

ESTUDO DE TRÁFEGO

ESTUDO DE TRÁFEGO

Plano de Pormenor do Centro Hospitalar de Barcelos

Porto, 23 de março de 2022

Tipo de Documento

Estudo de Tráfego

Identificação

Relatório Final

Cliente

Câmara Municipal de Barcelos

Âmbito

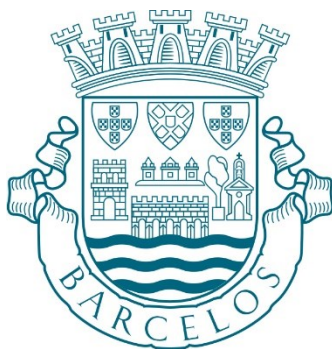
Plano de Pormenor

Elaborado

Miguel Lopes

Código

20210906_R_CMBarcelos_PPCHB_PRJ_0188_C



BARCELOS
MUNICÍPIO

Conteúdo	Página
1. Introdução	1
1.1 <i>Objetivo</i>	1
1.2 <i>Metodologia</i>	1
2. Caracterização do Projeto	2
2.1 <i>Apresentação do projeto</i>	2
2.2 <i>Ligações à rede viária envolvente</i>	4
2.3 <i>Circulação Interna Proposta</i>	6
2.4 <i>Estacionamento</i>	7
2.5 <i>Transporte Público e modos suaves</i>	7
3. Calibração da envolvente	8
3.1 <i>Contagens de tráfego</i>	8
3.2 <i>Validação das contagens</i>	12
3.3 <i>Modelação da situação atual</i>	13
3.3.1 <i>Calibração da rede</i>	13
3.3.2 <i>Matrizes Origem/Destino</i>	14
3.4 <i>Atualização da situação atual</i>	17
3.5 <i>Análise dos resultados</i>	22
4. Previsões de Tráfego	23
4.1 <i>Cenários sem empreendimento</i>	23
4.1.1 <i>Modelação</i>	23
4.1.2 <i>Análise dos resultados</i>	28
4.2 <i>Cenários com empreendimento</i>	29
4.2.1 <i>Modelação</i>	29
4.2.2 <i>Análise dos resultados</i>	42
4.3 <i>Tráfego Médio Diário Anual (TMDA)</i>	42
5. Análise de capacidade	44
5.1 <i>Níveis de Serviço em Secção da rede existente</i>	44
5.2 <i>Níveis de Serviço nas Rotundas</i>	48
5.3 <i>Níveis de Serviço nos acessos ao empreendimento</i>	54
5.4 <i>Níveis de Serviço na variante oeste</i>	54
5.5 <i>Análise em Micro simulação</i>	57

6.	Introdução de medidas de mitigação	59
6.1	<i>Descrição das alterações efetuadas</i>	59
6.2	<i>Nível de Serviço em Secção da rede existente</i>	63
6.3	<i>Nível de Serviço nas Rotundas</i>	65
6.4	<i>Níveis de Serviço nos acessos ao empreendimento</i>	70
6.5	<i>Níveis de Serviço na saída do hospital</i>	70
6.6	<i>Análise em Microsimulação</i>	71
7.	Conclusões	74
8.	Referências	76

Figura	Página
Fig. 1 - Localização do empreendimento	1
Fig. 2 - Empreendimento	3
Fig. 3 - Entrada para as parcelas	4
Fig. 4 - Saída das parcelas	5
Fig. 5 - Circulação interna proposta	6
Fig. 6 - Pontos de contagem	8
Fig. 7 - Contagem horária de tráfego para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020.	
Fonte: IP	12
Fig. 8 - Calibração HPM-DU	13
Fig. 9 - Calibração HPT-DU	14
Fig. 10 - Rede modelada para efeitos de calibração	16
Fig. 11 - Rede modelada para os cenários futuros sem empreendimento	20
Fig. 12 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2021 SE	21
Fig. 13 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2021 SE	22
Fig. 14 – Esquema de implantação do retail park e do novo arruamento	23
Fig. 15 – Percursos afetados pela nova ligação	24
Fig. 16 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 SE	27
Fig. 17 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 SE	28
Fig. 18 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento	35
Fig. 19 Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Lotes A a K + Hospital	36
Fig. 20 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Pormenor do acesso ao empreendimento a partir da ER204	36
Fig. 21 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Limite Sul	37
Fig. 22 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 CE	40
Fig. 23 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 CE	41
Fig. 24 - Secções em análise	43
Fig. 25 - Localização das rotundas em análise	48
Fig. 26 - Acessos ao empreendimento	54
Fig. 27 - Secções em análise na variante oeste	55
Fig. 28 - Acesso ao hospital	56
Fig. 29 - Representação das medidas de mitigação propostas	60
Fig. 30 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 CE	61
Fig. 31 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 CE	62
Fig. 32 – Secções em análise da Variante	63

Tabelas	Página
Tab. 1 - Pontos de contagem	9
Tab. 2 - Contagens HPM-DU	10
Tab. 3 - Contagens HPT-DU	11
Tab. 4 - Contagem horária de tráfego (HPM-DU). Fonte: IP	12
Tab. 5 - Contagem horária de tráfego (HPT-DU). Fonte: IP	12
Tab. 6 - Matriz O/D HPM-DU 2020	14
Tab. 7 - Matriz O/D HPT-DU 2020	15
Tab. 8 - Geração de viagens com base no <i>Trip Generation Manual 8th edition</i>	17
Tab. 9 - Distribuição de tráfego HPM-DU	17
Tab. 10 - Distribuição de tráfego HPT-DU	18
Tab. 11 - Evolução do consumo de combustíveis e PIB (fonte: PorData e DGEG)	18
Tab. 12 - Matriz O/D HPM-DU 2021 SE	19
Tab. 13 - Matriz O/D HPT-DU 2021 SE	19
Tab. 14 - Reafecção dos pares O/D a partir da matriz base – HPM	24
Tab. 15 - Reafecção dos pares O/D a partir da matriz base - HPM	25
Tab. 16 - Matriz O/D HPM-DU 2031 SE	26
Tab. 17 - Matriz O/D HPT-DU 2031 SE	26
Tab. 18 - Quadro de áreas	29
Tab. 19 - Unidades de Geração	30
Tab. 20 - Repartição Modal em Barcelos. Fonte: Censos 2011	31
Tab. 21 - Geração de viagens pelo empreendimento segundos usos previstos no PPCHB	32
Tab. 22 – Comparação da geração de viagens para o Lote B	33
Tab. 23 – Geração de viagens adotada para cenários futuros	34
Tab. 24 - Matriz O/D HPM-DU 2031 CE	38
Tab. 25 - Matriz O/D HPT-DU 2031 CE	39
Tab. 26 - TMDA & TMDM A11 sublanço EN205-Barcelos	42
Tab. 27 - Contagem horária de tráfego para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020. Fonte: IP	43
Tab. 28 - TMDA Diurno, Entardecer e Noturno	44
Tab. 29 - Nível de serviço na ER 204 Norte – HPM-DU	45
Tab. 30 - Nível de serviço na ER204 Norte – HPT-DU	46
Tab. 31 - Nível de serviço na ER 204 Sul - HPM-DU	47
Tab. 32 - Nível de serviço na ER 204 Sul - HPT-DU	47
Tab. 33 - Nível de Serviço da Rotunda R1	49
Tab. 34 - Nível de Serviço da Rotunda R2	50
Tab. 35 - Nível de Serviço da Rotunda R3	51
Tab. 36 - Nível de Serviço da Rotunda R4	52
Tab. 37 - Nível de Serviço da Rotunda R5	53
Tab. 38 - Nível de serviço na saída do empreendimento	54
Tab. 39 - Análise do nível de serviço na variante oeste	55
Tab. 40 - Nível de serviço na saída do hospital	56

Tab. 41 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPM-DU	57
Tab. 42 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPT-DU	58
Tab. 43 - Nível de serviço na Variante – Secção Norte	64
Tab. 44 - Nível de serviço na Variante – Secção Sul	64
Tab. 45 - Nível de Serviço da Rotunda R1	65
Tab. 46 - Nível de Serviço da Rotunda R2	66
Tab. 47 - Nível de Serviço da Rotunda R3	67
Tab. 48 - Nível de Serviço da Rotunda R4	68
Tab. 49 - Nível de Serviço da Rotunda R5	69
Tab. 50 - Nível de serviço na saída do empreendimento	70
Tab. 51 - Nível de serviço na saída do hospital	70
Tab. 52 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPM-DU	71
Tab. 53 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPT-DU	72

1. Introdução

1.1 Objetivo

O presente documento é o segundo estudo de tráfego e acessibilidades para o Plano de Pormenor do Centro Hospitalar de Barcelos (PPCHB), com as devidas alterações para dar resposta aos Pareceres nº 2021.2469095, 2021.2512936 e 2021.3479342 das Infraestruturas de Portugal, doravante identificada como IP. Na figura seguinte pode-se visualizar a localização do empreendimento, assinalada a vermelho (PP1).

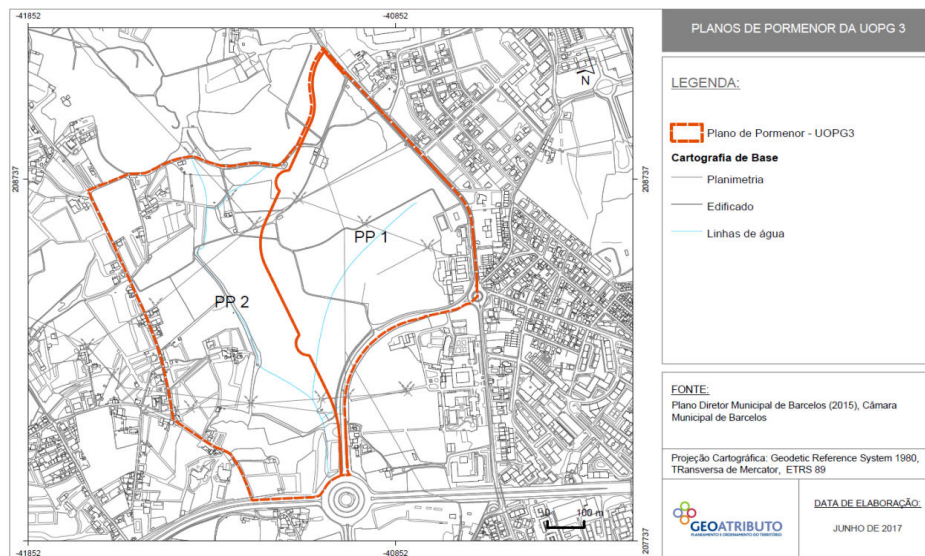


Fig. 1 - Localização do empreendimento

Serão avaliados os impactos sobre a mobilidade atual e as condições de mobilidade futuras, bem como o cumprimento das diversas disposições regulamentares. No caso de não cumprimento dos níveis de serviço mínimos para a rede viária envolvente serão propostas medidas de mitigação e analisado o seu impacto.

1.2 Metodologia

Este estudo de tráfego é a segunda versão do estudo desenvolvido em 2020. Para se estimar o impacto potencial da geração de viagens do empreendimento na envolvente, foi adotada a seguinte metodologia:

- Levantamento das condições de circulação atual: Foram validadas e atualizadas as contagens de tráfego para a Hora de Ponta da Manhã e para a Hora de Ponta da Tarde, num Dia Útil, efetuadas em julho de 2020;
- Modelação da procura atual: Foi atualizado o modelo de afetação de tráfego da rede envolvente com recurso ao *software Aimsun* (TSS-

- Siemens). Foram estimadas matrizes Origem/Destino atuais (2021) para a hora mais carregada;
- Modelação da procura futura: No modelo de tráfego são desenvolvidos cenários de procura futuros a 10 anos (2031) - com e sem empreendimento. São considerados, a geração de tráfego prevista para o empreendimento, com base nos índices de geração dos manuais *Trip Generation* nas suas 8 e 10ª edições e o crescimento tendencial do tráfego na envolvente;
 - Estimativas de Tráfego Médio Diário Anual para os períodos Diurno, Entardecer e Noturno.
 - Análise dos Níveis de Serviço nos principais nós e secções da rede;
 - Exportação e análise de dados resultantes da micro simulação: matrizes de tempos de viagem, filas de espera e velocidades médias.
 - Produção de vídeos de micro simulação;
 - No caso de não cumprimento dos níveis mínimos de serviço devido ao tráfego adicional gerado pelo empreendimento serão apresentados cenários de mitigação na rede, onde se descreverão as alterações e se procederá a uma nova análise dos níveis de serviço.

2. Caracterização do Projeto

2.1 Apresentação do projeto

Os terrenos do PPCHB localizam-se ao longo da ER204, composto pelo lote principal para o empreendimento hospitalar e por mais 12 parcelas (A à L) para exploração de habitação, comércio e serviços, de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2 - Empreendimento

2.2 Ligações à rede viária envolvente

O PPCHB prevê uma nova ligação rodoviária a ponte, que liga o troço a sul da ER204/Rotunda do Galo de Barcelos com a rotunda a Norte, junto ao Estádio Cidade de Barcelos, dando também acesso ao futuro hospital. A meio desta nova ligação rodoviária prevê-se outra rotunda, garantindo assim desta forma o acesso à futura fase deste loteamento (identificada como PP2 na Figura 1). Os acessos aos lotes desta urbanização à ER204 são dois: uma entrada, próxima à rotunda do Estádio Cidade de Barcelos e uma saída, próximo à rotunda do Professor Primário de Barcelos, a Sul, conforme as duas figuras seguintes.

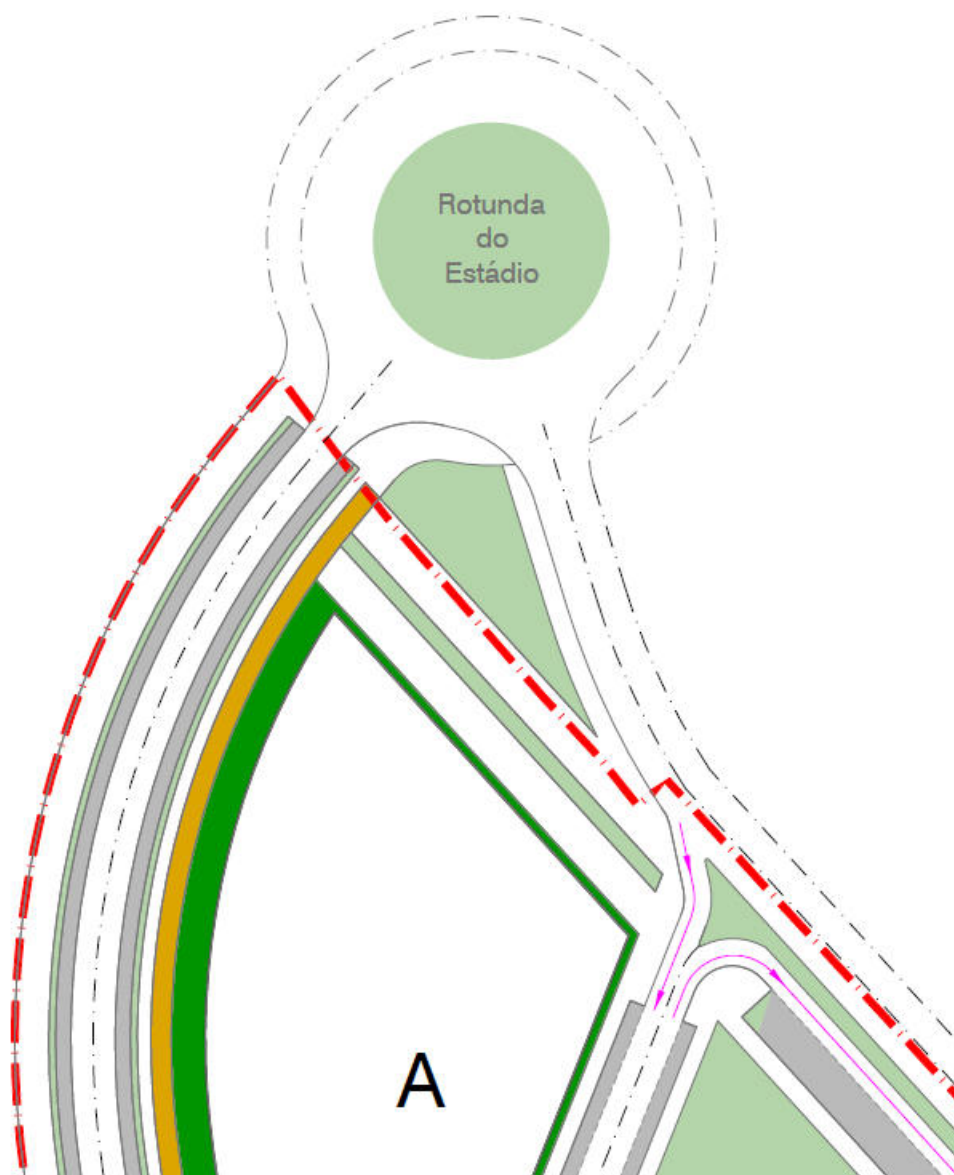


Fig. 3 - Entrada para as parcelas

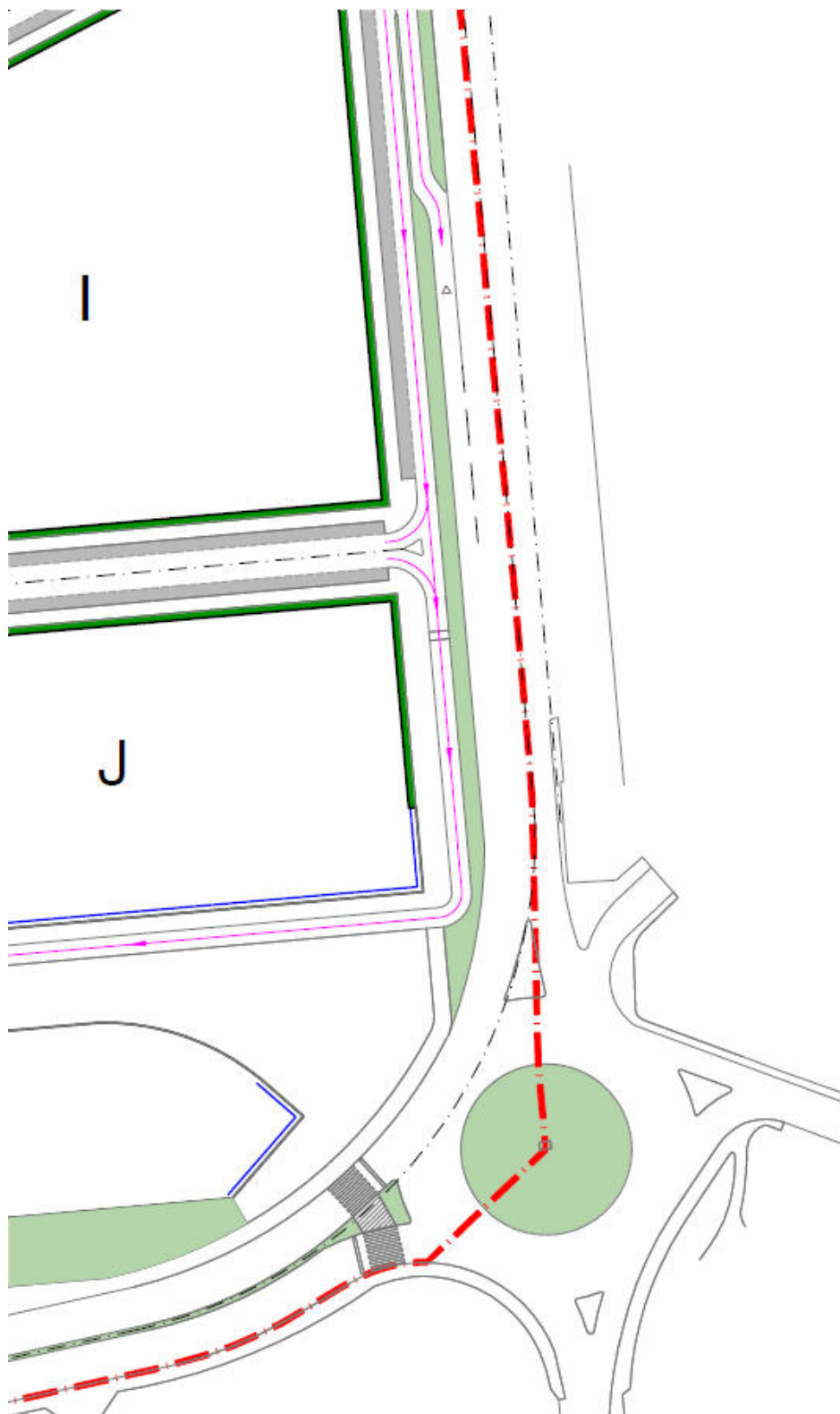


Fig. 4 - Saída das parcelas

2.3 Circulação Interna Proposta

A nova urbanização terá arrumamentos internos paralelos, com uma via por sentido e estacionamento longitudinal, a dividir os lotes e uma nova ligação rodoviária estruturante a poente, com uma via por sentido, a ligar a rotunda do Estádio com a Rotunda do Galo, oferecendo alternativas para algumas viagens que antes circulavam pela ER204. Esta variante conta também com uma rotunda a meio do seu desenvolvimento, permitindo o acesso aos lotes do empreendimento. A nova ligação Este-Oeste apresenta um perfil 2x2. Na figura seguinte é apresentada a circulação interna proposta.



Fig. 5 - Circulação interna proposta

2.4 Estacionamento

Relativamente ao estacionamento público, os parâmetros de dimensionamento foram adequados às necessidades funcionais do futuro projeto, prevendo-se a criação de cerca de 850 lugares de estacionamento público (à superfície) na área de urbanização, em consonância com o estabelecido no PDM em vigor. Além disso, a este número poderão acrescer cerca de 170 lugares de estacionamento público eventualmente a criar com a construção da variante a poente.

Relativamente às ofertas de estacionamento privado dentro das parcelas, prevê-se que as mesmas serão dimensionadas, nos âmbitos de seus respetivos projetos de arquitetura, de acordo com o disposto no Artigo 12º do Regulamento do PPCHB, que remete ao Artigo 71º (Estacionamento Privado) do Regulamento do Plano Diretor Municipal de Barcelos.

Relativamente à oferta de estacionamento privado dentro do lote do hospital, estão previstos 544 lugares, incluindo 163 lugares subterrâneos e 381 lugares à superfície. De acordo com o Artigo 71º do PDM de Barcelos é necessário 1 lugar de estacionamento para cada 100 m² de área de construção de equipamento. Para uma área de equipamento hospitalar de 37.623 m² são necessários 377 lugares de estacionamento privado. Logo, os 544 lugares previstos são mais que suficientes para cobrir as necessidades legais de estacionamento privado do hospital.

2.5 Transporte Público e modos suaves

Em termos de transporte público, a área da urbanização é bem servida, com ligações rodoviárias municipais asseguradas pela rede do sistema *Barcelos Bus*, e regionais para diversos concelhos como Braga, Viana do Castelo, Guimarães e Porto, asseguradas por empresas como a *Internorte*, *Rede Expresso*, *Arriva* e *Transdev*.

Relativamente aos modos suaves, a ocupação do solo proposta para a urbanização prevê uma rede integrada de passeios e percursos cicláveis dentro do loteamento, dando assim continuidade, desde o empreendimento para a cidade de Barcelos, a uma ligação a pé e em bicicleta.

3. Calibração da envolvente

3.1 Contagens de tráfego

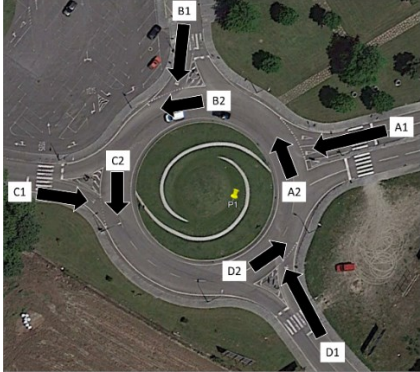
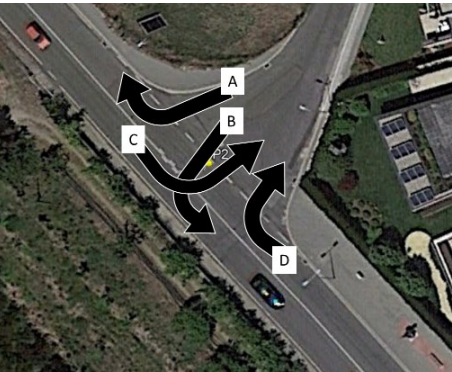
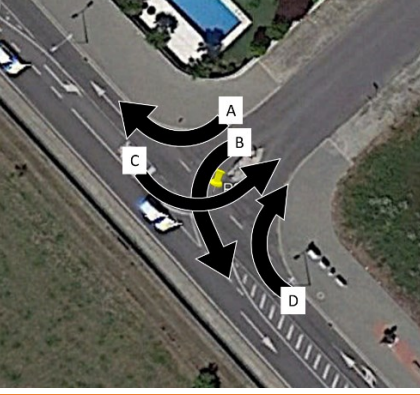
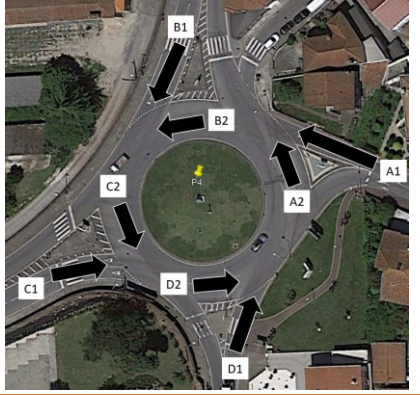
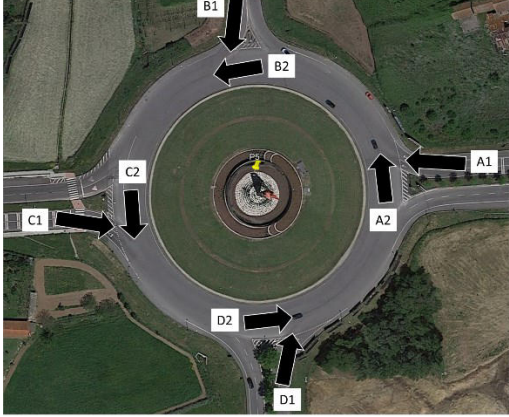
A análise da mobilidade da envolvente iniciou-se com a visita ao local e definição dos pontos de contagem (Fig. 6). No dia 2 de julho de 2020 foram realizadas contagens das 7h00 às 10h00 e das 16h30 às 19h30. Com base nestes intervalos de 3 horas, foram determinadas as horas de ponta da Manhã (HPM-DU) e da Tarde (HPT-DU) para um dia útil. Na tabela seguinte são apresentados os movimentos direcionais considerados em cada ponto de contagem.

