e desvantagens das opções rodoviária e ferroviária e da sua adequação ao contexto do Ramal da Alfândega, foram abordados fornecedores e operadores de sistemas compatíveis.

No que diz respeito ao sistema em si, abordou-se a Metro Mondego para conhecer o processo de decisão na forma como contornou as limitações de largura existentes ao longo do canal.

A opção ferroviária foi discutida com a Siemens, nomeadamente as questões de integração com o elétrico do Porto, as vantagens das opções *standard*, a viabilização da catenária com as limitações dos túneis vs recurso a baterias e soluções de automatização. Para além destes assuntos, foi ainda questionada a viabilidade do veículo ser autónomo. Esta opção não foi viabilizada pela Siemens para o horizonte de execução do projeto, que indicou sistemas alternativos a incluir no veículo que permitem um nível de autonomia muito avançado, de nível 3. Estes sistemas conferem um elevado nível de segurança ao veículo.

A opção rodoviária foi discutida com a Caetano Bus, nomeadamente ao nível do estado da arte das soluções autónomas e da existência de veículos reversíveis *standard*.

Com a evolução da análise, tornou-se cada vez mais clara a limitação física do canal, nomeadamente dos túneis. A necessidade de avaliar soluções rodoviárias em veículos com dimensões compatíveis com os túneis conduziu à possibilidade de recorrer ao veículo autónomo da EasyMile, tendo esta opção sido discutida diretamente com a empresa.

Para a solução rodoviária foram analisados vários veículos de diferentes capacidades. Com base na análise realizada, a largura útil disponível no túnel não é compatível com veículos *standard*. Por sua vez, os veículos autónomos de capacidade reduzida cumprem com as limitações de largura e dispõem de soluções autónomas em operação. O principal constrangimento da solução rodoviária neste segmento prende-se com o facto de não existirem no mercado veículos reversíveis, o que obriga à garantia de área para realizar a inversão da marcha nas estações terminais. Por outro lado, a velocidade de circulação máxima nos sistemas atuais em operação analisados é de 20 km/h o que, associado à reduzida capacidade do veículo (12 passageiros), limita a oferta horária e a capacidade máxima possível. No entanto, com o

desenvolvimento do sistema prevê-se, a curto prazo, um aumento da velocidade para um máximo de 30h km/h e capacidade para 20 passageiros.

Para a solução ferroviária equaciona-se um sistema LRT (*Light Rail Transit*) cuja principal vantagem decorre da possibilidade de integração na rede de elétricos. Nesta opção, a estação de recolha de Massarelos poderá albergar atividades de operação e manutenção dos veículos a operar no Ramal, para além de apoiar o fornecimento de energia do sistema. O sistema LRT não dispensa a presença de condutor a curto prazo, no entanto apresenta soluções de apoio à condução para uma autonomia nível 3 e garante a reversibilidade do veículo sem impacto nas estações.

Em relação aos sistemas automáticos existentes, todas as soluções apresentam limitações em termos de flexibilidade de ajuste na inserção, o que pode ser fundamental para a compatibilização com a Alta Velocidade em Campanhã, pelo que não se aprofundou a análise de viabilidade de inserção destas opções.

Por forma a apoiar o processo de decisão, apresentam-se valores macro de investimento, com base em valores de referência (Tabela 2). Face ao investimento envolvido não se considerou a estação nas Fontainhas nem a opção da estação de Campanhã no TIC. Por outro lado, na solução ferroviária, considerou-se também o PMO<sup>2</sup> e a integração na rede do elétrico.

Para a estimativa do número de veículos considerou-se a adoção da solução autónoma da Easymile e o veículo LRT Avenio, da Siemens, ambos compatíveis com a restrição do canal e a possibilidade de integração com o sistema de transportes existente.

Solução		Rodoviária	Ferroviária
Investimentos	Veículos <sup>3</sup>	2 078 544 €	10 200 000 €
	Infraestruturas <sup>3</sup>	9 375 000 €	12 195 000 €

**Tabela 2 – Resumo das estimativas preliminares de investimento**

<sup>2</sup> Existe a possibilidade de integrar o PMO de Massarelos, reduzindo o investimento em infraestrutura considerado na solução ferroviária.

<sup>3</sup> Acresce os valores de operação manutenção dos veículos e infraestrutura. Ver com maior detalhe o ponto 05.5.

### 03. INSERÇÃO FÍSICA E FUNCIONAL

No âmbito da inserção física e funcional do Ramal da Alfândega foi analisado com detalhe o canal disponível e alguns pontos específicos, nomeadamente as estações terminais, uma estação central nas Fontainhas, locais para saídas de emergência do túnel principal e a localização potencial do PMO (Figura 1).

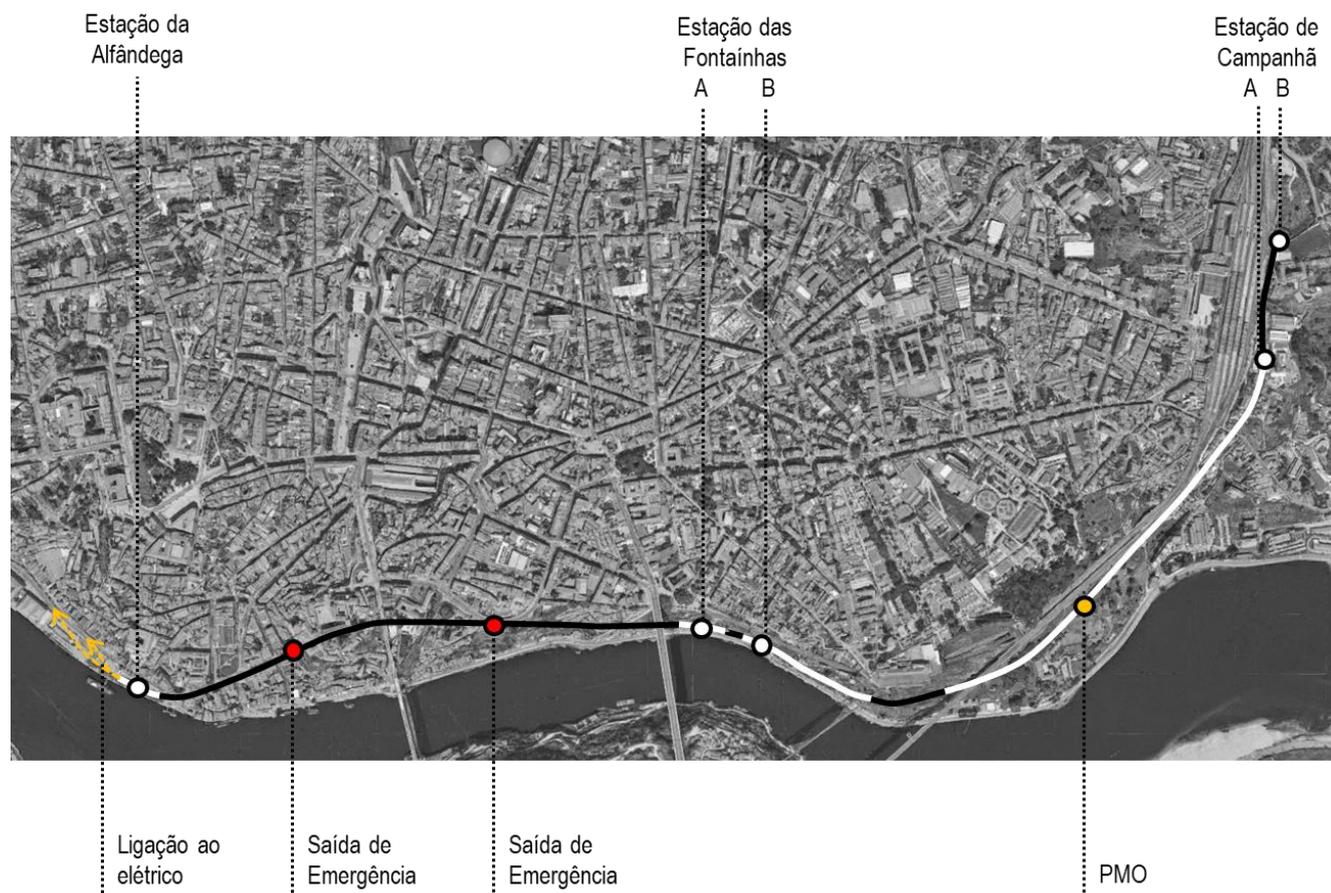


Figura 1 – Localização das estações ao longo do canal segregado

Ao longo dos próximos pontos são discutidos de forma resumida os principais aspetos considerados em cada um destes locais.

#### 03.1. LIMITAÇÕES FÍSICAS DO RAMAL

Ao longo deste ponto pretendem-se apresentar as limitações físicas do Ramal da Alfândega relevantes para a discussão das alternativas de sistemas de transporte.

A intervenção no corredor existente, antigamente ocupado com o Ramal Ferroviário da Alfândega, consiste num trajeto com uma extensão total de cerca de 3 896 m, integralmente em canal segregado, que realiza a ligação entre Campanhã e a Alfândega, ao longo da encosta acidentada orientada para o rio Douro. A ligação entre Campanhã e a Alfândega que, no passado, serviu para transportar as mercadorias, da cota do mar para a cota da rede ferroviária, apresenta-se como relativamente simples, de um ponto de vista de investimento das infraestruturas, bem como da nova operação, em si.

De facto, tendo este canal servido para a circulação ferroviária pesada, a sua utilização por um veículo elétrico leve revela-se naturalmente possível, necessitando, contudo, de algumas intervenções para adaptação à especificidade da nova operação, e a alguns constrangimentos.

A extensão entre a saída do estacionamento ferroviário da Alfândega (início de um falso túnel) até à chegada a Campanhã (término do antigo canal), é de cerca de 3 250 m. A diferença altimétrica é de 57 m e o declive médio cerca de 1,75%.

### 03.1.1. LIMITAÇÕES FÍSICAS DO TÚNEL

O percurso do Ramal da Alfândega é marcado pela presença de três túneis com diferentes extensões: 1 276, 23 e 80 metros, no sentido Alfândega-Campanhã (Figura 2).



Figura 2 – Ramal da Alfândega

Os três túneis apresentam um perfil semelhante. Estes túneis estão ocupados por uma importante tubagem das Águas do Porto, com cerca de 0,80 m de diâmetro, e que se encontra encostada ao hasteal esquerdo (de costas para a Alfândega) e que será um elemento com impacto na análise da limitação física do ramal.

Os túneis estão em relativo bom estado, aparentemente sem patologias específicas na zona de escavação sem suporte, e com a cantaria de granito também bastante bem conservada, na zona revestida por esse suporte. A percolação de água freática do maciço rochoso para o interior do mesmo é permanente e significativa, mas sem dificuldade de drenagem longitudinal graças ao declive do túnel.

Em relação aos túneis existentes na ligação entre Campanhã e a Alfândega, dos três existentes, dispõe-se de relatórios de inspeção de dois deles - Túnel da Alfândega I (Tabela 3) e Túnel da Alfândega III (Tabela 4). As dimensões de referência doravante utilizadas serão as que constam nas referidas tabelas (Infraestruturas de Portugal, 2020).

#### Túnel I – Túnel da Alfândega I

Km. Início	Km Final	Extensão (m)	Largura (m)	Altura (m)	Classificação da inspeção
1+592	1+671	79,93	4,60	5,50	EC2 - Regular

Tabela 3 – Dimensões do Túnel I do Ramal da Alfândega (IP, 2020)

- Todo o túnel apresenta a secção revestida.
- Túnel em curva.
- Verifica-se a existência da conduta das Águas do Porto em toda a extensão do túnel.

## Túnel II – Túnel da Alfândega III

Km. Início	Km Final	Extensão (m)	Largura (m)	Altura (m)	Classificação da inspeção
2+225	3+500	1275,65	4,70	5,70	EC3 - Mediano

Tabela 4 – Dimensões do Túnel III do Ramal da Alfândega (IP, 2020)

- O túnel apresenta secção revestida e secção não revestida. Admite-se que as dimensões mínimas do túnel são relativas à zona revestida do túnel.
- Existe um falso túnel na saída deste túnel (sentido dos km's crescentes).

Consta do relatório de inspeção global a seguinte afirmação “Caso o túnel venha, no futuro, a ter outra utilização, deverá ser elaborado um projeto de reabilitação adaptado ao uso pretendido, mas que tenha em consideração o estado de conservação deficitário atual do túnel.”

De acordo com o Relatório de inspeção e diagnóstico de estruturas especiais desenvolvido pela IP, o túnel apresenta diferentes larguras ao longo do seu desenvolvimento, sendo a largura mínima identificada de 4,60 m e a altura mínima identificada de 5,50 m. Nesse sentido, consideraram-se estes limites para o estudo de condicionamentos realizado.

Foram analisadas duas soluções: rodoviária e ferroviária<sup>4</sup>, no sentido de se entender quais os limites geométricos existentes para implantação das diferentes soluções de veículos. A largura útil mínima disponível no interior do túnel para a inserção do veículo e necessária área de manobra é variável consoante as soluções propostas e o tipo de veículos. O canal pedonal de evacuação será executado sobre a conduta existente.

Para validação do veículo selecionado, será necessário ter informação mais detalhada do túnel (levantamento 3D ao longo do túnel) e um relatório de inspeção completo do mesmo, de modo a avaliar o impacto das necessidades de reabilitação que possam existir e, ainda, eventuais limites de intervenção que possam ser necessários para permitir a inserção de determinado veículo.

Uma vez que não se dispõe do levantamento completo dos túneis, a análise apresentada considera um alinhamento reto (sem sobrelevação), o que fará com que a situação real possa ser mais pejorativa do que a aqui apresentada. Nesse sentido, será necessário, em fases posteriores do projeto, fazer um estudo nas secções mais críticas, tendo também em conta o veículo/sistema definido bem como o *gabarit* dinâmico do veículo e sua inserção ao longo do túnel.

São então apresentados dois cenários para diferentes soluções: ferroviária e rodoviária.

### SOLUÇÃO FERROVIÁRIA - algumas considerações assumidas nesta fase de análise:

- Vias em laje com travessa bibloco;
- Considera-se que no interior dos túneis será necessária a existência de fio de contacto para guiar o pantógrafo e, portanto, a necessidade de considerar o *gabarit* de pantógrafo, mesmo que não exista catenária dentro do túnel (caso o veículo seja carregado por catenária fora do túnel)
- A opção por soluções alternativas à catenária para fornecimento de energia, como o terceiro carril, permitirá a redução do *gabarit* necessário.
- Para a solução ferroviária, foram consideradas nesta fase inicial duas soluções para a largura do canal pedonal de evacuação, 1,20 m e 1,00 m. Considera-se que este canal, por ser elevado (devido ao posicionamento da conduta e limitações de *gabarit*), deveria ter preferencialmente uma maior largura, com um mínimo de 1,00m, mas estas considerações deverão ser analisadas em conjunto com as autoridades respetivas;

<sup>4</sup> Por forma a perceber as opções existentes em sistemas passíveis de serem integrados no sistema de transportes atual.

- Neste estudo não está definida a rede de drenagem da via; considera-se que a mesma poderá vir a ser integrada no perfil, com eventual necessidade de realizar um rebaixamento para materializar a drenagem;
- Admite-se que a plataforma terá capacidade de carga para suportar o futuro canal ferroviário.

As linhas deverão, dentro do possível, ser dimensionadas para uma ou mais tipologias de veículos pré-definidos, dentro da tipologia LRV, onde a influência dimensional destes, através dos seus *gabarits* e perfis de referência, terá peso nos espaços destinados à circulação dos veículos.

Consideraram-se dois casos para análise do *gabarit*:

- *Gabarit* livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049 para o Sistema Ferroviário Nacional e, portanto, considera a bitola ibérica (1 668m);
- *Gabarit* considerado no Metro do Porto<sup>5</sup> (Bitola europeia =1 435m).

No caso do estudo realizado para o *Gabarit* livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049 para o Sistema Ferroviário Nacional, o túnel nitidamente não permite a inserção deste *gabarit*, caso consideremos um canal pedonal de evacuação de 1,00 m (Figura 3) e a plataforma de nível com o atual. Mesmo considerando um rebaixamento de 0,50 m e mantendo o canal com 1,00 m (Figura 4), é pouco provável que seja possível a implantação deste *gabarit*, pois seria necessário que não existisse qualquer reforço estrutural ou revestimento do túnel e que não houvesse impactos relevantes com o estudo do *gabarit* em curva.

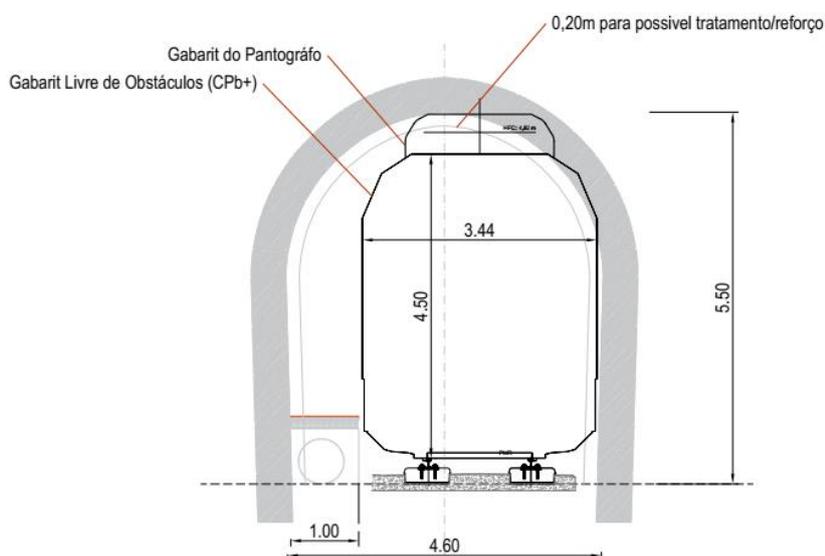
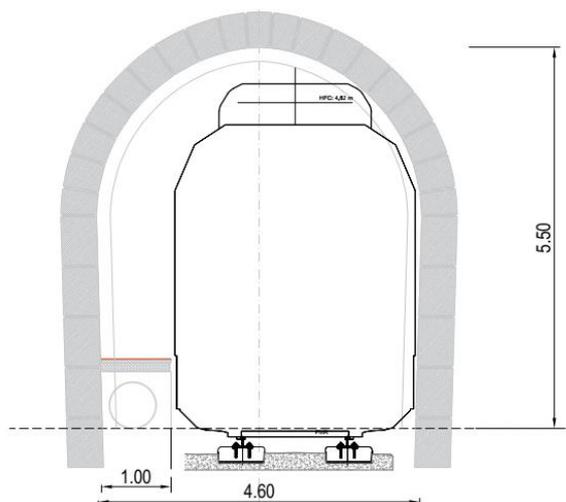


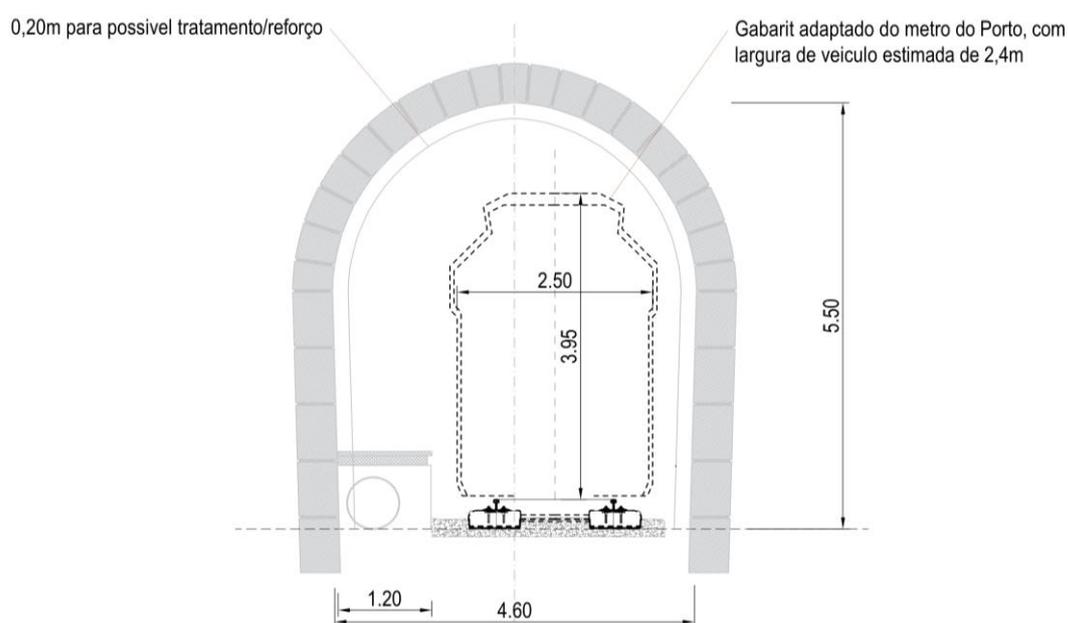
Figura 3 – Perfil tipo com implantação do *Gabarit* livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049, com canal de evacuação de 1,00 m

<sup>5</sup> Como valor de referência foi utilizado um veículo do Metro do Porto com 2,65 m de largura.



**Figura 4 – Perfil tipo com implantação do *Gabarit* livre de obstáculos (GLO) (CPb+) de acordo com a IT.CAT.049, com canal de evacuação de 1,00m e rebaixamento de 0,50 m da plataforma**

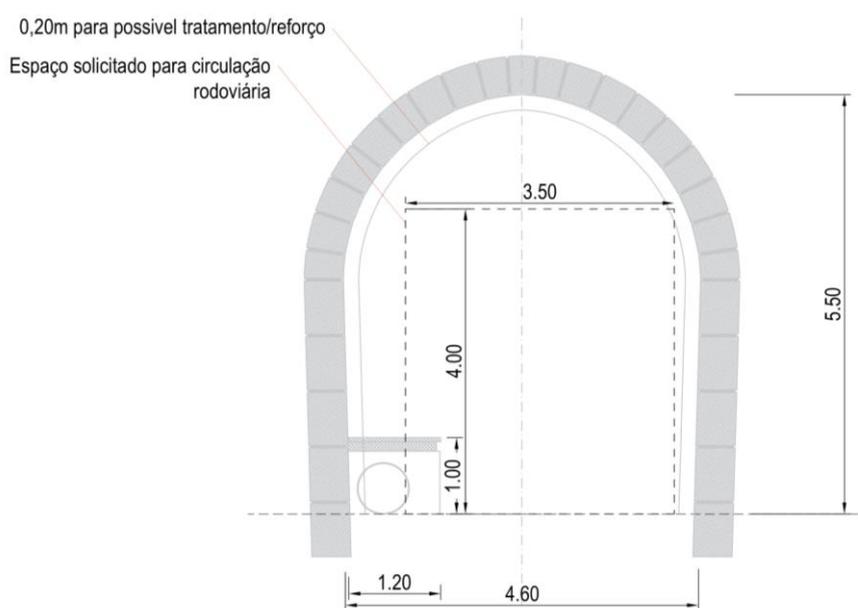
No caso do estudo realizado com a adaptação do *gabarit* considerado no Metro do Porto percebe-se que, com um veículo com largura estimada de 2,40 m, é possível concretizar um canal pedonal de evacuação de 1,20 m (Figura 5). Pode-se assim concluir que a partir deste tipo de *gabarit*, para veículos de dimensões inferiores ou *gabarit* dinâmico inferior, qualquer um deles não deverá ser à partida desconsiderado, estando, contudo, sempre sujeito a um estudo mais detalhado da inserção do veículo no túnel.



**Figura 5 – Perfil tipo com implantação do *Gabarit* adaptado a partir do veículo do Metro do Porto (Bitola europeia =1,435m), canal de evacuação de 1,20m**

## SOLUÇÃO RODOVIÁRIA - algumas considerações assumidas nesta fase de análise:

No caso dos veículos rodoviários, apresentam-se nas imagens as áreas que ficariam disponíveis para circulação dos mesmos, considerando as limitações geométricas dos túneis e existência do canal pedonal de circulação. Além dos constrangimentos existentes do túnel, considerou-se um possível revestimento de 0,20 m para eventuais tratamentos / reforço (Figura 6).



**Figura 6 – Perfil tipo com área para implantação do veículo rodoviário, com 1,20m de canal de evacuação**

O estudo considerou a plataforma a uma cota próxima da atual, coexistindo com um acesso elevado, posicionado acima da conduta. Contudo, pode também ser considerada uma elevação da plataforma, aproximando-se do topo da conduta, o que permitiria ter um passeio de altura reduzida, caso o veículo permita um *gabarit* dinâmico de altura inferior a 4,00 m. Para essa análise, basta retirar a altura que se eleva, à altura disponível para o veículo.

No caso de se optar por uma plataforma de nível, e por veículos rodoviários, deve-se atender ao estudo pormenorizado do impacto das ações dos rodados, na conduta existente, além de eventuais riscos e limites de circulação dos veículos no espaço disponível.

No caso de se considerar um veículo *standard* com guiamento ótico, para uma velocidade média de 40 km/h e uma curvatura com raio de 100 m, existem os seguintes valores referência: *gabarit* nominal: 2,64 m; *gabarit* dinâmico: 3,15 m. Neste caso, a opção do canal pedonal com 1,20 m juntamente com 3,50 m de largura da via estabelecida pelo LNEC para BRT em via única (ver subcapítulo 05.1.1), torna-se limitado uma vez que, para além das dimensões referidas, é necessário considerar eventuais constrangimentos de drenagem e revestimento do túnel.

No caso do túnel do Metro de Mondego, onde é aplicado um sistema de autocarro *standard* com guiamento ótico, a implantação do autocarro é realizada em túneis com largura de *gabarit* de 3,70 m (largura) x 4,00 m (altura) e com comprimentos bastante inferiores (o de maior extensão tem 288 m). Deste modo, ainda que seja aparentemente possível ao nível geométrico, uma vez que os autocarros adotados pelo MM têm de largura, 2,55 m, por exemplo, seria necessário a adoção de um sistema com características mais arrojadas do que o utilizado até ao momento em Portugal. Além disso os

constrangimentos próprios da linha (maior extensão do túnel, encosta) são por si também naturalmente mais rigorosos do que os do MM.

Este estudo não considera a largura dos constrangimentos existentes ao nível da segurança de circulação dos veículos em estudo, sobrelevações, drenagem ou sistemas necessários para garantir o seu guiamento. Dado o constrangimento de espaço disponível, aconselha-se que, caso o veículo não seja autónomo, esteja suportado num sistema altamente fiável de guiamento tanto no interior do túnel, como no exterior, de modo a reduzir o risco de acidentes (tanto no túnel como na escarpa).

Sendo assim, ao nível dos veículos rodoviários, é aconselhável a realização do estudo com veículos de dimensões inferiores ao *standard*, e com um sistema de guiamento muito fiável.

### **03.1.1. OUTROS CONSTRANGIMENTOS**

Na restante parte do canal, este apresenta largura suficiente para a circulação, bem como uma zona, de maior largura, que permitirá o cruzamento de veículos.

A plataforma atual do ramal da Alfândega terá de ser levantada e substituída por uma nova infraestrutura, bem como construído um sistema de drenagem. Prevê-se ainda a necessidade de alguma intervenção de alargamento e de estabilização do maciço granítico.

Em relação ao traçado antigo, o canal sofreu duas importantes condicionantes que terão de ser consideradas. Na passagem sobre a rua do Freixo, a ponte existente foi retirada para permitir o *gabarit* rodoviário, necessário sob esta rua. A solução prevista para manter as cotas de *gabarit* rodoviário (considerando-se este o mesmo do viaduto da proximidade) consta de uma subida das cotas da linha (na aproximação ao local), em cerca de 1,50 m, e de uma nova passagem.

O outro constrangimento, trata-se da inserção que existia na Estação de Campanhã e que foi cortada antes da chegada à fábrica de farinhas CERES. Assim, o espaço canal disponível para inserção da nova plataforma encontra-se desta forma mais condicionado do que no projeto original.

## **03.2. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA**

O novo sistema a implementar deverá apresentar soluções de segurança e evacuação, em caso de necessidade. Assim, todo o canal será protegido de qualquer acesso do exterior e ao mesmo tempo que garante a adequada evacuação do túnel.

Depois de uma consulta à legislação em vigor, em Portugal, verifica-se que os regulamentos aplicáveis apresentam diferentes exigências consoante o tipo de veículo. Contudo, assumem-se desde já alguns pressupostos que terão que ser posteriormente validados pelas autoridades competentes.

Em túneis de extensão superior a 1 000 m (que é o caso do túnel de maior extensão), e no caso de se considerar as orientações do Metro do Porto, as questões de segurança contra incêndio implicarão a consideração de duas saídas de emergência intermédias (distâncias máximas de 500 m).

Segundo as normas europeias de interoperabilidade, será possível aumentar as distâncias de saídas de emergência, desde que salvaguardadas outras medidas que garantam o mesmo grau de proteção. Nesta fase, contudo, foi considerada a existência de duas saídas de emergência, conforme a Figura 7.

Foi analisada a viabilidade de execução destas saídas de emergência, tendo de ser, contudo, confirmada na execução do projeto.

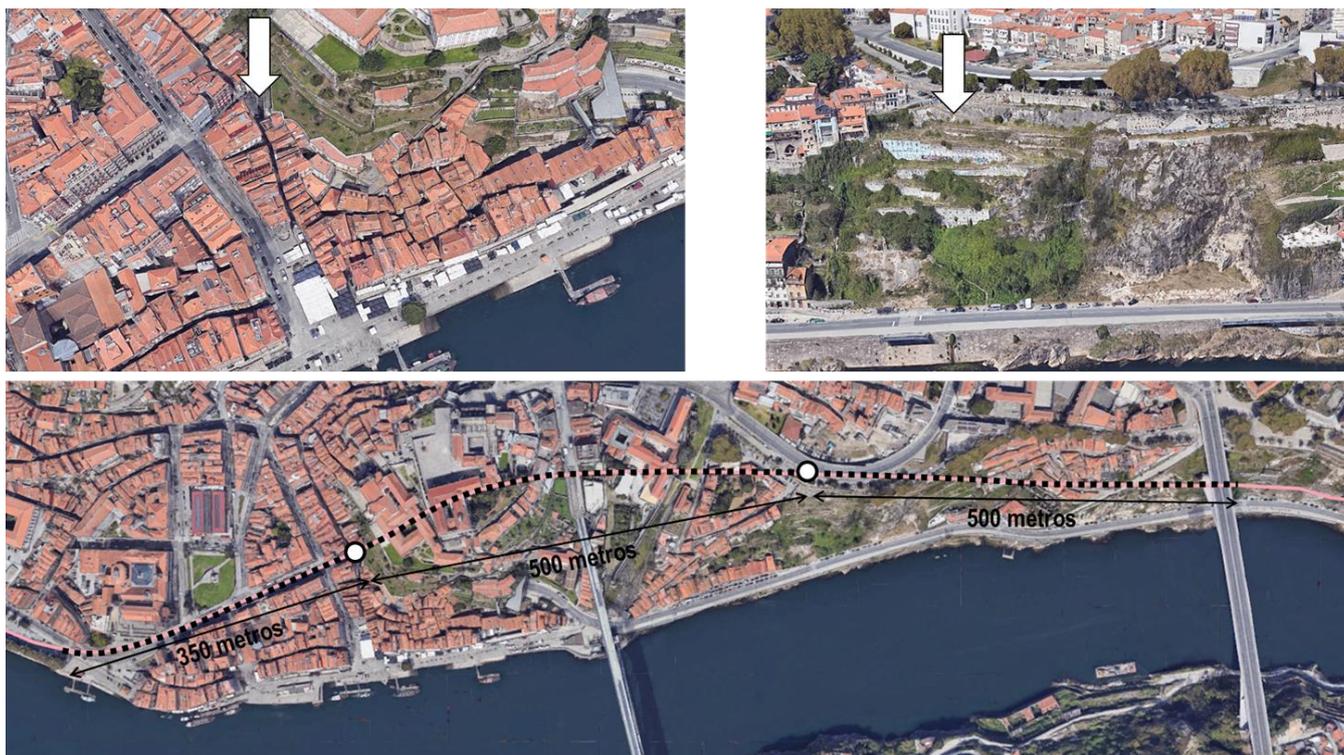


Figura 7 – Localização prevista para as saídas de emergência

A primeira saída ficaria localizada junto ao início do túnel da Ribeira, no topo nascente da Rua do Infante D. Henrique, num local em que o túnel se localiza próximo da plataforma rodoviária.

A segunda saída ficaria localizada na escarpa das Fontainhas, abaixo do viaduto da Rua do General Sousa Dias, e que foi recentemente intervencionada, num processo de consolidação da escarpa. Neste local, a profundidade do túnel é de cerca 45m e seria realizado um túnel transversal para a saída de emergência com ligação à Av. Gustavo Eiffel.

No âmbito da reflexão preliminar desenvolvida pela CMP relativa às opções para o Ramal da Alfândega, e no contexto da utilização do Ramal para ciclovia, já tinha sido equacionada a criação de um ponto de acesso neste local, conforme cenarização apresentada na Figura 8.

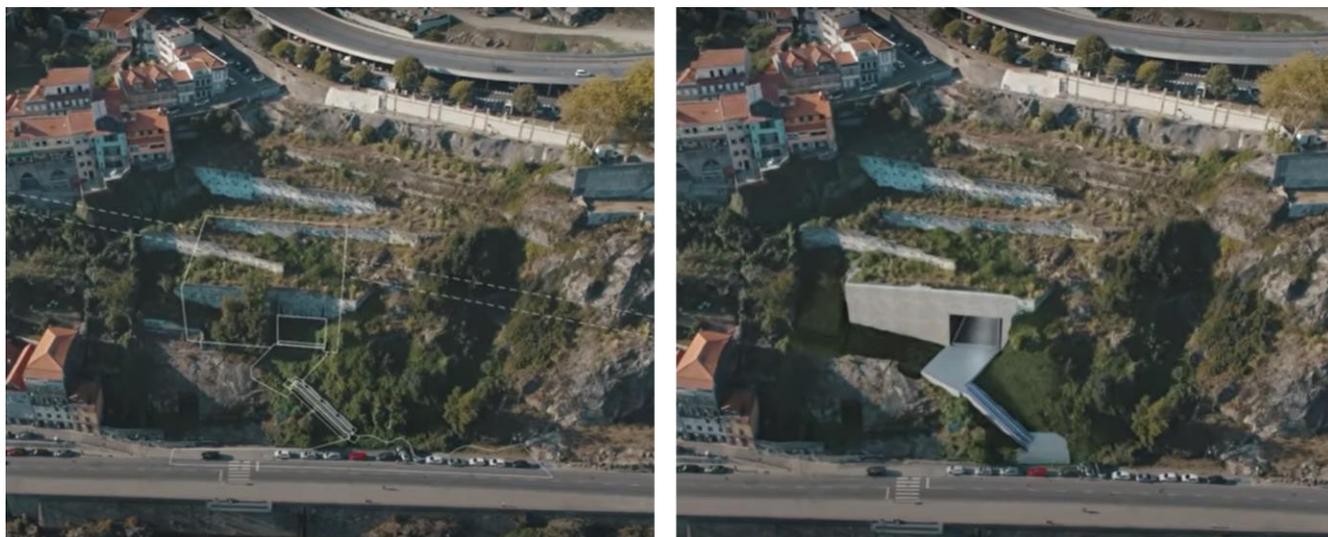


Figura 8 – Saída de emergência na escarpa das Fontainhas (Fonte: CMP)

### 03.3. ESTAÇÕES

As três estações equacionadas são Alfândega, Fontainhas e Campanhã. Seguidamente apresenta-se a reflexão preliminar desenvolvida para cada uma das estações, nomeadamente ao nível da inserção na envolvente e no sistema de transportes.

#### 03.3.1. ALFÂNDEGA

A zona histórica da Alfândega e Ribeira caracteriza-se por ser um destino turístico privilegiado. Contudo, tem-se vindo a assistir a uma progressiva degradação da sua qualidade urbana (ruído, poluição e tráfego intenso) e incapacidade da zona em absorver a grande quantidade de veículos que lá aflui.

A área exterior da Alfândega, anteriormente localização de um centro de operações ferroviário, é atualmente um parque de estacionamento, o que acaba por fomentar a utilização do veículo automóvel privado no acesso a esta zona histórica do Porto.



Tabela 5 – Vista antiga do Ramal da Alfândega em funcionamento

Com a localização da estação neste parque de automóveis, pretende-se através da revitalização do ramal da Alfândega, proporcionar um acesso alternativo, consistente, eficaz e ambientalmente mais sustentável, a esta zona da cidade.

Um outro objetivo, distinto, mas igualmente relevante, seria promover a inserção urbana do parque da Alfândega, requalificando a área de forma coordenada e integrada com a inserção da estação associada.

Propõe-se que a estação da Alfândega se localize imediatamente à saída do túnel, transformando-se a área envolvente num espaço de fruição, recriando a antiga “Alameda de Miragaia” desaparecida no séc. XIX.

A localização da estação da Alfândega imediatamente junto à saída do túnel, permitirá uma ligação privilegiada a nascente, para a zona da Ribeira, enquanto principal gerador da zona, e permitirá uma conexão facilitada com os autocarros da STCP, os autocarros turísticos e os elétricos, cujas paragens se concentram nesta área, conforme esquematizado na Figura 9. Assim, a ligação para nascente deverá ser a mais eficiente, prevendo-se a disponibilização de escadas rolantes ou rampa para vencer o desnível até à cota da Rua Nova da Alfândega. Esta estação será uma estação à superfície, à cota do estacionamento existente, que permitirá aos utilizadores o acesso direto ao jardim, e, através de rampa, à rua adjacente.



Figura 9 – Esquema funcional da estação da Alfândega

Do lado poente, na área onde atualmente se localiza o parque de estacionamento da Alfândega propõe-se a implementação de uma área verde, constituindo-se como um ponto de usufruto. No mínimo, esta nova área verde poderá estar limitada ao domínio público ferroviário, mas uma visão integrada com o edifício da Alfândega e suas áreas envolventes, potenciará a integração do edifício na área verde de fruição coletiva.

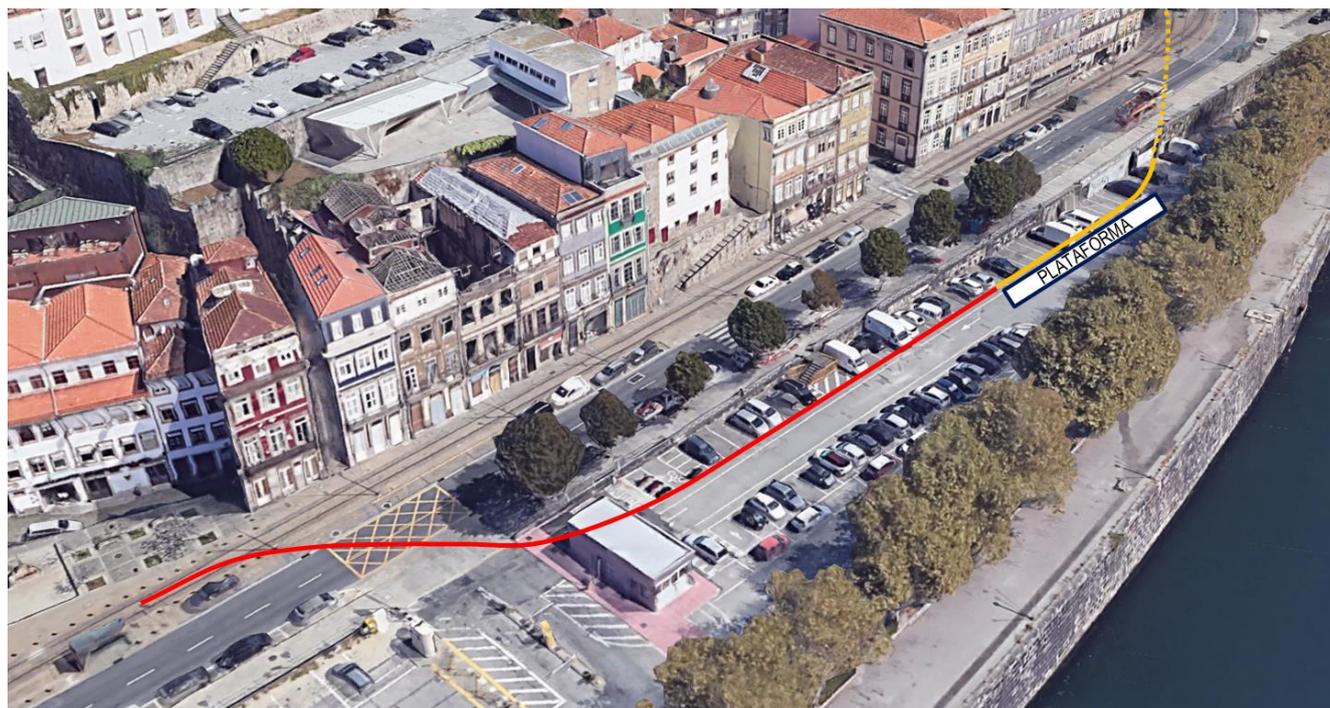
Desta forma, na medida em que o Ramal da Alfândega se materializa como uma alternativa modal mais sustentável, a oferta de estacionamento disponível é reduzida, concorrendo para a redução do recurso ao transporte individual no centro histórico. Por outro lado, na área de Campanhã existe uma ampla capacidade de estacionamento disponível que, em complemento com a ligação em TP através do Ramal, constitui uma alternativa a este parque de estacionamento.

- Alternativa em carril

No caso da alternativa em carril, poderá ser considerada uma integração com o atual canal do elétrico, de modo a tirar partido das infraestruturas existentes do elétrico e ainda salvaguardar uma futura integração dos sistemas de mobilidade. Por exemplo, poderá eventualmente ser utilizada a estação de recolha de Massarelos (mediante disponibilidade do local) nas atividades de operação e manutenção destes veículos, permitindo que não venha a ser necessária a construção de um PMO dedicado. Outra possibilidade poderia ser a utilização das subestações existentes da STCP para fornecimento de energia do veículo. Tratar-se-ia assim de uma grande mais-valia económica a possibilidade de ligação ao canal do atual elétrico.

Foram analisadas duas alternativas para a concretização da inserção do veículo na rede do elétrico existente.

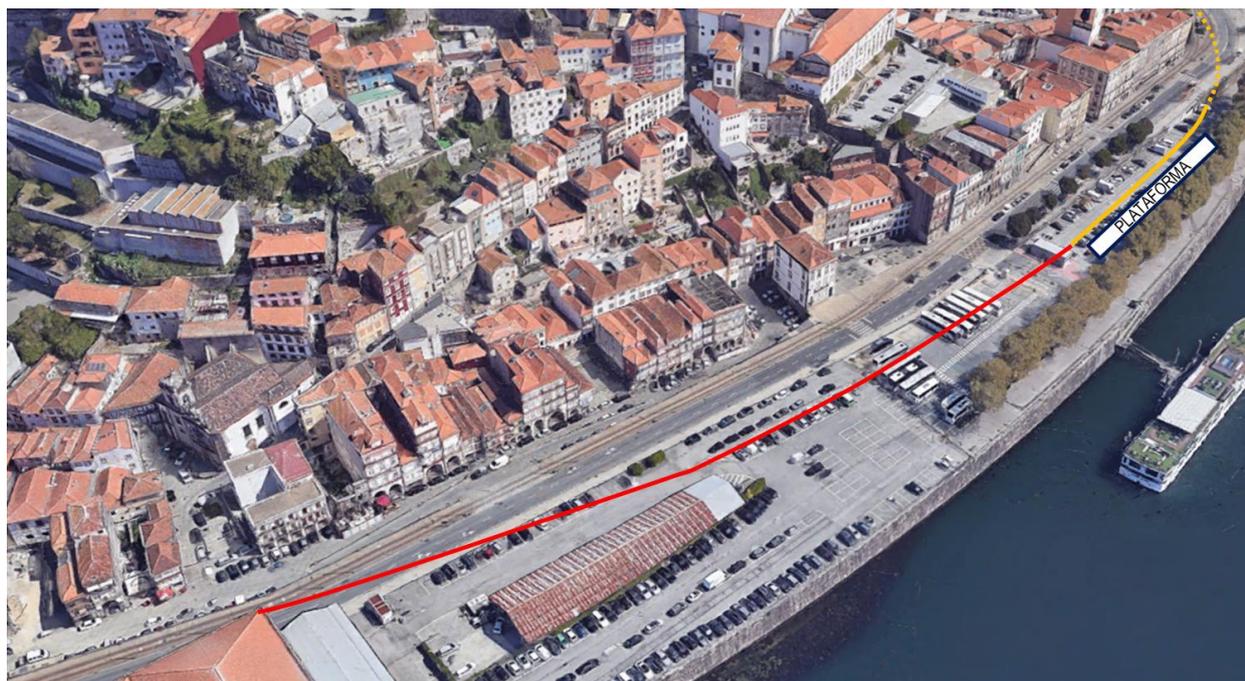
A Alternativa A apresenta a interseção do Ramal com a Rua Nova da Alfândega pela zona da entrada para o estacionamento da Alfândega (Figura 10). Para a inserção nos carris do elétrico, a diretriz apresentará uma curva e contracurva, constituindo um traçado mais sinuoso, uma vez que os alinhamentos antecedentes são paralelos à rua de circulação rodoviária.



**Figura 10 – Integração do carril com o elétrico na Alfândega – Alternativa A**

Na Alternativa B aproveita-se a mudança de direção existente no traçado do elétrico para que a inserção do novo Ramal na linha do elétrico seja feita em alinhamento reto, sendo apenas necessária uma curva para realizar desta conexão (Figura 11). Esta alternativa é mais vantajosa a nível do traçado do Ramal, contudo existe uma maior ocupação da área pertencente ao Edifício da Alfândega do Porto.

Como nota, poderá ser estudada a possibilidade de aproximação do Ramal à Rua Nova da Alfândega, através da aproximação da estação da Alfândega ao muro existente ou da localização da estação do lado rio, de modo a reduzir a utilização do espaço do Parque da Alfândega.



**Figura 11 – Integração do carril com o elétrico na Alfândega – Alternativa B**

No Anexo 14 apresenta-se uma simulação com a inserção da plataforma e do jardim em planta (Alternativa A).

- Alternativa em autocarro não reversível

No caso da opção de autocarro não reversível, será necessário utilizar um sistema que permita a mudança de sentido do veículo. Nesse caso, o impacto na área verde envolvente será bastante maior do que na opção de um veículo que permita a reversibilidade.

### 03.3.2.FONTAÍNHAS

No caso da estação das Fontainhas foram equacionadas duas alternativas, uma mais a nascente, junto ao Parque Infantil das Fontainhas, e outra mais a poente, apoiando-se sobre o Miradouro das Fontainhas, conforme a Figura 12.



Figura 12 – Alternativas consideradas para a estação das Fontainhas

Para ambas as alternativas, são consideradas como fundamentais um conjunto de questões, a saber:

- É neste ponto que se garante o cruzamento dos veículos, beneficiando de constituir o ponto intermédio do canal, o que facilita a programação da operação;
- Uma vez que esta estação se localiza em escarpa, a largura do conjunto encontra-se condicionada, pelo que, numa primeira análise, se prevê que a plataforma da estação seja central, servindo ambos os sentidos – esta opção implica que os veículos poderão ter de dispor de portas de ambos os lados;
- Os acessos verticais devem ser garantidos tanto para a cota superior, até à Alameda das Fontainhas, como para a cota inferior, até à Av. Gustavo Eiffel, sendo que devem ser garantidas tanto opções mecanizadas como não mecanizadas. De referir ainda que a maior capacidade deve ser garantida para a cota superior, onde se concentra a principal procura de utilizadores regulares. Em relação às ligações mecanizadas, e caso apenas exista uma alternativa, deverá privilegiar-se uma opção que garanta a acessibilidade universal;
- A localização dos acessos verticais será preferencialmente nos topos da plataforma, evitando a necessidade de atravessamento do canal e os conflitos entre peões e veículos;
- Estas alternativas são independentes do tipo de veículo selecionado, beneficiando, contudo da utilização de veículos mais estreitos.

Ambas as alternativas apresentam vantagens e desvantagens, que serão analisadas com mais detalhe seguidamente.

#### **Alternativa A**

A Alternativa A apoia-se sobre o Miradouro das Fontainhas, num local em que a escarpa é menos marcada, podendo beneficiar da pré-existência de várias plataformas em socalco. Ao longo da escarpa existe um percurso recentemente reabilitado que, com acesso a partir da base da ponte do Infante, na cota alta, permite aceder através do Lavadouro das Fontainhas até à cota da Av. Gustavo Eiffel (Figura 13).



**Figura 13 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa A (planimetria)**

Assim, a inserção da estação neste local apresenta a vantagem de potenciar esta área enquanto atração turística, num jardim vertical que se projeta sobre o Rio Douro e se integra na cidade.

Uma das soluções estudadas relativamente aos acessos à estação consiste na localização de ascensores verticais na estação central. Estes ascensores permitiriam o acesso à Av. Gustavo Eiffel (elevador enterrado) e a uma plataforma intermédia. A partir desta plataforma intermédia, haveria um outro elevador que faria a ligação às Fontainhas

Deste modo, do ponto de vista da prestação de um serviço de TP, esta circunstância apresenta-se como uma desvantagem, já que implica que o acesso da plataforma até à cota superior tenha de ser realizado em dois momentos (Figura 14).

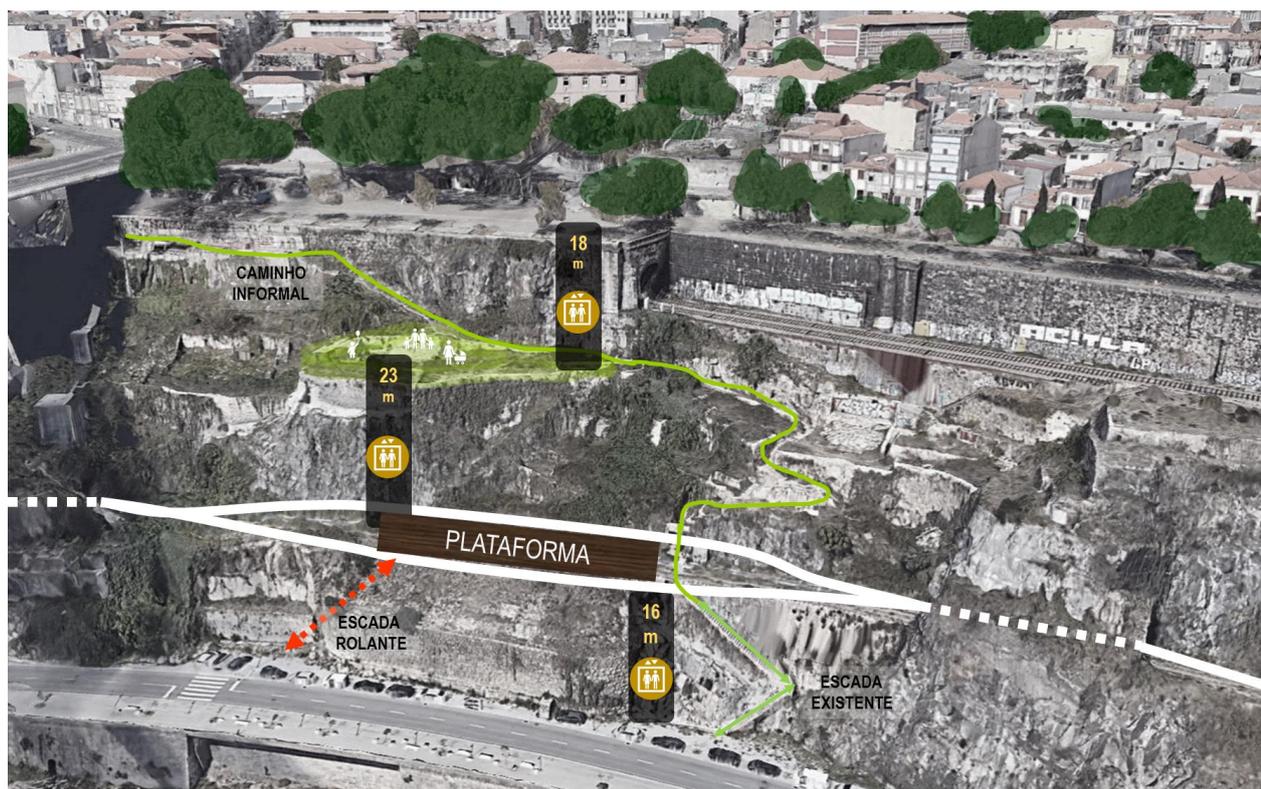


Figura 14 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa A (perfil)

Segundo a legislação em vigor, os elevadores com altura superior a 11 metros terão de garantir saídas de emergência com um afastamento máximo de 11 metros entre cada saída. Ora, para implementação destes acessos, e nos casos em que os elevadores se encontram afastados da escarpa, como é o caso do elevador que dá acesso à plataforma principal, será necessário salvaguardar o acesso pedonal através de uma escada de acesso.

