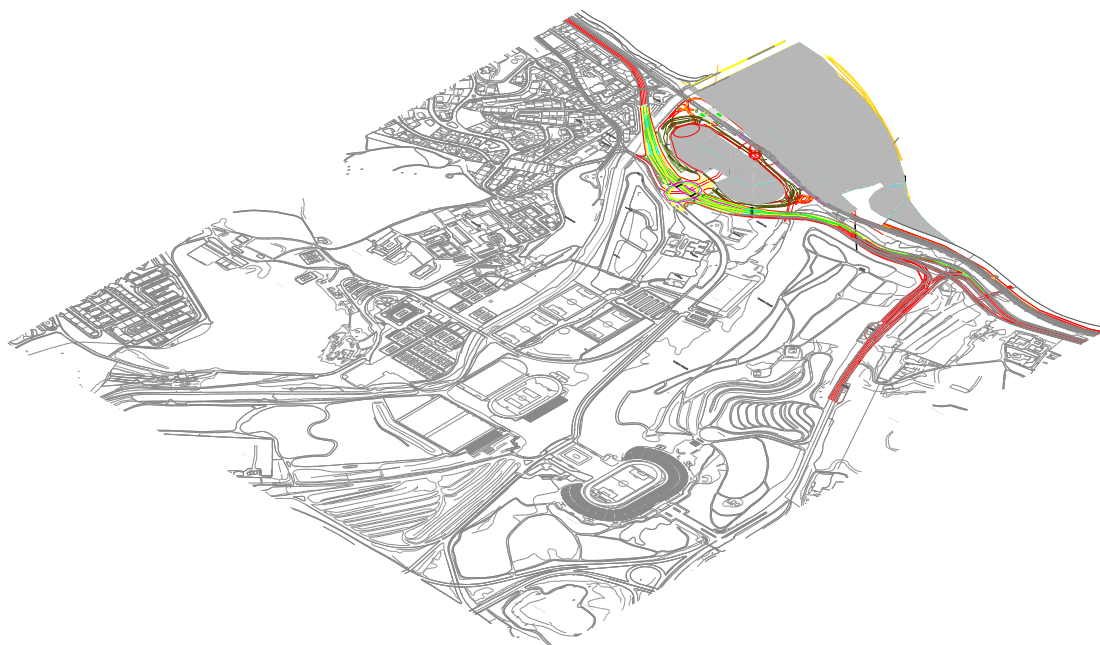




T R A F N O R

GABINETE DE ESTUDOS E PROJECTOS
EM TRANSPORTES E VIAS DE COMUNICAÇÃO, LDA

Plano de Pormenor – Margem Direita da Foz do rio Jamor



- ESTUDO DE TRÁFEGO -

Março 2011



ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Caracterização do Equipamento e Enquadramento	3
3. Tráfego na Rede Viária	5
3.1 Análise da Situação Actual	5
3.2 Evolução da Procura de Tráfego	8
4. Geração de Tráfego.....	10
5. Afectação de Tráfego.....	12
6. Análise de Funcionamento	14
6.1 Situação actual	15
6.2 Situação futura	16
6.2.1 Situação Referência: sentido único na Av. Pierre Couberlin – Este	19
6.2.2 Situação Referência: trânsito proibido na Av. Pierre Couberlin – Este ..	22
6.3 Síntese	24
7. Circulação e Estacionamento	25
8. Conclusões	28



Plano de Pormenor – Margem Direita da Foz do rio Jamor

- ESTUDO DE TRÁFEGO -

1. INTRODUÇÃO

Com o presente estudo pretende-se avaliar o acréscimo de tráfego rodoviário originado pelo desenvolvimento do Plano de Pormenor – Margem Direita da Foz do rio Jamor, localizado à margem da Estrada Nacional 6 (EN 6), na freguesia de Cruz Quebrada - Dafundo, no concelho de Oeiras (Figura 1), e, conseqüentemente, o impacto nas condições de circulação na infra-estrutura rodoviária envolvente.



Figura 1 – Planta de Localização.

Observe-se que o âmbito do estudo de tráfego apenas contempla a análise da infra-estrutura rodoviária imediatamente adjacente à área de implantação do Plano de Pormenor, nomeadamente o nó de acesso ao mesmo.