- Hora de Ponta da Manhã: 8h15 - 9h15 (3,9 % de pesados);
- Hora de Ponta da Tarde: 17h45 - 18h45 (2,4 % de pesados).



Fig. 6 - Pontos de contagem

Tab. 1 - Pontos de contagem

	
<p>P1: Rotunda da Vila Boa junto ao Estádio Cidade de Barcelos com 4 ramos</p>	<p>P2: Entroncamento entre a ER204 e a R. da Lobata</p>
	
<p>P3: Entroncamento entre a ER204 e a Av. Dr. Jorge Basto</p>	<p>P4: Rotunda do Professor Primário de Barcelos com 4 ramos</p>
	
<p>P5: Rotunda do Galo de Barcelos com 4 ramos</p>	

As tabelas seguintes apresentam as contagens de tráfego para a Hora de Ponta da Manhã (HPM-DU).

Tab. 2 - Contagens HPM-DU

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
1	A1	0	0	0	128	0	0	128	128
	A2	4	4	0	588	16	20	632	665
	B1	0	0	0	20	0	0	20	20
	B2	8	4	0	600	24	0	636	655
	C1	12	16	12	840	0	16	896	896
	C2	0	0	0	112	28	0	140	168
	D1	0	0	4	588	12	16	620	646
	D2	0	0	0	28	0	0	28	28

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
2	A	2	0	0	0	0	0	2	1
	B	0	0	0	4	0	0	4	4
	C	0	0	0	4	0	0	4	4
	D	0	0	2	14	0	0	16	15

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
3	A	0	0	0	20	0	0	20	20
	B	0	0	0	38	2	0	40	42
	C	0	0	0	2	0	0	2	2
	D	2	0	0	10	0	0	12	11

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
4	A1	0	0	4	372	4	0	380	382
	A2	4	0	4	572	28	20	628	673
	B1	0	8	8	892	16	16	940	966
	B2	0	0	4	440	8	0	452	458
	C1	12	4	8	472	16	8	520	534
	C2	12	8	4	388	4	0	416	410
	D1	0	0	4	452	0	0	456	454
	D2	12	0	4	632	8	16	672	690

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
5	A1	7	0	5	765	27	13	817	852
	A2	2	0	1	560	20	19	602	640
	B1	1	1	5	910	10	16	943	966
	B2	8	0	3	710	8	14	743	761
	C1	3	0	16	1072	42	20	1153	1207
	C2	1	1	1	472	9	8	492	508
	D1	2	0	3	351	8	10	374	390
	D2	1	0	16	788	17	17	839	866

Legenda			
BIC	Bicicleta	CICLO	Ciclomotor
MOT	Moto	LIG	Ligeiro
PES 2E	Pesado 2 eixos	PES 3E	Pesado 3 eixos ou mais

As tabelas seguintes apresentam as contagens de tráfego para a Hora de Ponta da Tarde (HPT-DU).

Tab. 3 - Contagens HPT-DU

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
1	A1	8	0	4	120	0	0	132	127
	A2	8	4	4	704	4	0	724	722
	B1	0	0	4	56	0	0	60	58
	B2	8	16	12	840	20	12	908	926
	C1	4	0	4	908	8	4	928	937
	C2	0	0	8	164	4	0	176	177
	D1	12	8	12	896	8	8	944	947
	D2	0	0	0	132	0	0	132	132

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
2	A	0	0	0	4	0	0	4	4
	B	0	0	0	22	0	0	22	22
	C	0	0	0	6	0	0	6	6
	D	0	0	0	18	0	0	18	18

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
3	A	0	0	2	6	0	0	8	7
	B	0	0	2	16	0	0	18	17
	C	0	0	0	4	0	0	4	4
	D	0	0	0	28	0	0	28	28

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
4	A1	0	0	0	428	12	0	440	452
	A2	20	8	12	1088	8	0	1136	1128
	B1	0	0	12	828	32	0	872	899
	B2	0	0	0	564	4	0	568	572
	C1	0	0	20	1068	16	12	1116	1136
	C2	0	8	12	572	32	4	628	656
	D1	0	0	8	812	4	0	824	825
	D2	12	24	24	1200	32	4	1296	1308

Posto	Movimento	BIC	CICLO	MOT	LIG	PES 2E	PES 3E	TOT	UVL
5	A1	4	0	7	817	19	12	859	886
	A2	3	5	6	1062	22	9	1107	1132
	B1	1	0	4	1212	1	3	1221	1223
	B2	1	0	10	1002	2	7	1022	1027
	C1	3	3	12	1418	35	9	1480	1517
	C2	0	0	7	445	12	13	477	499
	D1	1	0	9	627	14	4	655	669
	D2	4	0	13	1085	47	23	1172	1235

Legenda			
BIC	Bicicleta	CICLO	Ciclomotor
MOT	Moto	LIG	Ligeiro
PES 2E	Pesado 2 eixos	PES 3E	Pesado 3 eixos ou mais

3.2 Validação das contagens

As contagens foram efetuadas no dia 2 julho de 2020, altura em que o país ainda se encontrava parcialmente confinado e a passar por uma situação de pandemia. Para verificar se as contagens de 2020 representavam valores semelhantes aos observados historicamente na zona em estudo e para avaliar a validade da sua adoção para este estudo de tráfego, foram solicitados às IP dados de contagens para a EN204 Km28+825. O gráfico e as tabelas abaixo apresentam os dados solicitados às IP para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020.

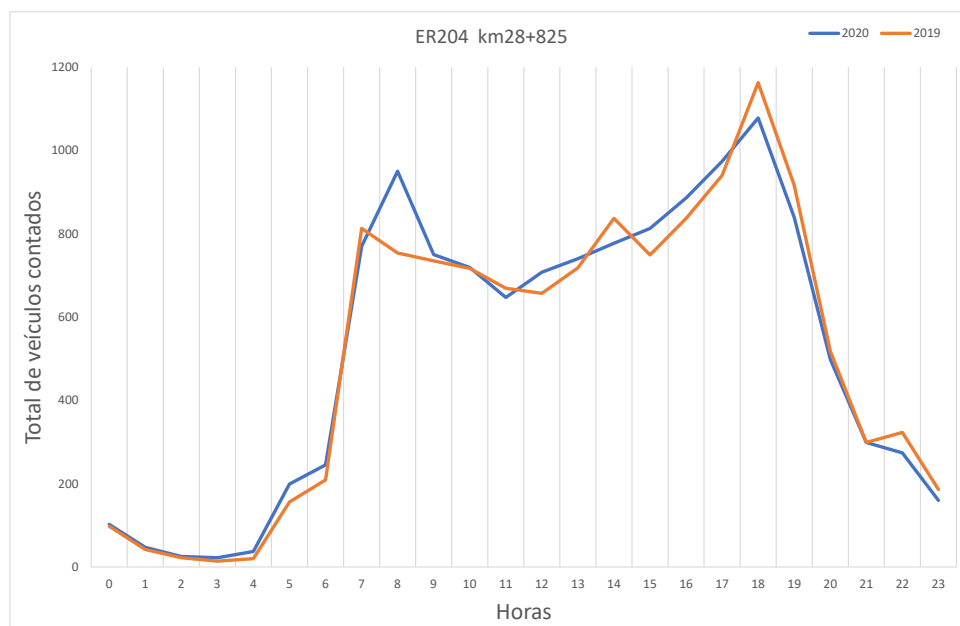


Fig. 7 - Contagem horária de tráfego para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020. Fonte: IP

Tab. 4 - Contagem horária de tráfego (HPM-DU). Fonte: IP

Para o período horário entre as 8h00 e as 10h00 que compreende a HPM-DU (8h15 - 9h15), houve um aumento (de 2019 para 2020) no tráfego observado, conforme a tabela abaixo.

Descritivo ETD	Estrada	Ano	Mes	Descritivo Sublanc	Dia Mes	Hora	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Total	Pesados	u/vl	Total (u/vl)	Diferença
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2019	Julho	Barcelos - Famalicão	2	8	2	712	36	4	754	40	793		
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2019	Julho	Barcelos - Famalicão	2	9	6	666	60	3	735	63	796	1589	
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2020	Julho	Barcelos - Famalicão	2	8	3	874	72	1	950	73	1022		
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2020	Julho	Barcelos - Famalicão	2	9	4	671	75	0	750	75	823	1845	16%

Tab. 5 - Contagem horária de tráfego (HPT-DU). Fonte: IP

Para o período horário entre as 17h00 e as 19h00 que compreende a HPT-DU (17h45 - 18h45), houve uma ligeira redução (de 2019 para 2020) no tráfego observado, conforme a tabela seguinte.

Descritivo ETD	Estrada	Ano	Mes	Descritivo Sublanc	Dia Mes	Hora	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Total	Pesados	u/vl	Total (u/vl)	Diferença
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2019	Julho	Barcelos - Famalicão	2	17	7	874	54	5	940	59	996		
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2019	Julho	Barcelos - Famalicão	2	18	1	1105	55	2	1163	57	1220	2216	
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2020	Julho	Barcelos - Famalicão	2	17	5	897	71	1	974	72	1044		
EN204 28+825 (QF009)	EN204	2020	Julho	Barcelos - Famalicão	2	18	5	1017	54	2	1078	56	1132	2176	-2%

Diante destes resultados, optou-se por não se proceder a quaisquer atualizações aos resultados dos trabalhos de campo efetuados em 2 de julho de 2020, visto que, para a HPM-DU, verificou-se mais tráfego em 2020 que em 2019 e, para a HPT-DU, verificou-se uma redução irrelevante de tráfego em 2020, relativamente a 2019.

Portanto, considera-se que os trabalhos de campo efetuados pela OPT em 2 de julho de 2020 constituem uma representação fiel da realidade de tráfego observada historicamente na zona em estudo e podem ser utilizados nesta segunda versão do estudo de tráfego.

3.3 Modelação da situação atual

3.3.1 Calibração da rede

Utilizado os dados das contagens foi feita uma calibração utilizando o método de afetação em equilíbrio estático do software *Aimsun*. Para avaliar o resultado do processo de calibração para cada uma das matrizes consideradas calculou-se o parâmetro estatístico GEH, o qual é definido pela expressão:

$$\sqrt{\frac{2 \times (\text{valor modelado} - \text{valor observado})^2}{(\text{valor observado} + \text{valor modelado})}}$$

Idealmente, um GEH inferior a 5.0 é considerado como uma boa aproximação entre os valores modelados e os valores observados (UK Highways Agency, 1996). Neste estudo, 100% dos movimentos modelados apresentam GEH inferiores a 5,0, pelo que a sua validação está assegurada. Abaixo são apresentados os gráficos com a relação dos volumes contados e modelados.

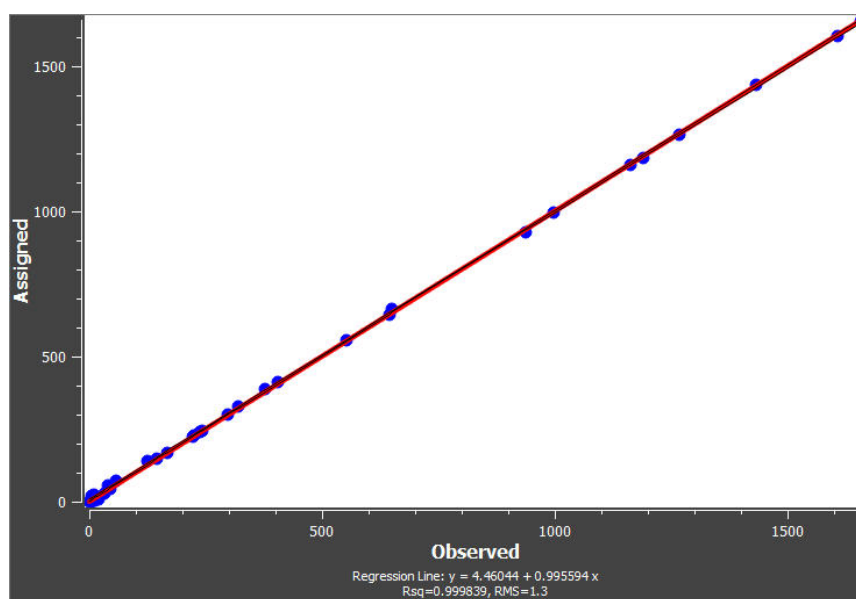


Fig. 8 - Calibração HPM-DU

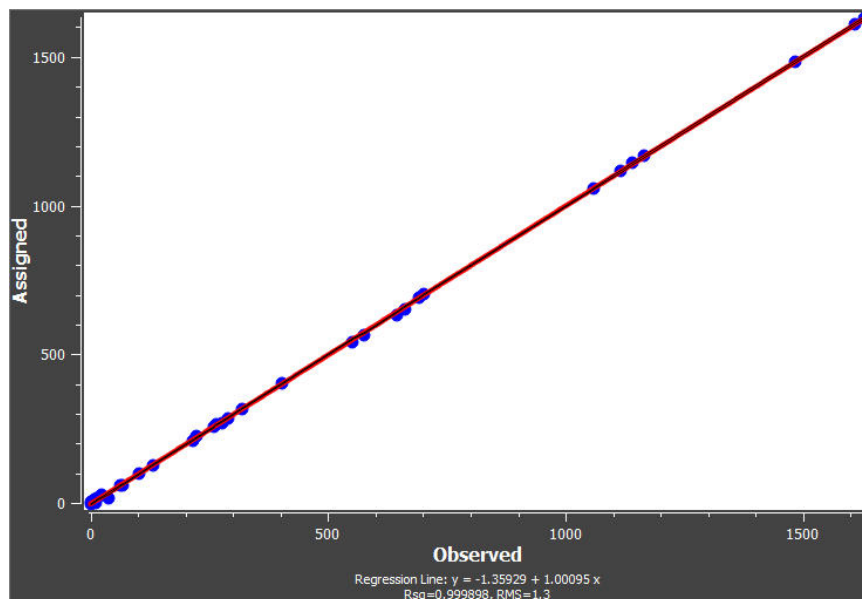


Fig. 9 - Calibração HPT-DU

3.3.2 Matrizes Origem/Destino

Como resultados do processo de calibração, foram obtidas as matrizes HPM-DU e HPT-DU. Abaixo são apresentadas as matrizes para HPM-DU e HPT-DU 2020. A localização dos dez centroides considerados nesta análise encontra-se representada na figura seguinte.

Tab. 6 - Matriz O/D HPM-DU 2020

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Total
ER103 Norte	0	41	7	19	17	197	124	67	103	311	886
Estádio	1	0	1	1	1	6	4	2	3	11	30
R Raizes	9	1	0	3	3	28	20	9	14	49	136
R Lobata	9	2	1	0	0	0	1	1	1	1	16
Av Dr Jorge Basto	22	4	1	0	0	7	4	3	4	11	56
Av. Nossa Sra de Fátima	139	25	5	2	2	0	39	28	39	113	392
Av Paulo Felisberto	155	30	6	4	3	39	0	31	46	144	458
Circular Barcelos Este	92	19	5	3	3	71	43	0	164	407	807
Av S Jose	29	6	2	1	1	29	20	67	0	240	395
Circular Barcelos Oeste	82	17	5	4	3	93	67	462	479	0	1 212
Total	538	145	33	37	33	470	322	670	853	1 287	4 388

Tab. 7 - Matriz O/D HPT-DU 2020

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Total
ER103 Norte	0	10	116	15	13	304	94	57	69	263	941
Estádio	3	0	4	1	1	21	6	4	4	17	61
R Raizes	36	1	0	3	3	48	16	8	10	42	167
R Lobata	20	1	3	0	0	0	5	4	4	15	52
Av Dr Jorge Basto	21	1	4	0	0	10	3	2	2	8	51
Av. Nossa Sra de Fátima	152	3	29	2	2	0	50	36	41	151	466
Av Paulo Felisberto	239	4	62	6	8	118	0	54	69	269	829
Circular Barcelos Este	102	2	32	4	5	141	42	0	142	455	925
Av S Jose	55	1	18	2	3	93	32	74	0	394	672
Circular Barcelos Oeste	146	3	49	6	8	262	100	502	443	0	1 519
Total	774	26	317	39	43	997	348	741	784	1 614	5 683

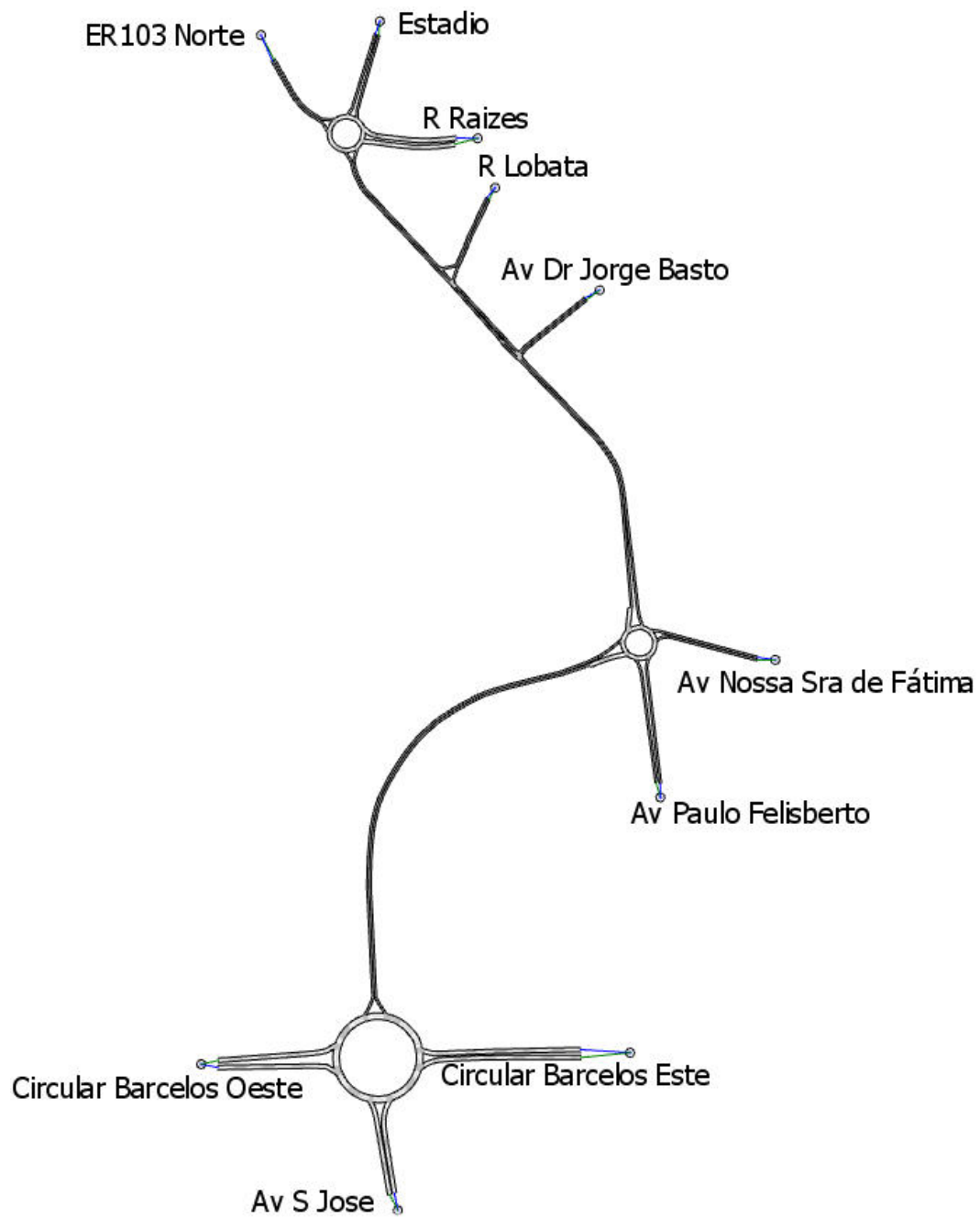


Fig. 10 - Rede modelada para efeitos de calibração

3.4 Atualização da situação atual

Em outubro de 2020, foi inaugurado um empreendimento comercial próximo à saída da Rotunda do Estádio de Barcelos. O empreendimento é composto por três unidades: um supermercado (*Intermarché*), uma loja de bricolage (*BricoMarché*) e um posto de abastecimento de combustíveis. A geração de tráfego para estes novos usos do solo foi calculada a partir das tabelas do *Trip Generation Manual 8th Edition*.

Tab. 8 - Geração de viagens com base no *Trip Generation Manual 8th edition*

ITE Código	Uso - Trip Generation	Unidades de Geração		Total de Viagens Geradas					
				HP Envolvente					
				HPM-DU	HPM-DU Entradas	HPM-DU Saídas	HPT-DU	HPT-DU Entradas	HPT-DU Saídas
812	Bricolage	27 empregados	27 empregados	55	34	21	67	34	33
850	Supermercado	2000 m2	21,52782 ksf2	45	27	17	277	141	136
944	Estação de Abastecimento	4 bombas	4 bombas	54	27	27	55	28	28
				154	88	65	399	203	196

A partir da soma do número de viagens das três unidades geradoras, considerou-se um único centroide (*Intermarche*) com 88 viagens a entrar e 65 viagens a sair (na HPM-DU) e 203 viagens a entrar e 196 viagens a sair (na HPT-DU). Com a distribuição de tráfego resultante do procedimento de calibração e apresentada abaixo, calculou-se a repartição de viagens referente aos novos usos do solo, obtendo-se as matrizes O/D HPM-DU 2021 SE e HPT-DU 2021 SE. Os valores apresentados nas matrizes seguintes diferem dos valores resultantes dos cálculos do *Trip Generation Manual 8th Edition*, pois foram arredondados para cima.

Tab. 9 - Distribuição de tráfego HPM-DU

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Geração (%)
ER103 Norte											20,2
Estádio											0,7
R Raizes											3,1
R Lobata											0,4
Av Dr Jorge Basto											1,3
Av. Nossa Sra de Fátima											8,9
Av Paulo Felisberto											10,4
Circular Barcelos Este											18,4
Av S Jose											9,0
Circular Barcelos Oeste											27,6
Atração (%)	12,3	3,3	0,8	0,8	0,8	10,7	7,3	15,3	19,4	29,3	

Tab. 10 - Distribuição de tráfego HPT-DU

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Geração (%)
ER103 Norte											16,6
Estádio											1,1
R Raizes											2,9
R Lobata											0,9
Av Dr Jorge Basto											0,9
Av. Nossa Sra de Fátima											8,2
Av Paulo Felisberto											14,6
Circular Barcelos Este											16,3
Av S Jose											11,8
Circular Barcelos Oeste											26,7
Atração (%)	13,6	0,5	5,6	0,7	0,8	17,5	6,1	13,0	13,8	28,4	

Para estimar a evolução do tráfego de 2020 para 2021, considerou-se que, segundo a metodologia adotada pelas Infraestruturas de Portugal (IP), o tráfego deverá ter uma correlação linear com a evolução do PIB. Juntamente com o PIB, a evolução do consumo de combustíveis também é um indicador correlacionado com o crescimento de tráfego. A tabela abaixo apresenta o comportamento destes dois indicadores nos últimos dez anos.

Tab. 11 - Evolução do consumo de combustíveis e PIB (fonte: PorData e DGEG)

Ano	Variação	
	Consumo combustíveis Barcelos (%)	PIB Portugal (preços constantes) %
2009	2,91%	-3,12%
2010	4,43%	1,74%
2011	-8,56%	-1,70%
2012	-8,99%	-4,06%
2013	-20,85%	-0,92%
2014	-1,03%	0,79%
2015	-8,24%	1,79%
2016	3,24%	2,02%
2017	1,82%	3,51%
2018	-1,90%	2,64%
Média	-3,72%	0,27%

Da tabela anterior, verifica-se uma redução no consumo de combustíveis e um ligeiro aumento no PIB nos últimos 10 anos. Diante destes valores, adotou-se um crescimento de tráfego de 1% ao ano. Esta taxa de crescimento foi então utilizada

para atualizar os volumes de tráfego em cada par O/D, com arredondamentos para o número inteiro acima, dando origem às seguintes matrizes.