Uma solução alternativa ao elevador que dá acesso à Av. Gustavo Eiffel seria a utilização de escadas rolantes, na proximidade do acesso das escadas existentes, no entanto esta solução não é adequada para todos os utilizadores (nomeadamente PMR).

Já o acesso à plataforma superior teria de ser feito com um ascensor com cerca de 20 metros de altura e afastado da encosta, o que obrigaria à necessidade da existência de uma caixa de escadas adjacente à caixa do elevador, com um patamar de acesso aproximadamente a meio da altura elevador. De modo a poder-se implementar essa caixa de escadas, a plataforma terá de ter a largura suficiente para incorporar tanto o espaço do elevador como o da caixa de escadas.

Como alternativa à plataforma central com elevadores centrais, existe a possibilidade de uma solução de elevadores inclinados / funiculares. Esta opção seria ainda com cais central, mas permitiria um acesso mais imediato à escarpa e possibilitava o acesso através de um passadiço metálico, que acompanhasse o desenvolvimento da encosta (ver e.g. na Figura 15 e Figura 16).

Esta solução permitiria assim que não fosse necessária a construção da caixa de escadas adjacente ao elevador vertical, reduzindo-se a largura da plataforma (o que é significativo no caso da inserção da estação na encosta).



Figura 15 – Exemplo de elevadores inclinados que se adaptam à escarpa (acrópoles de Atenas)



Figura 16 – Exemplo de elevadores inclinados que se adaptam à escarpa (Génova)

Outra solução a analisar, no caso da utilização destes equipamentos, seria a possibilidade de se prolongar o mesmo equipamento até ao topo das Fontainhas. A opção pelos elevadores inclinados permitiria ainda uma inserção com menor impacto visual na encosta. Como inconveniente, esta solução apresenta-se como mais dispendiosa e mais lenta, quando comparada com o elevador vertical corrente.

Esta solução para a localização da estação junto ao Miradouro das Fontainhas apresenta-se como mais simples, do ponto de vista da engenharia, uma vez que o declive da encosta é menos acentuado, mas parece ser igualmente possível de implementar nas duas soluções de localização da estação.

### **Alternativa B**

A Alternativa B apoia-se na Alameda das Fontainhas, junto ao Parque Infantil das Fontainhas, num local em que a escarpa é mais marcada (Figura 17).



**Figura 17 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa B (planimetria)**

Neste local, e face à configuração da escarpa, a ligação à cota alta poderá ser realizada num único momento, permitindo uma solução de TP mais competitiva (Figura 18).

Conforme descrito na alternativa A, também nesta solução, devido à limitação decorrente da legislação da segurança contra incêndios e uma vez que se prevê que o elevador tenha uma altura de cerca de 40 metros, terão de ser garantidos acessos com plataformas intermédias afastadas entre si, de alturas não superiores a 11 metros. Para materialização desses acessos, sugere-se a criação de uma caixa de escadas adjacente à caixa de elevadores.

No caso do elevador enterrado, que dá acesso à Av Gustavo Eiffel, a altura prevista é de cerca de 22 metros, e terá de ter também medidas de segurança adicionais. Neste caso, o acesso poderá ser substituído por escadas rolantes, conforme indicado na Figura 18, no entanto esta solução não é adequada para todos os utilizadores (nomeadamente PMR).

Neste caso, dada a verticalidade da encosta, a solução de elevador inclinado não parece tão vantajosa, nem passível de resolver a questão dos acessos de saída de emergência.

Pela necessidade de se utilizar uma plataforma mais larga, que incorpore o elevador e caixa de escadas, e pelas dificuldades inerentes à inclinação da encosta nesta zona, esta opção torna-se bastante mais complexa de materialização.

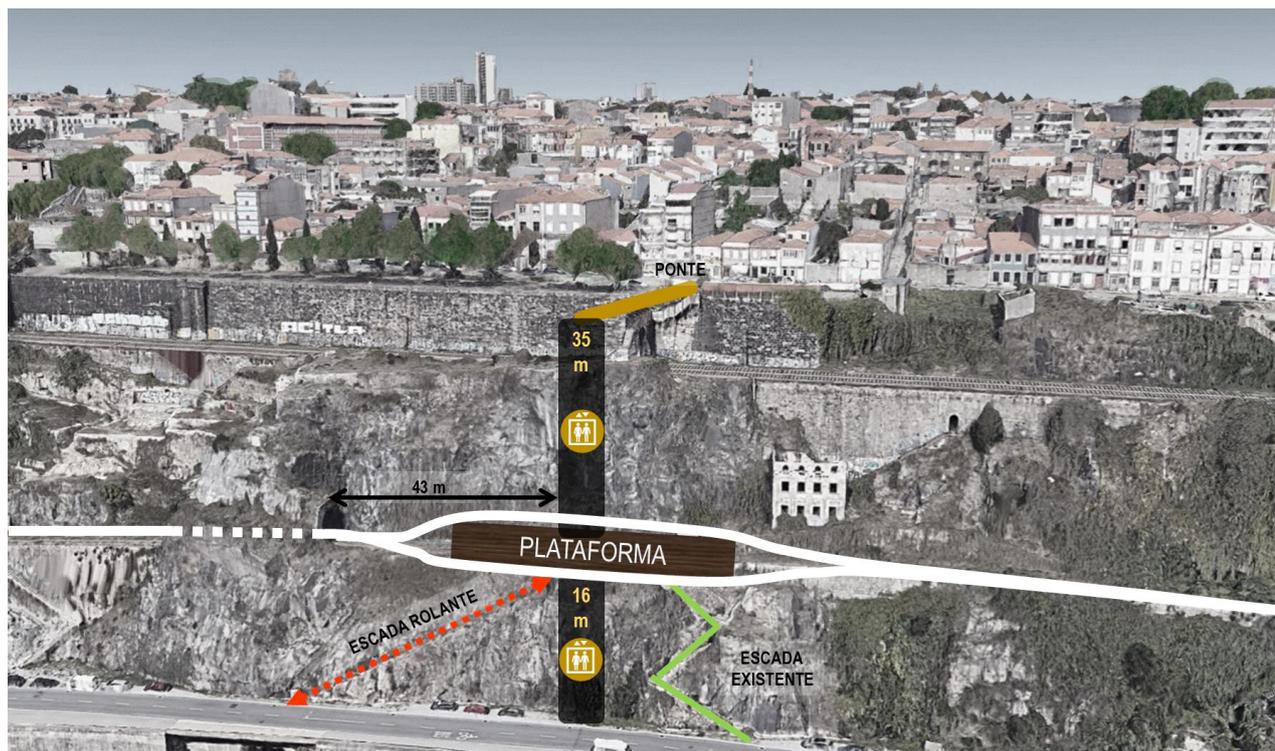


Figura 18 – Esquema funcional da estação das Fontainhas – Alternativa B (perfil)

No Anexo 15 apresenta-se uma simulação com a inserção da plataforma e dos elevadores, sem caixa de escadas, em planta e corte.

Com a análise destas duas Alternativas percebe-se a enorme complexidade a nível de engenharia que estas apresentam bem como os custos associados. Por outro lado, a necessidade de recorrer a acessos mecanizados para aceder à plataforma contribui para retirar competitividade à solução.

Importa ainda salvaguardar o forte impacto que ambas as alternativas têm na paisagem, causada sobretudo pelos ascensores e caixas de escada que a legislação obriga ter adjacentes aos mesmos.

### 03.3.3. CAMPANHÃ

Relativamente a Campanhã foram equacionadas duas opções de localização – uma adjacente à fábrica Ceres, onde atualmente termina o canal, e outra no interior do Terminal Intermodal de Campanhã (TIC) (Figura 19).



Figura 19 – Alternativas consideradas para a estação de Campanhã

As vantagens e desvantagens destas duas alternativas são discutidas seguidamente.

No entanto, e para ambas as alternativas são consideradas como fundamentais um conjunto de questões, a saber:

- Deve ser garantido acesso preferencialmente de nível aos restantes modos de transporte, nomeadamente comboio, metro e autocarros. Caso o acesso seja desnivelado, devem garantir-se meios mecânicos complementares;
- Deve salvaguardar-se a área prevista para a localização das linhas de alta velocidade (Figura 20).



Figura 20 – Inserção das linhas de alta velocidade na estação de Campanhã

### **Alternativa A**

Na Alternativa A, prevê-se a utilização da totalidade do canal segregado, que termina antes do acesso à fábrica Ceres prevendo-se a localização da estação a poente do canal, onde atualmente se localiza um parque de estacionamento (Figura 21).

Nesta fase, admite-se que a chegada do Ramal à estação possa ser de nível ou elevada. Prevê-se um atravessamento superior pedonal desnivelado sobre a Rua Pinheiro de Campanhã, que conectaria a estação do novo veículo às proximidades do túnel de acesso às plataformas ferroviárias e passeio de ligação ao TIC.

Caso a opção passe por uma plataforma elevada, a ponte pedonal encontra-se ao nível pretendido junto à estação do novo veículo, sendo apenas necessária a sua integração e compatibilização com as cotas do passeio pedonal existente junto às plataformas ferroviárias. Caso a opção passe por uma plataforma de nível, pode ser necessário prever um conjunto de sistemas de apoio, como elevador e sistema de escadas de acesso a esta plataforma.

Esta solução apresenta-se como uma alternativa de implementação relativamente simples, que garante uma boa integração com o serviço ferroviário. No entanto, o acesso ao metro e ao TIC implica um percurso a pé pouco competitivo para uma mobilidade diária.

No caso da opção rodoviária sem reversibilidade, esta opção teria que ser compatibilizada com a área de passageiros e respetivos acessos.

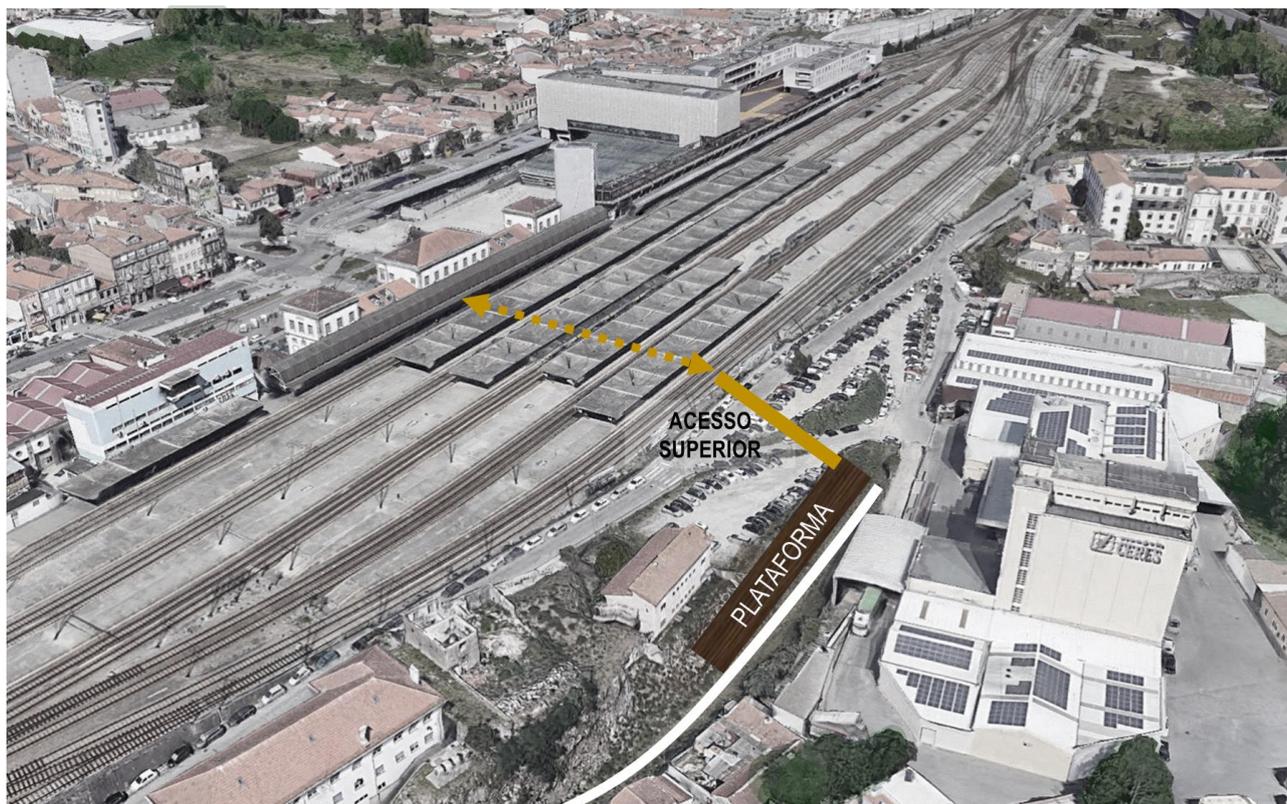


Figura 21 – Esquema funcional da estação de Campanhã – Alternativa A

**Alternativa B**

Na Alternativa B o canal segregado prolonga-se enterrado até ao TIC, prevendo-se um acesso de nível com a rotunda central de acesso ao parque de estacionamento (Figura 22).

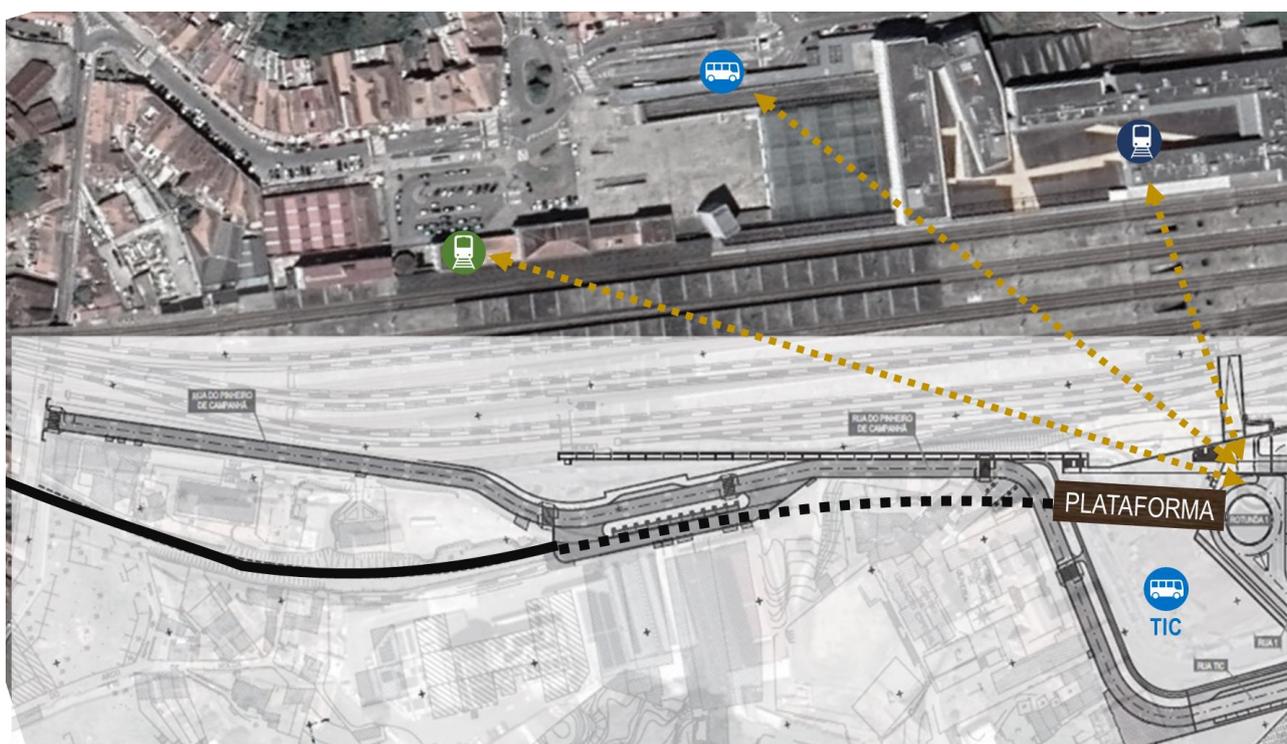


Figura 22 – Esquema funcional da estação de Campanhã – Alternativa B

Nesta solução, o canal teria de começar a descer a partir da interseção com a Rua do Freixo, com o objetivo de se inserir em túnel na malha urbana sob a Rua Pinheiro de Campanhã, de modo a não impactar os acessos existentes.

Seguiria sob esta rua até ao TIC, onde se prevê que a estação se localize do lado oposto ao parque de estacionamento do terminal rodoviário, à mesma cota, junto à rotunda existente no TIC.

Esta solução apresenta a vantagem de garantir uma boa ligação funcional ao TIC e beneficiar do túnel de acesso direto ao metro. De referir que este túnel permitirá uma ligação otimizada ao serviço ferroviário, quando a empreitada de execução dos acessos verticais a partir de cada uma das plataformas ferroviárias ao túnel estiver finalizada.

A compatibilização com a opção por veículo rodoviário não reversível resulta na necessidade de prever área para a inversão de marcha.

### 03.4. PMO

Em relação à localização do Parque de Material e Oficinas (PMO) consideram-se duas alternativas:

- Caso se opte por uma solução em carril com as mesmas características dos elétricos da STCP, e garantindo-se o acesso à rede existente de elétrico na Alfândega, o PMO poderá, mediante a verificação da disponibilidade de local, ser localizado na estação de recolha de Massarelos;
- Caso contrário, e face à inserção do canal maioritariamente em zona de escarpa, não haverá muitas áreas que permitam a implementação do PMO. Identifica-se uma área de plataforma junto à Rua da China (Figura 23) dentro do domínio público ferroviário.



Figura 23 – Localização prevista para o PMO

Em relação ao estacionamento das viaturas considerou-se que este poderá ser realizado dentro do túnel principal, garantindo-se o condicionamento do acesso com portões localizados em ambas as extremidades.

Relativamente ao veículo extra, necessário para a garantia da continuidade da operação e da manutenção dos equipamentos, ficará estacionado no PMO.

## 04. PROCURA EXISTENTE E PROCURA POTENCIAL

### 04.1. CONTAGENS

Para o desenvolvimento da matriz OD das áreas em análise, procedeu-se primeiramente à realização de contagens obtidas através de dados GPS. O recurso ao *Big Data* permite atingir um nível de abrangência e detalhe que as técnicas mais conservadoras não permitem, constituindo-se assim como uma mais-valia na aquisição de dados para este projeto.

No âmbito do presente estudo, os dados foram obtidos para os sete dias de uma semana, em dois períodos, por forma a compreender as dinâmicas em época de Férias Escolares e época Escolar e permitir o alinhamento com os inquéritos:

- Época de Férias: 16 a 19 de agosto;
- Época Escolar: 19 a 23 de setembro.

Posteriormente, procedeu-se à desagregação destes dados pela sua origem, diferenciando assim os registos nacionais e internacionais (i.g. *roamers*).

A metodologia adotada e os dados detalhados podem consultados no Anexo 2.

#### 04.1.1. TOTAL E RELAÇÃO DIA ÚTIL/FIM DE SEMANA

Nas tabelas seguintes, Tabela 6 e Tabela 7 é possível analisar o número total de destinos e origens, considerando a população nacional e internacional em época de Férias Escolares, num dia útil e num dia de fim de semana, respetivamente.

Férias Escolares – Dia Útil									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	3 809	4 083	7 892	585	715	1 300	15%	18%	16%
Campanhã	7 451	8 663	16 114	1 012	1 808	2 820	14%	21%	18%
Fontainhas	4 015	3 624	7 639	519	626	1 145	13%	17%	15%
<b>Total</b>	<b>15 275</b>	<b>16 370</b>	<b>31 645</b>	<b>2 116</b>	<b>3 149</b>	<b>5 265</b>	<b>14%</b>	<b>19%</b>	<b>17%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 6 – Somatório da população nacional e internacional em época de férias escolares num dia útil

Férias Escolares – Fim de semana									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	3 424	3 472	6 896	576	646	1 222	17%	19%	18%
Campanhã	6 499	7 275	13 774	1 201	1 051	2 252	18%	14%	16%
Fontainhas	3 514	2 895	6 409	517	429	946	15%	15%	15%
<b>Total</b>	<b>13 437</b>	<b>13 642</b>	<b>27 079</b>	<b>2 294</b>	<b>2 126</b>	<b>4 420</b>	<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>16%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>	<b>52%</b>	<b>48%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 7 – Somatório da população nacional e internacional em época de férias escolares num dia de fim de semana

Através da análise da Tabela 8 percebe-se que, em época de Férias Escolares, ao fim de semana, o peso da população é muito semelhante quando comprado com um dia útil.

Férias Escolares						
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	90%	85%	87%	99%	90%	94%
Campanhã	87%	84%	85%	119%	58%	80%
Fontainhas	87%	80%	84%	100%	68%	82%
<b>Total</b>	<b>88%</b>	<b>83%</b>	<b>86%</b>	<b>109%</b>	<b>67%</b>	<b>84%</b>

Tabela 8 – Relação do número de viagens em época de férias escolares em fim de semana e dia útil

Nas tabelas seguintes, Tabela 9 e Tabela 10, é possível analisar o número total de destinos e origens, considerando a população nacional e internacional em época Escolar, num dia útil e num dia de fim de semana, respetivamente.

Escolar									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	3 549	3 862	7 411	543	743	1 286	15%	19%	17%
Campanhã	9 079	10 145	19 224	1 312	2 307	3 619	14%	23%	19%
Fontainhas	4 590	4 261	8 851	593	735	1 328	13%	17%	15%
<b>Total</b>	<b>17 218</b>	<b>18 268</b>	<b>35 486</b>	<b>2 447</b>	<b>3 786</b>	<b>6 233</b>	<b>14%</b>	<b>21%</b>	<b>18%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>49%</b>	<b>51%</b>	<b>100%</b>	<b>39%</b>	<b>61%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 9 – Somatório da população nacional e internacional em época Escolar num dia útil

Escolar									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	3 981	4 319	8 300	736	886	1 622	18%	21%	20%
Campanhã	6 694	7 892	14 586	1 010	1 081	2 091	15%	14%	14%
Fontainhas	3 888	3 615	7 503	499	494	993	13%	14%	13%
<b>Total</b>	<b>14 563</b>	<b>15 825</b>	<b>30 388</b>	<b>2 245</b>	<b>2 461</b>	<b>4 706</b>	<b>15%</b>	<b>16%</b>	<b>15%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 10 – Somatório da população nacional e internacional em época Escolar num dia de fim de semana

Através da análise da Tabela 11 percebe-se que, em época Escolar, apenas na zona da Alfândega é que a população é superior ao fim de semana. Contudo, nas restantes zonas os valores percentuais são bastante consideráveis.

Escolar						
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	112%	112%	112%	136%	119%	126%
Campanhã	74%	78%	76%	77%	47%	58%
Fontainhas	85%	85%	85%	84%	67%	75%
<b>Total</b>	<b>85%</b>	<b>87%</b>	<b>86%</b>	<b>92%</b>	<b>65%</b>	<b>76%</b>

Tabela 11 – Relação do número de viagens em época Escolar em fim de semana e dia útil

## 04.2. INQUÉRITOS

Com o objetivo de robustecer o conhecimento sobre a procura potencial no Ramal da Alfândega, foram realizados inquéritos à população presente, nas zonas definidas como de influência direta do Ramal da Alfândega. As etapas para a concretização dos inquéritos foram as seguintes:

- Dimensionamento da Amostra e pressupostos;
- Definição do inquérito.

Os inquéritos foram realizados em duas alturas distintas, por forma a compreender as dinâmicas em época de férias e época escolar, de acordo com o preconizado para as contagens, e coincidindo em período de análise:

- Férias: 16 a 19 de agosto
- Escolar: 19 a 23 de setembro.

Os inquéritos foram realizados nas três zonas de detalhe definidas no âmbito das contagens – Alfândega, Fontainhas e Campanhã – com vista a possibilitar a integração dos resultados. O tratamento dos resultados, ao nível da organização do OD, também respeitou o mesmo zonamento.

No Anexo 3 é possível analisar com maior detalhe as várias fases da conceção dos inquéritos que levaram aos resultados dos pontos seguintes. Neste Anexo é possível consultar informação sobre:

- Definição do público-alvo e amostra;
- Pressupostos da realização da recolha;
- Construção dos inquéritos;
- Resultados obtidos (caraterização dos inquiridos).

#### 04.2.1. RESULTADOS OBTIDOS

De seguida apresenta-se o resumo dos resultados obtidos, que podem ser analisados com maior detalhe no Anexo 3.

Na época de Férias Escolares, foram obtidos 597 inquéritos, dos quais, 250 na zona da Alfândega, 95 em Campanhã e 251 na zona das Fontainhas. Destes, 64% são nacionais e 36% internacionais (Tabela 12).

Local		Nacional		Internacional		Total	
		Amostra	Realizado	Amostra	Realizado	Amostra	Realizado
Zonas	Alfândega	128	131	97	119	225	250
	Campanhã	31	74	19	22	50	96
	Fontainhas	132	177	64	74	196	251
<b>Total</b>		<b>291</b>	<b>382</b>	<b>180</b>	<b>215</b>	<b>471</b>	<b>597</b>

Tabela 12 – Distribuição do número de inquéritos realizados por local de recolha e público-alvo, na época de Férias Escolares

Na época Escolar, foram obtidos 581 inquéritos, dos quais, 253 na zona da Alfândega, 13 em Campanhã e 215 na zona das Fontainhas. Destes, 60% são nacionais e 40% internacionais (Tabela 13).

Local		Nacional		Internacional		Total	
		Amostra	Realizado	Amostra	Realizado	Amostra	Realizado
Zonas	Alfândega	130	143	104	110	234	253
	Campanhã	66	74	34	39	100	113
	Fontainhas	135	134	49	81	184	215
<b>Total</b>		<b>331</b>	<b>351</b>	<b>187</b>	<b>230</b>	<b>518</b>	<b>581</b>

Tabela 13 – Distribuição do número de inquéritos realizados por local de recolha e público-alvo, na época Escolar

## 04.2.2. NACIONAIS

De seguida, serão descritos os resultados dos inquéritos de forma individualizada. O perfil dos inquiridos e das viagens realizadas têm em conta o total de inquéritos preenchidos. No entanto, serão caracterizados de forma mais detalhada apenas os inquéritos válidos. Como inquérito válido, entende-se que:

- Não está a realizar transbordo;
- Realiza a viagem para fora da zona de recolha;
- Realiza uma das viagens dentro do período de análise (17:00h – 19:00h).

Para a matriz de procura, são consideradas as respostas que, para além de cumprirem estes pressupostos, respondem afirmativamente à questão sobre a preferência declarada, ou seja, assumem que passariam a utilizar, nas suas viagens, o Ramal da Alfândega.

Das 245 viagens válidas caracterizadas em época de Férias Escolares, 93 viagens correspondem a uma intenção de alteração no modo de deslocação com a reativação do Ramal da Alfândega, i.e. 38% das viagens válidas.

### Alfândega - Férias Escolares

Na zona de recolha da Alfândega, das 68 viagens válidas, 35 (51,5%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 14 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Alfândega [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Ago.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Alfândega	Campanhã	5	4	80,0%
Alfândega	Fontainhas	1	1	100,0%
Alfândega	Porto Boavista	13	6	46,2%
Alfândega	Porto Centro	13	3	23,1%
Alfândega	Porto Oriental	2	1	50,0%
Alfândega	Gondomar	8	6	75,0%
Alfândega	Maia	3	2	66,7%
Alfândega	Matosinhos	4	1	25,0%
Alfândega	Valongo	3	2	66,7%
Alfândega	Vila Nova de Gaia - Zona 1	12	5	41,7%
Alfândega	Linha do Minho	2	2	100,0%
Alfândega	Suburbanos Porto - Sul	1	1	100,0%
Alfândega	Z3	1	1	100,0%
<b>Total</b>		<b>68</b>	<b>35</b>	<b>51,5%</b>

Tabela 14 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona da Alfândega, em época de Férias Escolares

### Campanhã - Férias Escolares

Na zona de recolha de Campanhã, das 40 viagens válidas, 7 (20%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 15 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Campanhã [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Ago.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Campanhã	Fontainhas	1	1	100,0%
Campanhã	Porto Boavista	2	0	0,0%
Campanhã	Porto Centro	5	1	20,0%
Campanhã	Porto Oriental	2	1	50,0%
Campanhã	Gondomar	13	1	7,7%
Campanhã	Matosinhos	2	0	0,0%
Campanhã	Valongo	2	0	0,0%
Campanhã	Vila Nova de Gaia - Zona 1	2	0	0,0%
Campanhã	Vila Nova de Gaia - Zona 2	1	1	100,0%
Campanhã	Suburbanos Porto - Norte	2	0	0,0%
Campanhã	Z3	1	1	100,0%
Porto Boavista	Campanhã	2	1	50,0%
Porto Centro	Campanhã	2	0	0,0%
Porto Centro	Gondomar	1	0	0,0%
Porto Oriental	Campanhã	1	0	0,0%
Vila Nova de Gaia - Zona 1	Campanhã	1	1	100,0%
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>8</b>	<b>20,0%</b>

**Tabela 15 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona de Campanhã, em época de Férias Escolares**

### Fontainhas - Férias Escolares

Na zona de recolha das Fontainhas, das 137 viagens válidas, 50 (36,5%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 16 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Fontainhas [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Ago.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Fontainhas	Alfândega	1	1	100,0%
Fontainhas	Campanhã	6	4	66,7%
Fontainhas	Porto Boavista	6	2	33,3%
Fontainhas	Porto Centro	29	11	37,9%
Fontainhas	Porto Oriental	9	2	22,2%
Fontainhas	Gondomar	7	1	14,3%
Fontainhas	Maia	1	0	0,0%
Fontainhas	Matosinhos	6	2	33,3%
Fontainhas	Vila Nova de Gaia - Zona 1	11	3	27,3%
Fontainhas	Vila Nova de Gaia - Zona 2	8	2	25,0%
Fontainhas	Linha do Minho	1	0	0,0%
Fontainhas	Suburbanos Porto - Norte	6	3	50,0%
Porto Boavista	Fontainhas	3	2	66,7%
Porto Centro	Fontainhas	26	10	38,5%
Porto Oriental	Fontainhas	3	3	100,0%
Gondomar	Fontainhas	7	3	42,9%
Matosinhos	Fontainhas	1	0	0,0%
Vila Nova de Gaia - Zona 1	Fontainhas	2	0	0,0%
Vila Nova de Gaia - Zona 2	Fontainhas	2	0	0,0%
Linha do Peso da Régua	Fontainhas	1	0	0,0%
Suburbanos Porto - Sul	Fontainhas	1	1	100,0%
<b>Total</b>		<b>137</b>	<b>50</b>	<b>36,5%</b>

**Tabela 16 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona das Fontainhas, em época de Férias Escolares**

Das 232 viagens válidas caracterizadas em época Escolar, 74 viagens correspondem a uma intenção de alteração no modo de deslocação com a reativação do Ramal da Alfândega, i.e. 32% das viagens válidas.

### Alfândega - Escolar

Na zona de recolha da Alfândega, das 80 viagens válidas, 27 (33,8%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 17 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Alfândega [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Set.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Alfândega	Campanhã	4	3	75,0%
Alfândega	Porto Boavista	16	1	6,3%
Alfândega	Porto Centro	5	0	0,0%
Alfândega	Porto Ocidental	1	0	0,0%
Alfândega	Porto Oriental	4	4	100,0%
Alfândega	Gondomar	8	5	62,5%
Alfândega	Maia	2	1	50,0%
Alfândega	Matosinhos	9	2	22,2%
Alfândega	Valongo	6	4	66,7%
Alfândega	Vila Nova de Gaia - Zona 1	7	3	42,9%
Alfândega	Vila Nova de Gaia - Zona 2	6	0	0,0%
Alfândega	Linha do Minho	3	2	66,7%
Alfândega	Suburbanos Porto - Norte	6	2	33,3%
Alfândega	Z1	1	0	0,0%
Gondomar	Alfândega	1	0	0,0%
Vila Nova de Gaia - Zona 1	Alfândega	1	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>80</b>	<b>27</b>	<b>33,8%</b>

Tabela 17 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona da Alfândega, em época Escolar

### Campanhã - Escolar

Na zona de recolha de Campanhã, das 35 viagens válidas, 5 (14,3%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 18 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Campanhã [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Set.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Campanhã	Porto Boavista	4	1	25,0%
Campanhã	Porto Centro	1	1	100,0%
Campanhã	Porto Oriental	2	1	50,0%
Campanhã	Gondomar	11	2	18,2%
Campanhã	Maia	2	0	0,0%
Campanhã	Matosinhos	1	0	0,0%
Campanhã	Valongo	4	0	0,0%
Campanhã	Vila Nova de Gaia - Zona 1	2	0	0,0%
Campanhã	Vila Nova de Gaia - Zona 2	3	0	0,0%
Campanhã	Suburbanos Porto - Norte	1	0	0,0%
Campanhã	Suburbanos Porto - Sul	3	0	0,0%
Campanhã	Z3	1	0	0,0%
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>5</b>	<b>14,3%</b>

Tabela 18 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona de Campanhã, em época de Escolar

## Fontainhas - Escolar

Na zona de recolha das Fontainhas, das 117 viagens válidas, 42 (35,9%) apresentam uma preferência declarada afirmativa no que diz respeito à alteração na forma como se desloca com a reativação do Ramal da Alfândega. A Tabela 19 apresenta a distribuição dos ODs declarados nesta zona bem como as viagens válidas para a matriz.

Origem	Destino	Viagens Fontainhas [Nº]		% viagens válidas para a matriz (Set.)
		Válidas	Válidas (Matriz)	
Fontainhas	Alfândega	1	1	100,0%
Fontainhas	Campanhã	4	1	25,0%
Fontainhas	Porto Boavista	6	2	33,3%
Fontainhas	Porto Centro	27	12	44,4%
Fontainhas	Porto Ocidental	1	1	100,0%
Fontainhas	Porto Oriental	2	1	50,0%
Fontainhas	Gondomar	17	2	11,8%
Fontainhas	Maia	1	0	0,0%
Fontainhas	Matosinhos	6	1	16,7%
Fontainhas	Valongo	1	1	100,0%
Fontainhas	Vila Nova de Gaia - Zona 1	10	4	40,0%
Fontainhas	Vila Nova de Gaia - Zona 2	5	2	40,0%
Fontainhas	Linha do Minho	2	1	50,0%
Fontainhas	Suburbanos Porto - Norte	2	0	0,0%
Fontainhas	Z3	1	1	100,0%
Porto Boavista	Fontainhas	4	1	25,0%
Porto Centro	Fontainhas	13	4	30,8%
Porto Oriental	Fontainhas	3	2	66,7%
Gondomar	Fontainhas	3	1	33,3%
Matosinhos	Fontainhas	2	1	50,0%
Vila Nova de Gaia - Zona 1	Fontainhas	5	2	40,0%
Z3	Fontainhas	1	1	100,0%
<b>Total</b>		<b>117</b>	<b>42</b>	<b>35,9%</b>

Tabela 19 – Número e % de viagens válidas para a matriz, com preferência declarada afirmativa, por OD, na zona das Fontainhas, em época Escolar

### 04.2.3. INTERNACIONAIS

Para aplicação dos inquéritos internacionais à matriz de procura, foram consideradas todas as viagens válidas, à exceção daquelas em que não foi possível identificar o local em que o inquirido estava alojado. Assim, dos 215 inquéritos realizados em Férias Escolares, foram excluídos 4 e da época Escolar foram excluídos 5.

Aos inquéritos válidos, 211 em Férias Escolares e 225 em época Escolar, foi ainda aplicado um fator a cada inquérito no sentido de adequar a probabilidade de o inquirido utilizar o Ramal, com base no número de dias alojado em Portugal. Assim, considerou-se que, se o inquirido ficar alojado um dia é-lhe atribuído uma ponderação de 60%, se ficar dois dias a ponderação passa a 80% e se ficar três ou mais dias mantém o valor unitário.

Seguidamente, o número de inquiridos foi ainda diferenciado considerando os seguintes pressupostos:

- 1) Vai usar TP, mas não vai andar de elétrico;
- 2) Vai usar TP e vai andar de elétrico;
- 3) Vai andar de elétrico, mas não vai utilizar TP;
- 4) Não vai usar TP nem andar de elétrico.

Esta diferenciação foi desagregada de acordo com os pressupostos anteriormente mencionados: os que se encontram alojados dentro de uma zona *core* e os que se encontram alojados fora de uma zona *core*.

Dos 211 inquiridos considerados nesta análise em época de **Férias Escolares**, após a aplicação da ponderação de utilização do Ramal face ao período de permanência, obteve-se um total de 195 pessoas ponderadas: 25 alojadas dentro de uma zona *core* (13%) e 170 fora (87%). A distribuição pode ser vista com maior detalhe na Tabela 15.

Zona		Pressupostos				Total
		1	2	3	4	
Dentro da zona core	Alfândega	4	1	2	4	11
	Campanhã	0	1	1	0	2
	Fontainhas	0	5	1	6	12
Fora da zona core	Alfândega	28	17	14	38	97
	Campanhã	7	5	4	4	20
	Fontainhas	17	9	12	15	53
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>67</b>	<b>195</b>

Tabela 20 – População internacional ponderada para a matriz procura potencial em época de Férias Escolares

Para os 225 inquiridos na época **Escolar** e com base nos mesmos pressupostos, obteve-se um total de 213 pessoas ponderadas, 54 alojadas dentro de uma zona (25%) *core* e 159 fora (75%) (Tabela 16).

Zona		Pressupostos				Total
		1	2	3	4	
Dentro da zona core	Alfândega	7	11	6	6	30
	Campanhã	2	1	0	2	5
	Fontainhas	7	3	2	7	19
Fora da zona core	Alfândega	26	20	9	17	72
	Campanhã	14	9	0	5	28
	Fontainhas	17	20	9	13	59
<b>Total</b>		<b>73</b>	<b>64</b>	<b>26</b>	<b>50</b>	<b>213</b>

Tabela 21 – População internacional ponderada para a matriz procura potencial em época Escolar

Importa referir que a percentagem de inquiridos alojado fora de uma zona *core* é superior tanto em Férias Escolares como em época Escolar, no entanto, verifica-se que em época escolar é ligeiramente menor (Tabela 17). Este elemento é importante para compreender a diferença nas percentagens finais obtidas.

Local de Recolha	Agosto			Setembro		
	Zona core		Total	Zona core		Total
	Dentro	Fora	Total	Dentro	Fora	Total
Alfândega	11	97	108	30	72	102
Campanhã	2	20	22	5	28	33
Fontainhas	12	53	65	19	59	78
Total	25	170	195	54	159	213
Peso/Total	13%	87%	100%	25%	75%	100%

Tabela 22 – População internacional ponderada para a matriz agrupada por local onde está alojada – dentro e fora de uma zona *core*

## 04.3. PROCURA POTENCIAL

Para a estimativa da procura potencial consideram-se os resultados dos inquéritos que foram aplicados sobre as matrizes de procura atual, tendo por referência a base amostral.

Para aproximar os dados da procura potencial nas Fontainhas à procura real, optou-se por considerar parte dos resultados com base na distância média destes locais às estações propostas. A probabilidade de potenciais passageiros em função da distância à paragem diverge em função do modo de deslocação. Para o efeito, considera-se o valor médio apresentado por Vuchic (2005) para os modos rodoviário e ferroviário. Para uma distância média de 550 m, o autor indica uma probabilidade de cerca de 12% de utilização de um sistema rodoviário e cerca de 36% se for um sistema ferroviário.

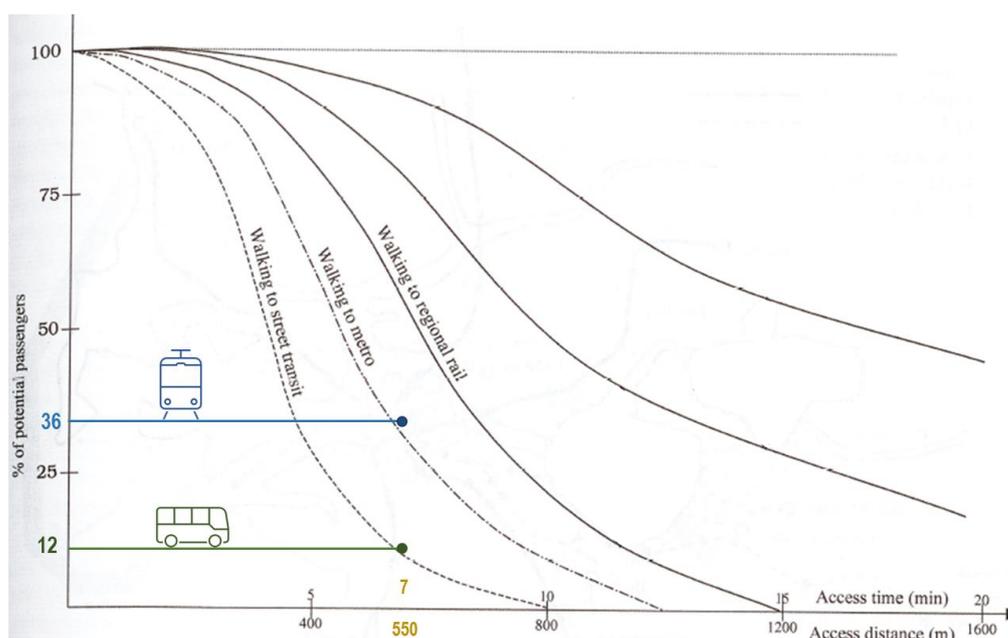


Figura 24 – % de potenciais passageiros em relação à distância a deslocar-se à paragem/estação por modo de transporte (Vuchic,2005)

Para o efeito, considerou-se o valor médio de 20%, sendo esta a percentagem a aplicar aos resultados das Fontainhas, ou seja, à matriz de procura será considerado apenas 20% do resultado. A par disto, pode ser ainda aplicado um fator de redução devido ao facto das soluções apresentadas não possibilitarem um acesso direto, implicando sempre a utilização de meios mecânicos para vencer desníveis bastante consideráveis.

O resultado da procura potencial, correspondente ao valor máximo expectável de procura, informará o dimensionamento do sistema e bem como as estimativas de receita.

### 04.3.1. NACIONAIS

Para aplicação dos inquéritos nacionais à matriz de procura, foram considerados os ODs de todas as viagens válidas para a matriz, ou seja, que cumprem os pressupostos descritos no início do ponto 04.2.2 e que responderam afirmativamente à pergunta de preferência declarada.

Foram considerados os ODs obtidos nos inquéritos realizados em Férias Escolares e época Escolar e, às matrizes das contagens de cada época, foram aplicadas as respetivas percentagens. Uma vez que os resultados das viagens válidas para a matriz se demonstraram reduzidos (quando considerados OD a OD), foi necessário adaptar os pesos das viagens válidas para a matriz, ou seja, com preferência declarada, no caso das viagens válidas iguais ou inferiores a 5. Para estes casos, foi considerada a percentagem média de todos os ODs com viagens válidas superiores a 5 (ou seja, nos ODs com preferência

declarada e menos de 5 viagens válidas considerou-se uma percentagem média de 43%). Para além disso, procedeu-se também ao espelhamento dos ODs, ou seja, o OD inverso. Nos casos em que o inverso já existia na base, foi considerado o valor máximo. Os pesos aplicados às matrizes da época de Férias Escolares e época Escolar (ver subcapítulo 04.2.2.) podem ser analisados com maior detalhe no Anexo 7 (Tabela 59). A par disto, foi aplicado um fator de penalização de 80% à procura potencial das Fontainhas, pelos motivos descritos anteriormente.

Na Tabela 23 são representados os resultados da procura potencial para a época de **Férias Escolares**, que podem ser analisados em detalhe na Tabela 60 do Anexo 8.

Zona	Contagens			Procura potencial			
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Total (%)
Alfândega	368	465	833	122	161	283	34%
Campanhã	939	1 724	2 663	4	0	4	0%
Fontainhas	457	579	1 036	38	47	85	8%
Total	1 764	2 768	4 532	164	208	372	20%*

\*Sem considerar as contagens em Campanhã

**Tabela 23 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens nacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares**

Na Tabela 24 são representados os resultados da procura potencial para a época **Escolar**, que podem ser analisados em detalhe na Tabela 61 do Anexo 8.

Zona	Contagens			Procura potencial			
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Total (%)
Alfândega	382	579	961	126	199	325	34%
Campanhã	1 244	2 252	3 496	7	0	7	0%
Fontainhas	551	706	1 257	45	58	103	8%
Total	2 177	3 537	5 714	178	257	435	20%*

\*Sem considerar as contagens em Campanhã

**Tabela 24 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens nacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar**

### 04.3.2. INTERNACIONAIS

Para aplicação dos inquéritos internacionais à matriz de procura, foi considerada a população obtida pelos pressupostos descritos no ponto 04.2.3 aos quais foram atribuídos os diferentes pesos (%) apresentados seguidamente, e que foram aplicados diretamente à matriz:

Alojados dentro de uma zona core ou na zona Porto Centro:

- Vai usar TP, mas não vai andar de elétrico: 80%
- Vai usar TP e vai andar de elétrico: 100%
- Vai andar de elétrico, mas não vai utilizar TP: 90%
- Não vai usar TP nem andar de elétrico: 10%

Alojados nas restantes zonas:

- Vai usar TP, mas não vai andar de elétrico: 50%
- Vai usar TP e vai andar de elétrico: 70%
- Vai andar de elétrico, mas não vai utilizar TP: 60%
- Não vai usar TP nem andar de elétrico: 1%

Após a aplicação destes pesos à população ponderada para a matriz (Anexo 9, Tabela 62 e Tabela 63) em época de Férias Escolares e época Escolar, obteve-se os resultados descritos na Tabela 25.

Local de Recolha	População		% Matriz (Ago.)	População		% Matriz (Set.)
	Total	Estimada		Total	Estimada	
Alfândega	119	40	34%	106	55	52%
Campanhã	22	12	55%	38	16	42%
Fontainhas	70	29	41%	81	40	49%
<b>Total</b>	<b>211</b>	<b>81</b>	<b>38%</b>	<b>225</b>	<b>111</b>	<b>49%</b>

**Tabela 25 – Pesos (%) a aplicar diretamente na matriz de procura internacional em época de Férias Escolares e época Escolar**

Nos resultados obtidos no passo anterior, foram somadas as viagens dentro e fora da *zona core* para cada local de recolha. A percentagem obtida é depois aplicada à população total da matriz obtida através das contagens (ver subcapítulo 04.1.1.).

Na Tabela 26 são representados os resultados da procura potencial para a época de **Férias Escolares**, que podem ser analisados em detalhe na Tabela 64 do Anexo 10.

Zona	Contagens			Procura potencial			
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Total (%)
Alfândega	217	250	467	75	83	158	34%
Campanhã	73	84	157	0	0	0	0%
Fontainhas	62	47	109	4	2	6	6%
<b>Total</b>	<b>352</b>	<b>381</b>	<b>733</b>	<b>79</b>	<b>85</b>	<b>164</b>	<b>28%</b>

\*Sem considerar as contagens em Campanhã

**Tabela 26 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens internacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares**

Na Tabela 27 são representados os resultados da procura potencial para a época **Escolar**, que podem ser analisados em detalhe na Tabela 65 do Anexo 10.

Zona	Contagens			Procura potencial			
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Total (%)
Alfândega	162	163	325	88	87	175	54%
Campanhã	68	56	124	0	0	0	0%
Fontainhas	41	30	71	3	2	5	7%
<b>Total</b>	<b>271</b>	<b>249</b>	<b>520</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>180</b>	<b>45%</b>

\*Sem considerar as contagens em Campanhã

**Tabela 27 – Procura potencial aplicada à matriz das contagens internacionais, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar**

### 04.3.3. ESTIMATIVA DA PROCURA MÁXIMA POR SENTIDO

Seguidamente apresentam-se as estimativas de procura máxima<sup>6</sup>, por sentido, na hora de ponta da tarde de um dia útil e de um dia de fim de semana, informando o dimensionamento da operação de transporte.

Para o fim de semana, foram aplicados à matriz das respetivas contagens referentes ao período 17:00h - 19:00h os mesmos pressupostos do dia útil.

Para o efeito considerou-se que a hora de ponta da tarde representa metade dos resultados das matrizes da procura potencial apurados para o período de ponta da tarde, entre as 17:00h e as 19:00h. Assim, foram somados os resultados da procura nacional e da procura internacional por forma a obter um valor global de procura potencial.

As figuras seguintes representam o número de pessoas que entram e saem das zonas core com potencial para realizar estes movimentos no Ramal da Alfândega.

Na Figura 25 estão representados os valores por sentido na hora de ponta da tarde de um dia útil em época de Férias Escolares. Percebe-se um potencial de 112 passageiros com destino à Alfândega e de 142 passageiros com destino Campanhã.

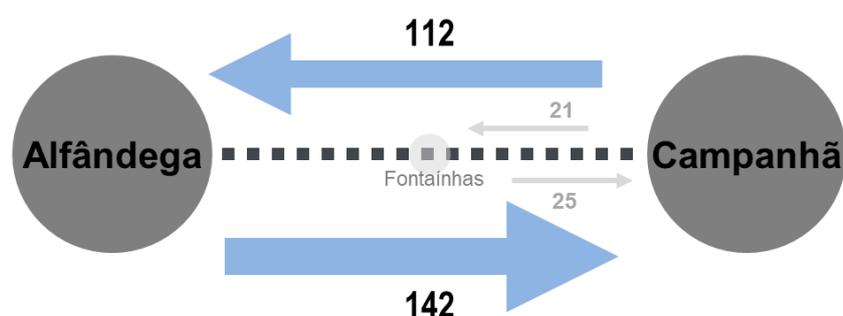


Figura 25 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época de férias escolares, por sentido por hora num dia útil

Na Figura 26 estão representados os valores, por sentido, na hora de ponta da tarde de um dia de fim de semana em época de Férias Escolares. Percebe-se um potencial de 57 passageiros com destino à Alfândega e de 69 com destino Campanhã.

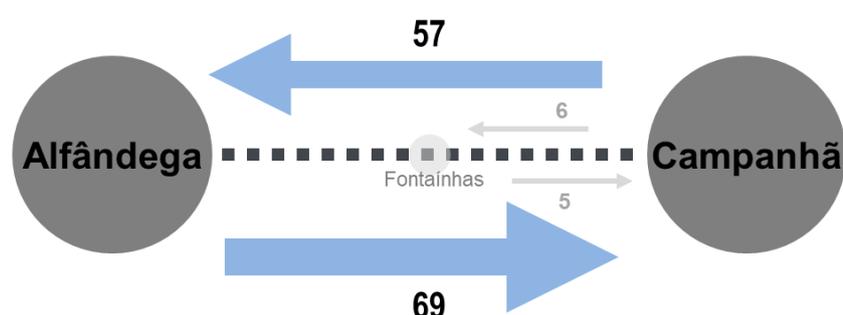


Figura 26 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época de férias escolares, por sentido por hora num dia ao fim de semana

<sup>6</sup> A seta com sentido direita -esquerda indica a procura com destino à Alfândega. Já a seta no sentido esquerda -direita, indica a procura com origem na Alfândega e destino em Campanhã.

Na Figura 27 estão representados os valores, por sentido, na hora de ponta da tarde de um dia útil em época Escolar. Percebe-se um potencial de 118 com destino à Alfândega e de 156 passageiros com destino Campanhã.

