ESTUDO DE TRÁFEGO PARA O PLANO DE PORMENOR DA ESTAÇÃO DE COIMBRA

JUNHO DE 2024

Preparado por:

ACIV - Associação para o Desenvolvimento da Engenharia Civil

Preparado para:

Câmara Municipal de Coimbra

EQUIPA TÉCNICA

Luís Vasconcelos

Eng.º Civil, Prof. Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu
Instituto Politécnico de Viseu
(coordenação)

João Bigotte

Eng.º Civil, Prof. Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Estudo desenvolvido por intermédio da ACIV

ACIV - associação para o desenvolvimento da engenharia civil
Departamento de Engenharia Civil da F.C.T.U.C. * Rua Luís Reis Santos* Pólo II da Universidade de Coimbra * Pinhal de Marrocos
3030-788 Coimbra * Portugal
Telf.: + 351 239 797 113 * e-mail: aciv@dec.uc.pt
Nº Contribuinte: 505.448.173

Assinado por: **António Luís Pimentel Vasconcelos**
Num. de Identificação: 09074608
Data: 2024.07.03 16:34:38+01'00'

Assinado por: **João Miguel Fonseca Bigotte**
Num. de Identificação: 11460728
Data: 2024.07.03 21:53:59+01'00'

INDICE

1 INTRODUÇÃO 5

1.1 Enquadramento 5

1.2 Metodologia adotada 6

2 ÁREA DE ESTUDO E REDE VIÁRIA ENVOLVENTE 7

3 RECOLHA DE DADOS 10

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE MICROSSIMULAÇÃO 12

4.1 Introdução 12

4.2 Modelação da rede viária 13

4.3 Caracterização da procura 14

4.4 Calibração e validação 17

4.5 Indicadores de desempenho 19

4.6 Considerações finais 20

5 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL 20

5.1 Considerações gerais 20

5.2 Rotundas de Vale Figueiras / Fucoli 24

5.3 Viaduto da Casa do Sal e Açude-Ponte 24

5.4 Rotunda e Cruzamento da Casa do Sal 25

5.5 Rotunda do Almegue 26

5.6 Rotundas da Estação / Choupal e Rua do Padrão 27

6 A ÁREA DE INTERVENÇÃO 28

6.1 Caracterização geral da área de intervenção 28

6.1.1 Uso do Solo 28

6.1.2 Solução viária 30

6.2 Quantificação e caracterização da procura 32

6.2.1 Procura associada ao bairro da estação 32

6.2.2 Procura associada à nova estação 33

6.2.2.1 Procura atual 34

6.2.2.2 Procura futura 35

6.2.3 Crescimento natural do tráfego 36

6.2.4 Ajustamento da matriz OD 37

7 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA REDE 38

7.1 Considerações gerais 38

7.2 Cenário base de curto prazo (2030-A) 38

7.3 Cenário alternativo de curto prazo (2030-B) 41

7.4 Cenário de longo prazo 43

7.4.1 Intervenção minimalista (2040-A) 43

7.4.2 Anel à Pedrulha (2040-B) 45
7.4.3 Nova ponte do IC2 49
7.4.3.1 Ligações de nível no Almegue (2040-C) 50
7.4.3.2 Nó de ligação no Almegue (2040-D) 53
7.4.3.3 Ajustamento da capacidade na Casa do Sal (2040-E) 55
8 CONCLUSÕES 57

ANEXO 1 – Contagens de tráfego

ANEXO 2 – Notas da calibração do modelo

ANEXO 3 – Matrizes OD na hora de ponta da manhã (HPM)

ANEXO 4 – Demoras médias por zona (centróide)

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O presente estudo de tráfego aplica-se à área abrangida pelo Plano de Pormenor (PP) da Estação de Coimbra e sua envolvente, cujo aviso foi publicado na 2.ª série do DR, n.º 7075/2023, em 05.04.2023. De acordo com o documento "Definição de oportunidade, termos de referência e qualificação para efeitos de sujeição a avaliação ambiental estratégica", o Plano tem o potencial de alterar de forma muito significativa a mobilidade na área alargada de intervenção, nomeadamente: promover a articulação com estudos e compromissos existentes (retificação do traçado do IC2 e nova ponte sobre o Mondego; Sistema de Mobilidade do Mondego); construção de uma gare intermodal que associe e articule os diferentes modos de transporte; promover acessibilidades adequadas, nomeadamente a articulação com infraestruturas viárias: IC2, Circular urbana, Anel da Pedrulha, EN 111-1 e reformulação da Casa do Sal.

Este trabalho consiste, no essencial, na atualização do estudo "Gestão de Tráfego aplicado à Nova Estação Intermodal de Coimbra", promovido pela Câmara Municipal de Coimbra e elaborado pela ACIV em 2012. A atualização do estudo justifica-se, principalmente, pela decisão recente de localizar a estação da Alta Velocidade na zona da atual estação Coimbra B e pela alteração do nível de gestão urbanística aplicável, de Plano de Urbanização para Plano de Pormenor. Justifica-se também pela evolução das políticas de urbanismo e mobilidade do Município de Coimbra, que procuram privilegiar os modos sustentáveis e a qualidade do espaço urbano.

Este estudo de tráfego visa essencialmente habilitar as entidades competentes dos elementos necessários a efetuar uma correta avaliação do impacte previsível em termos das alterações da infraestrutura viária e da procura do tráfego na rede viária envolvente ao Plano de Pormenor (PP) que se relacionam com as diferentes dinâmicas que envolvem o espaço em estudo.

Na definição de cenários de evolução previsível da procura, é tida em consideração a entrada ao serviço do Sistema de Mobilidade do Mondego (SMM). O estudo tem ainda em conta que a estação intermodal deverá procurar articular e interligar os diferentes modos de transporte que procuram a estação, designadamente o transporte ferroviário (Alta Velocidade e Serviço Convencional), o MetroBus (do SMM), o modo rodoviário individual e coletivo (transportes urbanos, suburbanos e expresso, táxis e privados), assim como os modos ciclável e pedonal.

1.2 Metodologia adotada

O desenvolvimento do estudo seguiu três fases fundamentais:

Na **fase inicial**, o trabalho centrou-se no enquadramento territorial do plano de pormenor e na recolha de dados necessários à construção de uma plataforma de análise de tráfego, com potencial para simular e comparar a situação atual e alternativas futuras. Face à complexidade da rede viária envolvente, optou-se por um modelo de microssimulação de tráfego para avaliar as condições de circulação nos diferentes elementos da infraestrutura viária.

Para construir, calibrar e validar o modelo, foi necessário recolher dados de tráfego de diferentes tipos em pontos estratégicos da rede. Esses trabalhos decorreram entre setembro e outubro de 2023. Com base na análise dos resultados do modelo (coerente com a verificação visual do funcionamento da rede), procedeu-se à caracterização da situação atual (cenário base), com especial atenção aos nós da Casa do Sal e do Almegue.

A **segunda fase** do estudo incidiu sobre a estimação dos fluxos de tráfego gerados pela área delimitada pelo PP, incluindo a estação intermodal, durante o pico da rede viária da cidade (hora de ponta da manhã) num dia útil de normal funcionamento, através do seguinte procedimento:

1. Caracterizou-se o uso do solo em toda a área de intervenção, tendo por base a informação disponível no PP. Perante a inexistência de índices de geração adaptados à realidade nacional, recorreu-se a índices de dimensionamento estrangeiros referenciados em bibliografia da especialidade;
2. Estimou-se o crescimento natural de tráfego, associado a fatores externos, bem como os níveis de tráfego associados aos vários modos de transporte a serem servidos pela nova estação, tendo por base a procura observada nos atuais terminais rodoviários e na estação Coimbra B;
3. Avaliou-se do efeito que a entrada em serviço do MetroBus terá sobre as deslocações em transporte individual para diferentes zonas da cidade.

A **terceira fase** consistiu na simulação e comparação dos cenários indicados no Quadro 1. O cenário base, da fase inicial (**2023**), serviu para calibrar e validar o modelo e para quantificar o desempenho da rede na situação atual. Através da comparação de dois cenários de 2030 (**2030-A** e **2030-B**) avaliou-se o impacto a curto prazo do desenvolvimento parcial do PP e da entrada em funcionamento dos serviços da alta velocidade e do MetroBus. O cenário de longo prazo, para 2040, foi estabelecido para avaliar o efeito do desenvolvimento integral do PP na rede viária e

serviu de base à comparação de medidas mitigadoras e/ou estruturantes, nomeadamente a construção do Anel à Pedrulha e a nova ponte do IC2, a que correspondem diferentes subcenários (**2040-A** a **2040-E**).

Quadro 1 – Cenários de análise

Modelo	Descrição	Componentes
2023	Cenário base	• Rede viária atual • Procura atual
2030-A	Cenário referencial de curto prazo ("do-nothing")	• Rede viária atual • MetroBus em serviço • Alta velocidade em serviço (Carregado – Porto) • Procura ajustada para levar em conta a evolução natural do tráfego
2030-B	Cenário alternativo de curto prazo ("do-something")	• Rede viária prevista no PP • MetroBus em serviço • Alta velocidade em serviço (Carregado – Porto) • Procura ajustada para levar em conta a evolução natural do tráfego e o desenvolvimento parcial (30%) do PP
2040	Cenário de longo prazo	• Rede viária prevista no PP • MetroBus em serviço • Alta velocidade em serviço (Lisboa – Aeroporto do Porto) • Procura ajustada para levar em conta a evolução natural do tráfego e o desenvolvimento integral do PP

Neste estudo não se avalia explicitamente a mobilidade suave, a qual é um tema central do PP. As análises incidiram sobre a rede de suporte à circulação motorizada, cujo desenho foi condicionado para acomodar trajetos pedonais e cicláveis o mais diretos e confortáveis possível, o que passa por diminuir tanto quanto possível o espaço de circulação e estacionamento alocado aos automóveis e baixar os volumes de tráfego e os níveis de congestionamento.

2 ÁREA DE ESTUDO E REDE VIÁRIA ENVOLVENTE

A área do Plano de Pormenor é delimitada a norte pelos Campos do Bolão; a este pelos bairros do Loreto/ Pedrulha, Rua do Padrão / encosta de Monte Formoso e Vale de Coselhas; a sul pelp Açude-Ponte e encosta do Almegue, e a poente pelo Choupal e terrenos agrícolas (Figura 1). Nesta área confluem vários eixos viários que se enquadram em dois grandes níveis hierárquicos:

Primeiro Nível

- Itinerário Complementar n.º 2 (IC2), troço entre Pedrulha e Cruz dos Morouços , integrado na Rede Nacional Complementar. Esta estrada, não sendo portajada, é a principal alternativa à autoestrada A1 para deslocações norte-sul com origem e destino fora de Coimbra; é também uma via essencial para as deslocações para o centro de Coimbra a partir dos núcleos residenciais das zonas norte, poente e sul do concelho;
- EN 341 (Via Rápida de Taveiro), estabelece a ligação à A1 e é ainda o principal meio de acesso ao centro de Coimbra para os residentes das freguesias do quadrante poente do concelho (São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades, Taveiro, Ameal e Arzila), sendo ainda uma alternativa à EN 111-1 e à A14 a partir de Montemor-o-Velho e Carapinheira;
- Circular de Coimbra, que na envolvente da área do PP inclui a Av. da Guarda Inglesa, o Açude-Ponte e o troço Casa do Sal – Fucoli, de onde diverge para a Circular Interna que serve a zona de Celas e os Hospitais, e para a Circular Externa. A Circular e o IC2 partilham o troço do Açude-Ponte.

Segundo Nível

- EN 111-1, eixo preferencial de acesso ao centro de Coimbra a partir das localidades que se desenvolveram ao longo do seu eixo (Carapinheira, Tentúgal, S. Silvestre, São João do Campo, Geria), bem como de Ançã e Antuzede;
- R. Manuel de Almeida e Sousa, atualmente encerrada devido a obras, serve os bairros do Loreto e da Relvinha e o núcleo residencial / industrial da Pedrulha;
- EM 537 (Estrada de Eiras), serve a Urbanização do Gorgulão, o bairro da Relvinha, o bairro de S. Miguel e o parque industrial de Eiras, e estabelece a ligação ao IC2 através do nó da Pedrulha;
- R. Cidade de Poitiers, eixo preferencial de ligação dos bairros do Monte Formoso e Ingote à baixa;
- R. de Aveiro, serve a zona alta de Coimbra, entre a Conchada e a Praça da República;
- Av. Fernão de Magalhães, liga a Casa do Sal à baixa da cidade; o acesso à alta está atualmente condicionado devido a obras na Av. Sá da Bandeira.

A área de estudo no âmbito do presente trabalho extravasa aquela que é a área integrada no Plano de Pormenor. A sua delimitação foi definida de modo a permitir avaliar os impactos, não só relacionados com a implementação da nova estação intermodal, mas também de outras intervenções/alterações previstas para a rede viária estruturante da cidade de Coimbra, e que

podem alterar de forma significativa as condições de mobilidade na cidade em geral e em particular na zona norte. Um particular destaque será dado aos pontos críticos da atual rede rodoviária urbana, entre os quais se destacam a Rotunda da Fucoli, e os designados nós da Casa do Sal e do Almegue. Nesse contexto, a área de estudo abrange a rede viária envolvente passível de ser afetada diretamente pelas intervenções previstas no médio /longo prazo para a rede viária estruturante envolvente.

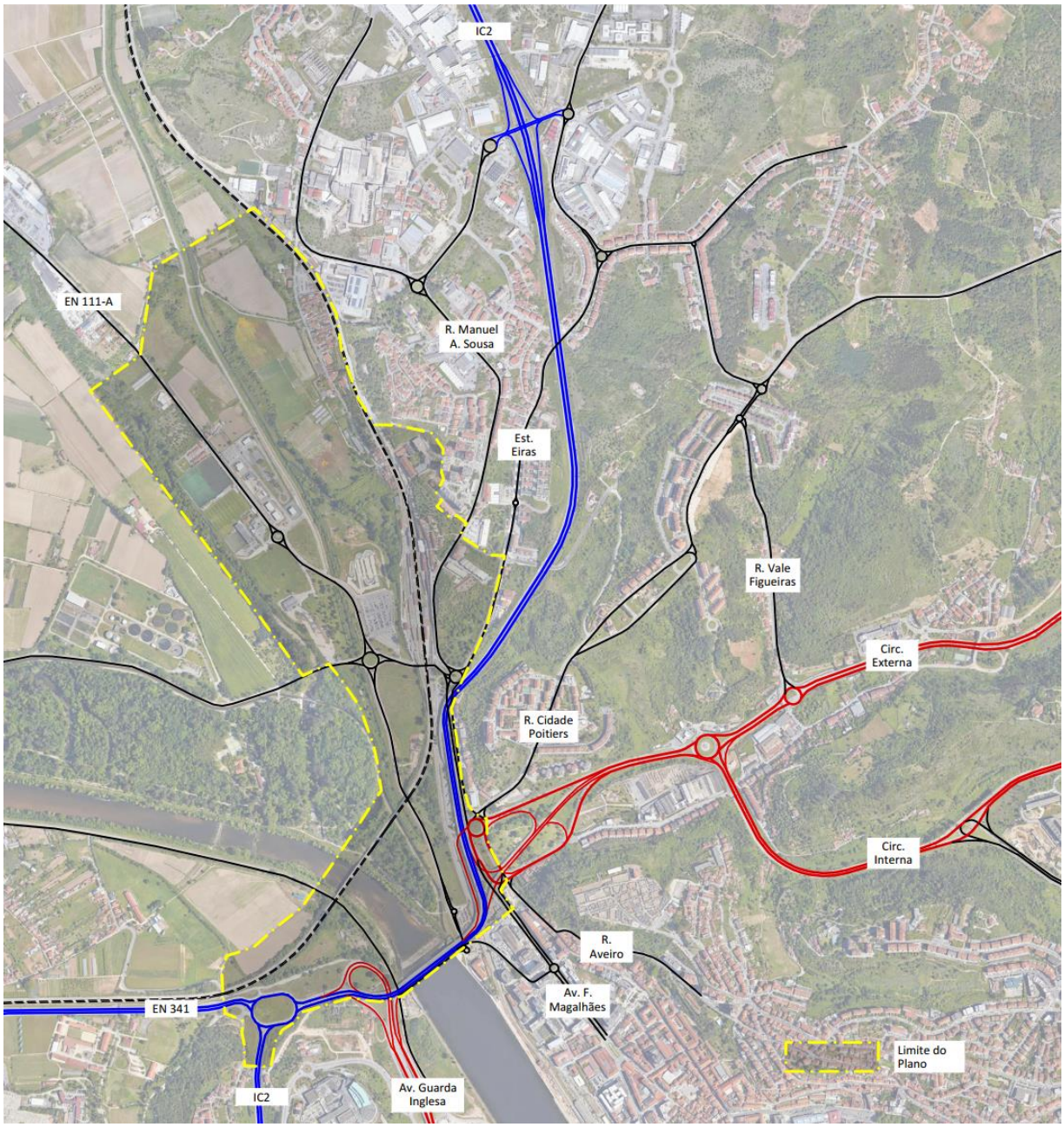


Figura 1 - Área do PP e rede viária envolvente

3 RECOLHA DE DADOS

Tendo em vista a atualização da matriz origem-destino (OD) obtida no estudo de 2012, realizaram-se várias sessões de recolha de dados de tráfego que abrangeram toda a área de estudo. Os postos foram definidos de modo a intersetar a maior parte das viagens que se perspetiva serem afetadas pelas intervenções em análise (Figura 2). Dada a extensão das filas observadas a montante da rotunda do Almegue, tanto na EN 341 como no IC2, realizaram-se contagens adicionais em secções não congestionadas (a montante) dos mesmos eixos. As sessões decorreram entre 11 de setembro e 11 de outubro de 2023 e incidiram no período de ponta da manhã (8h00 – 9h00) de dias úteis, por se considerar ser este o período mais desfavorável em termos de condições de funcionamento do sistema de transportes urbano.

Considerando a complexidade das interseções selecionadas, adotaram-se dois métodos distintos de recolha de dados (Figura 3). Nas rotundas de pequena dimensão e nos postos em secção, obtiveram-se os fluxos direcionais de forma convencional, tendo por base os vídeos de câmaras colocadas à superfície. Nas rotundas de grande dimensão e nas interseções complexas, obtiveram-se as matrizes OD locais e os fluxos em secção através de análise em aplicação informática (ai.datafromsky.com) de vídeos de drone.

Nos casos em que se observaram interseções contíguas, os fluxos dos eixos de ligação são redundantes; apesar de todas as contagens terem sido realizadas em condições semelhantes (mesma hora, dias úteis, sem registo de incidentes), em alguns casos os valores homólogos diferem significativamente, refletindo a variabilidade natural diária e o efeito que pequenas perturbações exercem no normal escoamento do tráfego. Os resultados detalhados deste processo são indicados no Anexo 1.

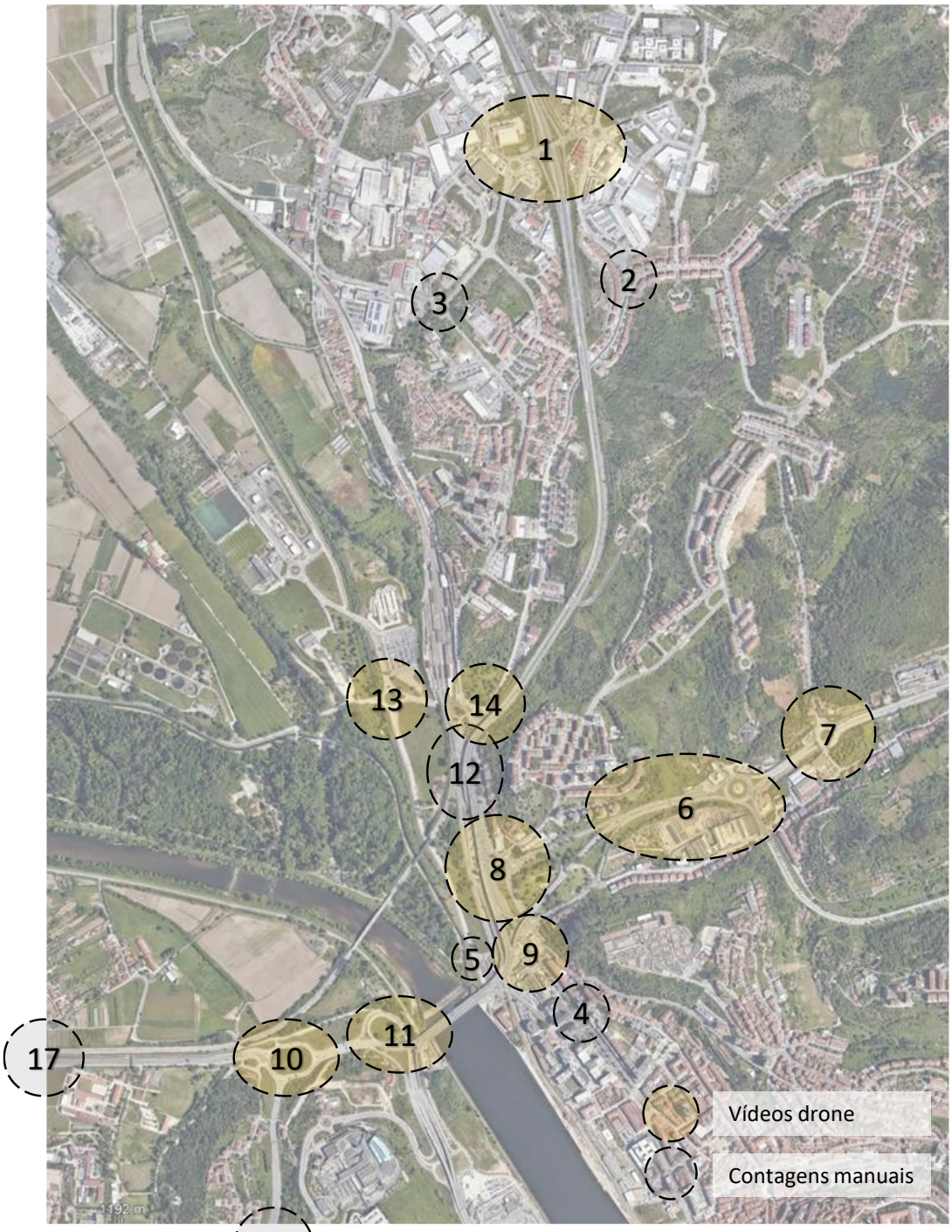


Figura 2 - Postos de contagem de tráfego

Figura 3 – Métodos de recolha de dados: esq.: contagens manuais com apoio de registo vídeo à superfície; dta: processamento por aplicação informática de vídeos de drone

4 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE MICROSSIMULAÇÃO

4.1 Introdução

A avaliação das condições de circulação da rede viária envolvente à estação foi suportada pela construção de um modelo de microssimulação de tráfego baseado na aplicação Aimsun (v. 8.1.6). Este capítulo apresenta de forma sumária o processo de construção e de validação do modelo de simulação microscópica aplicado à rede viária na sua forma atual, tendo em vista o desenvolvimento posterior de análises sustentadas sobre diversas estratégias de otimização do sistema viário, tais como a entrada em funcionamento de novas vias estruturantes, alterações de esquemas de circulação ou correção geométrica e funcional de interseções.

Refira-se que a utilização de técnicas de microssimulação permite responder com confiança a este tipo de análises, particularmente quando associadas a rede complexas, e onde a alteração ao modo de funcionamento de um determinado elemento viário implica necessariamente a reafectação de tráfego em relação a outras alternativas de percurso. Os índices de congestionamento elevados a que estão sujeitos alguns elementos das redes rodoviárias urbanas limitam seriamente a aplicação de modelos analíticos simples, ou mesmo de modelos macroscópicos dinâmicos de atribuição de tráfego.

Os próximos pontos centram-se na caracterização da rede viária, na descrição sumária do processo de modelação da procura, e na descrição das principais opções respeitantes à

caracterização comportamental dos condutores. É ainda descrito o processo de calibração e de validação do modelo e são identificados os indicadores de desempenho considerados como os mais relevantes na avaliação dos diferentes cenários alternativos.

4.2 Modelação da rede viária

A modelação de uma rede viária a nível microscópico é um processo complexo já que obriga à representação explícita de um elevado número de parâmetros associados à geometria e às condições de funcionamento das vias e das interseções. Especificamente, numa primeira fase, foram codificados os seguintes elementos:

Vias (secções)

- Geometria geral, com base em cartografia e em imagens Google Maps;
- Número de vias de circulação em cada sentido (variável em alguns segmentos);
- Afetação de vias (limitações a veículos pesados, vias exclusivas BUS, etc.);
- Velocidade máxima de circulação;
- Inclinação.

Interseções (nós)

- Tipologia (prioritário / rotunda / semaforizado);
- Topologia (ligações entre segmentos convergentes no nó);
- Afetação de vias (identificação das vias atribuídas a cada um dos movimentos de viragem);
- Regras de prioridade (identificação dos movimentos não prioritários e do tipo de controlo – STOP ou cedência de passagem);
- Programação semafórica.

A rede viária foi modelada a nível microscópico em toda a área de estudo (Figura 4). Com o objetivo de simplificar o modelo e diminuir o tempo de simulação, foram omitidos alguns arruamentos locais, sendo que esta medida não condiciona a avaliação das estratégias na rede estruturante. Da mesma forma, a geometria de alguns arruamentos foi simplificada.

Figura 4 - Representação da rede viária atual

4.3 Caracterização da procura

A área de estudo foi dividida em 10 zonas internas e 15 externas (Figura 5). O zonamento interno foi definido tendo em conta, por um lado, as características urbanísticas das partes que constituem cada zona e, por outro lado, a relação dessas partes com a infraestrutura de transportes que a serve diretamente. As zonas exteriores representam as áreas de captação dos diferentes eixos que intersetam o cordão de delimitação da zona de estudo. A cada uma dessas zonas internas ou externas foi atribuído um centroide (ponto representativo da zona), resultando numa matriz de 25×25 células.