Tab. 12 - Matriz O/D HPM-DU 2021 SE

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	InterMarché	Total
ER103 Norte	0	42	8	20	18	199	126	68	105	315	18	919
Estádio	2	0	2	2	2	7	5	3	4	12	1	40
R Raizes	10	2	0	4	4	29	21	10	15	50	3	148
R Lobata	10	3	2	0	0	0	2	2	2	2	1	24
Av Dr Jorge Basto	23	5	2	0	0	8	5	4	5	12	2	66
Av. Nossa Sra de Fátima	141	26	6	3	3	0	40	29	40	115	8	411
Av Paulo Felisberto	157	31	7	5	4	40	0	32	47	146	10	479
Circular Barcelos Este	93	20	6	4	4	72	44	0	166	412	17	838
Av S Jose	30	7	3	2	2	30	21	68	0	243	8	414
Circular Barcelos Oeste	83	18	6	5	4	94	68	467	484	0	25	1 254
InterMarché	8	3	1	1	1	7	5	10	13	20	0	69
Total	557	157	43	46	42	486	337	693	881	1 327	93	4 662

Tab. 13 - Matriz O/D HPT-DU 2021 SE

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	InterMarché	Total
ER103 Norte	0	11	118	16	14	308	95	58	70	266	34	990
Estádio	4	0	5	2	2	22	7	5	5	18	3	73
R Raizes	37	2	0	4	4	49	17	9	11	43	6	182
R Lobata	21	2	4	0	0	0	6	5	5	16	2	61
Av Dr Jorge Basto	22	2	5	0	0	11	4	3	3	9	2	61
Av. Nossa Sra de Fátima	154	4	30	3	3	0	51	37	42	153	17	494
Av Paulo Felisberto	242	5	63	7	9	120	0	55	70	272	30	873
Circular Barcelos Este	104	3	33	5	6	143	43	0	144	460	34	975
Av S Jose	56	2	19	3	4	94	33	75	0	398	25	709
Circular Barcelos Oeste	148	4	50	7	9	265	101	508	448	0	55	1 595
InterMarché	27	1	11	2	2	35	13	26	28	56	0	201
Total	815	36	338	49	53	1 047	370	781	826	1 691	208	6 214

Desta forma, a rede considerada para o cenário sem empreendimento (SE) conta com um total de onze centroides, conforme representado na figura seguinte. As figuras 12 e 13, por sua vez, apresentam os volumes de tráfego modelados, em macro simulação, para este cenário para as horas de ponta da manhã e da tarde, respetivamente. As cores referem-se à relação entre o volume de tráfego modelado e a capacidade horária teórica de escoamento da via, que pode ser entendida como uma taxa de utilização da rede ou, simplesmente, rácio Volume/Capacidade. Valores de V/C menores que 0,50 são aceitáveis e indicam um bom funcionamento do sistema de transporte. Valores acima desse limite indicam a possibilidade de constrangimentos no normal funcionamento da via.

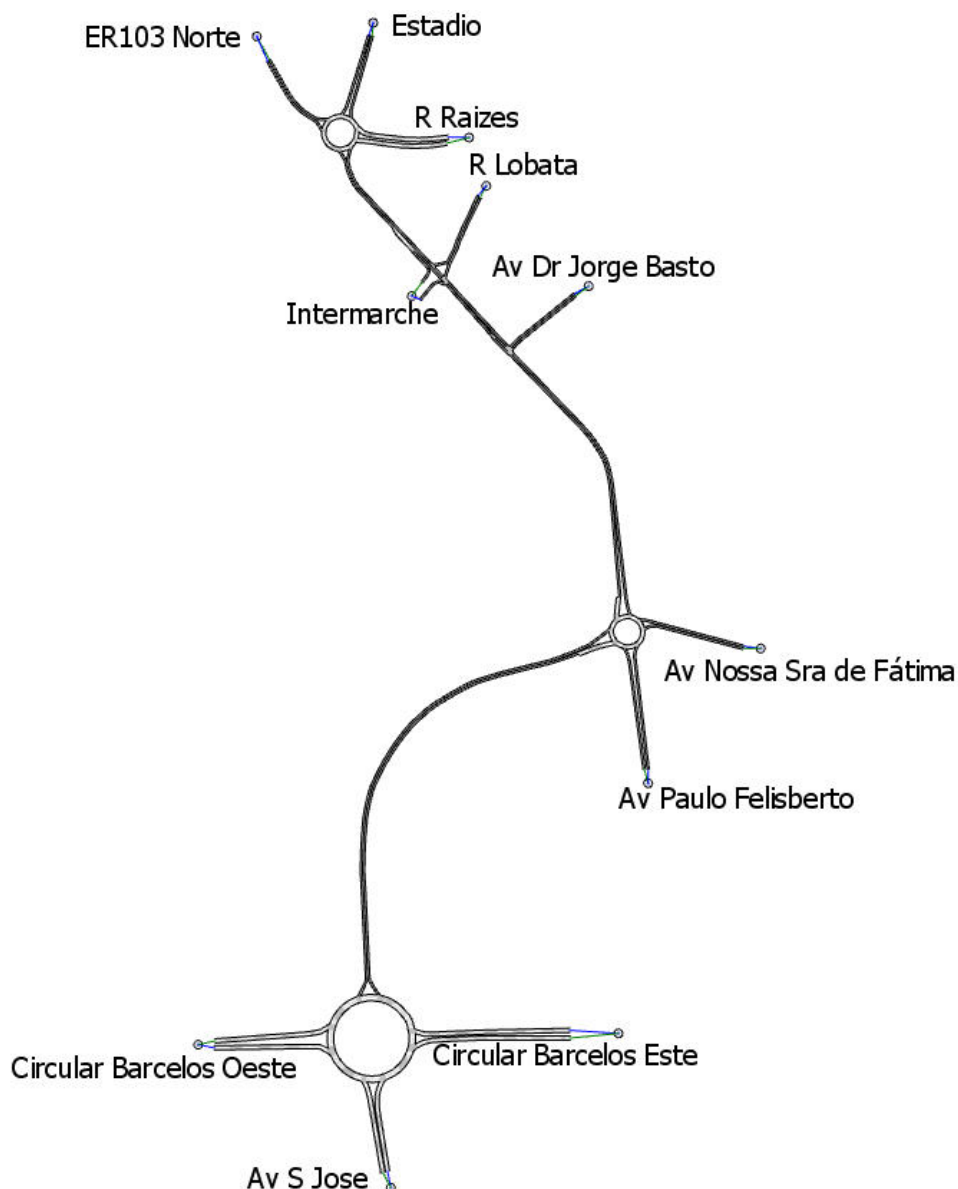


Fig. 11 - Rede modelada para os cenários futuros sem empreendimento

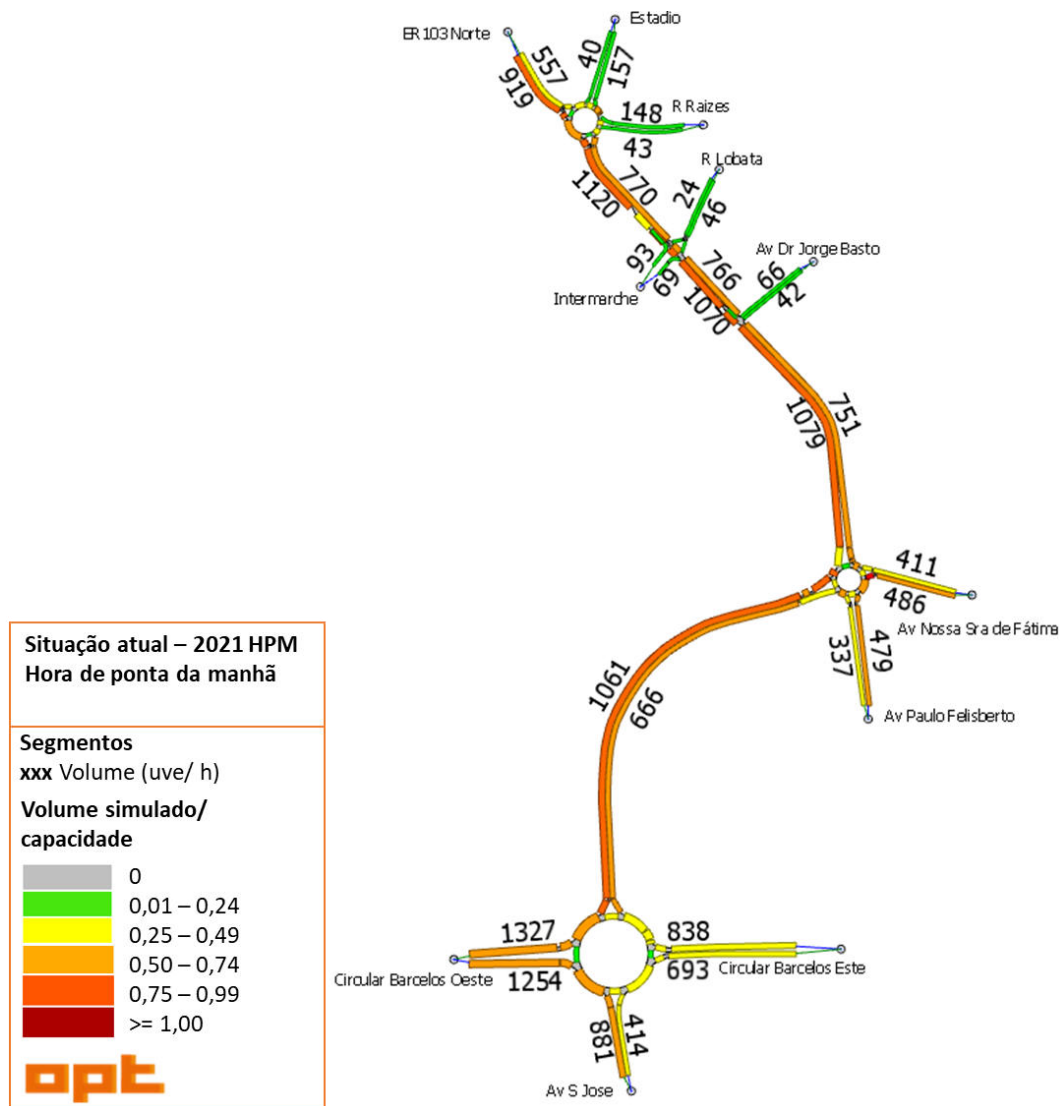


Fig. 12 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2021 SE

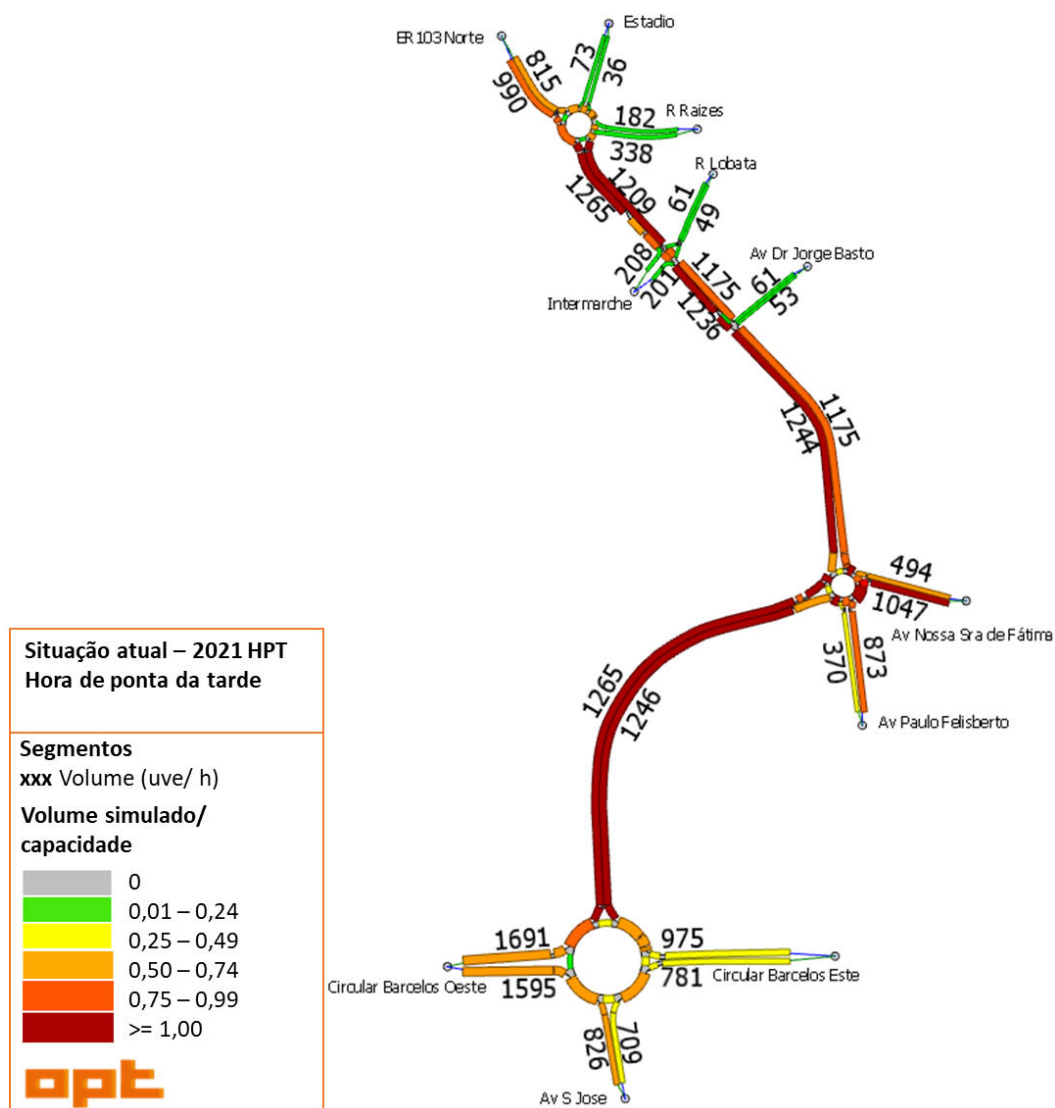


Fig. 13 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2021 SE

3.5 Análise dos resultados

Os resultados ilustram que no período de ponta na manhã a rede ainda consegue dar uma resposta positiva às solicitações impostas, apesar de se registarem volumes próximos do limite da capacidade no sentido norte-sul da ER204, principalmente à saída da rotunda do estádio.

Por outro lado, no período da tarde regista-se um agravamento das condições de circulação, principalmente no sentido sul-norte da ER204. Em ambos os sentidos desta via regista-se um volume de tráfego acima da capacidade da via, com destaque para a secção entre a rotunda da Circular de Barcelos e a rotunda de acesso às avenidas Nossa Senhora de Fátima e Paulo Felisberto.

4. Previsões de Tráfego

4.1 Cenários sem empreendimento

4.1.1 Modelação

A área de estudo encontra-se perante uma intensa dinâmica urbana, já demonstrada anteriormente na consideração do novo supermercado. No ano de 2021 foi inaugurado um retail park a sul da Circular de Barcelos que contemplou a criação de uma nova ligação viária entre a Av. Paulo Felisberto e a Av. São José.

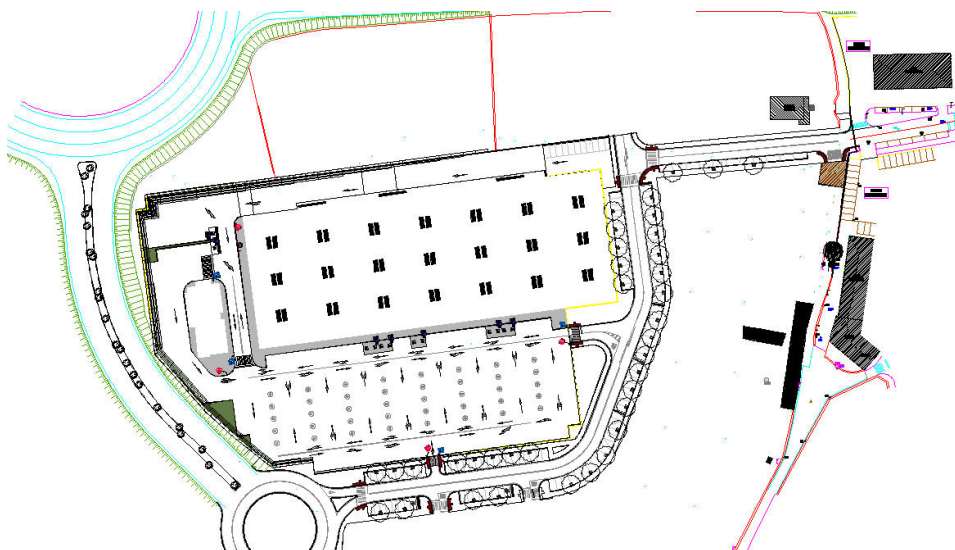


Fig. 14 – Esquema de implantação do retail park e do novo arruamento

Este novo arruamento facilita a ligação da Circular Externa e da Avenida São José à Avenida Paulo Felisberto, reduzindo o volume de tráfego ao longo da EN204, conforme representado na figura seguinte. Dada a localização dos pontos de contagem de tráfego (próximo às rotundas) não seria correto considerar que todo o volume no par O/D “Av. Paulo Felisberto – Av. S. José” utilizasse esta nova ligação, assim como todos os movimentos entre os centroides “Av. Paulo Felisberto”, “Circular Barcelos Oeste” e “Circular Barcelos Este”.

Neste sentido, foi considerado que 25% do tráfego entre estes três centroides passará a estabelecer-se pela nova via. Pela mesma razão 25% do tráfego entre os centroides “Av. Paulo Felisberto” e “Av. S. José” passará a realizar-se fora dos limites da rede modelada e, como tal, não será considerado. A alteração aos volumes de tráfego da matriz base (2020) para as horas de ponta da manhã e da tarde apresenta-se nas duas tabelas seguintes.



Fig. 15 – Percursos afetados pela nova ligação

Tab. 14 - Reafecção dos pares O/D a partir da matriz base – HPM

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Geração (%)
ER103 Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estádio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R Raizes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R Lobata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av Dr Jorge Basto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Nossa Sra de Fátima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av Paulo Felisberto	0	0	0	0	0	0	0	-8	-12	-36	0
Circular Barcelos Este	0	0	0	0	0	0	-11	0	11	0	0
Av S Jose	0	0	0	0	0	0	-5	8	0	36	0
Circular Barcelos Oeste	0	0	0	0	0	0	-17	0	17	0	0
Atração (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 15 - Reafecção dos pares O/D a partir da matriz base - HPM

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Geração (%)
ER103 Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estádio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R Raizes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R Lobata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av Dr Jorge Basto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av. Nossa Sra de Fátima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Av Paulo Felisberto	0	0	0	0	0	0	0	-14	-17	-67	0
Circular Barcelos Este	0	0	0	0	0	0	-11	0	11	0	0
Av S Jose	0	0	0	0	0	0	-8	14	0	67	0
Circular Barcelos Oeste	0	0	0	0	0	0	-25	0	25	0	0
Atração (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para estimar a evolução do tráfego até ao ano horizonte de 2031 foram aplicados os mesmos princípios da metodologia considerada na seção 3.4, ou seja, um crescimento anual de 1%. De seguida são apresentadas as matrizes Origem/Destino futuras para os cenários sem empreendimento para as horas de ponta da manhã e da tarde, bem como os diagramas de carga sobre a rede, obtidos em macro simulação.

Tab. 16 - Matriz O/D HPM-DU 2031 SE

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	InterMarché	Total
ER103 Norte	0	46	8	22	19	220	139	75	115	347	18	1 009
Estádio	2	0	2	2	2	7	5	3	4	13	1	41
R Raizes	11	2	0	4	4	32	23	11	16	55	3	161
R Lobata	11	3	2	0	0	0	2	2	2	2	1	25
Av Dr Jorge Basto	25	5	2	0	0	8	5	4	5	13	2	69
Av. Nossa Sra de Fátima	156	28	6	3	3	0	44	32	44	127	8	451
Av Paulo Felisberto	173	34	7	5	4	44	0	26	39	121	10	463
Circular Barcelos Este	103	22	6	4	4	80	36	0	195	455	17	922
Av S Jose	33	7	3	2	2	33	17	84	0	308	8	497
Circular Barcelos Oeste	92	19	6	5	4	104	57	516	554	0	25	1 382
InterMarché	8	3	1	1	1	7	5	10	13	20	0	69
Total	614	169	43	48	43	535	333	763	987	1461	93	5 089

Tab. 17 - Matriz O/D HPT-DU 2031 SE

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	InterMarché	Total
ER103 Norte	0	12	130	17	15	340	105	64	77	294	34	1 088
Estádio	4	0	5	2	2	24	7	5	5	19	3	76
R Raizes	41	2	0	4	4	54	18	9	12	47	6	197
R Lobata	23	2	4	0	0	0	6	5	5	17	2	64
Av Dr Jorge Basto	24	2	5	0	0	12	4	3	3	9	2	64
Av. Nossa Sra de Fátima	170	4	33	3	3	0	56	41	46	169	17	542
Av Paulo Felisberto	267	5	70	7	9	132	0	46	58	226	30	850
Circular Barcelos Este	114	3	36	5	6	158	36	0	171	508	34	1 071
Av S Jose	62	2	21	3	4	104	27	98	0	515	25	861
Circular Barcelos Oeste	163	4	55	7	9	293	84	561	523	0	55	1754
InterMarché	27	1	11	2	2	35	13	26	28	56	0	201
Total	895	37	370	50	54	1 152	356	858	928	1 860	208	6 768