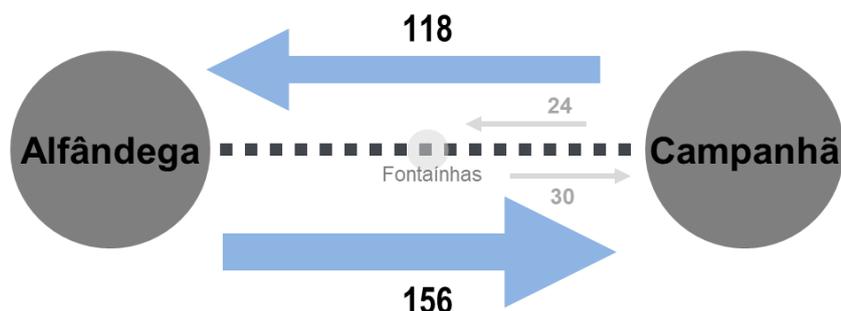


Figura 27 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em época escolar num dia útil

Na Figura 28 estão representados os valores por sentido na hora de ponta da tarde de um dia de fim de semana em época Escolar. Percebe-se um potencial de 79 passageiros com destino Alfândega e de 85 com destino Campanhã.

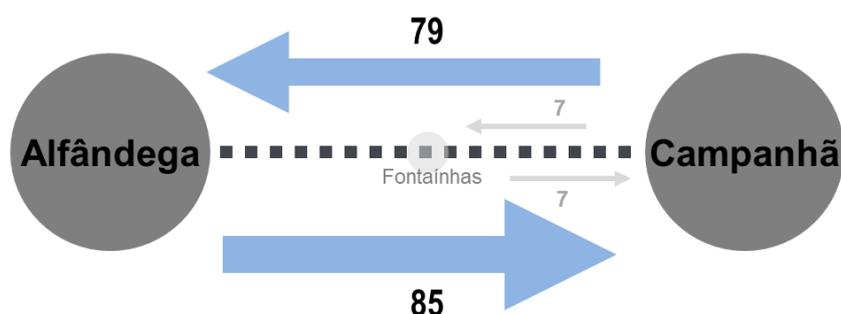


Figura 28 – Procura potencial estimada, nacional + internacional, em período escolar num dia ao fim de semana

Com base nestes dados, prevê que, em época Escolar a procura seja cerca de 10% superior quando comparada com a época de Férias Escolares, demonstrando assim uma ligeira diferenciação entre as épocas.

Quando comparada a procura ao fim de semana em relação ao dia útil, percebe-se uma diminuição de cerca de 84%.

### 04.3.1. ESTIMATIVA PRELIMINAR DA RECEITA

São apresentados dois cenários de tarifário com base em diferentes pressupostos: Tarifário Próprio (*tipo* Funicular) e Tarifário *tipo* Andante.

O Tarifário Próprio pressupõe a utilização da assinatura Andante ou a compra de um título único com uma tarifa específica de turista. Para esta estimativa, considera-se que a procura nacional irá utilizar assinatura Andante e a internacional irá comprar título único.

Por sua vez, o Tarifário *tipo* Andante pressupõe a utilização da assinatura Andante ou a compra de um título único com o custo de 1, 25€.

Em ambos os casos foi considerado o peso dos passes municipais e intermunicipais. Para tal, somou-se a população com origem e destino nas zonas pertencentes ao concelho do Porto bem como a população com origem fora do concelho do Porto. Este cálculo foi efetuado com recurso às matrizes de contagens do dia útil e do fim de semana. O resultado corresponde ao peso das viagens municipais e intermunicipais na população total. A média apurada com os cálculos resulta em 31,5% de viagens municipais e 68,5% de viagens intermunicipais.

Para o Tarifário *tipo Andante*, acresce ainda a necessidade de perceber o peso da compra de títulos únicos e de assinaturas Andante do tipo intermodal. Para isso, recorreu-se aos dados de 2019 do Relatório e Contas da STCP onde foi possível aferir que 74% das assinaturas correspondem a assinaturas intermodais e 26% às restantes modalidades.

Admitiu-se ainda, no caso do Tarifário *tipo Andante*, que passageiros nacionais realizam em média duas etapas por viagem, pelo que a receita de cada validação efetuada tem que ser repartida com outro operador.

- **Tarifário Próprio:** tem como pressuposto a compra de bilhete único para os turistas (internacionais) sendo que o custo considerado é 5€. No caso dos nacionais, é considerada apenas a utilização de assinatura Andante: 68,5% passes intermunicipais no valor de 40€ e 31,5% de passes municipais, no valor de 30€.
- **Tarifário *tipo Andante*:** para o utilizador nacional considera-se que 74% da procura estimada vai utilizar assinatura mensal (destes considera-se que 68,5% utiliza o passe intermunicipal e 31,5% o passe municipal, e realiza uma média de 44 viagens) e os restantes 26% Título Único; nos restantes 26%, considera-se o Título único com um valor de 1,30€. Neste cenário considera-se que o custo por bilhete para os turistas (internacionais) é também de 1,25€.

Tarifário	Estimativa anual (€)
Tarifário Próprio	2 525 000 €
Tarifário <i>tipo Andante</i>	829 000 €

Tabela 28 – Estimativa preliminar da receita anual

## 05. SISTEMAS DE TRANSPORTE - DISCUSSÃO DAS ALTERNATIVAS E AVALIAÇÃO MACRO CUSTO/ BENEFÍCIO

Ao longo deste capítulo serão identificados os diferentes modos de transporte público coletivo e as suas principais características, por forma a apoiar a decisão do sistema mais adequando ao contexto do Ramal da Alfândega. Embora o objetivo principal deste trabalho seja detalhar os sistemas rodoviário e ferroviário, considera-se pertinente avaliar outros sistemas disponíveis no mercado.

Os modos de transporte coletivos urbanos podem classificar-se em função da infraestrutura e do material circulante, de acordo com diferentes tipologias. A classificação utilizada teve por base a coleção de brochuras técnicas do IMT<sup>7</sup> de 2011 - Tipologias de meios e modos de transporte.

Como se verifica na Tabela 29, para além dos sistemas fluviais que não serão analisados neste projeto, existem três sistemas de transporte – Rodoviário, Ferroviário e Automático –, com diferentes características que importa analisar.

No que diz respeito ao sistema rodoviário, este subdivide-se uns dois grupos principais: o convencional que pode circular tanto em canal banalizado (em conjunto com os outros modos de transporte), como em via reservada (BUS) ou em sítio próprio. O material circulante comumente utilizado é o autocarro, que pode assumir diversas dimensões, consoante as suas características. Ainda dentro do sistema rodoviário, é possível distinguir os que apresentam um sistema de guiamento, como os que se utilizam normalmente no BRT, por forma a aumentar a eficácia do sistema.

No que diz respeito ao sistema ferroviário, estes subdividem-se em dois grupos principais: subterrâneos e à superfície. Apenas o metro circula em ambiente subterrâneo e, à exceção do elétrico que pode circular em canal banalizado ou via reservada, os restantes sub-sistemas – Metro, LRT e Comboio circulam em sítio próprio.

Por fim, existem os sistemas automáticos, designados por *Automated People Mover* que circulam em canal próprio.

Modo de Transporte		Canal de circulação	Tipo de material circulante
Sistema	Caraterísticas		
Rodoviário	Convencional	Sítio banal	Autocarro/ Trolley
		Via reservada (BUS)	Autocarro/ Trolley
		Sítio próprio	Autocarro
	Guiado	Sítio próprio	Autocarro (sistema BRT)
Ferroviário	Subterrâneo	Sítio próprio	Metro
	À superfície	Sítio banal	Elétrico
		Via reservada	
		Sítio próprio	Metro ligeiro (de superfície) - LRT Comboio
Automático	<i>Automated People Mover</i>	Sítio próprio	<i>Automated People Mover</i>

Tabela 29 - Classificação dos modos de transporte coletivos (Fonte: Adaptado de IMTT, 2011)

Para a definição do sistema de transporte público mais adequado ao contexto do Ramal da Alfândega, analisam-se as diferentes alternativas existentes nos sistemas rodoviário, ferroviário e automático, bem como as opções de veículos disponíveis no mercado. São ainda discutidas as suas características e adequação às especificidades deste projeto.

<sup>7</sup> À data designado por IMTT – Instituto de Mobilidade e dos Transportes Terrestres. Passa a designar-se IMT – Instituto de Mobilidade e Transportes em 2012, com a publicação do Decreto-Lei n.º 236/2012.

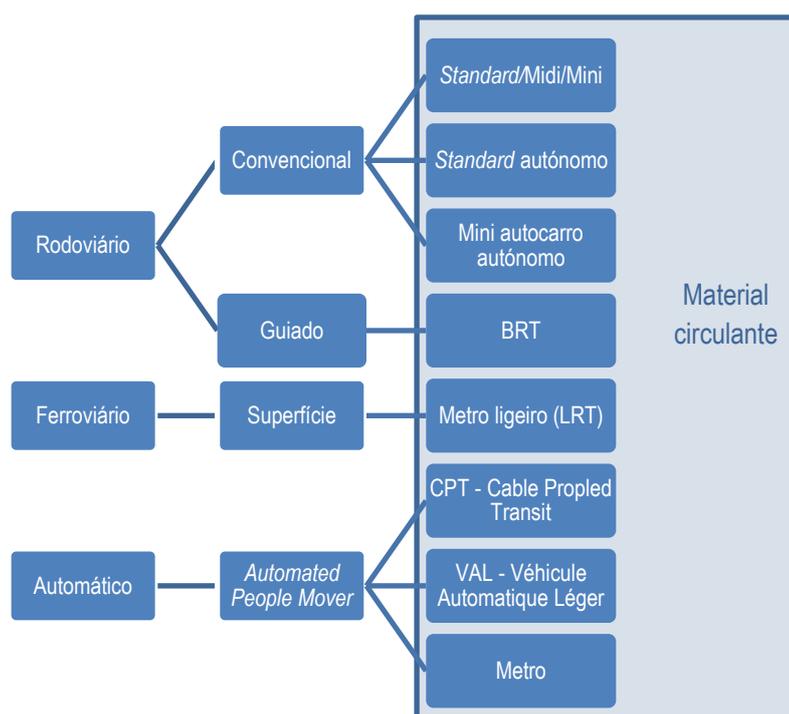
Existem atualmente no mercado um conjunto de soluções para os sistemas definidos, com diferentes opções ao nível dos veículos e da infraestrutura. As várias opções resultam em diferentes níveis de investimento quer na infraestrutura quer na frota, mas também ao nível operacional, com fatores como a velocidade operacional e a capacidade de cada veículo a serem decisivos na competitividade do sistema face ao automóvel e também na adequação à procura expectável. Neste sentido, é importante ainda considerar a possibilidade de, seja a curto, médio ou longo prazo, integrar o sistema proposto no sistema de transportes existente na cidade do Porto.

Ao mesmo tempo, cada solução apresenta exigências técnicas da infraestrutura ao nível das pendentes, ângulos de curvatura e larguras mínimas, condicionando a sua adequação a cada situação específica, o que faz com que as características do espaço canal possam ter implicações decisivas no sistema escolhido.

Assim, importa discutir as várias soluções possíveis, para que possam ser comparadas e, assim, fornecer uma base auxiliar de apoio à decisão.

Por fim, e tendo por base as especificidades do contexto e as características de cada opção será discutida a adequabilidade dos sistemas e dos modelos de veículos ao presente projeto.

Seguidamente, são discutidas as características dos três sistemas, bem como algumas soluções e modelos de veículos que lhes são inerentes<sup>8</sup> (Figura 29).



**Figura 29 – Sistemas de transporte e material circulante a analisar**

Na determinação da adequação das soluções foram consideradas preliminarmente duas premissas: a compatibilidade com as dimensões do Ramal da Alfândega e a potencialidade de inserção no sistema de transportes atual.

<sup>8</sup> A opção ferroviária subterrânea não foi detalhada por não se adequar ao contexto.

## 05.1. SISTEMA RODOVIÁRIO

Neste ponto são abordadas, de forma mais exaustiva, as principais características do sistema rodoviário convencional e guiado. Importa primeiro clarificar que o material circulante utilizado no sistema rodoviário é o autocarro. Tanto no sistema convencional como guiado são as características inerentes ao material circulante que condicionam a sua aplicabilidade.

O autocarro é um veículo motorizado, movido sobre pneus, o que lhe confere um elevado grau de flexibilidade, uma vez que o seu trajeto pode alterar facilmente em caso de necessidade, como pela readaptação da rede, por exemplo.

O tipo de via onde circula o autocarro é um dos aspetos mais importantes de analisar, uma vez que tem influência direta na eficiência do sistema. O IMT distingue três tipos de vias onde o autocarro pode circular: via (sítio) banal, via reservada e via (sítio) própria.

A circulação em via banalizada ocorre quando o autocarro circula em coexistência com o restante tráfego motorizado.

Por outro lado, a circulação em via reservada ocorre quando o veículo circula numa via segregada do restante tráfego motorizado (faixa bus). Muitas vezes, a via é partilhada com motociclos, táxis e veículos de emergência.

Por último, a circulação em via própria é exclusiva a autocarros e veículos de emergência, com separação física dos restantes modos de transporte, incluindo do tráfego motorizado. A circulação de autocarros em via própria está, muitas vezes, associada ao sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) que, como o nome indica, é um sistema de autocarros rápidos e de grande capacidade. Embora a circulação de autocarros em sistema BRT não seja obrigatória ocorrer em via própria, esta é altamente recomendada, sobretudo em áreas com elevada densidade de tráfego automóvel. Na verdade, é o fator que diferencia o sistema BRT de um sistema de TCR convencional, uma vez que o torna altamente competitivo no que diz respeito à velocidade comercial praticada.

O sistema a implementar no Ramal da Alfândega será, por inerência às suas próprias características e limitações físicas, uma via própria, ou seja, será exclusiva à circulação de TCR sem interferência de outros modos, sejam motorizados ou suaves.

### Convencional

Um autocarro convencional caracteriza-se por circular em via banalizada ou em via reservada e diferenciam-se pelas suas dimensões e sistema de propulsão.

Segundo o Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária – Transportes Públicos (CCDRN, 2008), as dimensões (em mm) e capacidade média dos veículos, por tipologia, são as seguintes:

- Standard:
  - Dimensões: 11 500 x 2 500
  - Capacidade: 90 px
- Articulado:
  - Dimensões: 17 940 x 2 500
  - Capacidade: 135 px
- Mini-bus:
  - Dimensões: 6 690 x 2 100
  - Capacidade: 26 px

O veículo distingue-se também pelo tipo de energia utilizada. Esta tem influência direta no ruído provocado pelo autocarro, nos custos do material circulante e operacionais, na autonomia do veículo e, especialmente, nas emissões libertadas (Clean fleets, 2014). De entre os tipos de energia mais utilizados, destacam-se o diesel, o gás natural, o biocombustível, o híbrido,

a elétrica e o hidrogénio (Civitas, 2016). Apesar de o diesel continuar a ser o combustível mais utilizado, tem vindo a perder significância ao longo do tempo, sobretudo pelo elevado nível de emissões de gases poluentes para a atmosfera, como o dióxido de carbono (CO2), o óxido de azoto (NOX), o monóxido de carbono (CO) e a matéria particulada (PM) (a matéria particulada não é incluída nos padrões de emissões desde 2020) (RAC). Em relação aos autocarros movidos a eletricidade, existem já várias soluções para o armazenamento da energia, nomeadamente de veículos com bateria incorporada.

Este é um fator a considerar na tomada de decisão já que o setor dos transportes é considerado *essencial para o desenvolvimento económico e coesão social, mas é um dos principais responsáveis pelo consumo de energia primária e uma das principais fontes de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), representando 24% do total das emissões nacionais em 2015* (PRR, 2021). Portugal assumiu o compromisso de atingir a neutralidade carbónica até 2050, enquanto contributo para o Acordo de Paris, sendo também um dos objetivos definidos no PDM “*reduzir as emissões de CO2 em 50% até 2030*” (PDM, CM Porto, 2021).

Outro aspeto diferenciador é o nível de autonomia dos veículos. Esta diferenciação tem vindo a ganhar expressão juntamente com a evolução tecnológica bem como com as alterações do perfil de utilizador. De acordo com a SAE – *Society of Automotive Engineers*, existem seis níveis de autonomia dos veículos que variam entre 0 e 6. A versão mais recente desta referência decorre de uma parceria entre a SAE e a *Organization for Standardization* (ISO), e é atualmente um documento global de referência.

	SAE LEVEL 0™	SAE LEVEL 1™	SAE LEVEL 2™	SAE LEVEL 3™	SAE LEVEL 4™	SAE LEVEL 5™
What does the human in the driver's seat have to do?	You <b>are</b> driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You <b>are not</b> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
Copyright © 2021 SAE International.						
	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering <b>OR</b> brake/acceleration support to the driver	These features provide steering <b>AND</b> brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>OR</b></li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering <b>AND</b></li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

Figura 30 – - Níveis de condução autónoma (SAE, 2021)

Em suma, os níveis de automação distinguem-se da seguinte forma:

- Nível 0: Sem automação
- Nível 1: Assistência à condução
- Nível 2: Automação parcial
- Nível 3: Automação condicional
- Nível 4: Alta automação
- Nível 5: Automação total

A introdução de veículos autônomos na realização de pequenos trajetos, sobretudo em áreas privadas como campus universitários ou aeroportos é já uma realidade atual.

## Guiado

O sistema BRT distingue-se do sistema convencional devido à elevada capacidade, frequência e regularidade que lhe é inerente devido a um conjunto de condições que permite esta diferenciação.

O sistema de BRT consiste num serviço de autocarro que reúne as condições de funcionamento de um sistema de alto rendimento – grande velocidade, grande capacidade e circulação em via dedicada (Deng & Nelson, 2011). Para isso um sistema BRT deve reunir um conjunto de condições: infraestrutura segregada do restante trânsito, um sistema de bilhética extra veículo, entradas e saídas rápidas – com recurso a diferentes portas e acesso nivelado – e um sistema de informação eficiente e fiável.

Algumas das vantagens deste sistema, face a outros idênticos, como o LRT, passam pela maior flexibilidade de implantação, dado que suporta curvas com raios de curvatura menores e pendentes mais acentuadas (SeMob, 2016), o que lhe garante claras vantagens na sua adaptação tanto à orografia do território como ao contexto urbano e edificado. Refere-se, ainda, como vantagem do sistema de BRT a maior adaptabilidade do sistema, com facilidade na correção da rede ou de certos percursos.

Esta é uma solução que tem ganho bastante adesão em diferentes cidades de média e grande escala, dado conseguir bons resultados com orçamentos reduzidos. O sistema de BRT pode alcançar desempenhos próximos de outros sistemas idênticos, custando entre 4 e 20 vezes menos que um sistema LRT e entre 10 e 100 vezes menos que um sistema de metro (Wright & Hook, 2007). Por isso, é progressivamente visto como um sistema que apresenta o maior *value for money* (Hensher, 2007), querendo isso dizer que com menos dinheiro se gera maior retorno proporcional.

A escolha da categoria de veículo para uma determinada linha depende, essencialmente, do volume de passageiros a transportar, mas também das frequências de passagem e dos custos de aquisição e operação dos veículos. Para níveis de procura não muito elevados os veículos mais pequenos adaptam-se bem a critérios de frequência mínima, atendendo aos menores consumos e custos de manutenção. Para linhas/carreiras com média e elevada procura os veículos maiores são vantajosos em termos de custos de operação e fiabilidade do serviço.

Os veículos do sistema BRT devem ter portas de grande débito, piso rebaixado ou plataformas de acesso altas, para rápida entrada e saída dos passageiros nas paragens. Deve ser permitida a entrada e saída de passageiros por todas as portas, de forma idêntica ao que acontece num serviço de metropolitano, encurtando o tempo de paragem do veículo. A cobrança de tarifa deve, por isso, acontecer nas paragens, devendo estas ser equipadas com a tecnologia necessária a esse fim.

Refere-se, ainda, como fundamental, a importância da diferenciação visual, tanto das estações como do material circulante, entre o sistema BRT e os restantes serviços regulares de autocarro (Ishaq & Cats, 2020). Esta característica não deverá ser desprezada, dado que a alteração modal depende em muito do entendimento do serviço como sendo diferenciado.

Outro elemento fundamental na definição do sistema é a opção, ou não, por um sistema de BRT dotado de guiamento automático, uma vez que apresenta diversas vantagens relativamente a um sistema tradicional. Num sistema com guiamento automático o custo de construção das infraestruturas poderá ser menor, compensado o valor da tecnologia. Hidalgo & Muñoz (2014) referem inclusive valores de 3 milhões de euros por quilómetro, pela diminuição da área de superfície afeta à infraestrutura e de expropriações, já que o corredor diminui significativamente de dimensão.

Um fator potenciado pelo sistema de guiamento automático é o tempo de viagem, uma vez que este sistema permite velocidades de circulação maiores e menor tempo de paragem nas estações, mantendo a acessibilidade de passageiros com mobilidade reduzida. Por fim, uma vez que os condutores estão sujeitos a um nível mais baixo de *stress*, os níveis de segurança rodoviária são mais elevados, por diminuição de erros humanos. Um exemplo da aplicação de guiamento

automático implementado em Portugal é o do sistema Metro Mondego. Este sistema está a ser construído através de um sistema de transporte público de passageiros em modo rodoviário, totalmente elétrico, e em canal dedicado com prioridade em todas as interseções. À semelhança do previsto na generalidade para um sistema BRT, este sistema, em fase de construção, será dotado de veículos de elevada capacidade (135 lugares) e estações amplas com máquinas automáticas e validadores para que a compra e validação de títulos seja realizada antes de entrar no veículo. Desta forma, é possível garantir um menor tempo de espera nas estações e a rapidez do serviço. A segurança é acautelada pela dotação do sistema de guiamento ótico e sistema de anticolisão.

O guiamento ótico surgiu em 2001 na cidade de Rouen, em França e a sua patente pertence à Siemens. Consiste na aplicação de duas marcas longitudinais no pavimento que são lidas por um *scanner* anexado à parte superior do veículo.

Este sistema tem como principal vantagem o facto de não requerer alterações na infraestrutura e na facilidade de adaptação do veículo. No entanto, requer extrema exatidão na colocação o que obriga a um apoio topográfico na colocação das marcas e impõe grandes exigências de desempenho da superfície do pavimento, aquando da construção, e da resistência a deformações durante a obra (LNEC, 2021).

Em contrapartida, tem como principal desvantagem o facto de ser facilmente afetado por eventos atmosféricos adversos, como a chuva, o nevoeiro e fumos (LNEC, 2021) que influenciam a leitura do *scanner*. Importa ainda referir que, a nível tecnológico, a exatidão potencial depende da definição dos sensores.

Este sistema de guiamento apresenta-se com dois modos de condução: assistido e manual. Em modo assistido, o condutor apenas deve selecionar a velocidade de circulação (aceleração e travagem) bem como avaliar as condições da envolvente, uma vez que o sistema faz o guiamento. Em modo manual, o condutor tem total controlo na condução do veículo (LNEC, 2021). Em ambos os casos, é sempre necessário ter um motorista afeto ao veículo.

No que diz respeito às velocidades garantidas com este sistema, o LNEC<sup>9</sup> refere que, na acostagem, este sistema apresenta velocidades na ordem dos 30 a 40 km/h, mantendo a distância ao lancil de 0,35 m. Relativamente à velocidade máxima operacional validada, é de 50 km/h (com base em testes de 70 km/h).

Relativamente à largura de canal necessária<sup>10</sup>, os valores de referência para uma velocidade de 40 km/h e curva com 100 m de raio correspondente ao *gabarit* nominal é de 2,64 m e 3,15 m relativo ao *gabarit* dinâmico.

Ainda, de destacar o sistema de BRT de Haifa, Israel, em que cada veículo está equipado com um ecrã, visível para o condutor, informando-o de qual a posição do veículo em relação ao que era suposto, tendo em conta o funcionamento do serviço (Ishaq e Cats, 2020): apresenta um esquema de cores – verde para quando o autocarro está dentro do tempo (-2 min ou + 2 min do horário estabelecido), amarelo para quando está atrasado e vermelho para quando está adiantado – de forma ao condutor conseguir ajustar a sua condução ao horário.

O princípio de redução da quantidade de erros humanos e, por acréscimo, da fiabilidade do sistema, está por detrás de muitos desenvolvimentos de tecnologia nos sistemas BRT. Estas soluções passam inevitavelmente por sistemas como o guiamento automático e o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (ICT), caminhando cada vez mais para a total mecanização e automatização do equipamento e infraestrutura de transporte. López-Lambas & Alonso (2019) referem mesmo a introdução de veículos totalmente autónomos nestes serviços já durante a década de 2020's, com uma gradual aceitação e familiarização com estes sistemas, que se tornarão comuns dentro de algumas décadas.

---

<sup>9</sup> Os valores de circulação apresentados no estudo no LNEC foram apresentados no 9º Congresso Rodoviário Português, em Lisboa, na apresentação designada "Guiamento automático de autocarros. Impactes nos requisitos aplicáveis à infraestrutura".

<sup>10</sup> Os valores do *gabarit* apresentados são específicos deste sistema ótico da Siemens. Outros terão de ser revistos junto dos fornecedores.

Deve por isso ser considerada a constante atualização de sistemas de transporte e as respetivas tecnologias desenvolvidas, já que condicionam de forma relevante a performance do sistema.

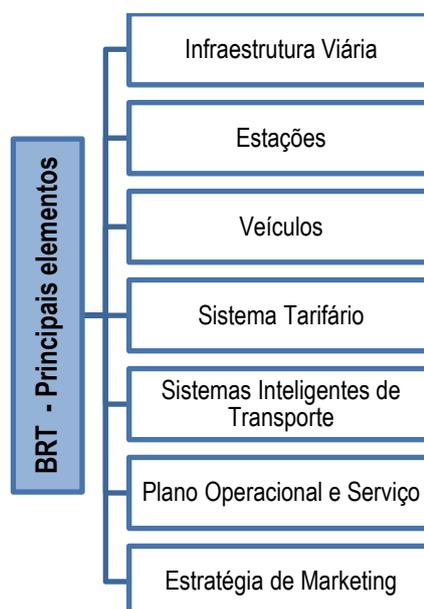


Figura 31 - Principais elementos para a implantação de um sistema BRT

### 05.1.1. VIABILIDADE DA INSERÇÃO DA SOLUÇÃO RODOVIÁRIA NO RAMAL

As limitações da largura do Ramal condicionam o material circulante a utilizar, uma vez que condiciona diretamente a velocidade a praticar.

Desta forma, no caso de uma solução rodoviária, a largura da via de circulação está dependente da velocidade que nela é praticada. Considerando um autocarro *standard*<sup>11</sup> sem sistema de guiamento, para um limite de 30km/h, considera-se 3,25 m de largura caso a via seja de sentido único, e 6,00 m para uma via com duas circulações (uma por sentido). Quando se considera uma velocidade máxima de 50 km/h, os valores de referência das vias são de 3,50 m e 6,50 m, caso se refira a uma via de um ou dois sentidos, respetivamente (LNEC, 2021). Estes valores podem ser consultados na Tabela 30.

Limite de velocidade (km/h)	Sentido único	Dois sentidos
30	3,25 m	6,00 m
50	3,50 m	6,50 m

Tabela 30 - Largura para vias BRT em função do limite de velocidade (LNEC, 2021)

Estas dimensões podem ser reduzidas com a implantação de um sistema de guiamento. Isto é, se o veículo for restrito por um sistema guiado, é possível que a faixa apresente uma largura entre os 2,70 m a 2,80 (Wright & Hook, pp.168, 2007).

Como já foi referido, o Ramal da Alfândega tem, no seu trajeto, três túneis com cerca de 1 276 m, 23 m e 80 m, no sentido Alfândega-Campanhã com 4,60 m de largura e 5,50 m de altura (Relatório de Inspeção da IP, Túnel I e III).

<sup>11</sup> Cerca de 2 500 mm de largura tendo como exemplo o autocarro mais estreito da Carris – modelo 18.310 HOCL-NL LE CNG da Caetano Bus (<https://www.carris.pt/descubra/frota/autocarros-standard/>)

A largura de um autocarro *standard* elétrico<sup>12</sup> varia entre 2,50 m e 2,55<sup>13</sup> m e entre 3,32 m 3,5 de altura.

Em Portugal está a ser implementado o sistema de BRT Metro Mondego, que, à semelhança do que acontece com o Ramal da Alfândega, também atravessa diversos túneis ao longo do seu percurso. Dos sete túneis, o que apresenta maior extensão é o de Vale do Açor com 288 m sendo este também o que apresenta uma menor curvatura, com 259 m de raio. A largura dos túneis compreende-se entre os 3,97 m e os 4,42 m, valores muito inferiores aos 4,60 m encontrados na Alfândega. Os veículos adotados pelo MM são articulados, com cerca de 18,70 m de extensão e 2,55 m de largura e prevê-se que circulem a uma velocidade de 30 km/h nos túneis e 70 km/h na estrada.

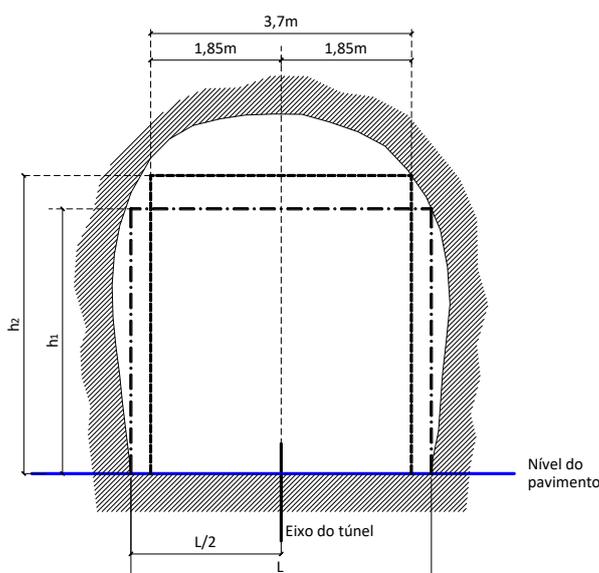


Figura 32 - Esquema de uma secção transversal de um túnel (Metro Mondego)

O projeto do sistema Metro Mondego teve como referência o projeto japonês da reconversão da antiga linha ferroviária de Kesenuma, destruída pelo tsunami de 2011, num sistema BRT com cerca de 22 km de extensão (BRT Data). A informação disponível sobre este projeto é praticamente inexistente, mas um vídeo disponível no *Youtube*<sup>14</sup> do trajeto de uma das linhas permite perceber que este sistema é pautado por vários túneis com limitações na largura do canal disponível. O trajeto das linhas pode ainda ser visualizado através do *streetview* do *Google Maps*<sup>15</sup>.

Para além da questão física de inserção dos túneis, é ainda importante referir que a adoção de uma solução rodoviária implica a necessidade de manobra para a realização da inversão de marcha. Para tal, é necessário garantir a infraestrutura para o efeito, tanto na estação da Alfândega como em Campanhã. Em Campanhã, esta necessidade surge apenas se a opção não passar pela Alternativa B, uma vez que esta permite a utilização da rotunda do TIC para o efeito.

Existem algumas soluções de autocarros reversíveis, como no caso do acesso ao Monte Saint-Michel, em França, mas trata-se de um veículo construído especificamente para este contexto, não estando disponíveis no mercado.

Como analisado anteriormente no Capítulo 03, os túneis apresentam uma limitação no que diz respeito à sua largura. Sobre os 4,60 m é necessário garantir um canal de evacuação de 1,20 m e cerca de 0,20 m para reforço da estrutura, restando assim 3,20 m de largura livre. Embora o LNEC apresente como valor de referência 3,25 m de largura de via para um autocarro

<sup>12</sup> Exemplo e.City Gold da Caetano Bus e Citaro da Mercedes

<sup>13</sup> Não inclui espelhos laterais.

<sup>14</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=0mSUygYOrMI&t=1202s>

<sup>15</sup>

<https://www.google.com/maps/@38.788806,141.5084596,3a,75y,83.77h,87.46t/data=!3m6!1e1!3m4!1s25pFgoYB4w9e6Rr0lgrEVgl!2e0!7i13312!8i6656>

*standard* que, com guiamento, pode chegar aos 2,70 m, não existe informação técnica que garanta esta dimensão dentro dos túneis com a extensão do túnel III da Alfândega.

### 05.1.2. MODELO DEFINIDO

Por forma a definir a melhor opção rodoviária, realizou-se um levantamento de diversos modelos de material circulante que pode ser analisado em detalhe no Anexo 11. Na Tabela 31 apresenta-se o resumo das principais características de cada um dos veículos com pneus de borracha descritos, nomeadamente em termos de dimensões, capacidade e velocidade de operação.

Modelos	Dimensões CxLxA (mm)	Cap. (px)	Condução	Alimentação	Vel. (km/h)
GRT Vehicle (ZF together)	6044 x 2104 x 2784	22	Autónomo	Elétrico	60
E-Palette (Toyota)	5255 x 2065 x 2760	20	Semi-autónomo	Elétrico	19
EZ10 (EasyMile)	4050 x 1892 x 2871	12	Autónomo	Elétrico	25
Cityval/ Airval (Siemens)	11200 x 2650 x 3615*	24	Autónomo	Elétrico	80
Evo (Navya)	4780 x 2100 x 2670	15	Autónomo	Elétrico	25
Apollo (Baidu)	4330 x 2150 x 2715	-	Autónomo	Elétrico	20
Lift (Ohmio)	-	-	Autónomo	Elétrico	-
leTram (Irizar)	12160 x 2550 x 3400	105	Condutor	Elétrico	-
e.City Gold	11995 x 2500 x 3224	87	Condutor	Elétrico	<i>standard</i>
H2.City Gold	18000 x 2500 x 3458	87	Condutor	Hidrogénio	<i>standard</i>
E-Way	12000	100	Autónomo	Elétrico	- (Só operou em fase de testes)
7900 Volvo	18500 x 2550 x 3300	145	Condutor/ versão autónoma em fase de testes	Elétrico	Standard
E-ATAK	8315 x 2436 x 3090	52	Autónomo***	Elétrico	50 km/h

\*Versão de menor dimensão

\*\*Acrescem os lugares em pé

\*\*\* A operar na cidade de Stavanger, Noruega

**Tabela 31 – Resumo das principais características de cada modelo rodoviário**

Com base nas conclusões retiradas do ponto 05.1.1, um dos veículos com características compatíveis com as do Ramal da Alfândega, é o Modelo EZ10 da marca EasyMile (Figura 33)



Figura 33 – Modelo EZ10 da marca EasyMile

O modelo **EZ10**, da marca **EasyMile**, é um pequeno autocarro autónomo com capacidade até 12<sup>16</sup> passageiros e uma velocidade de 20 km/h (embora a nova geração do veículo com lançamento previsto para 2025 comporte uma capacidade de 20 passageiros e 30 km/h), com um máximo de 900 kg conjuntos.

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 4 050 mm (que será superior na próxima geração de veículos);
- Largura: 1 892 mm;
- Altura: 2 871 mm.

O veículo dispõe de uma rampa elétrica automática para permitir o fácil acesso de pessoas com mobilidade reduzida e opera em diversas condições meteorológicas como chuva pesada, neve, nevoeiro e temperaturas desde -15°C até 45°C. O peso útil deste veículo é de 2 130 kg e que o seu peso total é de 3 130 kg.

O fornecedor informou ainda sobre os requisitos mínimos que a via deverá comportar para este sistema. Importa referir que os requisitos são definidos para vias de uso misto.

Desta forma, foi indicado que a **largura disponível da via** deverá ser, do mínimo, de **3,20 m** que corresponde, aproximadamente, aos 2,00 m de largura do veículo e 0,60 m de largura livre lateral, para evitar o abrandamento do veículo por deteção indevida de potenciais obstáculos.

No **ponto (ou pontos) de cruzamento do veículo**, onde existem **duas vias**, a **largura disponível** deverá ser, no mínimo, **5,80 m** para garantir a distância de 0,60 m não só às laterais como também ao veículo. Estes locais de cruzamento devem ainda prever um comprimento superior a 15 metros para que o veículo cruze sem constrangimentos. Na próxima geração de veículos, este valor poderá ser ligeiramente superior.

Por último, a área de inversão do veículo de referência indicada para este modelo é de 7,00 m de raio – 14,00 m de diâmetro, valor que também poderá ser ligeiramente superior na próxima geração, uma vez que o comprimento dos veículos será ligeiramente maior.

<sup>16</sup> Valor validado com o fornecedor.

O modelo EZ10, da marca EasyMile, iniciou circulação em 2017, na zona de Bad Birnbach na Baviera. Desde o início do projeto, já foram transportados mais de 40 000 passageiros e mais de 21 000 km foram conduzidos de forma autónoma. Estes veículos sem condutor têm funcionado diariamente sem incidentes, entre o centro da cidade e a estação ferroviária de Bad Birnbach. Após 2 anos de sucesso, no final de 2019, o serviço foi estendido para chegar até à cidade velha de Bad Birnbach. Estes resultados indicam que a solução responde às necessidades da comunidade e está totalmente integrado na vida quotidiana. Apesar de autónomo, este veículo transporta um operador a bordo, preparado para intervir se necessário.

Este modelo também opera em Portugal desde 2019, tendo sido implementado em fase de teste na zona de Cascais, e realizando o percurso entre o novo campus universitário de Carcavelos e a estação de comboio de Carcavelos. Embora com uma velocidade máxima de 45 km/h, este veículo está limitado eletronicamente a uma velocidade de 25 km/h para garantir uma maior segurança durante a fase mais embrionária da entrada em circulação, por forma a ser treinado a reconhecer o trajeto.

De referir que, o modelo EZ10 é o primeiro minibus autónomo que foi autorizado a operar em ambiente de tráfego misto na França, Alemanha, Noruega, Austrália e Japão e tem um seguro mundial fornecido pela Allianz.

## 05.2. SISTEMA FERROVIÁRIO

O sistema LRT tem como principal vantagem a sua polivalência uma vez que o tipo de equipamento e infraestrutura utilizada permite adaptar-se a diferentes contextos – desde áreas urbanas em que as velocidades comerciais devem rondar os 25 km/h e são necessárias mais paragens e maleabilidade do traçado, a contextos periurbanos ou suburbanos, onde é necessário atingir velocidades superiores, entre 60 e 100 km/h, sendo necessária maior robustez e estabilidade do veículo. O LRT é designado, por isso, como um *two-system tram* (Adamkiewicz, 2020) ou *tram-train*, sendo inclusivamente capaz de circular quer sobre carris de elétrico quer sobre linhas de comboio.

Um sistema LRT, por circular sobre carris, permite a utilização de veículos de maiores dimensões e níveis de conforto mais elevados – menos reverberação e instabilidade de trajeto –, para além de produzir menos ruído (Vuchic, 2002). Ainda que melhorias recentes ao nível do tráfego rodoviário, nomeadamente com a integração de veículos elétricos e de maiores dimensões, possam ter melhorado a alternativa rodoviária (o sistema BRT), o sistema LRT continua a reunir melhores condições nestes segmentos.

Numa perspetiva mais social, o LRT beneficia de uma predisposição social mais favorável associada a sistemas ferroviários, vistos como mais fiáveis e como um sinal de maior investimento público, em comparação com as alternativas de veículos sobre rodas. Esta componente não deverá ser desprezada, uma vez que a alteração modal depende da receptividade da população em relação ao TP.

De referir que, a grande vantagem do sistema LRT é a possibilidade de se compatibilizar com diferentes tipos de carril. Um veículo LRT tanto pode circular sobre carris, à semelhança das linhas de elétrico existentes em contexto urbano e compatíveis com trânsito automóvel, como sobre linhas de comboio. Esta possibilidade permite a utilização de linhas já existentes com custo relativamente baixo de adaptação ao novo sistema. Deverá ter-se em conta, contudo, o tipo de bitola nas linhas existentes, já que a bitola utilizada na generalidade dos países com sistema LRT é diferente. Por exemplo, o Metro do Porto (LRT), o Metro Sul do Tejo (LRT) e o Metropolitano de Lisboa são as únicas ferrovias em Portugal a utilizar a bitola europeia (1 435 mm).

### 05.2.1. VIABILIDADE DA INSERÇÃO DA SOLUÇÃO FERROVIÁRIA NO RAMAL

Já para o caso do sistema LRT, as recomendações indicam uma largura da via de sentido único de cerca de 3,4 m na maioria das configurações, embora possam ser mais largas para acomodar o envelope dinâmico do veículo nas curvas, já que nestes

casos, deve também ser tida em conta a sobrelargura de um veículo articulado. De referir que, nos casos de via dupla, a largura da via é de cerca de 6,5 m. Ainda, no troço da plataforma da estação, a faixa pode ser reduzida para cerca de 2,8 m.

Por fim, deve contar-se com o espaço de colocação dos postes que suportam as catenárias tanto na largura da via como em altura, já que o fio normalmente fica pendurado entre cerca de 5,20 m e 6,10 m acima do nível do pavimento (NACTO). Estes valores estão sumarizados na Tabela 32.

	Sentido único	Dois sentidos
<b>Largura</b>	3,4 m	6,5 m
<b>Altura</b>	5,20 m – 6,10 m	

Tabela 32 – Dimensões padrão para vias LRT (NACTO)

No contexto específico do Ramal da Alfândega e para assegurar a integração com a rede de elétricos é necessário considerar a largura compatível com este sistema de cerca de 2,30 m (em vez dos 2,65 m utilizados no Metro do Porto). Prevê-se, então, que com um veículo com largura de 2,30 m, a inserção nos túneis com cerca de 3,20 m de largura disponível seja viável.

### 05.2.1. MODELO DEFINIDO

Por forma a definir a melhor opção ferroviária, realizou-se um levantamento de diversos modelos de material circulante que pode ser analisado em detalhe no Anexo 12. Na Tabela 33 apresenta-se o resumo das principais características de cada um dos veículos ferroviários descritos, nomeadamente em termos de dimensões, capacidade e velocidade de operação.

Modelos	Dimensões CxLxA (mm)	Cap. (px)	Condução	Alimentação	Vel. (km/h)
Avenio (Siemens)	18000 x 2300 x -*	103	Condutor	Elétrico	80
Corsair 71-921 Tram-Car (PK Transport)	20500 x 2300 x -	177	Condutor	Elétrico	-
ForCity Smart Artic X34 (Skoda)	37300 x 2650 x 3600	264	Condutor	Elétrico	70
Citadis X05 (Alstom)	33420 x 2400 x -	294	Condutor	Elétrico	70

\*Versão de menor dimensão

\*\*Acrescem os lugares em pé

Tabela 33 – Resumo das principais características de cada modelo ferroviário

Das opções analisadas, o modelo **Avenio Tram TZ**, da marca **Siemens** (Figura 34) é o que melhor se adequa às características do Ramal, tanto pelas dimensões como pela capacidade, velocidade e possibilidade de integração na rede de elétricos da cidade do Porto.

Este é um veículo ferroviário elétrico composto por carruagens, sendo possíveis configurações de 2, 3 ou 4 carruagens. A sua capacidade para um veículo de duas carruagens é de 103 passageiros, para um de três carruagens é de 157 passageiros e nos de quatro carruagens de 219 lugares. Os veículos de duas e três carruagens podem ser acoplados, sendo que a combinação mais extensa utilizada é de 48 metros, em Munique.



Figura 34 - Modelo Avenio da marca Siemens

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 18 000 mm ou 72 000 mm (2 – 8 módulos);
- Largura: 2 300 mm ou 2 400 mm ou 2 550 mm ou 2 650 mm;
- Altura: - mm.

Atinge uma velocidade máxima de 70 km/h, sendo um modelo silencioso e sem necessidade de manutenção excessiva. O fabricante indica ter a opção de personalização do veículo para propósitos e modelos de cidade específicos, sendo possível a personalização da infraestrutura existente e especificações como capacidade e *layout* interior e exterior.

Este veículo está a ser utilizado em várias cidades de países distintos, como é o caso da Alemanha, com veículos implementados nas cidades Nuremberga, Bremen, Munique e Ulm; na Dinamarca, com veículos implementados na cidade Copenhaga; no Catar, com veículos implementados na cidade Doha e nos Países Baixos, com veículos implementados na cidade Haia. De referir que, dependendo do local de operação, estes veículos apresentam características ligeiramente diferentes. Isto é, por exemplo, no caso da Nuremberga, os veículos escolhidos são compostos por 4 carruagens cada, com uma largura de 2 300 mm (55 passageiros, aproximadamente). Já no caso de Ulm, os veículos escolhidos são compostos por 5 carruagens cada, com uma largura de 2 400 mm (62 passageiros, aproximadamente). Por sua vez, no caso de Doha, os veículos escolhidos são compostos por 3 carruagens cada, com uma largura de 2 550 mm. Por fim no caso de Haia, os veículos escolhidos são compostos por 4 carruagens cada, com uma largura de 2 550 mm.

Desde 2018 que a Siemens Mobility <sup>17</sup> vem a testar a tecnologia de condução autónoma em condições operacionais reais que se vieram a demonstrar bem-sucedidas. Este sistema surge no âmbito do projeto "*Teaching trams to drive*", no entanto, não se prevê num futuro próximo o desenvolvimento de um modelo semelhante totalmente autónomo em contexto real. Por forma a automatizar grande parte da operação e, assim, aumentar sua eficácia e segurança através da redução de erros humanos, existem sistemas de deteção que podem ser incorporados no veículo – *Siemens Tram Assistant*. Este sistema consiste na incorporação de câmaras, um radar automotivo e um *laser scanner* (tecnologia LiDAR) no veículo. Este sistema confere uma assistência ativa aos motoristas, ativando em situações críticas e garantindo assim uma maior segurança para condutor e passageiros.

<sup>17</sup> A aguardar validação do fornecedor.

### 05.3. SISTEMA AUTOMÁTICO

*Automated People Mover* (APM) é a designação atribuída a sistemas diferenciadores totalmente elétricos, autónomos e com serviços de pequena escala. Este é um termo genérico e pode utilizar tecnologias como monocarril, carril ferroviário ou *maglev* (levitação magnética). A propulsão destes sistemas caracteriza-se por envolver motores elétricos convencionais incorporados no veículo, motores lineares ou tração por cabo.

O sistema *Cable Propelled Transit* (CPT) enquadra-se nos APM e refere-se a um transporte de passageiros em que o veículo não é constituído por motor próprio, sendo impulsionado por um cabo de aço exterior, ou seja, o transporte de passageiros realiza-se por um veículo preso a um cabo, que é puxado pela força de um motor elétrico localizado na estação. Enquanto todos os outros modos de transporte são acionados por uma força movida por um ou mais motores dentro do veículo, o sistema CPT é o único em que o veículo é movido por uma força de tração. Uma das principais características deste sistema é precisamente o facto do sistema de propulsão 100% elétrico, que faz a cabo mover-se, desobrigar da necessidade de motorista.

Os diferentes tipos de veículos agrupam-se em dois sistemas, em função da localização do cabo: *top-supported* em que o cabo se localiza acima do veículo, ou *bottom-supported* quando o cabo se localiza abaixo do veículo (Dale & Chu, 2013). Na bibliografia é também possível encontrar as designações *Aerial Ropeway Transit* (ART ou *Cable Car*) por se deslocarem de forma suspensa no ar e os *Ground Ropeway Transit* (GRT ou *Cable Liner* ou *Funicular*) por se deslocarem junto ao solo.

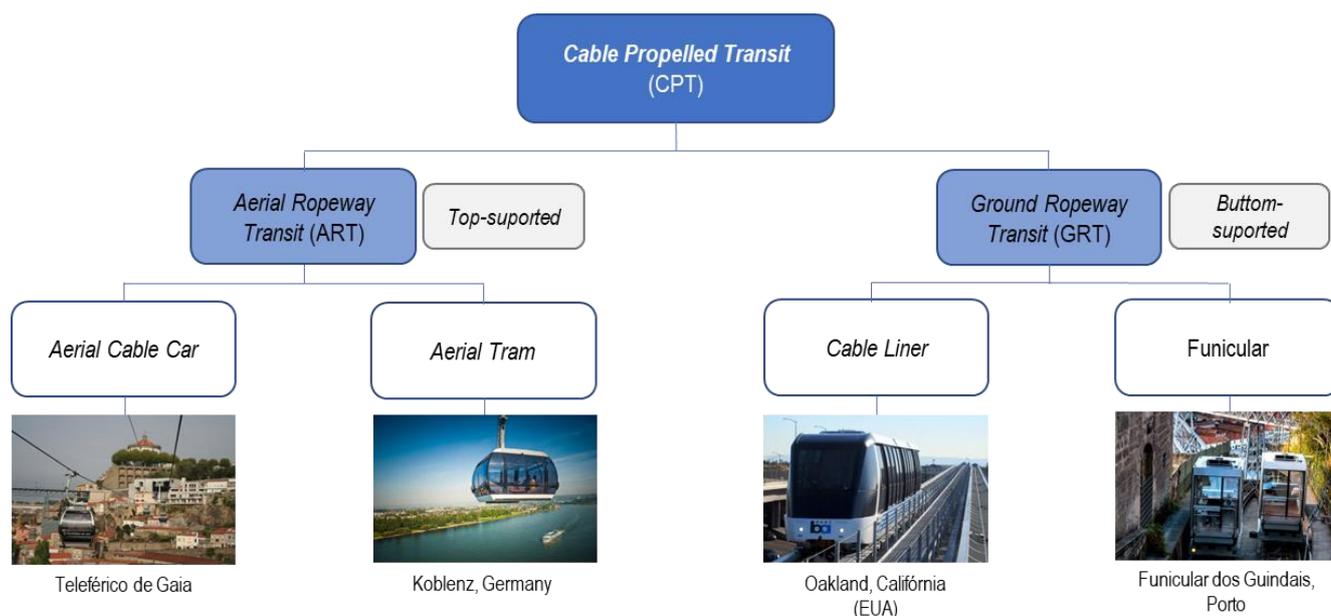


Figura 35 – Classificação dos sistemas CPT (adaptado de Dale & Chu, 2013 e Kremer,2015)

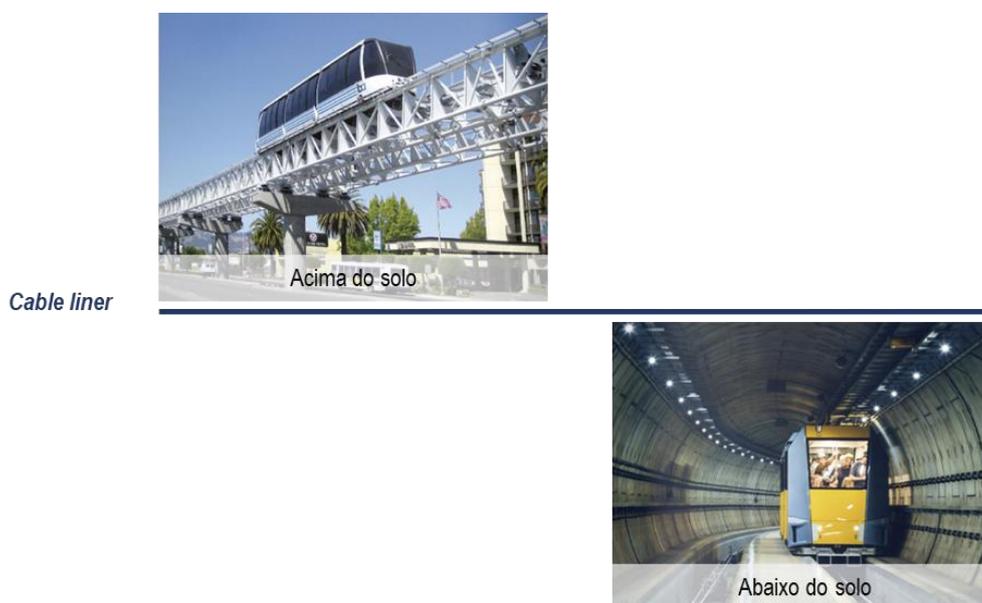
Os sistemas *top-supported* são comumente utilizados para vencer diferenças altimétricas acentuadas ou transpor linhas de água, como os teleféricos, em áreas turísticas ou estâncias de esqui.

No entanto, dadas as suas características, a utilização desde sistema como modo de deslocação em meio urbano tem vindo a crescer ao longo dos anos, visto que é de fácil implementação e não requer uma necessidade restrita de ocupação de espaço canal, pelo que também é uma alternativa eficiente em cidades com uma malha urbana extremamente densa.

Por outro lado, o sistema *bottom-supported* é comumente utilizado para trajetos curtos e mais retilíneos, no caso dos *cable liner* (também reconhecidos na literatura por *Mini-Metro*, *Automated People Mover* -APM- e *Automated Guided Transit* -AGT-) ou para vencer declives bastante acentuados, no caso dos funiculares.