A matriz OD foi determinada manualmente através de um processo sequencial:

i) fixou-se o valor dos totais das linhas e das colunas em conformidade com os fluxos registados nos postos localizados no limite da área modelada;

ii) com base nas matrizes OD das diferentes interseções (resultantes do método de observação por drone), fixou-se o valor ou a gama de valores admissíveis para as células correspondentes aos principais pares OD;

iii) atribuíram-se valores às células em falta com base em critérios de razoabilidade; nesta fase teve-se em consideração a dimensão relativa das zonas em causa e as repartições direcionais observadas nas diferentes interseções.

O Quadro 2 contém a matriz origem-destino resultante para o cenário base (2023), na hora de ponta da manhã (HPM) de um dia útil (8h00 – 9h00). Com as primeiras simulações verificou-se que às 9h00, nos centroides IC2 sul e N341, havia ainda veículos em espera por limitação de capacidade da rotunda do Almegue, tal como observado na realidade. Uma vez que no cálculo de vários indicadores de desempenho apenas são contabilizados os veículos que concluíram a respetiva deslocação, decidiu-se estender a simulação ao período 7h00 – 10h00, o que permite representar a formação e dissipação das filas em todas as secções. Para o efeito aplicou-se um perfil de procura típico de redes urbanas, observado em estudos anteriores da ACIV (Quadro 3), de que resultou um total de 35322 viagens para o período 7h00 – 10h00.

Figura 5 – Área de intervenção e zonamento adotado

Quadro 2 – Matriz origem-destino da hora de ponta da manhã (HPM) do cenário base (2023)

O/D (HPM)	BR S MIGUEL	CASA SAL	CHOUPAL	CIRC EXT	CIRC INT	COSELHAS	EIRAS 1	EIRAS 2	ESAC	ESTAÇÃO	F. MAGALHAES	FEIRA	FIGUEIRA	GUARDA ING	IC2 NORTE	IC2 SUL	INGOTE	LORDEMÃO 1	LORDEMÃO 2	LORETO/GORG	MONTE F	PEDRULHA 1	PEDRULHA 2	R. AVEIRO	VR TAVEIRO	Total
BR S MIGUEL	0	3	1	18	27	3	15	7	1	6	9	0	12	4	12	6	7	3	0	6	1	1	1	10	6	159
CASA SAL	0	0	0	2	9	1	0	0	1	2	8	0	7	19	0	4	4	1	0	2	0	0	0	9	9	78
CHOUPAL	0	0	0	7	24	7	0	0	0	7	46	7	17	36	2	12	0	0	0	7	4	0	0	34	24	234
CIRC EXT	16	16	0	0	253	33	67	0	33	33	186	16	50	101	355	118	50	33	50	0	16	67	118	16	50	1677
CIRC INT	25	12	0	63	0	38	50	0	25	25	164	0	76	88	329	88	38	25	25	0	12	12	76	12	76	1259
COSELHAS	0	4	0	12	16	0	0	0	0	8	12	0	11	12	20	16	8	8	1	0	1	8	0	0	19	156
EIRAS 1	4	23	23	23	114	9	23	19	0	0	19	0	38	19	9	33	0	0	0	0	0	19	66	0	14	455
EIRAS 2	1	6	6	10	24	2	12	4	0	2	6	0	9	0	2	6	0	2	0	0	0	6	18	0	0	116
ESAC	0	16	0	9	46	0	0	0	0	2	18	23	2	34	25	18	0	0	0	11	0	2	0	6	11	223
ESTAÇÃO	9	4	0	16	39	6	4	0	4	0	18	0	11	27	20	16	0	0	2	2	2	9	4	11	16	220
F. MAGALHAES	14	24	9	38	115	4	19	14	4	14	0	0	38	24	33	28	0	0	0	0	19	4	4	48	19	472
FEIRA	0	0	0	41	53	0	0	0	23	17	29	0	29	257	59	0	0	0	0	5	5	5	5	53	5	586
FIGUEIRA	39	19	19	39	128	19	0	49	19	29	78	39	0	147	9	39	9	0	19	128	9	0	0	98	49	984
GUARDA ING	21	43	43	109	219	43	21	43	175	65	109	87	175	0	395	175	21	0	21	21	10	43	21	43	285	2188
IC2 NORTE	2	88	2	206	588	0	58	0	58	58	103	0	0	618	0	588	0	29	0	0	0	58	29	29	412	2926
IC2 SUL	0	48	16	129	274	3	64	0	64	16	80	0	24	225	387	0	0	0	0	0	16	16	64	80	96	1602
INGOTE	2	13	0	43	64	16	10	13	8	0	10	0	8	13	10	10	0	8	0	21	13	2	2	5	2	273
LORDEMÃO 1	0	2	2	8	36	16	10	6	4	2	16	0	10	18	12	4	0	0	30	0	4	16	0	0	4	200
LORDEMÃO 2	0	0	0	2	14	8	4	0	2	0	0	0	1	6	0	0	0	29	0	1	1	4	0	0	2	74
LORETO/GORG	1	1	2	6	19	7	16	6	0	2	0	0	6	19	6	7	6	0	10	0	0	6	0	0	0	120
MONTE F	0	10	0	4	38	10	0	0	6	0	16	0	4	40	1	25	0	0	6	2	0	0	4	12	25	203
PEDRULHA 1	0	6	0	8	43	0	2	2	8	6	8	0	8	21	17	19	0	0	8	0	4	21	10	8	10	209
PEDRULHA 2	0	9	0	9	64	0	16	16	12	12	12	0	16	25	19	25	19	0	16	9	0	0	0	12	16	307
R. AVEIRO	4	23	0	4	65	23	0	0	0	13	9	0	41	37	37	46	23	23	23	13	4	23	46	0	13	470
VR TAVEIRO	1	10	0	174	261	5	10	0	10	10	32	0	10	141	261	44	0	0	10	10	5	10	21	32	0	1057
Total	139	380	123	980	2533	253	401	179	457	329	988	172	603	1931	2020	1327	185	161	221	238	126	332	489	518	1163	16248

Quadro 3 - Perfil de procura aplicado à matriz OD

Período	7:00	7:15	7:30	7:45	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45
Proporção	3%	4%	8%	10%	12%	11%	11%	12%	9%	8%	7%	5%

4.4 Calibração e validação

Os resultados das primeiras simulações revelaram algumas imprecisões de representação da situação existente, motivadas por incorreções pontuais a nível da geometria e da topologia. Resolvidas estas falhas, passou-se para a fase de calibração das características físicas e dinâmicas dos veículos e dos modelos comportamentais dos condutores (Anexo 2) e concluiu-se esta fase com a introdução de correções pontuais à matriz OD com o objetivo de minimizar as diferenças entre os fluxos observados e simulados.

A validação do modelo teve por base as orientações do Departamento de Transportes do Reino Unido (DfT)[1], as quais especificam as diferenças admissíveis entre os fluxos modelados e observados. Verifica-se (Figura 6) que o presente modelo reproduz de forma bastante próxima o funcionamento da rede, com um coeficiente de determinação r^2 = 0.96 e com uma ligeira

[1] Department for Transport, 2020. Transport Analysis Guidance (TAG), TAG UNIT M3.1 – Highway Assignment Modelling. England, United Kingdom.

tendência de subestimação dos fluxos de tráfego. Contudo, dada a dimensão da rede e o nível de detalhe da modelação, não foram integralmente respeitados os critérios de validação.

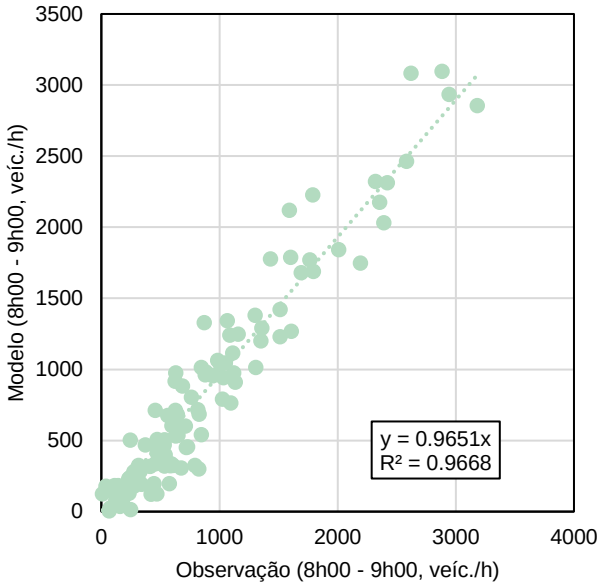


Figura 6 - Comparação entre contagens reais (observadas) e simuladas.

Colocando-se a questão de continuar o processo de calibração para melhorar o ajuste e eventualmente satisfazer os critérios de validação, ponderaram-se os seguintes aspetos:

a) As metas definidas pelo DfT foram estabelecidas para redes interurbanas, com um número muito limitado de vias, onde as demoras nas interseções são praticamente constantes e onde o número de percursos alternativos é muito reduzido; como tal, são critérios excessivamente exigentes em meio urbano;
b) Nos processos convencionais de calibração é permitida a variação quase livre das células individuais da matriz OD, isto é, apenas se restringe a variação nos totais das linhas e das colunas; neste trabalho apenas se introduziram ajustamentos pontuais e criteriosos;
c) Na própria publicação do DfT, é referido que não devem ser impostas alterações significativas na matriz OD apenas com o objetivo de melhorar as estatísticas de validação; o foco deve estar em garantir que o modelo seja adequado para o seu propósito pretendido dentro da área crítica para as intervenções que serão testadas. Por outras palavras, deve ser valorizada a capacidade preditiva de cenários futuros em detrimento da capacidade descritiva da situação atual.

Adicionalmente, importa notar que foram respeitados os critérios de validação específicos de modelos microscópicos relacionados com os padrões de tráfego (filas nos locais esperados,

utilização consistente de trajetos, replicação satisfatória dos processos de inserção nas correntes de tráfego, etc.)[2].

Em síntese, considera-se que o modelo, embora não replicando com total precisão as condições de circulação de um dia específico, é plenamente representativo das condições de circulação típicas atuais, constituindo uma ferramenta de trabalho fiável para comparar situações futuras.

4.5 Indicadores de desempenho

A natureza microscópica do modelo permite obter um grande número de indicadores de desempenho com diferentes níveis de detalhe. Tipicamente, em estudos sobre infraestruturas de transporte, avalia-se o desempenho da rede recorrendo ao conceito de Nível de Serviço (NS) dos elementos da rede em que se antecipam alterações significativas das condições operacionais durante o período de projeto. Este tipo de análise foca-se no funcionamento isolado das interseções e dos eixos viários, não traduzindo o real impacto que as intervenções na rede têm sobre os utilizadores, desde a origem ao destino.

Assim e tendo em atenção o tipo de intervenções previstas, consideram-se particularmente relevantes os seguintes indicadores:

- Nível do sistema – resultam da operação da totalidade dos utilizadores e permitem quantificar os impactos globais associados a um conjunto de intervenções (tempo total de deslocação, distância total percorrida, demora média, velocidade média, etc.);
- Nível da zona – por vezes os ganhos de eficiência em termos globais são conseguidos à custa de um acréscimo significativo do tempo de percurso de um conjunto limitado de utilizadores. É assim importante identificar os utilizadores mais afetados por uma determinada intervenção, o que se consegue comparando as demoras médias das deslocações a partir das várias zonas (centróides) do modelo;
- Nível do eixo viário – para além dos indicadores anteriores relativos aos utilizadores, é também possível avaliar o desempenho do sistema ao nível do eixo viário, nomeadamente para apoiar a definição de medidas de gestão da rede e a quantificação de externalidades (volumes horários e densidades).

[2] Dowling, Richard, Alexander Skabardonis, and Vassili Alexiadis. *Traffic analysis toolbox volume III: guidelines for applying traffic microsimulation modeling software*. No. FHWA-HRT-04-040. 2004.

4.6 Considerações finais

Importa salientar que no desenvolvimento de um qualquer modelo (pela própria definição de "modelo") são necessariamente assumidas diversas simplificações e são sempre cometidos erros de diferentes tipos (conceptuais, computacionais, etc.), pelo que os valores absolutos dos indicadores devem ser utilizados com reservas. Consequentemente, sempre que possível, deve privilegiar-se a realização de análises comparativas. Da mesma forma, deve ser adotada uma atitude conservadora na avaliação do impacto de pequenas intervenções na rede. Com efeito, em alguns pares OD os principais trajetos alternativos apresentam tempos de trajeto muito semelhantes, pelo que uma pequena perturbação nesses tempos poderá sugerir a transferência de um grande número de viagens para o trajeto mais rápido, o que nem sempre se verifica na realidade.

5 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

5.1 Considerações gerais

A área de intervenção do Plano abrange toda a zona da Casa do Sal, Açude-Ponte e Almegue. Esta zona funciona como um grande nó rodoviário que distribui o tráfego dos principais eixos da cidade, assumindo particular relevância o IC2, a Circular e a EN 341[3]. Na Casa do Sal / R. do Padrão convergem ainda a EN 111, R. Manuel Almeida e Sousa, R. Cidade Poitiers, R. de Aveiro e Av. Fernão de Magalhães. Para além do caráter distribuidor, a área do plano tem também uma importante componente de geração de tráfego, associada à estação ferroviária Coimbra B, ao terminal rodoviário da Flixbus e ao sistema Ecovia, bem como ao conjunto de parques de estacionamento sob os viadutos do IC2.

Todo este sistema viário tem vindo a ser otimizado com o objetivo a minimizar as demoras dos fluxos motorizados, relegando para segundo plano os peões e os ciclistas. Excetuando um pequeno troço ao longo do jardim da Casa do Sal, os trajetos pedonais são estreitos, irregulares e atravessam vias com volumes de tráfego muito elevados, impondo muitas interrupções e demoras aos peões. A ciclovia ao longo da Av. Cidade Aeminium está separada da baixa da cidade pela linha férrea Coimbra A – Coimbra B, pelo que atualmente apenas estabelece a

[3] Doravante, os troços da circular da cidade (sentido horário) serão designados por "Guarda Inglesa", "Açude", "Circular" (entre o açude e a rotunda da Fucoli), "Circular Interna" e "Circular Externa" (a partir da rotunda da Fucoli, em direção a Celas e à Solum, respetivamente)

ligação da Portagem ao Choupal e à Estação. Não existe qualquer trajeto direto e seguro para bicicletas a partir da Av. Fernão de Magalhães / Baixa em direção à Estação. Para além das deficiências formais das redes pedonal e ciclável, o próprio carater rodoviário do eixo Casa do Sal – Rua do Padrão, com tráfego intenso, ruído e impacto visual dos automóveis, cria um ambiente hostil às deslocações a pé ou de bicicleta.

No que respeita à circulação motorizada, os resultados da simulação são consistentes com o que se observou durante o período de recolha de dados. Como se pode verificar na Figura 7, registam-se demoras significativas na rotunda do Almegue (IC2 e EN 341, nas rotundas da Fucoli e de Vale Figueiras, na rotunda e no cruzamento da Casa do Sal, no Açude-Ponte e nas respetivas rampas de acesso.

O desempenho da rede é em grande parte explicado pela forma como são reguladas as ligações entre os três eixos estruturantes (IC2, EN 341 e Circular) que, como se pode verificar na Figura 8, se concentram nos nós da Casa do Sal e do Almegue. A sub-matriz correspondente a estes três eixos contém 7108 viagens (Quadro 4), o que representa 44% da matriz OD geral. Nos pontos seguintes descreve-se o funcionamento atual dos pontos críticos da rede.

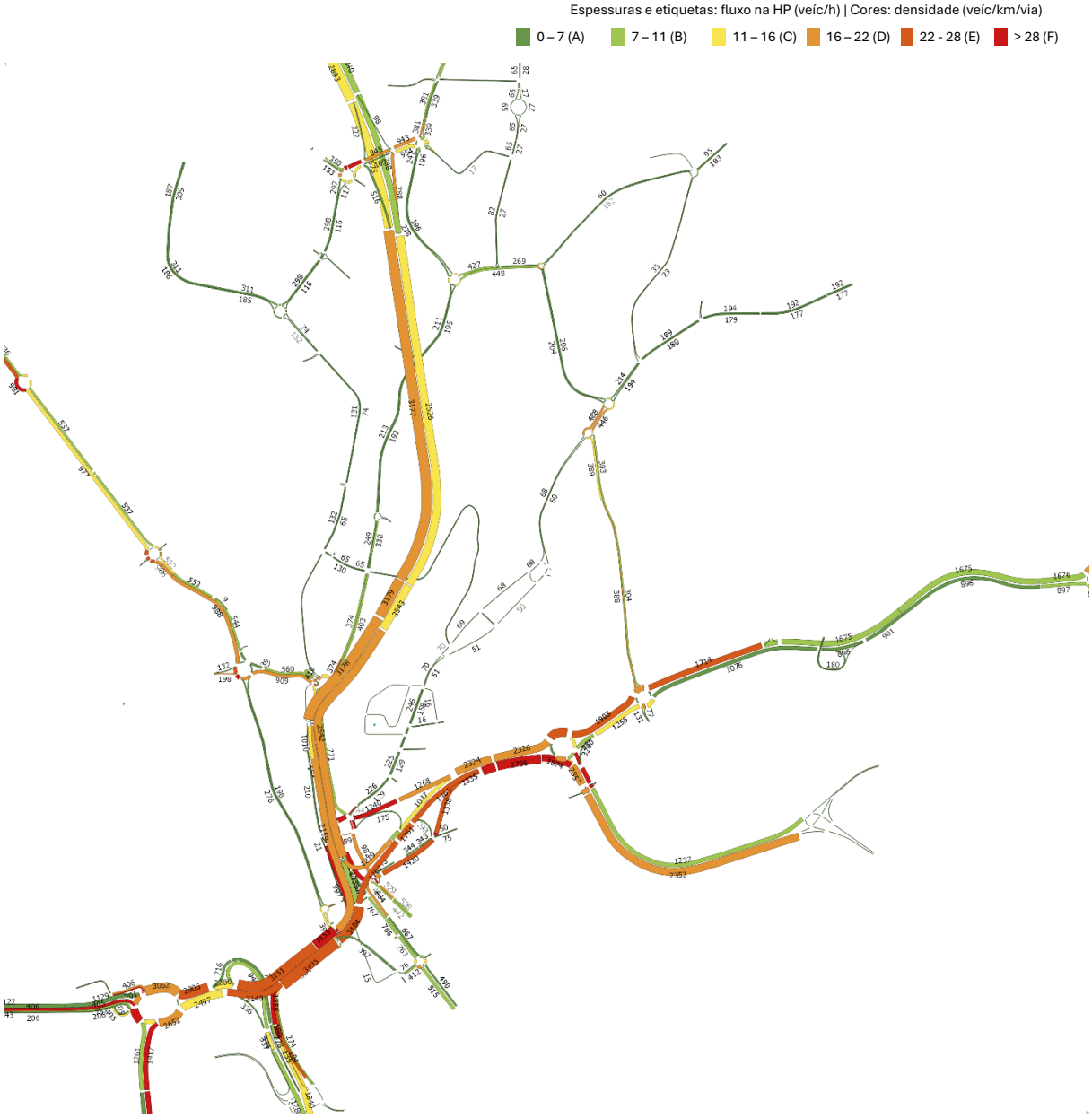


Figura 7 – Diagrama de carga e densidades (cenário base - 2023)

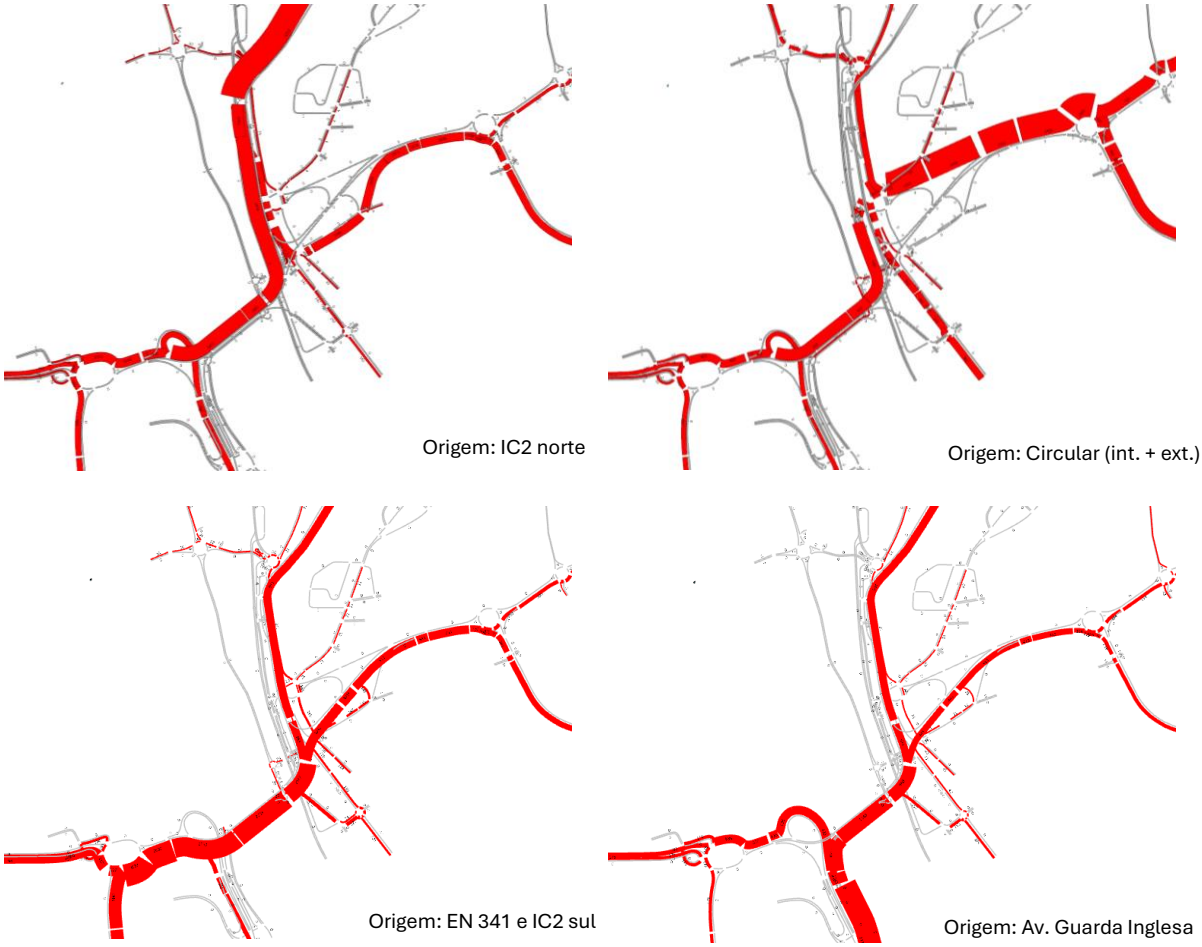


Figura 8 – Distribuição do tráfego das vias de 1.º nível

Quadro 4 - matriz OD das deslocações entre os três eixos estruturantes (Circular, IC2 e EN 341, período 8h00 – 9h00).

Vol. (veíc./h)	Destino						
Origem	Circ Ext	Circ Int	Guarda Ing	IC2 norte	IC2 sul	VR Taveiro	Total
Circ Ext	0	253	101	355	118	50	877
Circ Int	63	0	88	329	88	76	644
Guarda Ing	109	219	0	395	175	285	1183
IC2 norte	206	588	618	0	588	412	2412
IC2 sul	129	274	225	387	0	96	1111
VR Taveiro	174	261	141	261	44	0	881
Total	681	1595	1173	1727	1013	919	7108

5.2 Rotundas de Vale Figueiras / Fucoli

Estas duas rotundas, de três ramos, funcionam com uma grande rotunda de quatro ramos que recebe o tráfego da Circular Externa, da Circular Interna e da Estrada de Vale Figueiras, bem como o tráfego local de Coselhas e de um posto de abastecimento de combustíveis. A Estrada de Vale Figueiras, cujo perfil é o de um arruamento local, tem atualmente uma função estruturante, sendo o eixo preferencial de ligação da Circular ao Ingote, Lordemão e Bairro de S. Miguel. É ainda utilizada como alternativa ao IC2, principalmente no sentido norte - sul, a partir do nó da Pedrulha, assegurando assim parte das funções do futuro Anel à Pedrulha. Neste ramo formam-se frequentemente filas extensas pelo efeito do tráfego conflituante no sentido Circular → Fucoli. No que respeita à rotunda da Fucoli, na entrada nascente as filas formam-se maioritariamente na via da esquerda, correspondendo ao movimento Circular Externa / Estrada de Vale Figueiras → Circular Interna. O ramo poente, que recebe o tráfego proveniente do cruzamento da Casa do Sal e do Açude, é o mais solicitado, mas tem um funcionamento fluido já que cerca de 80% dos condutores tem como destino a Circular Interna e utiliza a via segregada de viragem à direita. O ramo correspondente à Circular Interna tem também um funcionamento satisfatório: por um lado, beneficia de uma via segregada de viragem à direita; por outro lado, o tráfego circulante (prioritário), em direção à Circular Externa, é relativamente baixo.

Figura 9 – Rotundas de Vale Figueiras (esq.) e Fucoli (dta)

5.3 Viaduto da Casa do Sal e Açude-Ponte

No sentido norte – sul existem três pontos de ligação do IC2 à rede municipal: a rampa de saída do viaduto para a rotunda da Casa do Sal, a rampa de entrada para o açude, também a partir da rotunda da Casa do Sal, e a rampa de saída do açude, na margem esquerda, em direção à Av. da Guarda Inglesa. No sentido sul – norte existem quatro pontos de ligação: a rampa de entrada a

partir da Av. da Guarda Inglesa, as rampas de saída para a R. Padre Estevão Cabral e para a Circular, e ainda a rampa de entrada no viaduto a partir da Circular. Não existem ligações contínuas entre o IC2 (norte) e a Circular nem entre a Circular e o IC2 sul / EN 341 / Guarda Inglesa, sendo que os trajetos destes pares OD atravessam a Casa do Sal. O Açude é partilhado pelo IC2 e pela circular, e é o troço com os maiores volumes de tráfego, mesmo com o tabuleiro inferior a funcionar na capacidade. A rampa de entrada do sentido norte-sul está frequentemente congestionada, com filas que ocasionalmente alcançam e bloqueiam a rotunda da Casa do Sal. A rampa de entrada a partir da Guarda Inglesa tem também filas extensas, embora com circulação relativamente fluída possibilitada pela existência de uma via de entrecruzamento no açude. Finalmente, a entrada a partir da rampa dos jardins da Casa do Sal é feita sem demoras significativas, sendo apenas de realçar a perigosidade da manobra devido à pequena extensão da via de aceleração, do tipo diagonal.