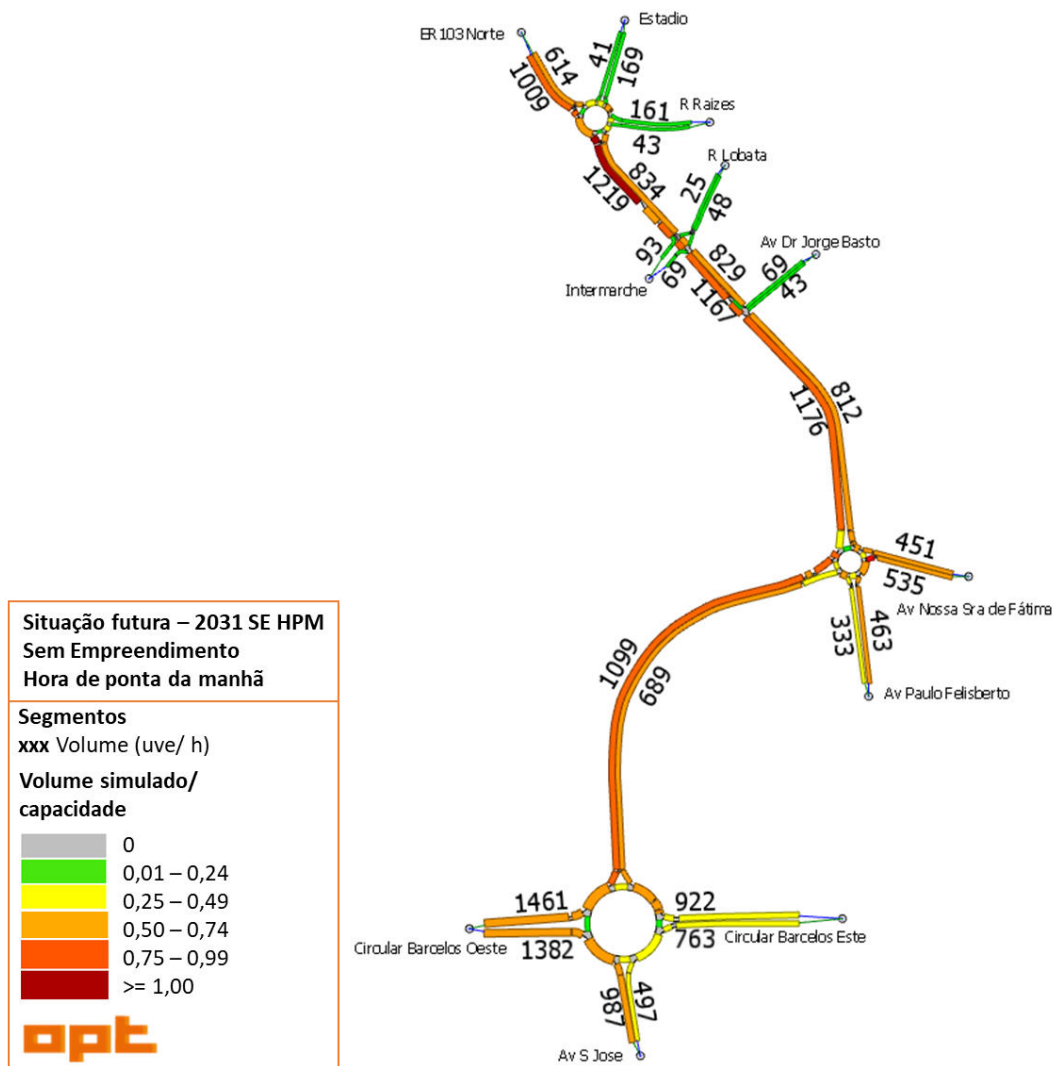


Fig. 16 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 SE

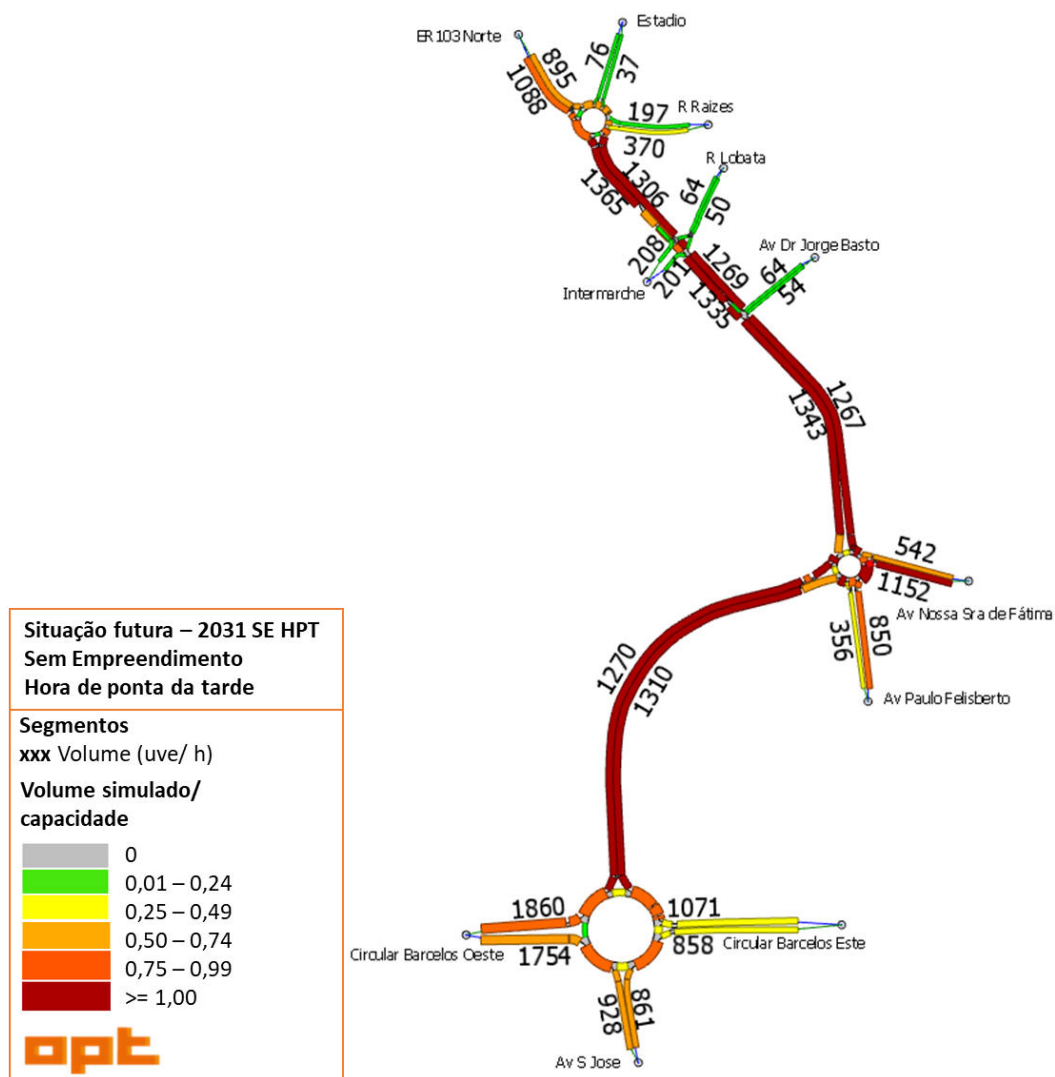


Fig. 17 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 SE

4.1.2 Análise dos resultados

Em linha com a análise efetuada na secção 3.5, ao longo da hora de ponta da manhã a rede ainda não atinge os níveis de rotura, apesar do aumento dos volumes de tráfego previstos. A nova ligação entre as avenidas Paulo Felisberto e S. José tem como uma consequência uma ligeira redução do fluxo de entrada a partir deste primeiro arruamento e um aumento a partir do segundo arruamento, face ao cenário atual. Durante a hora de ponta da tarde os volumes de tráfego mantêm-se a níveis claramente superiores à capacidade da ER204.

4.2 Cenários com empreendimento

4.2.1 Modelação

O processo de determinação do total de viagens geradas pelo empreendimento partiu com a identificação da área de construção. A tabela abaixo apresenta o quadro de áreas com o potencial construtivo de cada parcela.

Tab. 18 - Quadro de áreas

Identificação	Área de solo do quarteirão	Área coberta máxima	Área permeável mínima	Área com revestimento vegetal mínima	Área de construção total máxima	Área de construção "líquida" máxima
Quarteirão A	6780	5400	1150	1800	20735	16900
Quarteirão B	8970	7200	1550	2400	27405	22300
Quarteirão C	3860	3100	650	1000	12140	9900
Quarteirão D	3890	3100	650	1000	12220	9900
Quarteirão E	8610	6900	1500	2300	27075	22100
Quarteirão F	2720	2200	450	700	8540	6900
Quarteirão G	8610	6900	1500	2300	27075	22100
Quarteirão H	9050	7200	1550	2450	28440	23200
Quarteirão I	9650	7700	1650	2600	30335	24700
Quarteirão J	5910	4700	1000	1500	18575	15100
Quarteirão K	4580	4580	0	0	14410	11700
Quarteirão L	10040	5040	5000	5000	31555	25700
TOTAIS	82670	64020	16650	23050	258505	210500

Do quadro anterior, os valores na coluna "Área de construção 'líquida' máxima" foram utilizados para cálculo de geração de viagens. Relativamente ao hospital, prevê-se uma área de construção de 37.623 m². É importante referir que é considerada uma área de construção para este equipamento superior quer à inicialmente prevista pela ARS Norte, quer à área do atual hospital de Santa Maria Maior, sendo assim considerado o cenário de geração máxima possível. Assim, o empreendimento possui uma área total de terreno de 319.670m².

Os cálculos de geração de viagens foram realizados com base na coluna "Área de construção 'líquida' máxima" do Quadro de Áreas. O Quadro de Áreas apresenta diversas classificações, tendo a "Área de construção total máxima", uma classificação semelhante à "Área de construção 'líquida' máxima" e que, eventualmente, poderia ser utilizada para cálculo de geração de viagens. De seguida estão definidas estas duas classificações de áreas, de acordo com o documento "PLANO DE PORMENOR CENTRO HOSPITALAR DE BARCELOS (PP 1) - RELATÓRIO DO PLANO" de setembro de 2017 elaborado pela GeoAtributo – C. I. P. O. T., Lda:

- Área de construção máxima (incluindo caves) – 258.505 m²
- Área de construção "líquida" (excluindo caves destinadas a estacionamento e arrumos privativos das frações e unidades funcionais, e instalações técnicas) – 210.500 m².

A "Área de construção máxima" inclui caves destinadas a estacionamento e arrumos privativos e instalações técnicas. Estes usos não são geradores de viagens, logo

não foram considerados para o cálculo da geração de viagens. Como a “Área de construção líquida” exclui estes usos, optou-se por utilizar esta classificação.

A abordagem utilizada para estimar o tráfego potencial gerado pela urbanização foi com base nos manuais *Trip Generation 10th Edition* do *Institute of Transportation Engineers* (ITE), sendo substituídos pelos valores presentes na 8ª versão desta publicação aquando da ausência de informação para os usos em consideração. A natureza da utilização das instalações adequa-se às características dos códigos de uso nº 223 (Apartamento); nº 610 (Hospital) e nº 814 (Conjunto Comercial). Os cálculos foram realizados com base na coluna “Área de construção ‘líquida’ máxima” do Quadro de Áreas sendo aplicado um fator de redução de 20%, de forma a excluir as áreas afetadas a rampas de acesso a garagens, espaços comuns, varandas, arrumos, jardins, entre outros. A tabela seguinte resume os pressupostos adotados para a estimativa das unidades de geração.

Tab. 19 - Unidades de Geração

Lote	Área líquida (m2)	Distribuição por uso por lote			Área média de um fogo (m2)	Unidades de Geração		
		Habitação	Comércio	Hospital		Habitação (fogos)	Comércio (m2)	Hospital
A	13.520	90%	10%		150	81	1352	
B	17.840	90%	10%			107	1784	
C	7.920	90%	10%			48	792	
D	7.920	90%	10%			48	792	
E	17.680	90%	10%			106	1768	
F	5.520	90%	10%			33	552	
G	17.680	90%	10%			106	1768	
H	18.560	90%	10%			111	1856	
I	19.760	90%	10%			119	1976	
J	12.080	90%	10%			72	1208	
K	9.360		100%				9360	
L	20.560		100%				20560	
Hospital	37.623			100%				37623
Total	206.023					831	43.768	37.623

É importante referir que a geração de viagens potencial estimada por esta publicação se baseia em índices de geração observados e calculados para a realidade maioritariamente suburbana americana e canadiana, onde as viagens são fundamentalmente feitas em automóvel. Este facto é relatado na literatura científica (Clifton et. al., 2015; Schneider et. al., 2015) pelo que é necessário um ajuste ao contexto local de forma a diminuir a sobrestimação da procura automóvel, aumentando desta forma a fiabilidade dos resultados. Para atenuar essa diferença, assumiu-se que a repartição modal das viagens geradas pela urbanização será semelhante à observada em Barcelos no âmbito dos Censos de 2011, os últimos para os quais é disponibilizada informação, como explica a tabela seguinte.

Tab. 20 - Repartição Modal em Barcelos. Fonte: Censos 2011

Local de residência (à data dos Censos 2011)	Meio de transporte mais utilizado nos movimentos pendulares (N.º) por Local de residência (à data dos Censos 2011) e Principal meio de transporte; Decenal											
	Período de referência dos dados											
	2011											
	Principal meio de transporte											
	Total	A pé	Automovel ligeiro - como condutor	Automovel ligeiro - como passageiro	Autocarro	Transporte colectivo da empresa ou da escola	Metropolitano	Comboio	Motociclo	Bicicleta	Barco	Outro
N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	N.º	
Barcelos	69 253	10 933	30 666	12 686	8 095	4 151	36	813	1 417	273	0	183

Meio de transporte mais utilizado nos movimentos pendulares (N.º) por Local de residência (à data dos Censos 2011) e Principal meio de transporte; Decenal - INE, Recenseamento da população e habitação - 2011

Meio de transporte mais utilizado nos movimentos pendulares (N.º) por Local de residência (à data dos Censos 2011) e Principal meio de transporte; Decenal - INE, Recenseamento da população e habitação - Censos 2011

Da tabela anterior, conclui-se que 44,3% do total de movimentos pendulares (69.253) utilizam o automóvel ligeiro como condutor (30.666). Com base nesta percentagem, optou-se por aplicar sobre a geração estimada um fator de 50%. Ou seja, do total de viagens geradas pelo empreendimento, estima-se que 50% das viagens será feita em automóvel ligeiro e os outros 50% em outros modos, como o transporte público, a pé, bicicleta ou outros. A tabela seguinte apresenta a geração de viagens estimada para a urbanização em automóvel ligeiro.

Tab. 21 - Geração de viagens pelo empreendimento segundos usos previstos no PPCHB

	Uso	Unidade geração	ITE cód.	Uso - Trip Generation	Unidades	Índices de Geração			Distribuição				Total de Viagens Geradas									
						HP Envolvente		Total Diário	HP Envolvente				HP Envolvente								Total Diário	
						HPM-DU	HPT-DU	Dia Útil	HPM-DU Entradas	HPM-DU Saídas	HPT-DU Entradas	HPT-DU Saídas	HPM-DU	HPM-DU Entradas	HPM-DU Saídas	HPT-DU	HPT-DU Entradas	HPT-DU Saídas	HPT-DU	Dia Útil		
A	Habitação	81	223	Apartamento	fogos	0,17	0,18	2,76	20%	80%	65%	35%	14	4	10	15	9	6			224	
	Comércio	1 352	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	50	24	26	28	12	16			330	
						Total Lote A				64	28	36	43	21	22						554	
B	Habitação	107	223	Apartamento	fogos	0,17	0,36	2,76	20%	80%	65%	35%	18	5	14	38	25	13			296	
	Comércio	1 784	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	66	32	34	34	15	19			430	
						Total Lote B				84	36	48	72	40	32						725	
C	Habitação	48	223	Apartamento	fogos	0,18	0,39	2,78	20%	80%	65%	35%	8	2	6	18	11	7			132	
	Comércio	792	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,25	48%	52%	44%	56%	29	14	15	21	9	12			201	
						Total Lote C				37	16	21	39	20	19						333	
D	Habitação	48	223	Apartamento	fogos	0,18	0,39	2,78	20%	80%	65%	35%	8	2	6	18	11	7			132	
	Comércio	792	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,25	48%	52%	44%	56%	29	14	15	21	9	12			201	
						Total Lote D				37	16	21	39	20	19						333	
E	Habitação	106	223	Apartamento	fogos	0,17	0,17	2,76	20%	80%	65%	35%	18	5	13	18	11	7			293	
	Comércio	1 768	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	65	31	34	34	15	19			426	
						Total Lote E				83	36	47	52	26	26						718	
F	Habitação	33	223	Apartamento	fogos	0,17	0,56	2,73	20%	80%	65%	35%	6	2	4	18	11	7			91	
	Comércio	552	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,26	48%	52%	44%	56%	20	10	11	18	8	10			146	
						Total Lote F				26	11	15	36	19	17						236	
G	Habitação	106	223	Apartamento	fogos	0,17	0,36	2,76	20%	80%	65%	35%	18	5	13	38	25	13			293	
	Comércio	1 768	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	65	31	34	34	15	19			426	
						Total Lote G				83	36	47	72	39	32						718	
H	Habitação	111	223	Apartamento	fogos	0,17	0,17	2,75	20%	80%	65%	35%	19	5	14	18	11	7			307	
	Comércio	1 856	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	68	33	36	35	15	19			446	
						Total Lote H				87	38	50	53	26	27						753	
I	Habitação	119	223	Apartamento	fogos	0,17	0,35	2,77	20%	80%	65%	35%	20	5	15	42	27	15			329	
	Comércio	1 976	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	73	35	38	36	16	20			474	
						Total Lote I				93	40	53	78	43	35						803	
J	Habitação	72	223	Apartamento	fogos	0,17	0,25	2,74	20%	80%	65%	35%	12	3	9	18	11	7			199	
	Comércio	1 208	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,25	48%	52%	44%	56%	44	21	23	26	12	15			297	
						Total Lote J				57	25	32	45	23	22						495	
K	Comércio	9 360	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,01	0,23	48%	52%	44%	56%	345	165	179	132	58	74			2 174	
L	Comércio	20 560	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,01	0,23	48%	52%	44%	56%	757	363	394	276	122	155			4 753	
Hospital	Hospital	37 623	610	Hospital	m2	0,01	0,01	0,08	67%	33%	33%	67%	257	172	85	261	86	175			3 132	
Total													2 011	982	1 028	1 198	543	655			15 727	

Neste processo é, no entanto, necessário efetuar outra ponderação respeitante aos usos do lote B. Apesar de no Plano de Pormenor constar a presença de uso de habitação e comércio, atualmente o espaço destinado ao mesmo encontra-se ocupado pelo empreendimento comercial mencionado na seção 4.4.1. Dada a natureza recente do mesmo não é expectável que dentro do período de análise deste estudo ocorra uma alteração de usos. É então necessário comparar o impacto desta alteração funcional desta parcela na geração de tráfego estimada.

Tab. 22 – Comparação da geração de viagens para o Lote B

	HPM- DU	HPM-DU Entradas	HPM- DU Saídas	HPT- DU	HPT-DU Entradas	HPT- DU Saídas
Usos previstos PPCHB	94	37	57	72	40	32
Uso atual	154	88	65	399	203	196

Na tabela anterior é notório que o uso atual reflete uma geração de tráfego significativamente superior, pelo que será adotado para efeitos de modelação futura o cenário mais gravoso. Tem-se assim, na tabela seguinte, a geração de tráfego considerada para efeitos de modelação dos cenários futuros.

Na Hora de ponta da manhã prevê-se um total de 1 034 entradas e 1 046 saídas (em uvle) enquanto da hora de ponta da tarde estima-se um total de 707 entradas e 819 saídas.

Tab. 23 – Geração de viagens adotada para cenários futuros

	Uso	Unidade geração	ITE cód.	Uso - Trip Generation	Unidades	Índices de Geração			Distribuição				Total de Viagens Geradas							
						HP Envolvente		Total Diário	HP Envolvente				HP Envolvente						Total Diário	
						HPM-DU	HPT-DU	Dia Útil	HPM-DU Entradas	HPM-DU Saídas	HPT-DU Entradas	HPT-DU Saídas	HPM-DU	HPM-DU Entradas	HPM-DU Saídas	HPT-DU	HPT-DU Entradas	HPT-DU Saídas	Dia Útil	
A	Habitação	81	223	Apartamento	fogos	0,17	0,18	2,76	20%	80%	65%	35%	14	4	10	15	9	6	224	
	Comércio	1 352	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	50	24	26	28	12	16	330	
	Total Lote A												64	28	36	43	21	22	554	
B	Bricolage	27	812	Loja de bricolage	empregac	2,04	2,48	14,69	20%	80%	65%	35%	55	34	21	67	34	33	397	
	Supermercado	2 000	850	Supermercado	m2	0,02	0,14	1,42	61%	39%	51%	49%	44	27	17	277	141	136	2833	
	Estação de abast	4	944	Estação de abast	bombas	13,50	14,00	107,39	48%	52%	44%	56%	54	27	27	56	28	28	430	
C	Total Lote B												153	88	65	400	203	197	3659	
	Habitação	48	223	Apartamento	fogos	0,18	0,39	2,78	20%	80%	65%	35%	8	2	6	18	11	7	132	
	Comércio	792	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,25	48%	52%	44%	56%	29	14	15	21	9	12	201	
D	Total Lote C												37	16	21	39	20	19	333	
	Habitação	48	223	Apartamento	fogos	0,18	0,39	2,78	20%	80%	65%	35%	8	2	6	18	11	7	132	
	Comércio	792	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,25	48%	52%	44%	56%	29	14	15	21	9	12	201	
E	Total Lote D												37	16	21	39	20	19	333	
	Habitação	106	223	Apartamento	fogos	0,17	0,17	2,76	20%	80%	65%	35%	18	5	13	18	11	7	293	
	Comércio	1 768	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	65	31	34	34	15	19	426	
F	Total Lote E												83	36	47	52	26	26	718	
	Habitação	33	223	Apartamento	fogos	0,17	0,56	2,73	20%	80%	65%	35%	6	2	4	18	11	7	91	
	Comércio	552	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,03	0,26	48%	52%	44%	56%	20	10	11	18	8	10	146	
G	Total Lote F												26	11	15	36	19	17	236	
	Habitação	106	223	Apartamento	fogos	0,17	0,36	2,76	20%	80%	65%	35%	18	5	13	38	25	13	293	
	Comércio	1 768	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	65	31	34	34	15	19	426	
H	Total Lote G												83	36	47	72	39	32	718	
	Habitação	111	223	Apartamento	fogos	0,17	0,17	2,75	20%	80%	65%	35%	19	5	14	18	11	7	307	
	Comércio	1 856	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	68	33	36	35	15	19	446	
I	Total Lote H												87	38	50	53	26	27	753	
	Habitação	119	223	Apartamento	fogos	0,17	0,35	2,77	20%	80%	65%	35%	20	5	15	42	27	15	329	
	Comércio	1 976	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,24	48%	52%	44%	56%	73	35	38	36	16	20	474	
J	Total Lote I												93	40	53	78	43	35	803	
	Habitação	72	223	Apartamento	fogos	0,17	0,25	2,74	20%	80%	65%	35%	12	3	9	18	11	7	199	
	Comércio	1 208	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,02	0,25	48%	52%	44%	56%	44	21	23	26	12	15	297	
K	Total Lote J												57	25	32	45	23	22	495	
	Comércio	9 360	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,01	0,23	48%	52%	44%	56%	345	165	179	132	58	74	2174	
	Comércio	20 560	814	Conjunto Comercial	m2	0,04	0,01	0,23	48%	52%	44%	56%	757	363	394	276	122	155	4753	
L	Hospital	37 623	610	Hospital	m2	0,01	0,01	0,08	67%	33%	33%	67%	257	172	85	261	86	175	3132	
Total													2080	1 034	1 046	1526	707	819	18661	

A geração de viagens do empreendimento foi dividida pelos vários lotes, tendo sido considerado um centroide por lote, com a exceção dos lotes J e K, agregado num único centroide. Face à rede apresentada no projeto do loteamento, foram necessárias alterações de forma a comportar o uso do supermercado no lote B. Neste sentido foi removido, para efeitos de modelação, o arruamento imediatamente adjacente ao limite norte deste Lote e foi criada uma ligação direta da entrada através da ER204 ao arruamento paralelo a esta via. Desta forma, a rede considerada para os cenários com empreendimento conta com um total de 22 centroides, distribuídos de acordo com as figuras seguintes.

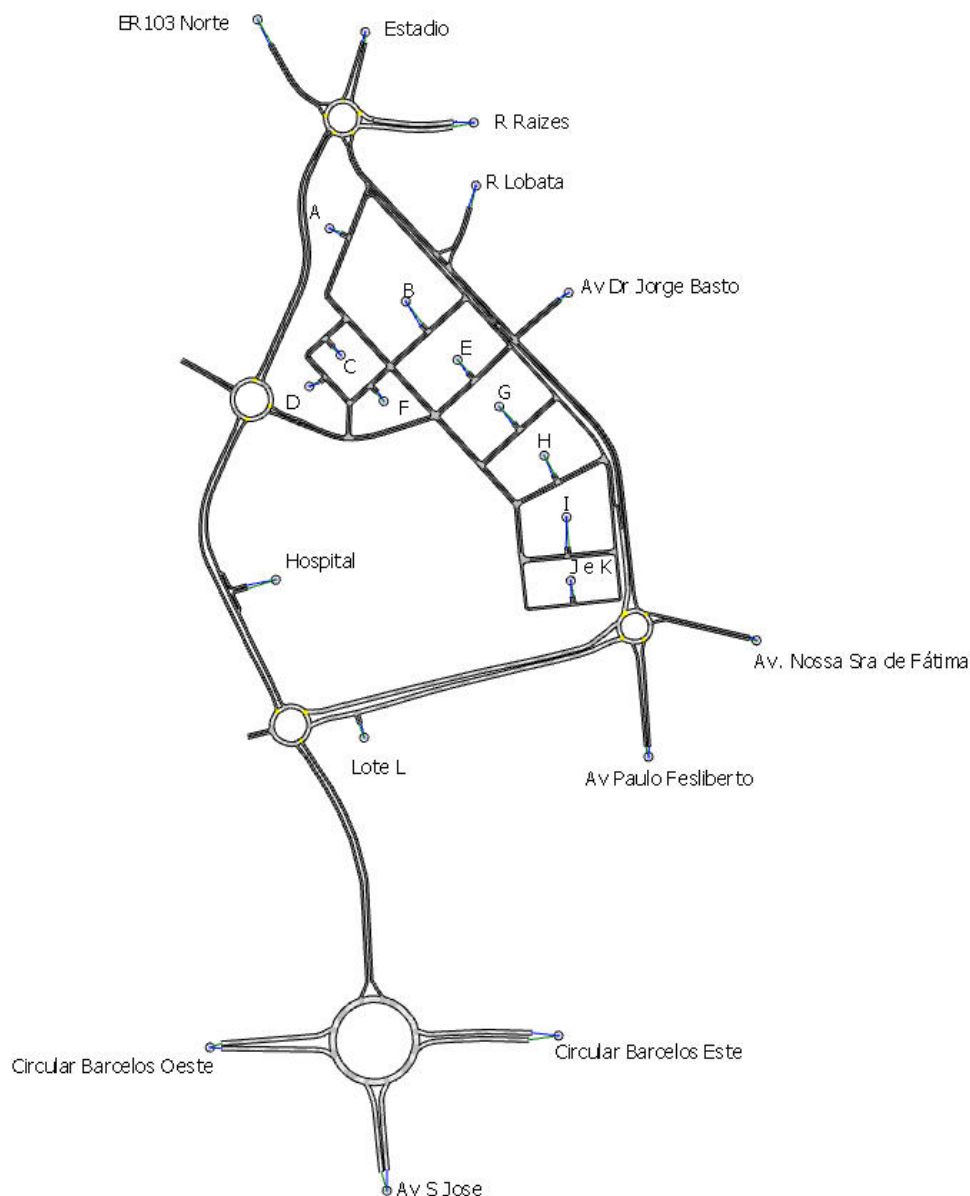


Fig. 18 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento

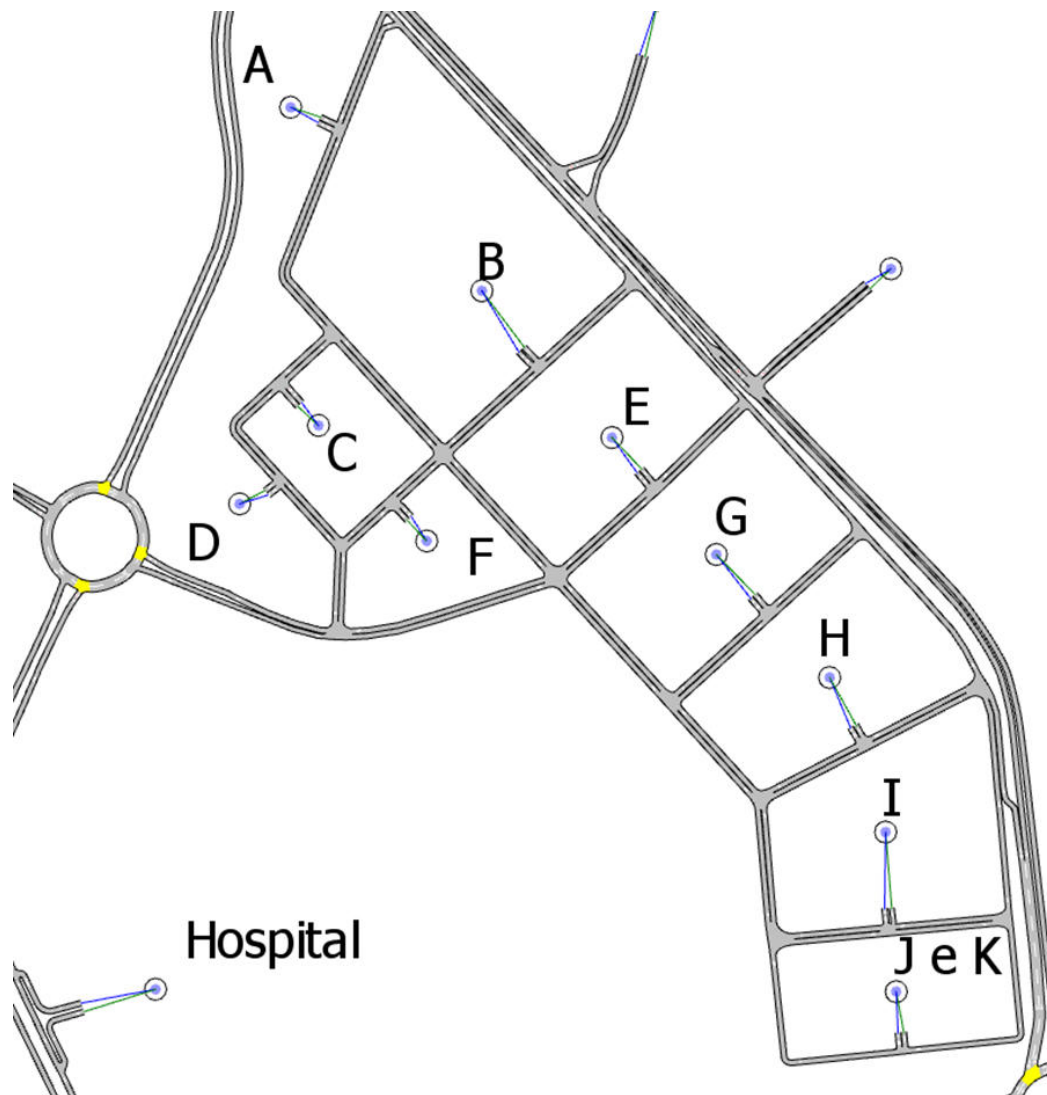


Fig. 19 Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Lotes A a K + Hospital