A tipologia de sistema que melhor beneficia do contexto do Ramal da Alfândega no grupo do *bottom-supported* é, efetivamente, o *cable liner*. Este assemelha-se a um LRT mas diferencia-se por ter um sistema de propulsão por cabo que torna este num sistema autónomo, não necessitando de recursos humanos para a operação.

A implementação deste sistema pode ser feita de duas formas: acima do solo e abaixo do solo, como exemplificado na Figura 36



**Figura 36 – Exemplos do sistema *cable line* acima e abaixo do solo**

Na Tabela 66 (Anexo 13), é possível encontrar um conjunto de projetos desenvolvidos e implementados bem como algumas especificações associadas, nomeadamente a extensão, configuração do sistema, velocidade de operação, tipo de guiamento, capacidade, entre outros.

Para além dos CPT, também os **VAL - Véhicule Automatique Léger** são um, subsistema dos APM. Os VAL diferenciam-se dos CPT sobretudo na forma de guiamento. Os últimos não utilizam um sistema de cabo para impulsionar o movimento. A mais recente geração de VAL apresenta um sistema de guiamento por uma única calha central onde é feita a distribuição da energia elétrica e o rolamento é feito sobre pneus de borracha. A empresa com maior destaque neste setor com elevado número de soluções implementadas é a *Siemens Mobility*.

Por último, o **metro automático** enquadra-se também no subsistema APM. Na sua maioria, os veículos funcionam em carris convencionais de metal e a energia é extraída de um terceiro carril, alimentado por um motor de indução linear que fornece tração puxando um “quatro carril”, que se trata de uma placa plana de alumínio.

Para além dos sub-sistemas mencionados foram também analisados alguns modelos mais convencionais, no entanto não foi definido nenhum por não se enquadrarem na premissa de integração com o sistema de transporte público estabelecida.

Modelos	Dimensões CxLxA (mm)	Cap. (px)	Condução	Alimentação	Vel. (km/h)
Vectus PRT (TDI)	3740 x 2100 x 2500	14	Autónomo	Elétrico	70
Heavy Industries Crystal Mover C810A (Mitsubishi)	11840 x 2690 x 3610	14	Autónomo	Elétrico	70
People Mover P8 (Intamin)	10000 x 2000 x 2100*	80	Autónomo	Elétrico	80
Innovia Metro 300 (Bombardier Transportation)	68100 x 2650 x -	30**	Autónomo	Elétrico	80

Modelos	Dimensões CxLxA (mm)	Cap. (px)	Condução	Alimentação	Vel. (km/h)
Driverless (Hitachi)	28560 x 2650 x -*	248	Autónomo	Elétrico	60 – 100

\*Recomenda 5,0 m de altura livre.

Tabela 34 – Resumo das principais características de cada modelo automático

## 05.4. CONDICIONANTES

Ao longo deste ponto discutem-se algumas condicionantes que deverão informar o processo de decisão.

### VIABILIDADE DE VEÍCULO AUTÓNOMO

Importa discutir a possibilidade de implementação de veículos autónomos, pelo que se justifica a discussão da sua viabilidade, vantagens e desvantagens.

Com a integração de veículos autónomos, conseguem-se eliminar dois problemas fundamentais no custo dos serviços: a deslocação de veículos vazios e custo do condutor, sendo que o custo do condutor ganha relevo quando se tem em conta que o mesmo não envolve apenas o tempo de operação em si, mas também o tempo de espera em vazio, bem como as atuais dificuldades que as operadoras de transporte enfrentam face à escassez de motoristas.

Os veículos autónomos têm conhecido uma atenção crescente, sendo alvo de estudos acerca da viabilidade do seu uso como peça estruturante de uma rede de transportes. A utilização destes veículos não tem apenas o potencial de resolver o *last mile problem* (Sieber et al., 2019), mas também de atuar como transporte em sítio próprio.

Em termos de conceção do sistema, há a ter em conta que um sistema de transporte em sítio próprio caracterizado por um serviço de veículos autónomos necessita de um espaço canal mais reduzido, embora ainda que não existam valores de referência. A redução do canal prende-se essencialmente com o facto de a direção ser automatizada e de os veículos serem de dimensões mais reduzidas.

Considerando as características do canal do Ramal da Alfândega, a implementação de veículos autónomos poderá ser viabilizada pela constituição de uma Zona Livre Tecnológica, que permite um regime regulamentar específico para a circulação deste tipo de viaturas, algo que não acontece no restante solo português.

Estas zonas constituem-se como um “espaço seguro” onde as empresas podem testar produtos, serviços, entre outros.

A ANI – Autoridade Nacional de Inovação é a autoridade de testes que tem as competências sobre a gestão destas zonas; aprovação da criação de novas zonas e regulamentos; apoio, supervisão e fiscalização dos testes nos programas de inovação; e receção de pedidos de revisão legislativa ou regulamentar.

Várias são as entidades reguladoras com papel preponderante no apoio à criação dos regulamentos específicos de cada ZLT e no seu acompanhamento, sendo que, da lista importa destacar a AMT – Autoridade da Mobilidade e Transportes.

Da pesquisa realizada, percebe-se que a solução rodoviária apresenta opções de veículos autónomos mais consolidadas do que a opção ferroviária.

No entanto, antes da automatização plena existem soluções ITS (Sistemas Inteligentes de Transportes) que apoiam a condução, aumentando a segurança e conforto da operação. Neste âmbito as opções ferroviárias dispõem de sistemas inovadores que poderão ser considerados.

## **ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

No contexto atual, em que a preocupação com a sustentabilidade da mobilidade é central, a opção pela alimentação elétrica do sistema a implementar no Ramal da Alfândega é considerada a única viável.

A promoção de veículos elétricos tem sido impulsionada pelo desenvolvimento e inovação ao nível dos sistemas de armazenamento de energia, nomeadamente das baterias, o que tem impulsionado a procura de veículos, nomeadamente, autocarros, com propulsão por meios elétricos (para além dos que recorrem à distribuição por cabo). No momento o custo das baterias ainda é significativo. No entanto, este custo tem registado diminuições, sendo previsível que com a generalização da produção o custo venha a baixar.

O abastecimento por cabo, seja através de catenária ou guia no pavimento, constitui uma alternativa para reduzir o custo com as baterias e facilitar a organização da operação, dispensando os tempos de carregamento.

Na alimentação por catenária existem soluções no mercado que dispensam a sua continuidade, limitando a exigência às estações. Esta questão pode ser relevante face à limitação resultante dos túneis existentes no Ramal da Alfândega.

## **SOLUÇÕES STANDARD**

Na definição do material circulante e dos elementos mecanizados complementares, como escadas rolantes e elevadores, a adoção de soluções *standard*, sem necessidade de customização, apresenta-se vantajosa não só ao nível do investimento inicial, mas também nas exigências de manutenção.

## **INTEGRAÇÃO COM A REDE DE ELÉTRICO**

A integração do Ramal da Alfândega com a rede de elétrico apresenta grandes vantagens operacionais, mas sobretudo em termos de estratégia futura.

Em termos operacionais permite-se alguma economia de escala resultante tanto da partilha do PMO como do sistema de alimentação que pode apoiar-se nas subestações existentes de Massarelos (dos elétricos) e Campanhã (do Metro do Porto).

Em termos estratégicos esta interoperabilidade permite que futuramente, e com a duplicação do canal em alguns pontos, a operação ganhe uma dimensão diferente, possibilitando ligações como Campanhã – Castelo do Queijo.

Assim, caso se opte pela alternativa ferroviária, todas as características do sistema (bitola, configuração do carril, roda e tensão de alimentação) devem ser iguais às existentes na rede de elétricos, que por sua vez coincidem com as adotadas pelo Metro do Porto.

## **FONTES DE FINANCIAMENTO**

A atual conjuntura económico-financeira do país, e da Europa a nível mais global, tem vindo a criar novas e frutíferas reflexões sobre o *status quo* de algumas instituições e setores da economia. É neste âmbito que qualquer projeto de investimento a realizar, em qualquer setor da economia, deve ser cuidadosamente estudado e enquadrado na realidade atual. O domínio dos transportes não é, nem deverá ser, uma exceção.

A avaliação das opções de financiamento, nomeadamente ao nível de fundos comunitários e dos fundos necessários para a implementação das ações apresentadas, é particularmente relevante face aos volumes de investimento associados a projetos deste tipo. Seguidamente discutem-se alguns dos enquadramentos possíveis.

O Plano Nacional de Investimentos - PNI 2020/2030, constitui o instrumento de planeamento do próximo ciclo de investimentos. O âmbito do PNI 2030 é multissetorial, incidindo sobre os fatores-chave para a competitividade externa e coesão interna do país e para enfrentar os desafios da descarbonização e da transição energética.

O PNI 2030 inclui os principais investimentos em infraestruturas e equipamentos a realizar entre 2021 e 2030, em Portugal Continental, em 4 áreas temáticas: Transportes e Mobilidade, Ambiente, Energia e Regadio. Na área dos Transportes e Mobilidade estão definidos os seguintes eixos estratégicos:

- Acessibilidade equitativa, reforçando a rede do sistema de mobilidade no território nacional para promover a equidade de acesso;
- Conectividade alargada, alargando a conectividade externa, reforçando as infraestruturas de conexão internacional e suas ligações intra e intermodais;
- Mobilidade inteligente, promovendo a implementação de soluções inovadoras e de tecnologias de futuro aplicadas ao ecossistema da mobilidade;
- Mobilidade sustentável e neutralidade carbónica, impulsionando a mobilidade sustentável e contribuindo para a descarbonização do setor dos transportes;
- Infraestruturas e equipamentos resilientes, robustecendo as redes existentes, assegurando funcionalidade, desempenho, segurança, flexibilidade e resiliência;

Nos projetos revistos na sequência da nova abordagem, identificam-se os seguintes projetos com impacto no concelho, e onde se enquadram as propostas apresentadas:

#### Mobilidade e transportes:

- MPT2: Consolidação da Rede de Metro e Desenvolvimento de Sistemas de Transportes Coletivos em Sítio Próprio na AMP
- MTP5 - Promoção da Mobilidade Elétrica
- MTP7 - Promoção de Soluções Inovadoras e inteligentes de modalidade urbana
- MTP8 - Descarbonização dos Transportes Públicos

## **COMPATIBILIZAÇÃO COM A CICLOVIA**

Um dos impactos associado a qualquer uma das soluções apresentadas é a compatibilização na utilização do canal com TP e ciclovia.

As limitações do canal do Ramal da Alfândega não apresentam dimensão suficiente para incluir uma pista ciclável segregada com, pelo menos, 1,30 m em cada sentido (IMTT,2012). Ou seja, não é viável a utilização simultânea do canal por veículos de TP e bicicletas face à exiguidade do perfil disponível.

A possibilidade de permitir outras utilizações do Ramal em períodos de menor procura, como ao domingo de manhã, ou seja, interrompendo a circulação do TP pode trazer confusão ao utilizador. A par disto, destaca-se a falta de segurança prevista nas zonas de túnel, devido à elevada extensão coberta, pouco visível, e com pouca movimentação e que, por isso, poderá desencadear situações de elevada insegurança ou locais de aglomeração de sem-abrigo, o que em muito irá desvalorizar o investimento da proposta de requalificação.

Além disso, a adoção de uma solução ferroviária, a única que permite a integração com a rede elétrica, torna esta opção totalmente incompatível.

Por outro lado, as estimativas de procura e o intenso congestionamento que a zona da Alfândega conhece justificam a criação de um serviço de transporte no Ramal da Alfândega.

Como referido, os dados referentes às contagens indicam uma elevada presença de população nas zonas de referência, potenciais utilizadores deste serviço, tanto em dias úteis como ao fim de semana. O peso médio da procura atual ao fim de semana em comparação com um dia útil é na ordem dos 80%, demonstrando assim a elevada atratividade dos locais também em lazer.

## 05.5. ESTIMATIVAS PRELIMINARES DE INVESTIMENTO

Apresentadas algumas das soluções existentes no mercado e avaliada a possibilidade de inserção no Ramal da Alfândega, considerando todas as limitações inerentes, importa agora apresentar uma estimativa preliminar do investimento.

As estimativas apresentadas têm por base um conjunto de pressupostos que procuram ultrapassar a limitação de informação disponível nesta fase do estudo. Desta forma, os valores apresentados devem ser encarados de forma reservada e serão sujeitos a revisão na próxima fase do estudo.

Parte do dimensionamento do investimento e futuros custos de operação relaciona-se com a organização operacional do serviço. A definição da frequência permite informar a estimativa de veículos necessários.

A organização operacional é preliminar e serve, nesta fase, para estimar os investimentos inerentes ao material circulante. São considerados dois cenários, um para a solução rodoviária e outro para a solução ferroviária e, em ambos, não é considerada a estação das Fontainhas.

Importa referir que a operação estimada tem em consideração o percurso Alfândega – Campanhã (Ceres). Os detalhes da operação para estimativa do número de veículos podem ser analisados em maior detalhe no Anexo 16.

Para a estimativa de veículos consideraram-se os seguintes pressupostos:

Rodoviário<sup>18</sup>: Autónomo Easymile EZ10 com capacidade para 20 pessoas (Anexo 16, Tabela 67):

- Velocidade máxima de 30 km/h;
- Frequência de 8 em 8 minutos;
- 1 veículo por circulação;
- 150 lugares de capacidade máxima/hora/sentido;

---

<sup>18</sup> Considerando o *gap* temporal entre o estudo e a viabilidade de uma nova geração de veículos da *EasyMile*, optou-se por considerar este modelo que comporta uma maior capacidade e velocidade.

- 4 veículos em operação + 2 de reserva (6 veículos);
- Tempo de viagem de 00:06:51.

Importa informar que a frequência estimada pressupõe uma velocidade de circulação de 26 km/h (ligeiramente abaixo dos 30 km/h máximos indicados pelo fornecedor). Embora esta tenha sido a velocidade indicada pelo fornecedor, esta pode diminuir em função do contexto, sobretudo dentro dos túneis, e está também dependente do tempo necessário para o veículo realizar a inversão (na operação estimada consideraram-se 8 minutos). No entanto, estes valores deverão ser validados numa fase posterior de discussão.

Ferroviário: LRT Avenio da Siemens com capacidade para 103 passageiros (Anexo 16, Tabela 68):

- Velocidade máxima de 80 km/h;
- Frequência de 15 em 15 minutos;
- 1 veículo por circulação;
- 412 lugares de capacidade máxima/hora/sentido;
- 2 veículos em operação + 1 de reserva (3 veículos);
- Tempo de viagem de 00:05:53.

Na operação estimada considerou-se uma velocidade de circulação de 35 km/h e uma margem de 9 minutos entre circulações (para realizar o reposicionamento do motorista e preparar o início da circulação). Estes valores terão que ser validados numa fase posterior de discussão.

Com o número de veículos necessários dimensionados, apresentam-se, de seguida, os restantes custos dimensionados nesta fase que podem ser analisados, em síntese, na Tabela 35.

### **Material circulante:**

Neste ponto define-se o custo associado ao material circulante para ambas as soluções. O custo dos veículos bem como da manutenção da solução autónoma da *EasyMile*, foi calculado com base em valores de referência cedidos pelo fornecedor. Por sua vez, o custo do veículo ferroviário tem por base a referência do manual *BRT Guide* (ITDP) que indica 3 600 000 dólares por veículo, aproximadamente 3 400 000 euros.

O investimento em material circulante corresponde apenas ao ano 1. Os veículos rodoviários têm um tempo de vida útil de cerca de 8 anos e os ferroviários de 30 anos, pelo que, ao fim desse tempo, terão de ser substituídos por novos veículos. A isso acresce o valor indicado para a manutenção. Para aquisição de seis veículos da *EasyMile*, o valor de referência é de 2 055 000 € com um valor anual de manutenção de 399 200 €. A isto acresce a necessidade de ter motoristas a operar os veículos na fase de aprendizagem. Por outro lado, no sistema ferroviário, para além da manutenção anual dos veículos é ainda realizada uma grande manutenção ao fim de 15 anos. Para a manutenção anual, foi considerado um valor de 37 500 € veículo com base em valores de referência do Metro do Porto. Já para a grande reabilitação, foi considerado 25% do investimento inicial no veículo, ou seja, 2 550 000 €/veículo. Para além dos custos de manutenção com o veículo é necessário ainda considerar o custo de operação.

### **Infraestrutura:**

Neste ponto apresentam-se os custos associados às infraestruturas para ambas as soluções. Para cálculo dos diferentes parâmetros foram também utilizados valores de referência, o que faz destes resultados valores preliminares. O valor total refere-se ao custo associado à infraestrutura sem considerar a Estação das Fontainhas nem a Estação de Campanhã junto ao TIC. O investimento da Estação das Fontainhas acresce um valor estimado de 2 500 000 € ao valor total. Já em Campanhã, a opção de localizar a estação junto ao TIC tem um custo cerca de 7 vezes superior quando comparado com a opção selecionada junto à fábrica da Ceres. O custo de manutenção associado às infraestruturas é apenas informativo e não

está considerado no cálculo total, uma vez que estes valores são entendidos como custos anuais e não de investimento inicial e corresponde a cerca de 2,5% do custo de investimento inicial.

Estes valores, que correspondem ao total investido no final do primeiro ano, podem ser analisados de forma desagregada na Tabela 35.

Parâmetros		Rodoviário	Ferroviário
		Mini Easymile	LRT Avenio
Material Circulante	Veículos	2 078 544 €	10 200 000 €
	Manutenção (ano)	399 200 €	208 801 €
	Manutenção pesada (final de 15 anos)	0 €	2 550 000 €
Infraestrutura	Trabalhos Preparatórios	800 000 €	900 000 €
	Estação da Alfândega	275 000 €	275 000 €
	Inserção Urbana Alfândega	1 275 000 €	1 275 000 €
	Estação das Fontainhas	2 500 000 €	2 500 000 €
	Estação de Campanhã	600 000 €	600 000 €
	Estação de Campanhã (TIC)	4 250 000 €	3 500 000 €
	Plataformas	1 250 000 €	2 400 000 €
	Tratamento de estabilização	1 275 000 €	1 275 000 €
	Túneis	2 400 000 €	2 400 000 €
	PMO	385 000 €	720 000 €
	Outros	1 115 000 €	2 000 000 €
	Integração no Elétrico	-	350 000 €
	Manutenção (ano)	234 375 €	304 875 €
<b>Total - Infraestrutura</b>		<b>9 375 000 €</b>	<b>12 195 000 €</b>
<b>Total - Infraestrutura + Veículos</b>		<b>11 430 000 €</b>	<b>22 395 000 €</b>

Tabela 35 – Resumo dos valores de investimento estimados por cada rúbrica

## 06. ANÁLISE SWOT

Dos sistemas analisados anteriormente, percebem-se vantagens e desvantagens em cada um deles, tendo-se centrado a discussão nas alternativas rodoviária e ferroviária.

Face à complexidade da implementação de uma estação nas Fontainhas esta foi desconsiderada nas análises seguintes. Também a opção de estação no TIC foi desconsiderada face ao volume de investimento envolvido e à necessidade de efetuar obras num edifício recém-inaugurado.

Considerando a possibilidade de aproveitamento do PMO de Massarelos na opção ferroviária o investimento estimado para esta rúbrica não foi incluído.

Em relação à possibilidade de utilização deste canal por ciclistas considerou-se que, face à procura estimada e à relevância de dotar esta ligação de um serviço de transporte público, em paralelo com as limitações físicas existentes, esta não deveria ser permitida.

A Tabela 36 apresenta um resumo com as principais rúbricas para cada solução considerada.

Parâmetros		Rodoviário	Ferroviário
		Mini (Easymile)	LRT (Avenio)
Procura	Procura máx. total HPT/sentido	156	156
	Procura máx. por circulação	21	39
Oferta	Frequência (HPT)	8 min	15 min
	Nº lugares por circulação	20	103
	Velocidade média de circulação	26	35
Receita	Tarifário Próprio	2 525 000€	
	Andante (Assin. + Título único)	829 000 €	
Investimentos	Veículos	2 055 000 €	12 200 000 €*
	Manutenção dos veículos	399 200€/ano	S/I
	Infraestruturas	9 375 000 €	12 195 000 €
Outros	Tempo de implementação	Médio prazo*	Médio prazo*
	Condução	Autónoma	Apoiada
	Complexidade de manobra	Rotunda	Reversível
	Largura mínima da via	3,20 m	3,40 m*

\*A validar com o fornecedor

**Tabela 36 – Resumo das soluções adotadas**

Ao longo deste ponto discutem-se os principais impactos das soluções rodoviária e ferroviária, através da identificação dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças de cada uma delas.

### 06.1. RODOVIÁRIO

#### Pontos Fortes:

- Viabilidade de implementação do sistema autónomo, já que existem sistemas equivalentes implementados;
- Possibilidade de aprendizagem e replicação de um sistema autónomo rodoviário;
- Permite a utilização dos veículos noutros contextos.

**Pontos Fracos:**

- Veículos com capacidade reduzida e velocidade de circulação limitada (30 km/h);
- Se a procura for superior à estimada pode ser necessário recorrer a mais do que um veículo por circulação;
- Necessidade de garantir área nas estações terminais para a inversão do sentido da marcha;
- Para garantir uma frequência superior a operação é menos eficiente (são necessários mais veículos com tempos de suporte superiores).

**Oportunidades:**

- Disponibilidade de sistemas de financiamento específicos para soluções inovadoras de automatização.

**Ameaças:**

- Se a procura for superior à procura potencial, esta solução não apresenta grande flexibilidade;
- As limitações ao longo do canal, tanto nos túneis como na escarpa aumentam a sensação de insegurança associada à solução em pneu;
- Frequência condicionada pela velocidade de circulação

## 06.2. FERROVIA

**Pontos Fortes:**

- Sistema de inversão de marcha facilitado, sem necessidade de manobra, libertando espaço nas estações terminais;
- Garante uma velocidade mais elevada e maior capacidade;
- Possibilidade de evoluir para um sistema autónomo ferroviário;
- Associa uniformidade da imagem e legibilidade do sistema (tecnologia ferroviária, características e localização das paragens) e potencial capacidade de atração de passageiros mais elevada;
- Permite a integração com a rede de elétricos, beneficiando no curto prazo de economias de escalas em termos de manutenção e sistemas de apoio e, a prazo, podendo integrar uma operação mais abrangente.

**Pontos Fracos:**

- Implica uma ocupação de espaço com carácter permanente, resultante das características do material circulante e da infraestrutura;
- A viabilidade de implementar um sistema autónomo está dependente de um processo de desenvolvimento em curso.

**Oportunidades:**

- Se a procura for superior à procura potencial esta solução apresenta grande flexibilidade;
- Possibilidade de integrar soluções ITS eventualmente elegíveis a financiamento.

**Ameaças:**

- Frequência condicionada pelo tempo de suporte (reversibilidade).

## 07. PRÓXIMOS DESENVOLVIMENTOS

Após a decisão sobre o melhor cenário a implementar para a reativação do Ramal da Alfândega – infraestrutura e veículos – de acordo com as limitações físicas existentes e assegurando a procura potencial, será detalhado o modelo de operação bem como a avaliação do impacto no sistema de transporte, através da:

- Avaliação da estimativa de receita;
- Definição do material circulante, número de veículos e frequência;
- Realização da análise de custo-benefício.

Complementarmente, será ainda desenvolvida uma análise ao enquadramento regulamentar e jurídico do setor dos transportes públicos por forma a definir as normas de regulação da operação.

Ao longo da próxima fase, prevê-se a realização do programa para o lançamento do concurso de conceção bem como a definição das especificações para o concurso de aquisição de veículos.

## BIBLIOGRAFIA

Adamkiewicz, T. (2020). Possibilities and conditions of application of the Karlsruhe model in selected tramway systems in Poland. *Transport Economics and Logistics*, 83, 141-152.

CCDR-N (2008) Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária. Transportes Públicos.

Civitas. (2016). Smart choices for cities: Alternative Fuel Buses. Disponível em: <https://civitas.eu/resources/civitas-policy-note-smart-choices-for-cities-alternative-fuel-buses> (consultado em 03/01/2023)

Clean fleets. (2014). Clean Buses – Experiences with Fuel and Technology Options. Disponível em: [https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20140310\\_111433\\_57746\\_Clean\\_Buses\\_\\_Experiences\\_wit\\_h\\_Fuel\\_and\\_Technology\\_Options.pdf](https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20140310_111433_57746_Clean_Buses__Experiences_wit_h_Fuel_and_Technology_Options.pdf) (consultado em: 03/01/ 2023)

Deng, T., & Nelson, J. D. (2011). Recent developments in bus rapid transit: a review of the literature. *Transport Reviews*, 31(1), 69-96.

Hensher, D. A. (2007). Sustainable public transport systems: moving towards a value for money and network-based approach and away from blind commitment, *Transport Policy*, 14, pp. 98–102.

Hidalgo, D., & Muñoz, J. C. (2014). A review of technological improvements in bus rapid transit (BRT) and buses with high level of service (BHLS). *Public Transport*, 6(3), 185-213.

ITDP (2017) The BRT Planning Guide, <https://brtguide.itdp.org/branch/master/guide/pdf/the-brt-planning-guide.pdf> (consultado em 24/10/2022)

IMTT (2011) Pacote da Mobilidade: Território, Acessibilidade e Gestão da Mobilidade. Tipologias de meios e modos de transporte.

Ishaq, R., & Cats, O. (2020). Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations. *Case Studies on Transport Policy*, 8(3), 946-953.

LNEC (2021) Grupo de Trabalho “Transportes Públicos da Área Metropolitana de Lisboa Sul em corredor próprio”. Anexo I - Sistemas de transporte público rodoviário de passageiros.

López-Lambas, M. E., & Alonso, A. (2019). The driverless bus: An analysis of public perceptions and acceptability. *Sustainability*, 11(18), 4986.

Metro do Porto (2019), Documentação dos Indicadores de Desempenho Operacional.

NACTO - “National Association of City Transportation Officials”, “<https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/transit-lanes-transitways/transit-lanes/side-rail-lane/> (consultado em 24/10/2022)

SeMob (2016) Caderno técnico para projetos de mobilidade urbana - Veículo leve sobre trilhos. Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana - SeMob. Ministério das Cidades, República Federativa do Brasil.

Sieber, L., Ruch, C., Hörl, S., Axhausen, K. W., & Frazzoli, E. (2019). Improved public transportation in rural areas with selfdriving cars: A study on the operation of Swiss train lines. *Transportation research part A: policy and practice*, 134, 35-51.

STCP (2021), Relatório e Contas

Vuchic, V. R. (2002). Urban public transportation systems. University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, 5, 2532-2558.

Vuchic, V.R. (2005). Urban Transit: Operations, Planning and Economics. Book published by John Wiley & Sons. 978-0-471-63265-8, pp. 664.

Wright, L., & Hook, W. (2007). Bus rapid transit planning guide. Institute for Transportation and Development Policy, New York.

## WEBGRAFIA

CP – Comboios de Portugal, <https://www.cp.pt/sites/passageiros/pt/consultar-horarios/horarios-resultado>

Magazine of the Fraunhofer Institute for Cognitive Systems IKS, <https://safe-intelligence.fraunhofer.de/en/articles/driverless-rail-vehicles>

RAC. Euro 1 to Euro 6 guide – find out your vehicle's emissions standard. Disponível em: <https://www.rac.co.uk/drive/advice/emissions/euro-emissions-standards/> (consultado em: 03/01/ 2023)

SAE. (2021). "Levels of Driving Automation". <https://www.sae.org/blog/sae-j3016-update> (consultado em: 03/01/ 2023)

STCP - <https://www.stcp.pt/pt/viajar/linhas/>

Revista Euro Transporte - <https://www.eurotransporte.pt/noticia/11/3656/iveco-bus-e-easymile-no-caminho-da-conducao-autonoma/> (consultado em 24/10/2022)

## ABREVIATURAS

AMP	Área Metropolitana do Porto
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CMP	Câmara Municipal do Porto
CP	Comboios de Portugal
DU	Dia Útil
FdS	Fim de semana
IMOB	Inquérito à Mobilidade nas Áreas Metropolitanas do Porto e Lisboa
INE	Instituto Nacional de Estatística
IP	Infraestruturas de Portugal
LRT	<i>Light Rail Transit</i>
MdP	Metro do Porto
MM	Metro do Mondego
OD	Origem-Destino
PDM	Plano Diretor Municipal
PMR	Pessoas de Mobilidade Reduzida
STCP	Sociedade de Transportes Coletivos do Porto
TCR	Transporte coletivo rodoviário
TI	Transporte individual
TIC	Terminal Intermodal de Campanhã
TP	Transporte público
VMDA	Validações Médias Diárias Anuais

# ANEXOS

## **ANEXO 1 – CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL E DEMOGRÁFICA**

O município do Porto situa-se na região Norte do país (NUT II) e é um dos 17 municípios que compõem a Área Metropolitana do Porto que, conjuntamente, representam 2,2% do território nacional.

À semelhança da tendência que se verifica, de forma genérica, um pouco por todo o país, o Porto é um dos municípios portugueses que tem assistido a uma diminuição acentuada da sua população residente ao longo das últimas décadas. Este é um fenómeno que se expressa desde o final do século XX, nomeadamente desde os Censos de 1981, e que concorre para a cada vez maior prevalência da população idosa sobre os mais jovens.

A análise territorial e demográfica é assim essencial para compreender o padrão de fixação da população e, consequentemente, as necessidades de transportes associadas a este, já que a forma como o território está organizado afeta o funcionamento do transporte público e, consequentemente o seu nível de atratividade.

Este capítulo tem como objetivo proceder à caracterização territorial, concretizando-se na descrição e análise da situação de referência para a área de estudo, focando um conjunto de domínios cuja compreensão e interconexão é considerada crítica para a organização da mobilidade. Assim, este capítulo desenvolve estes temas partindo do enquadramento do município do Porto, para o detalhe e especificidade da área em estudo.

No presente ponto pretende-se fazer uma análise às características físicas do município de Porto, bem como das suas dinâmicas demográficas e territoriais e dos padrões de mobilidade. Os padrões de mobilidade são analisados de forma sucinta e têm por base os dados dos Censos de 2011 e do Inquérito à Mobilidade.

As conclusões retiradas neste capítulo serão a base para uma leitura e compreensão do território, permitindo fazer um primeiro enquadramento e conhecer preliminarmente as suas debilidades e potencialidades.

### **ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO**

De modo a compreender a rede de transporte público do concelho do Porto, enquadrando a estratégia de atuação, é fundamental conhecer o território, destacando assim, os principais fatores físicos e humanos presentes na área de estudo e que estabelecem relações diretas com os padrões de mobilidade, nomeadamente a distribuição geográfica da população residente e as infraestruturas de transporte.

A área territorial de análise encontra-se sintetizada na Figura 37 e integra-se nas freguesias do Bonfim, de Campanhã e na União das freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória.

No que concerne à área de estudo, esta compreende a Alfândega, as Fontainhas e Campanhã, doravante designadas por Zonas.

A base para a definição destas Zonas apresentou como ponto de partida a proposta existente para transformação do ramal num canal dedicado a transporte público, delimitando-se uma área de cerca de 500 metros em volta das estações projetadas, devidamente “cruzadas” com a análise morfológica do terreno, bem como a capacidade de atração (existência de serviços, emprego, habitação, entre outros).

A reativação deste eixo, independentemente do modo ou solução que nele venha a ser adotado, permitirá uma conexão do lado ocidental da cidade ao centro histórico, de forma rápida e segregada, mas conectada à infraestrutura existente.

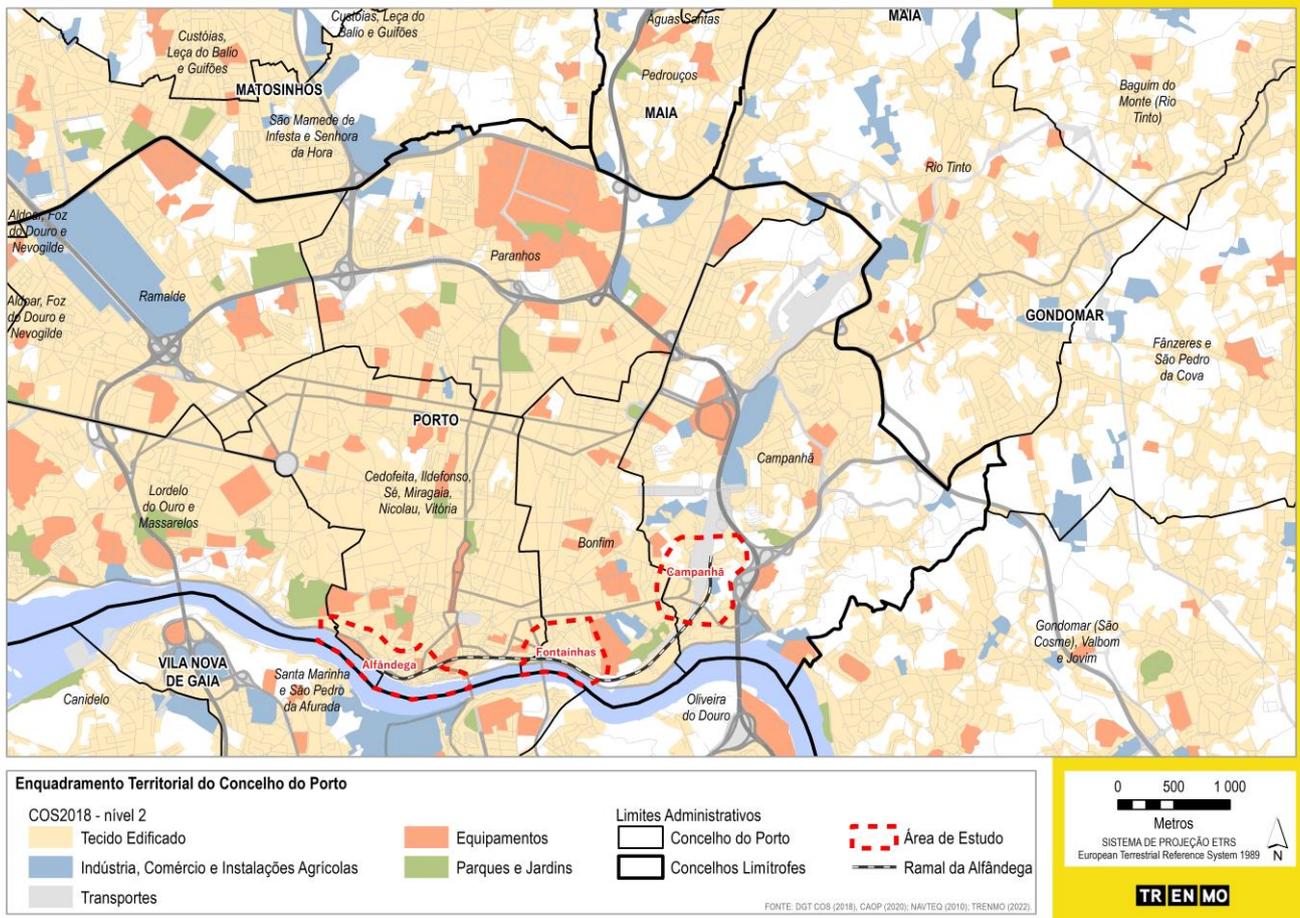


Figura 37 – Enquadramento territorial

## ACESSIBILIDADES RODOVIÁRIAS E FERROVIÁRIAS

Do ponto de vista infraestrutural, o município do Porto e sua envolvente apresentam uma boa rede de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias (ligeiras e pesadas) sendo importante, desde logo, destacar os grandes eixos existentes face à rede de distribuição local (Figura 38).

Ao nível da hierarquia viária superior destaca-se as autoestradas A3 e A28 como principais eixos de entrada a norte do concelho e a A1 e A20 (VCI) na ligação com o sul do país, fazendo a ligação a Lisboa.

Quanto aos eixos em contexto urbano, é fundamental destacar o papel da Circunvalação (N12) e da VCI (A20). A primeira liga a parte oriental à parte ocidental num anel que, na sua maioria corresponde ao limite administrativo do município a norte. Quanto à VCI estrutura-se num anel interior que cruza a cidade, garantindo a ligação desde a Ponte da Arrábida até à Ponte do Freixo, alimentada pelas radiais e distribuindo os fluxos na malha viária de menor capacidade.

Num nível inferior é de assinalar a forte presença dos eixos radiais, que garantem o acesso entre os vários núcleos populacionais, assumindo-se como corredores estruturantes e promovendo a consolidação da acessibilidade das áreas não cobertas diretamente pelas autoestradas.

No que diz respeito às acessibilidades ferroviárias a rede da CP proporciona ligações por ferrovia pesada através dos serviços de Alfa Pendular, Intercidades, Regionais e Urbanos, na estação intermodal de Campanhã. Até à estação de S. Bento prolongam-se alguns serviços Regionais e praticamente a totalidade dos serviços Urbanos.

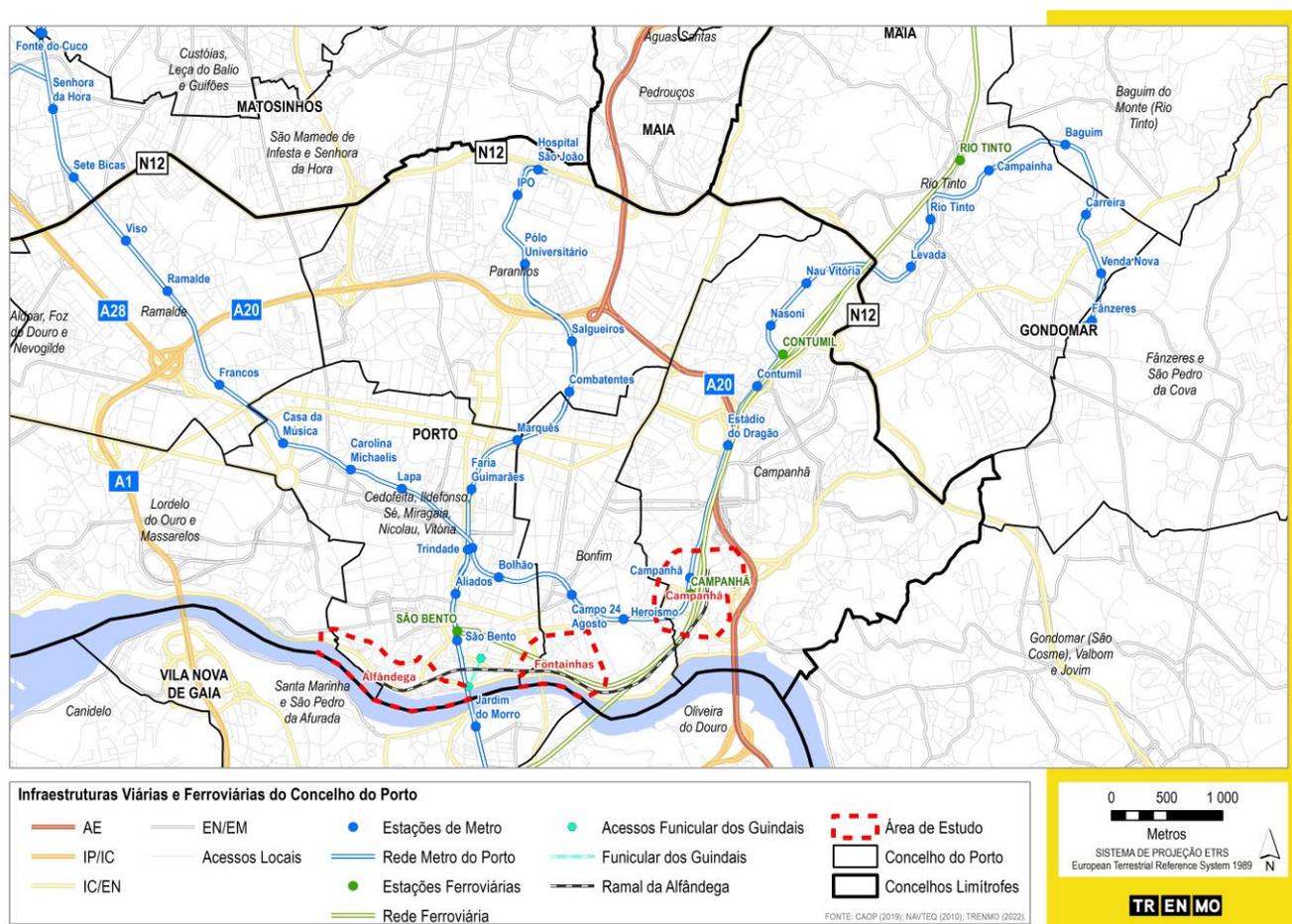
Quanto às ligações por ferrovia ligeira, a Metro do Porto conta atualmente com seis linhas (A - Azul, B - Vermelha, C - Verde, D - Amarela, E - Violeta, F - Laranja). A Linha A (Azul) realiza o serviço entre a Estação do Estádio do Dragão e a Estação do Senhor de Matosinhos, no concelho de Matosinhos; a Linha B (Vermelha) realiza o serviço entre a Estação do Estádio do Dragão e a Póvoa de Varzim; a Linha C (Verde) faz a ligação desde a Estação de Campanhã ao ISMAI, no concelho da Maia; a Linha D (Amarela) entre o Hospital S. João e Santo Ovídio, no concelho de Vila Nova de Gaia; a Linha E (Violeta) entre a Estação do Estádio do Dragão e o Aeroporto Francisco Sá Carneiro, no concelho da Maia; e a Linha F (Laranja) faz a ligação entre a Estação Senhora da Hora, no concelho de Matosinhos, e Fânzeres, no concelho de Gondomar.

Do ponto de vista dos investimentos futuros, neste ponto é importante salientar a obra em execução, da expansão da rede do Metro do Porto, nomeadamente a construção da Linha G (Rosa), que fará a ligação entre a Casa da Música e São Bento, estimando-se a sua concretização até final de 2023, bem como o prolongamento da Linha D (Amarela) até Vila D'Este.

Das áreas em análise, Campanhã é central na estruturação da mobilidade do concelho do Porto. Foi recentemente reforçada com a abertura do Terminal Intermodal de Campanhã (TIC), constituindo-se como o principal ponto de conexão entre os diversos modos de transporte que servem o Porto e também a Área Metropolitana: ferrovia pesada (CP) e ligeira (Metro do Porto), transportes rodoviários municipais, intermunicipais, inter-regionais e expresso (nacionais e internacionais).

Neste ponto é relevante abordar o investimento previsto na alta velocidade ferroviária que para além da ligação a Lisboa e Vigo (Espanha) “encontra” em Campanhã a estação de viabilização da ligação ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro.

O conhecimento aprofundado do território, nomeadamente ao nível da presença e dinâmicas populacionais, acessibilidades, incluindo infraestruturas e níveis de serviço, permitirá efetuar uma análise integrada com o planeamento de transportes.

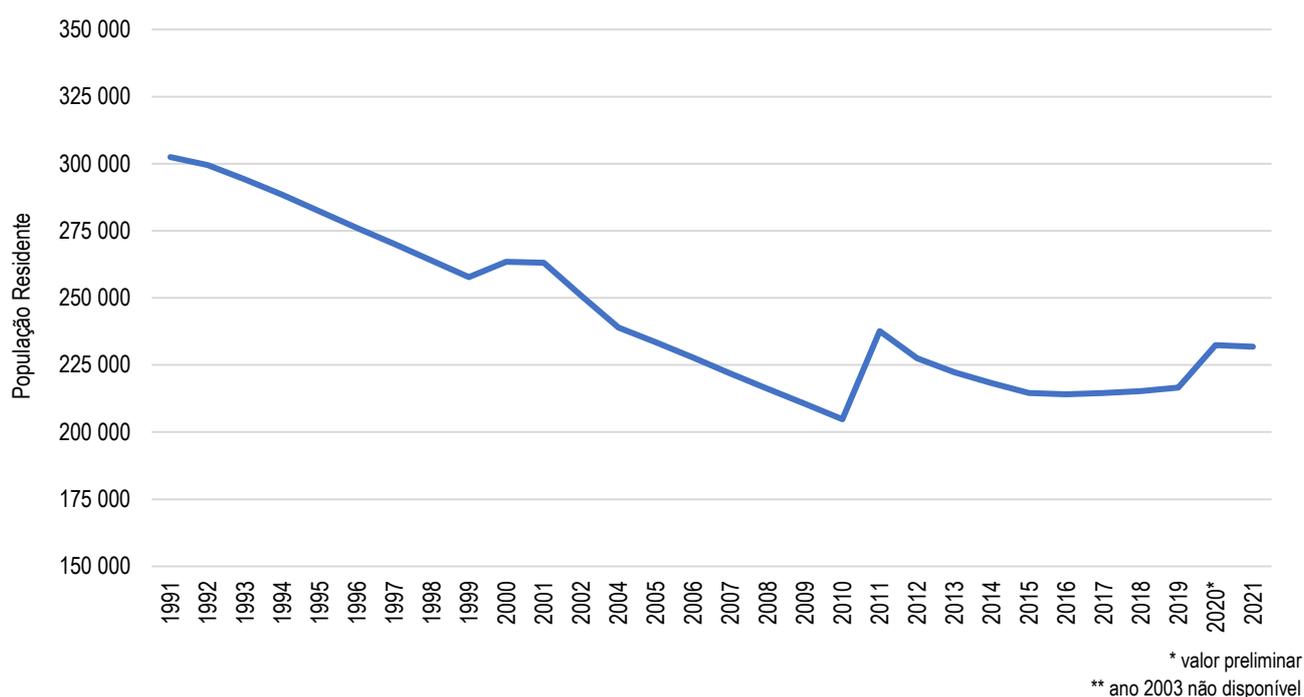


**Figura 38 – Rede viária e ferroviária**

## DINÂMICAS POPULACIONAIS

Do ponto de vista das dinâmicas populacionais, e de acordo com os dados provisórios dos Censos de 2021 do Instituto Nacional de Estatística (INE), residiam no concelho do Porto 231 828 habitantes, menos 2,5% quando comparados com os Censos de 2011. Contudo, quando é alargado o período de análise constata-se que o concelho do Porto, desde 2001, já perdeu cerca de 13,5% da sua população residente (Figura 39).

Embora com ligeiras variações muito pontuais (2000, 2011 e 2020), esta é uma tendência a que se assiste desde o início dos anos 80 do século passado, e cuja sua inversão se revela de extrema complexidade, tendo sido atingido o valor mais baixo em 2010, com 204 788 habitantes.



**Figura 39 – Evolução da população residente no concelho do Porto**  
(Fonte: INE – Anuários Estatísticos da Região Norte)

Relativamente à distribuição da população residente, bem como a sua relação com a dimensão territorial de cada freguesia onde se localizam as áreas de estudo, estas encontram-se expressas na Figura 40.

Freguesia	Área (km <sup>2</sup> )	Pop. Residente (N.º)	Densidade populacional (hab./km <sup>2</sup> )
Bonfim	3,10	22 981	7 413
Campanhã	8,04	29 674	3 691
UF de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória	5,43	37 434	6 894
PORTO (Concelho)	41,42	231 828	5 597

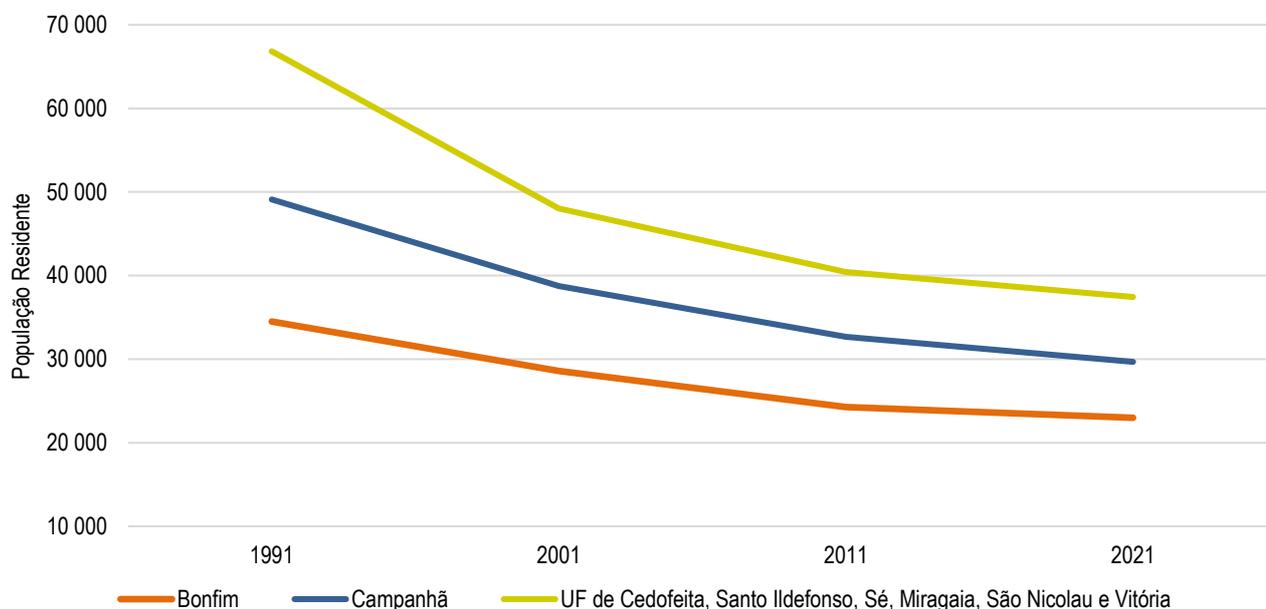
**Tabela 37 – Distribuição da população residente das freguesias das áreas de estudo, em 2021**

(Fonte: INE - Censos 2021 [dados provisórios])

No que concerne à evolução da população residente destas freguesias, a tendência a que se assiste no concelho é também espelhada nas três freguesias onde se inserem as áreas de estudo. Esta redução foi mais acentuada no intervalo

intercensitário 1991-2001, mas desde então, embora menos acelerada, a tendência mantém-se nos intervalos intercensitários subsequentes (Figura 40).

Numa leitura mais detalhada a estes valores constata-se que, desde 2001 a freguesia do Bonfim perdeu cerca de 24,4% da sua população residente, Campanhã recou 30,6% e a UF Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória<sup>19</sup> teve uma perda de população de 28,3%.



**Figura 40 – Evolução da população residente, por freguesia**  
(Fonte: INE - Censos 1991, 2001, 2011 e 2021 [dados provisórios])

Partindo para uma comparação com a escala concelhia, verifica-se que todos os valores anteriormente apresentados são superiores à variação negativa da populacional registada no concelho do Porto (13,5%), no mesmo período.