Figura 10 – Açude: rampas da margem esquerda e da margem direita

5.4 Rotunda e Cruzamento da Casa do Sal

Tal como referido no ponto anterior, os trajetos correspondentes aos movimentos IC2 norte → Circular e Circular → IC2 sul / EN 341 / Guarda Inglesa incluem a passagem pela rotunda da Casa do Sal. Esta rotunda possui um plano de regulação semafórica muito eficiente, com uma capacidade de cerca de 4000 veíc./h para o conjunto de quatro ramos que nela convergem. Mesmo assim, a procura excede a capacidade nos ramos da Circular e da R. do Padrão, com a consequente formação de filas persistentes. A fila na Circular atinge 300 – 400 m, mas raramente bloqueia o acesso à rampa do IC2 em direção a norte. Da mesma forma, a fila na R. do Padrão prolonga-se pela rampa de saída do IC2, mas não bloqueia o movimento norte – sul em direção ao açude.

O cruzamento da Casa do Sal regula semaforicamente as entradas da Av. Fernão de Magalhães, a R. de Aveiro e o ramo de saída da rotunda. Os fluxos do movimento principal IC2 (norte) → Circular são limitados pela capacidade da rotunda a montante o que permite que a interseção funcione no limiar da capacidade, com trânsito lento e filas voláteis na Av. Fernão de Magalhães e R. de Aveiro.

Para além das demoras relacionadas com o congestionamento, há ainda a assinalar movimentos com trajetos pouco naturais e com muitas interrupções. É o caso do movimento R. Padrão → Monte Formoso, com três paragens em semáforo, e o movimento R. Aveiro → F. Magalhães, que obriga à inversão do sentido da marcha na rotunda da Casa do Sal.

Figura 11 – Casa do Sal e Circular

5.5 Rotunda do Almegue

Nesta rotunda convergem quatro ramos principais: a EN 341, o IC2, a ligação ao Açude e à Guarda Inglesa, e o acesso à Escola Agrária, S. Martinho do Bispo e Bencanta. Existe ainda uma entrada reservada a transportes públicos a partir da Av. Mário Silva (paralela à EN 341).

Os problemas de funcionamento da Rotunda do Almegue são bem conhecidos e resultam da combinação de fluxos de entrada e de circulação (conflituantes) extremamente elevados. A entrada da EN 341 cede prioridade a todos os movimentos que se destinam ao IC2 sul e ainda aos movimentos de inversão de marcha a partir do açude (cerca de 400 veíc./h), correspondentes a condutores provenientes do IC2 norte com destino à Circular e à Av. Fernão de Magalhães que procuram evitar o congestionamento da Casa do Sal. A entrada do IC2 sul cede prioridade aos movimentos provenientes da EN 341 que se destinam à Circular / Guarda Inglesa, bem como ao referido movimento de inversão de marcha. Nestas duas entradas a procura excede a capacidade, daí resultando a formação de filas muito extensas. Também o ramo de acesso de ligação a S. Martinho do Bispo e a Bencanta tem um funcionamento muito

deficiente: para além do elevado fluxo conflitante na entrada para a rotunda, a reduzida largura da passagem inferior, as condições de visibilidade e os raios de viragem no entroncamento condicionam fortemente a passagem de veículos.

Figura 12 – Rotunda do Almegue. Visão geral (cima), ramo do IC2 (esq.), ramo da EN 341 (dta)

5.6 Rotundas da Estação / Choupal e Rua do Padrão

A rotunda da Estação funciona atualmente com três entradas, estando o tráfego da R. Manuel de Almeida e Sousa a ser direcionado para a Estrada de Eiras. Apenas se verificaram situações pontuais de congestionamento no ramo do túnel. Da mesma forma, a rotunda do Choupal,

apesar de possuir uma só via de circulação, tem um funcionamento relativamente fluido, com trânsito lento no ramo da EN 111 e filas pontuais na Av. Marginal. Na R. do Padrão é de destacar o papel do arruamento paralelo do parque de estacionamento, contíguo à linha férrea, e que serve de *bypass* à rotunda da Casa do Sal, permitindo assim um percurso contínuo entre a rotunda da estação e a Av. Fernão de Magalhães e a rampa de acesso ao açude e à baixa da cidade através da Rua Padre Estevão Cabral.

Figura 13 – Rotunda da Estação e Choupal

6 A ÁREA DE INTERVENÇÃO

6.1 Caracterização geral da área de intervenção

O espaço em estudo integra, para além da nova estação de Coimbra (numa perspetiva de interface intermodal), uma área vasta destinada a diferentes tipos de uso - residencial, comercial, hotelaria, serviços e equipamentos. Os tipos de usos ainda não estão totalmente definidos, pelo que, no âmbito do presente estudo, houve a necessidade de assumir alguns pressupostos de modo a estimar aquela que será a procura futura. Esses pressupostos foram sempre balizados pela informação disponível e contida nos documentos fornecidos pela CMC.

6.1.1 Uso do Solo

Para efeitos deste estudo, a área de intervenção do PP foi dividida em três grandes sectores – central, norte e sul (Figura 14 e Figura 15). O sector central – da *estação* – ocupa uma área de 123.500 m^2 e integra um leque alargado e diversificado de usos (áreas A1, B1, B2, A2 e C1). A estação ferroviária e a sua sede, incluindo os espaços de apoio) marcam este sector com uma área significativa (6.913 m^2). O terminal rodoviário (área C2) ocupa uma área de 4.415 m^2 e tem

capacidade para 15 autocarros. Este sector prevê também edifícios com uso misto, com 64.206,50 m^2 dedicados a escritórios, 9.075,00 m^2 para comércio e serviços, e 38.728,80 m^2 para uso residencial. Está ainda prevista a construção de um hotel para estadias de curta duração, com 7.184,10 m^2 (edifício L2). Os edifícios são maioritariamente da tipologia 1+6 pisos a poente da linha, e 1+3 pisos a nascente. Os edifícios L1, L2 e L3 (Figura 15) são da tipologia 1+11, servindo como pontos de referência da nova zona. O Plano contempla uma passagem superior pedonal e ciclável entre os edifícios L2 e L3 para ligar os subsectores nascente e poente. Este sector será servido por um conjunto de parques de estacionamento com um total de 2320 lugares. Para a estação estão previstos 793 lugares distribuídos pelas áreas A1, B1, B2, A2, C1 e C2, sendo que 30% destes lugares serão partilhados com outros usos. Serão ainda disponibilizados 1525 lugares de estacionamento para bicicletas.

A utilização do sector norte ainda não está decidida, perspetivando-se a criação de um campus ecológico, com ênfase nas culturas do Baixo Mondego. A eventual edificação será de baixa densidade e de impacto no sistema viário negligenciável por comparação com o sector da estação. Da mesma forma, para o sector sul, compreendido entre a estação e o cruzamento da Casa do Sal, pretende-se a criação de um espaço maioritariamente verde, ligando o vale de Coselhas ao Choupal e, como tal, a eventual edificação será de muito baixa densidade e com impacto marginal nas condições de circulação.

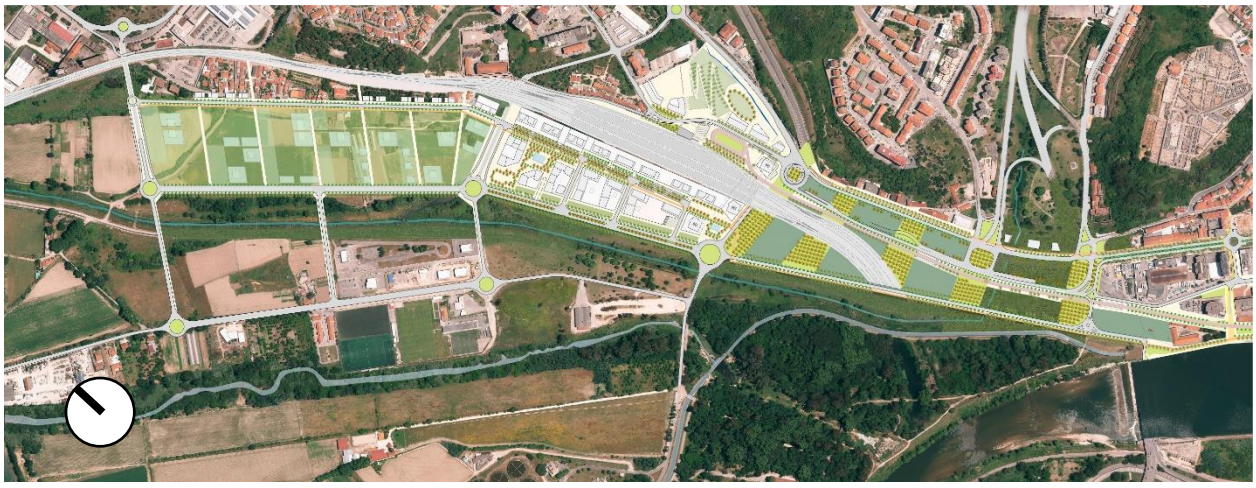


Figura 14 – Caracterização geral do Plano

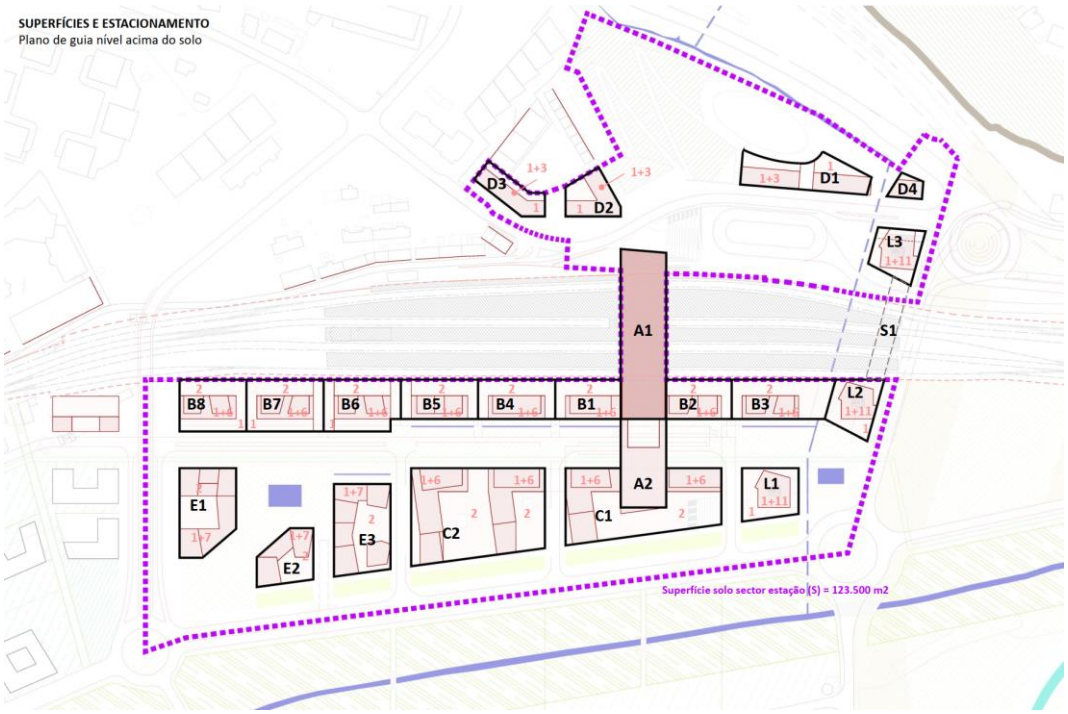


Figura 15 – Tipologia dos edifícios no sector da estação

6.1.2 Solução viária

O esquema de acessibilidades em análise no presente estudo (Figura 16) é uma evolução da versão preliminar apresentada pela *BAU-B Arquitectura i Urbanisme* na sessão pública de 24 de maio de 2023. O Plano de Pormenor tem como elemento central a nova Estação de Coimbra onde confluem diversos modos de transporte, designadamente a Alta Velocidade e o comboio convencional, o MetroBus e os diversos modos rodoviários, designadamente veículos particulares, táxis / TVDE e autocarros (urbanos, suburbanos e interurbanos).

Este esquema corresponde a uma primeira fase de desenvolvimento e procura responder à evolução previsível do tráfego a curto / médio prazo, assumindo uma intervenção minimalista e reversível na infraestrutura. Admite-se assim um conjunto de alterações na rede viária na zona da estação, R. do Padrão e Casa do Sal, necessárias à concretização parcial dos objetivos do PP, que procuram não agravar as condições de circulação atuais. Nesta fase não são ainda contempladas obras estruturantes como o Anel à Pedrulha ou uma nova travessia do Mondego.

Figura 16 – Solução viária

A localização do PP na zona noroeste da cidade leva a que toda a área seja servida diretamente, em termos rodoviários, por um conjunto de arruamentos de reduzida capacidade: R. Manuel de Almeida e Sousa, Estrada de Eiras, Av. Marginal, Estrada do Choupal e EN 111. Prevê-se a construção de dois eixos sobre a ferrovia. O primeiro, localizado no extremo norte da área de intervenção, estabelece a ligação entre a EN 111 e a Rua Manuel Madeira, possibilitando a conexão com o IC2 através do nó da Pedrulha, para servir o tráfego proveniente de norte, e fará parte do futuro anel à Pedrulha. O segundo, de caráter mais local, delimita os setores norte e da estação, ligando a EN 111 à Rua Manuel de Almeida e Sousa e à Estrada de Eiras.

A ligação do sector da estação para os destinos a sul continua a fazer-se através da R. do Padrão e da zona da Casa do Sal. O atual túnel é reformulado de modo a permitir a circulação de

qualquer tipo de veículos, incluindo autocarros. Tal implica também a reformulação da atual rotunda da estação, a qual passa a ter um circuito em espiral de dois níveis no sentido da R. do Padrão para a estação.

A R. do Padrão continua a ter duas faixas de circulação, mas a faixa do sentido Estação → Casa do Sal é deslocada para poente, ficando contígua à plataforma do MetroBus, o que liberta toda a área sob o viaduto para espaço verde. A rotunda da Casa do Sal é também deslocada para poente e passa a incluir um ramo bidirecional de ligação à Marginal, permitindo um acesso alternativo à estação. Na zona do cruzamento da Casa do Sal, a atual ligação da Av. Marginal à Av. Fernão de Magalhães passa a fazer-se de nível, reforçando o papel da Av. Marginal para ligar a EN 111 / Estação e a Av. Guarda Inglesa / Estrada do Rio (margem esquerda) à baixa da cidade.

O MetroBus é um elemento que condiciona o desenho da solução viária. O troço entre a Portagem e a estação segue aproximadamente o traçado da atual linha férrea. Os atravessamentos desta linha são feitos de nível, através de semaforização, com prioridade para o MetroBus. Está prevista uma frequência de 12 passagens / hora (por sentido) nos períodos de ponta e de 8 passagens / hora (por sentido) entre pontas, o que reduz consideravelmente a capacidade das travessias.

Considerou-se assim que, numa primeira fase, o eixo de ligação da Av. Marginal à rotunda da Casa do Sal será reservado a autocarros. Por outro lado, considera-se que é indesejável a circulação de veículos pesados na nova galeria sob a via-férrea e na rotunda em espiral, pelo que estes devem aceder à zona da estação a norte, pela nova ligação à R. Manuel Madeira e ao nó da Pedrulha.

6.2 Quantificação e caracterização da procura

6.2.1 Procura associada ao bairro da estação

A inexistência de referências nacionais, sejam recomendativas ou normativas, que estabeleçam índices de geração de tráfego, aliada à falta de estudos nacionais ligados à aferição deste tipo de índices, levou a que se recorresse a indicadores referenciados em publicações estrangeiras, adaptados/ajustados à realidade nacional, sempre que se considerou adequado. O Quadro 5 sintetiza os fluxos gerados pelos usos previstos no PP, tendo-se recorrido aos índices sugeridos

no manual "Trip Generation – 7th edition" do "Institute of Transportation Engineers"[4], adaptados/ajustados à realidade nacional, sempre que se considerou adequado.

No caso da franja residencial, optou-se por converter as áreas disponibilizadas no PP em número equivalente de fogos por ser esta a unidade habitualmente usada para indexar os valores de geração tabelados. Para o efeito considerou-se que cada fogo corresponde a 140 m^2 de área bruta de construção. Da mesma forma, converteu-se a área afeta ao hotel em número de quartos, considerando uma área de 25 m^2 por quarto e uma proporção de 70% de área útil. A procura relativa ao hotel tende a incidir em horas fora das horas de ponta da cidade, já que a entrada se concentra tendencialmente depois de almoço. O índice proposto corresponde maioritariamente à entrada de funcionários e saídas de clientes. Obteve-se assim, para o conjunto de usos de habitação, comércio, serviços e hotel, um total de **1426** veíc./h. A este total foram depois aplicadas as condições de ajustamento referidas na secção 6.2.4 abaixo, designadamente a transição modal decorrente da entrada em funcionamento do MetroBus.

Quadro 5 – Geração de tráfego (habitação, comércio/serviços e hotel)

							Repartição		Deslocações (veíc./h)		
Uso	Designação ITE	Área (m^2)	Unid.	Área/Un (m2)	Quant	índice	Entrar	Sair	Total	Entrar	Sair
Habitação	apartment	38729	Fogo	140	277	0.51	20%	80%	141	28	113
Comércio/serviços	shopping center	9075	100 m^2	–	91	1.11	61%	39%	101	61	39
Serviços	general office.	64206	100 m^2	–	642	1.67	88%	12%	1071	943	129
Hotel	hotel	7184	Quarto	35.7	201	0.56	61%	39%	113	69	44
TOTAL									**1426**	1101	325

6.2.2 Procura associada à nova estação

A estimativa dos fluxos de tráfego gerados pelos diferentes modos de transporte alternativos servidos pela estação revelou-se particularmente complexa, designadamente pela inexistência de estudos de mobilidade especializados que permitam aferir esses valores com elevado grau de rigor. O desenvolvimento do PP pressupõe, entre outras, as seguintes alterações à mobilidade:

- Construção da Nova Estação Intermodal;
- Entrada em funcionamento do MetroBus;
- Entrada em funcionamento da Alta Velocidade;

[4] Institute of Transportation Engineers. 2004. Trip Generation 7th Edition: An Informational Report. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.

- Transferência dos terminais de autocarros da Rede Expressos e da FlixBus, respetivamente da Av. Fernão de Magalhães e da Casa do Sal, para a nova estação;
- Transferência de parte da oferta de estacionamento da Casa do Sal para os sectores norte e da estação e promoção do sistema Park & Ride.

O primeiro passo desta análise consistiu em estimar a **procura atual** de passageiros associada ao comboio convencional e aos autocarros de longo curso. A partir dos fluxos atuais estimou-se a procura futura de passageiros e os respetivos fluxos de tráfego automóvel.

6.2.2.1 Procura atual

Para estimar as deslocações em transporte individual associadas ao **comboio convencional** fez-se o registo de entradas e saídas de passageiros na estação Coimbra B, através dos dois acessos públicos (R. do Padrão; parque de estacionamento) num dia normal de funcionamento, no período 8h00 – 9h00 (Quadro 6). Aproximadamente 10% das pessoas que entraram pelo portão do parque limitaram-se a atravessar a estação e saíram para R. do Padrão, pelo que não foram contabilizados como passageiros. Considerou-se que a totalidade dos passageiros que acede à estação pela entrada do parque utiliza o automóvel, maioritariamente privado, apenas num sentido durante a hora de ponta; para a entrada nascente admitiu-se que 70% dos passageiros utilizou automóvel (maioritariamente táxis e TVDE) e que num dos sentidos da viagem, 50% dos veículos circulam sem passageiros. Resultou assim o total de **370 veíc./h** associados ao comboio convencional (repartição de chegadas / partidas: **0.56 / 0.44**).

Quadro 6 - Procura automóvel associada ao comboio convencional (2023)

Acesso à estação	Número de passageiros	
	Acesso	Egresso
Poente (parque de estacionamento)	76	34
Nascente (R. do Padrão)	60	188

Para quantificar os passageiros dos **autocarros de longo curso** consultou-se os horários dos operadores FlixBus e Rede Expressos (Quadro 7) e fizeram-se contagens pontuais para determinar a ocupação média dos autocarros no período de ponta da manhã (~15 passageiros / autocarro). Atendendo à localização mais próxima do centro da cidade e à maior disponibilidade de transportes públicos, considerou-se que 60% dos passageiros utiliza o automóvel (maioritariamente táxi ou TVDE). Daqui resulta o total de **338 veíc./h** associados ao transporte por autocarros de longo curso (repartição de chegadas / partidas: **0.50 / 0.50**).

Quadro 7 – Procura automóvel associada aos autocarros de longo curso (2023)

Operador	N.º de Autocarros	
	Chegadas	Partidas
FlixBus	4	6
Rede Expressos	7	8

6.2.2.2 Procura futura

No estudo[5] realizado pela Steer Davies Gleave para a RAVE em 2006 demonstrou-se que a introdução dos serviços de alta velocidade, que oferecem reduções do tempo de viagem, pode gerar novas viagens por utentes que não utilizavam o sistema ou que incrementaram as respetivas frequências de viagens. Nesse estudo estimou-se que o serviço de alta velocidade na linha Lisboa – Porto, tenderá a diminuir a utilização de modos alternativos, nomeadamente o veículo privado (7%), o autocarro (19%), o comboio convencional (39%) e o avião (74%)

Quanto ao transporte de passageiros por **autocarro**, embora o estudo sugira uma redução no número de passageiros nas viagens de Lisboa a Porto, considerou-se que a procura permanecerá no futuro. Esta abordagem leva em consideração a forte competitividade dos novos operadores e também reconhece que uma parte significativa das viagens é destinada a locais não servidos diretamente pela alta velocidade. Também a utilização do automóvel associada ao terminal rodoviário deverá permanecer aproximadamente constante. Se por um lado o novo terminal terá excelentes condições de acessibilidade por MetroBus, as localizações mais centrais dos terminais atuais, especialmente o da Av. Fernão de Magalhães, permitem a alguns passageiros dispensar a utilização do automóvel para chegar ao centro e alta da cidade.

Em relação ao transporte de passageiros por **comboio**, as mais recentes previsões de procura da Infraestruturas de Portugal[6] são consistentes com as conclusões do estudo referido: com a conclusão da Fase II (Carregado – Porto) a procura dos serviços convencionais na Linha do Norte deverá diminuir cerca de 11%, enquanto a procura total mais que duplicará (Quadro 8).

Quadro 8 – Previsão de procura da Linha do Norte e da Alta Velocidade (passageiros / ano)

Ano	Linha do Norte	Alta Velocidade	Total
2022	6.2M	-	6.2M
2031 (Fase II)	5.5M	9.5M	15.0M

[5] Modelo integrado de procura de passageiros - Rede Ferroviária de Alta Velocidade. Fase 1. Relatório 2: Benchmarking. Steer Davies Gleave (2006)

[6] Linha de Alta Velocidade Porto – Lisboa. Apresentação pública. Infraestruturas de Portugal (28-09-2022)

Considerando que a grande maioria dos passageiros da nova estação irá utilizar os comboios convencionais da Linha do Norte ou a Alta Velocidade, aplicou-se os fatores de variação que resultam do Quadro 8 e estimou-se a procura futura de passageiros. De seguida, quantificou-se a utilização do automóvel por parte desses passageiros admitindo que as condições de acessibilidade à estação não se alteram[7], resultando um total de **896 veíc./h** (repartição 0.55 / 0.45).

6.2.3 Crescimento natural do tráfego

Neste ponto procura quantificar-se a variação do tráfego em transporte individual, durante o período de projeto, devido a fatores não explicitamente referidos nos pontos anteriores, tais como variação da população e dos padrões de mobilidade, crescimento económico, etc. Para o efeito foram considerados os seguintes pontos:

- Comparação das matrizes OD de 2012 e 2023

  No estudo anterior estimou-se uma matriz OD para o ano base (2012) com o total de 14570 veíc./h, relativa ao período 8h00 – 9h00 do dia útil. A matriz correspondente ao novo ano de referência (2023), obtida com dados de tráfego inteiramente novos, e relativa ao mesmo período, tem um total de 16248 veíc./h. Essa variação corresponde a uma taxa de crescimento anual de aproximadamente 1.0%;

- Evolução dos volumes de tráfego na EN 341 e no IC2.

  A Figura 17 ilustra a variação do tráfego na EN 341 e no IC2 na envolvente da área de estudo, abrangendo o trecho entre Cruz dos Morouços e Nó do Almegue, Nó do Almegue e Circular, e Arco Pintado (estação) e Trouxemil, no período de 2015 a 2022[8]. Observando apenas os anos pré-pandemia (2015-2019), não se evidencia uma clara tendência de crescimento de tráfego. O Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) de 2022 apenas superou o valor de 2015 no sublanço do IC2 "Coimbra - Forum Coimbra".

Com base nestes dados, e por precaução, considerou-se que o tráfego crescerá a uma taxa de 1% durante o período do projeto, com exceção da zona do PP – contabilizada separadamente – e das zonas consolidadas da cidade (R. de Aveiro, Av. F. Magalhães, Circular Interna), onde se presume uma variação nula. Tal representa um acréscimo de **694** e **1774** veíc./h nos cenários de 2030 e 2040, respetivamente.

[7] O efeito do MetroBus na repartição modal é descrito na secção 6.2.4.