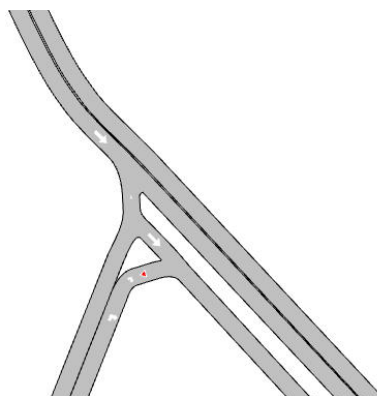


Fig. 20 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Pormenor do acesso ao empreendimento a partir da ER204



Fig. 21 - Rede modelada considerada para os cenários com empreendimento – Limite Sul

A distribuição da atração e geração das viagens pelos centroides externos ao empreendimento seguiu o mesmo processo descrito na secção 3.4. e não foram modeladas viagens entre os diferentes centroides do empreendimento. Segue-se a descrição das matrizes utilizadas e dos diagramas de fluxo para as horas de ponta da manhã e da tarde para o ano de 2032. Os valores apresentados nas matrizes acima diferem ligeiramente dos valores resultantes da aplicação direta do *Trip Generation Manual*, pois os mesmos foram arredondados para o número inteiro acima.

Tab. 24 - Matriz O/D HPM-DU 2031 CE

	Total	Hospital	Lote L	Lote J e K	Lote I	Lote H	Lote G	Lote F	Lote E	Lote D	Lote C	Lote B	Lote A	Circular Barcelos Oeste	Av S Jose	Circular Barcelos Este	Av Paulo Felisberto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Dr Jorge Basto	R Lobata	R Raizes	Estádio	ER103 Norte
ER103 Norte	1 207	35	74	39	9	8	8	3	8	4	4	18	6	347	115	75	139	220	19	22	8	46	0
Estádio	56	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	4	3	5	7	2	2	2	0	2
R Raizes	197	6	12	6	2	2	2	1	2	1	1	3	1	55	16	11	23	32	4	4	0	2	11
R Lobata	37	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	2	3	11
Av Dr Jorge Basto	88	3	5	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	13	5	4	5	8	0	0	2	5	25
Av. Nossa Sra de Fátima	542	16	33	17	4	4	4	2	4	2	2	8	3	127	44	32	44	0	3	3	6	28	156
Av Paulo Felisberto	565	18	38	20	5	4	4	2	4	2	2	10	3	121	39	26	0	44	4	5	7	34	173
Circular Barcelos Este	1 100	32	67	35	8	7	7	3	7	3	3	17	6	455	195	0	36	80	4	4	6	22	103
Av S Jose	589	16	33	18	4	4	4	2	4	2	2	8	3	308	0	84	17	33	2	2	3	7	33
Circular Barcelos Oeste	1 649	48	101	53	12	11	10	4	10	5	5	25	8	0	554	516	57	104	4	5	6	19	92
Lote A	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	8	6	3	4	1	1	1	2	5
Lote B	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	13	10	5	7	1	1	1	3	8
Lote C	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	4	2	3	1	1	1	1	3
Lote D	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	4	2	3	1	1	1	1	3
Lote E	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	8	4	6	1	1	1	2	6
Lote F	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	3	2	2	1	1	1	1	2
Lote G	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	8	4	6	1	1	1	2	6
Lote H	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	8	4	6	1	1	1	2	7
Lote I	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	11	9	4	6	1	1	1	2	7
Lote J e K	216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	42	33	16	23	2	2	2	7	26
Lote L	399	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	77	61	29	43	3	4	3	14	49
Hospital	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	17	13	7	10	1	1	1	3	11
Total	7 141	177	368	194	47	43	42	20	42	22	22	93	33	1 754	1 185	920	410	647	57	63	57	206	739

Tab. 25 - Matriz O/D HPT-DU 2031 CE

	ER103 Norte	Estádio	R Raizes	R Lobata	Av Dr Jorge Basto	Av. Nossa Sra de Fátima	Av Paulo Felisberto	Circular Barcelos Este	Av S Jose	Circular Barcelos Oeste	Lote A	Lote B	Lote C	Lote D	Lote E	Lote F	Lote G	Lote H	Lote I	Lote J e K	Lote L	Hospital	Total
ER103 Norte	0	12	130	17	15	340	105	64	77	294	4	34	4	4	5	4	7	5	8	14	21	15	1 179
Estádio	4	0	5	2	2	24	7	5	5	19	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	88
R Raizes	41	2	0	4	4	54	18	9	12	47	1	6	1	1	1	1	2	1	2	3	4	3	217
R Lobata	23	2	4	0	0	0	6	5	5	17	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	76
Av Dr Jorge Basto	24	2	5	0	0	12	4	3	3	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	76
Av. Nossa Sra de Fátima	170	4	33	3	3	0	56	41	46	169	2	17	2	2	3	2	4	3	4	7	10	8	589
Av Paulo Felisberto	267	5	70	7	9	132	0	46	58	226	4	30	3	3	4	3	6	4	7	12	18	13	927
Circular Barcelos Este	114	3	36	5	6	158	36	0	171	508	4	34	4	4	5	4	7	5	7	14	20	14	1 159
Av S Jose	62	2	21	3	4	104	27	98	0	515	3	25	3	3	4	3	5	4	6	10	15	11	928
Circular Barcelos Oeste	163	4	55	7	9	293	84	561	523	0	6	55	6	6	7	6	11	8	12	22	33	23	1 894
Lote A	3	1	2	1	1	4	2	3	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Lote B	27	1	11	2	2	35	13	26	28	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201
Lote C	3	1	2	1	1	4	2	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Lote D	3	1	2	1	1	4	2	3	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
Lote E	4	1	2	1	1	5	2	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Lote F	3	1	1	1	1	4	2	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
Lote G	5	1	2	1	1	6	2	5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Lote H	4	1	2	1	1	5	2	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Lote I	5	1	2	1	1	7	3	5	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Lote J e K	14	1	6	1	1	17	6	13	14	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101
Lote L	22	1	9	2	2	28	10	21	22	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
Hospital	24	1	10	2	2	31	11	23	25	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179
Total	985	48	410	63	67	1 267	400	945	1 019	2 042	27	208	26	26	32	26	45	33	49	85	127	90	8 020

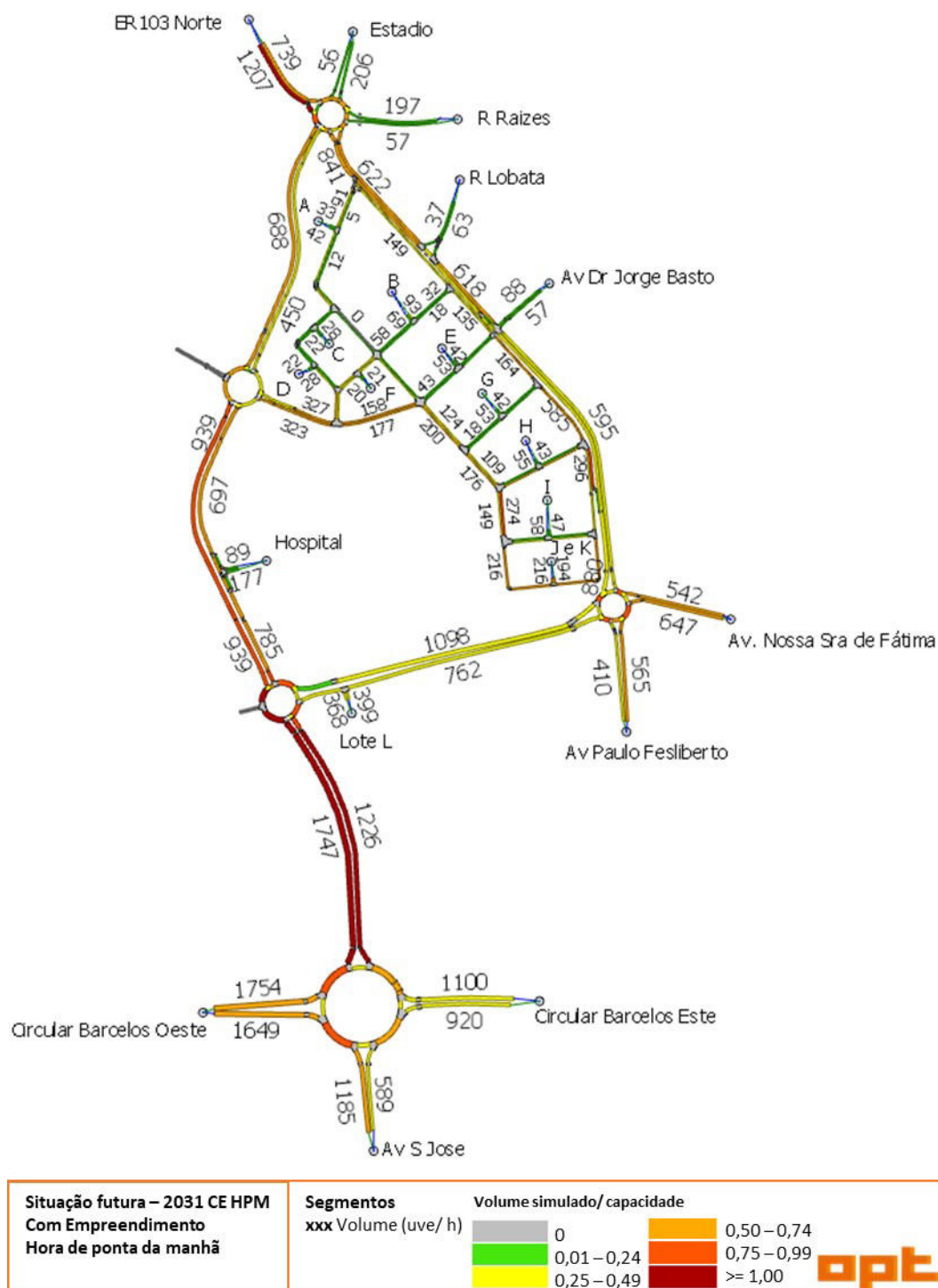


Fig. 22 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 CE

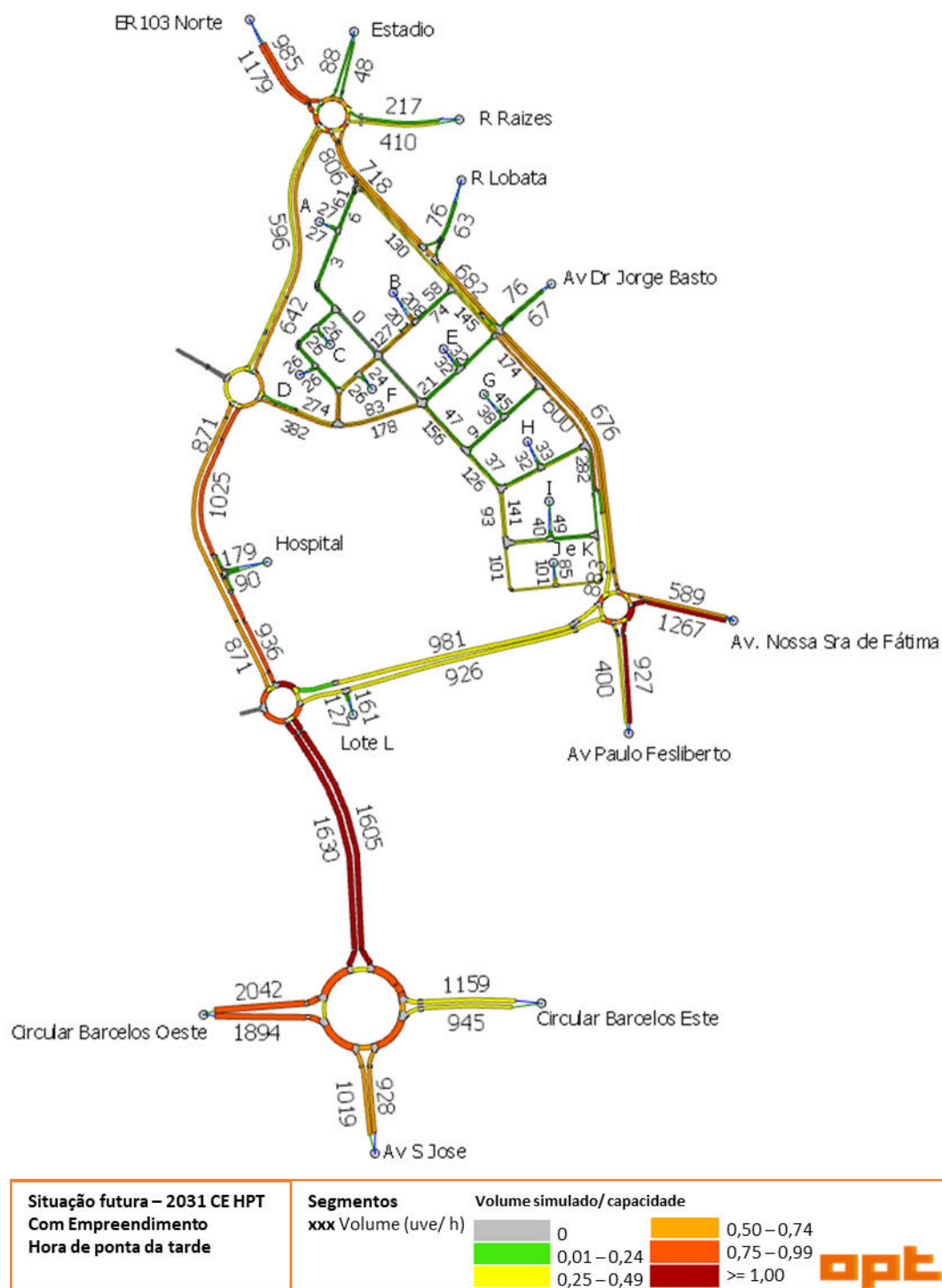


Fig. 23 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 CE

4.2.2 Análise dos resultados

Os resultados evidenciam a degradação das condições de circulação em virtude da geração dos volumes de tráfego induzidos pelo empreendimento. Apesar da nova variante ter um papel importante no descongestionamento da ER204 entre a Rotunda do Professor Primário e a Rotunda do Estádio, o mesmo não pode ser dito do troço de ligação à Rotunda do Galo, que apresenta volumes de tráfego in comportáveis para uma via com um perfil transversal de 2x1. Este facto poderá ser comprovado mais à frente neste relatório, no que respeita à análise dos níveis de serviço.

4.3 Tráfego Médio Diário Anual (TMDA)

Para estimar o tráfego ao longo do dia útil, consideraram-se os dados da autoestrada A11. A relação entre a média anual e os valores observados em julho foi obtida recorrendo aos relatórios disponibilizados trimestralmente pelo IMT, relativos aos dados da A11, conforme a tabela abaixo.

Tab. 26 - TMDA & TMDM A11 sublanço EN205-Barcelos

Estrada	Sublanço		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TMDA
A11	EN205 – Barcelos	2019	8 046	8 353	8 786	8 615	9 755	9 970	13 129	16 883	10 829	8 745	8 120	8 908	10 032
		Dias por mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
		2020	8 531	8 802	5 125	2 831	6 847	8 796	13 694	14 930	10 598	8 010	6 241	6 605	
		Dias por mês	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Rácio entreTMDA e TMDM (julho/2019)															131%
Rácio entreTMDA e TMDM (julho/2020)															163%

Verificando-se, na tabela acima, que o Tráfego Médio Diário Mensal (TMDM) em julho de 2019 e julho de 2020 é superior à média anual, apresentam-se, nas tabelas abaixo, os valores que relacionam o tráfego Diurno, Entardecer e Noturno, conforme estabelecido no Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro, com o TMDA, que se consideraram como adequados para caracterizar o tráfego existente em cada um desses períodos, no local em estudo. Para tal, foram utilizados os dados de contagens para a EN204 Km28+825 (próximo ao empreendimento). A tabela abaixo apresenta esses dados, solicitados às IP, para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020.

EN204 28+825 (QF009) Barcelos - Famalicão (2 de Julho)										
	2019					2020				
Hora	Total	HPT-DU (%)	7-20h (%)	20-23h (%)	23-7h (%)	Total (2020)	HPT-DU (%)	7-20h (%)	20-23h (%)	23-7h (%)
0	98					102				
1	42					47				
2	22					25				
3	14					22				
4	20					37				
5	156					199				
6	209				6,0%	245				6,7%
7	813					770				
8	754					950				
9	735					750				
10	717					719				
11	669					647				
12	657					708				
13	718					740				
14	837					777				
15	749					813				
16	837					886	7,1%			
17	940	7,6%				974	7,8%			
18	1163	9,4%				1078	8,6%			
19	916	7,4%	84,8%			839	6,7%	84,8%		
20	518					498				
21	299					299				
22	323			9,2%		274			8,5%	
23	186					160				

Tab. 27 - Contagem horária de tráfego para 2 de julho de 2019 e 2 de julho de 2020. Fonte: IP

Para as estimativas de TMDA, foram utilizadas as distribuições correspondente ao ano de 2019 para a EN204 Km28+825, tendo sido analisadas duas secções da ER 204 (Secção Norte, a sul da rotunda do Estádio, e Secção Sul, a Oeste da Rotunda do Galo), conforme representado na figura seguinte.



Fig. 24 - Secções em análise

Tab. 28 - TMDA Diurno, Entardecer e Noturno

	Posto IP EN204 28+825	2021 SE		2031 SE		2031 CE	
		ligeiros	pesados	ligeiros	pesados	ligeiros	pesados
ER204 Norte							
HPT-DU	9,4%	2 357	58	2 545	63	1 452	36
TMDA	100,0%	25 115	623	27 115	672	15 471	384
TMDA 7/20h	84,8%	21 291	528	22 986	570	13 115	325
TMDA 20/23h	9,2%	2 310	57	2 494	62	1 423	35
TMDA 23/7h	6,0%	1 514	38	1 635	41	933	23

	Posto IP EN204 28+825	2021 SE		2031 SE		2031 CE	
		ligeiros	pesados	ligeiros	pesados	ligeiros	pesados
ER204 Sul							
HPT-DU	9,4%	3 131	78	3 443	85	3 750	93
TMDA	100%	33 358	827	36 688	910	39 957	991
TMDA 7/20h	84,8%	28 279	701	31 101	771	33 873	840
TMDA 20/23h	9,2%	3 069	76	3 375	84	3 676	91
TMDA 23/7h	6,0%	2 011	50	2 212	55	2 409	60

5. Análise de capacidade

5.1 Níveis de Serviço em Secção da rede existente

Com base nos volumes de tráfego determinados na secção anterior, para a secção a Norte mais carregada da ER 204, foram calculados os Níveis de Serviço com base no método segundo o HCM 2010, para uma secção corrente de estradas de 2x1 vias (*Two-Lane Highways – Planning Analysis*).

Tab. 29 - Nível de serviço na ER 204 Norte – HPM-DU

Sentido mais carregado (ER 204 Norte)	HPM-DU		
	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Classe da Estrada	III		
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76		
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2		
Largura da via (m) (Lw)	4		
Largura da berma (m) (LCR)	1		
Fator de ponta horária (PHF)	0,95		
Tipo de terreno	plano		
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	1 179	1 283	885
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	45,2	43,0	50,6
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	1 179	1 283	885
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	88,5	90,6	81,4
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	64,1%	61,0%	71,8%
Nível de serviço (NS)	E	E	D
Sentido menos carregado (ER 204 Norte)	HPM-DU		
	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Classe da Estrada	III		
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76		
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2		
Largura da via (m) (Lw)	4		
Largura da berma (m) (LCR)	1		
Fator de ponta horária (PHF)	0,95		
Tipo de terreno	plano		
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	811	878	655
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	45,2	43,0	50,8
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	811	878	655
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	79,1	82,2	71,8
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	64,1%	61,0%	72,0%
Nível de serviço (NS)	E	E	D

Tab. 30 - Nível de serviço na ER204 Norte – HPT-DU

Sentido mais carregado (ER 204 Norte)	HPT-DU		
	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Classe da Estrada	III		
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76		
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2		
Largura da via (m) (Lw)	4		
Largura da berma (m) (LCR)	1		
Fator de ponta horária (PHF)	0,95		
Tipo de terreno	plano		
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	1 332	1 437	848
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	37,5	34,9	50,0
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	1 332	1 437	848
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	91,2	93,2	79,8
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	53,2%	49,5%	70,9%
Nível de serviço (NS)	E	E	D
Sentido menos carregado (ER 204 Norte)	HPT-DU		
	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Classe da Estrada	III		
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76		
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2		
Largura da via (m) (Lw)	4		
Largura da berma (m) (LCR)	1		
Fator de ponta horária (PHF)	0,95		
Tipo de terreno	plano		
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	1 273	1 375	756
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	37,5	34,9	50,0
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	1 273	1 375	756
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	90,7	92,8	76,1
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	53,2%	49,5%	70,9%
Nível de serviço (NS)	E	E	D

Para esta via, os resultados vão de encontro aos diagramas de carga apresentados anteriormente. Verifica-se que, na situação atual (2021 SE), o volume de tráfego existente não permite o estabelecimento de um nível de serviço aceitável, situação que se agrava num cenário a 10 anos (2031 SE). A criação da variante a oeste deste projeto terá, no entanto, um papel importante na redução do volume de tráfego desta via, passando do nível de serviço E para D, tanto na hora de ponta da manhã como de tarde.

Para a secção a Sul mais carregada da ER 204, dado tratar-se de uma via com perfil 2x2, foram calculados os Níveis de Serviço com base no método *Multilane Highways* do HCM2010. As tabelas seguintes apresentam os resultados obtidos.