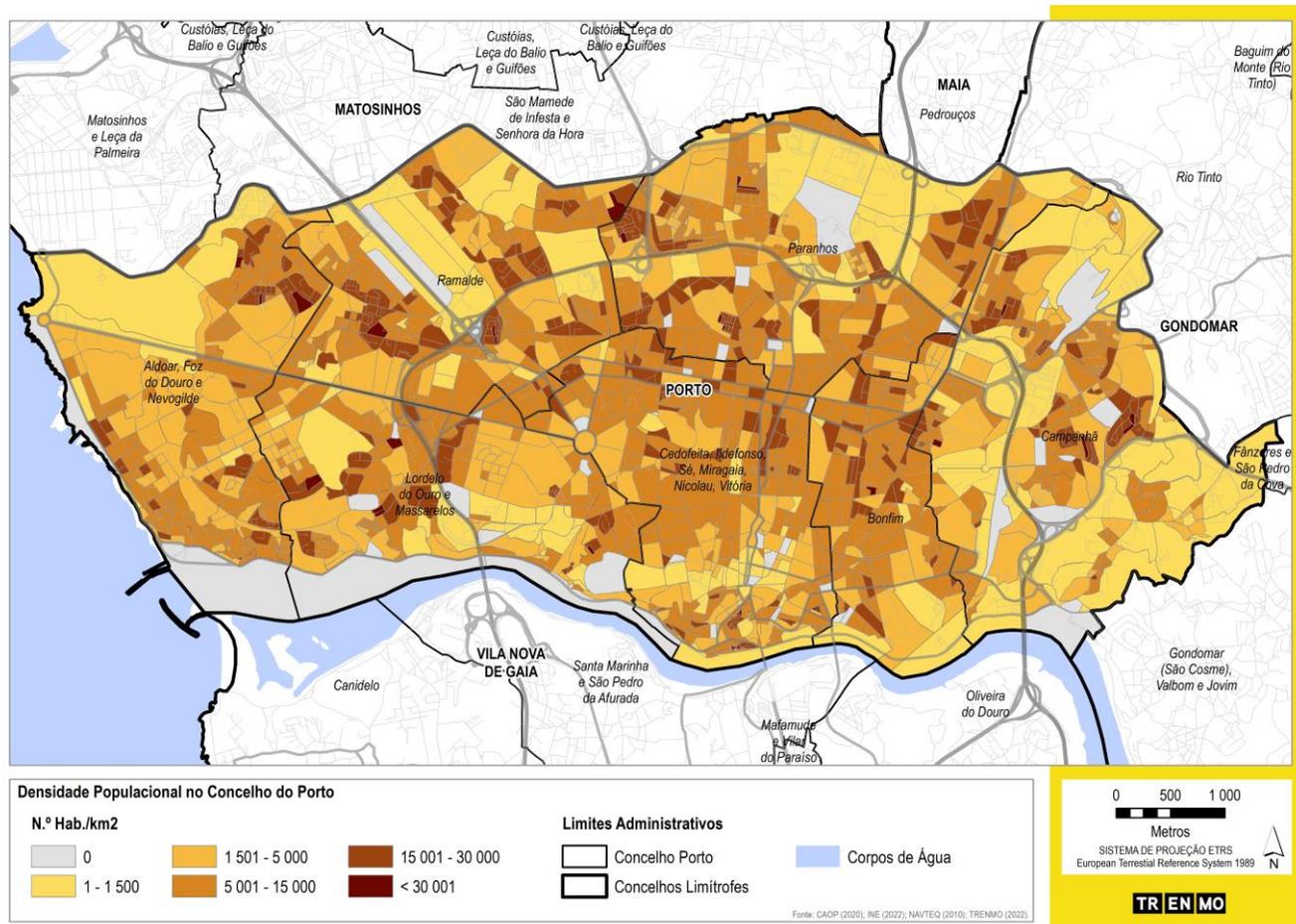
As três freguesias conjuntamente representam 40% da área territorial do concelho do Porto, concentrando cerca de 38,9% dos residentes, correspondendo a pouco mais de 90 mil habitantes.

Analisando de seguida a distribuição geográfica da densidade populacional à escala da subsecção, que corresponde à forma como a população está distribuída pelo território, com base nos Censos 2021, registam-se grandes concentrações populacionais em várias freguesias, com valores mais elevados nos núcleos populacionais mais importantes e consolidados (Figura 41).

Genericamente é possível afirmar que o concelho do Porto apresenta valores de densidade populacional bastantes elevados, sendo o intervalo mais expressivo entre 5 001 – 15 000 hab./km<sup>2</sup>. Na Alfândega podemos encontrar o primeiro e o quinto valores mais elevados do concelho (57 696 hab./km<sup>2</sup> e 41 586 hab./km<sup>2</sup>, respetivamente).

<sup>19</sup> Por coerência metodológica, importa referir que, com vista ao apuramento dos valores da UF de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, dos anos prévios à reorganização administrativa do território que teve lugar em 2013, foi efetuado o somatório dos valores apurados das freguesias que atualmente a compõem.

Importa ainda salientar que a escala de análise diz respeito à subsecção estatística, e estas apresentam dimensões e morfologias muito díspares entre elas.



**Figura 41 – Densidade populacional por subsecção estatística**  
(Fonte: INE - Censos 2021 [dados provisórios])

Analisando de forma mais concreta a área de estudo, e tendo em conta os dados apurados à escala municipal, aplicando-lhes uma distribuição proporcional, chegamos à estimativa de valores que se apresentam da Tabela 38.

Zonas	Área (km²)	Pop. Residente (N.º)	Densidade populacional (hab./km²)
Alfândega	0,47	1 849	3 894
Campanhã	0,51	1 971	3 863
Fontainhas	0,34	1 864	5 549

**Tabela 38 – Estimativa da população residente, por Zona**

A área de estudo correspondente às Fontainhas é aquela que apresenta menor dimensão, mas com maior densidade populacional, com cerca de 5 549 habitantes, por km².

Quanto às zonas da Alfândega e Campanhã, estas apresentam valores muito semelhantes, quer em termos de população como de área.

## PADRÕES DE MOBILIDADE

Para o presente ponto, importa referir que são instrumentos essenciais para compreender os padrões de mobilidade do concelho do Porto as publicações do INE.

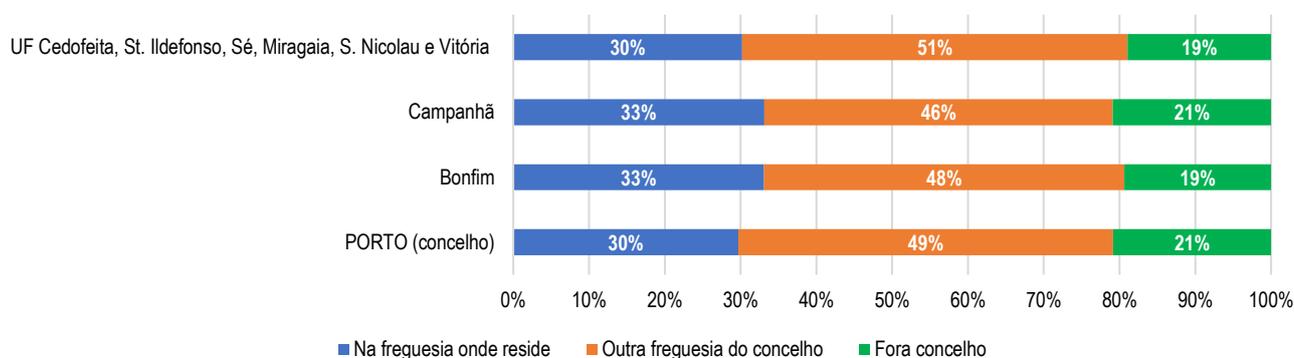
Tendo em conta que os dados provisórios dos Censos 2021 incidem essencialmente sobre os temas da População e da Habitação, e visto que os resultados definitivos ainda não foram publicados, serão utilizadas as duas publicações mais recentes desta entidade sobre o tema, nomeadamente: Censos 2011 e o “Mobilidade e funcionalidade do território nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa 2017”, com base nos resultados do IMob (Inquérito à Mobilidade nas Áreas Metropolitanas de Porto e Lisboa 2017).

Neste sentido, segundo os dados de 2011, só a partir do concelho do Porto são gerados mais de 123 000 movimentos diários entre casa/trabalho e casa/escola. Destes, cerca de 30% estuda ou trabalha na freguesia de origem, cerca de 49% desenvolvem estas atividade noutra freguesia do Porto que não a de residência, e apenas 21%, cerca de 25 700, são movimentos para fora do concelho do Porto.

De seguida serão apresentadas de forma mais detalhada as características dos movimentos da população, incluindo a apresentação dos movimentos pendulares e a escolha modal.

### MOVIMENTOS PENDULARES

Da totalidade de movimentos pendulares gerados pelos residentes no concelho do Porto, 79% acontecem dentro dos limites do concelho, de acordo com os dados do INE de 2011 (Figura 42). Destes, 30% ocorrem dentro da freguesia onde residem. De uma forma geral todas as freguesias da área de estudo estão alinhadas com os valores apresentados à escala concelhia.

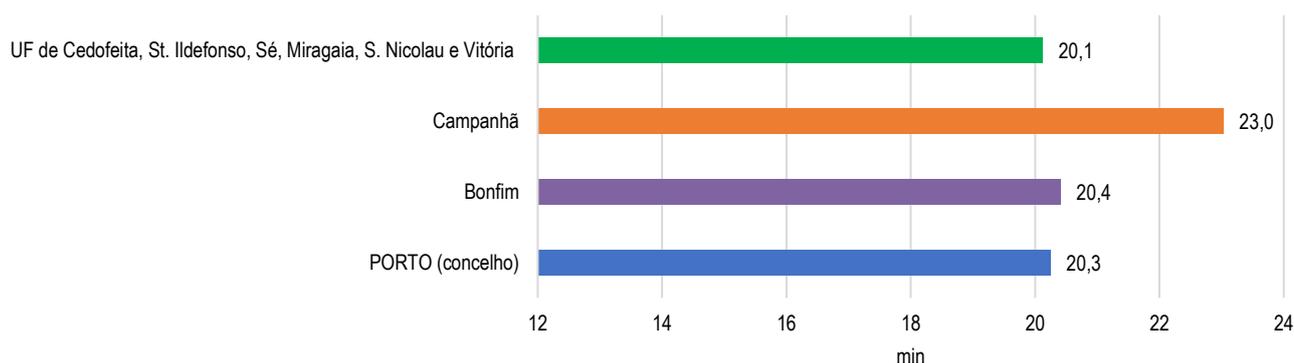


**Figura 42 – Movimentos pendulares da população estudante ou empregada residente no concelho do Porto, em 2011**  
(Fonte: INE – Censos 2011)

Partindo agora para uma análise individualizada, a UF Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória é aquela onde os seus residentes menos estudam ou trabalham, sem se deslocar para outra freguesia, estando este em linha com o valor apurado no concelho do Porto (30%). Neste indicador a freguesia do Bonfim e de Campanhã apresentam os mesmos 33%.

No que concerne aos residentes que estudam ou trabalham noutra freguesia do concelho, que não a de residência, destaca-se UF Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, com 51%, seguindo-se o Bonfim com 48%. Por outro lado, Campanhã é aquela onde mais gente sai do concelho para estudar ou trabalhar, em linha com o valor concelhio (21%).

Relativamente à duração média dos movimentos pendulares, Campanhã é aquela que apresenta o valor mais elevado: 23 minutos. O valor médio do concelho fixou-se em 20,3 minutos, em linha com as demais freguesias em análise (Figura 43).



**Figura 43 – Duração média dos movimentos pendulares da população residente empregada ou estudante no concelho do Porto, em 2011**  
(Fonte: INE – Censos 2011)

## CARACTERÍSTICAS DAS VIAGENS

A escolha do modo de transporte utilizado nas viagens está hoje relacionada com um conjunto de critérios alargado, que apresentam ponderações e sensibilidades distintas.

Desde logo com as condições socioeconómicas e culturais do território, a oferta ao dispor do utilizador bem como com as características de funcionamento correspondentes. No que concerne às características são valorizados elementos como segurança, comodidade, fiabilidade, entre outros. Contudo, na definição da utilização de um meio de transporte em detrimento de outro, variáveis como o tempo de percurso e o custo da viagem continuam a ser decisivos.

Os dados disponíveis referentes à mobilidade da população residente, nomeadamente no que concerne à evolução da repartição modal, refletem uma tendência generalizada – o aumento da quota do transporte individual. Cerca de 52% dos residentes no Porto deslocam-se de automóvel para o seu trabalho ou escola e apenas 26% utilizam o transporte público. A Tabela 38 descreve como estão estruturados individualmente estes valores, evidenciando as diferenças entre as freguesias.

Freguesia	Total de Viagens	TI	TP	Modos Suaves
Bonfim	11 870	42%	26%	32%
Campanhã	15 224	41%	38%	21%
UF de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória	19 529	39%	28%	33%
PORTO (concelho)	123 273	52%	26%	22%

**Tabela 39 – Repartição modal dos trabalhadores ou estudantes residentes no concelho do Porto, em 2011**  
(Fonte: INE – Censos 2011)

Quando analisados os dados de 2011 relativos à repartição modal, estes mostram um comportamento na generalidade distinto entre as diferentes freguesias da área de estudo, bem como do concelho.

A estrutura da repartição modal reflete em todas estas freguesias uma maior opção pelo TI, quando comparado com os demais modos, todavia este valor é manifestamente inferior ao que se regista no concelho (52%).

É ainda possível constatar uma boa acessibilidade pedonal na UF de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória (já que movimentos de bicicleta são praticamente nulos), onde 33% dos residentes trabalhadores ou estudantes utiliza os modos suaves nas suas deslocações, valor este que chega a ser superior ao TP (28%).

Campanhã é a freguesia onde mais se utiliza o transporte público para as deslocações para o trabalho/escola, sendo que cerca de 38% dos seus residentes tomam esta opção.

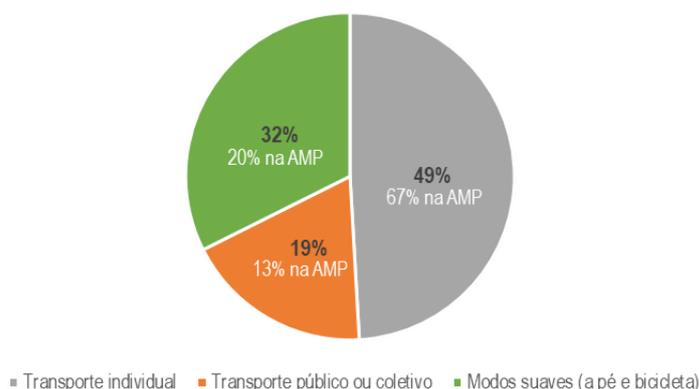
## IMOB 2017

Em 2017 o INE realizou um inquérito à Mobilidade na Área Metropolitana do Porto cobrindo a totalidade dos motivos de viagem. Tais resultados permitiram ter uma visão mais abrangente face aos dados recolhidos nos Censos 2011 e que caracterizam apenas os movimentos de casa para o trabalho ou escola. Dos dados disponibilizados apresentam-se seguidamente os que permitem detalhar a análise até agora.

Das 3 400 000 deslocações diárias realizadas na AMP 12,3% correspondem a deslocações realizadas pela população residente no Porto. Das deslocações dos residentes 39% correspondem a movimentos para fora do município, o que demonstra a atratividade dos concelhos vizinhos para deslocações com motivos não pendulares – veja-se que nos movimentos pendulares apenas 21% das deslocações se destinavam a outros municípios. Os principais Destino das viagens para fora do concelho do Porto são Matosinhos e Vila Nova de Gaia captando cada um cerca de 10% dos movimentos.

Segundo o IMob 2017 os motivos trabalho e estudo representam cerca de 35% do total, pelo que os resultados dos Censos 2011 nos permitem detalhar apenas um terço do total dos movimentos.

No entanto, quando analisada a repartição modal dos movimentos realizados no município do Porto verifica-se que os valores se encontram muito alinhados com os registados pelos Censos 2011. Assim, e conforme a figura seguinte, a prevalência do recurso ao automóvel no município do Porto é de cerca de 49%, ligeiramente abaixo dos 52% registados nos movimentos pendulares. Também o recurso ao transporte público reduz para a globalidade dos motivos (de 26% para 19%) correspondendo a um franco crescimento do recurso aos modos suaves.



**Figura 44 – Modo de Transporte utilizado nas deslocações dos residentes no concelho do Porto (Fonte: INE - Mob 2017)**

Face aos valores globais da AMP, o Porto apresenta os valores mais díspares, constituindo-se como o município em que o recurso ao transporte individual é mais baixo em paralelo com a maior quota de utilização de transporte público pela população residente.

## ANEXO 2 – PROCURA EXISTENTE

Este capítulo inicia-se com a caracterização da oferta e procura na área em estudo, mais concretamente no que diz respeito à oferta da STCP, CP e Metro do Porto com relação direta ao Ramal da Alfândega. Posteriormente apresentam-se os resultados das contagens, informando as matrizes de procura atual. Posteriormente apresentam-se os resultados dos inquéritos realizados nas três áreas, bem como das contagens.

### CARATERIZAÇÃO DA OFERTA E PROCURA EM TP

De forma a caracterizar a oferta existente, complementar ou alternativa ao Ramal da Alfândega, serão analisados os principais operadores cujo serviço interfere diretamente, potenciando assim a integração do Ramal no sistema de transportes existente (Figura 45).

- STCP (linhas alternativas): 207, 400 e 403;
- STCP (linhas complementares): 500 e L1 (elétrico);
- Metro do Porto (geral): todas;
- CP<sup>20</sup> (geral): Estação Ferroviária de Campanhã;
- Funicular dos Guindais.

Importa salientar que o tipo de utilização do Funicular dos Guindais e do Elétrico é diferente dos restantes serviços analisados, uma vez que o perfil de utilizadores é maioritariamente turistas/visitantes, tratando-se sobretudo de viagens de lazer. Após uma análise prévia aos dados da procura, percebeu-se que os dados referentes ao Funicular apresentavam valores díspares do espetável, pelo que se optou por não realizar esta análise, nesta fase.

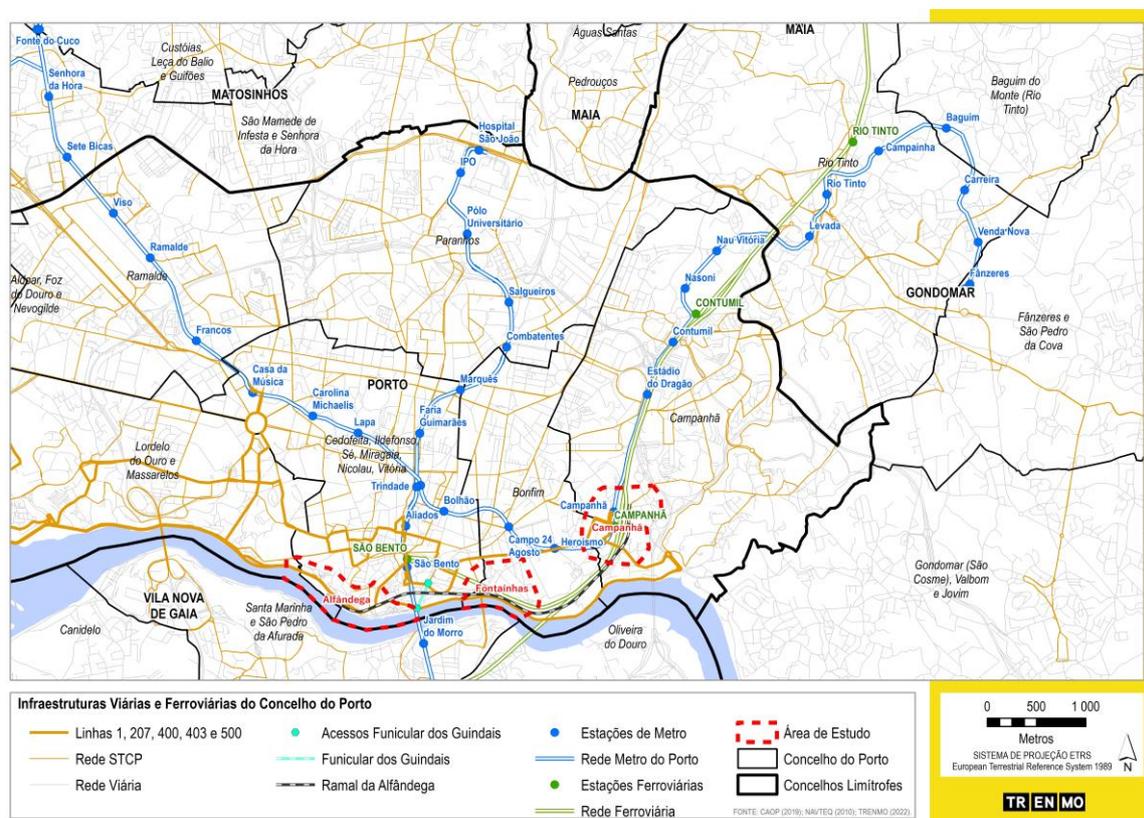


Figura 45 – Cobertura espacial dos diferentes serviços de TP

<sup>20</sup> Sem dados de procura.

## OFERTA

### STCP

A análise à oferta da STCP incide em duas vertentes: alternativa e complementar. Como alternativa à proposta do Ramal da Alfândega, é possível considerar as linhas 207, 400 e 403, por serem as que mais se assemelham, em traçado e proximidade, ao Ramal da Alfândega.

Seguidamente apresenta-se uma análise detalhada à oferta da STCP nos principais OD's em análise:

- Campanhã <> Fontainhas;
- Campanhã <> Alfândega.

Como alternativa ao OD Campanhã <> Fontainhas, realizam serviço diurno as linhas 207 e 400. Ambas alimentam a Av. Rodrigues de Freitas e garantem a ligação entre o lado oriental e ocidental do concelho e assumem o mesmo trajeto entre a estação de Campanhã e os Aliados, onde termina a linha 400. A linha 207 prolonga-se dos Aliados até à Foz e a linha 400 entre Campanhã e o Parque Nascente. Analisando o trajeto destas duas linhas, percebe-se que ambas podem servir como alternativa entre Campanhã e as Fontainhas, não se constituindo como uma alternativa eficiente à zona da Alfândega. O tempo de percurso entre Campanhã e a paragem de São Lázaro, que é a mais próxima à futura estação do Ramal da Alfândega, é de, sensivelmente, 15 minutos sendo que 8 minutos são dentro do veículo e 5 minutos a pé.

Na Figura 46 é possível analisar o número de circulações por linha e sentido e a frequência aproximadas por sentido (considerando o total das duas linhas). Em ambos os sentidos, entre as 06:00h e as 19:00h, a frequência é 10 minutos, sendo que nos períodos entre as 7:00h e as 8:59h e entre as 16:00h e as 18:00h a frequência é, em média, 6 minutos.

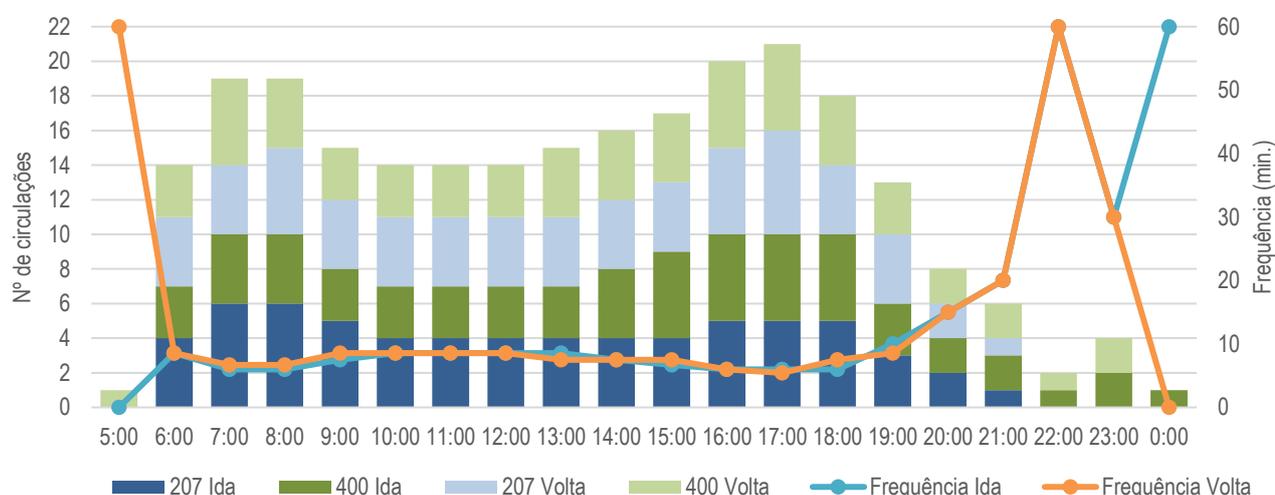


Figura 46 – Oferta, por hora, em DU escolar das linhas 207 e 400 (2022)

Como alternativa ao OD Campanhã <> Alfândega, existe, atualmente, a linha 403. Esta linha tem início em Campanhã, onde diverge para sul e percorre toda a Cota Baixa junto ao rio, bem como a marginal até ao Cais da Pedra a partir de onde segue até à Boavista (Casa da Música), onde termina.

Analisando o trajeto desta linha, verifica-se que pode servir como alternativa ao Ramal da Alfândega entre Campanhã e a Alfândega, não se constituindo como uma alternativa eficiente à zona das Fontainhas. O tempo de percurso entre Campanhã e a paragem da Ribeira, que é a mais próxima à futura estação do Ramal da Alfândega, é de, sensivelmente, 19 minutos, percorridos totalmente dentro do veículo.

Na Figura 47 é possível analisar o número de circulações e a frequência desta linha, por sentido. Em ambos os sentidos, entre as 07:00h e as 19:30h, a frequência varia ao longo do dia entre 30 minutos e 60 minutos.

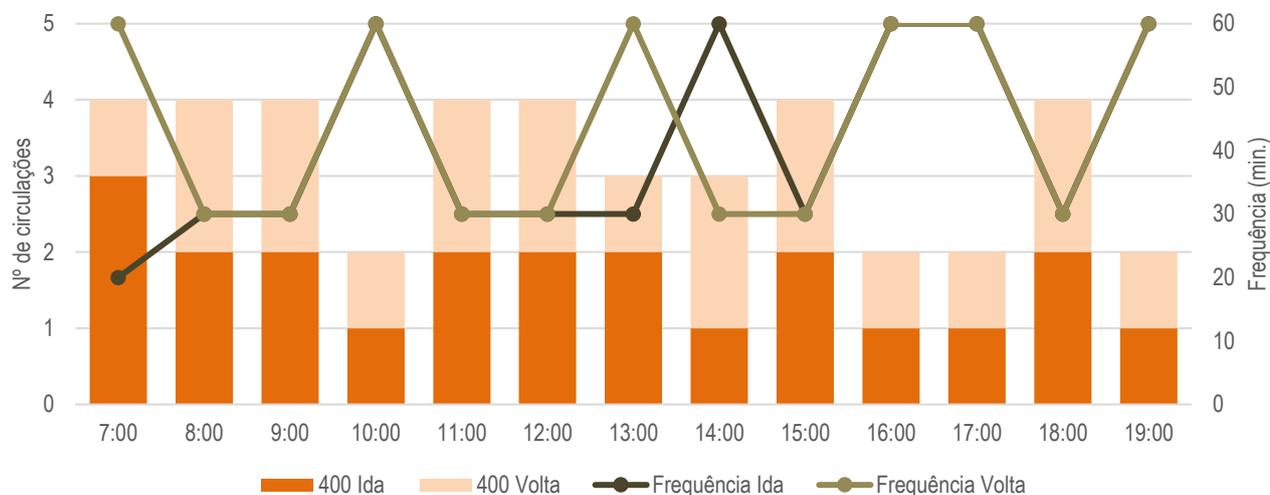


Figura 47 – Oferta, por hora, em DU escolar da linha 403 (2022)

Como oferta complementar a considerar, destaca-se a linha 500, com origem em S. Bento que percorre toda a Marginal até Matosinhos e a Linha 1 do Elétrico, que percorre também a marginal entre o Passeio Alegre o Infante (Figura 48).

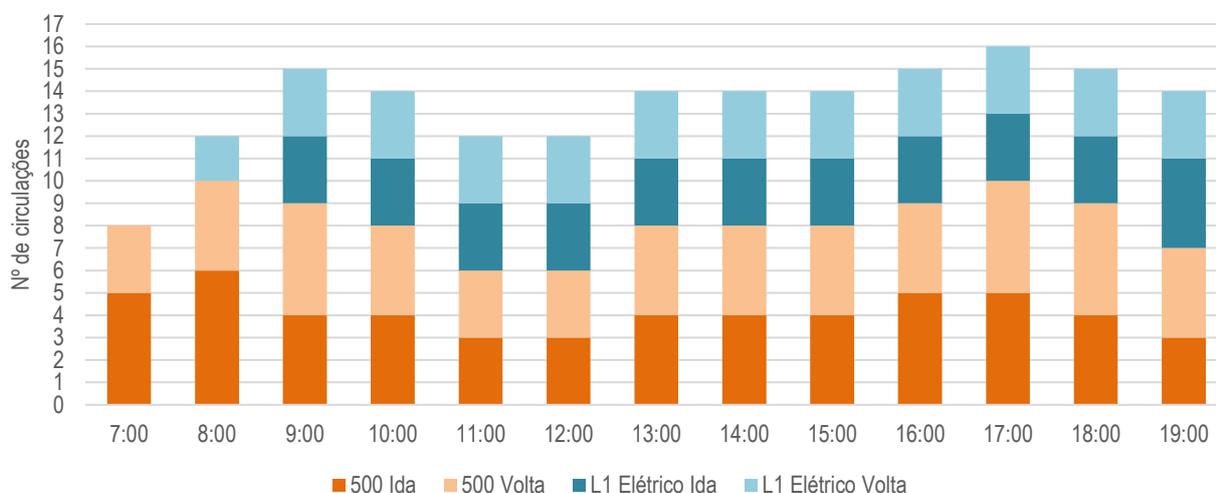


Figura 48 – Oferta complementar, por hora, em DU na zona da Alfândega (2022)

## METRO DO PORTO

O Metro do Porto organiza o seu serviço em seis famílias, nomeadamente as Linhas A, B, C, D, E e F (Figura 49). À exceção da Linha D, todas circulam no tronco comum e a linha Amarela organiza-se perpendicularmente a este conjunto, rebatendo na Trindade, sendo esta a única linha sem serviço direto na Estação de Campanhã.

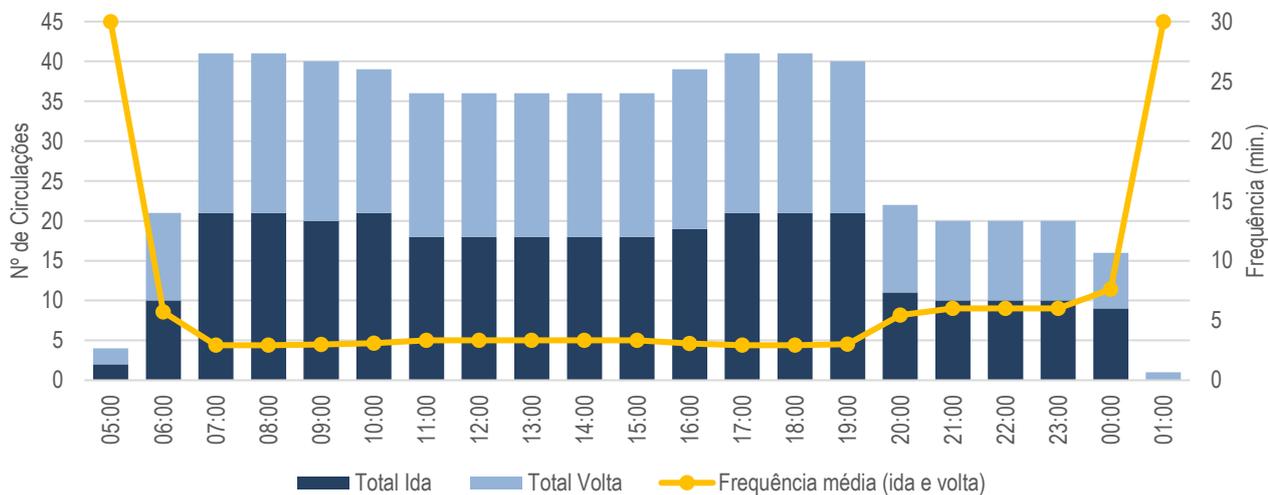


**Figura 49 – Organização esquemática da rede do Metro do Porto (2022)**

A oferta, em ambos os sentidos, é muito semelhante ao longo do dia, podendo variar apenas na primeira e última circulação. Assim, na Estação de Campanhã, conta-se com uma média de:

- 41 circulação/ hora entre as 07:00h e as 9:59h;
- 37 circulações/hora entre as 10:00h e as 16:59h;
- 41 circulações/hora entre as 17:00h e as 19:59h.

Durante este período, 07:00h – 19:59h, a frequência média é de 3 minutos.



**Figura 50 – Oferta complementar do MdP, por hora, em DU, das Linhas A, B, C, E e F na Estação de Campanhã (2022)**

A oferta por linha por ser analisada com maior detalhe na Tabela 40.

Hora		Linha A	Linha B	Linha C	Linha D	Linha E	Linha F	Frequência em Campanhã*
Ida	05:00 - 06:59	4	3	2	6	0	3	5
	07:00 - 10:59	20	16	20	40	8	19	3
	11:00 - 16:59	24	24	24	60	12	25	3

Hora		Linha A	Linha B	Linha C	Linha D	Linha E	Linha F	Frequência em Campanhã*
	17:00 - 19:59	15	12	15	30	6	15	2
	20:00 - 01:00	21	10	9	27	0	10	6
Volta	05:00 - 06:59	4	4	2	6	0	3	5
	07:00 - 10:59	16	16	19	40	8	19	3
	11:00 - 16:59	24	24	25	60	12	25	3
	17:00 - 19:59	12	12	15	30	6	14	2
	20:00 - 01:00	21	9	9	27	0	10	6
<b>Total</b>		<b>161</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>326</b>	<b>52</b>	<b>143</b>	<b>4</b>

\*Não contempla a oferta da linha D.

Tabela 40 – Oferta complementar do MdP, por período horário, em DU , das Linhas A, B, C,D E e F na Estação de Campanhã (2022)

O Ramal da Alfândega apresenta-se como uma ligação complementar ao sistema de Metro do Porto, com integração em Campanhã. No entanto, a oferta no Ramal terá de garantir uma boa frequência já que tanto Fontainhas como a Alfândega possuem estações de metro concorrenciais a cerca de 800 metros – Heroísmo e 24 de Agosto no primeiro caso e S. Bento no segundo, mas com a agravante da pendente acentuada.

**CP – SUBURBANOS PORTO**

A rede de comboios suburbanos do Porto (Figura 51) estende-se ao longo de quatro linhas: a linha de Aveiro, a de Braga, a de Guimarães, a do Marco. A linha de Aveiro estabelece a conexão com a linha do Vouga em Espinho e com todas as restantes ligações para sul, em Aveiro. Já a linha de Braga permite a ligação à linha do Minho para Viana do Castelo/ Valença e a linha do Marco garante a ligação à linha do Douro até ao Pocinho.

As linhas de Braga, Guimarães e Marco servem sobretudo o setor a norte do Porto, indo para além do distrito do Porto. A linha de Braga desenvolve-se desde a cidade de Braga até à estação de São Bento e a de Guimarães desenvolve-se a partir do setor sul da cidade de Guimarães, pelo sul do concelho, passando em Santo Tirso e tem o seu trajeto comum com a linha de Braga a partir da estação de Lousado e até ao Porto. Já a linha do Marco desenvolve-se a partir do Marco de Canaveses, pelo limite dos concelhos de Amarante, Lousada e Penafiel, atravessa os concelhos de Paredes e Valongo até ao Porto.

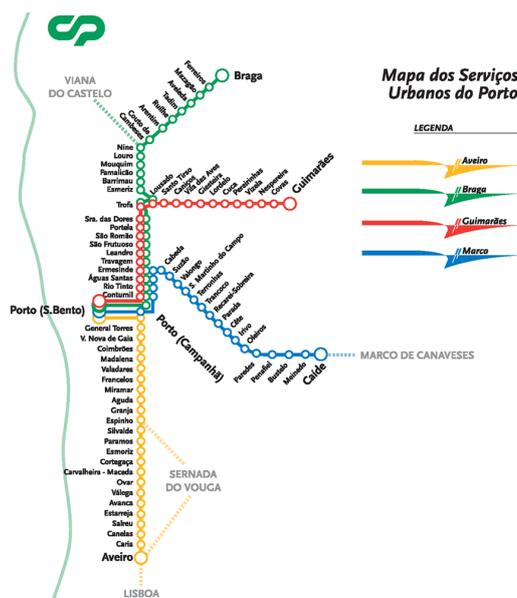


Figura 51 – Organização esquemática da rede dos Urbanos CP Porto (2022)

A oferta descrita na Figura 52 tem como referência as chegadas e partidas na estação de Campanhã em Dia Útil do serviço anteriormente descrito. Embora o total de circulações em ambos os sentidos sejam semelhantes, esta varia ao longo do dia não se denotando uma oferta semelhante na ida e na volta para o mesmo período horário. Assim, na Estação de Campanhã, conta-se com cerca de:

- 34 (ida) e 43 (volta) circulação/ hora entre as 07:00h e as 9:59h;
- 53 (ida) e 42 (volta) circulações/hora entre as 10:00h e as 16:59h;
- 37 (ida) e 28 (volta) circulações/hora entre as 17:00h e as 19:59h.

Durante este período, 07:00h – 19:59h, a frequência média também varia consideravelmente:

- 7 (ida) e 8 (volta) minutos entre as 07:00h e as 9:59h;
- 8 (ida) e 9 (volta) minutos entre as 10:00h e as 16:59h;
- 5 (ida) e 7 (volta) minutos entre as 17:00h e as 19:59h.

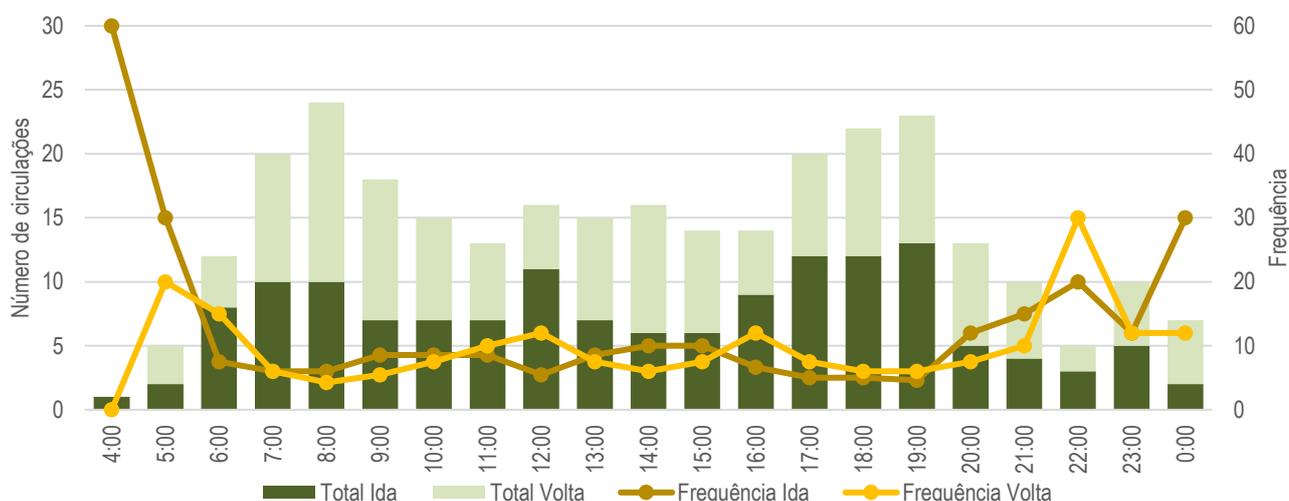


Figura 52 – Oferta complementar da CP, por hora, em DU, das Linhas de Aveiro, Braga, Guimarães e Marco na Estação de Campanhã (2022)

A oferta por linha pode ser analisada com maior detalhe na Tabela 41.

Hora		Aveiro	Braga	Guimarães	Marco	Frequência em Campanhã
Ida	05:00 - 06:59	5	3	1	2	5
	07:00 - 10:59	13	10	4	7	7
	11:00 - 16:59	18	12	4	12	8
	17:00 - 19:59	12	10	4	11	3
	20:00 - 01:00	4	7	3	5	16
Volta	05:00 - 06:59	2	2	0	3	9
	07:00 - 10:59	14	12	5	12	6
	11:00 - 16:59	16	11	4	11	9
	17:00 - 19:59	11	8	3	6	4
	20:00 - 01:00	10	8	4	4	12
<b>Total</b>		<b>105</b>	<b>83</b>	<b>32</b>	<b>73</b>	<b>8</b>

Tabela 41 – Oferta complementar da CP, por período horário, em DU, das Linhas de Aveiro, Braga, Guimarães e Marco na Estação de Campanhã (2022)

Importa ainda referir que a oferta contempla as ligações a Ermesinde, que são integralmente garantidas pelas linhas de Braga, Guimarães e Marco.

O percurso do Ramal da Alfândega prolonga-se praticamente paralelo à ligação Campanhã – S. Bento divergindo apenas no troço final para servir a cota baixa, situando-se S. Bento à cota alta. Assim, apesar da distância ser possível para o acesso a um serviço ferroviário (que apresenta uma capacidade de captação superior ao modo rodoviário), a pendente de cerca de 50 metros retira competitividade ao percurso. No entanto, e para captar toda a procura potencial, a frequência oferecida tem de ser competitiva.

A oferta existente entre Campanhã e São Bento entre as 07:00h e as 20:00h é de 82 circulações e, no sentido São Bento – Campanhã de 86.

## **FUNICULAR DOS GUINDAIS**

O Funicular dos Guindais é um sistema automático CPT – Cable Propelled Transit que liga a cota baixa na estação da Ribeira à cota alta, na estação da Batalha. Tem uma distância de cerca de 281 metros e vence cerca de 61 metros de desnível entre estas duas estações. A viagem entre estas duas estações dura cerca de 3 minutos e permite transportar cerca de 25 passageiros.

Nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, o horário de funcionamento é entre as 8:00h e as 20:00h, de domingo a quinta-feira e entre as 8:00h e as 22:00 à sexta e sábado. Nos meses de maio, junho, julho, setembro e outubro o horário é mais alargado. Durante estes meses, entre domingo e quinta-feira o horário de funcionamento é das 8:00h às 22:00h e nos restantes dias das 08:00h às 24:00h. Durante o mês de agosto o horário é das 08:00h às 24:00h, todos os dias.

## **PROCURA**

No caso da procura em transporte público optou-se por definir períodos comparáveis com a realização das contagens/inquéritos já que a disponibilização dos dados por parte dos operadores nas mesmas datas não era compatível com o cronograma do projeto. Assim, para caracterizar a época de férias escolares considerou-se a semana de 25 a 31 de julho e para a época escolar a semana de 23 a 29 maio. Importa também ressaltar que, nas validações, não são considerados os bilhetes comprados a bordo.

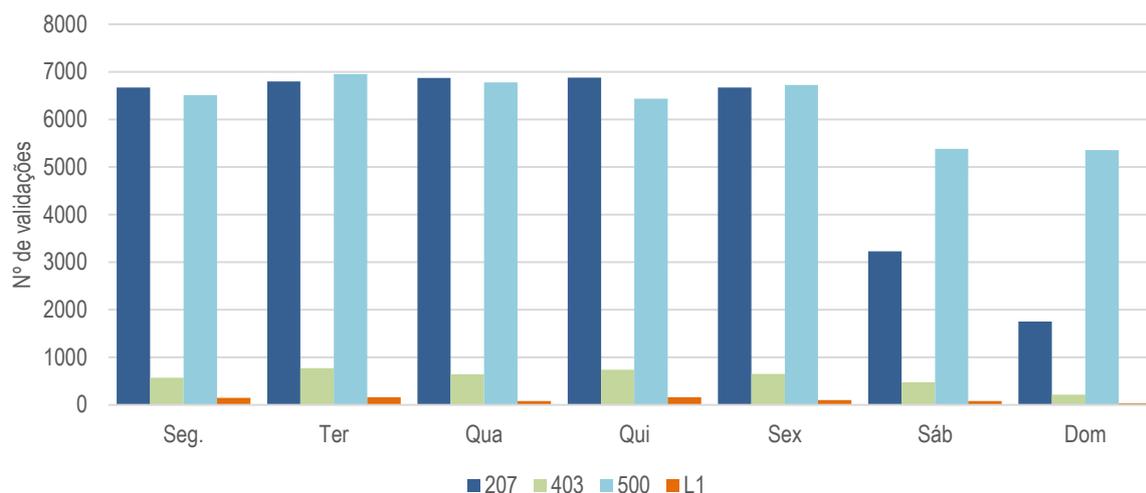
## **STCP**

Os dados da STCP correspondem à procura nas linhas 207, 403, 500 e Linha 1 do elétrico, por dia da semana e época do ano: Escolar e Férias Escolares.

Em época de Férias Escolares verifica-se um total de 87 852 validações, uma média diária 12 550. Destas, 50,2% são da linha 500, 42,2% da linha 207, 4,6% da linha 403 e 0,9% da Linha 1 do elétrico<sup>21</sup>. Ao fim de semana, o número de validações diminui consideravelmente. Em média, o número de validações em dia útil da linha 207 é 6 777, da linha 403 de 675, da linha 500 de 6 679 e da Linha 1 é de 132 validações. Ao fim de semana, o número médio de validações da linha 207 é de 2 490, da linha 403 de 347, da linha 500 de 5 369 e da Linha 1 é de 61 validações

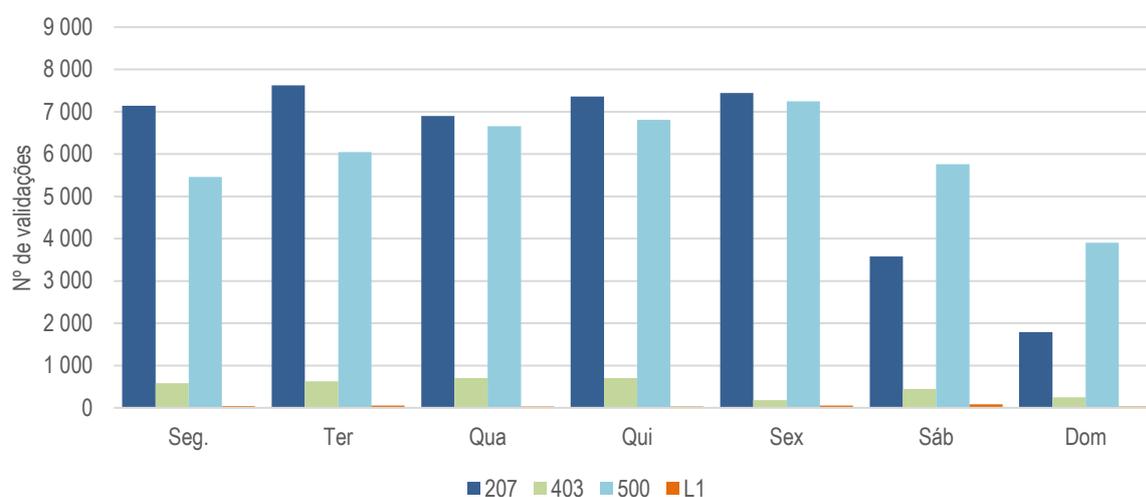
---

<sup>21</sup> O elétrico é um modo especialmente atrativo para turistas e visitantes que, maioritariamente, compram o bilhete a bordo o que poderá traduzir o número reduzido de validações.



**Figura 53 – Distribuição das validações das linhas em análise da STCP ao longo da semana, em época de Férias Escolares (2022)**

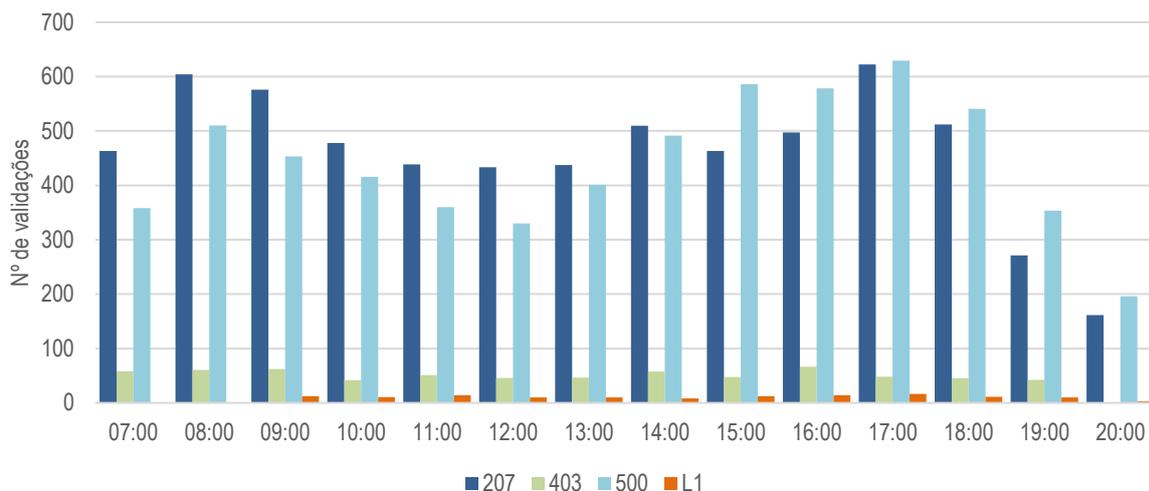
Em época Escolar verifica-se um total de 87 533 validações. Destas, tanto a linha 207 como a linha 500 registaram 47,8% das validações, concentrando 95,6% do total. A linha 403 registou apenas 4% das validações e a Linha 1 do elétrico um valor residual de 0,4%. Ao fim de semana, o número de validações diminui consideravelmente. Em média, o número de validações em dia útil da linha 207 é 7 294, da linha 403 de 349, da linha 500 de 6 443 e da Linha 1 é de 42 validações. Ao fim de semana, o número médio de validações da linha 207 é de 2 682, da linha 400 de 349, da linha 500 de 4 832 e da Linha 1 é de 59 validações.



**Figura 54 – Distribuição das validações das linhas em análise da STCP ao longo da semana, em época Escolar (2022)**

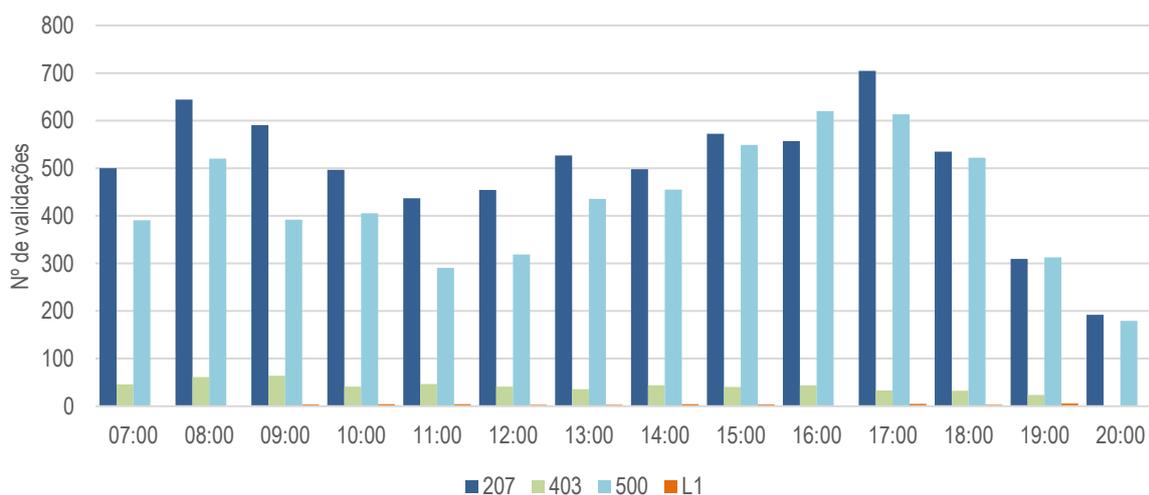
Em época de Férias Escolares registou-se um aumento 0,4% do número de validações face à época Escolar. Em férias Escolares, este valor diminuiu apenas na linha 207 em cerca de 21%, sendo que as restantes linhas registaram um aumento considerável, sobretudo em dia útil. Estes resultados traduzem o carácter turístico e de lazer associados às linhas 403, 500 e Linha 1.

A Figura 55 descreve a distribuição, ao longo do dia, do número médio de validações, por dia útil, em época de Férias Escolares.