[8] Dados cedidos pela Infraestruturas de Portugal – Unidade de Modelação de Tráfego (24 de julho de 2023)

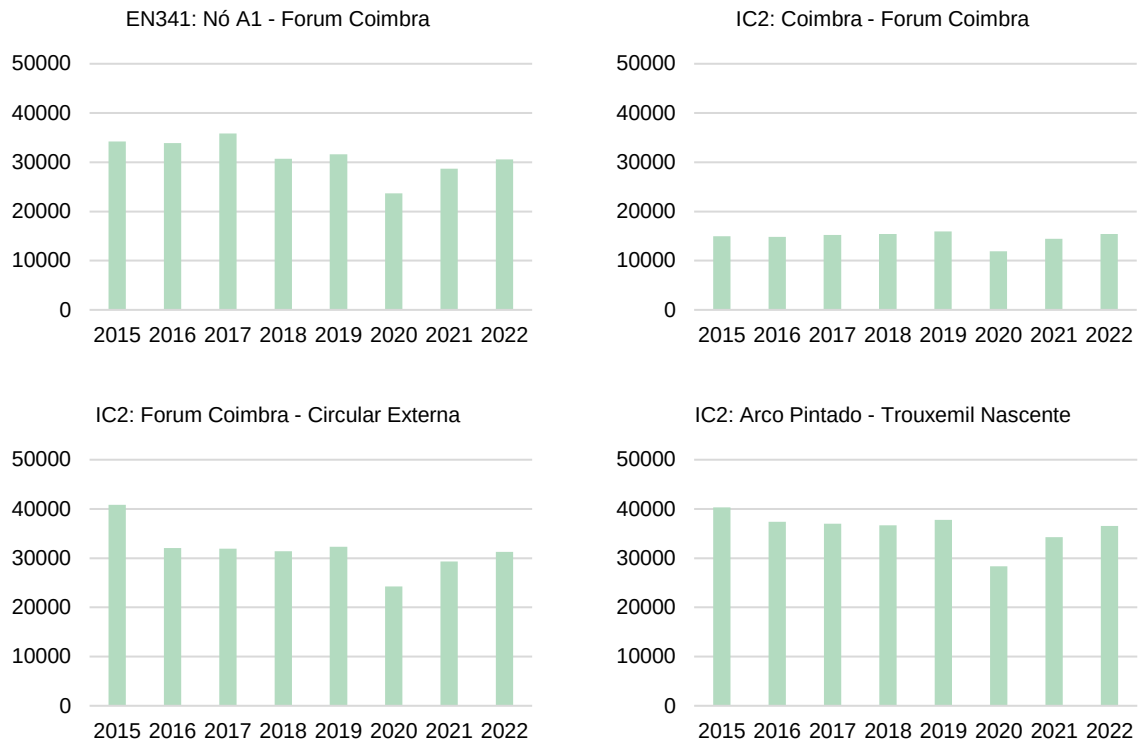


Figura 17 - Evolução do TMDA (conjunto dos 2 sentidos) no IC2 e na EN 341 entre 2015 e 2022. Fonte: Infraestruturas de Portugal, julho 2023.

6.2.4 Ajustamento da matriz OD

O desenvolvimento do Plano de Pormenor (PP) e a entrada em funcionamento do MetroBus implicam alterações nos padrões de mobilidade em transporte individual que devem ser refletidas na matriz OD. Desde logo, com a construção da nova estação intermodal, os terminais rodoviários da Av. Fernão de Magalhães e da Casa do Sal serão desativados. Os correspondentes fluxos de autocarros e de automóveis passarão a ter origem/destino no novo terminal.

Com a conversão da via-férrea em linha de MetroBus e com a construção do novo túnel da estação, as restrições à travessia da linha por autocarros são eliminadas, permitindo transferir a oferta de estacionamento que se encontra sob os viadutos da Casa do Sal para o setor da estação, numa lógica de Park&Ride.

A entrada em serviço do MetroBus deverá possibilitar uma redução substancial do número de deslocações em automóvel entre algumas zonas da cidade, especialmente se este sistema estiver associado à reorganização dos trajetos dos SMTUC e a políticas que restrinjam a circulação e o estacionamento nos espaços centrais, especialmente no Polo I da Universidade e

nos HUC / Celas. Numa abordagem conservadora, considerou-se que será observada uma redução de 30% para os pares OD em que ambas as extremidades da viagem são diretamente servidas pelo MetroBus, (ex.: Estação – Circular Interna ou Casa do Sal – Av. Fernão de Magalhães) e 10% nos pares OD em que é necessário utilizar o automóvel numa parte do trajeto, na perspetiva de Park&Ride (ex. Figueira – Fernão de Magalhães, com estacionamento no parque da estação). Da combinação destes fatores resultam matrizes origem-destino com os totais relativos à hora de ponta da manhã (HPM) indicados no Quadro 9. O Anexo 3 contém as matrizes de todos os cenários considerados.

Quadro 9 – Totais das matrizes OD nos vários cenários de desenvolvimento

Cenário	2023	2030-A	2030-B	2040
Total OD na HPM (veíc/h)	16248	17384	17674	19461

7 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA REDE

7.1 Considerações gerais

Neste capítulo é feita a avaliação quantitativa do desempenho da rede viária para os vários cenários identificados na Secção 1.2. Como mencionado anteriormente, a utilização de modelos de atribuição e simulação de tráfego é indissociável de erros e imprecisões de diversos tipos. Nesse sentido, esta avaliação centrou-se na análise comparativa de indicadores, e não tanto no respetivo valor absoluto. Para cada cenário apresenta-se o diagrama de carga (período 8h00 – 9h00) com indicação da densidade, e um conjunto de indicadores de desempenho relativos à totalidade de utilizadores para o período completo de simulação (7h00 – 10h00). No Anexo 4 apresenta-se uma listagem com as demoras para as diferentes zonas (centroides), também relativas ao período de três horas.

7.2 Cenário base de curto prazo (2030-A)

Com este cenário pretendeu-se compreender como funcionaria a rede a curto prazo (2030) numa lógica de intervenção mínima. Considerou-se que nesta data entra em funcionamento o serviço de Alta Velocidade entre Carregado e Porto, bem como o MetroBus de Coimbra. A procura foi ajustada para levar em conta a evolução natural do tráfego, o acréscimo de deslocações em transporte individual para a nova estação e a transferência parcial de viagens do transporte individual para o MetroBus. No entanto, admitiu-se que se mantém a rede atual na zona da Casa

do Sal e da estação, e que não há avanços significativos no desenvolvimento do Plano de Pormenor. A matriz OD correspondente a este cenário possui um total de 17384 veíc./h (HPM) o que corresponde a um acréscimo de 7.0% relativamente à situação atual.

O diagrama de carga (HPM) é apresentado na Figura 18. Os indicadores globais de desempenho (para as três horas do período de simulação) são apresentados no Quadro 10.

Verifica-se que tanto o tempo como a distância total percorrida aumentam de 2023 para 2030, em coerência com o aumento moderado do nível global de procura. Também as condições de circulação, quantificadas pelos indicadores “demora” e “velocidade média harmónica”, pioram ligeiramente, o que sugere que a entrada ao serviço do MetroBus não é suficiente para contrariar o crescimento expectável de tráfego na generalidade da rede e, em especial, na zona da estação devido à Alta Velocidade. Ao nível das zonas, salienta-se as demoras muito elevadas, aproximadamente 70 – 100 seg./km (Anexo 4), associadas às deslocações com origem nos centroides IC2 sul e EN 341 (Via Rápida de Taveiro), e que se devem essencialmente à dificuldade de atravessar a rotunda do Almegue. As demoras a partir dos centroides F. Magalhães, R. Aveiro e Monte Formoso são também consideráveis e explicam-se pela passagem em um ou mais semáforos na Casa do Sal, por vezes com paragens secundárias. A análise da simulação revela que, no essencial, os locais de congestionamento são os mesmos que se observam no cenário base.

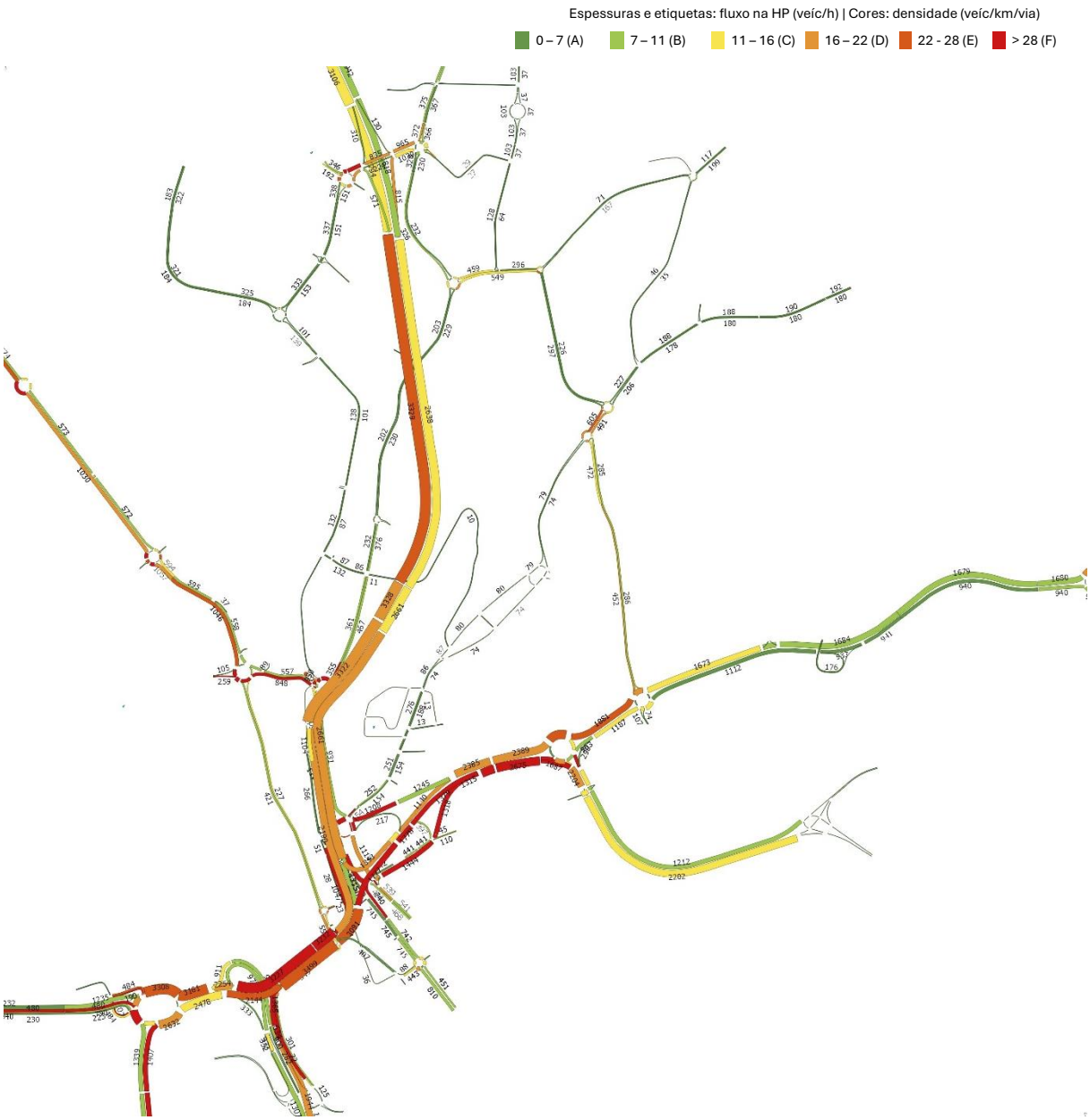


Figura 18 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2030-A)

Quadro 10 – Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2030-A)

		Cenário	
Unidades	Indicador	2023	2030-A
veíc.	Veículos simulados	35154	37655
veíc.	Veículos em espera	0	0
h	Tempo total	2492	2809
km	Distância total	117542	125349
seg./km	Demora	29.1	34.5
km/h	Vel. Média harmónica	42.8	40.2

7.3 Cenário alternativo de curto prazo (2030-B)

Neste cenário admite-se que, para além dos aspetos referidos no cenário 2030-A (evolução natural da procura, entrada em funcionamento da Alta Velocidade e do MetroBus), são concretizadas as alterações à rede viária descritas na secção 6.1.2 e que a edificação prevista no plano de pormenor é parcialmente construída (30%), daí resultando uma matriz OD com 17674 veíc/h (HPM, 8h00 – 9h00) que representa um acréscimo de 8.8% relativamente à situação atual.

O esquema de circulação na zona da R. do Padrão e Casa do Sal é funcionalmente semelhante ao atual. O eixo de ligação entre o cruzamento e a rotunda (sentido sul – norte) sofre uma translação para poente o que implica a criação de uma praceta na zona do atual cruzamento (R. Aveiro / Av. F. Magalhães), na qual será possível implementar um plano semafórico com capacidade próxima da atual. Também na nova rotunda da Casa do Sal será possível manter a lógica da regulação semafórica atual, com três fases principais: **A** - Circular, **B** - R. Cidade de Poitiers, **C** - R. do Padrão e ramo sul (veículos provenientes da Av. F. Magalhães e da R. Aveiro, com *stockagem* no interior da rotunda dos veículos que pretendem virar à esquerda). O ciclo deverá ainda contemplar uma fase especial, ativada por chamada e articulada com a passagem do MetroBus, para os veículos autorizados provenientes da Av. Marginal. Importa ainda mencionar a reformulação da ligação da Av. Marginal à Av. Fernão de Magalhães na proximidade do açude, atualmente com circulação alternada controlada por semaforização, e que se passará a fazer de nível quase sem demoras (semaforização com prioridade ao MetroBus).

Na zona da estação, as principais alterações em relação ao esquema de circulação atual devem-se às novas ligações sobre a via-férrea, em especial a ligação norte à Rua Manuel de Almeida e Sousa, a qual vai captar parte dos movimentos de norte para a zona da Estação e Choupal e diminuir a procura e as demoras na Casa do Sal. À data da realização deste estudo há ainda alguma incerteza sobre os sentidos de circulação, pelo que se assumiu que a via interna nascente (norte – sul) e as vias transversais (este – oeste) serão bidirecionais.

É previsível que estas intervenções contrariem os efeitos do crescimento de tráfego e conduzam a condições de circulação muito próximas das atuais, como se constata pela evolução dos indicadores globais “Demora” e “Velocidade Média”. A variação dos níveis de congestionamento é aproximadamente uniforme em toda a rede, a menos de pequenas oscilações resultantes do processo aleatório de geração de tráfego. Salienta-se o progressivo agravamento das demoras

no nó da Pedrulha e na rotunda norte da EN 111, sendo que estas últimas podem ser facilmente mitigadas através de um *layout* de duas vias de circulação e de entrada.

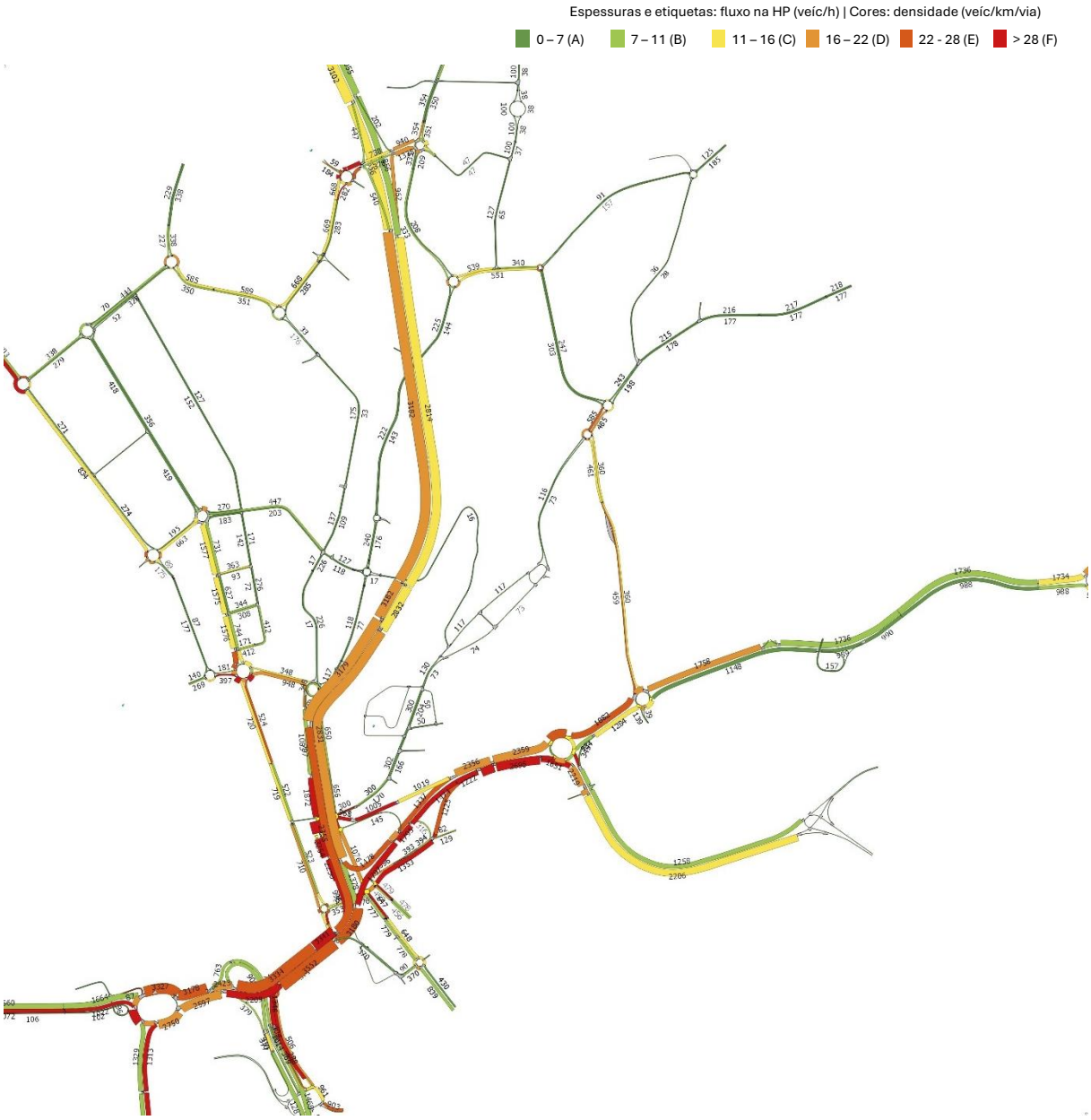


Figura 19 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2030-B)

Quadro 11 – Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2030-B)

		Cenário		
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522
veíc.	Veículos em espera	0	0	0
h	Tempo total	2492	2809	2899
km	Distância total	117542	125349	131338
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9
km/h	Vel. média harmónica	42.8	40.2	41.6

7.4 Cenário de longo prazo

7.4.1 Intervenção minimalista (2040-A)

Prevê-se que o efeito cumulativo do crescimento natural do tráfego, do desenvolvimento integral do PP, da operação da Alta Velocidade e do MetroBus, resulte num acréscimo de 19.6% da procura relativamente ao cenário base de 2023. Neste cenário admite-se que não há novas intervenções na rede, ou seja, que se mantém a infraestrutura prevista no PP para a zona da estação e da Casa do Sal.

A análise da simulação permite antecipar um forte agravamento das condições de circulação em toda a rede estruturante e também no setor da estação, refletindo a tendência de crescimento exponencial das demoras que ocorre quando a procura excede a capacidade. No fim do período de simulação (10h00) estavam ainda muitos veículos retidos nos centroides EN 341 e IC2 sul por limitação de capacidade da rotunda do Almegue. Foi também excedida a capacidade da Casa do Sal e do Açude (tabuleiros superior e inferior). Por comparação com o cenário base, as demoras aumentaram de 29 seg./km para 52 seg./km, a que corresponde uma rede quase bloqueada.

Com estes níveis de procura e de congestionamento já não é possível melhorar significativamente o desempenho da rede através de intervenções pontuais. Por exemplo, a semaforização da rotunda do Almegue permitiria aumentar o débito de entrada a partir do IC2 sul e da EN 341, mas esses fluxos iriam sobrecarregar ainda mais o Açude e a zona da Casa do Sal, onde já não é possível aumentar a capacidade. É assim necessário avaliar soluções estruturais para a mobilidade da cidade, e que essencialmente passam pela separação de fluxos e/ou desnivelamento das interseções que envolvem as vias estruturantes (IC2, EN 341, Circular, Guarda Inglesa).

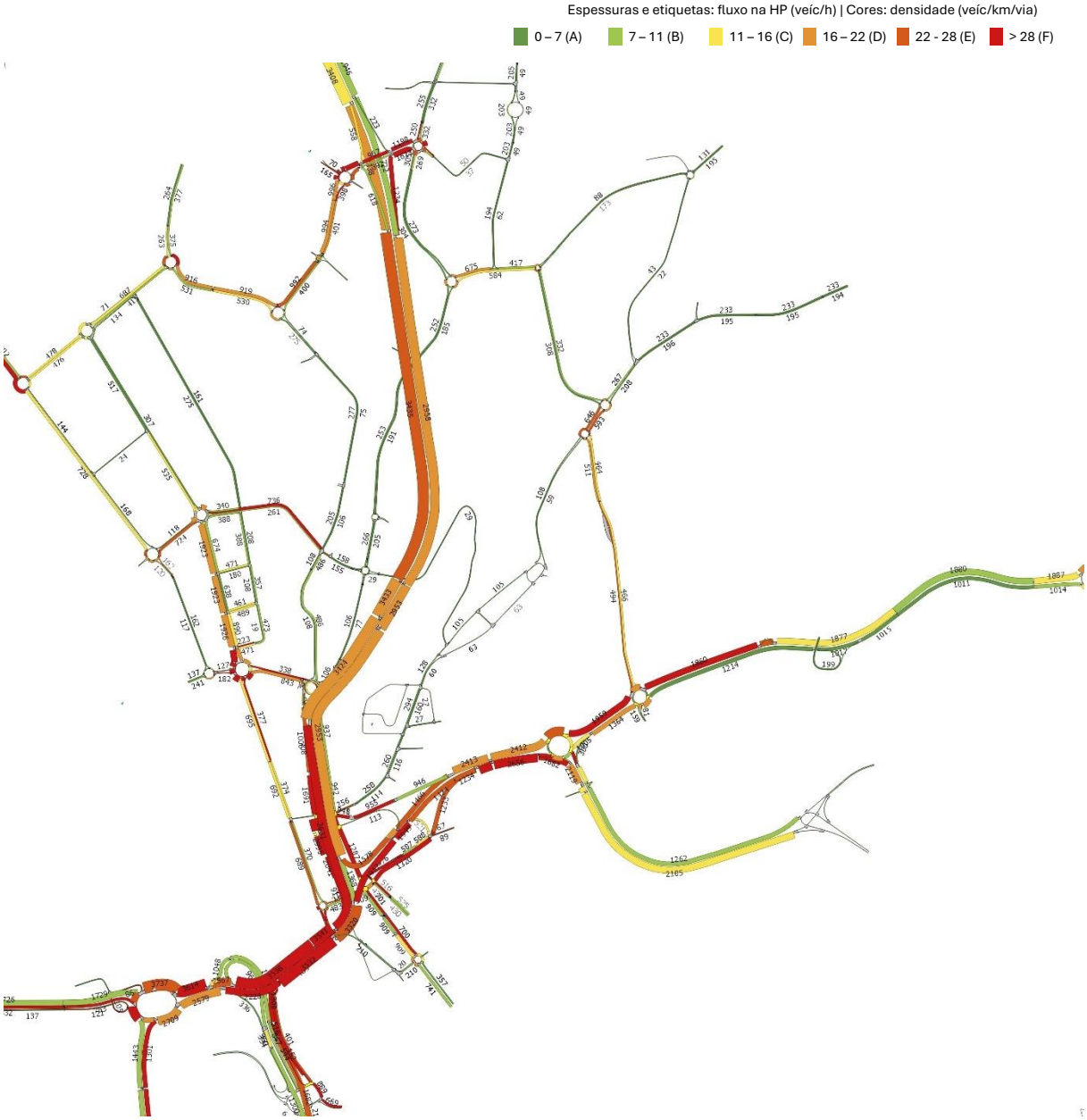


Figura 20 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2040-A)

Quadro 12 - Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2040-A)

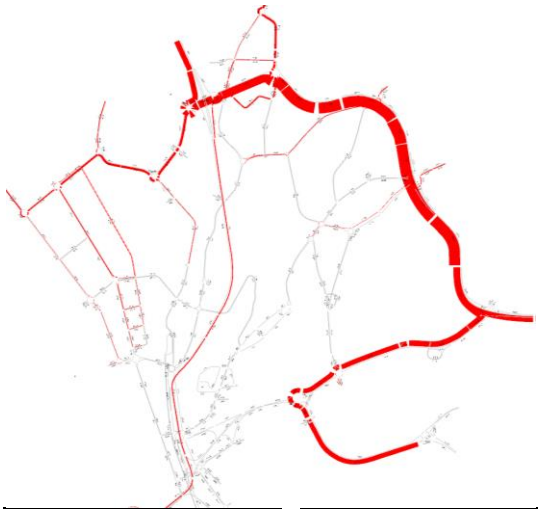
		Cenário			
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B	2040-A
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522	41174
veíc.	Veículos em espera	0	0	0	842
h	Tempo total	2492	2809	2899	3965
km	Distância total	117542	125349	131338	144686
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9	52.1
km/h	Vel. média harmónica	42.8	40.2	41.6	33.2

7.4.2 Anel à Pedrulha (2040-B)

O Anel à Pedrulha representa uma alternativa viária que permitirá ligar de forma direta e eficiente o atual IC2 na zona norte, à Circular Externa, zona este. Adicionalmente, esta nova via terá a função de infraestruturar e viabilizar o desenvolvimento urbanístico da zona norte de Coimbra. Os acessos a este eixo serão feitos maioritariamente através de rampas de aceleração e desaceleração a partir de rotundas desniveladas.