Tab. 31 - Nível de serviço na ER 204 Sul - HPM-DU

ER 204 Sul	HPM - DU		
DADOS DE TRÁFEGO	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Volume no sentido mais carregado [uvles/h] (V)	1327	1461	1754
% Veículos Pesados (Pt)	4%		
% Vans (Pr)	0%		
Fator de Equivalência para Pesados (Et)	2		
Fator de Equivalência para Vans (Er)	1,2		
Fator de ajustamento à presença de pesados (fhv)	0,962		
Volume na Via Principal [uvles/h] (Vp)	726	799	959
Velocidade média na Via Principal [Km/h] (S)	80,47	80,47	80,47
Densidade na Via Principal [uvles./Km/h] (D)	9,02	9,93	11,92
Nível de Serviço (NS)	B	B	C

Tab. 32 - Nível de serviço na ER 204 Sul - HPT-DU

ER 204 Sul	HPT - DU		
DADOS DE TRÁFEGO	2021 SE	2031 SE	2031 CE
Volume no sentido mais carregado [uvles/h] (V)	1691	1860	2042
% Veículos Pesados (Pt)	2%		
% Vans (Pr)	0%		
Fator de Equivalência para Pesados (Et)	2		
Fator de Equivalência para Vans (Er)	1,2		
Fator de ajustamento à presença de pesados (fhv)	0,962		
Volume na Via Principal [uvles/h] (Vp)	912	1003	1101
Velocidade média na Via Principal [Km/h] (S)	80,47	80,47	80,47
Densidade na Via Principal [uvles./Km/h] (D)	11,33	12,46	13,68
Nível de Serviço (NS)	C	C	C

Para a secção sul a hora de ponta da tarde afigura-se também como o período mais crítico, em termos de volume de tráfego. Apesar da carga adicional induzida pelo empreendimento, mesmo no cenário 2031 CE o nível de serviço esperado é C.

5.2 Níveis de Serviço nas Rotundas

Nesta secção é apresentada a análise aos níveis de serviço das cinco rotundas presentes neste projeto, de acordo o método *TRL* (1992).

- Rotunda R1. Correspondente ao posto de contagem P1;
- Rotunda R2. Rotunda de ligação ao empreendimento na variante oeste;
- Rotunda R3. Rotunda de ligação da variante à ER 204;
- Rotunda R4. Correspondente ao posto de contagem P4;
- Rotunda R5. Correspondente ao posto de contagem P5;

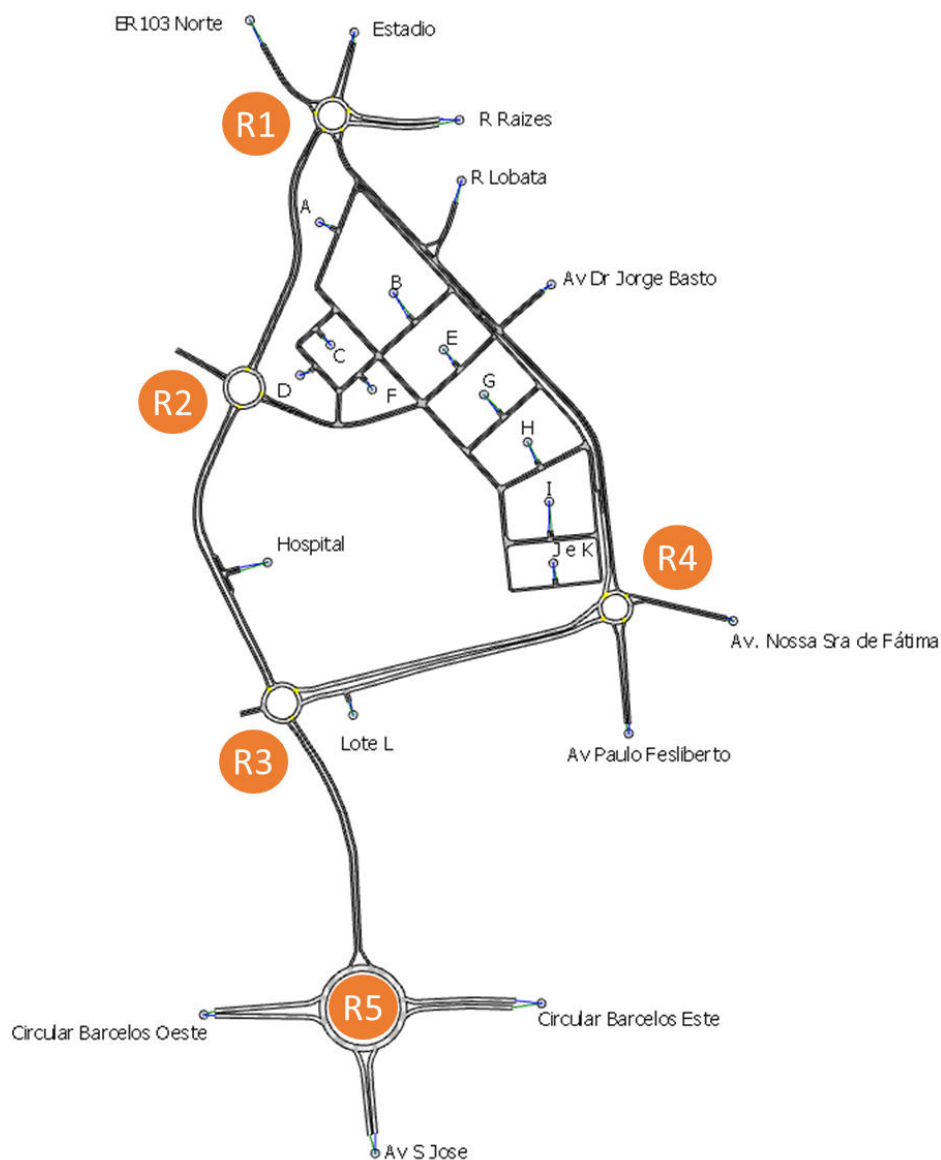


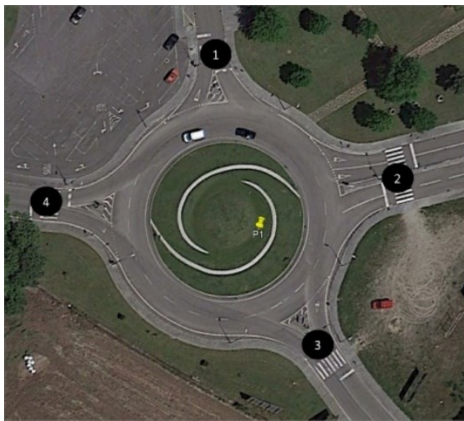
Fig. 25 - Localização das rotundas em análise

Começando com a análise à Rotunda R1, devido à nova via estruturante a ponte a esta passa a ter 5 ramos nos cenários futuros com empreendimento.

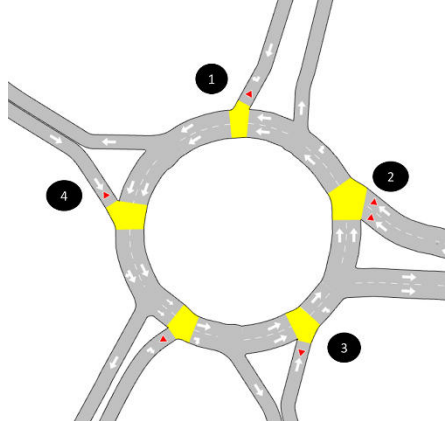
Tab. 33 - Nível de Serviço da Rotunda R1

	Ramo	HPM - DU												
		2021 SE				2031 SE				2031 CE				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	21,00	22,00	25,00	26,00	21,00	22,00	25,00	26,00	21,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50
Comprimento do Leque	l	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00
Débito de Conflito	Qc	770	779	52	253	839	847	56	266	1013	1022	457	330	849
Débito de Entrada	Qe	40	148	770	919	41	161	834	1009	56	197	622	1207	450
Débito de Saturação	Qmax	961	1643	1478	1565	925	1597	1476	1558	834	1479	1255	1519	915
Reserva de Capacidade	Rcap	921	1495	708	646	884	1436	642	549	778	1282	633	312	465
Taxa de Utilização	Tut	4%	9%	52%	59%	4%	10%	57%	65%	7%	13%	50%	79%	49%
Tempo de atraso (s)		4	3	8	8	4	3	8	10	5	3	8	15	10
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A

	Ramo	HPT - DU												
		2021 SE				2031 SE				2031 CE				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	21,00	22,00	25,00	26,00	21,00	22,00	25,00	26,00	21,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50	8,00	6,00	8,00	5,50
Comprimento do Leque	l	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00
Débito de Conflito	Qc	1151	1005	134	409	1243	1083	147	424	1232	1063	755	335	918
Débito de Entrada	Qe	73	182	1209	990	76	197	1306	1088	88	217	718	1179	642
Débito de Saturação	Qmax	761	1491	1433	1472	712	1438	1426	1463	718	1452	1091	1516	879
Reserva de Capacidade	Rcap	688	1309	224	482	636	1241	120	375	630	1235	373	337	237
Taxa de Utilização	Tut	10%	12%	84%	67%	11%	14%	92%	74%	12%	15%	66%	78%	73%
Tempo de atraso (s)		6	3	20	11	6	4	31	13	6	4	13	14	19
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	C	A	A	A	D	B	A	A	B	B	C



Cenário sem empreendimento



Cenário com empreendimento

Na maioria dos cenários, a rotunda R1 apresenta baixas taxas de utilização, com exceção do ramo 3, com o período da tarde em 2031 sem empreendimento a apresentar o nível de serviço D. A criação da nova variante (2031 CE) levará à redução da taxa de utilização deste ramo, passando o mesmo para o nível B.

Quanto à Rotunda R2, dado tratar-se de uma rotunda a criar com o empreendimento apenas são apresentados os resultados para o cenário 2031 CE.

Tab. 34 - Nível de Serviço da Rotunda R2

	HPM – DU				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50
Largura do Leque	e	4,00	8,00	4,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	251	373	0	939
Débito de Entrada	Qe	688	327	697	0
Débito de Saturação	Qmax	1057	1890	1178	720
Reserva de Capacidade	Rcap	369	1563	481	720
Taxa de Utilização	Tut	65%	17%	59%	0%
Tempo de atraso (s)		13	3	10	-
Nível de Serviço (por Rcap)		B	A	A	A

	HPT - DU				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50
Largura do Leque	e	4,00	8,00	4,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	275	643	0	871
Débito de Entrada	Qe	596	274	1025	0
Débito de Saturação	Qmax	1045	1713	1178	753
Reserva de Capacidade	Rcap	449	1439	153	753
Taxa de Utilização	Tut	57%	16%	87%	0%
Tempo de atraso (s)		11	3	26	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	D	A

Enquanto na hora de ponta da manhã os níveis de serviço mantêm-se em níveis bons (A ou B), durante a hora de ponta da tarde os elevados fluxos no movimento sul-norte causam uma degradação do ramo 3 para o nível de serviço D. A taxa de utilização do ramo 4 é 0, visto que servirá uma futura fase de expansão deste

loteamento. Dado tratar-se de uma nova rotunda, a análise à rotunda R3 apenas será feita para o cenário com empreendimento.

Tab. 35 - Nível de Serviço da Rotunda R3

	HPM – DU				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,00	5,00	5,00	5,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	251	668	171	2010
Débito de Entrada	Qe	688	327	1240	0
Débito de Saturação	Qmax	1206	991	1247	305
Reserva de Capacidade	Rcap	518	1370	7	305
Taxa de Utilização	Tut	57%	19%	99%	0%
Tempo de atraso (s)		10	4	75	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	E	A

	HPT - DU				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,00	5,00	5,00	5,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	847	782	85	1745
Débito de Entrada	Qe	899	942	1587	0
Débito de Saturação	Qmax	901	933	1291	440
Reserva de Capacidade	Rcap	2	680	-296	440
Taxa de Utilização	Tut	100%	58%	123%	0%
Tempo de atraso (s)		91	8	436	-
Nível de Serviço (por Rcap)		E	A	E	A

Tratando-se da rotunda que recebe a grande maioria do tráfego vindo de sul, somado ao tráfego de atravessamento da ER204 é de esperar constrangimentos no funcionamento desta rotunda. O ramo 2, sendo o único com duas vias de entrada, é o único que mantém bons níveis de serviço. Por outro lado, os ramos 1 e 3 apresentam características geométricas insuficientes para dar resposta às solicitações previstas, principalmente no período de ponta da tarde. O ramo 4 também não apresenta utilização nesta primeira fase do loteamento.

Tab. 36 - Nível de Serviço da Rotunda R4

	Ramo	HPM - DU											
		2021 SE				2031 SE				2031 CE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Ângulo de Ataque	f	13,00	26,00	42,00	27,00	13,00	26,00	42,00	27,00	13,00	26,00	42,00	27,00
Raio de Entrada	R	32,00	14,00	26,00	17,00	32,00	14,00	26,00	17,00	32,00	14,00	26,00	17,00
Largura da Via	v	6,00	3,00	3,50	6,00	6,00	3,00	3,50	6,00	6,00	3,00	3,50	6,00
Largura do Leque	e	6,00	5,00	5,00	8,00	6,00	5,00	5,00	8,00	6,00	5,00	5,00	8,00
Comprimento do Leque	l	4,00	3,00	12,00	15,00	4,00	3,00	12,00	15,00	4,00	3,00	12,00	15,00
Débito de Conflito	Qc	449	789	796	467	433	794	866	510	880	883	865	613
Débito de Entrada	Qe	1079	411	479	666	1176	451	463	689	830	542	565	762
Débito de Saturação	Qmax	1653	706	919	1914	1664	704	882	1883	1360	660	883	1810
Reserva de Capacidade	Rcap	574	295	440	1248	488	253	419	1194	530	118	318	1048
Taxa de Utilização	Tut	65%	58%	52%	35%	71%	64%	52%	37%	61%	82%	64%	42%
Tempo de atraso (s)		10	15	11	5	11	17	11	5	10	33	14	6
Nível de Serviço (por Rcap)		A	C	A	A	A	C	A	A	A	D	B	A

	Ramo	HPT - DU											
		2021 SE				2031 SE				2031 CE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Ângulo de Ataque	f	13,00	26,00	42,00	27,00	13,00	26,00	42,00	27,00	13,00	26,00	42,00	27,00
Raio de Entrada	R	32,00	14,00	26,00	17,00	32,00	14,00	26,00	17,00	32,00	14,00	26,00	17,00
Largura da Via	v	6,00	3,00	3,50	6,00	6,00	3,00	3,50	6,00	6,00	3,00	3,50	6,00
Largura do Leque	e	6,00	5,00	5,00	8,00	6,00	5,00	5,00	8,00	6,00	5,00	5,00	8,00
Comprimento do Leque	l	4,00	3,00	12,00	15,00	4,00	3,00	12,00	15,00	4,00	3,00	12,00	15,00
Débito de Conflito	Qc	680	1361	1535	659	642	1367	1669	715	867	954	1294	768
Débito de Entrada	Qe	1244	494	873	1246	1343	542	850	1310	883	589	927	926
Débito de Saturação	Qmax	1496	425	526	1777	1522	422	455	1737	1369	625	654	1700
Reserva de Capacidade	Rcap	252	-69	-347	531	179	-120	-395	427	486	36	-273	774
Taxa de Utilização	Tut	83%	116%	166%	70%	88%	128%	187%	75%	64%	94%	142%	54%
Tempo de atraso (s)		18	358	1219	10	23	562	1599	12	11	70	781	7
Nível de Serviço (por Rcap)		C	E	E	A	D	E	E	A	A	E	E	A




Esta rotunda apresenta, atualmente, elevadas taxas de utilização, principalmente no período da tarde, onde os ramos 2 e 3 já se encontram acima da capacidade (nível de serviço E). No cenário sem empreendimento esta situação apenas se agravará. Já no cenário com empreendimento, e apesar da redução das solicitações de atravessamento da ER204, com impacto no ramo 1, manter-se-ão os níveis de serviço insuficientes nestes dois ramos.

Tab. 37 - Nível de Serviço da Rotunda R5

	Ramo	HPM - DU											
		2021 SE				2031 SE				2031 CE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00
Ângulo de Ataque	f	9,00	14,00	6,00	14,00	9,00	14,00	6,00	14,00	9,00	14,00	6,00	14,00
Raio de Entrada	R	80,00	73,00	75,00	73,00	80,00	73,00	75,00	73,00	80,00	73,00	75,00	73,00
Largura da Via	v	3,85	7,00	6,00	7,00	3,85	7,00	6,00	7,00	3,85	7,00	6,00	7,00
Largura do Leque	e	5,00	9,00	9,00	9,00	5,00	9,00	9,00	9,00	5,00	9,00	9,00	9,00
Comprimento do Leque	l	10,00	14,00	26,00	14,00	10,00	14,00	26,00	14,00	10,00	14,00	26,00	14,00
Débito de Conflito	Qc	821	649	928	555	958	725	991	596	958	1084	1415	951
Débito de Entrada	Qe	1061	838	414	1254	1099	922	497	1382	1747	1100	589	1649
Débito de Saturação	Qmax	1206	2370	2202	2428	1144	2323	2163	2402	1144	2103	1900	2185
Reserva de Capacidade	Rcap	145	1532	1788	1174	45	1401	1666	1020	-603	1003	1311	536
Taxa de Utilização	Tut	88%	35%	19%	52%	96%	40%	23%	58%	153%	52%	31%	75%
Tempo de atraso (s)		27	4	3	6	54	5	3	6	968	6	4	10
Nível de Serviço (por Rcap)	D	A	A	A	A	E	A	A	A	E	A	A	A

	Ramo	HPT - DU											
		2021 SE				2031 SE				2031 CE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00
Ângulo de Ataque	f	9,00	14,00	6,00	14,00	9,00	14,00	6,00	14,00	9,00	14,00	6,00	14,00
Raio de Entrada	R	80,00	73,00	75,00	73,00	80,00	73,00	75,00	73,00	80,00	73,00	75,00	73,00
Largura da Via	v	3,85	7,00	6,00	7,00	3,85	7,00	6,00	7,00	3,85	7,00	6,00	7,00
Largura do Leque	e	5,00	9,00	9,00	9,00	5,00	9,00	9,00	9,00	5,00	9,00	9,00	9,00
Comprimento do Leque	l	10,00	14,00	26,00	14,00	10,00	14,00	26,00	14,00	10,00	14,00	26,00	14,00
Débito de Conflito	Qc	1002	1273	1345	576	1194	1433	1430	604	1194	1640	1657	782
Débito de Entrada	Qe	1265	975	709	1595	1270	1071	861	1754	1630	1159	928	1894
Débito de Saturação	Qmax	1124	1987	1943	2415	1038	1889	1891	2398	1038	1762	1750	2288
Reserva de Capacidade	Rcap	-141	1012	1234	820	-232	818	1030	644	-592	603	822	394
Taxa de Utilização	Tut	113%	49%	36%	66%	122%	57%	46%	73%	157%	66%	53%	83%
Tempo de atraso (s)		260	6	5	8	431	7	6	9	1049	9	7	13
Nível de Serviço (por Rcap)	E	A	A	A	A	E	A	A	A	E	A	A	B



A análise desta rotunda é um reflexo da análise da rotunda R3, onde se torna evidente a insuficiência do perfil do arruamento que alimenta o ramo 1. Neste sentido o nível de serviço D para a HPM e o nível de serviço E para a HPT evoluem para o nível E em todos os cenários futuros.

5.3 Níveis de Serviço nos acessos ao empreendimento

Na figura a seguir apresentam-se os acessos ao empreendimento. Apenas o ponto destacado a laranja, que representa a saída do empreendimento à ER 204, apresenta conflito entre movimentos. Deste modo, calculou-se o nível de serviço apenas para este acesso.

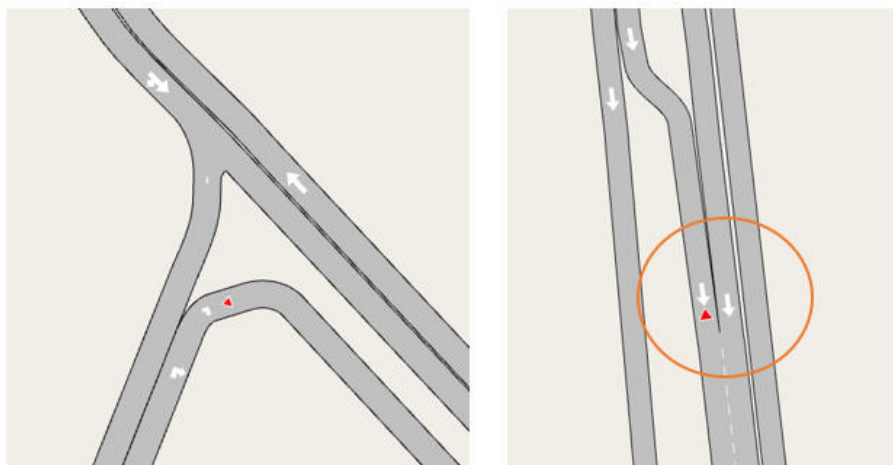


Fig. 26 - Acessos ao empreendimento

Tab. 38 - Nível de serviço na saída do empreendimento

DADOS DE TRÁFEGO	HPM-DU 2031 CE	HPT-DU 2031 CE
Volume de entrada (V_e , veic/h)	296	282
Volume de conflito (V_c , veic/h)	585	600
Cap. Potencial (C_p , veic/h)	507	500
Cap. Movimento C_m (veic/h)	507	500
Tempo de Atraso (d , s/veic)	22	21
Fila de Espera (Percentil 95%, veic.)	4	4
NÍVEL DE SERVIÇO	C	C

Este acesso apresenta o nível de serviço na categoria C em ambos os períodos de ponta.

5.4 Níveis de Serviço na variante oeste

Nesta secção é apresentada a análise do nível de serviço na variante oeste, na qual se encontra o acesso ao hospital. Foram estudados o entroncamento de acesso ao hospital e as secções mais carregadas da nova variante oeste, conforme ilustrado na figura seguinte. Dado tratar-se de uma via com perfil 2x1 foi utilizado o método HCM 2010, para uma secção corrente de estradas de 2x1 vias (*Two-Lane Highways – Planning Analysis*).

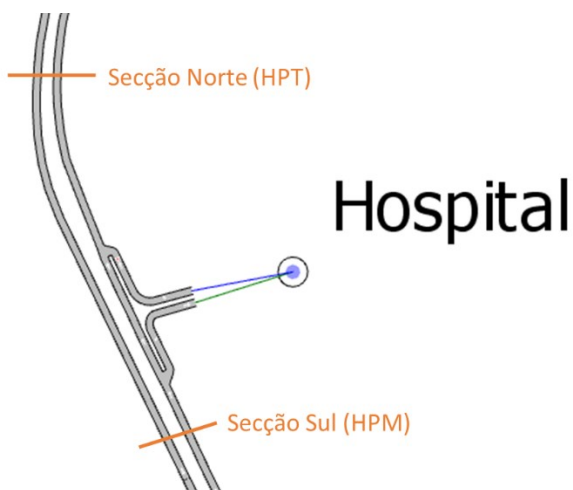


Fig. 27 - Secções em análise na variante oeste

Tab. 39 - Análise do nível de serviço na variante oeste

Secção Norte	Sentido mais carregado	Sentido menos carregado
Classe da Estrada	III	
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76	
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2	
Largura da via (m) (Lw)	4	
Largura da berma (m) (LCR)	1	
Fator de ponta horária (PHF)	0,95	
Tipo de terreno	plano	
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	988	826
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	47,4	47,4
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	988	826
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	84,5	79,2
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	67,2%	67,2%
Nível de serviço (NS)	D	D
Secção Norte	Sentido mais carregado	Sentido menos carregado
Classe da Estrada	III	
Velocidade base (Km/h) (BFFS)	76	
Número de acessos (acessos/Km) (Na)	2	
Largura da via (m) (Lw)	4	
Largura da berma (m) (LCR)	1	
Fator de ponta horária (PHF)	0,95	
Tipo de terreno	plano	
Volume na via principal ajustado para ATS (uvl/h) (Vi, ATS)	1 079	917
Velocidade média de viagem (Km/h) (ATS)	45,1	45,1
Volume na via principal ajustado para PTSF (uvl/h) (Vi, PTSF)	1 079	917
Percentagem do tempo de viagem à espera para ultrapassar (%) (PTSF)	86,3	82,4
Capacidade máxima direcional (uvl/h) (Cd)	1 700	1 700
Percentagem da velocidade em regime livre (PFFS)	64,0%	64,0%
Nível de serviço (NS)	E	E

Os níveis de serviço nesta via demonstram, mais uma vez, que o perfil 2x1 é insuficiente para dar resposta às solicitações, registando-se o nível de serviço D na hora de ponta da manhã e o nível de serviço E na hora de ponta da tarde. Na figura a seguir apresenta-se o acesso ao hospital. Apenas o ponto destacado, que representa a saída do empreendimento à nova estrada, apresenta conflito entre movimentos. Deste modo, calculou-se o nível de serviço apenas para este acesso.