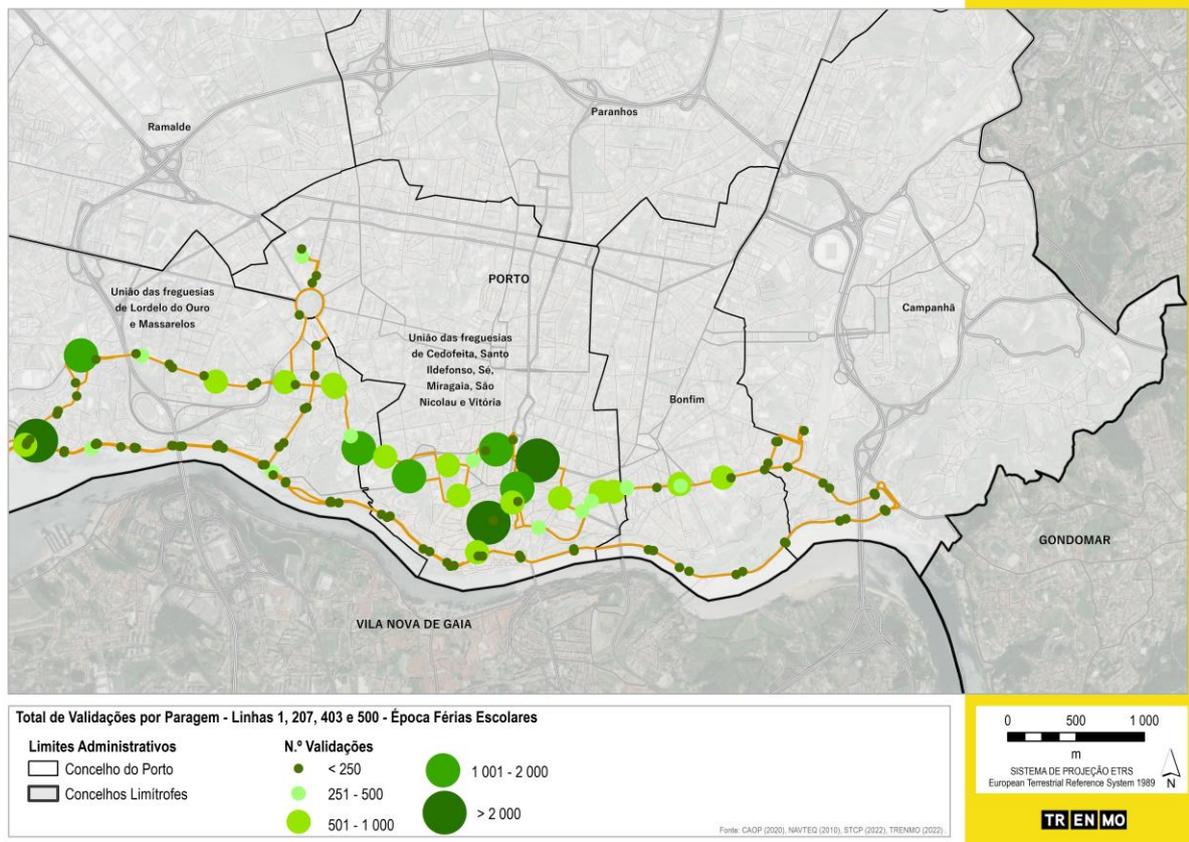
**Figura 55 – Distribuição do número médio de validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1 ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época de Férias Escolares (2022)**

A Figura 56 descreve a distribuição, ao longo do dia, do número médio de validações, por dia útil, em época Escolar.

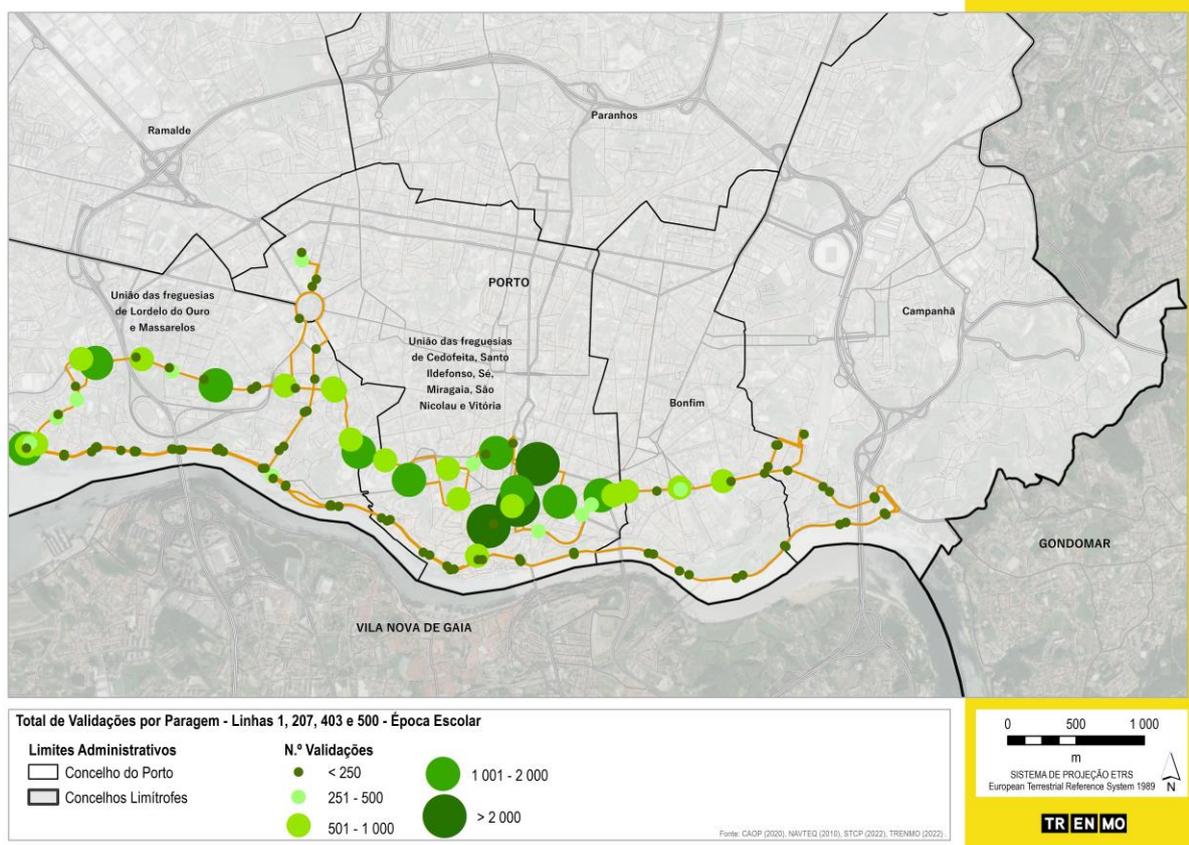


**Figura 56 – Distribuição do número médio de validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1 ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época Escolar (2022)**

Na Figura 57 e Figura 58 é possível verificar a distribuição do número de validações, por paragens, das linhas em questão em época Escolar e Férias Escolares.



**Figura 57 – Número total das validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1, por paragem, em época de Férias Escolares (2022)**



**Figura 58 – Número total das validações das linhas 207, 403, 500 e Linha 1, por paragem, em época Escolar (2022)**

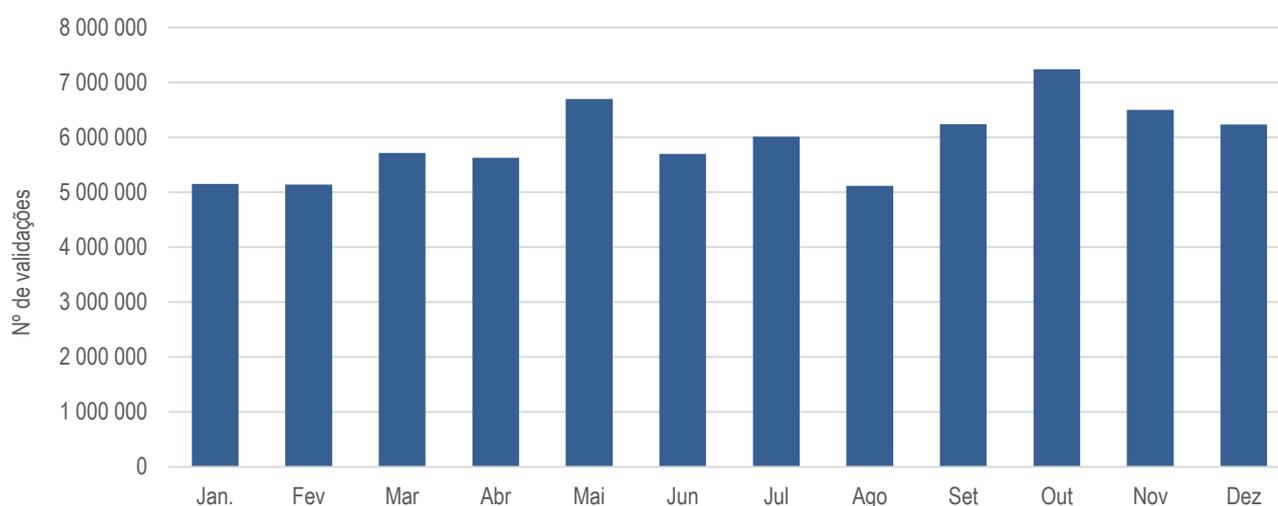
## METRO DO PORTO

A procura existente no serviço de metro tem uma relevância considerável no sistema de transportes, sendo representativa dos padrões de procura. Por outro lado, é muito utilizada por turistas concorrendo para o equilíbrio da procura ao longo do ano – com a procura turística mais elevada em época de férias a compensar a redução da procura pendular face à época escolar.

A distribuição anual do número de validações por mês, ao longo do ano de 2019<sup>22</sup>, permite ter a perceção da variabilidade do sistema em época Escolar e Férias Escolares.

Da análise à Figura 59 percebe-se que não existe uma diferença clara na procura entre as duas épocas. Os meses de agosto, fevereiro e janeiro foram os que registaram um menor número de validações (menos de 5 200 000 validações). Em contrapartida, foram nos meses de outubro, maio e novembro em que o número de validações foi mais elevado foram (entre 7 200 000 e 6 500 000 validações, aproximadamente). Não existindo esta diferença, optou-se por não analisar a procura em época de Férias Escolares, mas sim, e apenas, em época Escolar.

Ao longo do ano de 2019, o Metro do Porto registou um total de 71 355 658 validações, com uma média de 5 946 305 por mês e 195 495 VMDA.



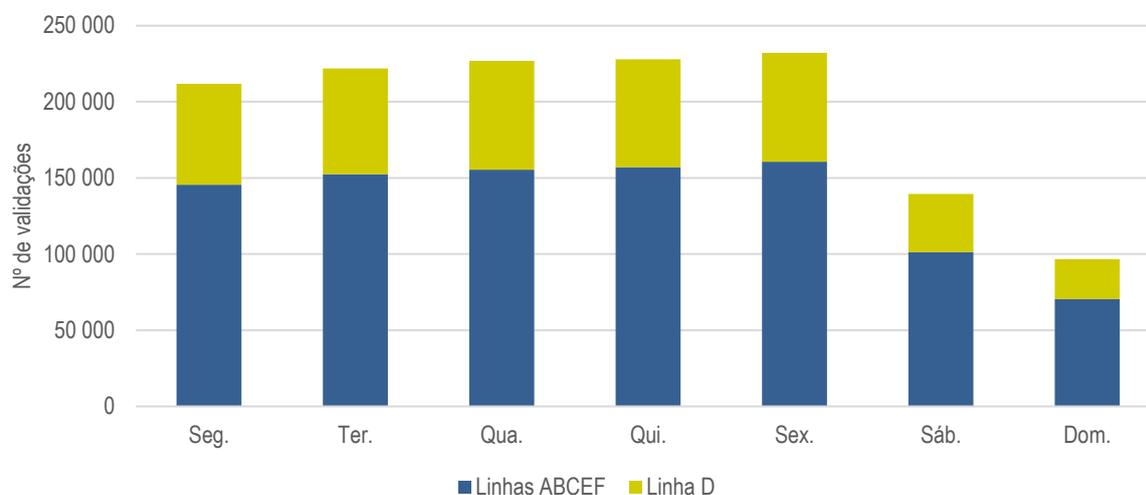
**Figura 59 – Distribuição do número de validações no Metro do Porto, por mês, em 2019 (Fonte: Relatório operacional de desempenho do MdP de dezembro de 2019)**

A análise aos dados da procura do Metro do Porto corresponde ao total de validações das linhas A, B, C, E e F, que têm relação direta com a Estação de Campanhã + a Linha D, desagregada das restantes, que funciona como complementar (Figura 60).

Verifica-se um total de 1 357 432 na semana de 23 a 29 de maio. Destas, 50% são realizadas no tronco comum, entre a estação da Srª da Hora e Estádio do Dragão (linhas A, B, C, E e D) e 31% na Linha D. As restantes validações distribuem-se pelas linhas A, B, C, E e F fora do tronco comum: 6% na Linha A, 5% na Linha B, 4% na Linha C, 3% na Linha F e 2% na Linha E.

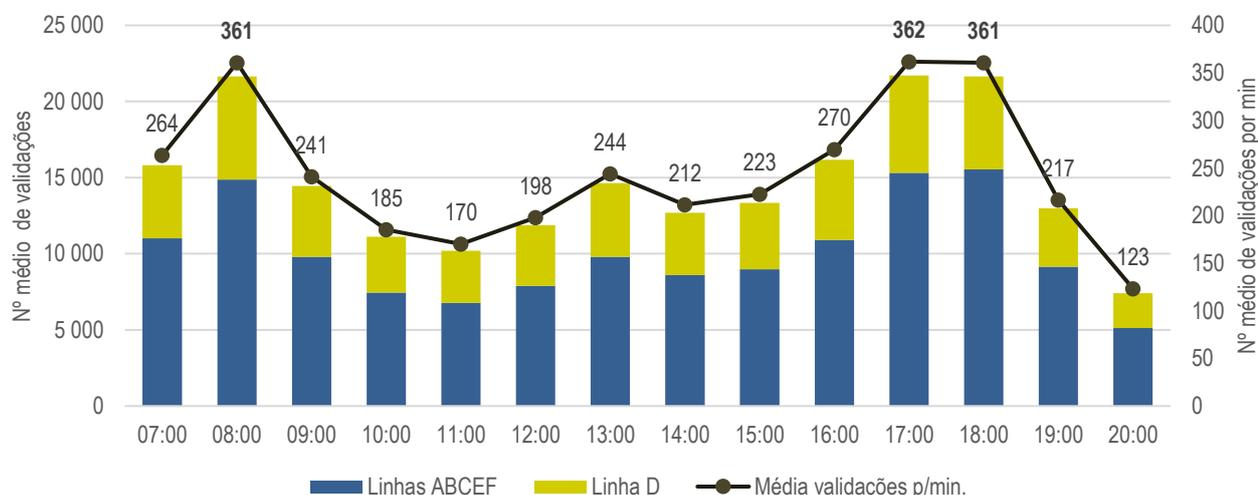
<sup>22</sup> Último ano completo sem influência dos constrangimentos causados pela pandemia COVID-19

Ao fim de semana, o número de validações diminuiu consideravelmente. Em média, o número de validações em dia útil das linhas A, B, C, E e F é 154 273, e, na Linha D, é de 69 939 validações. Ao fim de semana, o número médio de validações das linhas A, B, C, E e F é de 89 950, e, na Linha D, é de 32 235 validações.



**Figura 60 – Distribuição do número de validações ao longo da semana, em época Escolar (2022)**

A Figura 61 descreve a distribuição, ao longo do dia, do número médio de validações, por dia útil, entre as 07:00h e as 20:00h. Percebe-se um claro destaque para o período entre as 17:00h e as 18:00h que compreendem 20% do total de validações do dia, com uma média de 361 validações por minuto. O mesmo se verifica no período da manhã, mas apenas às 08:00h.



**Figura 61 – Distribuição do número médio de validações das linhas A, B, C, D, E e F ao longo do dia, entre as 07:00h e as 20:00h em época Escolar (2022)**

Na Tabela 43 é possível analisar o número médio de validações em dia útil nas estações de metro geograficamente mais próximas do Ramal da Alfândega: 24 de Agosto, Heroísmo e São Bento como concorrentes ao Ramal e a estação de Campanhã como complementar.

Verifica-se que estas quatro estações comportam cerca de 13% do total de validações num dia útil, sendo que são as de São Bento e Campanhã as maiores geradoras de viagens deste conjunto

Estação	Média DU	% Total	% Total geral
24 de Agosto	7 461	26%	3%
Campanhã	9 453	33%	4%
Heroísmo	1 762	6%	1%
São Bento	9 920	35%	4%
<b>Total</b>	28 596	100%	
<b>Total geral</b>	224 213		13%

Tabela 42 – Nº médio de validações em dia útil nas estações do Campo 24 de Agosto, Campanhã, Heroísmo e São Bento

## CONTAGENS

Nos próximos pontos são detalhados os pressupostos para realização das contagens, nomeadamente:

- Definição do zonamento;
- Resultados obtidos – público nacional e internacional.

## ZONAMENTO

Para a organização da matriz procedeu-se à definição de três zonas de detalhe, definidas como *zona core*, associadas a cada uma das estações em análise – Alfândega, Fontainhas e Campanhã (Figura 62).

As restantes áreas dentro do concelho do Porto foram definidas numa lógica territorial, respeitando os limites das freguesias. À zona “Porto Centro”, corresponde a freguesia do Bonfim e a U.F de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória; à zona “Porto Boavista” correspondem, integralmente, as freguesias de Ramalde e Paranhos e a U. F de Lordelo do Ouro e Massarelos; à zona “Porto Ocidental” corresponde, integralmente, a U.F de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde; por fim, à zona “Porto Oriental” corresponde a freguesia de Campanhã (Figura 63).

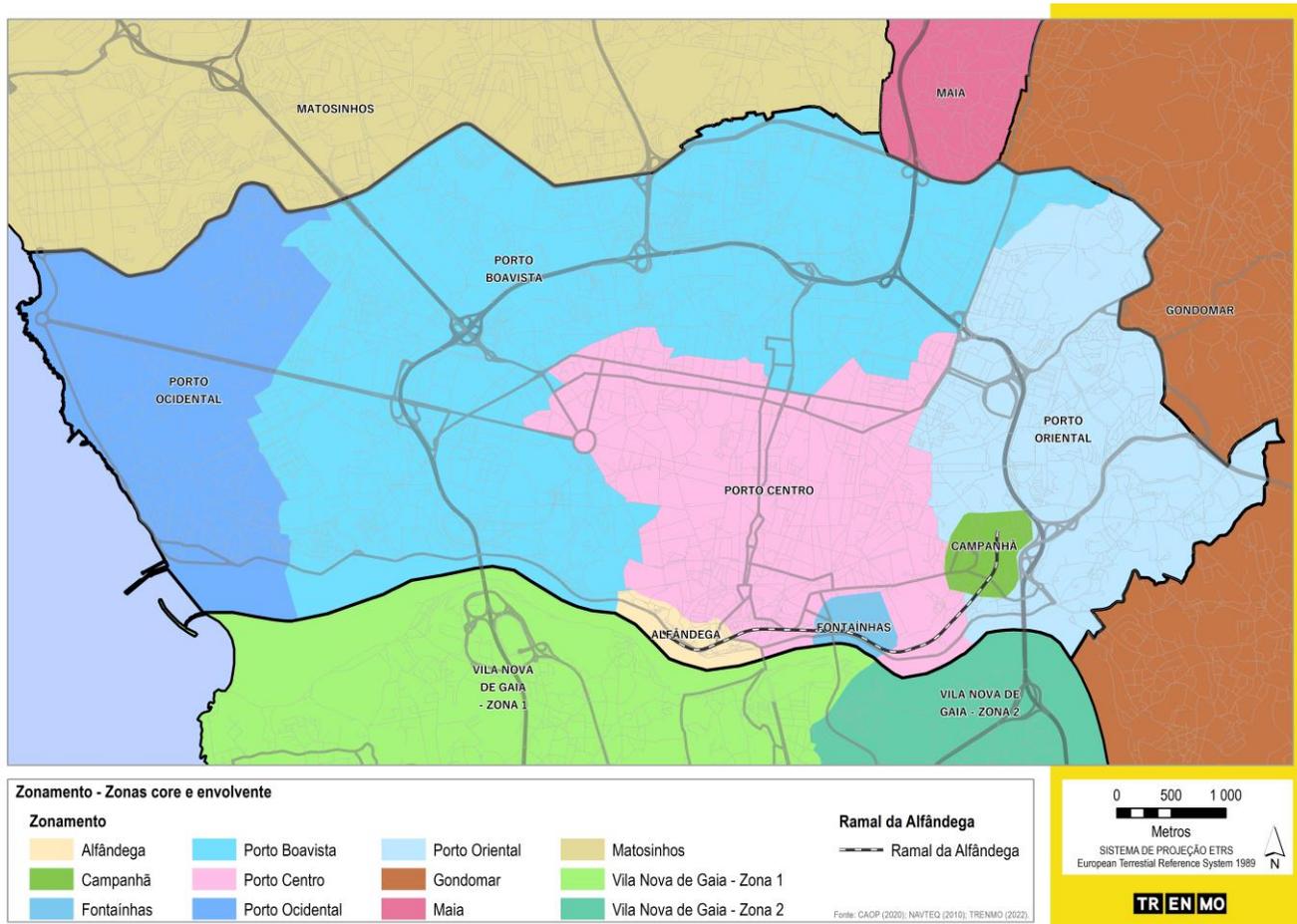


Figura 62 – Zonamento (Zoom concelho do Porto e envolvente)

A área envolvente foi organizada segundo um conjunto de zonas com um grau de detalhe superior na aproximação à área de estudo. Na definição destas zonas foram considerados os limites dos concelhos (à exceção de Vila Nova de Gaia em que se diferenciou a zona centro/ litoral, intimamente influenciada pelo metro e comboio, do resto do concelho) e a organização do sistema de transportes - Suburbanos Porto - Norte, Suburbanos Porto- Sul e Linha do Minho. Os restantes concelhos foram agrupados a uma escala macro da seguinte forma: Norte (Z2), Centro e parte do Alentejo e AML (Z3), parte do Alentejo, parte da AML e Sul (Z4) (Figura 63).

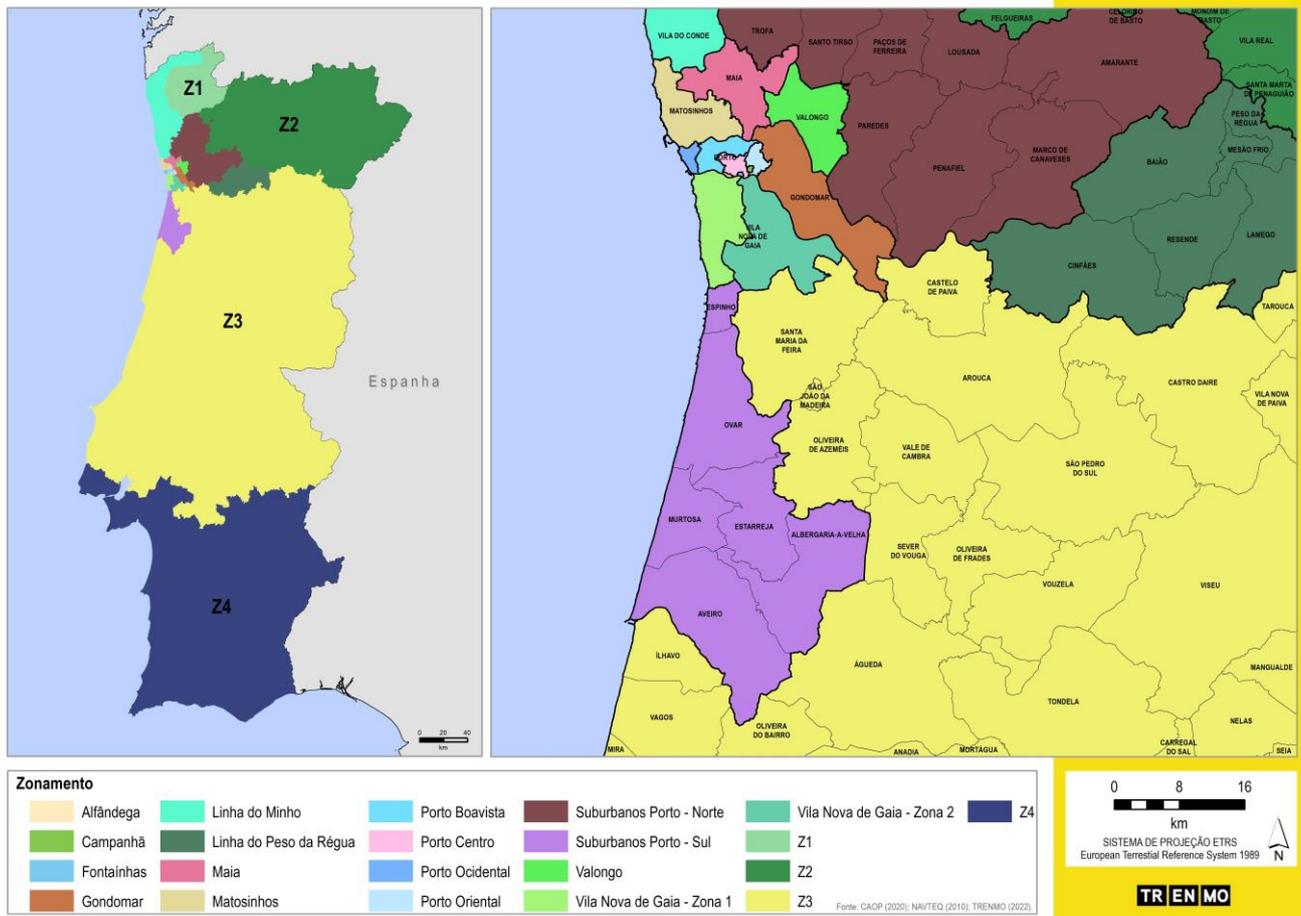


Figura 63 – Zonamento

## RESULTADOS OBTIDOS

De seguida discutem-se os resultados das contagens (procura atual) para o público nacional e internacional em época de Férias Escolares e época Escolar.

### NACIONAIS

Em época de **Férias Escolares**, na semana de 17 a 19 de agosto, registou-se uma média diária de 27 656 viagens com origem e destino às zonas core. Destas 14 343 são de origem, que representam 52%, e 13 314 são de destino, cerca de 48%. O peso dos destinos e origens é semelhante, havendo assim um equilíbrio nos movimentos. Campanhã apresenta o maior peso nas deslocações, com cerca de 55%, Fontainhas com 26% e Alfândega com 20%.

No período da ponta da tarde, compreendido entre as 17:00h e as 19:00h, há uma média de 2 773 deslocações com origem nas zonas core e 1 761 viagens com destino às mesmas, totalizando assim 4 533 deslocações, que correspondem a 16% da média de viagens num dia. Estes valores podem ser analisados na Tabela 43 e, com maior detalhe, no Anexo 1 (Tabela 51 e Tabela 52) e visualizados na Figura 64.

Férias Escolares									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h – 19:00h			17:00h – 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	2 598	2 805	5 403	366	466	832	14%	17%	15%
Campanhã	6 997	8 141	15 138	938	1 725	2 663	13%	21%	18%
Fontainhas	3 719	3 397	7 116	456	582	1 038	12%	17%	15%
<b>Total</b>	<b>13 314</b>	<b>14 343</b>	<b>27 656</b>	<b>1 761</b>	<b>2 773</b>	<b>4 533</b>	<b>13%</b>	<b>19%</b>	<b>16%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>39%</b>	<b>61%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 43 – Resumo das contagens efetuadas em época de Férias Escolares da população nacional

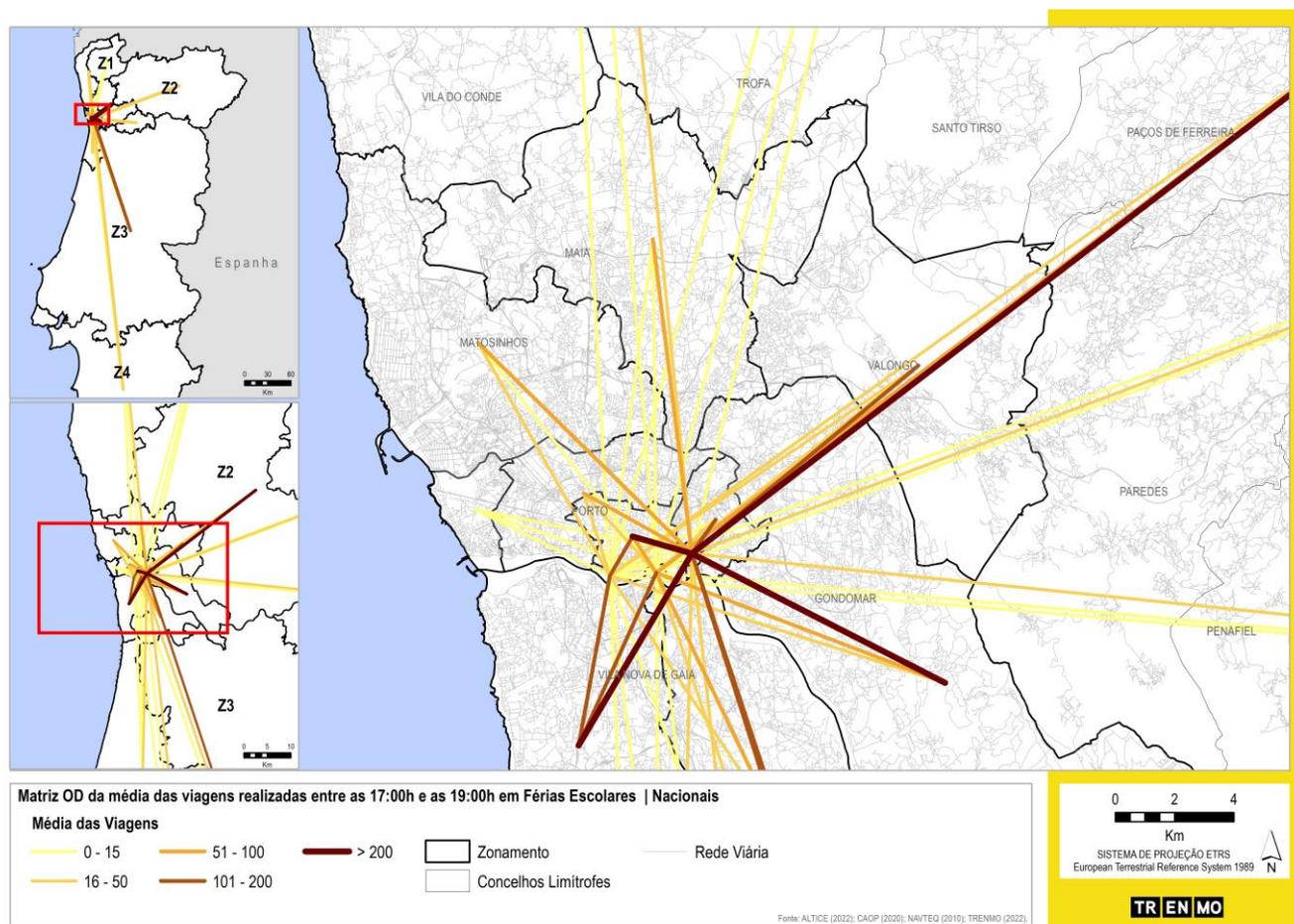


Figura 64 – Matriz OD das viagens realizadas da população nacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares

Em época **Ecolar**, registou-se uma média diária de 32 691 viagens com origem e destino nas zonas core. Destas 16 907 são de origem, que representam 52%, e 15 784 são de destino, cerca de 48%. O peso dos destinos e origens é semelhante, havendo assim um equilíbrio nos movimentos. Campanhã apresenta o maior peso nas deslocações, com cerca de 57%, Fontainhas com 26% e Alfândega com 17%.

No período da ponta da tarde, compreendido entre as 17:00h e as 19:00h, há uma média de 3 535 deslocações com origem nas zonas core e 2 175 viagens com destino às mesmas, totalizando assim 5 710 deslocações, que correspondem a 17% da média de viagens num dia. Estes valores podem ser analisados na Tabela 44 e, com maior detalhe, no Anexo 1 (Tabela 53 e Tabela 54) e visualizados na Figura 65.

Escolar									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	2 701	3 014	5 715	380	579	959	14%	19%	17%
Campanhã	8 716	9 813	18 529	1 244	2 251	3 495	14%	23%	19%
Fontainhas	4 367	4 080	8 448	551	705	1 256	13%	17%	15%
<b>Total</b>	<b>15 784</b>	<b>16 907</b>	<b>32 691</b>	<b>2 175</b>	<b>3 535</b>	<b>5 710</b>	<b>14%</b>	<b>21%</b>	<b>17%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>	<b>38%</b>	<b>62%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 44 – Resumo das contagens efetuadas em época Escolar da população nacional

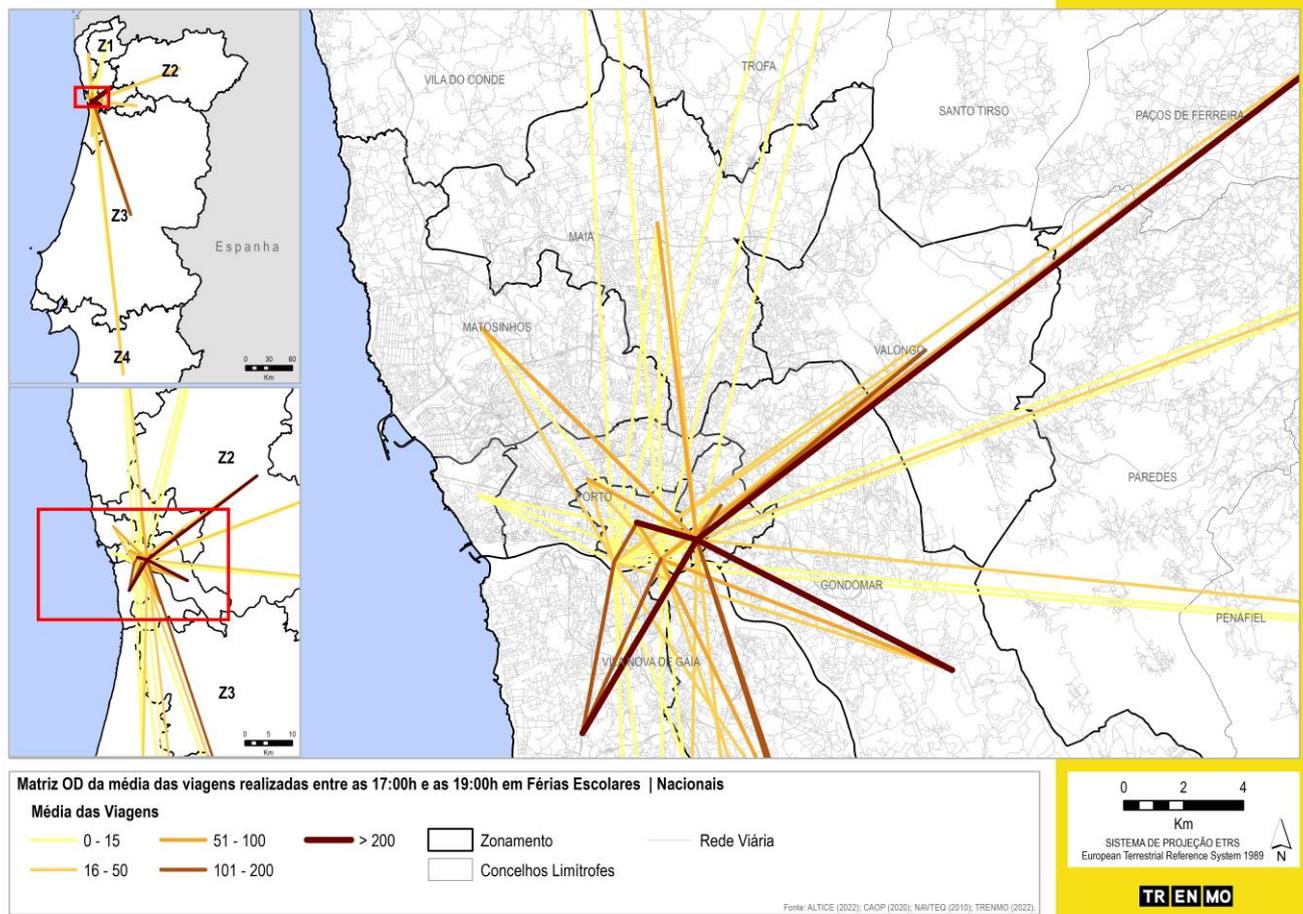


Figura 65 – Matriz OD das viagens realizadas da população nacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar

Comparando as duas épocas, percebe-se um aumento geral de 18% de viagens com origem e/ou destino nas zonas em estudo (5 035), sendo que esta foi mais representativa em Campanhã (Tabela 45).

Variação Escolar -> Férias Escolares (%)						
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	4%	7%	6%	4%	24%	15%
Campanhã	25%	21%	22%	33%	30%	31%
Fontainhas	17%	20%	19%	21%	21%	21%
<b>Total</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>24%</b>	<b>28%</b>	<b>26%</b>

Tabela 45 – Variação da população nacional entre a época de Férias Escolares e Escolar (%)

## INTERNACIONAIS

Em época de **Férias Escolares**, na semana de 17 a 19 de agosto, registou-se uma média diária de 3 993 viagens com origem e destino às zonas core. Destas 2 027 são de origem, que representam 51%, e 1 966 são de destino, cerca de 49%. O peso dos destinos e origens é semelhante, havendo assim um equilíbrio nos movimentos. Alfândega apresenta o maior peso nas deslocações, com cerca de 62%, Campanhã com 24% e Fontainhas com 13%.

O período da ponta da tarde, compreendido entre as 17:00h e as 19:00h, apresenta uma média de 382 deslocações com origem nas zonas core e 353 viagens com destino às zonas core, totalizando assim 735 deslocações, que correspondem a 18% da média de viagens de um dia. Estes valores podem ser analisados na Tabela 46 e, com maior detalhe, no Anexo 2 (Tabela 55 e Tabela 56) e visualizados na Figura 66.

Férias Escolares									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	1 212	1 277	<b>2 489</b>	217	<b>251</b>	468	18%	20%	<b>19%</b>
Campanhã	454	524	<b>977</b>	74	<b>84</b>	158	16%	16%	<b>16%</b>
Fontainhas	300	226	<b>526</b>	62	<b>47</b>	109	21%	21%	<b>21%</b>
<b>Total</b>	<b>1 966</b>	<b>2 027</b>	<b>3 993</b>	<b>353</b>	<b>382</b>	<b>735</b>	<b>18%</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>49%</b>	<b>51%</b>	<b>100%</b>	<b>48%</b>	<b>52%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 46 – Resumo das contagens efetuadas em época de Férias Escolares à população internacional

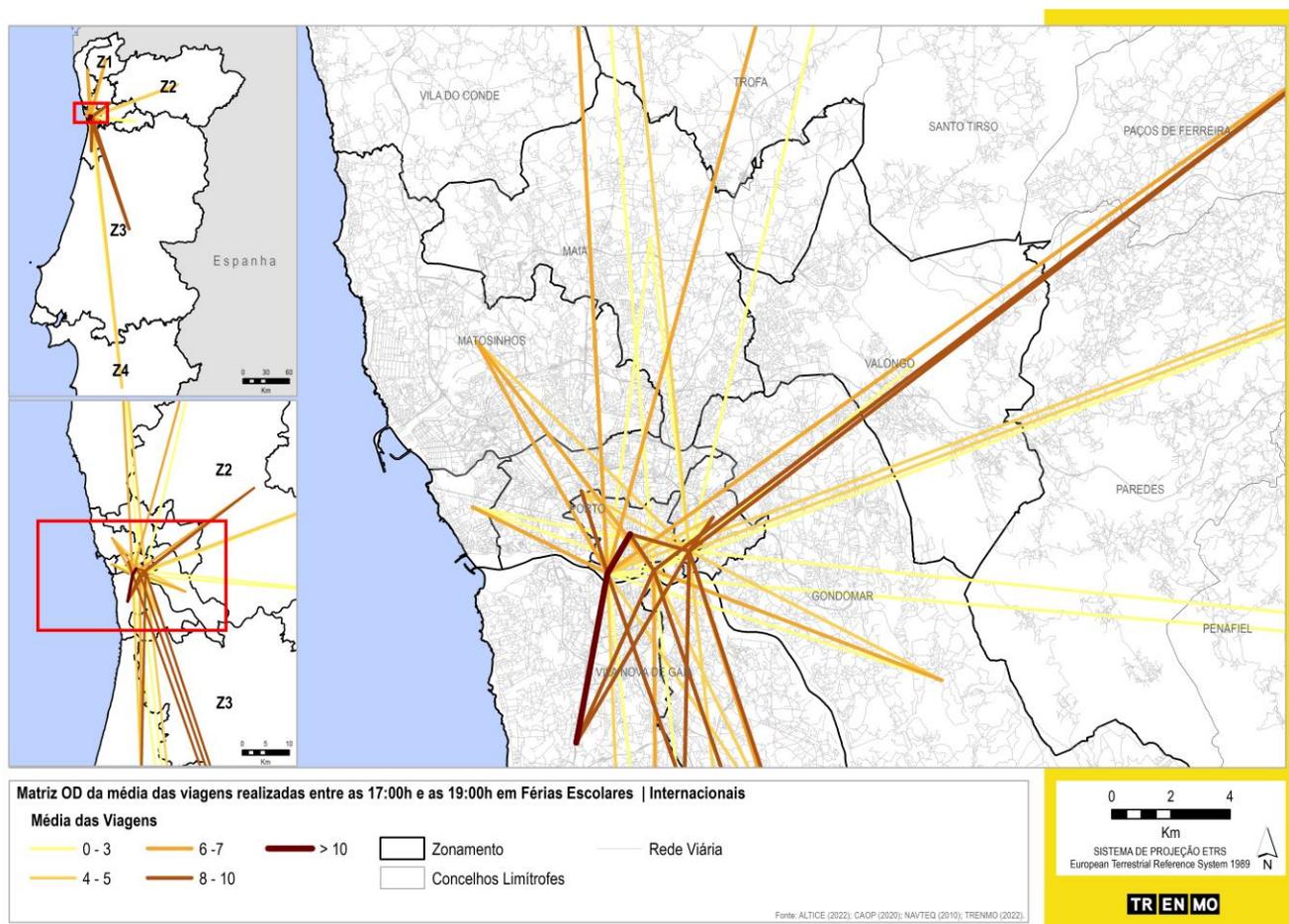


Figura 66 – Matriz OD das viagens realizadas da população internacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época de Férias Escolares

Em época **Escolar**, registou-se uma média diária de 2 794 viagens com origem e destino nas zonas core. Destas 1 361 são de origem, que representam 49%, e 1 433 são de destino, cerca de 51%. O peso dos destinos e origens é semelhante, havendo assim um equilíbrio nos movimentos. Alfândega apresenta o maior peso nas deslocações, com cerca de 61%, Campanhã com 25% e Fontainhas com 14%.

No período da ponta da tarde, compreendido entre as 17:00h e as 19:00h, há uma média de 250 deslocações com origem nas zonas core e 273 viagens com destino às zonas core, totalizando assim 523 deslocações, que correspondem a 19% da média de viagens num dia. Estes valores podem ser analisados na Tabela 47 e, com maior detalhe, no Anexo 5 (Tabela 57 e Tabela 58) e visualizados na Figura 67.

Escolar									
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h			17:00h - 19:00h (%)		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	848	848	<b>1 696</b>	163	164	327	19%	19%	<b>19%</b>
Campanhã	363	332	<b>695</b>	68	56	124	19%	17%	<b>18%</b>
Fontainhas	223	181	<b>404</b>	41	30	72	19%	17%	<b>18%</b>
<b>Total</b>	<b>1 433</b>	<b>1 361</b>	<b>2 794</b>	<b>273</b>	<b>250</b>	<b>523</b>	<b>19%</b>	<b>18%</b>	<b>19%</b>
<b>% Destino e Origem</b>	<b>51%</b>	<b>49%</b>	<b>100%</b>	<b>52%</b>	<b>48%</b>	<b>100%</b>			

Tabela 47 – Resumo das contagens efetuadas em época Escolar à população internacional

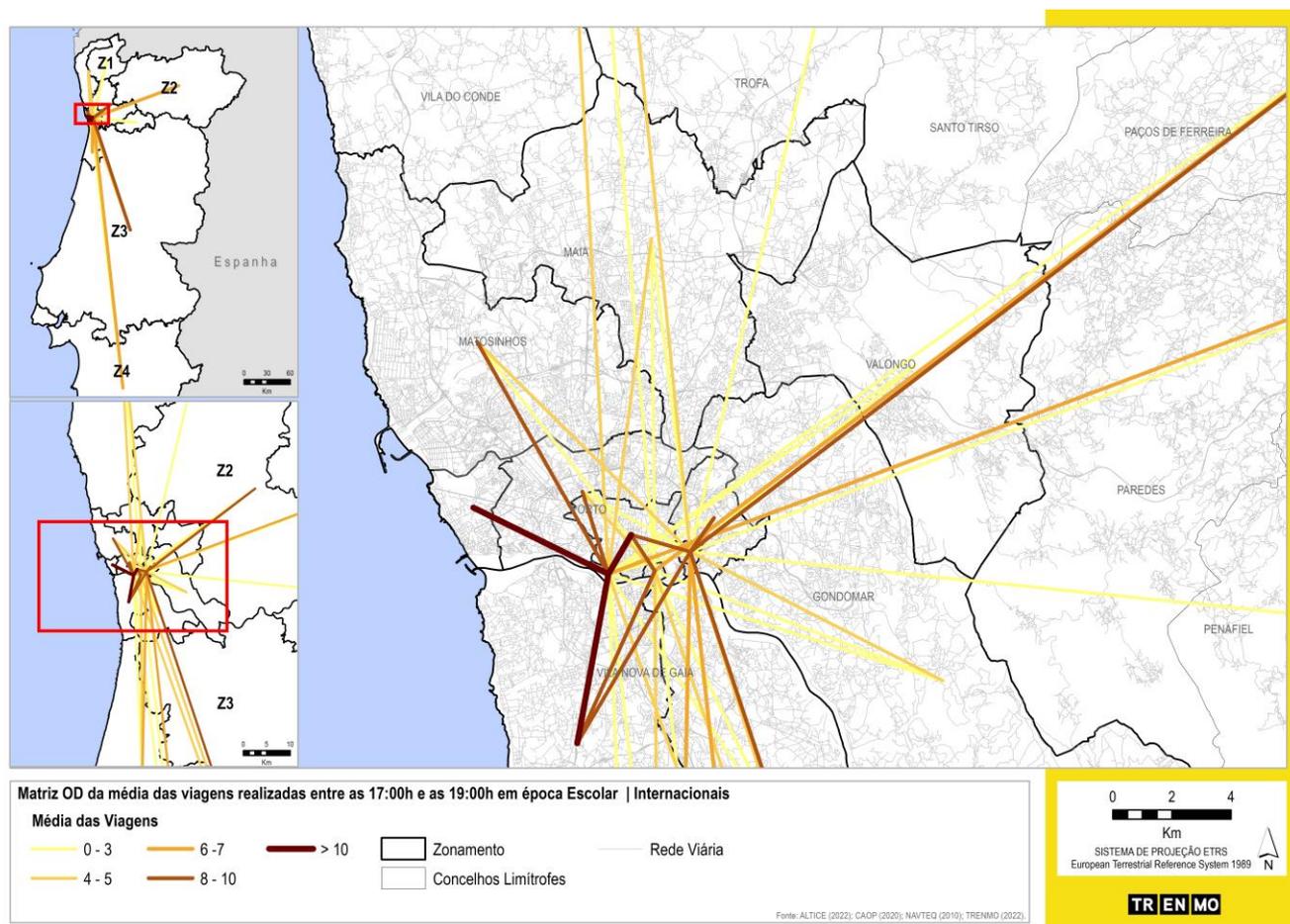


Figura 67 – Matriz OD das viagens realizadas da população internacional, entre as 17:00h e as 19:00h, em época Escolar

Comparando as duas épocas, percebe-se uma diminuição geral de 30% de viagens com origem e/ou destino nas zonas em estudo (1 198), sendo que esta foi mais representativa na Alfândega (Tabela 48).

Variação Escolar -> Férias Escolares (%)						
Zona Core	Total (Dia)			17:00h - 19:00h		
	Destino	Origem	Total	Destino	Origem	Total
Alfândega	-30%	-34%	<b>-32%</b>	-25%	-35%	<b>-30%</b>
Campanhã	-20%	-37%	<b>-29%</b>	-8%	-33%	<b>-21%</b>
Fontainhas	-26%	-20%	<b>-23%</b>	-34%	-36%	<b>-34%</b>
<b>Total</b>	<b>-27%</b>	<b>-33%</b>	<b>-30%</b>	<b>-23%</b>	<b>-35%</b>	<b>-29%</b>

Tabela 48 – Variação da população internacional entre a época de Férias Escolares e Escolar (%)

## ANEXO 3 – PROCURA POTENCIAL

### INQUÉRITOS

Nos próximos pontos são detalhados os pressupostos para realização dos inquéritos, nomeadamente:

- Definição do público-alvo e amostra;
- Pressupostos da realização da recolha;
- Construção dos inquéritos;
- Resultados obtidos (caraterização dos inquiridos).

### DEFINIÇÃO DO PÚBLICO-ALVO E AMOSTRA

A definição do público-alvo teve por base a matriz OD construída a partir das contagens GPS, tanto para a época de Férias como para a época Escolar. Através destes dados, foi também possível distinguir dois tipos diferentes de público-alvo: nacionais e internacionais.

A Amostra foi recolhida, para cada tipo de público-alvo, a partir das viagens com origem ou destino nas zonas *core*: Alfândega, Fontainhas e Campanhã, realizadas no período compreendido entre as 17:00h e as 19:00h, para as duas épocas em análise. Foi considerado o total de deslocações, para cada zona *core*, nas matrizes supra descritas. No caso de Campanhã, e considerando que se tratam maioritariamente de viagens de origem, i.e. sem impacto no Ramal, optou-se por reduzir o valor da amostra.

Tendo por base a população definida para cada zona e cada público-alvo, um grau de confiança de 95% e uma margem de erro de 8%, obteve-se, para a época de Férias Escolares, uma amostra de 488 inquéritos (Tabela 49), e para a época Escolar de 518 inquéritos (Tabela 50).

Local		Nacional		Internacional		Total	
		População	Amostra	População	Amostra	População	Amostra
Zonas	Alfândega	832	128	468	114	1300	242
	Campanhã	2663	31*	158	19*	2821	50*
	Fontainhas	1038	132	109	64	1147	196
<b>Total</b>		<b>4 533</b>	<b>291</b>	<b>735</b>	<b>197</b>	<b>5 268</b>	<b>488</b>

\*Sem garantir um grau de confiança de 95% e uma margem de erro de 8%

**Tabela 49 – População e amostra para a época de Férias Escolares (agosto)**

Local		Nacional		Internacional		Total	
		População	Amostra	População	Amostra	População	Amostra
Zonas	Alfândega	959	130	327	104	1286	234
	Campanhã	3495	66*	124	34*	3619	100*
	Fontainhas	1256	135	72	49	1328	184
<b>Total</b>		<b>5710</b>	<b>331</b>	<b>523</b>	<b>187</b>	<b>6233</b>	<b>518</b>

\*Sem garantir um grau de confiança de 95% e uma margem de erro de 8%

**Tabela 50 – População e amostra para a época Escolar (setembro)**

## REALIZAÇÃO DA RECOLHA

A recolha realizou-se nos dias 16 a 19 de agosto e 19 a 23 de setembro, coincidindo com os dias úteis das contagens. A realização dos inquéritos limitou-se ao período de ponta da tarde (PPT), entre as 17:00h e as 18:59h, em que coincide a procura resultante dos movimentos pendulares e a procura por parte dos turistas.

A zona defina das Fontainhas apresenta um número reduzido de polos geradores de viagens, pelo que a fixação de pessoas de fora desta zona é bastante reduzida. Atendendo a esta dificuldade, procedeu-se à realização da maioria dos inquéritos junto ao jardim de S. Lázaro, Praça dos Poveiros e parte da Av. Rodrigues de Freitas (Figura 68). Esta opção deve ser tida com especial cuidado, dado a proximidade destes locais à estação de metro do Campo 24 de Agosto e Heroísmo, que retiram alguma competitividade à estação do Ramal.



Figura 68 – Locais de realização dos inquéritos na zona das Fontainhas

Para além das zonas *core* com a amostra definida, realizaram-se também inquéritos complementares nas linhas 207, 400 e 403 da STCP. Destes, foram apenas considerados os inquéritos com origem e/ou destino em cada uma das zonas *core* à qual foi associado.

## CONSTRUÇÃO DOS INQUÉRITOS

Foram definidos dois tipos de inquéritos, diferenciando entre nacionais e internacionais (ver no Anexo 6).

Junto do público nacional o questionário procura obter, para os diferentes ODs, o interesse potencial em utilizar o serviço do Ramal da Alfândega através de uma pergunta de preferência declarada.

No caso do público internacional, optou-se por estimar a disponibilidade para a utilização do serviço através da análise ao local de alojamento e às opções de mobilidade no período de férias.