Figura 21 - Traçado previsto para o Anel à Pedrulha

A Figura 22 mostra a potencial repartição de utilizadores do Anel. No sentido norte – sul cerca de metade do tráfego provém do IC2 (45%), mas também há contributos importantes a partir de Eiras, da Pedrulha e mesmo do bairro da estação e da EN 111. Na interseção com a circular, o tráfego distribui-se entre a Circular Externa (48%) e a Circular Interna (39%). No sentido oposto a maior parte do tráfego vem da Circular Externa (72%) e da Circular Interna (12%); o IC2 norte é o principal destino (34%) mas no seu conjunto, os centroides Pedrulha, Eiras, Figueira e Estação recebem 50% do tráfego que utiliza o anel.



Origem	Prop.
IC2 norte	45%
Eiras 1/2	19%
Pedrulha 1/2	13%
Figueira / Estação	13%

Destino	Prop.
Circ Ext	48%
Circ Int	39%
Lordemão 1/2	11%
Coselhas	1%

Origem	Prop.
Circ ext	72%
Circ int	12%
Lordemão 1/2	11%
Guarda Ing	2%

Destino	Prop.
IC2 norte	34%
Pedrulha 1/2	27%
Eiras 1/2	12%
Figueira / Estação	11%

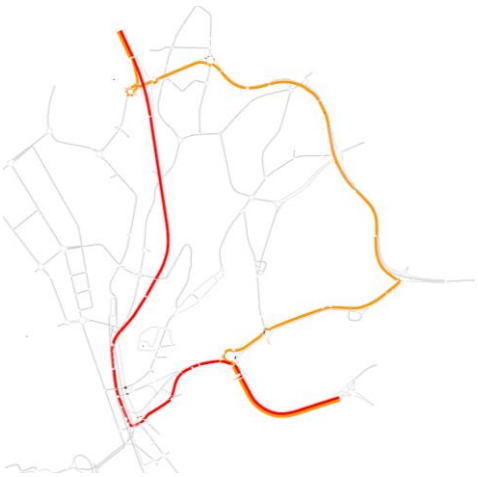
Figura 22 – Utilizadores do Anel à Pedrulha. Painel Esq.: sentido norte – sul; Painel Dto: sentido sul - norte

Também foram analisadas as opções de trajeto entre o IC2 norte e a Circular Externa / Interna (Figura 23). O Anel é a opção mais atrativa para as deslocações entre o IC2 e a Circular Externa em ambos os sentidos, captando todas as viagens. Nas deslocações entre o IC2 e a Circular Interna, no sentido este – norte, todos os condutores tenderão a aceder ao IC2 pela rampa da Casa do Sal, pois é um trajeto mais curto e praticamente sem demoras; no sentido oposto (Pedrulha – Circular), aproximadamente 66% dos condutores continuam a passar pela Casa do Sal e 34% adotam a nova alternativa.

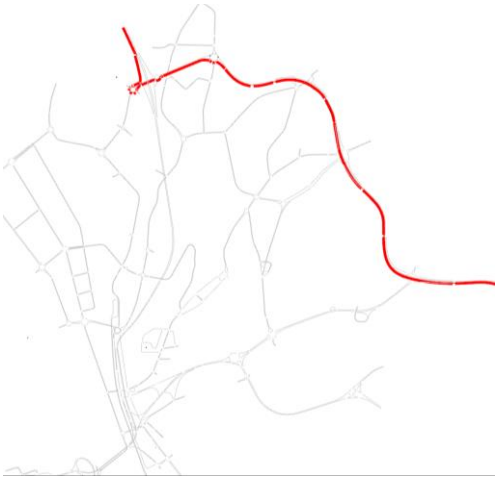
Ao nível global da rede, o Anel à Pedrulha tem um forte efeito na redução das demoras (52.1 seg./km → 35.3 seg./km). Como esperado, as principais melhorias referem-se às deslocações com origem nos centroides IC2 norte, Circular Externa e Circular Interna. No entanto, a maioria dos condutores beneficiará desta intervenção devido ao seu impacto na redução do congestionamento na Casa do Sal (e parcialmente no Almegue). Especificamente, prevê-se uma utilização do Anel de aproximadamente 2600 veículos/hora (HPM, nos dois sentidos), o que permitirá reduzir a carga no IC2 (Casa do Sal - Pedrulha) em cerca de 1450 veículos/hora (de 6390 veículos/hora para 4940 veículos/hora).

É importante notar que esta intervenção não resolve as dificuldades de circulação no nó do Almegue, que afetam os condutores provenientes do IC2 sul e da EN 341. Registam-se filas de espera extensas nestes eixos ao longo de todo o período de simulação. As demoras das viagens a partir dos dois respetivos centroides diminui ligeiramente em relação ao cenário anterior (2040-

A) devido à redução das inversões de marcha a partir do Açude, o que aumenta a capacidade das entradas e permite o escoamento de todos os veículos gerados. Também os movimentos com origem na Guarda Inglesa continuam a sofrer demoras muito elevadas devido à dificuldade em aceder e mudar de via no Açude, onde já circula o tráfego proveniente do IC2 e da EN 341.



IC2 norte → Circular Interna (Casa do Sal: 66%, Anel: 34%)



IC2 norte → Circular Externa (Anel: 100%)

Circular Interna → IC2 norte (Casa do Sal: 100%)

Circular Externa → IC2 norte (Anel: 100%)

Figura 23 – Escolha de trajetos entre o IC2 norte e a Circular Externa / Interna

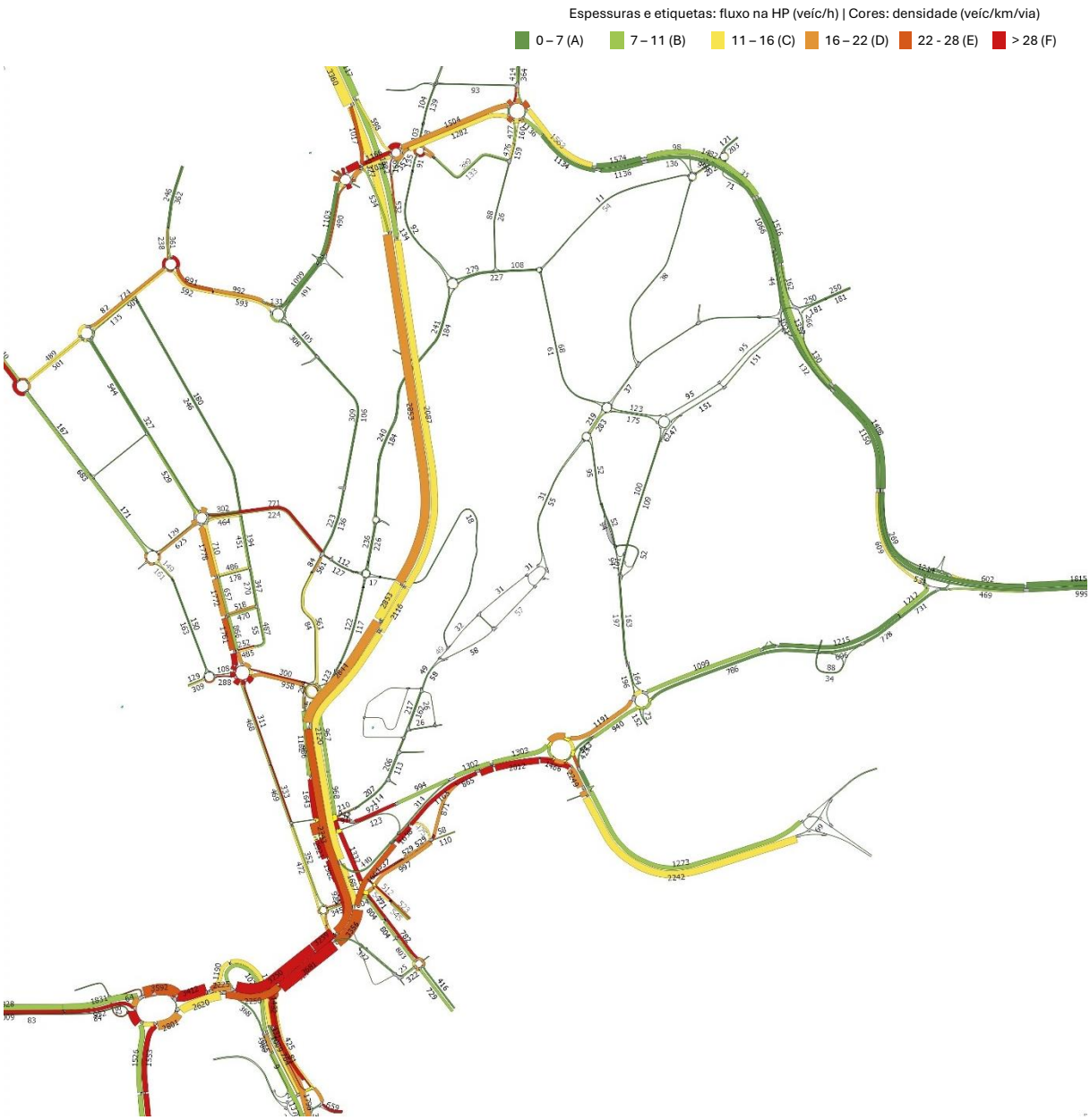


Figura 24 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2040-B)

Quadro 13 - Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2040-B)

		Cenário				
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B	2040-A	2040-B
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522	41174	42029
veíc.	Veículos em espera	0	0	0	842	1
h	Tempo total	2492	2809	2899	3965	3231
km	Distância total	117542	125349	131338	144686	141938
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9	52.1	35.3
km/h	Vel. média harmónica	42.8	40.2	41.6	33.2	40.1

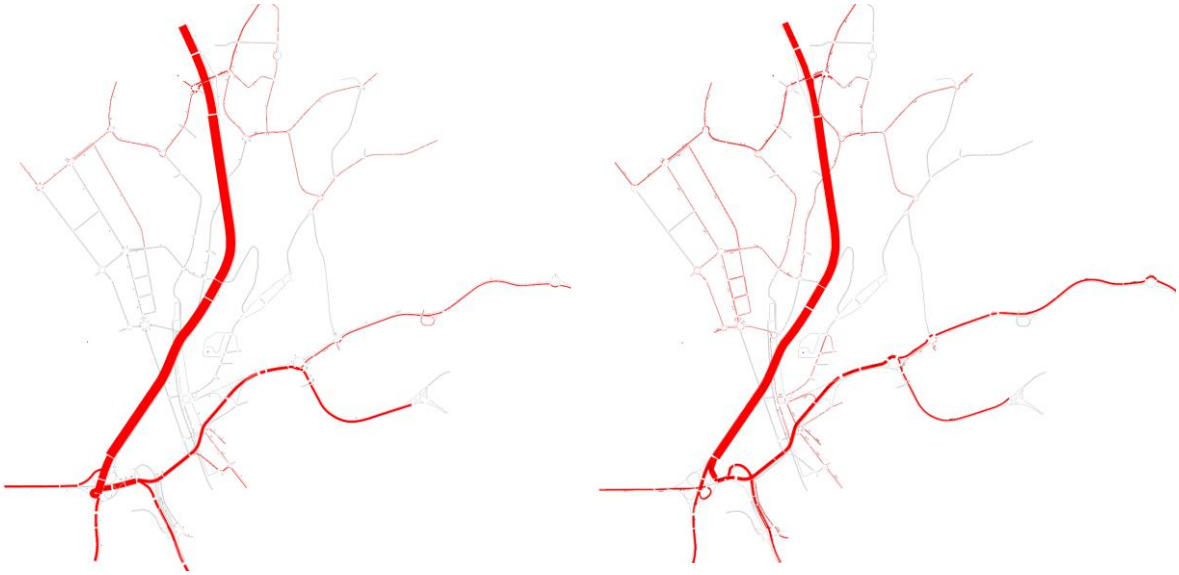
7.4.3 Nova ponte do IC2

A construção de uma nova ponte do IC2 sobre o rio Mondego é uma solução viária que pretende dar resposta a vários problemas de mobilidade da cidade. Desde logo, numa dimensão nacional / regional, permitirá a ligação contínua entre os sublanços sul e norte deste itinerário e a eliminação das respetivas filas e demoras na rotunda do Almegue. Os movimentos norte – sul deixam de se fazer pelo Açude, no qual passam a circular apenas os fluxos interzonais da Circular, Guarda Inglesa e EN 341. A construção da ponte implica a desativação do viaduto da Casa do Sal na R. do Padrão, entre a saída para a Circular e a estação, o que por sua vez viabiliza a ligação contínua da Circular (margem direita) ao Açude. Adicionalmente, esta solução representa uma alternativa ao Anel à Pedrulha, uma vez que permite a ligação contínua e rápida do IC2 norte à Circular através do Almegue, libertando a Casa do Sal e a R. do Padrão de todo o tráfego de nível estruturante.

Figura 25 - Traçado previsto para a nova ponte do IC2

A Figura 26 indica a repartição de utilizadores da nova ponte. No sentido norte – sul a grande maioria das deslocações tem origem no IC2 (86%); em termos de destinos há uma distribuição muito equilibrada entre o IC2 sul, a Circular Interna, a Guarda Inglesa e a EN 341. No sentido sul – norte a distribuição inverte-se e as proporções são similares. Salienta-se o relativamente baixo

peso das deslocações de atravessamento IC2 norte – IC2 sul (21% do total), o que demonstra a importância desta nova via nas deslocações de e para a cidade. Nas secções seguintes analisa-se o desempenho da rede em função da tipologia de ligação da ponte à rede estruturante da cidade.



Origem	Prop.
IC2 norte	86%
Pedrulha 1/2	7%
Eiras 1/2	6%
Outros	1%
--	--

Destino	Prop.
IC2 sul	24%
Guarda Ing	24%
Circ. Int	21%
VR Taveiro	17%
Circ Ext	7%

Origem	Prop.
Guarda Ing	24%
IC2 sul	22%
Circ Ext	18%
Circ Int	15%
VR Taveiro	12%

Destino	Prop.
IC2 norte	74%
Pedrulha 1/2	13%
Eiras 1/2	8%
Figueira / Estação	5%
Outros	--

Figura 26 - Utilizadores da nova ponte do IC2. Painel Esq.: sentido norte – sul; Painel Dto: sentido sul - norte

7.4.3.1 Ligações de nível no Almegue (2040-C)

Neste cenário avalia-se a possibilidade de ligar a ponte à circular e à EN 341 através de uma solução minimalista, aproveitando a atual rotunda do Almegue, na qual convergem as rampas de entrada e saída do IC2. Em complemento, seria criado um meio-nó na zona da estação, com rampas de entrada e saída de / para a rotunda nascente da estação, através da estrada de Eiras (Figura 27).

Os resultados da simulação apontam para o congestionamento geral da rede. A rotunda do Almegue não tem capacidade para processar o tráfego proveniente da ponte, na qual se formam filas ao longo de quase toda a sua extensão; face a essas demoras, os condutores proveniente de norte passam a escolher outros trajetos de baixa capacidade que também ficam congestionados; por outro lado, os elevados volumes de circulação na rotunda diminuem

fortemente a capacidade das entradas a partir da EN 341 e do IC2 sul e causam a formação de filas muito extensas e persistentes nestas vias.

Analisou-se também a viabilidade de uma solução assente em semaforização na rotunda do Almegue, com duas fases principais correspondentes às direções norte-sul e este-oeste, com *stockagem* dos veículos que viram à esquerda no interior da rotunda, e uma terceira fase para libertar esses veículos. Tal como no caso da rotunda simples, verificou-se que a capacidade das entradas é claramente insuficiente, conduzindo ao congestionamento da rotunda e da ponte e, com o decorrer da simulação, de toda a rede.

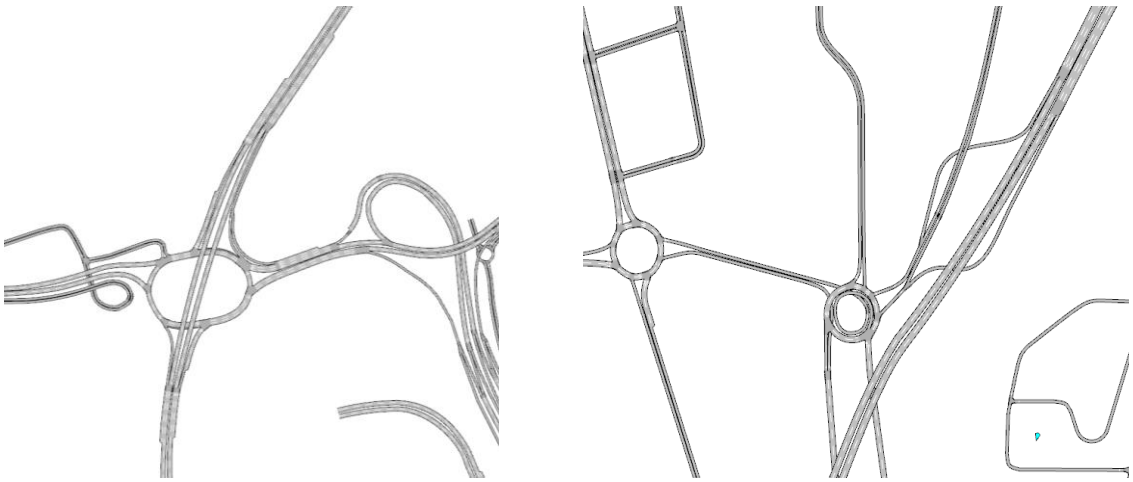


Figura 27 - ligação do IC2 à rede da cidade - solução minimalista. Esq.: nó do Almegue; Dta: meio-nó da Estação

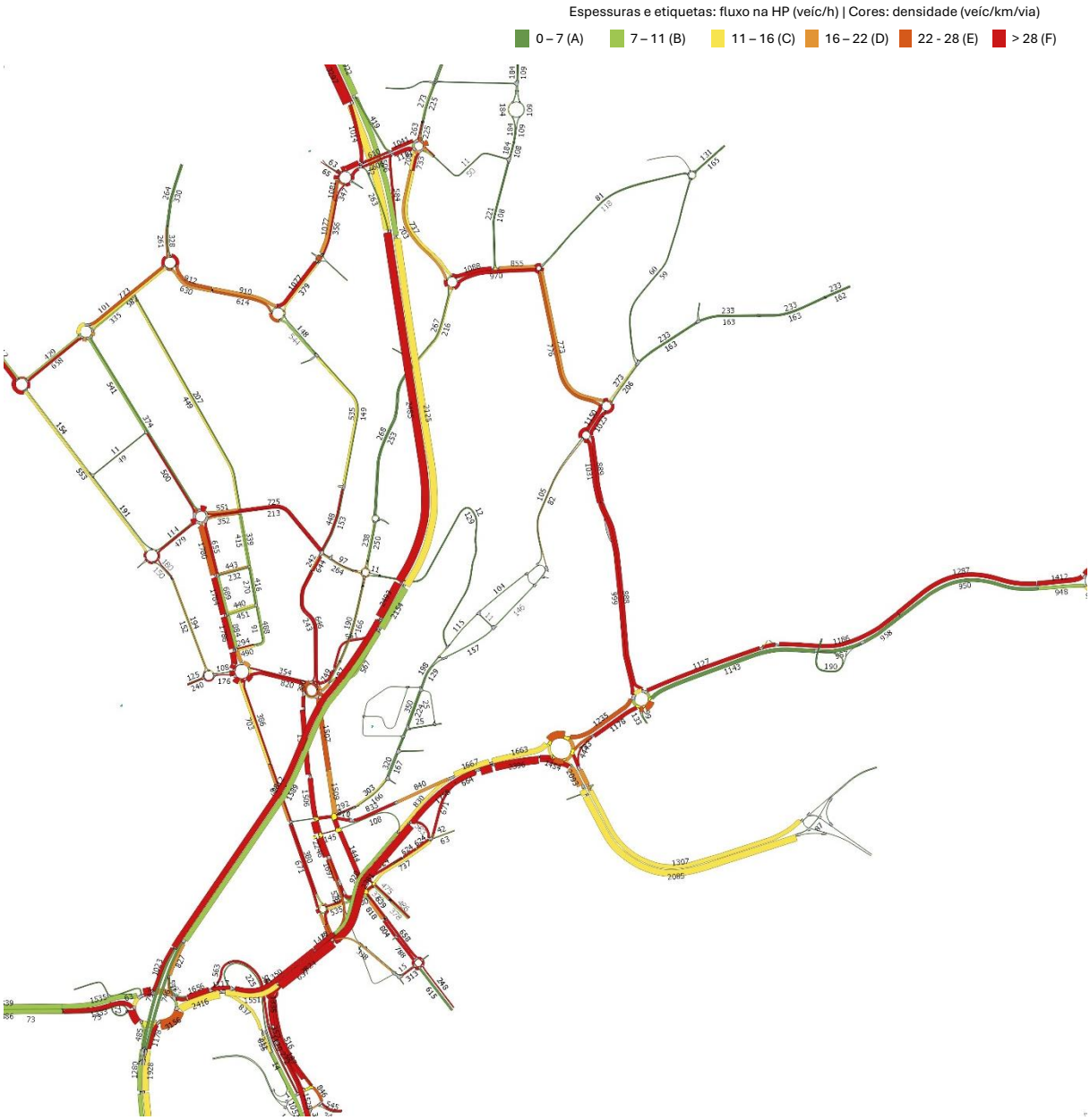


Figura 28 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2040-C)

Quadro 14 - Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2040-C)

		Cenário					
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B	2040-A	2040-B	2040-C
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522	41174	42029	40603
veíc.	Veículos em espera	0	0	0	842	1	1414
h	Tempo total	2492	2809	2899	3965	3231	5530
km	Distância total	117542	125349	131338	144686	141938	128698
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9	52.1	35.3	104.8
km/h	Vel. média harmónica	42.8	40.2	41.6	33.2	40.1	22.3

7.4.3.2 Nó de ligação no Almegue (2040-D)

Como se viu no ponto anterior, não é possível gerir a interseção dos fluxos da ponte, da circular e da EN 341 através de interseções de nível. Assim, nesta secção avalia-se o desempenho da rede com um nó completo no Almegue, do tipo trevo (Figura 29), o qual permite que todos os movimentos se façam de modo contínuo, apenas com as demoras associadas às manobras de entrecruzamento. Neste cenário não se justifica a criação do meio-nó da estação: por um lado, o nó do Almegue deverá ter capacidade suficiente para acomodar esses movimentos de entrada e saída do IC2; por outro lado, os condutores provenientes de norte com destino à estação teriam tendência a utilizar essa saída, em vez da nova ligação a partir da rotunda da Pedrulha que interessa privilegiar.

Note-se que o *layout* apresentado é meramente indicativo: para além de carecer de validação da geometria, não contempla ainda os restabelecimentos da Av. Mário Silva (acesso à ESAC) e da R. Vale Gemil.

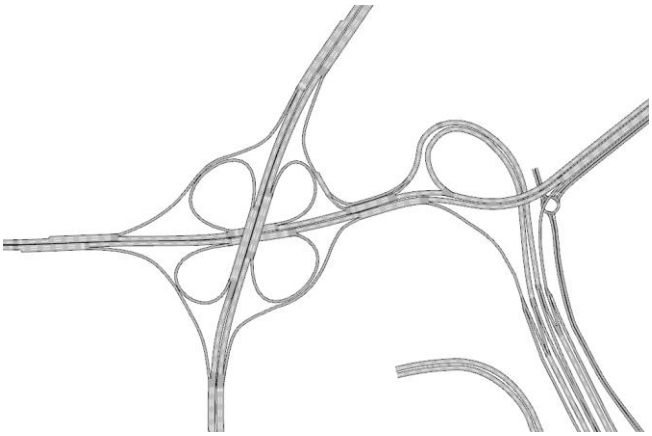


Figura 29 - ligação do IC2 à rede da cidade – nó completo no Almegue

Os resultados da simulação sugerem que a rede terá um desempenho muito bom. Os atuais pontos de congestionamento no Almegue a partir do IC2 sul e da EN 341 são eliminados, o que conduzirá a uma redução das demoras de aproximadamente 40% por comparação com o cenário base de 2023. As demoras correspondem maioritariamente a paragens primárias nos semáforos e a manobras de entrecruzamento, com destaque para o trecho da circular no sentido poente – nascente na aproximação à rotunda da Fucoli e para o troço compreendido entre os nós da Guarda Inglesa e do Almegue.