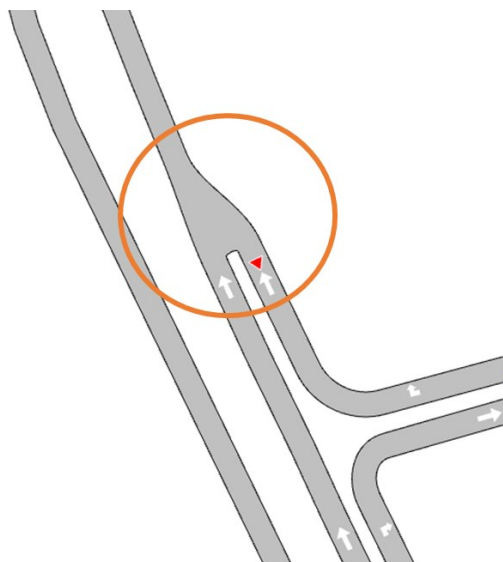


Fig. 28 - Acesso ao hospital

Tab. 40 - Nível de serviço na saída do hospital

DADOS DE TRÁFEGO	HPM-DU 2031 CE	HPT-DU 2031 CE
Volume de entrada (V_e , veic/h)	89	179
Volume de conflito (V_c , veic/h)	608	846
Cap. Potencial (C_p , veic/h)	492	362
Cap. Movimento C_m (veic/h)	492	362
Tempo de Atraso (d, s/veic)	14	25
Fila de Espera (Percentil 95%, veic.)	1	3
NÍVEL DE SERVIÇO	B	C

Os resultados mostram que no movimento de entrada a partir do hospital os níveis de serviço apresentam o nível B na HPM e C na HPT.

5.5 Análise em Micro simulação

Após o cálculo dos níveis de serviço, foram feitas simulações microscópicas a fim de obter indicadores de performance da rede. Neste tipo de análise, é possível identificar o comportamento do sistema através de outras variáveis além do fluxo e da capacidade das secções. A literatura refere a existência de seis indicadores de desempenho tidos como essenciais (Akcelik, 1981; HCM, 2010; Hensher e Button, 2001; Ortúzar e Willumsen, 2011; Wolshon e Pande, 2016):

- Densidade: número de veículos por metro linear. É um indicador de congestionamento;
- Distância total viajada: A soma dos quilómetros percorridos na rede;
- Fila média: A média das filas experimentadas por cada veículo;
- Tempo de atraso: diferença de tempo entre a circulação em regime livre (teórico) e simulado;
- Tempo de viagem total: A soma de todos os tempos de viagens;
- Velocidade harmónica: A média harmónica das velocidades praticadas por cada veículo.

Os valores das tabelas que se seguem representam uma média dos valores para toda a rede durante a hora de ponta respetiva. Em anexo a este relatório são disponibilizados os vídeos de micro simulação.

Tab. 41 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPM-DU

Séries Temporais	Unidades	HPM - DU		
		2021 SE	2031 SE	2031 CE
Contagem de Entrada - Car	veíc	4580	4845	5026
Densidade - Car	veíc/Km	23,9	35,65	48,15
Distância Total Viajada - Car	Km	4643,98	4628,78	4035,46
Distância Total Viajada (Veículos Dentro) - Car	Km	193,27	213,19	304,57
Fila Média - Car	veíc	89,14	204,03	694,11
Fila Virtual - Máx - Car	veíc	29	259	2035
Fila Virtual Média - Car	veíc	4,36	62,88	826,12
Fluxo - Car	veíc/h	4437	4619	4273
Fluxo de Entrada - Car	veíc/h	4580	4845	5026
Movimentos Perdidos - Car		123	122	74
Número de Mudança de Faixas - Car	#/Km	513,37	518,06	216,73
Número de Paradas - Car	#/veíc/Km	0,23	0,28	0,22
Número de Paradas Total - Car		9666	11942	16778
Número Total de Mudança de Faixas - Car		4814	4858	3896
Tempo de Atraso - Car	seg/Km	83,74	151,62	309,93
Tempo de Espera na Fila Virtual - Car	seg	0,59	12,64	120,49
Tempo de Viagem - Car	seg/Km	141,16	207,55	371,41
Tempo de Viagem Total (Veículos Dentro) - Car	h	49,84	121,82	479,75
Tempo Parado - Car	seg/Km	53,89	125,43	284,51
Tempo Total de Viagem - Car	h	207,82	291,04	501,69
Tempo Total de Viagem (Aguardando Fora) - Car	h	0,83	21,21	620,47
Veículos Aguardando para Entrar - Car	veíc	21	257	2035
Veículos Dentro - Car	veíc	282	412	1165
Veículos Fora - Car	veíc	4437	4619	4273
Veículos Perdidos Dentro - Car	veíc	0	0	2
Veículos Perdidos Fora - Car	veíc	0	0	35
Velocidade - Car	Km/h	36,07	30,5	20,84
Velocidade Harmónica - Car	Km/h	25,5	17,35	9,69

Tab. 42 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPT-DU

Séries Temporais	Unidades	HPT - DU		
		2021 SE	2031 SE	2031 CE
Contagem de Entrada - Car	veíc	4865	5395	5802
Densidade - Car	veíc/Km	31,99	33,08	42,81
Distância Total Viajada - Car	Km	4449,51	5698,4	4860,94
Distância Total Viajada (Veículos Dentro) - Car	Km	189,24	130,92	332,44
Fila Média - Car	veíc	181,51	169,16	574,95
Fila Virtual - Máx - Car	veíc	237	1497	2591
Fila Virtual Média - Car	veíc	33,91	763,35	1140,72
Fluxo - Car	veíc/h	4597	5338	4941
Fluxo de Entrada - Car	veíc/h	4865	5395	5802
Movimentos Perdidos - Car		90	199	19
Número de Mudança de Faixas - Car	#/Km	499,18	657,65	212,67
Número de Paradas - Car	#/veíc/Km	0,23	0,29	0,23
Número de Paradas Total - Car		10108	14271	20160
Número Total de Mudança de Faixas - Car		4681	6167	3823
Tempo de Atraso - Car	seg/Km	119,58	164,57	266,69
Tempo de Espera na Fila Virtual - Car	seg	2,55	244,15	283,03
Tempo de Viagem - Car	seg/Km	175,41	223,36	329,01
Tempo de Viagem Total (Veículos Dentro) - Car	h	88,68	90,24	468,5
Tempo Parado - Car	seg/Km	97,4	140,8	237,05
Tempo Total de Viagem - Car	h	248,31	305,69	496,79
Tempo Total de Viagem (Aguardando Fora) - Car	h	19,38	337,41	610,89
Veículos Aguardando para Entrar - Car	veíc	231	1496	2591
Veículos Dentro - Car	veíc	397	321	1191
Veículos Fora - Car	veíc	4597	5338	4941
Veículos Perdidos Dentro - Car	veíc	0	0	0
Veículos Perdidos Fora - Car	veíc	0	0	0
Velocidade - Car	Km/h	33,79	25,06	21,62
Velocidade Harmónica - Car	Km/h	20,52	16,12	10,94

A densidade de veículos é gradualmente superior em cada um dos cenários, em virtude de uma maior carga sobre a rede. Já a distância total viajada é superior na HPM no cenário atual, enquanto na HPT apresenta o maior valor no cenário futuro sem empreendimento. Tal facto indicia a formação de níveis de congestionamento muito elevados nos cenários futuros durante a hora de ponta da manhã, enquanto na hora de ponta da tarde o maior indutor de congestionamento será a criação do empreendimento e não necessariamente o aumento natural dos fluxos já existentes.

Quanto à fila média, no cenário atual na hora de ponta da manhã obtém-se um valor de 89 veículos, que aumenta substancialmente para 204 veículos, no cenário 2031 SE. A introdução do empreendimento no cenário 2031 CE aumenta dramaticamente este valor para os 694 veículos. Na hora de ponta da tarde o cenário atual apresenta uma fila média de 181 veículos, valor que se reduz para os 169 veículos, em virtude de um maior congestionamento nos pontos de entrada na rede modelada. Para o cenário futuro com empreendimento a situação agrava-se significativamente, registando-se uma fila média de 574 veículos.

Quanto ao tempo de atraso, a degradação das condições de circulação é notória entre os diferentes cenários. Na hora de ponta da manhã verifica-se uma evolução

dos 84 para 152 segundos/km nos cenários sem empreendimento, e a introdução do mesmo levará a um aumento para os 310 segundos/km. Na hora de ponta da tarde regista-se uma evolução dos 120 para os 164 segundos/km, e com o empreendimento para os 267 segundos/km. Esta evolução progressiva é também identificada na análise dos tempos totais de viagem.

Uma evolução semelhante verifica-se no indicador de velocidade harmónica em ambos os períodos de ponta, na HPM de 26 para 17 km/h nos cenários SE e para 9 km/h no cenário CE e na HPT de 20 para 16 km/h nos cenários SE e para 11 km/h no cenário com empreendimento.

6. Introdução de medidas de mitigação

6.1 Descrição das alterações efetuadas

Com base na degradação notória dos níveis de serviço em função da geração induzida por este empreendimento, foram identificados um conjunto de pontos de melhoria da rede viária que serão explorados nesta secção.

Em primeiro lugar, e dados os elevados volumes de tráfego esperados para a nova variante oeste, que se esperará que receba o tráfego de atravessamento que atualmente utiliza o troço da ER204 no limite norte deste empreendimento, e de forma a mitigar os impactos do congestionamento no acesso de viaturas de emergência ao hospital, a mesma foi modelada segundo um perfil transversal de 2x2 vias com separador central. Esta duplicação de perfil estende-se até à rotunda do Galo. Com esta alteração entende-se que esta via passará a assumir as funções previamente executadas pela ER204, pelo que se prevê que o anterior traçado desta via, entre as rotundas R1 e R4 seja desclassificada, passando a domínio municipal.

Na Rotunda do Galo (R5) o elevado tráfego de atravessamento ao longo da Circular de Barcelos gera elevados volumes de conflito nos ramos 1 e 3. Nesse sentido, para reduzir estes volumes de conflito e garantir uma maior fluidez na entrada destes dois ramos foi simulada a criação de uma passagem desnivelada para os movimentos transversais Este-Oeste e Oeste-Este.

Dado o elevado volume de entrada na rotunda R4 a partir das Av. Nossa Senhora de Fátima e de Paulo Felisberto, foi acrescentada uma duplicação das vias nos ramos de entrada correspondentes. Os mesmos apresentam, no entanto, uma dimensão relativamente reduzida, dadas as limitações de espaço.

Dada a duplicação do perfil da Variante foi também alargado o ramo de entrada na rotunda R2 a partir do arruamento de acesso ao empreendimento para duas vias.

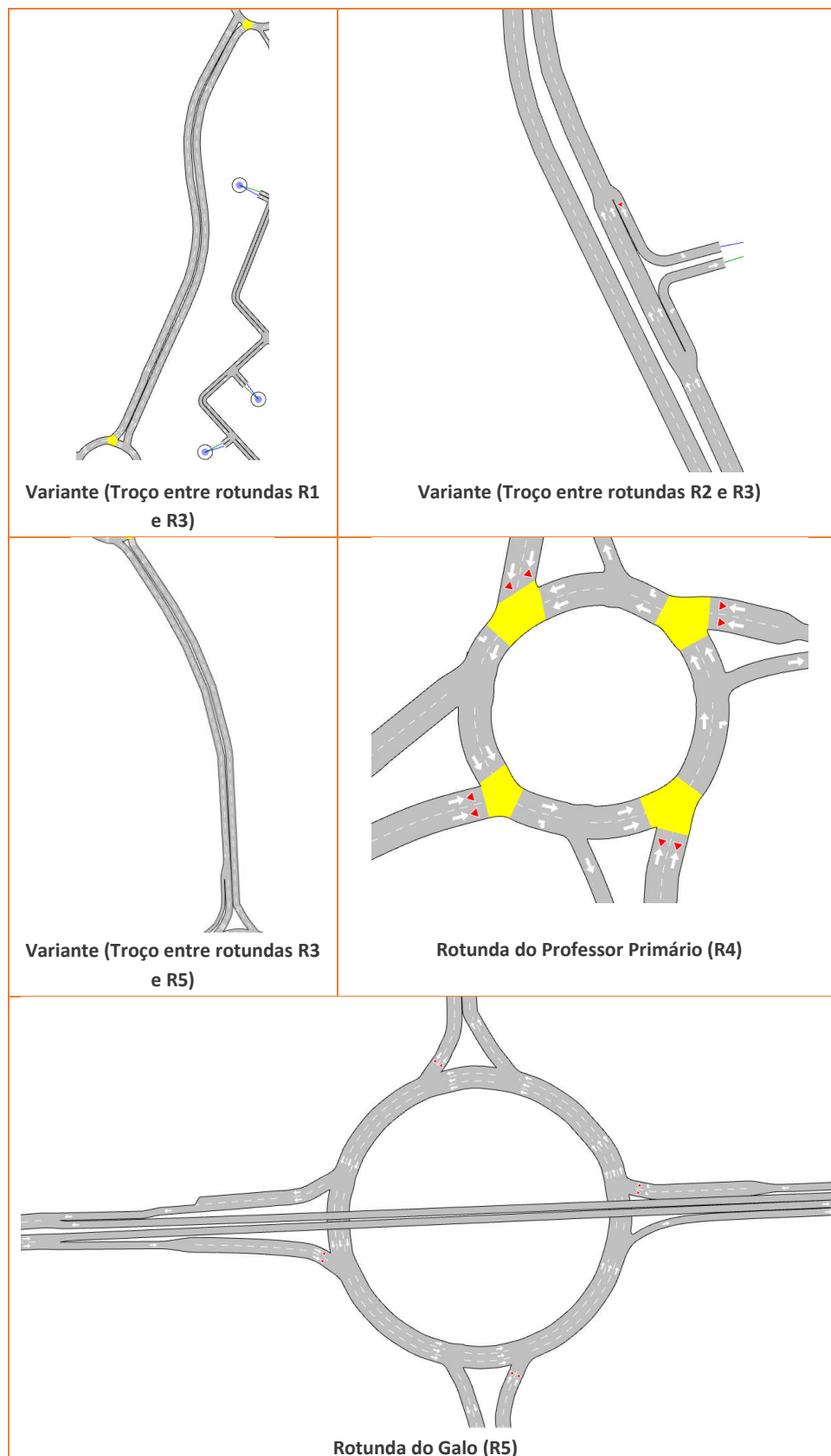


Fig. 29 - Representação das medidas de mitigação propostas

Este novo cenário foi simulado no software *Aimsun*, sendo de seguida apresentados os resultados para o cenário 2031 CE.

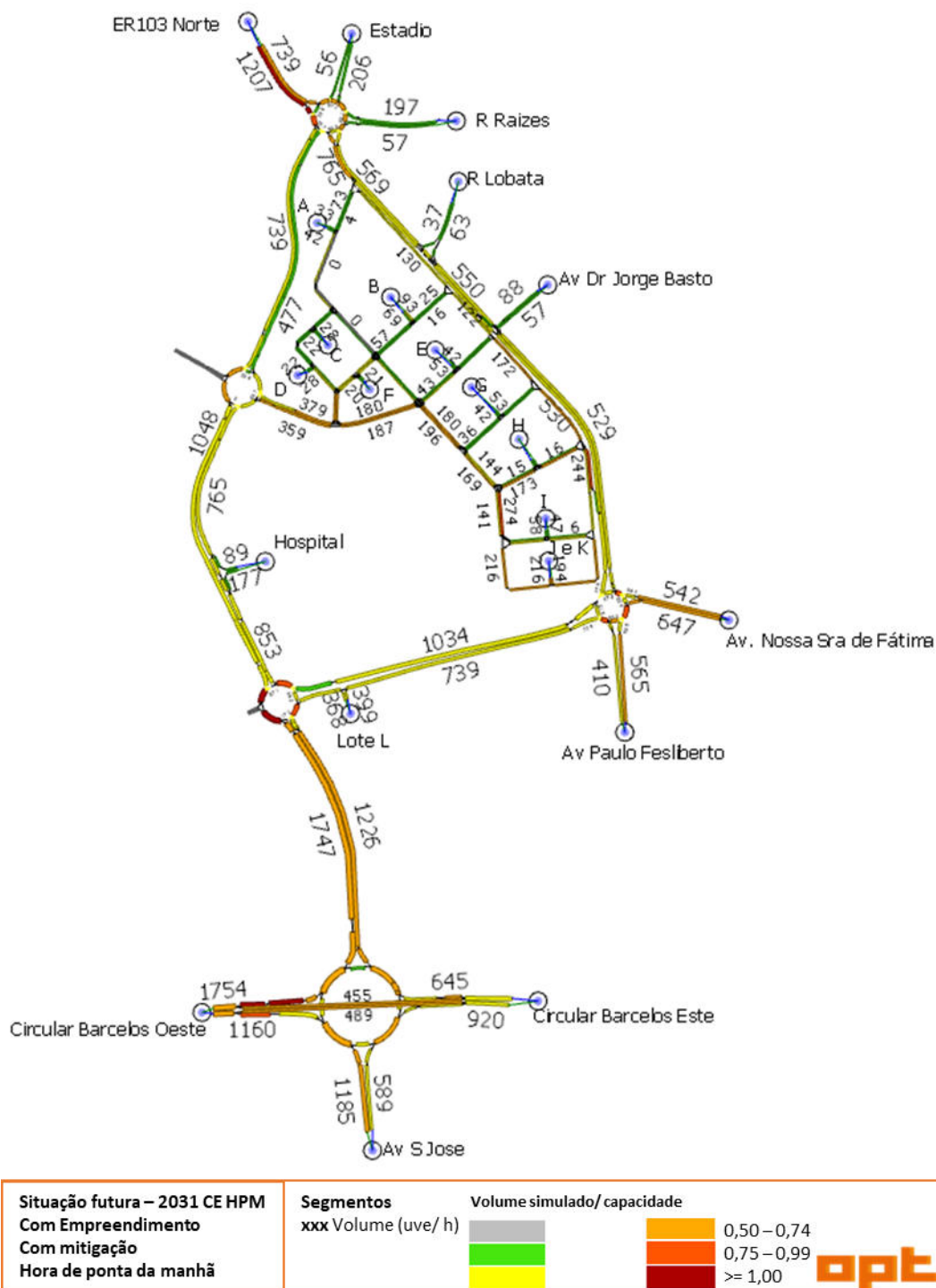


Fig. 30 - Volumes de tráfego (uvles) HPM-DU 2031 CE

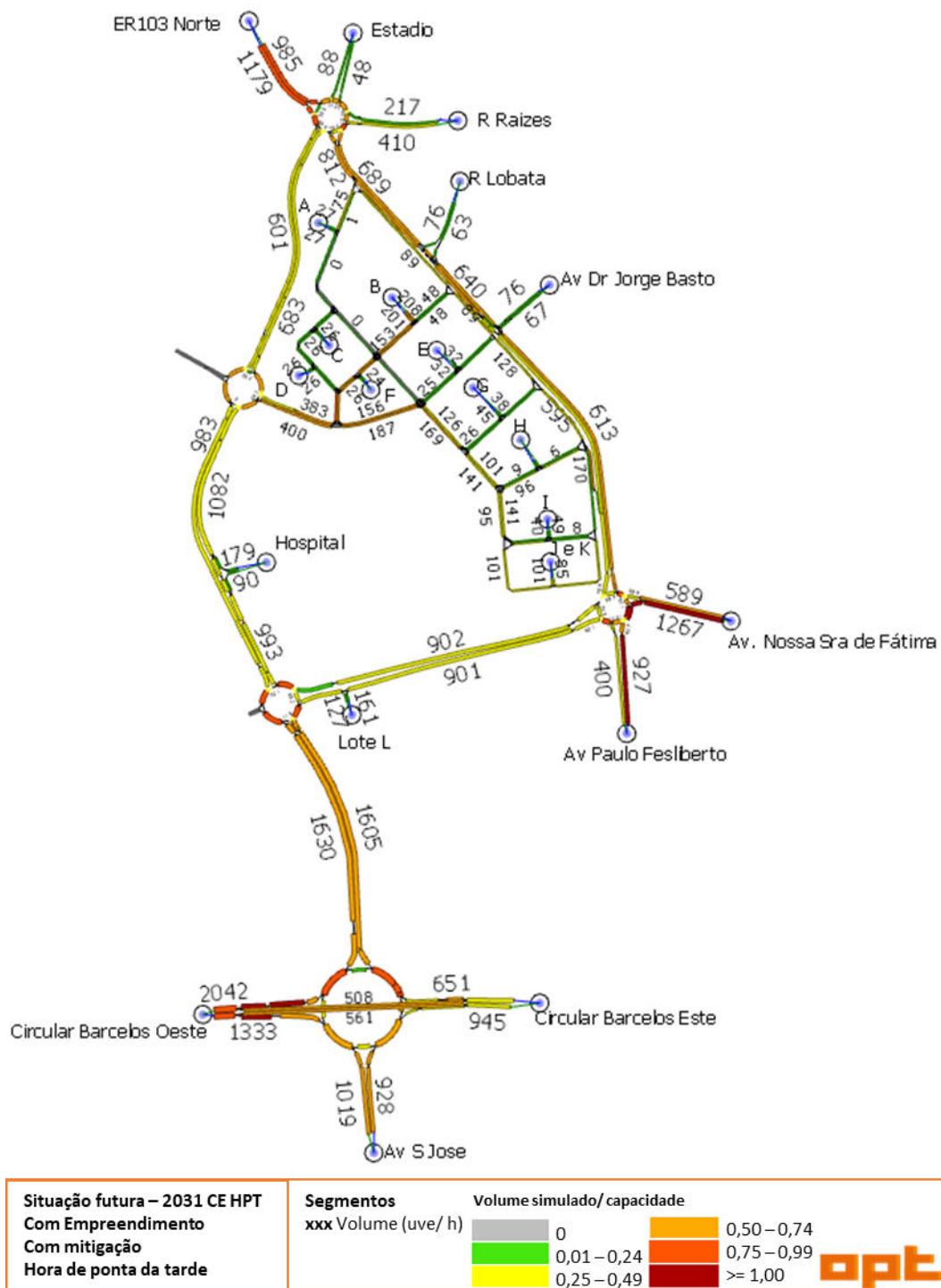


Fig. 31 - Volumes de tráfego (uvles) HPT-DU 2031 CE

6.2 Nível de Serviço em Secção da rede existente

Dado que os volumes ao longo da Circular de Barcelos se mantiveram inalterados com esta solução, apenas se apresenta a análise para o nível de serviço da Variante, que passará a assumir as funções da ER204. Dado que a mesma apresenta agora um perfil 2x2 foi adotado o método *Multilane Highways* do HCM2010. As secções em análise encontram-se representadas na figura seguinte.

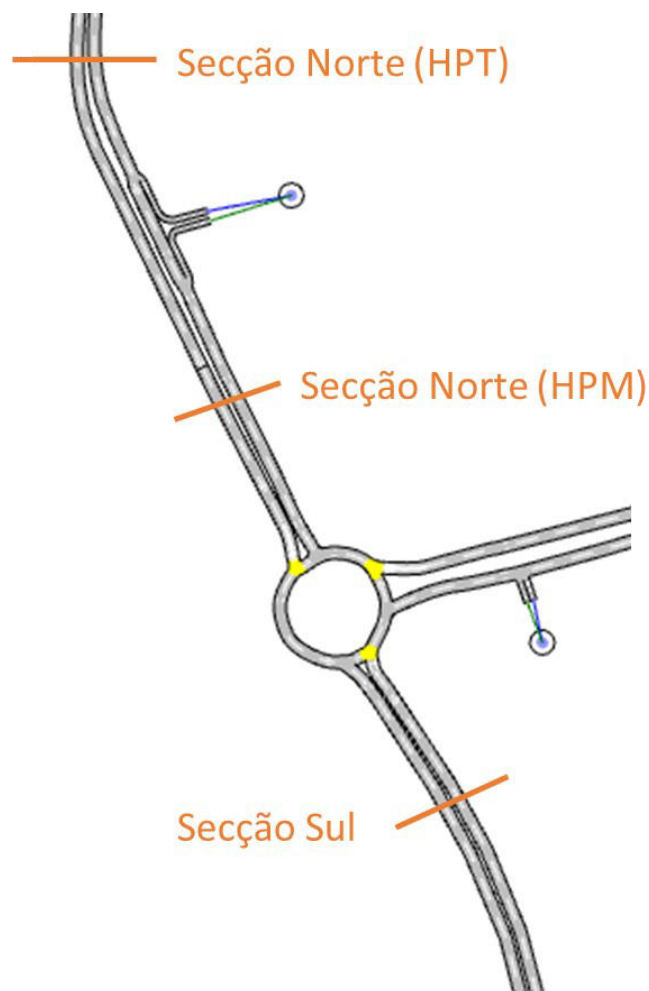


Fig. 32 – Secções em análise da Variante

Tab. 43 - Nível de serviço na Variante – Secção Norte

Secção Norte	2031	
DADOS DE TRÁFEGO	HPM	HPT
Volume no sentido mais carregado [uvles/h] (V)	853	958
% Veículos Pesados (Pt)	4%	2%
% Vans (Pr)	0%	
Fator de Equivalência para Pesados (Et)	2	
Fator de Equivalência para Vans (Er)	1,2	
Fator de ajustamento à presença de pesados (fhv)	0,962	0,976
Volume na Via Principal [uvles/h] (Vp)	467	516
Velocidade média na Via Principal [Km/h] (S)	72,42	72,42
Densidade na Via Principal [uvles./Km/h] (D)	6,44	7,13
Nível de Serviço (NS)	A	B

Tab. 44 - Nível de serviço na Variante – Secção Sul

Secção Sul	2031 CE	
DADOS DE TRÁFEGO	HPM	HPT
Volume no sentido mais carregado [uvles/h] (V)	1747	1630
% Veículos Pesados (Pt)	4%	2%
% Vans (Pr)	0%	
Fator de Equivalência para Pesados (Et)	2	
Fator de Equivalência para Vans (Er)	1,2	
Fator de ajustamento à presença de pesados (fhv)	0,962	0,976
Volume na Via Principal [uvles/h] (Vp)	956	879
Velocidade média na Via Principal [Km/h] (S)	72,42	72,42
Densidade na Via Principal [uvles./Km/h] (D)	13,20	12,13
Nível de Serviço (NS)	C	C

Os resultados mostram que, apesar dos elevados volumes de tráfego registados na secção entre as rotundas R3 e R5 (secção sul) os níveis de serviço registados mantêm-se em níveis considerados aceitáveis (categoria C). No troço a norte, nas imediações do acesso ao hospital, os volumes de tráfego mais reduzidos fazem com que os níveis de serviço sejam superiores (A na HPM e B na HPT).