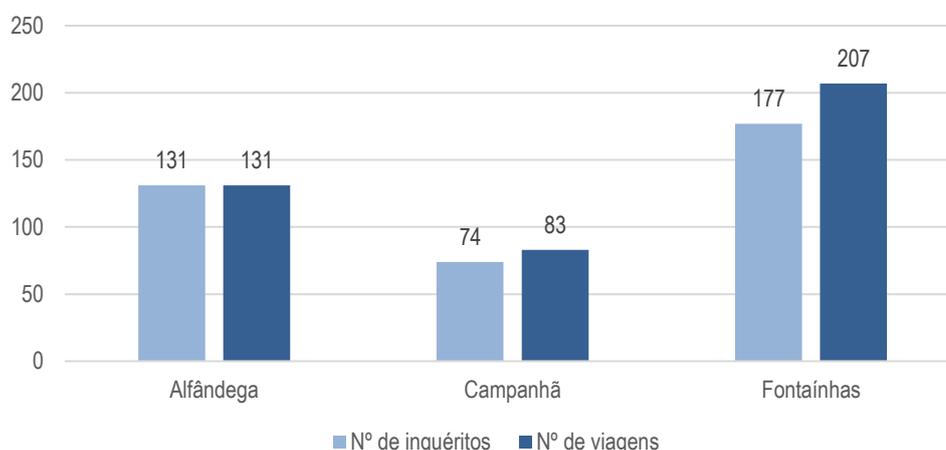
## RESULTADOS OBTIDOS

De seguida discutem-se os resultados dos inquéritos realizados ao público nacional e internacional em época de Férias Escolares e época Escolar.

### NACIONAIS

Em época de **Férias Escolares**, os 382 inquéritos realizados resultaram em 421 viagens. Esta relação decorre de vários inquiridos realizarem mais do que uma viagem de ou para a zona core de referência, no período compreendido entre as 17:00h e as 19:00h (Figura 69).

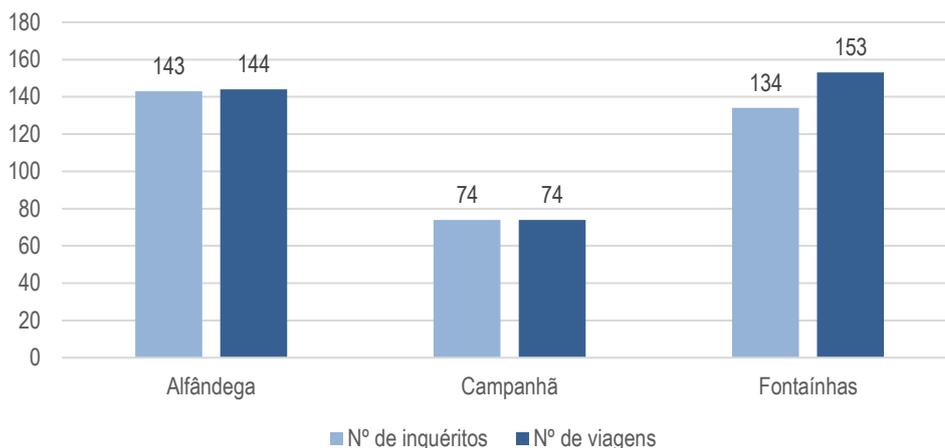
O perfil de inquiridos na zona da Alfândega corresponde maioritariamente a trabalhadores que chegam durante a manhã e regressam ao final da tarde, pelo que o número de inquéritos realizados é igual ao número de viagens 131. Nas zonas de Campanhã e Fontainhas o perfil dos inquiridos é mais diversificado, verificando-se que muitas das pessoas que estavam a chegar a esta zona pelas 17:00h regressariam antes das 19:00h. Em Campanhã, dos 74 inquiridos resultaram 83 viagens e, nas Fontainhas, dos 177 inquiridos resultaram 207 viagens.



**Figura 69 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens obtidas nas zonas de recolha, em época de Férias Escolares**

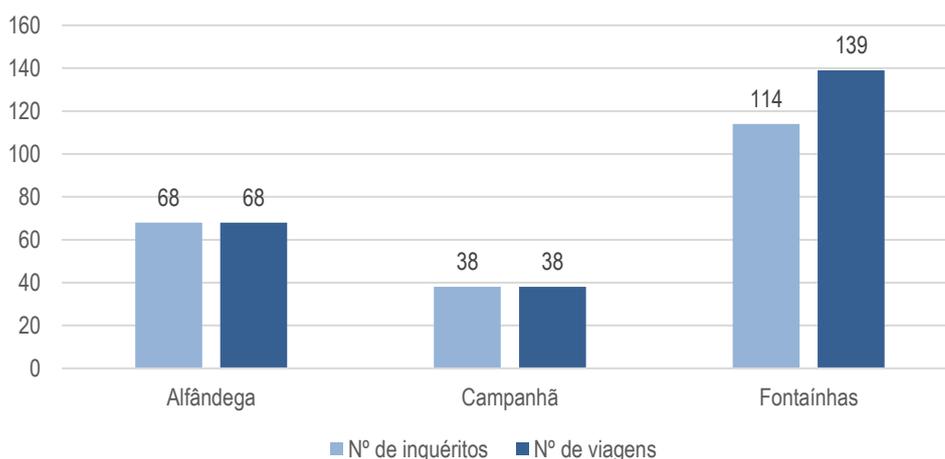
Em época **Escolar**, os 351 inquéritos realizados resultaram em 371 viagens. Esta relação decorre de vários inquiridos realizarem mais do que uma viagem de ou para a zona core de referência, no período compreendido entre as 17:00h e as 19:00h (Figura 70).

Contrariamente ao que se verificou na época de Férias Escolares, o perfil dos inquiridos nacionais em época Escolar é semelhante na Alfândega e em Campanhã, pelo que o número de inquéritos realizados é semelhante ao número de viagens. Apenas nas Fontainhas o perfil dos inquiridos é mais diversificado, verificando-se que muitas pessoas estavam a chegar a esta zona pelas 17:00h e regressariam antes das 19:00h pelo que, dos 134 inquiridos resultaram 153 viagens.



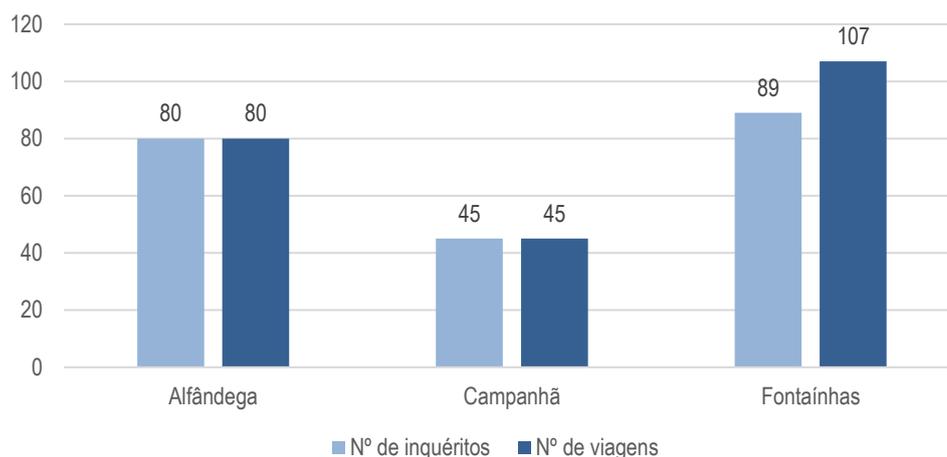
**Figura 70 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens obtidas nas zonas de recolha, em época Escolar**

Das viagens apuradas em época de **Férias Escolares**, verifica-se que 36 estão a realizar transbordo, 20 são dentro da zona de recolha e 127 estão fora do período em análise. Assim, por um ou mais destes motivos, foram excluídas 176 viagens, o que resultou num total de 220 inquéritos e 245 viagens válidas, de acordo com a Figura 71.



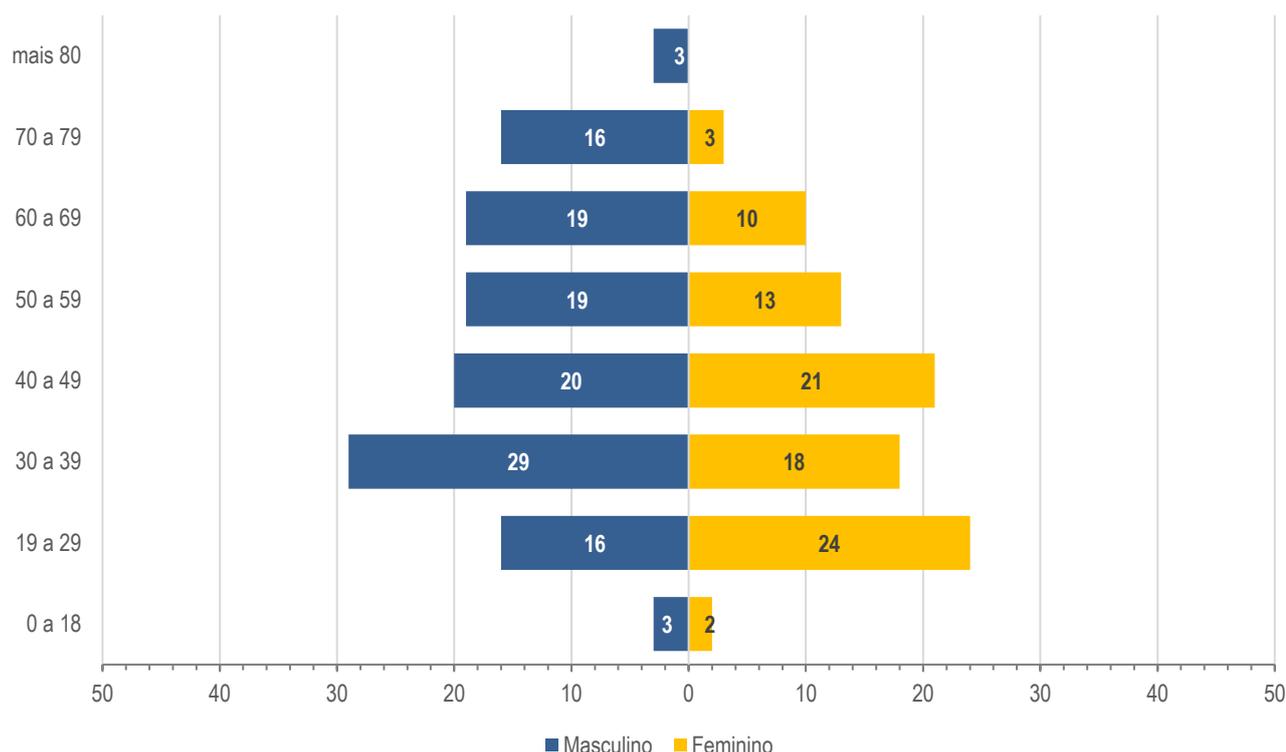
**Figura 71 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens válidas, obtidas nas zonas de recolha, em época de Férias Escolares**

Das viagens apuradas em época **Escolar**, verifica-se que duas estão a realizar transbordo, nove são dentro da zona de recolha e 128 estão fora do período em análise. Assim, por um ou mais destes motivos, foram excluídas 139 viagens, o que resultou num total de 214 inquéritos e 232 viagens válidas, de acordo com a Figura 72.



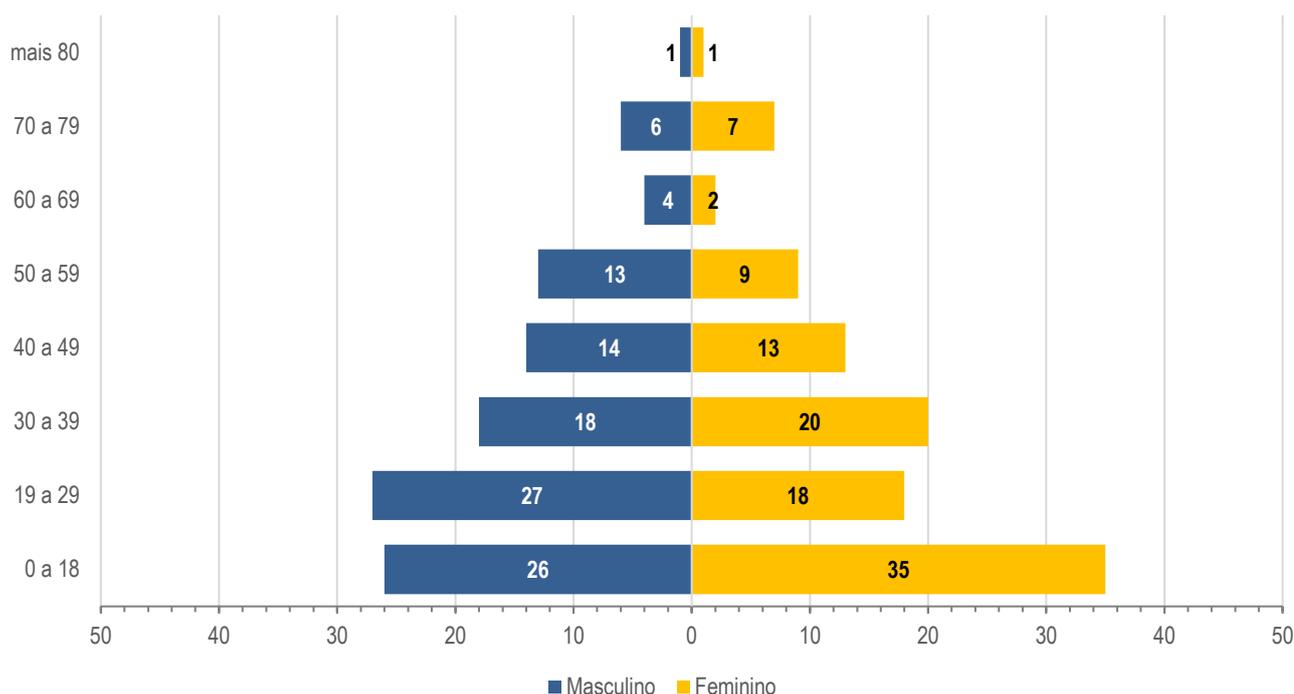
**Figura 72 – Distribuição do número de inquéritos realizados e viagens válidas, obtidas nas zonas de recolha, em época Escolar**

Nos inquéritos realizados em época de **Férias Escolares**, prevalece o género masculino com 55% das respostas. Relativamente à faixa etária, o grupo masculino dos 30 aos 39 anos e o grupo feminino dos 40 aos 49 anos são os que se destacam (Figura 73).



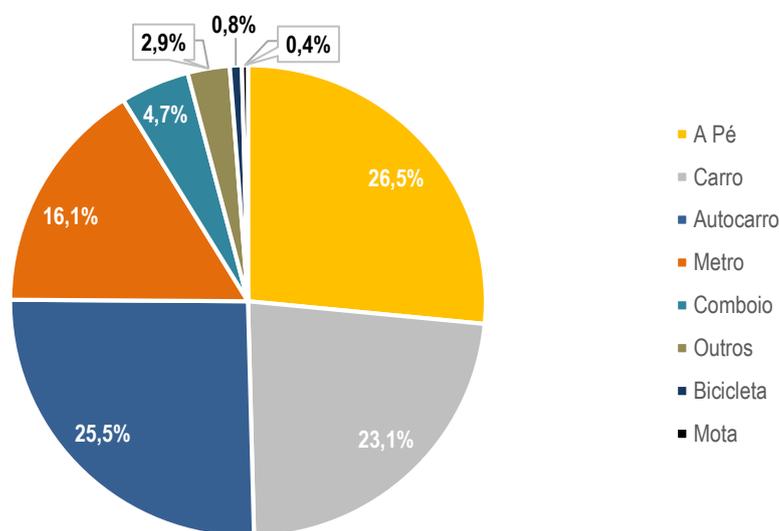
**Figura 73 – Distribuição por faixa etária e por género, em época de Férias Escolares**

Também em época **Escolar** prevalece, o género masculino com 51% das respostas. Relativamente à faixa etária, o grupo masculino dos 19 aos 29 anos e o grupo feminino dos 30 aos 39 anos são os que se destacam (Figura 74).



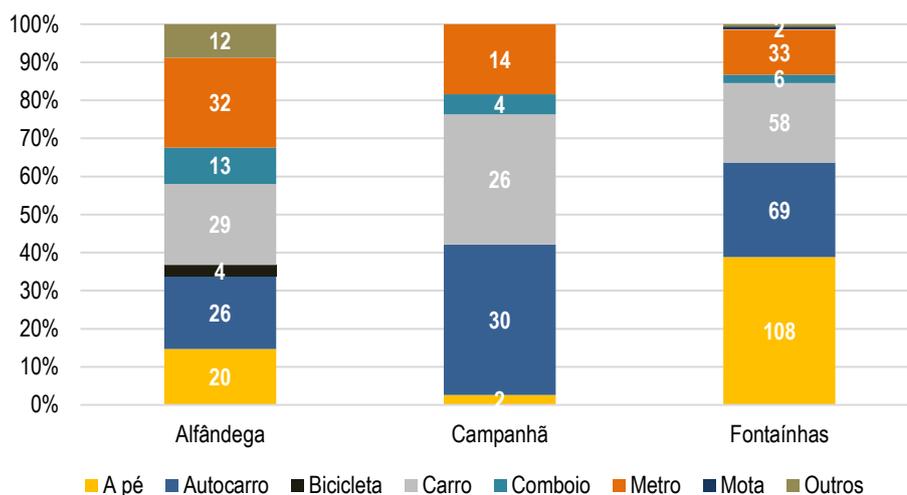
**Figura 74 – Distribuição por faixa etária e por género, em época Escolar**

Em época de **Férias Escolares**, das 490 deslocações realizadas aos inquiridos (245 em cada sentido), prevalecem as deslocações em modos suaves (a pé) com 26,5%, seguindo-se do transporte público rodoviário (autocarro) com 25,5%, o carro com 23,1% dos registos e o metro com 16,1% (Figura 75).



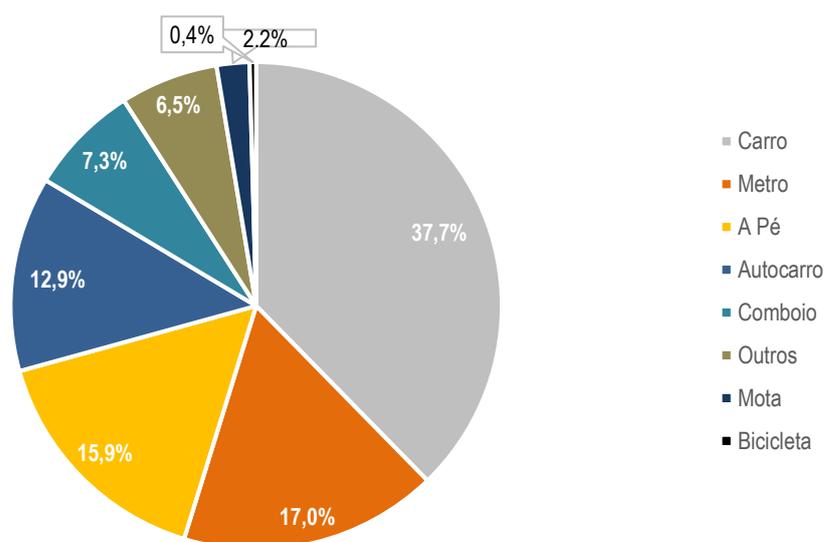
**Figura 75 – Modo de deslocação utilizado nas viagens válidas, em época de Férias Escolares**

Na Figura 76 verifica-se a distribuição das deslocações por modo em cada zona.



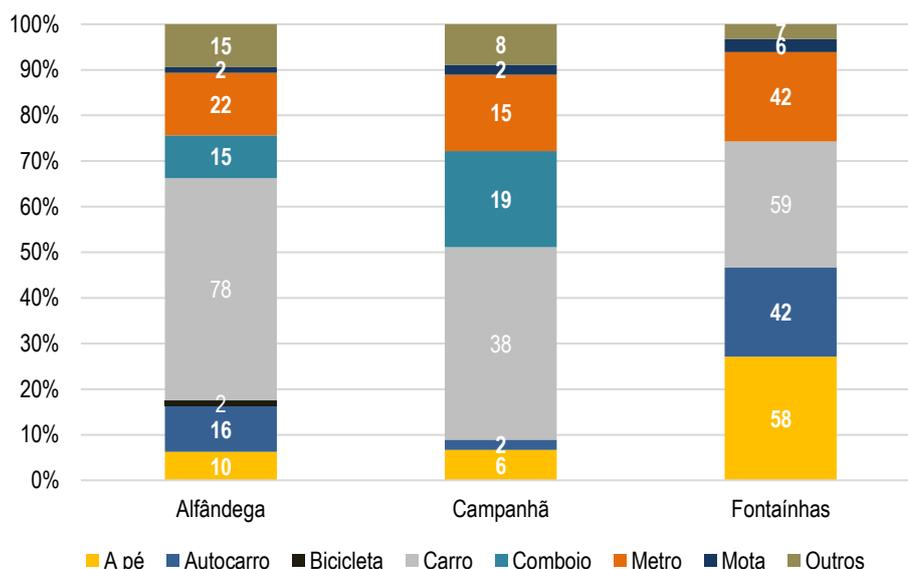
**Figura 76 – Número de deslocações válidas, por modo de deslocação e zona de recolha, em época de Férias Escolares**

Na época **Escolar**, o modo como os inquiridos se deslocam, altera consideravelmente quando comparado a época de Férias Escolares. Na época Escolar, as deslocações a pé deixam de prevalecer, dando lugar ao carro com uma quota de 37,7%. Seguem-se os modos mais sustentáveis, como o transporte público ferroviário ligeiro (metro), com 17%, e rodoviário (autocarro), com 15,9% (Figura 77).



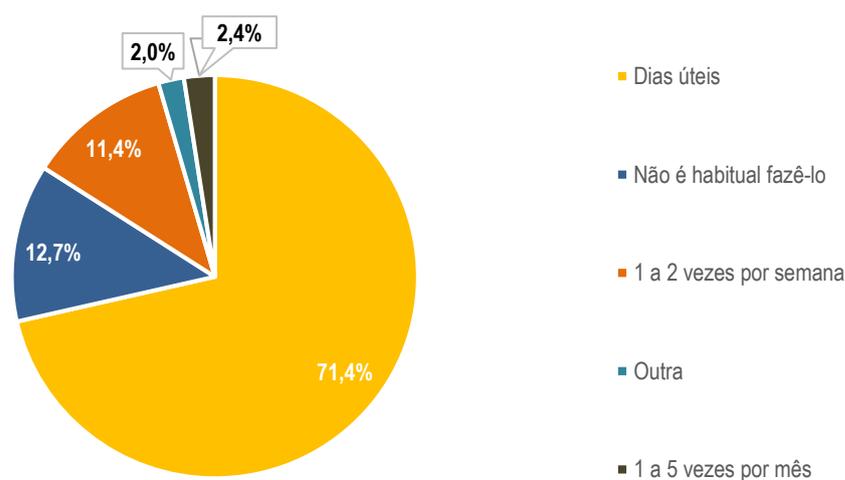
**Figura 77 – Modo de deslocação utilizado nas viagens válidas em época Escolar**

Na Figura 78 verifica-se a distribuição das deslocações por modo em cada zona.



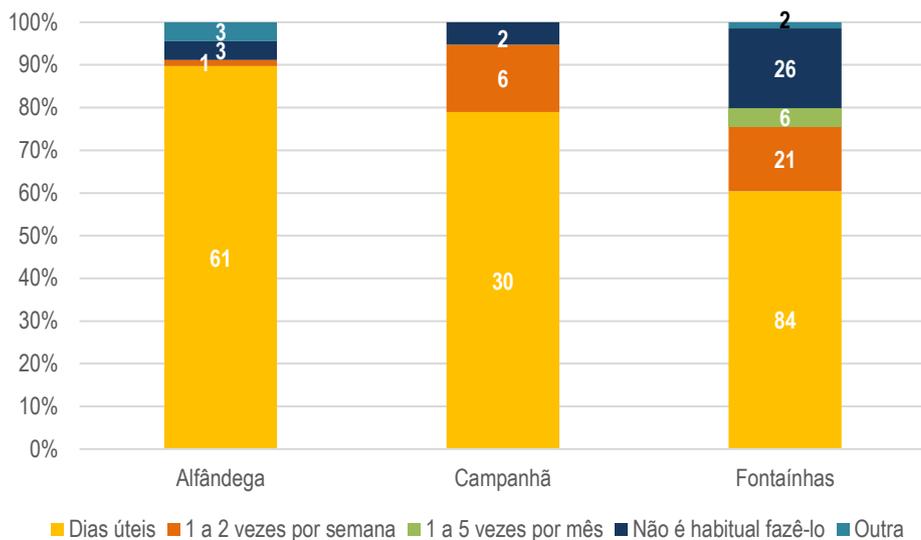
**Figura 78 – Número de deslocações válidas, por modo de deslocação e zona de recolha, em época Escolar**

Relativamente à frequência com que a deslocação é realizada em **Férias Escolares**, prevalece a tipologia *Dias Úteis*, com 76,4% dos registos, seguindo-se *Não é habitual fazê-lo*, com 9,6%, e *1 a 2 vezes por semana*, com 7,7% (Figura 79).



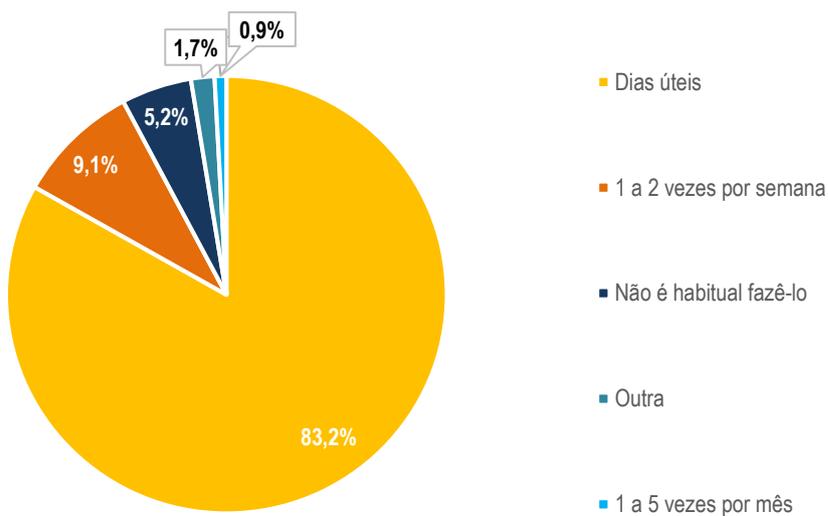
**Figura 79 – Frequência da deslocação em época de Férias Escolares**

Na Figura 80 verifica-se a distribuição das deslocações segundo a sua frequência em cada zona.



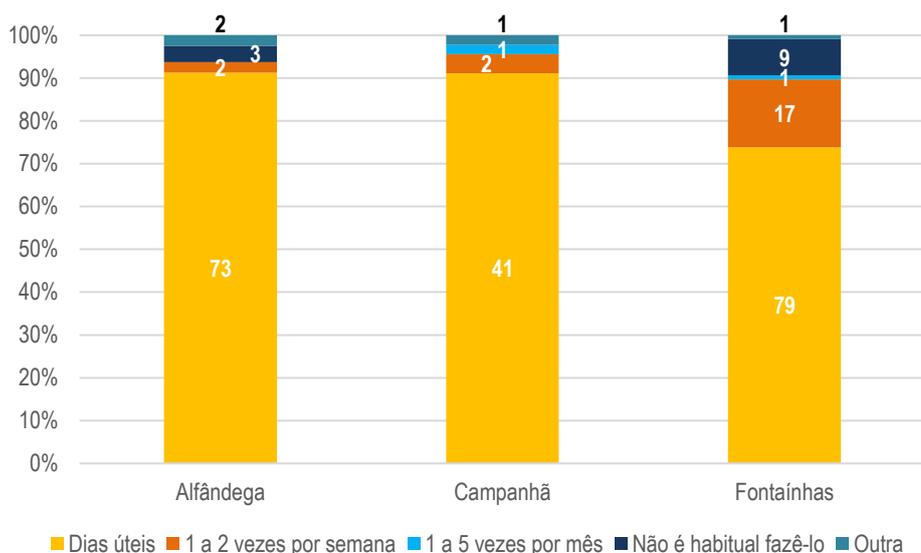
**Figura 80 – Frequência das viagens válidas, por zona, em época de Férias Escolares**

Relativamente à frequência com que a deslocação é realizada em época **Escolar**, prevalece a tipologia *Dias Úteis*, com 83,2% dos registos, seguindo-se de *1 a 2 vezes por semana*, com 9,1%, e *Não é habitual fazê-lo*, com 5,2% e (Figura 81).



**Figura 81 – Frequência da deslocação em época Escolar**

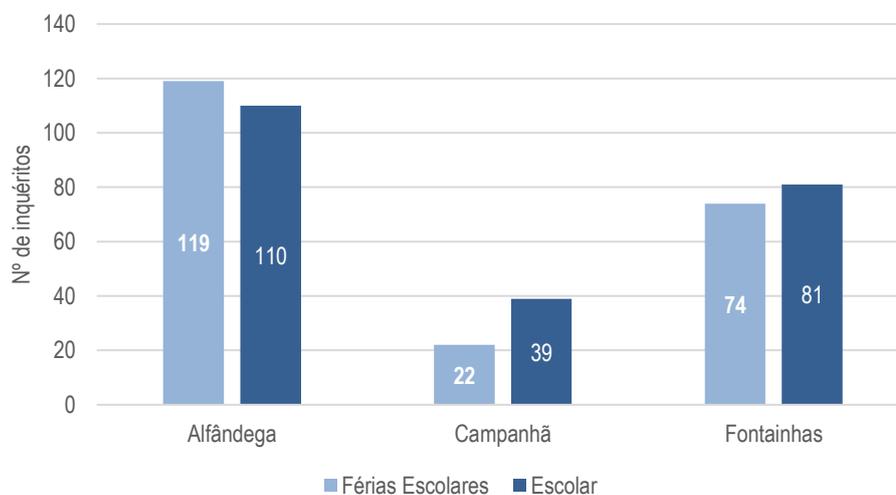
Na Figura 82 verifica-se a distribuição das deslocações segundo a sua frequência em cada zona.



**Figura 82 – Frequência das viagens válidas, por zona, em época Escolar**

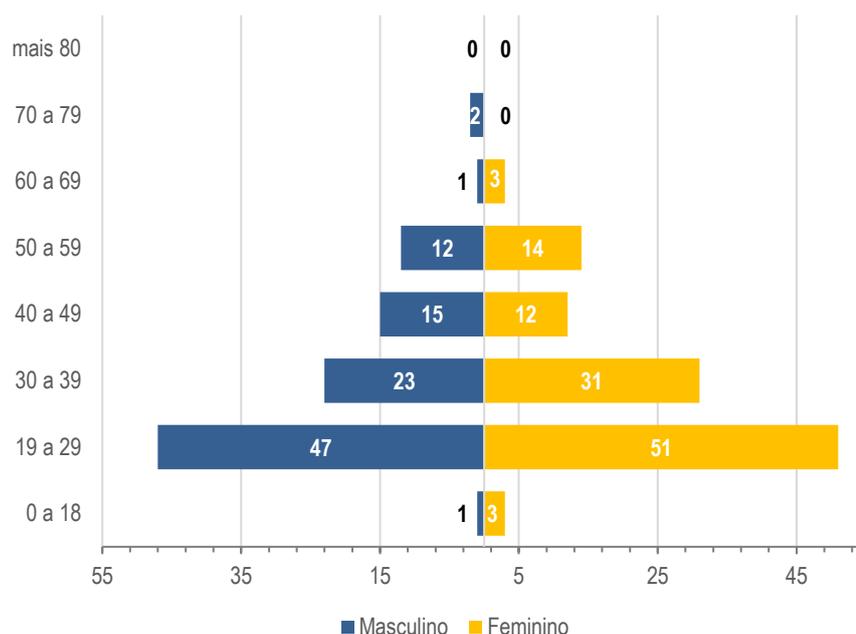
## INTERNACIONAIS

Foram realizados 215 inquéritos à população com origem fora de Portugal em época de **Férias Escolares** e 230 inquéritos em época **Escolar**, de acordo com a Figura 83.



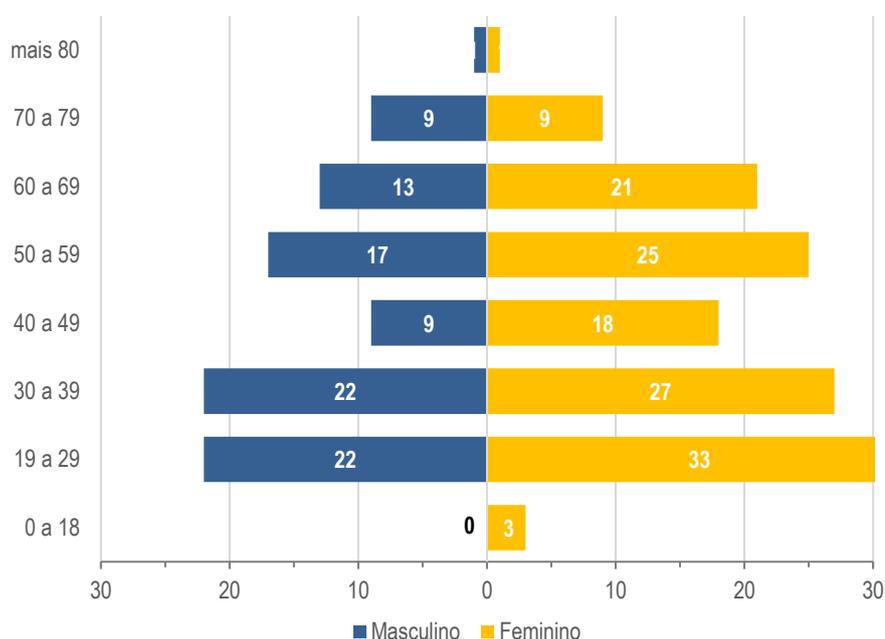
**Figura 83 – Número de inquéritos realizados à população internacional em época de Férias Escolares e época Escolar**

Em **Férias Escolares**, prevalece o género feminino com 53% das respostas. Relativamente à faixa etária, o grupo feminino e masculino dos 19 aos 39 são os que se destacam (Figura 84).



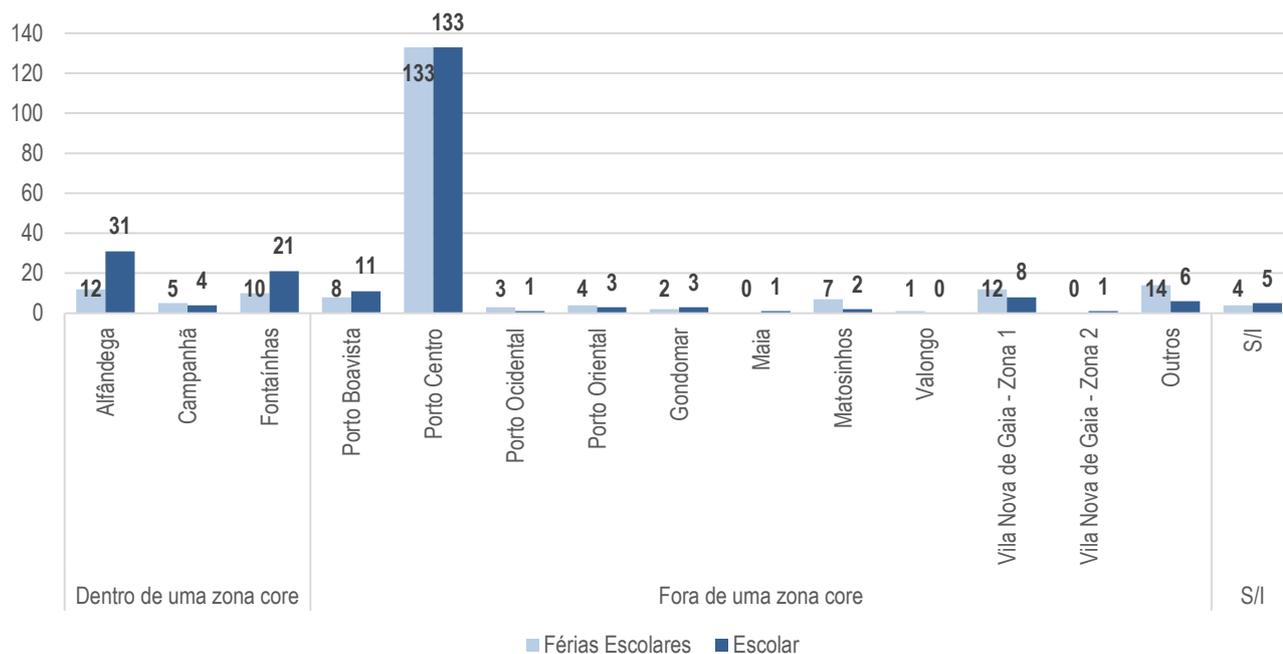
**Figura 84 – Distribuição por faixa etária e por gênero da população internacional, em época de Férias Escolares**

Na época **Escolar**, o perfil dos inquiridos internacionais mantém-se, prevalecendo o sexo feminino com 60% e a faixa etária dos 19 aos 39, em ambos os gêneros, mantém-se como a mais relevante (Figura 85).



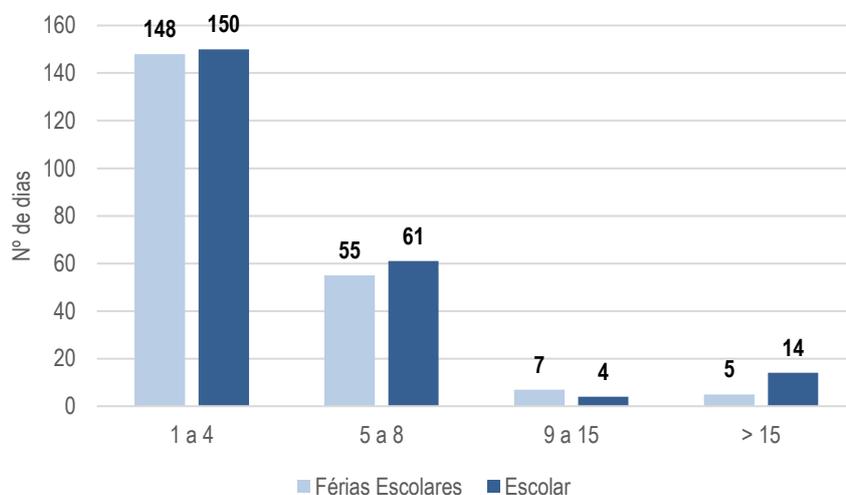
**Figura 85 – Distribuição por faixa etária e por gênero da população internacional, em época Escolar**

Tanto em Férias Escolares como em época Escolar, os inquiridos internacionais encontram-se alojados, maioritariamente na zona Centro. Das zonas core, a Alfândega é a que apresenta mais relevância quanto ao número de alojados e a que tem o maior aumento entre épocas (Figura 86).



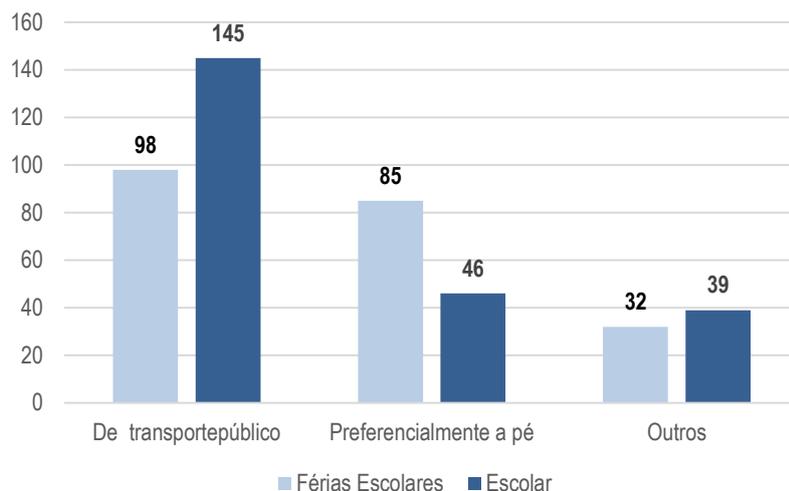
**Figura 86 – Zona onde está alojado o inquirido internacional, em Férias Escolares e época Escolar**

Tanto em Férias Escolares como em época Escolar, a população internacional vai ficar alojada entre 1 a 4 dias, representando 68,8% e 65,2% dos alojamentos, respetivamente (Figura 87).



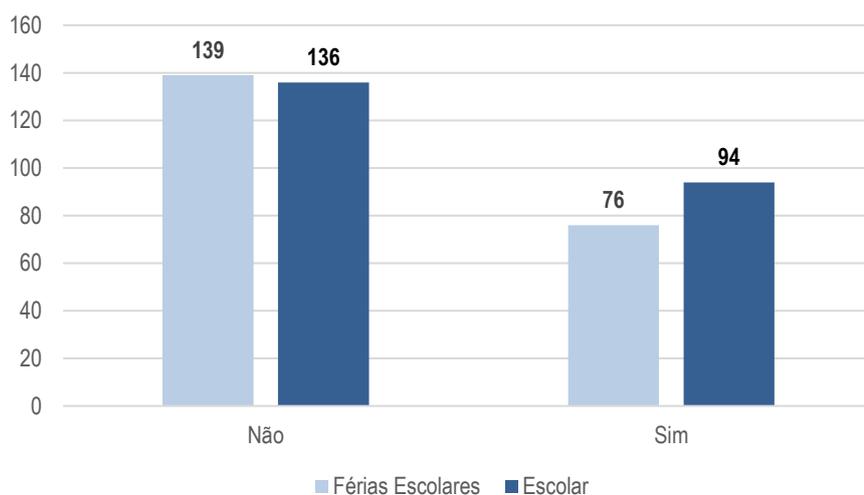
**Figura 87 – Nº de dias que vai ficar alojado em Portugal, em Férias Escolares e época Escolar**

Da análise aos inquiridos à população internacional, percebe-se ainda que se vão deslocar maioritariamente em transporte público ou a pé (Figura 88).



**Figura 88 – Modo de deslocação durante a estadia em Portugal, em Férias Escolares e época Escolar**

Esta população foi ainda questionada sobre a intenção em andar no Elétrico sendo que, em ambas as épocas, a resposta negativa foi mais elevada, no entanto, em Férias Escolares 35% dos inquiridos andaram ou iam andar de elétrico e em época escolar esta percentagem foi de 41% (Figura 89).



**Figura 89 – Número de inquiridos que viajaram ou pretendem viajar de elétrico, em época Escolar e Férias Escolares**

# ANEXO 4 – MATRIZ OD – CONTAGENS - NACIONAL

Época de Férias Escolares: Total/Dia

Origem \ Destino	Destino																				Total Viagens (Origem)		
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3		Z4	
Alfândega	-	10	14	201	871	64	56	123	50	125	38	844	114	64	13	118	32	10	25	48	9	2	14 341
Campanhã	7	-	29	435	848	29	792	999	245	282	315	1079	927	206	80	865	228	32	95	502	180	8	
Fontainhas	11	34	-	216	610	20	137	602	97	113	73	596	447	32	20	185	48	6	33	139	23	3	
Porto Boavista	174	480	157																				
Porto Centro	841	1066	611																				
Porto Ocidental	66	36	20																				
Porto Oriental	57	708	120																				
Gondomar	83	746	615																				
Maia	53	215	54																				
Matosinhos	163	322	82																				
Valongo	18	182	53																				
Vila Nova de Gaia - Zona 1	782	820	1023																				
Vila Nova de Gaia - Zona 2	70	707	481																				
Linha do Minho	71	171	31																				
Linha do Peso da Régua	9	60	9																				
Suburbanos Porto - Norte	100	618	144																				
Suburbanos Porto - Sul	16	216	77																				
Z1	6	20	6																				
Z2	17	66	15																				
Z3	47	395	150																				
Z4	7	124	26																				
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>																				
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>13 311</b>																						
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>27 652</b>																						

Tabela 51 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Férias Escolares (Total/Dia)

**Época de Férias Escolares: 17:00 – 19:00h**

Destino \ Origem	Destino			Origem																		Total Viagens (Origem)		
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3	Z4	Total Viagens (Origem)		
Alfândega	-	1	1	25	135	5	15	29	9	25	16	119	18	8	3	26	10	2	6	10	4	465	2	
Campanhã	2	-	6	62	134	4	132	254	50	42	107	229	166	41	23	262	49	6	25	116	22	1	7	
Fontainhas	1	6	-	29	84	6	23	94	13	12	22	102	85	5	3	53	9	4	7	24	4	579	6	
Porto Boavista	27	95	30																					
Porto Centro	139	200	84																					
Porto Ocidental	5	7	7																					
Porto Oriental	10	110	13																					
Gondomar	10	62	60																					
Maia	9	26	8																					
Matosinhos	8	60	15																					
Valongo	2	12	3																					
Vila Nova de Gaia - Zona 1	119	112	131																					
Vila Nova de Gaia - Zona 2	11	80	50																					
Linha do Minho	7	18	7																					
Linha do Peso da Régua	1	13	1																					
Suburbanos Porto - Norte	11	47	15																					
Suburbanos Porto - Sul	2	19	12																					
Z1	1	4	1																					
Z2	1	13	2																					
Z3	2	39	9																					
Z4	0	15	2																					
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>368</b>	<b>939</b>	<b>457</b>																					
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>1 764</b>																							
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>																							<b>4 532</b>	

**Tabela 52 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Férias Escolares (17:00h – 19:00h)**

**Época Escolar: Total/Dia**

Destino \ Origem	Destino																					Total Viagens (Origem)
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3	Z4	
Alfândega	-	7	12	260	938	72	66	146	68	134	40	879	107	39	9	135	29	2	13	68	8	3
Campanhã	9	-	38	563	1031	32	955	1350	265	302	347	1259	1068	190	77	1084	295	24	88	648	235	9
Fontainhas	9	33	-	248	788	33	158	718	110	126	92	764	505	43	12	202	56	7	27	164	28	4
Porto Boavista	236	644	201																			
Porto Centro	842	1406	758																			
Porto Ocidental	77	31	27																			
Porto Oriental	52	867	148																			
Gondomar	110	1042	685																			
Maia	48	247	51																			
Matosinhos	139	324	93																			
Valongo	20	215	76																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	824	1050	1181																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	85	833	570																			
Linha do Minho	56	156	32																			
Linha do Peso da Régua	4	43	11																			
Suburbanos Porto - Norte	84	748	161																			
Suburbanos Porto - Sul	22	274	82																			
Z1	8	19	7																			
Z2	14	67	13																			
Z3	53	520	190																			
Z4	10	192	31																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>																			
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>15 787</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>32 694</b>																					

**Tabela 53 – Origem-Destino das viagens nacionais em época de Escolar (Total/Dia)**

Época Escolar: 17:00 – 19:00h

Destino \ Origem	Destino																				Total Viagens (Origem)		
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3			Z4
Alfândega	-	4	6	36	152	12	13	45	12	30	11	150	28	11	3	42	7	0	5	20	2	579	3 5 3
Campanhã	4	-	10	67	137	10	170	380	66	61	111	285	208	42	24	377	82	9	28	161	34	2	
Fontainhas	6	7	-	30	122	7	21	133	22	10	31	106	80	7	2	54	17	1	6	51	6	706	
Porto Boavista	40	109	43																				
Porto Centro	127	291	103																				
Porto Ocidental	12	6	5																				
Porto Oriental	9	114	19																				
Gondomar	11	98	64																				
Maia	7	28	10																				
Matosinhos	14	73	12																				
Valongo	5	18	13																				
Vila Nova de Gaia - Zona 1	117	166	141																				
Vila Nova de Gaia - Zona 2	10	104	60																				
Linha do Minho	4	22	6																				
Linha do Peso da Régua	0	5	0																				
Suburbanos Porto - Norte	9	63	15																				
Suburbanos Porto - Sul	2	29	13																				
Z1	0	2	0																				
Z2	2	5	1																				
Z3	3	69	21																				
Z4	0	31	9																				
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>382</b>	<b>1</b>	<b>551</b>																				
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>2 177</b>																						
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>5 714</b>																						

Tabela 54 – Origem-Destino das viagens nacionais em época Escolar (17:00h – 19:00h)

# ANEXO 5 – MATRIZ OD – CONTAGENS - INTERNACIONAL

Época de Férias Escolares: Total/Dia

Origem \ Destino	Destino																				Total Viagens (Origem)	
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3		Z4
Alfândega	-	3	7	58	507	23	7	6	13	38	2	486	12	27	7	29	12	7	10	26	8	1 278
Campanhã	3	-	7	15	51	4	40	21	12	17	8	43	27	25	11	46	35	9	16	83	61	524
Fontainhas	5	4	-	10	61	4	7	6	5	8	4	50	13	7	4	7	9	3	7	15	7	227
Porto Boavista	41	10	9																			
Porto Centro	504	60	54																			
Porto Ocidental	22	5	6																			
Porto Oriental	7	30	5																			
Gondomar	9	11	10																			
Maia	10	10	8																			
Matosinhos	32	18	10																			
Valongo	6	7	5																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	450	36	74																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	7	22	14																			
Linha do Minho	22	26	7																			
Linha do Peso da Régua	6	7	6																			
Suburbanos Porto - Norte	17	26	8																			
Suburbanos Porto - Sul	6	31	14																			
Z1	9	5	5																			
Z2	14	10	5																			
Z3	31	75	37																			
Z4	10	59	7																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>1</b>	<b>455</b>	<b>298</b>																			
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>1 964</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>				<b>3 993</b>																		

Tabela 55 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Férias Escolares (Total/Dia)

**Época de Férias Escolares: 17:00 – 19:00h**

Destino \ Origem	Destino			Origem																			Total Viagens (Origem)
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3	Z4		
Alfândega	-	0	0	10	99	4	4	3	2	6	0	86	4	6	0	5	4	5	4	7	1	250	
Campanhã	0	-	2	4	9	1	9	4	1	3	3	7	7	4	0	8	6	1	3	9	5	84	
Fontainhas	0	0	-	5	8	1	0	5	0	1	0	8	4	3	0	4	2	0	1	5	0	47	
Porto Boavista	5	4	4																				
Porto Centro	90	9	9																				
Porto Ocidental	7	1	1																				
Porto Oriental	1	7	1																				
Gondomar	2	2	3																				
Maia	2	3	0																				
Matosinhos	6	4	5																				
Valongo	0	1	0																				
Vila Nova de Gaia - Zona 1	81	5	9																				
Vila Nova de Gaia - Zona 2	1	4	5																				
Linha do Minho	5	4	0																				
Linha do Peso da Régua	0	1	0																				
Suburbanos Porto - Norte	7	6	7																				
Suburbanos Porto - Sul	3	7	6																				
Z1	0	1	0																				
Z2	2	1	0																				
Z3	5	8	8																				
Z4	0	5	2																				
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>217</b>	<b>73</b>	<b>62</b>																				
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>352</b>																						
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>733</b>																						

**Tabela 56 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Férias Escolares (17:00h – 19:00h)**

**Época Escolar: Total/Dia**

Destino \ Origem	Destino																				Total Viagens (Origem)	
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3		Z4
Alfândega	-	3	8	42	336	25	4	3	11	23	3	346	6	8	4	6	6	3	5	10	6	<b>847</b>
Campanhã	1	-	4	9	35	3	24	8	9	9	6	29	11	9	13	32	17	2	10	50	53	<b>329</b>
Fontainhas	5	3	-	11	37	3	6	6	4	8	2	44	15	5	5	6	8	0	3	9	9	<b>181</b>
Porto Boavista	40	15	9																			
Porto Centro	341	47	41																			
Porto Ocidental	22	4	2																			
Porto Oriental	3	28	5																			
Gondomar	4	10	6																			
Maia	14	8	5																			
Matosinhos	26	13	9																			
Valongo	3	6	1																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	320	29	51																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	6	8	13																			
Linha do Minho	8	14	6																			
Linha do Peso da Régua	6	7	2																			
Suburbanos Porto - Norte	11	20	9																			
Suburbanos Porto - Sul	6	20	10																			
Z1	4	6	5																			
Z2	5	8	7																			
Z3	17	53	19																			
Z4	5	60	12																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>847</b>	<b>362</b>	<b>224</b>																			
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>1 433</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>2 790</b>																					

**Tabela 57 – Origem-Destino das viagens internacionais em época de Escolar (Total/Dia)**

Época Escolar: 17:00 – 19:00h

Destino \ Origem	Destino																				Total Viagens (Origem)		
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3			Z4
Alfândega	-	0	0	6	58	5	2	2	2	6	1	61	3	5	0	2	2	0	2	5	1	163	249
Campanhã	1	-	0	1	6	0	7	1	1	1	3	8	4	4	1	6	3	0	0	5	5	56	
Fontainhas	0	0	-	5	9	0	0	1	1	1	0	8	3	0	0	0	0	0	0	1	1	30	
Porto Boavista	10	3	2																				
Porto Centro	61	7	7																				
Porto Ocidental	12	0	0																				
Porto Oriental	1	9	0																				
Gondomar	0	4	2																				
Maia	4	0	0																				
Matosinhos	7	3	3																				
Valongo	1	0	0																				
Vila Nova de Gaia - Zona 1	52	6	9																				
Vila Nova de Gaia - Zona 2	1	3	3																				
Linha do Minho	1	2	0																				
Linha do Peso da Régua	0	0	0																				
Suburbanos Porto - Norte	3	9	6																				
Suburbanos Porto - Sul	3	7	4																				
Z1	0	0	0																				
Z2	5	1	0																				
Z3	0	9	4																				
Z4	0	5	1																				
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>162</b>	<b>68</b>	<b>41</b>																				
<b>Total geral viagens (Destino)</b>	<b>271</b>																						
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>520</b>																						

Tabela 58 – Origem-Destino das viagens internacionais em época Escolar (17:00h – 19:00h)

## ANEXO 6 – INQUÉRITOS (MODELO)

### Nacionais

**TR EN MO**

Hora: \_\_\_\_\_ F M

#### A.1 Procura

Origem	
A que horas chegou	
Origem (código postal/rua/ponto de interesse)	
Como se deslocou?	Carro; metro; comboio; autocarro; a pé (se superior a 10min); bicicleta; outros
Com que frequência faz esta deslocação?	Não é habitual fazê-lo; em dias úteis; Uma ou duas vezes por semana; neste dia da semana; uma a cinco vezes por mês; outra

Destino	
Destino (código postal/rua/ponto de interesse)	
A que horas vai?	
Modo	Carro; metro; comboio; autocarro; a pé (se superior a 10min); bicicleta; outros
Com que frequência faz esta deslocação?	Não é habitual fazê-lo; em dias úteis; Uma ou duas vezes por semana; neste dia da semana; uma a cinco vezes por mês; outra

#### B.1 Preferência Declarada

Se houvesse uma ligação direta entre a Alfândega e Campanhã, com uma paragem intermédia nas Fontainhas, com uma duração de 5 minutos de viagem, mudaria a sua forma de se deslocar?