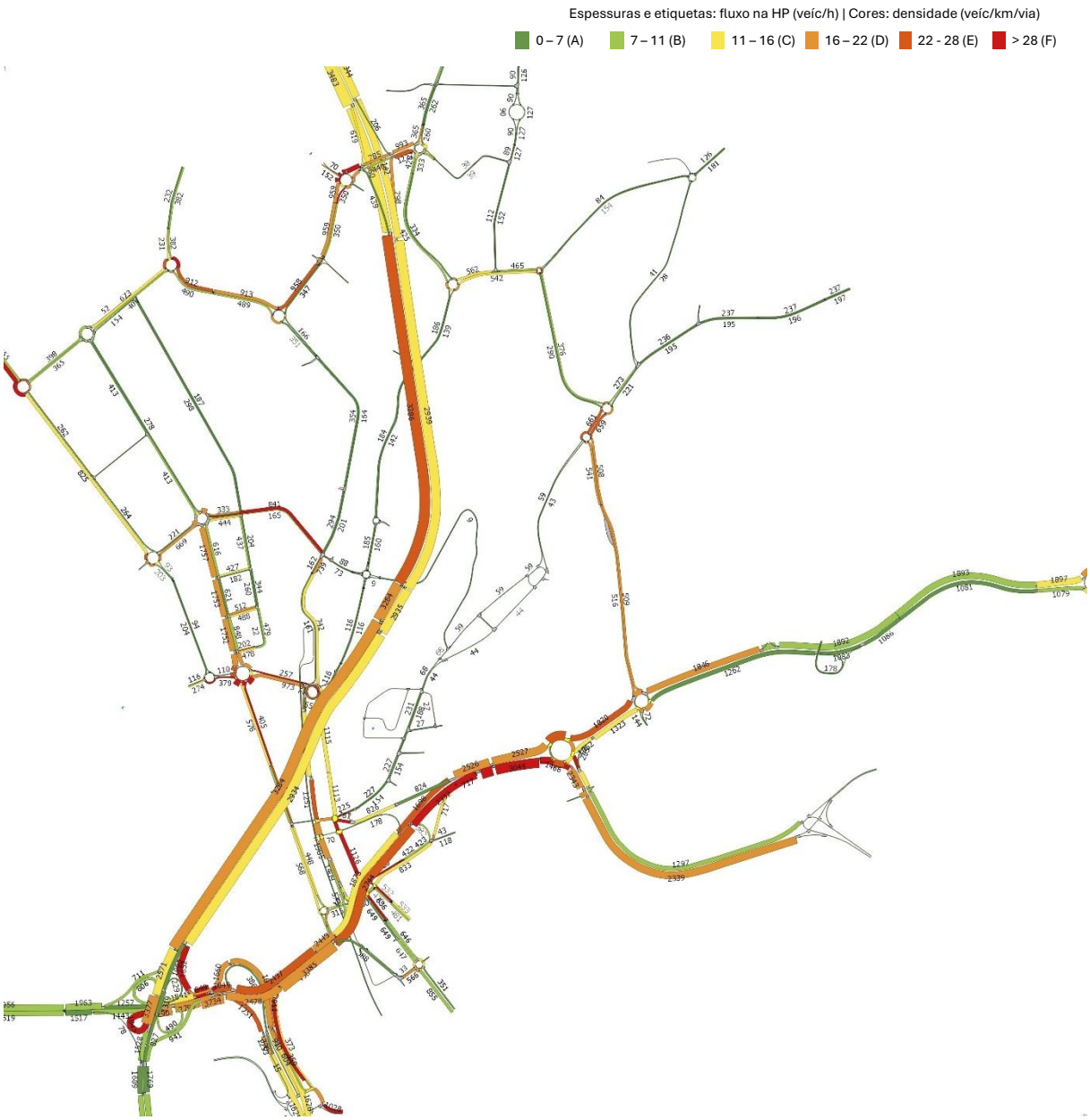


Figura 30 - Diagrama de carga (cenário 2040-D)

Quadro 15 - Indicadores globais de desempenho (cenário 2040-D)

		Cenário						
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B	2040-A	2040-B	2040-C	2040 - D
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522	41174	42029	40603	42097
veíc.	Veículos em espera	0	0	0	842	1	1414	0
h	Tempo total	2492	2809	2899	3965	3231	5530	2662
km	Distância total	117542	125349	131338	144686	141938	128698	148187
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9	52.1	35.3	104.8	16.7
km/h	Vel. média harm.	42.8	40.2	41.6	33.2	40.1	22.3	51.2

7.4.3.3 Ajustamento da capacidade na Casa do Sal (2040-E)

Considerando os resultados relativos ao cenário anterior, parece haver margem para reduzir a capacidade na rotunda e no cruzamento da Casa do Sal e reverter de forma mais expressiva o caráter rodoviário da zona. Assim, neste último cenário introduziu-se o seguinte conjunto de alterações na zona da Casa do Sal:

- Desativação da rampa de acesso ao açude/IC2 sul a partir da rotunda da Casa do Sal, cuja função passa a ser assegurada pela atual rampa de acesso ao IC2 norte situada nos jardins da Casa do Sal, e a partir da qual será estabelecida ligação contínua entre as duas margens;
- Diminuição do número de vias de circulação na R. do Padrão, nas vias de ligação da rotunda ao cruzamento, e na Circular;
- Criação de uma ligação da Marginal à rotunda, aberta ao tráfego em geral;
- Correção da geometria da praceta, para permitir os movimentos da R. de Aveiro para a Av. Fernão de Magalhães.

Figura 31 – Solução viária na zona da Casa do Sal (cenário 2040-E)

Os resultados globais da simulação estão de acordo com o esperado. A diminuição da capacidade das vias e das interseções não tem impacto significativo nas demoras e nos restantes indicadores de desempenho uma vez que todos os movimentos continuam a ter apenas paragens primárias nos semáforos e os movimentos afetados são relativamente pouco significativos. Poderão ainda ser viáveis ajustamentos adicionais, tais como a eliminação da via curta da Av. Fernão de Magalhães e a abertura ao tráfego em geral da ligação nascente – poente à marginal a partir da rotunda.

Figura 32 - Diagrama de carga 8h00-9h00 (cenário 2040-E)

Quadro 16 - Indicadores globais de desempenho 7h00-10h00 (cenário 2040-E)

		Cenário							
Unidades	Indicador	2023	2030-A	2030-B	2040-A	2040-B	2040-C	2040 - D	2040-E
veíc.	Veículos simulados	35154	37655	38522	41174	42029	40603	42097	42098
veíc.	Veículos em espera	0	0	0	842	1	1414	0	0
h	Tempo total	2492	2809	2899	3965	3231	5530	2662	2675
km	Distância total	117542	125349	131338	144686	141938	128698	148187	148196
seg./km	Demora	29.1	34.5	30.9	52.1	35.3	104.8	16.7	16.7
km/h	Vel. média harm.	42.8	40.2	41.6	33.2	40.1	22.3	51.2	51.1

8 CONCLUSÕES

Este trabalho focou-se na quantificação do impacto que a construção da nova estação e o desenvolvimento do plano de pormenor que a integra terá no funcionamento da rede viária envolvente. Para tal, foram definidos vários cenários que combinam diferentes possibilidades de evolução da procura e da infraestrutura. Em termos de procura, além da situação atual (2023), admitiu-se um cenário de curto prazo (2030) e outro de longo prazo (2040) que representam aumentos na procura de, respetivamente, 8.8% e 19.6% em relação a 2023 e levam em consideração o crescimento natural do tráfego, a entrada em serviço do MetroBus e da Alta Velocidade e o desenvolvimento urbanístico do plano de pormenor. A solução viária considerada para os cenários futuros corresponde a uma evolução da versão preliminar apresentada pela *BAU-B Arquitectura i Urbanisme* na sessão pública de 24 de maio de 2023.

A análise do funcionamento da rede nos vários cenários teve por base um modelo de microssimulação de tráfego. O seu desenvolvimento foi baseado na construção de uma matriz origem-destino local, baseada em dados de tráfego reais (fluxos e repartições direcionais), recolhidos através de drone e de métodos convencionais. Tendo por base o modelo validado para a situação atual, foi possível, por recurso a análises comparativas, inferir o efeito resultante da imposição de variações à matriz de procura de tráfego e/ou da alteração de elementos infraestruturais.

A análise do funcionamento da rede viária na situação atual confirmou graves problemas de funcionamento, com a identificação de dois pontos críticos ao sistema a operar acima do limiar de saturação: o nó da Casa do Sal e o nó do Almegue. Na Casa do Sal, as demoras concentram-se principalmente nos movimentos originados no IC2 norte e com destino na Circular Externa / Interna, assim como naqueles com origem na Circular e destino na Avenida Guarda Inglesa / IC2 sul / EN 341. No nó do Almegue, os atrasos estão principalmente relacionados com os ramos de entrada a partir da EN 341 e do IC2 sul.

Com o cenário referencial de curto prazo (2030-B) avaliou-se o desempenho da solução viária proposta no PP associada a uma evolução moderada da procura (decorrente da entrada em funcionamento dos serviços ferroviário de Alta Velocidade e MetroBus, e do desenvolvimento parcial do PP). A capacidade da rede na zona da Casa do Sal é próxima da atual, enquanto na zona da estação são criadas duas ligações sobre a via-férrea, potenciando as ligações a norte através da Rua Manuel Madeira e ao IC2. Verificou-se que a solução proposta responde

parcialmente ao acréscimo de procura, com indicadores de desempenho apenas ligeiramente piores do que os atuais.

Avaliou-se de seguida o funcionamento da mesma rede no cenário de longo prazo (2040-A), onde se assume o desenvolvimento integral do PP, o crescimento natural do tráfego ao longo de 17 anos, bem como o serviço da Alta Velocidade e do MetroBus. A análise das simulações permitiu concluir que a rede não consegue acomodar o acréscimo de procura, resultando em congestionamento em toda a rede estruturante. Não foi possível identificar qualquer intervenção pontual de baixo custo que permita mitigar significativamente esses problemas. Diante dos níveis de congestionamento observados, a resolução dos problemas de circulação deverá passar por intervenções estruturantes, nomeadamente o Anel à Pedrulha e/ou a nova ponte do IC2.

A simulação da rede viária proposta no PP à qual se associou o Anel à Pedrulha (cenário 2040-B) conduziu a uma melhoria significativa dos indicadores globais de desempenho face ao cenário anterior (2040-A), ainda que piores que os da situação atual (cenário 2023). O Anel capta a totalidade dos movimentos entre o IC2 norte e a Circular Externa (nos dois sentidos) e parte significativa dos movimentos entre o IC2 norte e a Circular Interna (no sentido de entrada na cidade). A transferência de deslocações para esta via diminui a procura na Casa do Sal e diminui os tempos de trajeto a partir de todas as zonas. No entanto, persistem as longas filas e demoras no Almegue, nas entradas da EN 341 e do IC2 sul.

A construção de uma nova ponte do IC2 sobre o rio Mondego terá um forte impacto na mobilidade da cidade. A desativação do viaduto da Casa do Sal viabiliza a ligação contínua da Circular (margem direita) ao Açude o que, por sua vez, permite uma ligação contínua e rápida entre o IC2 norte e a Circular através do Almegue, libertando a Casa do Sal e a R. do Padrão de todo o tráfego de nível estruturante. O desempenho deste sistema está, contudo, condicionado pelo tipo de ligação da ponte à rede da cidade na zona do Almegue. Verificou-se que soluções de nível, do tipo rotunda ou semáforo, não oferecem capacidade suficiente e conduziriam a situações extremas de congestionamento (cenário 2040-C). Por outro lado, com um nó de ligação do tipo trevo (cenário 2040-D) são obtidos indicadores de desempenho muito positivos, conduzindo a uma redução das demoras de aproximadamente 40% por comparação com o cenário base de 2023.

Considerando o desempenho da rede viária proposta no PP, associada à nova ponte do IC2 com o nó de tipo trevo no Almegue, avaliou-se a possibilidade de ajustar o *layout* das vias e das

interseções da Casa do Sal aos novos níveis de procura (cenário 2040-E). Confirmou-se que é possível diminuir o perfil de diversas vias alocado à circulação rodoviária e a extensão de alguns trajetos, e tornar toda esta zona urbanisticamente aprazível e compatível com utilizações sociais e de lazer.

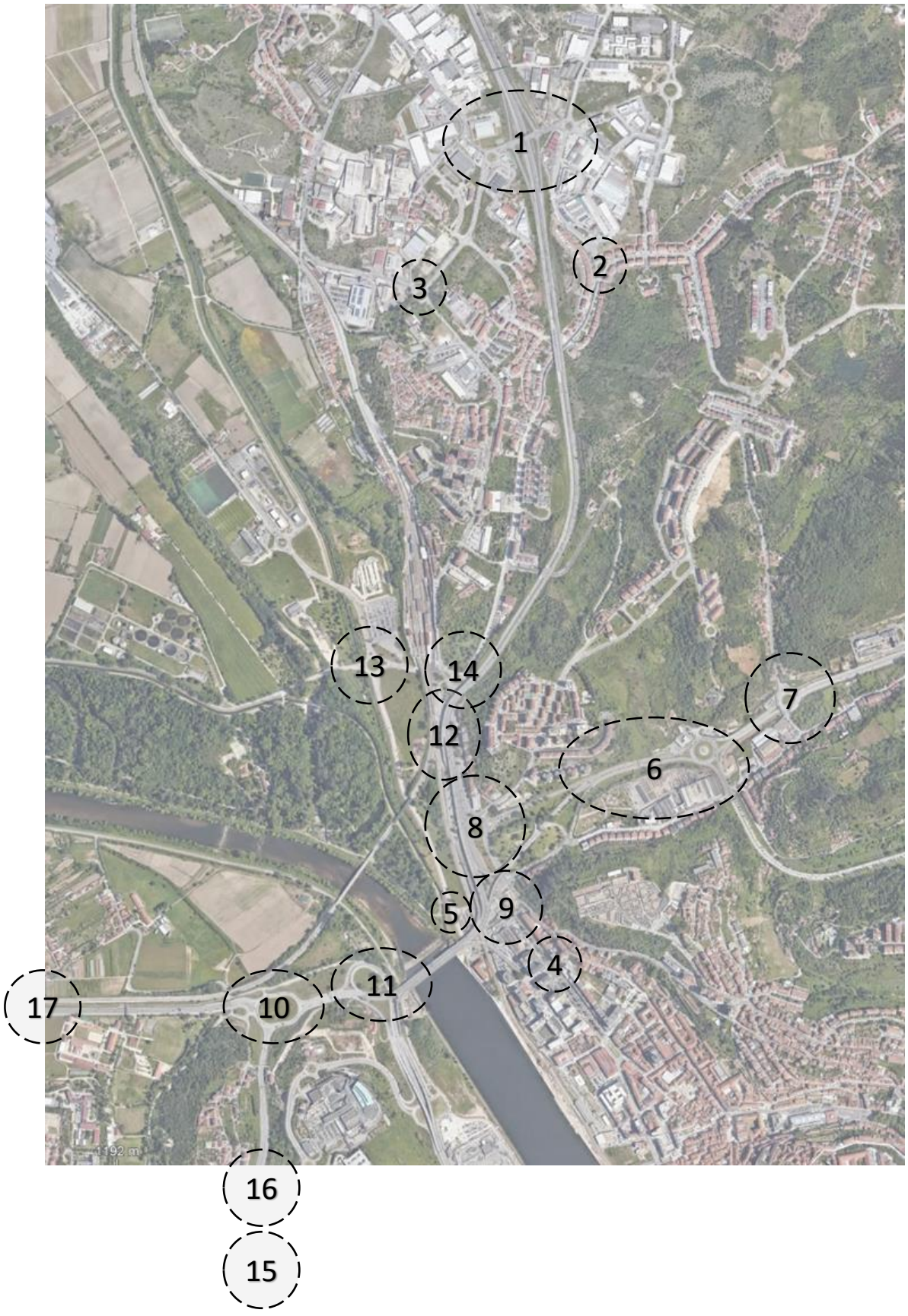
Conclui-se, portanto, que as intervenções previstas no PP para a Casa do Sal e Rua do Padrão são adequadas, em termos da circulação rodoviária, para os curto e médio prazos. No longo prazo, deverão ser avaliadas soluções estruturais, que passem pela separação de fluxos e/ou desnivelamento das interseções que envolvem as vias estruturantes, recomendando-se assim que as intervenções previstas no PP para a zona da Casa do Sal possam ser facilmente reversíveis/adaptáveis para potenciar estes efeitos.

ANEXO 1

Contagens de tráfego

Contagens de tráfego set / out 2023

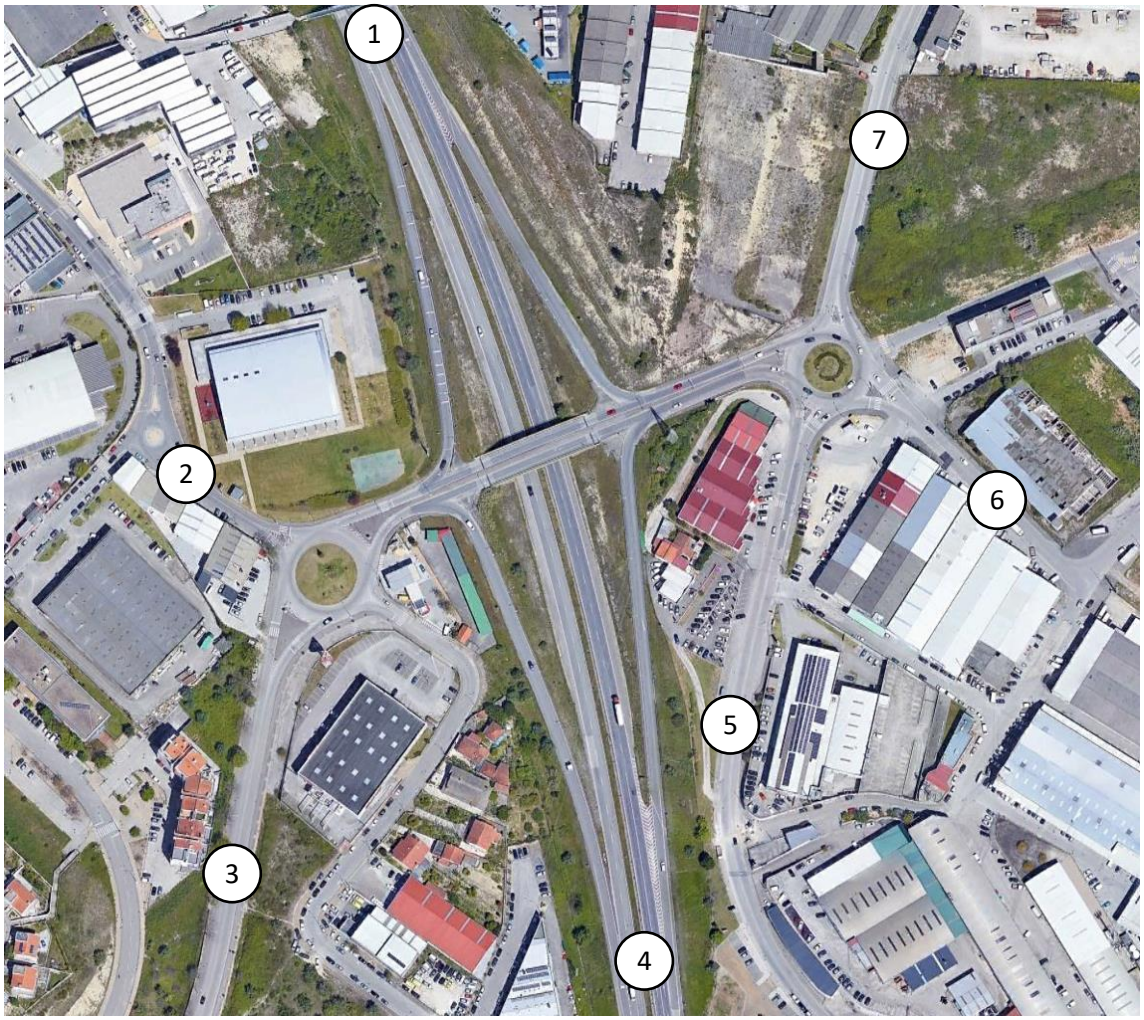
Identificação dos locais de contagem



Local 1

Nó da Pedrulha

11 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone



O/D (v/h)	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1 - IC2 Norte	3	19	109	2582	177	19	34	2943
2 - ZI Poente	3	0	22	56	102	12	16	211
3 – R. Augusto L. Martha	28	28	0	34	25	9	19	143
4 - IC2 Sul	1796	163	75	3	70	51	163	2320
5 – Est. Eiras Sul	143	78	19	16	3	28	158	445
6 - ZI Nascente	25	19	9	19	22	0	16	110
7 – Est. Eiras Norte	9	19	37	171	226	16	0	478
TOTAL	2008	328	274	2885	630	141	413	6678

Local 2

Rotunda do Bairro de S. Miguel

11 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

O/D (veíc./h)	1	2	3	TOTAL
1 – Est. Eiras (IC2)	0	177	473	650
2 – Est. Eiras (Estação)	162	0	178	340
3 – Bairro S. Miguel	415	117	59	591
TOTAL	577	294	710	1581

Local 3

Rotunda da Plural (R. Manuel madeira / R. Constituição / R. Augusto Luiz Martha)

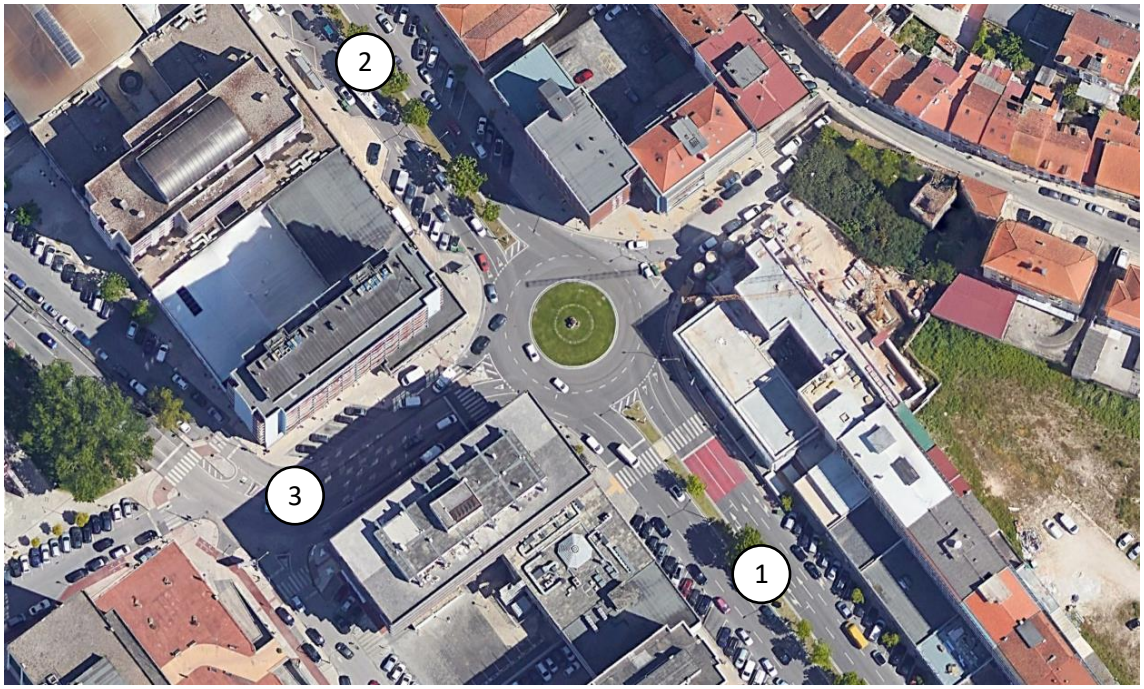
13 de setembro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

O/D (v/h)	1	2	3	TOTAL
1 – R. Manuel Madeira	0	178	40	218
2 – R. Constituição	157	4	73	234
3 - R. Augusto L. Martha	146	66	0	212
TOTAL	303	248	113	664

Local 4

Av. Fernão de Magalhães / R. Pedro Álvares Cabral

13 de setembro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo



O/D (v/h)	1	2	3	TOTAL
1 – Av. F. Magalhães (centro)	42	341	98	481
2 – Av. F. Magalhães (Casa do Sal)	806	145	75	1026
3 – R. Padre Estevão Cabral	96	142	7	245
TOTAL	944	628	180	1752

Local 5

Rotunda do Açude (Av. Marginal)

18 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

O/D (v/h)	1	2	3	TOTAL
1 – Av. Marginal (Açude)	0	267	453	720
2 – PI da Casa do Sal	110	0	49	159
3 – Av. Marginal (Estação)	473	203	0	676
TOTAL	583	470	502	1555

Local 6

Rotunda da Fucoli (Circular Externa / Circular Interna)

18 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone

O/D (veíc./h)	1	2	3	4	5	TOTAL
1 – Circ. Interna (HUC / Celas)	81	220	37	607	325	1269
2 – Circ. Externa (Olivais / Solum)	657	8	45	507	274	1492
3 – GALP	24	15	0	45	33	116
4 – Rot. Casa do Sal	-	-	-	-	-	-
5 – IC2 Norte	-	-	-	-	-	-
6 – Açude (Margem Esq.)	1278	322	8	0	0	1608
7 – Cruz. da Casa do Sal	487	123	3	0	0	613
TOTAL	2528	688	94	1159	631	5099

Local 7

Rotunda de Vale de Figueiras (Circular Externa / R. de Vale de Figueiras)

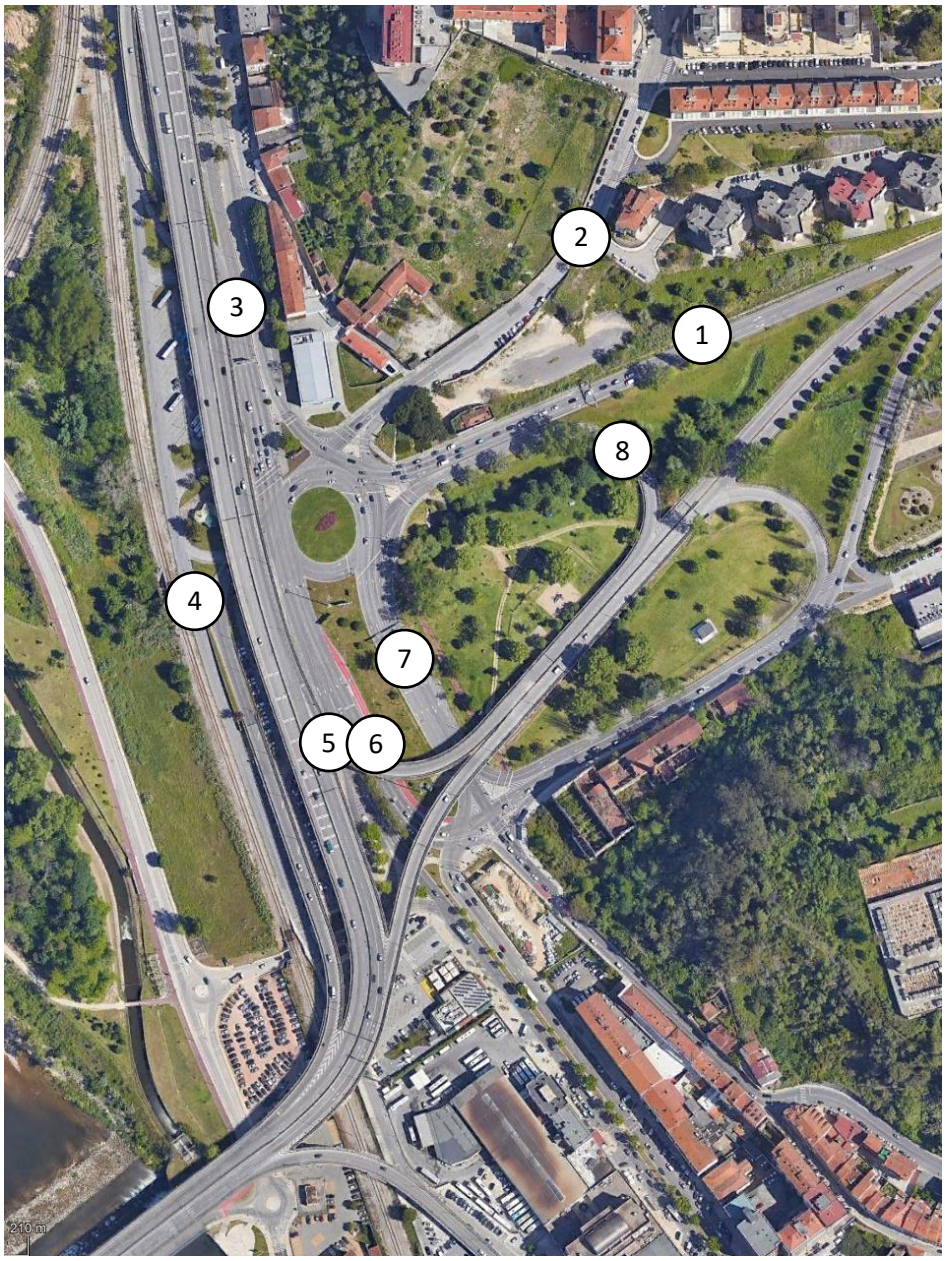
18 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone