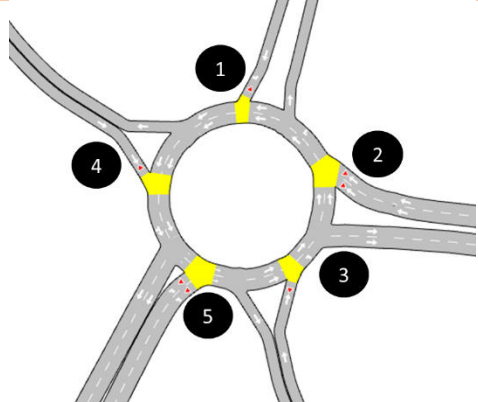
6.3 Nível de Serviço nas Rotundas

A fim de verificar a validade da solução, foram recalculados os níveis de serviço para as cinco rotundas deste projeto.

Tab. 45 - Nível de Serviço da Rotunda R1

	HPM					
	2031 CE					
	Ramo	1	2	3	4	5
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	21,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,50	8,00	6,00	8,00	8,00
Comprimento do Leque	l	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00
Débito de Conflito	Qc	972	981	469	289	758
Débito de Entrada	Qe	56	197	569	1207	477
Débito de Saturação	Qmax	855	1507	1249	1544	1073
Reserva de Capacidade	Rcap	799	1310	680	337	596
Taxa de Utilização	Tut	7%	13%	46%	78%	44%
Tempo de atraso (s)		5	3	8	14	8
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	B	A

	HPT					
	2031 CE					
	Ramo	1	2	3	4	5
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	54,00	54,00	54,00	54,00	54,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	25,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	21,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50
Largura do Leque	e	5,50	8,00	6,00	8,00	8,00
Comprimento do Leque	l	7,00	10,00	13,00	12,00	7,00
Débito de Conflito	Qc	1212	1043	755	315	895
Débito de Entrada	Qe	88	217	698	1179	673
Débito de Saturação	Qmax	729	1465	1091	1528	998
Reserva de Capacidade	Rcap	641	1248	393	349	325
Taxa de Utilização	Tut	12%	15%	64%	77%	67%
Tempo de atraso (s)		6	4	12	14	14
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	B	B	B



A passagem da variante para um perfil com duas vias por sentido, ao aumentar a capacidade de entrada no ramo 5 tem como consequência o aumento do nível de serviço, passando para A na HPM e para B na HPT. Os restantes ramos mantêm o nível de serviço da solução sem medidas de mitigação.

Tab. 46 - Nível de Serviço da Rotunda R2

		HPM				
		2031 CE				
		Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	6,00	3,50	6,00	3,50	3,50
Largura do Leque	e	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	309	407	0	1047	0
Débito de Entrada	Qe	738	379	765	0	0
Débito de Saturação	Qmax	1936	1310	2138	669	669
Reserva de Capacidade	Rcap	1198	931	1373	669	669
Taxa de Utilização	Tut	38%	29%	36%	0%	0%
Tempo de atraso (s)		5	5	4	-	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A	A

		HPT				
		2031 CE				
		Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00	22,00
Largura da Via	v	6,00	3,50	6,00	3,50	3,50
Largura do Leque	e	8,00	8,00	8,00	4,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	359	680	0	958	0
Débito de Entrada	Qe	599	352	960	0	0
Débito de Saturação	Qmax	1903	1161	2138	711	711
Reserva de Capacidade	Rcap	1304	809	1178	711	711
Taxa de Utilização	Tut	31%	30%	45%	0%	0%
Tempo de atraso (s)		4	6	5	-	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A	A

Face ao cenário sem medidas de mitigação destaca-se a melhoria generalizada dos níveis de serviço na rotunda R2 passando os mesmos para o nível A tanto na hora de ponta da manhã como na da tarde.

Tab. 47 - Nível de Serviço da Rotunda R3

	HPM				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	6,00	6,00	6,00	3,50
Largura do Leque	e	8,00	8,00	8,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	871	690	171	1918
Débito de Entrada	Qe	1047	1034	226	0
Débito de Saturação	Qmax	1567	1682	2026	250
Reserva de Capacidade	Rcap	520	648	1800	250
Taxa de Utilização	Tut	67%	61%	11%	0%
Tempo de atraso (s)		10	9	3	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A

	HPT				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	56,00	56,00	56,00	56,00
Ângulo de Ataque	f	35,00	36,00	35,00	35,00
Raio de Entrada	R	25,00	26,00	25,00	22,00
Largura da Via	v	6,00	6,00	6,00	3,50
Largura do Leque	e	8,00	8,00	8,00	4,00
Comprimento do Leque	l	8,00	8,00	8,00	8,00
Débito de Conflito	Qc	792	845	120	1750
Débito de Entrada	Qe	958	923	1605	0
Débito de Saturação	Qmax	1619	1581	2060	331
Reserva de Capacidade	Rcap	661	658	455	331
Taxa de Utilização	Tut	59%	58%	78%	0%
Tempo de atraso (s)		8	8	12	-
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A

A duplicação da capacidade dos ramos de entrada nesta rotunda, em virtude do alargamento do perfil das vias correspondentes tem um efeito dramático na melhoria das condições de circulação, registando-se agora o nível de serviço A em todos os ramos.

Tab. 48 - Nível de Serviço da Rotunda R4

	HPM				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	50,00	50,00	50,00	50,00
Ângulo de Ataque	f	13,00	23,00	42,00	27,00
Raio de Entrada	R	32,00	14,00	26,00	17,00
Largura da Via	v	6,00	3,00	3,50	6,00
Largura do Leque	e	6,00	7,00	8,00	8,00
Comprimento do Leque	l	10,00	5,00	15,00	15,00
Débito de Conflito	Qc	877	865	947	618
Débito de Entrada	Qe	776	542	565	738
Débito de Saturação	Qmax	1363	799	1134	1806
Reserva de Capacidade	Rcap	587	257	569	1068
Taxa de Utilização	Tut	57%	68%	50%	41%
Tempo de atraso (s)		9	17	9	5
Nível de Serviço (por Rcap)		A	C	A	A

	HPT				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	50,00	50,00	50,00	50,00
Ângulo de Ataque	f	13,00	23,00	42,00	27,00
Raio de Entrada	R	32,00	14,00	26,00	17,00
Largura da Via	v	6,00	3,00	3,50	6,00
Largura do Leque	e	6,00	7,00	8,00	8,00
Comprimento do Leque	l	4,00	5,00	15,00	15,00
Débito de Conflito	Qc	886	929	1269	755
Débito de Entrada	Qe	791	589	927	914
Débito de Saturação	Qmax	1356	766	941	1709
Reserva de Capacidade	Rcap	565	177	14	795
Taxa de Utilização	Tut	58%	77%	99%	53%
Tempo de atraso (s)		9	24	79	7
Nível de Serviço (por Rcap)		A	D	E	A

Estas alterações garantem a melhoria das condições de circulação na rotunda face ao cenário sem medidas de mitigação. Na hora de ponta da manhã o ramo 2 passa do nível de serviço D para C e o ramo 3 do nível B para o nível A. Já na hora de ponta da tarde, e apesar dos níveis de serviço D e E nos ramos 2 e 3, respetivamente, a taxa de utilização dos mesmos sofre uma redução considerável (de 94 para 77% no ramo 2 e de 142% para 99% no ramo 3). Por outro lado, e face

à desclassificação proposta para a via que integra atualmente a ER204 esta rotunda passa a fazer parte integral da rede viária municipal, pelo que a exigência no que respeita aos níveis de serviço é inferior.

Tab. 49 - Nível de Serviço da Rotunda R5

	HPM				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	130,00	130,00	130,00	130,00
Ângulo de Ataque	f	14,00	14,00	6,00	14,00
Raio de Entrada	R	80,00	73,00	75,00	73,00
Largura da Via	v	7,00	7,00	6,00	7,00
Largura do Leque	e	9,00	9,00	9,00	9,00
Comprimento do Leque	l	15,50	14,00	26,00	14,00
Débito de Conflito	Qc	503	1084	921	951
Débito de Entrada	Qe	1747	645	589	1155
Débito de Saturação	Qmax	2475	2103	2206	2185
Reserva de Capacidade	Rcap	728	1458	1617	1030
Taxa de Utilização	Tut	71%	31%	27%	53%
Tempo de atraso (s)		8	4	4	6
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A

	HPT				
	2031 CE				
	Ramo	1	2	3	4
Diam. Max. Círculo Inscrito	D	130,00	130,00	130,00	130,00
Ângulo de Ataque	f	14,00	14,00	6,00	14,00
Raio de Entrada	R	80,00	73,00	75,00	73,00
Largura da Via	v	7,00	7,00	6,00	7,00
Largura do Leque	e	9,00	9,00	9,00	9,00
Comprimento do Leque	l	15,50	14,00	26,00	14,00
Débito de Conflito	Qc	686	1637	1096	782
Débito de Entrada	Qe	1133	651	928	1333
Débito de Saturação	Qmax	2363	1764	2098	2656
Reserva de Capacidade	Rcap	1230	1113	1170	1323
Taxa de Utilização	Tut	48%	37%	44%	58%
Tempo de atraso (s)		5	5	5	7
Nível de Serviço (por Rcap)		A	A	A	A

As soluções de mitigação preconizadas para esta rotunda terão como consequência a minimização significativa dos volumes de conflito, aumentando o nível de serviço para o nível A em todos os ramos, tanto na hora de ponta da manhã como na hora de ponta da tarde.

6.4 Níveis de Serviço nos acessos ao empreendimento

Tab. 50 - Nível de serviço na saída do empreendimento

DADOS DE TRÁFEGO	HPM-DU	HPT-DU
Volume de entrada (Ve, veic/h)	244	216
Volume de conflito (Vc, veic/h)	531	482
Cap. Potencial (C _p , veic/h)	544	583
Cap. Movimento C _m (veic/h)	544	583
Tempo de Atraso (d, s/veic)	17	15
Fila de Espera (Percentil 95%, veic.)	2	2
NÍVEL DE SERVIÇO	C	B

Aplicando o método adotado na secção 5.3, verifica-se, através da análise da tabela seguinte, que a saída do empreendimento mantém os níveis de serviço do cenário sem medidas de mitigação.

6.5 Níveis de Serviço na saída do hospital

Tab. 51 - Nível de serviço na saída do hospital

DADOS DE TRÁFEGO	HPM-DU 2031 CE	HPT-DU 2031 CE
Volume de entrada (Ve, veic/h)	179	89
Volume de conflito (Vc, veic/h)	443	338
Cap. Potencial (C _p , veic/h)	557	657
Cap. Movimento C _m (veic/h)	557	657
Tempo de Atraso (d, s/veic)	15	11
Fila de Espera (Percentil 95%, veic.)	1	0
NÍVEL DE SERVIÇO	B	B

Na saída do hospital verifica-se uma ligeira melhoria nas condições de acesso à rede viária, passando o nível de serviço na HPT do nível C para o nível B, em virtude do aumento da capacidade da variante.

6.6 Análise em Microsimulação

Segue-se a descrição dos parâmetros obtidos em micro simulação bem como a sua comparação com o cenário sem mitigação.

Tab. 52 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPM-DU

Séries Temporais	Unidades	HPM-DU	Variação para Cenário sem mitigação
Contagem de Entrada - Car	veíc	7034	40%
Densidade - Car	veíc/Km	11,43	-76%
Distância Total Viajada - Car	Km	7565,23	87%
Distância Total Viajada (Veículos Dentro) - Car	Km	137,45	-55%
Fila Média - Car	veíc	59,59	-91%
Fila Virtual - Máx - Car	veíc	38	-98%
Fila Virtual Média - Car	veíc	14,47	-98%
Fluxo - Car	veíc/h	7064	65%
Fluxo de Entrada - Car	veíc/h	7034	40%
Movimentos Perdidos - Car		69	-7%
Número de Mudança de Faixas - Car	#/Km	636,76	194%
Número de Paradas - Car	#/veíc/Km	0,1	-55%
Número de Paradas Total - Car		15095	-10%
Número Total de Mudança de Faixas - Car		13265	240%
Tempo de Atraso - Car	seg/Km	54,74	-82%
Tempo de Espera na Fila Virtual - Car	seg	7,77	-94%
Tempo de Viagem - Car	seg/Km	115,51	-69%
Tempo de Viagem Total (Veículos Dentro) - Car	h	6,52	-99%
Tempo Parado - Car	seg/Km	35,51	-88%
Tempo Total de Viagem - Car	h	239,65	-52%
Tempo Total de Viagem (Aguardando Fora) - Car	h	0,08	-100%
Veículos Aguardando para Entrar - Car	veíc	12	-99%
Veículos Dentro - Car	veíc	233	-80%
Veículos Fora - Car	veíc	7064	65%
Veículos Perdidos Dentro - Car	veíc	0	-100%
Veículos Perdidos Fora - Car	veíc	0	-100%
Velocidade - Car	Km/h	40,65	95%
Velocidade Harmónica - Car	Km/h	31,17	222%

Para a Hora de Ponta da Manhã, a introdução das medidas de mitigação teve como consequência uma redução significativa nos valores de densidade (-76%), fila média (-91%) tempo de atraso (-82%) e tempo de viagem (-69%). Em sentido inverso, este aumento de fluidez na rede faz com que seja possível aumentar a distância total viajada (+87%), a uma velocidade harmónica superior (+222%).

Tab. 53 - Indicadores de desempenho para a zona de estudo, HPT-DU

Séries Temporais	Unidades	HPT-DU	Variação para Cenário sem mitigação
Contagem de Entrada - Car	veíc	7229	25%
Densidade - Car	veíc/Km	13,18	-69%
Distância Total Viajada - Car	Km	7056,35	45%
Distância Total Viajada (Veículos Dentro) - Car	Km	172,72	-48%
Fila Média - Car	veíc	102,26	-82%
Fila Virtual - Máx - Car	veíc	784	-70%
Fila Virtual Média - Car	veíc	348,91	-69%
Fluxo - Car	veíc/h	6915	40%
Fluxo de Entrada - Car	veíc/h	7229	25%
Movimentos Perdidos - Car		41	116%
Número de Mudança de Faixas - Car	#/Km	526,02	147%
Número de Paradas - Car	#/veíc/Km	0,11	-52%
Número de Paradas Total - Car		16026	-21%
Número Total de Mudança de Faixas - Car		10958	187%
Tempo de Atraso - Car	seg/Km	74,82	-72%
Tempo de Espera na Fila Virtual - Car	seg	104,27	-63%
Tempo de Viagem - Car	seg/Km	134,84	-59%
Tempo de Viagem Total (Veículos Dentro) - Car	h	42,38	-91%
Tempo Parado - Car	seg/Km	55,81	-76%
Tempo Total de Viagem - Car	h	264,21	-47%
Tempo Total de Viagem (Aguardando Fora) - Car	h	120,28	-80%
Veículos Aguardando para Entrar - Car	veíc	783	-70%
Veículos Dentro - Car	veíc	314	-74%
Veículos Fora - Car	veíc	6915	40%
Veículos Perdidos Dentro - Car	veíc	0	-
Veículos Perdidos Fora - Car	veíc	0	-
Velocidade - Car	Km/h	39,09	81%
Velocidade Harmónica - Car	Km/h	26,7	144%

Para a hora de ponta da tarde, as conclusões são em tudo semelhantes às anteriormente mencionadas para o período da manhã. Assim, a densidade de veículos regista uma redução de 69%, a fila média sofre uma redução de 82%, o tempo de atraso uma redução de 72% e o tempo de viagem total é 47% inferior. Em sentido inverso, a distância total viagem é 45% superior e a velocidade harmónica regista um aumento expressivo de 144%.

Em suma, conclui-se que as alterações introduzidas neste cenário se configuram como contribuições fundamentais para melhorar os níveis de serviço ao redor deste empreendimento, viabilizando assim a sua execução.

Ainda no âmbito da micro simulação, e entregues em anexo a este estudo, foram gravados vídeos nos 15 minutos mais carregados da hora de ponta correspondente. Os vídeos produzidos foram os seguintes:

- 1. HPM-DU 2021 SE (0:15:00 a 00:30:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R4
 - d. Rotunda R5
- 2. HPM-DU 2031 SE (00:30:00 a 00:45:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R4
 - d. Rotunda R5
- 3. HPM-DU 2031 CE com mitigação (00:15:00 a 00:30:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R3-R4
 - d. Rotunda R5
- 4. HPT-DU 2021 SE (00:00:00 a 00:15:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R4
 - d. Rotunda R5
- 5. HPT-DU 2031 SE (00:30:00 a 00:45:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R4
 - d. Rotunda R5
- 6. HPT-DU 2031 CE com mitigação (00:15:00 a 00:30:00):**
 - a. Geral
 - b. Rotunda R1
 - c. Rotunda R3-R4
 - d. Rotunda R5

7. Conclusões

Este terceiro estudo de tráfego teve como objetivo analisar o impacto do Plano de Pormenor Centro Hospitalar de Barcelos na rede viária envolvente, localizado nos terrenos a norte e poente da ER204 em Barcelos. O PPCHB prevê uma nova ligação rodoviária a poente que liga o troço a sul da ER204/Rotunda do Galo de Barcelos com a rotunda do estádio Cidade de Barcelos, dando também acesso ao futuro hospital. A meio desta ligação rodoviária prevê-se outra rotunda. Os acessos às parcelas são dois ao longo da ER204: um de entrada, próxima à rotunda do Estádio Cidade de Barcelos e um de saída, próximo à rotunda à Sul. Prevê-se, também, dentro do loteamento, a construção de vias de cariz urbano a ligar as parcelas à rede viária envolvente.

Em termos de estacionamento, estão previstos 850 lugares de estacionamento público, eventualmente acrescidos de mais 170 lugares localizados ao longo da variante a poente. Relativamente às ofertas de estacionamento privado dentro das parcelas, prevê-se que as mesmas serão dimensionadas, nos âmbitos dos seus respetivos projetos de arquitetura, de acordo com o disposto no Artigo 12º do Regulamento do PPCHB, que remete ao Artigo 71º (Estacionamento Privado) do Regulamento do Plano Diretor Municipal de Barcelos. Relativamente à oferta de estacionamento privado dentro do lote do hospital, estão previstos 544 lugares, incluindo 163 lugares subterrâneos e 381 lugares à superfície. De acordo com o Artigo 71º do PDM de Barcelos, é necessário 1 lugar de estacionamento para cada 100 m² de área de construção de equipamento. Para uma área de equipamento hospitalar de 37.623 m² são necessários 377 lugares de estacionamento privado, logo os 544 lugares previstos são mais que suficientes para cobrir as necessidades legais de estacionamento privado do hospital.

Em termos de transporte público, a área da urbanização é bem servida, com ligações rodoviárias municipais, asseguradas pela rede do sistema *Barcelos Bus*, e regionais para diversos concelhos como Braga, Viana do Castelo, Guimarães e Porto, asseguradas por empresas como a *Internorte*, *Rede Expresso*, *Arriva* e *Transdev*.

Relativamente aos modos suaves, a ocupação do solo proposta para a urbanização prevê uma rede integrada de passeios e percursos cicláveis dentro do loteamento, dando assim continuidade, desde o empreendimento para a cidade de Barcelos, a uma ligação a pé e em bicicleta.

A abordagem utilizada para estimar o tráfego gerado pelo empreendimento foi com base no Manual “*Trip Generation*” do Institute of Transportation Engineers (ITE). A natureza da utilização das instalações adequa-se às características dos códigos de uso nº 223 (Apartamento); nº 610 (Hospital) e nº 814 (Conjunto Comercial). No total, são previstos 1034 veículos a entrar e 1046 veículos a sair na HPM-DU e 707 veículos a entrar e 819 veículos a sair na HPT-DU.

A rede viária envolvente ao empreendimento, ao apresentar atualmente níveis de serviço claramente desfavoráveis indiciava, à partida, a inadequação da mesma para dar resposta às novas solicitações. Os resultados iniciais comprovaram essas previsões. Apesar da criação de uma nova via estruturante norte-sul, o seu desenvolvimento num perfil 2x1 revelou-se como insuficiente, com impactos igualmente negativos no funcionamento das interseções giratórias da rede em estudo.

Neste sentido, foi essencial a introdução de várias medidas de mitigação com vista ao estabelecimento de condições de circulação aceitáveis. Destas alterações destaca-se a duplicação da via estruturante em toda a sua extensão por um perfil 2x2, o alargamento dos ramos de entrada nas rotundas e a criação de uma passagem desnivelada nesta mesma rotunda para o tráfego ao longo da Circular de Barcelos. Com estas alterações a variante passaria a executar as funções da ER204, sendo que o traçado atual seria desclassificado e transitaria para o domínio municipal, entre a rotunda do estádio e a rotunda do Professor Primário.

Com este aumento da capacidade a rede viária passa a ser capaz de dar resposta às solicitações, registando-se no troço mais congestionado da variante o nível de serviço C no ano horizonte deste projeto (2031). As rotundas existentes e a criar também registam níveis de serviço considerados bons (entre A e B), garantindo-se desta forma as condições mínimas de fluidez de tráfego. Apenas na rotunda do Professor Primário, identificada como rotunda P4, se identificaram níveis de serviço menos favoráveis nos ramos de acesso a partir da Av. Paulo Felisberto e Av. Nossa Senhora de Fátima. No entanto, tratando-se de uma rotunda que passará a integrar a rede viária municipal, tal facto reveste-se de menor gravidade.

A análise em micro simulação reforçou a necessidade de introdução das medidas de mitigação, com melhorias notórias em todos os parâmetros chave. É ainda importante referir que, em caso de não construção deste empreendimento e de toda a rede viária associada, as condições de circulação na rede viária degradar-se-ão consideravelmente, com consequências negativas no ambiente e na qualidade de vida dos residentes e no tecido económico da região.

Em suma, e após a introdução destas medidas de mitigação, a análise demonstra que os novos arruamentos, acessos e a circulação interna propostos permitem não só servir o tráfego gerado por esta nova urbanização, mas também melhorar as condições de circulação numa rede que apresenta, atualmente, uma degradação do nível de serviço considerável.

8. Referências

- Akcelik, R. (1981). Traffic signals: capacity and timing analysis.
- Banco de Portugal (2021). Boletim Económico: junho de 2021. Lisboa: Banco de Portugal
- Clifton, K.; Currans, K.; Muhs, C. (2015). Adjusting ITE's Trip Generation Handbook for urban context. The Journal of Transport and Land Use. 8, 1. 5-29
- de Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John Wiley & Sons.
- Direção Geral de Engenharia e Geologia - DGEG (2020). Vendas de Produtos do Petróleo no Mercado Interno por Sector de Actividade Económica e Município Disponível em <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/petroleo-e-derivados/vendas-anuais/>
- INE (2012) Resultados dos Censos 2011. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística
- Institute of Transportation Engineers (2008). Trip Generation 8th Edition: An ITE Informational Report. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- Institute of Transportation Engineers (2016). Trip Generation 10th Edition: An ITE Informational Report. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.
- Hensher, D. A., & Button, K. J. (Eds.). (2001). Handbook of transport systems and traffic control. Elsevier Science.
- Schneider, R.; Shafizadeh, K.; Handy, S. (2021). Method to adjust Institute of Transportation Engineers vehicle trip-generation estimates in smart-growth areas. The Journal of Transport and Land Use. 8, 1. 69-83
- UK Highways Agency (1996). Design Manual for Roads and Bridges, Volume 12, Section 2. London: Highways England
- Transportation Research Board (2010). Highway Capacity Manual. Washington DC: Transportation Research Board.
- Transportation Research Laboratory (1992). Actes du Séminaire International "Giratoire 92", pg. 201-210, Edition SETRA/CETUR, Octobre, Nantes-France
- Wolshon, B., & Pande, A. (2016). Traffic engineering handbook. John Wiley & Sons.

Porto, 23 de março de 2022

Equipa OPT
Miguel Lopes (OE nº 90106)

TERMO DE RESPONSABILIDADE

ESTUDO DE IMPACTE DE TRÁFEGO

Miguel Nuno Nogueira Lopes, engenheiro, na qualidade de técnico da OPT – Optimização e Planeamento de Transportes, SA, com sede na Rua Assis Vaz, 27, 4200-96 Porto, telefone 225027337, com o email geral@opt.pt, contribuinte nº 502755610, inscrito na Ordem dos Engenheiros sob o nº 90106 declara para os efeitos do disposto no n.º 1 do Artigo 10 do Decreto Lei 555/99 de 16 de Dezembro, na redação vigente, que é o coordenador técnico e coautor do estudo de impacte de tráfego, relativo ao Plano de Pormenor do Hospital de Barcelos, requerido pela Câmara Municipal de Barcelos.

23 de março de 2022

O Técnico

Miguel Nuno Nogueira Lopes, Eng.º