Sim	___	Não	___	Não se aplica	___
-----	-----	-----	-----	---------------	-----

Faixa Etária: Até 18; 19 a 29; 30 a 39; 40 a 49; 50 a 59; 60 a 69; 70 a 79; Mais 80

Local de Recolha? \_\_\_\_\_

Linha? \_\_\_\_\_

### Internacionais

**TR EN MO**

Hora: \_\_\_\_\_ F M

#### C.1. How many days will you be in Porto? \_\_\_\_

*Quantos dias vai estar no Porto?*

#### C.4. Where are you housed? \_\_\_\_\_

*Onde está alojado?*

#### C.3. Are you going to use public transportation in Porto?

*Vai usar os transportes públicos no Porto?*

Yes Sim

No Não

I will preferably travel by foot *Vou tentar deslocar-me preferencialmente a pé*

#### C.2. Are you going to visit other regions of Portugal?

*Vai visitar outras regiões de Portugal?*

Yes Sim

No Não

#### C.2.1. If yes, how are you going to move there? \_\_\_\_\_

*Se sim, como se vai deslocar para lá?*

#### C.5. During your stay, did you travel or do you intend to travel on the Tram?

*Na sua estadia, viajou ou pretende viajar no Elétrico?*

Yes Sim

No Não

Faixa Etária: Até 18; 19 a 29; 30 a 39; 40 a 49; 50 a 59; 60 a 69; 70 a 79; Mais 80

Local de Recolha? \_\_\_\_\_

Linha? \_\_\_\_\_

## ANEXO 7 – PESOS (%) A APLICAR NA MATRIZ DE PROCURA – NACIONAIS

**Nacional**

Destino Origem																					
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3	Z4
Alfândega	0%	78%	-	24%	23%	0%	83%	69%	43%	23%	67%	42%	0%	43%	0%	33%	43%	0%	0%	43%	0%
Campanhã	78%	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fontainhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Porto Boavista	24%	0%	-																		
Porto Centro	23%	0%	-																		
Porto Ocidental	0%	0%	-																		
Porto Oriental	83%	0%	-																		
Gondomar	69%	0%	-																		
Maia	43%	0%	-																		
Matosinhos	23%	0%	-																		
Valongo	67%	0%	-																		
Vila Nova de Gaia - Zona 1	42%	0%	-																		
Vila Nova de Gaia - Zona 2	0%	0%	-																		
Linha do Minho	43%	0%	-																		
Linha do Peso da Régua	0%	0%	-																		
Suburbanos Porto - Norte	33%	0%	-																		
Suburbanos Porto - Sul	43%	0%	-																		
Z1	0%	0%	-																		
Z2	0%	0%	-																		
Z3	43%	0%	-																		
Z4	0%	0%	-																		

**Tabela 59 – Pesos (%) a aplicar na matriz de procura - nacionais**

# ANEXO 8 – MATRIZ OD PROCURA NACIONAL (TRANSFERÊNCIA)

**TR EN MO**

Nacional - Época de Férias Escolares: 17:00 – 19:00h

Origem \ Destino	Destino																				Total Viagens (Origem)	
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3		Z4
Alfândega	-	1	-	6	31	0	13	20	4	6	11	50	0	3	0	9	4	0	0	4	0	161
Campanhã	2	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontainhas	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Porto Boavista	7	0	-																			
Porto Centro	32	0	-																			
Porto Ocidental	0	0	-																			
Porto Oriental	8	0	-																			
Gondomar	7	0	-																			
Maia	4	0	-																			
Matosinhos	2	0	-																			
Valongo	1	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	50	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	0	0	-																			
Linha do Minho	3	0	-																			
Linha do Peso da Régua	0	0	-																			
Suburbanos Porto - Norte	4	0	-																			
Suburbanos Porto - Sul	1	0	-																			
Z1	0	0	-																			
Z2	0	0	-																			
Z3	1	0	-																			
Z4	0	0	-																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>122</b>	<b>4</b>	<b>0</b>																			
	<b>126</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>287</b>																					

Tabela 60 - Matriz de procura potencial nacional em época de Férias Escolares (17:00h - 19:00h)

**Nacional - Época Escolar: 17:00 – 19:00h**

Origem \ Destino	Destino																			Total Viagens (Origem)		
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2		Z3	Z4
Alfândega	-	3	-	9	35	0	11	31	5	7	7	63	0	5	0	14	3	0	0	9	0	199
Campanhã	3	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontainhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Porto Boavista	10	0	-																			
Porto Centro	29	0	-																			
Porto Ocidental	0	0	-																			
Porto Oriental	8	0	-																			
Gondomar	8	0	-																			
Maia	3	0	-																			
Matosinhos	3	0	-																			
Valongo	3	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	49	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	0	0	-																			
Linha do Minho	2	0	-																			
Linha do Peso da Régua	0	0	-																			
Suburbanos Porto - Norte	3	0	-																			
Suburbanos Porto - Sul	1	0	-																			
Z1	0	0	-																			
Z2	0	0	-																			
Z3	1	0	-																			
Z4	0	0	-																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>123</b>	<b>3</b>	<b>0</b>																			
	<b>126</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>325</b>																					

**Tabela 61 – Matriz de procura potencial nacional em época Escolar (17:00h - 19:00h)**

## ANEXO 9 – POPULAÇÃO INTERNACIONAL ESTIMADA

Zona		Pressupostos				Total
		1	2	3	4	
Dentro da zona core	Alfândega	3	1	2	0	6
	Campanhã	0	1	1	0	2
	Fontainhas	0	5	1	1	7
Fora da zona core	Alfândega	14	12	8	0	34
	Campanhã	4	4	2	0	10
	Fontainhas	9	6	7	0	22
<b>Total</b>		<b>30</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>81</b>

Tabela 62 – População internacional estimada em época de Férias Escolares

Zona		Pressupostos				Total
		1	2	3	4	
Dentro da zona core	Alfândega	6	11	5	1	23
	Campanhã	2	1	0	0	3
	Fontainhas	6	2	2	1	12
Fora da zona core	Alfândega	13	14	5	0	32
	Campanhã	7	6	0	0	13
	Fontainhas	9	14	5	0	28
<b>Total</b>		<b>43</b>	<b>49</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>111</b>

Tabela 63 – População internacional estimada em época Escolar

# ANEXO 10 – MATRIZ OD PROCURA INTERNACIONAL (TRANSFERÊNCIA)

Época de Férias Escolares: 17:00 – 19:00h

Origem \ Destino	Destino																				Total Viagens (Origem)			
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Porto Boavista	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Gondomar	Maia	Matosinhos	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Linha do Minho	Linha do Peso da Régua	Suburbanos Porto - Norte	Suburbanos Porto - Sul	Z1	Z2	Z3		Z4		
Alfândega	-	0	-	5	47	2	2	1	1	3	0	41	2	3	0	2	2	2	2	3	0	118		
Campanhã	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Fontainhas	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
Porto Boavista	2	0	-																					
Porto Centro	43	0	-																					
Porto Ocidental	3	0	-																					
Porto Oriental	0	0	-																					
Gondomar	1	0	-																					
Maia	1	0	-																					
Matosinhos	3	0	-																					
Valongo	0	0	-																					
Vila Nova de Gaia - Zona 1	39	0	-																					
Vila Nova de Gaia - Zona 2	0	0	-																					
Linha do Minho	2	0	-																					
Linha do Peso da Régua	0	0	-																					
Suburbanos Porto - Norte	3	0	-																					
Suburbanos Porto - Sul	1	0	-																					
Z1	0	0	-																					
Z2	1	0	-																					
Z3	2	0	-																					
Z4	0	0	-																					
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>101</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																					<b>118</b>
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>																					<b>219</b>			

Tabela 64 – Matriz de procura potencial internacional em época de Férias Escolares (17:00h - 19:00h)

Época Escolar: 17:00 – 19:00h

Origem \ Destino	Destino																				Total Viagens (Origem)	
	Alfândega	Campanhã	Fontainhas	Gondomar	Linha Minho	Linha Peso da Régua	Maia	Matosinhos	Porto Centro	Porto Ocidental	Porto Oriental	Porto-Boavista	Suburbano Porto - Sul	Suburbanos Porto	Valongo	Vila Nova de Gaia - Zona 1	Vila Nova de Gaia - Zona 2	Z1	Z2	Z3		Z4
Alfândega	-	0	0	4	38	3	1	1	1	4	1	40	2	3	0	1	1	0	1	3	1	105
Campanhã	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fontainhas	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Porto Boavista	7	0	-																			
Porto Centro	40	0	-																			
Porto Ocidental	8	0	-																			
Porto Oriental	1	0	-																			
Gondomar	0	0	-																			
Maia	3	0	-																			
Matosinhos	5	0	-																			
Valongo	1	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 1	34	0	-																			
Vila Nova de Gaia - Zona 2	1	0	-																			
Linha do Minho	1	0	-																			
Linha do Peso da Régua	0	0	-																			
Suburbanos Porto - Norte	2	0	-																			
Suburbanos Porto - Sul	2	0	-																			
Z1	0	0	-																			
Z2	3	0	-																			
Z3	0	0	-																			
Z4	0	0	-																			
<b>Total de viagens (Destino)</b>	<b>109</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																			
	<b>109</b>																					
<b>Total Geral (Destino + Origem)</b>	<b>214</b>																					

Tabela 65 – Matriz de procura potencial internacional em época Escolar (17:00h - 19:00h)

## ANEXO 11 – MODELOS RODOVIÁRIOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

### MINI AUTOCARRO

Ao longo deste ponto apresentam-se os resultados da pesquisa realizada acerca dos modelos de veículos aplicáveis no sistema rodoviário, disponíveis no mercado, uns diretamente relacionados com sistema BRT outros de serviço convencional.

O modelo **GRT Vehicle**, da marca **ZF together**, é um pequeno autocarro autónomo com capacidade normal para 8 lugares sentados e 14 lugares em pé sendo que a sua capacidade máxima de lugares sentados é de 12 lugares complementado por 6 lugares de pé (Figura 90).



Figura 90 – Modelo GRT Vehicle da marca ZF together

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 6 044 mm;
- Largura: 2 104 mm;
- Altura: 2 784 mm.

O pavimento do seu interior está elevado 410 mm e que nos compartimentos dos passageiros atinge uma altura de aproximadamente 2 000 mm. A distância entre os eixos das rodas é de 3 700 mm, sendo a largura entre rodas do mesmo eixo de 1 580 mm. Quanto ao peso do veículo atinge os 4 500 kg e suporta uma carga útil máxima de 1 918 kg e um peso máximo de 6 418 kg. Por fim, para carregar a bateria dos 30% aos 80%, o veículo necessita de um tempo médio de 11 minutos. Relativamente às condições de operação, este veículo atinge uma velocidade máxima de 60 km/h, uma aceleração máxima de 0,80 m/s<sup>2</sup>, uma desaceleração normal/ travagem de emergência de 3,20 m/s<sup>2</sup> e opera num gradiente máximo de 10%, sendo recomendado um gradiente inferior a 6% nas suas operações normais.

O modelo **E-Palette**, da marca **Toyota**, é um pequeno autocarro autónomo com capacidade para até 20 passageiros (incluindo o condutor) sendo que, para o caso de mobilidade reduzida, este tem capacidade para até 4 cadeiras de rodas e 7 lugares em pé (Figura 91).



**Figura 91 – Modelo E-Palette da marca Toyota**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 5 255 mm;
- Largura: 2 065 mm;
- Altura: 2 760 mm.

A distância entre os eixos das rodas é de 4 000 mm, tem um alcance de 150 km e opera a uma velocidade de 19 km/h.

O modelo E-Palette da Toyota foi utilizado nos Jogos Olímpicos 2020 em Tóquio para transportar os atletas e membros das equipas dentro do recinto. No entanto, apesar deste veículo ser autónomo, ainda necessita de operadores responsáveis por todas as acelerações, travagens e paragens, estando prontos a intervir sempre que se justifique.

O modelo **Evo**, da marca **Navya**, é um pequeno autocarro autónomo com capacidade para 11 lugares sentados e 4 lugares em pé (Figura 92).



**Figura 92 – Modelo Evo da marca Navya**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 4 780 mm;
- Largura: 2 100 mm;
- Altura: 2 670 mm.

Para carregar a bateria, o veículo necessita de um tempo médio de 12 horas (230V AC *plug.* 16A) ou 6 horas (230V AC *plug.* 32A) e dispõe de uma autonomia de cerca de 9 horas. Quanto ao peso do veículo, este tem um peso vazio de 2 600 kg e suporta um peso máximo de 3 500 kg. Relativamente às condições de operação, atinge uma velocidade máxima de 25 km/h e opera num gradiente máximo de 18%. O veículo tem ar condicionado, botões de paragem de emergência, equipamento de segurança e uma rampa de acesso automática para permitir o acesso de pessoas de mobilidade reduzida. Por fim, o fabricante indica a opção de personalização do veículo para propósitos específicos, como, por exemplo, para a utilização do veículo em aeroportos.

O modelo **Apollo**, da marca **Baidu**, é um pequeno autocarro autónomo, sem informação disponível em relação à capacidade (Figura 93).



Figura 93 – Modelo Apollo da marca Baidu

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 4 330 mm;
- Largura: 2 150 mm;
- Altura: 2 715 mm.

Atinge uma velocidade máxima de 40 km/h, sendo recomendada uma velocidade de operação de 20 km/h.. Quanto ao peso do veículo, este tem um peso vazio de 2 400 kg e suporta um peso máximo de 3 500 kg. Este veículo vence um gradiente máximo de 25% e tem uma resistência de 130 km.

O modelo **Lift**, da marca **Ohmio**, é um pequeno autocarro autónomo, cujas características não são especificadas. No entanto, o fabricante afirma ter a opção de personalização do veículo para propósitos específicos (Figura 94).

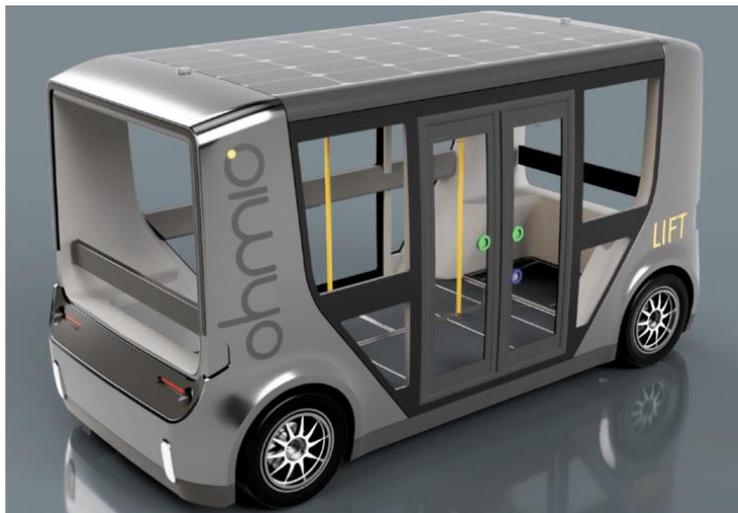


Figura 94 – Modelo Lift da marca Ohmio

### **STANDARD**

O modelo **leTram**, da marca **Irizar**, é veículo elétrico com duas versões distintas, uma menor e outra maior (articulado). Assim, a menor tem capacidade para até 105 passageiros, enquanto a maior acolhe até 145 passageiros (Figura 95).



Figura 95 - Modelo leTram da marca Irizar

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 12 160 mm ou 18 730 mm;
- Largura: 2 550 mm;
- Altura: 3 400 mm.

O pavimento do seu interior está elevado a 320 mm e, na sua versão menor, o veículo dispõe de 2 a 3 portas, enquanto na versão maior tem até 4 portas. Tem uma autonomia de 350 km e utiliza Íon de Lítio como tecnologia para as suas baterias, com uma potência nominal de 180 kw ou 240 kw (dependendo da versão).

Este modelo será integrado na frota de transporte público da Avanza a operar em Saragoça, num total de 68 autocarros, sendo que 51 destes serão de 12 metros (versão menor) e os restantes serão de 18 metros (versão maior articulada). Este primeiro autocarro 100% isento de emissões foi apresentado dia 30 de agosto de 2022 numa conferência de imprensa, na qual se iniciou o processo de modernização e eletrificação da rede de autocarros urbanos de Saragoça.

Para além destes modelos, temos ainda as soluções *standard* que apresentam como principal vantagem a flexibilidade de integração no território e no sistema de transportes.

O modelo **e.City Gold** da **Caetano Bus** é um veículo 100% elétrico e modelar com duas versões distintas, uma com 10,7 m e outra com 12 m. A versão menor tem uma capacidade até 64 passageiros e a maior até 87 passageiros (Figura 96.).



**Figura 96 – Modelo e.City Gold da Caetano Bus**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 10 740 mm ou 11 995 mm;
- Largura: 2 500 mm;
- Altura: 3 320 mm (baterias de carregamento noturno) ou 3 224 (baterias de carregamento rápido).

O veículo com chassis *low-floor* em aço de alta resistência dispõe de duas portas na sua versão menor e três portas na sua versão maior. Tem uma autonomia de 300 km e utiliza diferentes tipos de tecnologia nas suas baterias: NMC (lithium manganese cobalto oxide) até 385 kWh e LTO (lithium titanate oxide) até 100 kWh (pantógrafo).

Em Portugal, este modelo está presente nas cidades de Coimbra, Lisboa Braga e Porto. Internacionalmente, já chegou a Londres e a Frankfurt.

A empresa dispõe ainda de um modelo semelhante a este, o **H2.City Gold** (Figura 97), que é o novo autocarro elétrico da Caetano movido a hidrogénio. O H2.City Gold diferencia-se do modelo anterior na altura, que neste é de 3 458 mm e tem uma autonomia até 400 km. O sistema de célula de combustível é composto por tanques de hidrogénio e tem um tempo de carregamento estimado inferior a 9 minutos. Este veículo está limitado pela parca existência de postos de carregamento a hidrogénio. Em Portugal, apenas o município de Cascais tem um destes postos de carregamento.



**Figura 97 – Modelo H2.City Gold da Caetano Bus**

Este modelo foi testado em Paris em agosto de 2020 e implementado em Barcelona (Espanha) e em Bielefeld (Alemanha).

Outro modelo com especial interesse de ser referenciado, é o **E-Way** da **Iveco Bus**, 100% elétrico (Figura 98). Este modelo apresenta-se em três versões 9,50 m, 10,70 m e 180 m, passível ainda de ser otimizado para sistema BRT. O fabricante indica ainda que este modelo foi especialmente projetado para operar em vias dedicadas, desviando-se assim ligeiramente dos sistemas convencionais, sendo este também um modelo altamente personalizável.



**Figura 98 – Modelo E-Way da Iveco Bus**

O modelo **7900**, da marca **Volvo**, é um veículo 100% elétrico *standard*, disponível em 3 versões: 12 m de comprimento, 17,8 m de comprimento e 18,5 m de comprimento, com capacidade para 95, 150 e 145 passageiros, respetivamente, todos com 2 550 mm de largura e 3 300 mm de altura (Figura 99).



**Figura 99 – Modelo 7900 Elétrico da Volvo**

Posteriormente, este modelo foi equipado com numerosos sensores e controlos de navegação geridos por um sistema de inteligência artificial (IA) abrangente, integrado na *Volvo Autonomous Research Platform* e foi implementado em Singapura em 2019, pela Volvo Busese e a Universidade Tecnológica Nanyang com o objetivo de realizar testes no terreno com o primeiro autocarro elétrico autónomo de tamanho *standard*. O *Volvo Autonomous Research Platform* é um projeto resultante da iniciativa de cooperação com a Autoridade dos Transportes Terrestres (LTA) para desenvolver e realizar testes de autocarros autónomos em serviços com rota e horários fixos.

## **STANDARD AUTÓNOMO**

A Iveco Bus, juntamente com o fornecedor de tecnologia de condução autónoma EasyMile e outros parceiros<sup>23</sup>, desenvolveram, no âmbito do projeto STAR - Sistema de Transporte Autónomo Rápido (Rapid Autonomous Transport System), tecnologia para a automatização do autocarro, em 2017. O objetivo desta parceria foi “desenvolver o primeiro autocarro sem condutor, autónomo e completamente *standard*, capaz de funcionar em condições semelhantes ao funcionamento real, com um protótipo pronto em 2021”(Figura 100) (EuroTransporte, 2021).

Este veículo foi submetido a testes e desenvolvimentos rigorosos nas pistas de teste da Transpolis, bem como nas instalações de testes da Iveco Bus e EasyMile, em diferentes condições meteorológicas.

Ainda segundo a EuroTransporte, “inclui a incorporação do sistema de condução autónoma (ADS) no autocarro, permitindo-lhe estacionar repetidamente em estações com menos de 0,10 m”, melhorando assim a acessibilidade ao veículo. No que diz respeito às velocidades, os testes demonstraram que a tecnologia funciona igualmente bem em modo autónomo a uma velocidade de 40 km/h, embora testes adicionais tenham indicado que a tecnologia de localização multimodal do fornecedor

<sup>23</sup> Sector, Transpolis, ISAE-SUPAERO, Université Gustave Eiffel, Inria e Michelin.

de *software*, é também eficaz a velocidades autónomas superiores a 70 km/h. A relação entre o tamanho do veículo e a infraestrutura viária (V2X – *Vehicle to everything*) permitem ao autocarro antecipar as fases dos semáforos, o que significa paragens e arranques suaves, bem como um menor consumo de energia. Para além disso, a manobra e a precisão da paragem também permitem o estacionamento automático na garagem de recolha. (EuroTransporte, 2021).

Este é um veículo com cerca de 12 m de comprimento e capacidade até 100 passageiros que provou ser “viável para operações autónomas nas faixas de trânsito rápido de autocarros (BRT) bem como em locais privados”. (EuroTransporte, 2021).



Figura 100 – Protótipo veículo autónomo Iveco Bus e EasyMile<sup>24</sup>

O **E-ATAK** da **Karsen** (Figura 101) é um veículo 100% elétrico e autónomo com nível 4 de autonomia pensado para circular de forma autónoma sem necessidade de controlo humano, detetando condições de estrada e ambientais em rotas definidas. Dependendo dos recursos opcionais selecionados e da utilização da área da cadeira de rodas, a capacidade do veículo pode variar entre 47 e 52 passageiros (sentados e em pé).



Figura 101 – Modelo E-ATAK da Karsen

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

<sup>24</sup> <https://jornalstrada.com/noticias/autonomous-standard-city-bus-2/>

- Comprimento: 8 315 mm;
- Largura: 2 436 mm;
- Altura: 3 090 mm (baterias de carregamento noturno).

A altura do degrau tem 340 mm sem rebaixamento podendo ir aos 270 mm com rebaixamento. É equipado com baterias de alta voltagem da BMW Íon-lítio 360v -22 kWh e pode atingir uma autonomia até 300km e uma velocidade de 50 km/h.

A primeira exportação deste veículo aconteceu em fevereiro de 2022 para a cidade de Stavanger, na Noruega, sendo este o primeiro autocarro autónomo com este tipo de configuração e características.

## ANEXO 12 – MODELOS FERROVIÁRIOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Ao longo deste ponto apresentam-se os resultados da pesquisa realizada acerca dos modelos de veículos aplicáveis a uma solução ferroviária, disponíveis no mercado.

### LRT

O modelo **Corsair 71-921 Tram-Car**, da marca **PK Transport**, é um veículo ferroviário elétrico, de sistema de bitola estreita, com capacidade normal de 122 passageiros, com 29 lugares sentados, e capacidade máxima de 177 passageiros (Figura 102).



Figura 102 - Modelo Corsair 71-921 Tram-Car da marca PK Transport

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 20 500 mm;
- Largura: 2 300 mm;
- Altura: - mm.

Este veículo é composto por duas secções e quatro eixos. A sua cabine dispõe de um sistema integrado de controlo climático, sistema multimédia, tomadas USB e *routers* Wi-Fi.

Com um peso de 2 500 kg, atinge uma velocidade máxima de 70 km/h e permite a acessibilidade a pessoas de mobilidade reduzida, com dimensões compatíveis com a utilização de cadeira de rodas e é equipado com ar condicionado. Por fim, este veículo é indicado para áreas onde a procura de sistemas de transporte é irregular e elevada durante as horas de ponta, já que pode ser utilizado como uma carruagem de metro a pedido.

O modelo **ForCity Smart Artic X34**, da marca **Skoda**, é um veículo ferroviário elétrico, com capacidade para um total de 264 passageiros, sendo 104 lugares sentados (destes 64 são fixos e 40 são de recolher) (Figura 103).



**Figura 103 - Modelo ForCity Smart Artic X34 da marca Skoda**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 37 300 mm;
- Largura: 2 650 mm;
- Altura: 3 600 mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima de 80 km/h, sendo recomendada uma velocidade de operação de 70 km/h.. Quanto às condições técnicas deste veículo, o pavimento do seu interior está elevado a 420 mm, a distância entre os eixos das rodas é de 1 800 mm e necessita de uma curva mínima de 25 m e uma curva mínima horizontal de 250 m. Por fim, este veículo dispõe de lugar para bicicletas, cadeira de rodas e cadeira de bebé.

Este modelo está em circulação em vários países europeus, como é o caso da Finlândia, da Alemanha e da República Checa. De referir que, dependendo do local de operação, estes veículos apresentam características ligeiramente diferentes, adaptadas ao local em questão, principalmente no que toca ao *design* exterior e coloração.

O modelo **Citadis X05**, da marca **Alstom**, é um veículo ferroviário, com capacidade para um total de 294 passageiros (Figura 104



**Figura 104 - Modelo Citadis X05 da marca Alstom**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 33 420 mm;
- Largura: 2 400 mm;
- Altura: - mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima é de 70 km/h.

Este modelo opera em Atenas, com uma linha que se estende desde o centro de Atenas até à costa do mar Egeu, pela qual se estima uma utilização diária de mais de 60 000 passageiros.

## ANEXO 13 – MODELOS AUTOMÁTICOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

### CPT

#### **AERIAL ROPEWAY TRANSIT (ART)**

Características do CPT *top-supported*:

- Sistema apoiado em postes que podem ser projetados e construídos sob medida, com medidas de referência na ordem dos 20 metros de altura e distanciamento entre 100-300 m;
- Beneficia de canal segregado e automatização do serviço, o que permite que haja maior previsibilidade e fiabilidade do serviço;
- Custos muito reduzidos de montagem, associado a menos operações e reorganização urbana, e de operação, associado ao sistema centralizado de propulsão e redução da mão-de-obra (condutores);
- Grande rapidez de implementação, associado à construção com recurso a elementos pré-fabricados e poucas operações locais;
- Não compromete a continuidade e permeabilidade urbana, mas deve ser analisada a sua integração visual e infraestrutural;
- Compreende um sistema novo, para o qual se espera menos predisposição por parte da opinião pública;
- Impacte ambiental baixo (ao nível do ruído e das emissões);
- Elevada eficiência energética, associado ao sistema centralizado de propulsão, e possibilidade de operar de forma integralmente elétrica;
- Apresenta velocidades comerciais próximas dos sistemas BRT e LRT, ainda que a velocidade máxima seja inferior.

#### **GROUND ROPEWAY TRANSIT (GRT)**

A empresa com maior destaque neste setor com elevado número de soluções implementadas é a *Doppelmayr Cable Car GmbH*. Esta é uma das empresas do grupo *Doppelmayr/Garaventa*<sup>25</sup> que oferece serviços abrangentes, desde o projeto, criação e instalação bem como de manutenção e operações.

Os produtos desenvolvidos são adequados para distâncias até 9,0 km, dependendo das características do sistema, bem como da localização das estações, alinhamento do trajeto e frequência do serviço.

Este sistema é indicado para aeroportos, parques de diversões, conexões intermodais, entre outros. A empresa garante ainda que, um dos pontos fortes, assenta na elevada confiabilidade do sistema bem como nos custos iniciais e de manutenção mais reduzidos. Para além disto, proporciona sistemas individualizados e flexíveis.

No que diz respeito ao sistema *Cable Liner*, a empresa disponibiliza no mercado três soluções: *Cable Liner Single and Double Shuttle*; *Cable Liner Pinched Loope* o *Cable Liner Bypass*:

---

<sup>25</sup> A fusão das duas líderes e tradicionais fabricantes de teleféricos Doppelmayr e Garaventa deu-se em 2002, formando o Grupo Doppelmayr/ Garaventa. A tecnologia, que concedeu uma reputação mundial a essas duas companhias é desenvolvida em Wolfurt, Áustria e Goldau, Suíça.

- **Cable Liner Single and Double Shuttle**

Estas são as soluções mais simples e indicadas para distâncias até 3,0 km e entre 2 a 5 estações. A solução *Single Guideway Shuttle* permite a circulação apenas de um veículo numa via de guiamento e o veículo opera nos dois sentidos em vai-vem. Já o sistema *Double Guideway Shuttle* dispõe de duas vias de guiamento independentes, que possibilita ter dois veículos a circular em simultâneo, um em cada sentido. Este sistema está implementado em Las Vegas, Birmingham, Toronto, Doha, Moscovo e Luton com sistema *double* com distâncias que variam entre os 590 m e os 2 080 m e o sistema *single* na Cidade do México com uma extensão de 3 030 m.

Single

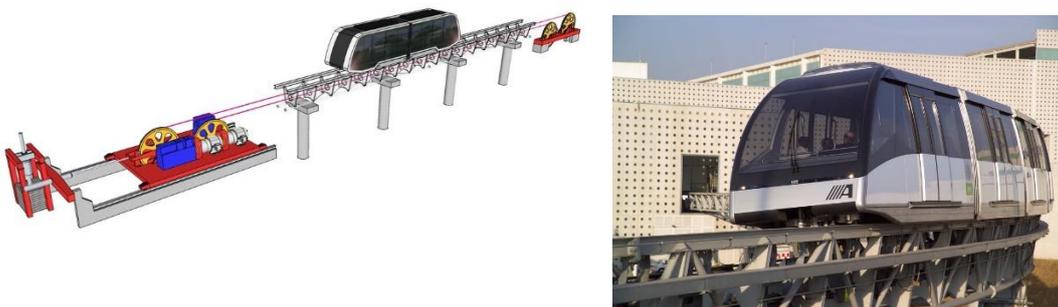


Figura 105 – Exemplo do sistema *Cable Liner Single*

Double

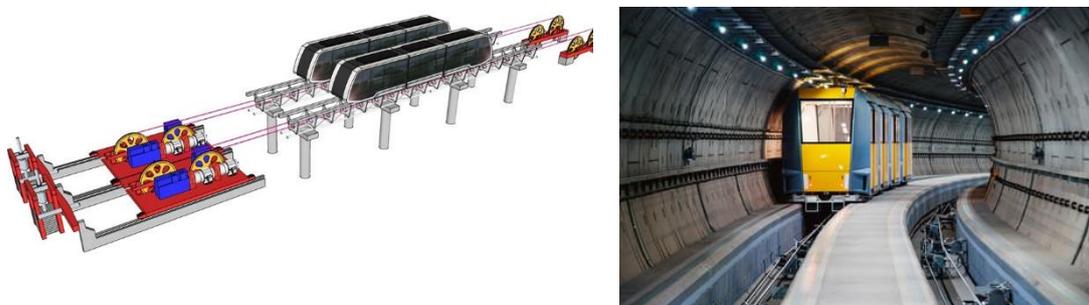


Figura 106 – Exemplo do sistema *Cable Liner Double*

- **Cable Liner Pinched Loop**

A configuração do sistema *Cable Liner Pinched Loop* permite aumentar a frequência da operação, uma vez que possibilita a circulação de três ou mais veículos devido ao sistema de múltiplos cabos que se unem e sobrepõem nas estações. Este sistema está implementado no aeroporto de Oakland e apresenta uma extensão de cerca de 5 000m.



Figura 107 – Exemplo do sistema *Cable Pinched Loop*

- **Cable Liner Bypass**

A configuração do sistema *Cable Liner Bypass* permite a circulação de dois veículos em simultâneo, em sentidos opostos, com um ponto de interseção onde realizam a passagem um pelo outro sem interrupções. Este sistema encontra-se implementado em Veneza, numa extensão de cerca de 850 m.

Em Portugal, esteve em funcionamento entre 2004 e 2015 um sistema semelhante – o SATU Oeiras –, que operava ao longo de 1,15 km entre Paço de Arcos e a Estação do Fórum.

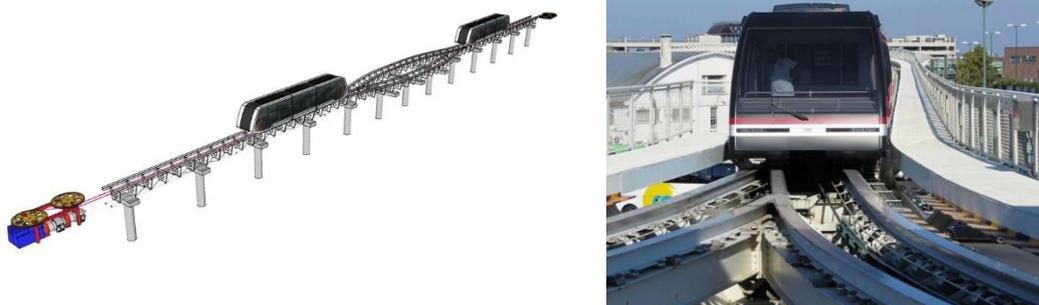


Figura 108 – Exemplo do sistema *Cable Liner Bypass*

Os modelos CPT Cable Liner existentes no mercado variam de acordo com o projeto onde são implementados. Não foram encontradas especificações técnicas standardizadas dos veículos para além das já mencionadas anteriormente relativamente ao modo de propulsão. Na Tabela 66 encontram-se sintetizados os sistemas implementados pela *Doppelmayr*.



Las Vegas (1999)



Birmingham (2003)



Toronto (2006)



México (2007)



Las Vegas (2009)



Caracas (2009)



Veneza (2010),



Oakland (2014)



Doha (2015)



Moscovo (2018)



Luton (2021).

Figura 109 – Ilustração dos sistemas sintetizados na Tabela 65. Las Vegas (1999), Birmingham (2009), Toronto (2006), México (2007), Las Vegas (2009), Caracas (2009), Veneza (2010), Oakland (2014), Doha (2015), Moscovo (2018), Luton (2021).

Cidade	Início da Operação	Designação	Cliente	Distância (km)	Configuração	Velocidade de operação (km/h)	Frequência (min.)	Tempo de paragem (seg.)	Guiamento	Capacidade do sistema	Estações (nº)	Veículos	Capacidade dos veículos
Las Vegas	1999	Las Vegas Mandalay Tram	MGM Mirage Group	0,84	Cable Liner Double Shuttle	36,0	00:03:40	00:00:50	Elevated steel truss	(1) 1300 pphpd* (2) 1900 pphpd*	(1) 4 (2) 2	Two 5-car trains	160 passageiros/veículo
Birmingham	2003	Birmingham International Airport Air-Rail Link	Birmingham Internacional Airport	0,59	Cable Liner Double Shuttle	36,0	00:02:00	00:00:30	Elevated steel truss on concret superstructure	1600 pphpd	2	Two 2-car trains	54 passageiros/veículo
Toronto	2006	Toronto Pearson International Airport Terminal Link	Greater Toronto Airports Authority	1,48	Cable Liner Double Shuttle	43,2	00:04:10	00:00:26	Elevated steel truss	2500 pphpd	3	Two 7-cars trains	175 passageiros/veículo
México	2007	Mexico City International Airport Aerotrén	Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México	3,03	Cable Liner Single Shuttle	45,0	00:11:00	00:01:00	Elevated steel truss	600 pphpd (pode ir até 800 pphpd)	2	One 4-car train	100 passageiros/veículo
Las Vegas	2009	Las Vegas CityCenter Tram	MGM Mirage Group	0,62	Cable Liner Double Shuttle	38,8	00:02:30	00:00:24	Elevated steel truss	3300 pphpd	3	Two 4-car trains	132 passageiros/veículo
Caracas	2009	Caracas Cabletren Bolivariano	Metro de Caracas	2,10	Cable Liner Pinched Loop	46,8	00:04:10	00:00:40	Elevated steel truss	3000 pphpd	5	Four 4-car trains	210 passageiros/veículo
Veneza	2010	People Mover Venezia	Agenzia Veneziana della Mobilità SpA	0,85	Cable Liner Bypass	28,8	00:04:00	00:00:30	Elevated steel girder	3000 pphpd	3	Two 4-car trains	200 passageiros/veículo
Oakland	2014	Oakland Airport Connector	Bay Area Rapid Transit	5,00	Cable Liner Pinched Loop	40,4	00:04:40	00:00:58	Elevated steel truss	1500 pphpd	3	Four 3-car trains	113 passageiros/veículo
Doha	2015	Doha Hamad International Airport Train	New Doha International Airport	0,77	Cable Liner Double Shuttle	45,0	00:01:50	00:00:44	Steel running surface on pods in a concrete trough	6300 pphpd	2	Two 5-car trains	192 passageiros/veículo
Moscovo	2018	Moscow Sheremetyevo Airport Inter-Terminal Transit	Sheremetyevo Internation Airport	2,08	Cable Liner Double Shuttle	50,4	00:03:45	00:00:30	Concrete-Steel Hybrid	1700 pphpd	2	Two 4-car trains	108 passageiros/veículo
Luton	2021	London Luton Airport Direct Air-Rail Transit (Luton DART)	London Luton Airport Limited	2,08	Cable Liner Double Shuttle	50,4	00:03:45	00:00:45	Steel running surface on H-Frames installed on a continuous a concrete slab	2700 pphpd	2	Two 4-car trains	170 passageiros/veículo

**Tabela 66 – Sistemas implementados pela Doppelmayr e respetivas caraterísticas**

## METRO

O modelo **Heavy Industries Crystal Mover C810A**, da marca **Mitsubishi**, é um tipo de metro autónomo com pneu de borracha que pode ser composto por uma ou duas carruagens, com capacidade para 18 lugares sentados por carruagem, no modelo da 1ª geração, ou 14 lugares sentados por carruagem, no modelo da 2ª geração (Figura 110).



Figura 110 - Modelo Heavy Industries Crystal Mover C810A da marca Mitsubishi

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 11 840 mm;
- Largura: 2 690 mm;
- Altura: 3 610 mm.

Este veículo tem um peso de 14,90 t e atinge a velocidade máxima de 80 km/h, sendo recomendada uma velocidade máxima de operação de 70 km/h. Para o caso de emergência, o veículo está equipado com um botão de paragem e intercomunicadores para poder entrar em contacto com o *staff*.

Este modelo está em operação em duas linhas distintas em Singapura, nomeadamente as linhas Sengkang LRT e Punggol LRT, que iniciaram a sua operação em 2003 e 2005, respetivamente. Estas linhas operam de forma completamente autónoma num caminho do tipo *loop* em forma de borboleta, com 14 estações distribuídas pelos 10,70 km do percurso e com 15 estações distribuídas pelos 10,30 km do percurso, respetivamente.

O modelo **People Mover P8**, da marca **Intamin**, é um ferroviário com opção de autonomia, composto por carruagens, sendo possíveis configurações desde 2 a 10 carruagens, com capacidade entre 60 e 300 lugares (Figura 111).



**Figura 111 - Modelo People Mover P30 da marca Intamin**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 10 000 mm a 38 000 mm;
- Largura: 2 000 mm;
- Altura: 2 100 mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima de 40 km/h e é equipado com ar condicionado. É recomendado um gradiente máximo entre 8% a 10%, um raio mínimo de curva de 20 m.

Este veículo está a ser utilizado em várias cidades de países distintos, como é o caso de Shenzhen e Xi'an, na China, e Calabar, na Nigéria. De referir que, dependendo do local de operação, estes veículos apresentam características ligeiramente diferentes, adaptadas ao local em questão.

O modelo **Innovia Metro 300**, da marca **Bombardier Transportation**, é um veículo ferroviário autónomo, composto por 4 carruagens, com capacidade para 30 lugares sentados por carruagem (Figura 112).



**Figura 112 - Modelo Innovia Metro 300 da marca Bombardier Transportation**

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 68 100 mm;

- Largura: 2 650 mm;
- Altura: - mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima de 90 km/h, sendo recomendada uma velocidade máxima de operação de 80 km/h.. Quanto às condições técnicas, este veículo opera num gradiente máximo de 6,25 %, necessita de um raio mínimo da curva de 70 m e a bitola é de 1 435 mm. Tem uma aceleração e travagem de 1,00 m/s<sup>2</sup>, sendo a travagem de emergência de 2,40 m/s<sup>2</sup>. Por fim, o peso de cada carruagem vazia é de 21 000 kg, a distância entre os eixos das rodas é de 1 900 mm e dispõe de espaço para caseira de rodas.

Em 24 de agosto de 2020, a Bombardier Transportation anunciou que concluiu os trabalhos de montagem local do primeiro lote de 27 veículos deste modelo, encomendados em outubro de 2017 para a linha Kelana Jaya Light Rail Transit (LRT) em Kuala Lumpur.

O modelo **Driverless**, da marca **Hitachi**, é um veículo ferroviário autónomo, composto por 2 a 4 carruagens, com capacidade entre 24 e 96 lugares sentados e 224 a 438 lugares em pé, respetivamente (Figura 113).



Figura 113 - Modelo Driverless da marca Hitachi

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 28 560 mm a 50 500 mm;
- Largura: 2 650 mm;
- Altura: - mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima de operação entre 60 km/h e 100 km/h, dependendo do local de implementação, e a bitola é de 1 435 mm.

Este veículo está a ser utilizado em várias cidades de países distintos, como é o caso de Copenhaga na Dinamarca, implementado em três linhas diferentes, Milão em Itália e Riyadh na Arábia Saudita. De referir que, dependendo do local de operação, estes veículos apresentam características ligeiramente diferentes, adaptadas ao local em questão.

## VAL - VÉHICULE AUTOMATIQUE LÉGER

O modelo **Cityval/ Airval**, da marca **Siemens**, é um pequeno autocarro autónomo composto por carruagens, sendo possíveis configurações desde 2 a 9 carruagens, com capacidade para 24 lugares sentados por carruagem (Figura 114).



Figura 114 – Modelo Cityval/ Airval da marca Siemens

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

- Comprimento: 11 200 mm;
- Largura: 2 650 mm ou 2 800 mm;
- Altura: 3 615 mm.

Este veículo atinge uma velocidade máxima de 80 km/h, com uma aceleração/ paragem de serviço de 1,30 m/s<sup>2</sup>. Quanto às condições técnicas, opera num gradiente máximo de 12%, sendo recomendado um gradiente máximo de 10% nas suas operações normais e necessita de um raio mínimo horizontal da curva de 30m/ 17m e um raio mínimo vertical da curva de 20 m. O sistema assenta numa calha no pavimento que garante o guiamento e o abastecimento elétrico. Por fim, este veículo dispõe de Wi-Fi, sistema de informação dinâmico e evacuação pela parte da frente.

## OUTROS MODELOS

O veículo **Vectus PRT**, da marca **TDI**, é um pequeno veículo ferroviário elétrico autónomo com capacidade entre 6 e 8 lugares sentados e 6 lugares em pé (Figura 115).



Figura 115 – Modelo Vectus PRT da marca TDI

Relativamente às suas dimensões, este veículo apresenta as seguintes características:

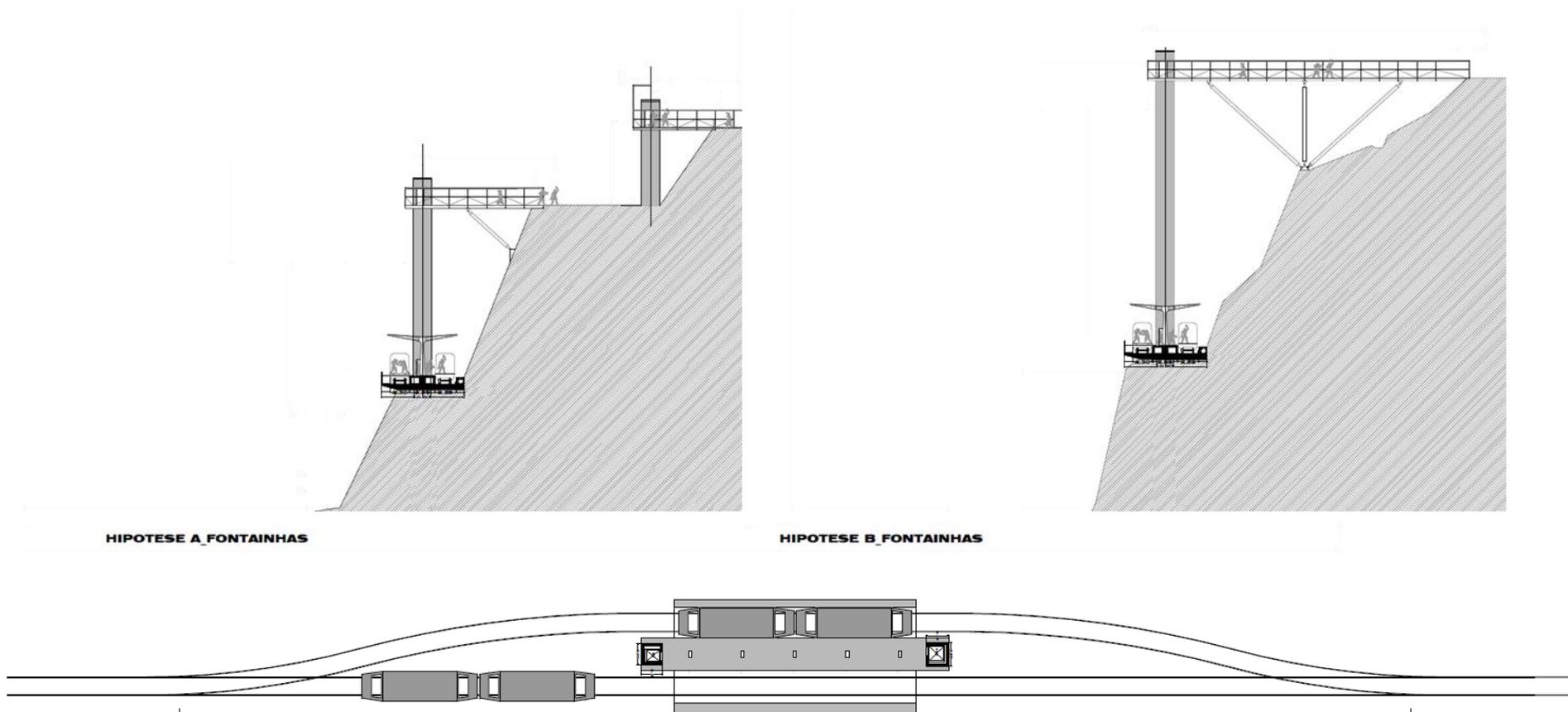
- Comprimento: 3 740 mm;
- Largura: 2 100 mm;
- Altura: 2 500 mm.

# ANEXO 14 – ESTAÇÃO ALFÂNDEGA



## ANEXO 15 – ESTAÇÃO FONTAÍNHAS

Nesta simulação considerou-se um elevador superior e outro inferior de 10 e 6 pessoas respetivamente, sendo que o primeiro sobe destacado da encosta com uma estrutura apenas sugerida e o segundo desce em poço pelo interior do solo com uma ligação ao passeio por túnel.



## ANEXO 16 – OPERAÇÃO ESTIMADA EM HPM

### Solução Rodoviária

Campanhã-Alfândega			Tempo suporte	Alfândega-Campanhã			Tempo suporte
Veículo	Campanhã	Alfândega		Veículo	Alfândega	Campanhã	
A	08:00:00	08:06:51	00:09:09	C	08:00:00	08:06:51	00:09:09
B	08:08:00	08:14:51	00:09:09	D	08:08:00	08:14:51	00:09:09
C	08:16:00	08:22:51	00:09:09	A	08:16:00	08:22:51	00:09:09
D	08:24:00	08:30:51	00:09:09	B	08:24:00	08:30:51	00:09:09
A	08:32:00	08:38:51	00:09:09	C	08:32:00	08:38:51	00:09:09
B	08:40:00	08:46:51	00:09:09	D	08:40:00	08:46:51	00:09:09
C	08:48:00	08:54:51	00:09:09	A	08:48:00	08:54:51	00:09:09
D	08:56:00	09:02:51	00:09:09	B	08:56:00	09:02:51	00:09:09
A	09:04:00	09:10:51	00:09:09	C	09:04:00	09:10:51	00:09:09

Frequência		00:08:00
Total de circulações HPM	Ida	8
	Volta	8
Total de km em produção ida e volta / dia		443
Nº de veículos		4 por sentido
Nº de passageiros		150

Tabela 67 – Operação estimada em HPM para a solução rodoviária

### Solução Ferroviária

Campanhã-Alfândega			Tempo suporte	Alfândega-Campanhã			Tempo suporte
Veículo	Campanhã	Alfândega		Veículo	Alfândega	Campanhã	
A	08:00:00	08:05:53	00:09:07	B	08:00:00	08:05:53	00:09:07
B	08:15:00	08:20:53	00:09:07	A	08:15:00	08:20:53	00:09:07
A	08:30:00	08:35:53	00:09:07	B	08:30:00	08:35:53	00:09:07
B	08:45:00	08:50:53	00:09:07	A	08:45:00	08:50:53	00:09:07
A	09:00:00	09:05:53	00:09:07	B3	09:00:00	09:05:53	00:09:07

Frequência		00:15:00
Total de circulações HPM	Ida	4
	Volta	4
Total de km em produção ida e volta / dia		356
Nº de veículos		1 por sentido (2 veículos)
Nº de Passageiros/hora/sentido		412

Tabela 68 – Operação estimada em HPM para a solução ferroviária

**TR EN MO**