O/D (veíc./h)	1	2	3	4	TOTAL
1 – Circ. Externa (Olivais / Solum)	18	568	1033	73	1692
2 – R. Vale de Figueiras	431	3	397	18	848
3 – Circ. Externa (Fucoli)	445	336	3	47	831
4 – Coselhas (Z. Ind.)	11	63	0	0	74
TOTAL	905	969	1433	138	3445

Local 8

Rotunda da Casa do Sal

22 de setembro de 2023 (sexta-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone

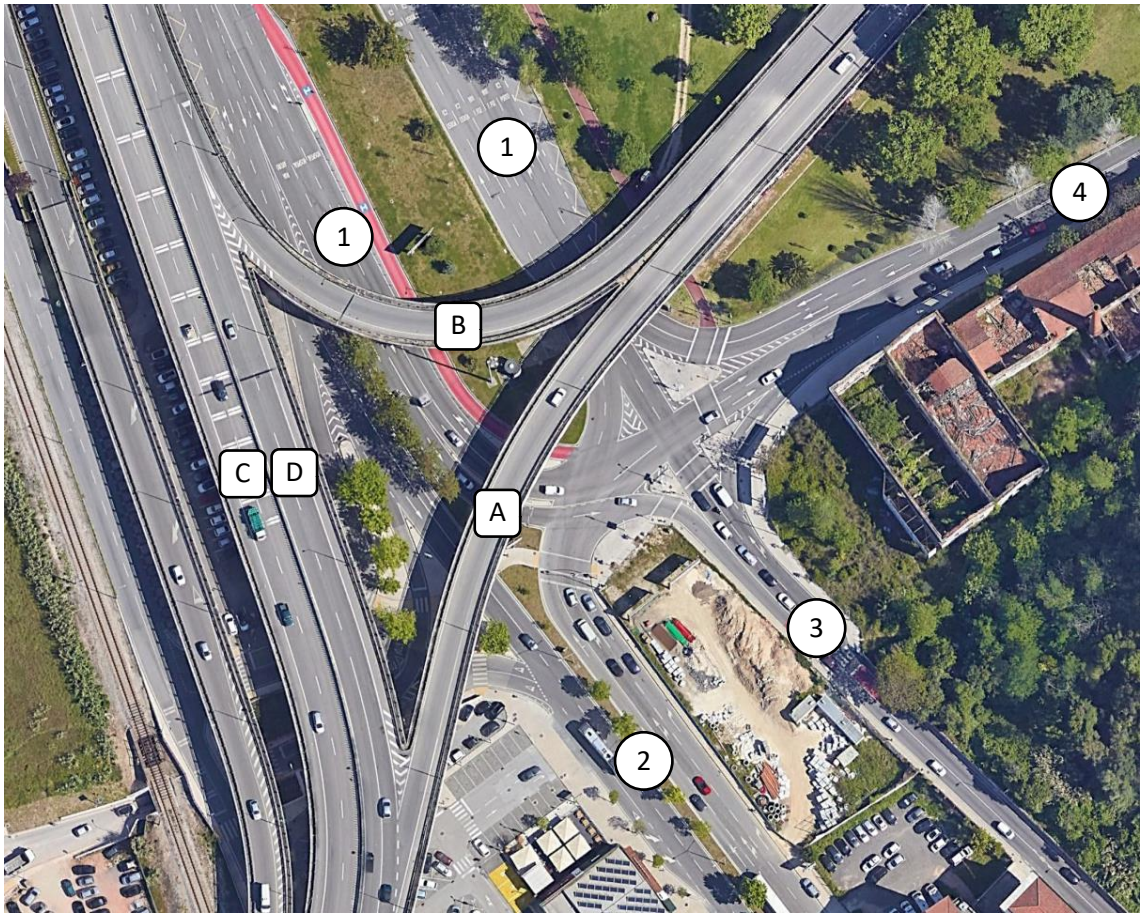


O/D (veíc./h)	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
1 – Circular (Fucoli)	-	19	324	523	206	9	-	6	1087
2 – R. Cid. Poitiers (M.Formoso)	-	0	38	144	82	53	-	0	317
3 – R. Padrão	-	12	8	23	266	1294	-	0	1603
4 – Açude (rampa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 – Av. F. Magalhães	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 – Circular / R.Aveiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 – Cruz. Casa Sal	-	60	294	315	72	3	-	216	961
8 – IC2 Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	-	90	664	1006	625	1360	-	222	3968

Local 9

Cruzamento da Casa do Sal

22 de setembro de 2023 (sexta-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone



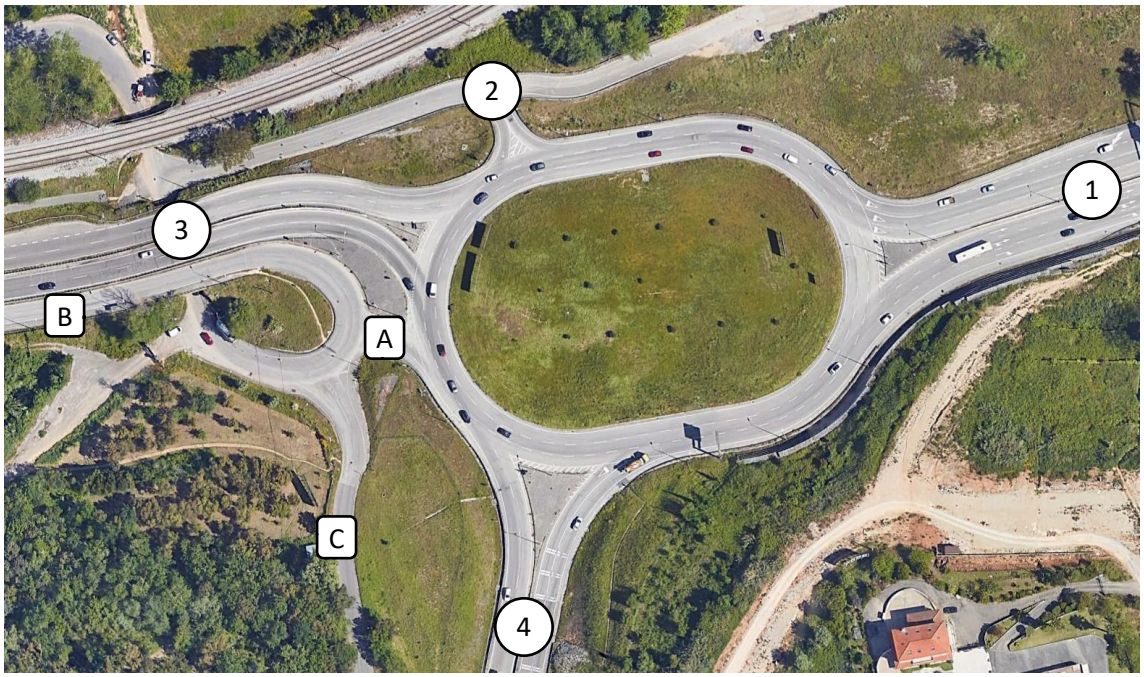
O/D (veíc./h)	1	2	3	4	TOTAL
1 – Rotunda C. Sal	4	-	287	1056	1347
2 – Av. F. Magalhães	398	-	185	235	818
3 – R. Aveiro	456	-	0	10	466
4 – Circular e Coselhas / Açude	238	-	0	0	238
TOTAL	1096	-	472	1302	2870

Secções	Vol. (veíc./h)
A – Açude -> Circular / C.Sal	1514
B – C. Sal / Circular → IC2 norte	1112
C – IC2 norte -> IC2 sul	1592
D – IC2 sul -> IC2 norte	1351

Local 10

Rotunda do Almegue

25 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone



O/D (veíc./h)	1	2	3	4	TOTAL
1 – Ligação Açude / GI – Rot. Almegue	424	502	1238	1018	3182
2 – PI (Bencanta / ESAC)	217	0	0	13	231
3 – Via Rápida de Taveiro	728	0	0	34	762
4 – IC2 sul	1021	30	70	0	1121
TOTAL	2391	532	1307	1066	5296

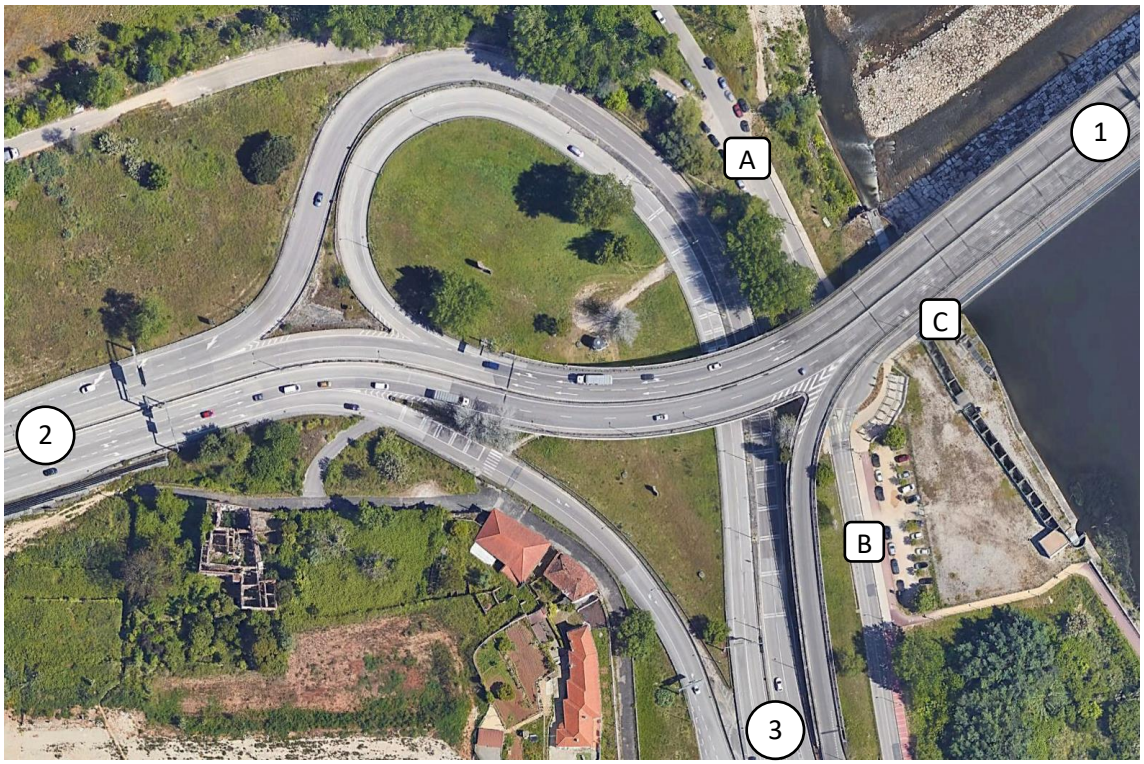
Secções	Vol. (veíc./h)
A – Entrada reservada aos TP	169
B – ESAC → Almegue	309
B – Almegue → ESAC	373
C – Vale Gemil → Almegue	34
C – Almegue → Vale Gemil	21

Nota: entradas 2, 3 e 4 congestionadas

Local 11

Açude (rampas da margem esquerda)

25 de setembro de 2023 (segunda-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone



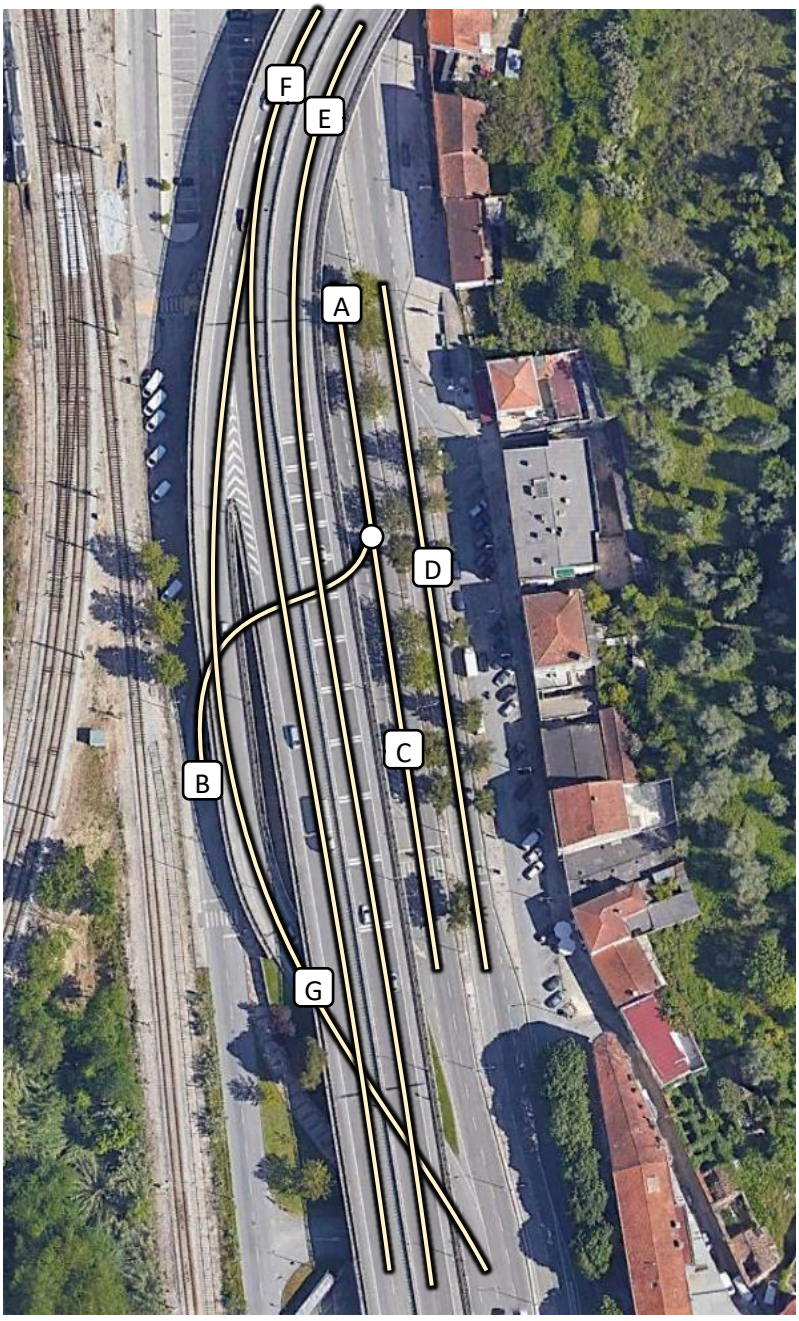
O/D (veíc./h)	1	2	3	TOTAL
1 – Açude (margem direita)	-	2355	846	3201
2 – Rotunda do Almegue	2194	-	328	2522
3 – Av. Guarda Inglesa	871	827	-	1698
TOTAL	3065	3182	1174	7421

Secções	Vol. (veíc./h)
A – Est. Rio (Açude → Feira)	189
A – Est. Rio (Feira → Açude)	598
B – Açude → Rot. Guarda Ing.	792
B – Rot. Guarda Ing. → Açude	497
C – Tab. Inferior (margem Esq → Dta)	729
C – Tab. Inferior (margem Dta → Esq)	608

Local 12

Rua do Padrão

4 de outubro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo / processamento de imagens de drone

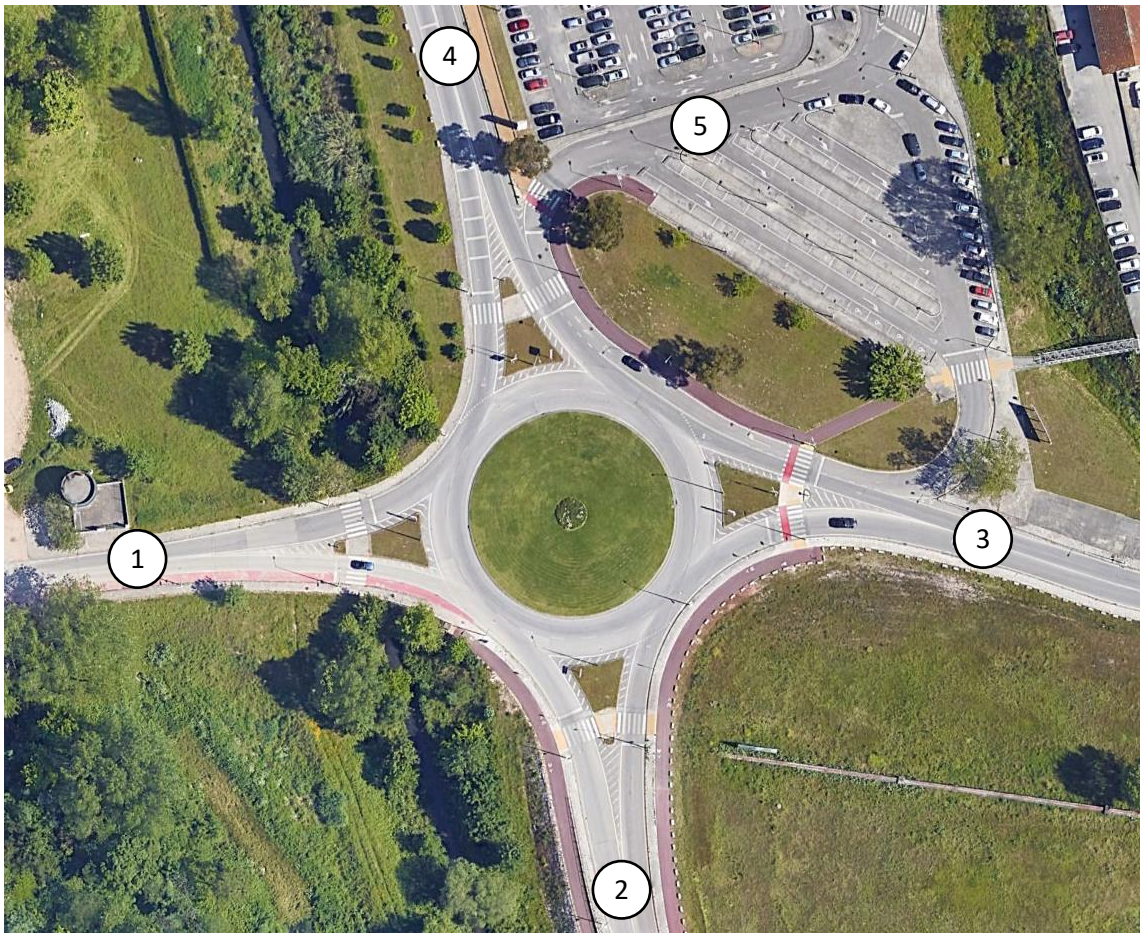


Secções	Vol. (veíc./h)
A – Rot. Estação → Entrada do Parque	1133
B – Entrada do Parque → IC2 S / FM	421
C – Entrada do Parque → Rot. C. Sal	692
D – Rot. Casa Sal → Rot. Estação	642
E – IC2 (Casa do Sal -> Pedrulha)	2422
F – IC2 (Pedrulha → Casa do Sal)	2620
G – Rampa saída IC2 → Rot. C. Sal	886

Local 13

Rotunda do Choupal

4 de outubro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone

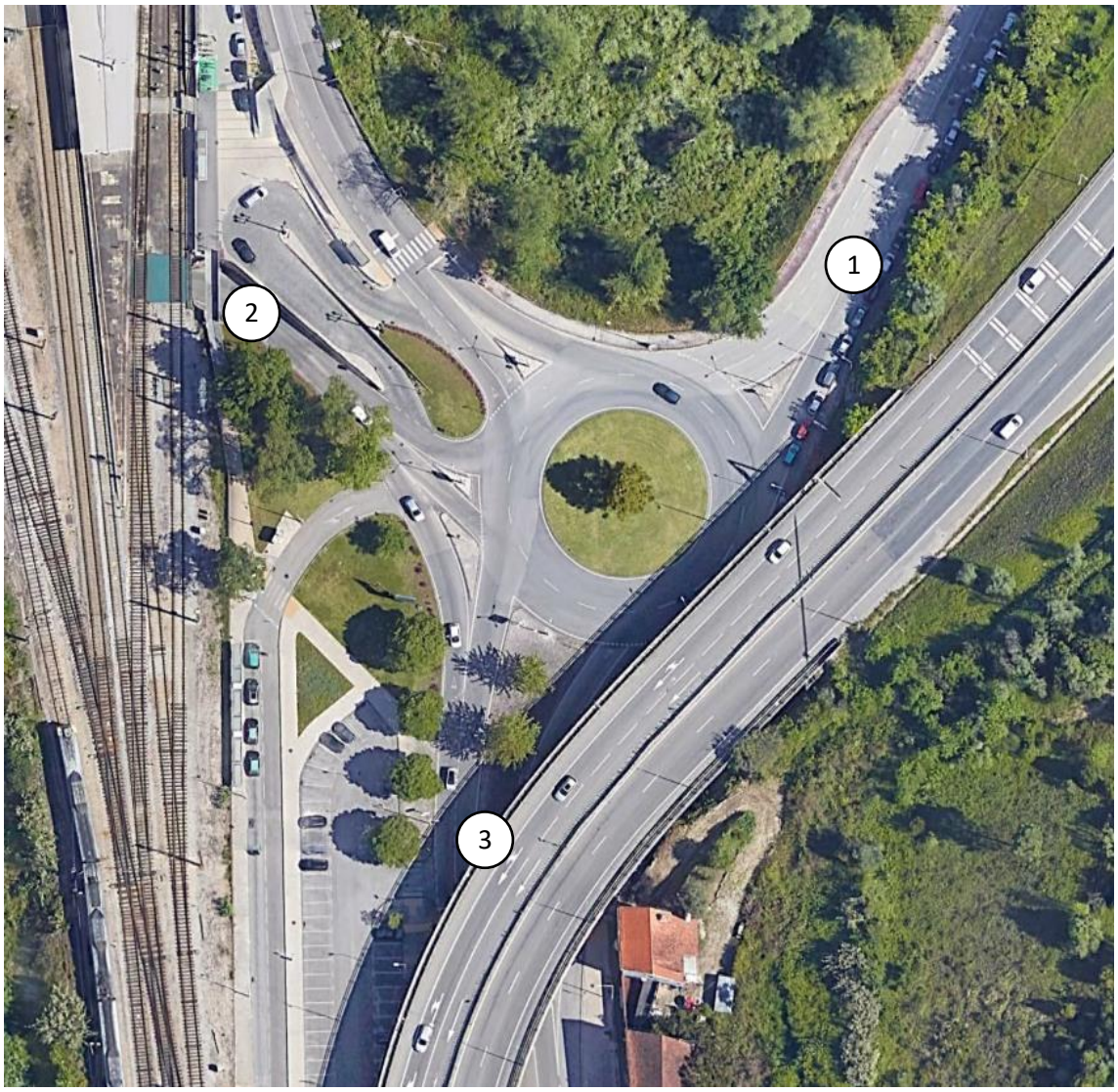


O/D (veíc./h)	1	2	3	4	5	TOTAL
1 – Choupal	0	20	175	47	0	243
2 – Av. Marginal (açude)	48	0	171	184	3	406
3 – Túnel	84	88	0	326	22	520
4 – N111 (Figueira)	20	412	532	3	17	985
5 – Parque	-	-	-	-	-	-
TOTAL	152	520	878	561	42	2154

Local 14

Rotunda da Estação

4 de outubro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: processamento de imagens de drone



O/D (veíc./h)	1	2	3	TOTAL
1- Estrada de Eiras	4	170	362	535
2 - Túnel	274	10	644	928
3 - Rua do Padrão	256	360	29	645
TOTAL	534	540	1035	2109

Nota: R. Manuel de Almeida e Sousa fechada por motivo de obras

Local 15

IC2 – Nó de Cruz dos Morouços

10 de outubro de 2023 (terça-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

Secções	Vol. (veíc./h)
A – IC2 N -> S (saída para C. Morouços)	660
B – IC2 N -> S (plena via)	758
C – IC2 S -> N (plena via)	1247
D – IC2 S -> N (entrada da C. Morouços)	784

Local 16

IC2 – Nó de Santa Clara / Covões

11 de outubro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

Secções	Vol. (veíc./h)
A – IC2 N -> S (saída da rotunda)	532
B – IC2 S -> N (entrada para a rotunda)	677
C – IC2 S -> N (saída da rotunda)	259
D – IC2 N -> S (entrada para a rotunda)	301

Local 17

EN341 (Via Rápida de Taveiro) - Bencanta

11 de outubro de 2023 (quarta-feira), 8:00 – 9:00
Método: contagem manual com registo vídeo

Secções	Vol. (veíc./h)
A – EN 341 (Taveiro -> Almegue)	1089
B – EN 341 (Almegue -> Taveiro)	1123

ANEXO 2

Notas sobre a calibração do modelo

CALIBRAÇÃO DO MODELO AIMSUN (PASSOS PRINCIPAIS)

1 VELOCIDADES EM CONDIÇÕES LIVRES

O modelo de condução utilizado pelo Aimsun pressupõe que os condutores não restringidos por outros veículos ou por elementos de controle (sinalização semafórica, linhas de STOP, etc.) tendem a acelerar até atingir a velocidade desejada. Em meio urbano esta velocidade é condicionada pelo limite legal e também por outros fatores, como a proximidade a interseções, estado do pavimento, atrito lateral (e.g. estacionamento, fachadas), inclinação das vias, etc.

Com o objetivo de determinar estas velocidades, recorreu-se ao "método do observador móvel": durante o período noturno, com volumes de tráfego muito reduzidos, foram seguidos veículos aleatórios em diversas zonas da cidade, procurando manter a velocidade desses veículos e ultrapassando o mesmo número de veículos que ultrapassaram o veículo de prova. As trajetórias foram registadas com um equipamento GPS e analisadas posteriormente com uma aplicação específica. Finalmente, as velocidades desejadas foram associadas em intervalos discretos a vias de características similares.

2 ESCOLHA DE TRAJETOS

O submodelo de escolha de trajetos tem com o objetivo fracionar o número total de viagens entre cada par origem-destino (OD) pelos diversos trajetos alternativos. Assume-se que todos os condutores procuram minimizar o custo "percebido" individual da viagem, o qual depende do tempo de deslocação e de outros fatores não explicitados (extensão do percurso, número de paragens, estado do pavimento, etc.).

Assim, adotou-se o modelo Logit, com o qual se reconhece que a população de condutores é heterogénea e que o custo percebido de cada alternativa varia entre condutores. Nestas condições, a proporção de condutores que escolhe um dado trajeto depende da utilidade relativa desse trajeto, isto é, da diferença de tempo para os trajetos alternativos, e de um parâmetro de calibração θ que controla a dispersão das viagens pelas diferentes alternativas. Quando o parâmetro tende para infinito todos os condutores tendem a escolher o trajeto mais rápido, e quando θ tende para 0 os condutores repartem-se equitativamente pelos diversos percursos considerados. Pode assim afirmar-se que deve ser adotado um valor θ muito alto quando todos os condutores decidem o percurso essencialmente em função do tempo de trajeto e quando a maioria dos condutores consegue estimar corretamente o tempo de percurso (caso da rede de Coimbra na hora de ponta da manhã); por outro lado, um valor de θ muito baixo deve ser adotado quando uma parte significativa dos condutores não são utilizadores frequentes da rede e/ou quando existem outros fatores relevantes, que não a duração dos trajetos, a condicionar as decisões dos condutores.

A calibração do parâmetro θ no presente modelo foi efetuada através de um processo iterativo manual, em que se procurou identificar o valor ótimo que conduz à minimização das diferenças entre os volumes de tráfego observados e previstos. Verificou-se que essas diferenças, medidas pelo coeficiente de determinação r^2, diminuem à medida que θ aumenta, atingindo-se o valor ótimo para $\theta = 100$.

Como referido, o tempo de deslocação é um *input* para este mecanismo de repartição de viagens. Como a duração das viagens tende a aumentar com os níveis de tráfego na rede, o modelo permite a atribuição sequencial de viagens à rede, sendo a escolha de trajetos decidida em função dos tempos de deslocação atualizados. Neste modelo considerou-se que os tempos de deslocação são atualizados com uma frequência de 1 minuto, tendo por base a média dos 3 minutos anteriores.

3 PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS DOS CONDUTORES

Neste tipo de estudos é especialmente importante garantir que o modelo possui capacidade para avaliar o desempenho relativo dos cenários alternativos, não sendo essencial a precisão das estimativas em termos absolutos. Optou-se assim por manter os valores de diversos parâmetros predefinidos pela aplicação para cada tipo de veículo, e ajustou-se apenas os parâmetros com influência direta no desempenho dos elementos críticos da rede, como as rotundas e os cruzamentos semaforizados. A calibração foi efetuada numa primeira fase considerando duas classes de veículos – ligeiros e pesados. No fim da campanha de recolha de contagens de tráfego verificou-se que os pesados representam apenas cerca de 3% do total dos veículos e que estes não afetam de modo muito expressivo a capacidade das interseções. Com o objetivo de simplificar a análise, optou-se por desenvolver o modelo apenas com uma classe de veículos e ajustou-se os parâmetros das distribuições estatísticas a partir das quais são gerados os veículos para a simulação, de modo a refletir a variabilidade real das correntes de tráfego.

3.1 Comprimento dos veículos e espaçamento em fila

Estes parâmetros têm influência na extensão das filas e na capacidade das interseções. Os valores das respetivas distribuições estatísticas foram ajustados com base em imagens aéreas e procuram replicar a forma das filas a montante de interseções congestionadas. O comprimento e o espaçamento em fila de cada um dos veículos na simulação é obtido por extração aleatória destas distribuições.

Tabela 1 – Parâmetros calibrados: comprimento dos veículos e espaçamento em fila

Tipo de veículo	Comprimento dos veículos (m)				Espaçamento em fila (m)			
	Média	DP	Min	Max	Média	DP	Min	Max
Ligeiros	4.1	0.5	3.0	5.5	3.3	2.9	1.0	12.0
Pesados	8.0	2.0	6.0	16.0	3.8	2.9	1.5	12.0

3.2 Tempos de reação e parâmetros de aceitação

No Aimsun é possível especificar diferentes tipos de tempos de reação (geral, em fila, início da fila) que traduzem a resposta do condutor aos estímulos do veículo que o antecede. Optou-se por manter o valor predefinido do tempo de reação geral, para facilitar a comparação com outros modelos, e do tempo de reação do primeiro veículo em fila, pelo seu baixo impacto nos resultados da simulação. O tempo de reação em fila de espera foi ajustado de 1.2 para 1.5 s de modo a produzir a mesma capacidade que se observou em diversas interseções semaforizadas na zona da Casa do Sal. Por sua vez, os parâmetros de aceitação estão relacionados com o comportamento dos condutores em cruzamentos prioritários e em rotundas e especificam a margem de segurança relativamente aos veículos prioritários que os condutores estão dispostos a aceitar, em função do tempo de espera na barra de paragem. Verificou-se que a combinação dos parâmetros de aceitação predefinidos no Aimsun com os parâmetros calibrados nos pontos

anteriores, assumindo uma proporção de 3% de veículos pesados, resultam em curvas fluxo conflituante – capacidade razoavelmente próximas daquelas que se observaram em várias rotundas de Coimbra e de Viseu, pelo que se mantiveram os valores predefinidos.

Tabela 2 – Parâmetros calibrados: tempos de reação

Tempo de reação geral (predefinição)	Tempo de reação de veículos em fila	Tempo de reação do primeiro veículo em fila (predefinição
0.8 s	1.5 s	1.6 s

Tabela 3 - Parâmetros calibrados: aceitação de intervalos

Tempo de espera na barra de paragem	0 – 10 s	10 – 20 s	> 20 s
Margem de segurança	3 s	variável	1 s

ANEXO 3

Matrizes OD na hora de ponta da manhã (HPM)

Matrizes Origem - Destino da hora de ponta da manhã

Veíc/h, 08h00 - 09h00

Cenário: 2023 O/D (HPM)	BR S MIGUEL	CASA SAL	CHOUPAL	CIRC EXT	CIRC INT	COSELHAS	EIRAS 1	EIRAS 2	ESAC	ESTAÇÃO	F. MAGALHAES	FEIRA	FIGUEIRA	GUARDA ING	IC2 NORTE	IC2 SUL	INGOTE	LORDEMÃO 1	LORDEMÃO 2	LORETO/GORG	MONTE F	PEDRULHA 1	PEDRULHA 2	R. AVEIRO	VR TAVEIRO	Total
BR S MIGUEL	0	3	1	18	27	3	15	7	1	6	9	0	12	4	12	6	7	3	0	6	1	1	1	10	6	159
CASA SAL	0	0	0	2	9	1	0	0	1	2	8	0	7	19	0	4	4	1	0	2	0	0	0	9	9	78
CHOUPAL	0	0	0	7	24	7	0	0	0	7	46	7	17	36	2	12	0	0	0	7	4	0	0	34	24	234
CIRC EXT	16	16	0	0	253	33	67	0	33	33	186	16	50	101	355	118	50	33	50	0	16	67	118	16	50	1677
CIRC INT	25	12	0	63	0	38	50	0	25	25	164	0	76	88	329	88	38	25	25	0	12	12	76	12	76	1259
COSELHAS	0	4	0	12	16	0	0	0	0	8	12	0	11	12	20	16	8	8	1	0	1	8	0	0	19	156
EIRAS 1	4	23	23	23	114	9	23	19	0	0	19	0	38	19	9	33	0	0	0	0	0	19	66	0	14	455
EIRAS 2	1	6	6	10	24	2	12	4	0	2	6	0	9	0	2	6	0	2	0	0	0	6	18	0	0	116
ESAC	0	16	0	9	46	0	0	0	0	2	18	23	2	34	25	18	0	0	0	11	0	2	0	6	11	223
ESTAÇÃO	9	4	0	16	39	6	4	0	4	0	18	0	11	27	20	16	0	0	2	2	2	9	4	11	16	220
F. MAGALHAES	14	24	9	38	115	4	19	14	4	14	0	0	38	24	33	28	0	0	0	0	19	4	4	48	19	472
FEIRA	0	0	0	41	53	0	0	0	23	17	29	0	29	257	59	0	0	0	0	5	5	5	5	53	5	586
FIGUEIRA	39	19	19	39	128	19	0	49	19	29	78	39	0	147	9	39	9	0	19	128	9	0	0	98	49	984
GUARDA ING	21	43	43	109	219	43	21	43	175	65	109	87	175	0	395	175	21	0	21	21	10	43	21	43	285	2188
IC2 NORTE	2	88	2	206	588	0	58	0	58	58	103	0	0	618	0	588	0	29	0	0	0	58	29	29	412	2926
IC2 SUL	0	48	16	129	274	3	64	0	64	16	80	0	24	225	387	0	0	0	0	0	16	16	64	80	96	1602
INGOTE	2	13	0	43	64	16	10	13	8	0	10	0	8	13	10	10	0	8	0	21	13	2	2	5	2	273
LORDEMÃO 1	0	2	2	8	36	16	10	6	4	2	16	0	10	18	12	4	0	0	30	0	4	16	0	0	4	200
LORDEMÃO 2	0	0	0	2	14	8	4	0	2	0	0	0	1	6	0	0	0	29	0	1	1	4	0	0	2	74
LORETO/GORG	1	1	2	6	19	7	16	6	0	2	0	0	6	19	6	7	6	0	10	0	0	6	0	0	0	120
MONTE F	0	10	0	4	38	10	0	0	6	0	16	0	4	40	1	25	0	0	6	2	0	0	4	12	25	203
PEDRULHA 1	0	6	0	8	43	0	2	2	8	6	8	0	8	21	17	19	0	0	8	0	4	21	10	8	10	209
PEDRULHA 2	0	9	0	9	64	0	16	16	12	12	12	0	16	25	19	25	19	0	16	9	0	0	0	12	16	307
R. AVEIRO	4	23	0	4	65	23	0	0	0	13	9	0	41	37	37	46	23	23	23	13	4	23	46	0	13	470
VR TAVEIRO	1	10	0	174	261	5	10	0	10	10	32	0	10	141	261	44	0	0	10	10	5	10	21	32	0	1057
Total	139	380	123	980	2533	253	401	179	457	329	988	172	603	1931	2020	1327	185	161	221	238	126	332	489	518	1163	16248

Cenário: 2030-A O/D (HPM)	BR S MIGUEL	CASA SAL	CHOUPAL	CIRC EXT	CIRC INT	COSELHAS	EIRAS 1	EIRAS 2	ESAC	ESTAÇÃO	F. MAGALHAES	FEIRA	FIGUEIRA	GUARDA ING	IC2 NORTE	IC2 SUL	INGOTE	LORDEMÃO 1	LORDEMÃO 2	LORETO/GORG	MONTE F	PEDRULHA 1	PEDRULHA 2	R. AVEIRO	VR TAVEIRO	Total
BR S MIGUEL	0	3	1	19	24	3	16	8	1	13	8	0	13	4	13	6	8	3	0	6	1	1	1	10	6	168
CASA SAL	0	0	0	2	9	1	0	0	1	4	8	0	7	19	0	4	4	1	0	2	0	0	0	9	9	80
CHOUPAL	0	0	0	8	24	8	0	0	0	15	46	8	18	39	2	13	0	0	0	8	4	0	0	34	26	253
CIRC EXT	17	16	0	0	177	35	72	0	35	51	130	17	54	108	381	127	54	35	54	0	17	72	127	14	54	1647
CIRC INT	25	12	0	57	0	38	50	0	25	38	115	0	76	88	329	88	38	25	25	0	12	12	76	11	76	1216
COSELHAS	0	4	0	13	16	0	0	0	0	18	12	0	12	13	21	17	9	9	1	0	1	9	0	0	20	175
EIRAS 1	4	23	25	25	114	10	25	20	0	0	19	0	41	20	10	35	0	0	0	0	0	20	71	0	15	477
EIRAS 2	1	6	6	11	24	2	13	4	0	4	6	0	10	0	2	6	0	2	0	0	0	6	19	0	0	122
ESAC	0	16	0	10	46	0	0	0	0	4	18	25	2	36	27	19	0	0	0	12	0	2	0	6	12	235
ESTAÇÃO	30	13	0	42	90	20	13	0	13	0	41	0	36	89	66	52	0	0	7	7	7	30	13	32	52	653
F. MAGALHAES	14	24	9	30	81	4	19	14	4	22	0	0	38	24	33	28	0	0	0	0	19	4	4	48	19	438
FEIRA	0	0	0	44	53	0	0	0	25	37	29	0	31	276	63	0	0	0	0	5	5	5	5	53	5	636
FIGUEIRA	42	19	20	42	115	20	0	53	20	64	70	42	0	158	10	42	10	0	20	137	10	0	0	88	53	1035
GUARDA ING	23	43	46	117	219	46	23	46	188	143	109	93	188	0	423	188	23	0	23	23	11	46	23	43	306	2393
IC2 NORTE	2	88	2	221	529	0	62	0	62	128	93	0	0	663	0	630	0	31	0	0	0	62	31	26	442	3072
IC2 SUL	0	48	17	138	274	3	69	0	69	35	80	0	26	241	415	0	0	0	0	0	17	17	69	80	103	1701
INGOTE	2	13	0	46	64	17	11	14	9	0	10	0	9	14	11	11	0	9	0	23	14	2	2	5	2	288
LORDEMÃO 1	0	2	2	9	36	17	11	6	4	4	16	0	11	19	13	4	0	0	32	0	4	17	0	0	4	211
LORDEMÃO 2	0	0	0	2	14	9	4	0	2	0	0	0	1	6	0	0	0	31	0	1	1	4	0	0	2	77
LORETO/GORG	1	1	2	6	17	8	17	6	0	4	0	0	6	20	6	8	6	0	11	0	0	6	0	0	0	125
MONTE F	0	10	0	4	38	11	0	0	6	0	16	0	4	43	1	27	0	0	6	2	0	0	4	12	27	211
PEDRULHA 1	0	6	0	9	43	0	2	2	9	13	8	0	9	23	18	20	0	0	9	0	4	23	11	8	11	228
PEDRULHA 2	0	9	0	10	64	0	17	17	13	26	12	0	17	27	20	27	20	0	17	10	0	0	0	12	17	335
R. AVEIRO	4	23	0	4	65	23	0	0	0	29	9	0	41	37	37	46	23	23	23	13	4	23	46	0	13	486
VR TAVEIRO	1	10	0	187	261	5	11	0	11	22	32	0	11	151	280	47	0	0	11	11	5	11	23	32	0	1122
Total	166	389	130	1056	2397	280	435	190	497	674	887	185	661	2118	2181	1445	195	169	239	260	136	372	525	523	1274	17384

Cenário: 2030-B O/D (HPM)	BR S MIGUEL	CASA SAL	CHOUPAL	CIRC EXT	CIRC INT	COSELHAS	EIRAS 1	EIRAS 2	ESAC	ESTAÇÃO	F. MAGALHAES	FEIRA	FIGUEIRA	GUARDA ING	IC2 NORTE	IC2 SUL	INGOTE	LORDEMÃO 1	LORDEMÃO 2	LORETO/GORG	MONTE F	PEDRULHA 1	PEDRULHA 2	R. AVEIRO	VR TAVEIRO	Total
BR S MIGUEL	0	2	1	19	24	3	16	8	1	21	8	0	13	4	13	6	8	3	0	6	1	1	1	10	6	175
CASA SAL	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	15
CHOUPAL	0	0	0	8	24	8	0	0	0	25	43	8	18	39	2	13	0	0	0	8	4	0	0	34	26	260
CIRC EXT	17	11	0	0	177	35	72	0	35	81	122	17	54	108	381	127	54	35	54	0	17	72	127	14	54	1664
CIRC INT	25	8	0	57	0	38	50	0	25	61	107	0	76	88	329	88	38	25	25	0	12	12	76	11	76	1227
COSELHAS	0	3	0	13	16	0	0	0	0	28	11	0	12	13	21	17	9	9	1	0	1	9	0	0	20	183
EIRAS 1	4	16	25	25	114	10	25	20	0	0	18	0	41	20	10	35	0	0	0	0	0	20	71	0	15	469
EIRAS 2	1	4	6	11	24	2	13	4	0	7	6	0	10	0	2	6	0	2	0	0	0	6	19	0	0	123
ESAC	0	11	0	10	46	0	0	0	0	7	17	25	2	36	27	19	0	0	0	12	0	2	0	6	12	232
ESTAÇÃO	39	12	0	55	117	26	17	0	17	0	46	0	47	116	86	69	0	0	9	9	9	39	17	43	69	842
F. MAGALHAES	12	17	8	26	68	3	16	12	3	30	0	0	32	20	28	24	0	0	0	0	16	3	3	41	16	378
FEIRA	0	0	0	44	53	0	0	0	25	60	27	0	31	276	63	0	0	0	0	5	5	5	5	53	5	657
FIGUEIRA	42	13	20	42	115	20	0	53	20	102	66	42	0	158	10	42	10	0	20	137	10	0	0	88	53	1063
GUARDA ING	23	30	46	117	219	46	23	46	188	228	102	93	188	0	423	188	23	0	23	23	11	46	23	43	306	2458
IC2 NORTE	2	61	2	221	529	0	62	0	62	203	87	0	0	663	0	630	0	31	0	0	0	62	31	26	442	3114
IC2 SUL	0	33	17	138	274	3	69	0	69	56	75	0	26	241	415	0	0	0	0	0	17	17	69	80	103	1702
INGOTE	2	9	0	46	64	17	11	14	9	0	9	0	9	14	11	11	0	9	0	23	14	2	2	5	2	283
LORDEMÃO 1	0	1	2	9	36	17	11	6	4	7	15	0	11	19	13	4	0	0	32	0	4	17	0	0	4	212
LORDEMÃO 2	0	0	0	2	14	9	4	0	2	0	0	0	1	6	0	0	0	31	0	1	1	4	0	0	2	77
LORETO/GORG	1	1	2	6	17	8	17	6	0	7	0	0	6	20	6	8	6	0	11	0	0	6	0	0	0	128
MONTE F	0	7	0	4	38	11	0	0	6	0	15	0	4	43	1	27	0	0	6	2	0	0	4	12	27	207
PEDRULHA 1	0	4	0	9	43	0	2	2	9	21	7	0	9	23	18	20	0	0	9	0	4	23	11	8	11	233
PEDRULHA 2	0	6	0	10	64	0	17	17	13	42	11	0	17	27	20	27	20	0	17	10	0	0	0	12	17	347
R. AVEIRO	4	16	0	4	65	23	0	0	0	46	8	0	41	37	37	46	23	23	23	13	4	23	46	0	13	495
VR TAVEIRO	1	7	0	187	261	5	11	0	11	35	30	0	11	151	280	47	0	0	11	11	5	11	23	32	0	1130
Total	173	272	129	1063	2403	284	436	188	499	1070	836	185	660	2124	2196	1454	191	168	241	260	135	380	528	519	1280	17674

Cenário: 2040 O/D (HPM)	BR S MIGUEL	CASA SAL	CHOUPAL	CIRC EXT	CIRC INT	COSELHAS	EIRAS 1	EIRAS 2	ESAC	ESTAÇÃO	F. MAGALHAES	FEIRA	FIGUEIRA	GUARDA ING	IC2 NORTE	IC2 SUL	INGOTE	LORDEMÃO 1	LORDEMÃO 2	LORETO/GORG	MONTE F	PEDRULHA 1	PEDRULHA 2	R. AVEIRO	VR TAVEIRO	Total
BR S MIGUEL	0	1	1	21	24	4	18	8	1	35	8	0	14	5	14	7	8	4	0	7	1	1	1	10	7	200
CASA SAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
CHOUPAL	0	0	0	8	24	8	0	0	0	41	43	8	20	43	2	14	0	0	0	8	5	0	0	34	28	286
CIRC EXT	19	3	0	0	177	39	79	0	39	135	122	19	59	120	420	140	59	39	59	0	19	79	140	14	59	1839
CIRC INT	25	2	0	57	0	38	50	0	25	102	107	0	76	88	329	88	38	25	25	0	12	12	76	11	76	1262
COSELHAS	0	1	0	14	16	0	0	0	0	47	11	0	13	14	24	19	9	9	1	0	1	9	0	0	23	211
EIRAS 1	5	5	27	27	114	11	27	23	0	0	18	0	45	23	11	39	0	0	0	0	0	23	78	0	17	493
EIRAS 2	1	1	7	12	24	2	14	5	0	12	6	0	11	0	2	7	0	2	0	0	0	7	21	0	0	134
ESAC	0	3	0	11	46	0	0	0	0	12	17	27	2	40	30	21	0	0	0	13	0	2	0	6	13	243
ESTAÇÃO	48	10	0	68	146	32	21	0	21	0	59	0	59	144	107	85	0	0	11	11	11	48	21	53	85	1040
F. MAGALHAES	12	5	8	26	68	3	16	12	3	53	0	0	32	20	28	24	0	0	0	0	16	3	3	41	16	389
FEIRA	0	0	0	49	53	0	0	0	27	99	27	0	34	304	70	0	0	0	0	6	6	6	6	53	6	746
FIGUEIRA	46	4	23	46	115	23	0	58	23	170	66	46	0	174	11	46	11	0	23	152	11	0	0	88	58	1194
GUARDA ING	25	9	51	129	219	51	25	51	207	380	102	103	207	0	468	207	25	0	25	25	12	51	25	43	338	2778
IC2 NORTE	2	18	2	244	529	0	69	0	69	339	87	0	0	732	0	696	0	34	0	0	0	69	34	26	488	3438
IC2 SUL	0	10	19	153	274	4	76	0	76	94	75	0	28	266	458	0	0	0	0	0	19	19	76	80	114	1841
INGOTE	2	3	0	51	64	19	12	15	9	0	9	0	9	15	12	12	0	9	0	25	15	2	2	5	2	292
LORDEMÃO 1	0	0	2	9	36	19	12	7	5	12	15	0	12	21	14	5	0	0	36	0	5	19	0	0	5	234
LORDEMÃO 2	0	0	0	2	14	9	5	0	2	0	0	0	1	7	0	0	0	34	0	1	1	5	0	0	2	83
LORETO/GORG	1	0	2	6	17	8	19	7	0	12	0	0	7	23	7	8	7	0	12	0	0	7	0	0	0	143
MONTE F	0	2	0	5	38	12	0	0	7	0	15	0	5	47	1	30	0	0	7	2	0	0	5	12	30	218
PEDRULHA 1	0	1	0	9	43	0	2	2	9	35	7	0	9	25	20	23	0	0	9	0	5	25	12	8	12	256
PEDRULHA 2	0	2	0	11	64	0	19	19	14	70	11	0	19	30	23	30	23	0	19	11	0	0	0	12	19	396
R. AVEIRO	4	5	0	4	65	23	0	0	0	76	8	0	41	37	37	46	23	23	23	13	4	23	46	0	13	514
VR TAVEIRO	1	2	0	206	261	6	12	0	12	58	30	0	12	167	309	52	0	0	12	12	6	12	25	32	0	1227
Total	191	87	142	1168	2431	311	476	207	549	1784	845	203	715	2345	2397	1599	203	179	262	286	149	422	571	528	1411	19461

ANEXO 4

Demoras médias por zona (centróide)

Procura HPM 2023 (veíc/h)	Demora (seg/km)	Cenário							
	Origem	2023	2030-A	2030-B	2040-A	2040-B	2040-C	2040-D	2040-E
2926	IC2 NORTE	11	11	11	17	9	85	8	9
2188	GUARDA ING	9	13	13	34	28	149	18	16
1677	CIRC EXT	14	17	20	34	13	177	13	12
1602	IC2 SUL	59	68	67	85	70	45	10	10
1259	CIRC INT	23	20	26	35	19	68	15	15
1057	VR TAVEIRO	91	105	72	143	96	59	11	11
984	FIGUEIRA	22	23	24	47	26	102	21	25
586	FEIRA	17	25	23	63	44	154	27	24
472	F. MAGALHAES	34	37	44	82	59	290	49	34
470	R. AVEIRO	45	45	32	60	53	122	39	34
455	EIRAS 1	16	19	18	28	13	54	13	14
307	PEDRULHA 2	16	19	18	33	15	86	14	15
273	INGOTE	14	16	18	26	13	45	12	14
234	CHOUPAL	30	44	38	87	47	197	37	46
223	ESAC	30	86	73	201	110	67	16	14
220	ESTAÇÃO	25	24	23	50	24	93	19	23
209	PEDRULHA 1	15	17	20	39	23	108	17	19
203	MONTE F	46	45	40	64	31	123	26	39
200	LORDEMÃO 1	10	13	13	22	11	50	12	13
159	BR S MIGUEL	13	17	15	25	18	63	16	15
156	COSELHAS	35	39	38	67	51	89	30	32
120	LORETO/GORG	26	27	25	43	19	85	19	23
116	EIRAS 2	11	13	16	20	13	40	13	14
78	CASA SAL	25	31	43	91	108	212	58	27
74	LORDEMÃO 2	14	20	15	34	12	137	11	9