Deste modo e tendo presente este objectivo, o Estudo de Tráfego foi desenvolvido de acordo com a metodologia a seguir descrita:

- i) Análise da situação existente, com definição da rede rodoviária interessada;
- ii) Realização de contagens direccionais em três intersecções adjacentes à zona de implementação do Plano;
- iii) Quantificação do tráfego gerado pelo Plano de Pormenor não só com base nos elementos disponibilizados pela equipa responsável pelo respectivo desenvolvimento como também através da aplicação de taxas de geração normalmente utilizadas para os usos de solo previstos;
- iv) Previsão da evolução da procura de tráfego para o Ano Base (Ano de 2014) e para o 5º e 10º anos subsequentes (2019 e 2024, respectivamente);
- v) Estudo da viabilidade das ligações à rede existente dos acessos à zona em estudo e respectiva análise de funcionamento;
- vi) Eventuais propostas de possíveis soluções para aumento da fluidez de circulação na zona;
- vii) Análise da capacidade de estacionamento;
- viii) Análise geral e conclusões.



2. CARACTERIZAÇÃO DO EQUIPAMENTO E ENQUADRAMENTO

Em termos globais, o Plano em causa tem uma área com potencial de geração de viagens de cerca de 116 190 m², constituída por diferentes tipologias, com excepção da Estação Ferroviária, conforme discriminado no quadro seguinte.

Tipologia	Área (m ²)
Equipamento piscina	5 900
Porto de recreio	13 150
Habitação	57 740
Serviços/escritórios	25 000
Hotel	10 900
Comércio	3 500
Total	116 190

Quadro I – Áreas de geração

Neste Plano existem diferentes espaços dedicados a estacionamento público com capacidade para cerca de 2 663 lugares.

No que se refere ao acesso rodoviário à zona do Plano, este situa-se adjacente à infra-estrutura da rede viária principal, nomeadamente a EN 6, usualmente denominada por Estrada Marginal, a qual constitui um dos principais eixos de ligação de Oeiras e Cascais a Lisboa. Esta via de importância supra-municipal tem, no entanto, características claramente urbanas devido à forte ocupação marginal, apresentando um elevado número de intersecções de nível, maioritariamente controladas por sinais luminosos.

De uma forma sucinta, as acessibilidades são as seguintes:

- Acesso imediato à EN 6 – permitindo a ligação a Lisboa (este) ou Cascais (oeste), através da estrada marginal;
- Acesso próximo à A5/IC15 – permitindo a ligação a Lisboa (este) ou Cascais (oeste), através da Av. Pierre de Coubertin ao início da auto-estrada;
- Acesso próximo ao IC18 (A9) – permitindo o acesso para norte, a Sintra, Mafra, ou até ao itinerário fundamental IP1, através da EN 6;
- Acesso próximo ao IC17 (CRIL) – permitindo o acesso a Lisboa e ao itinerário principal IP 7, através da EN 6.



No entanto, face ao âmbito do estudo e conforme já referido anteriormente, tendo presente a rede rodoviária envolvente, a presente análise concentrar-se-á na “intersecção” composta pela estrada marginal (EN 6), pela Av. Pierre de Coubertin e pela Av. Ferreira Godinho (Figura 2).

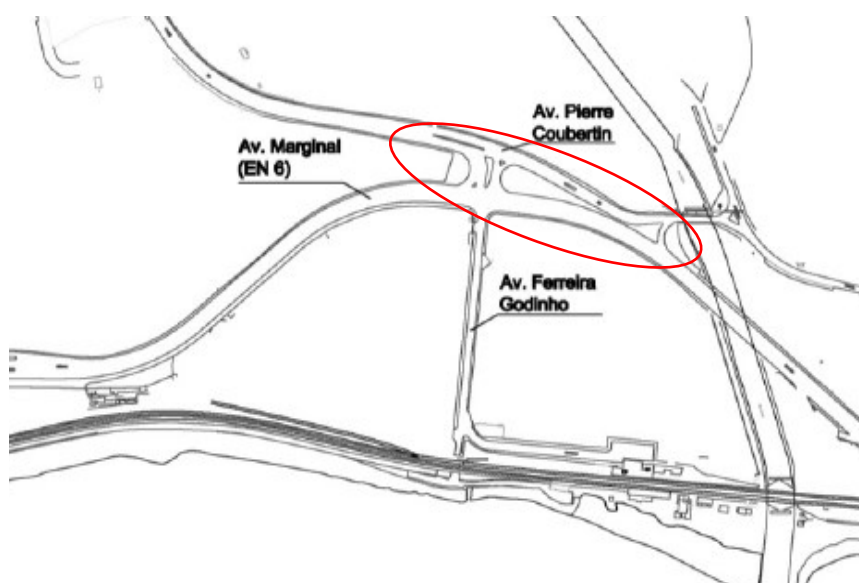


Figura 2 – Intersecção em análise.



3. Tráfego na Rede Viária

A presente análise fundamentou-se no conhecimento da actual carga de tráfego na zona envolvente, através da realização de contagens de tráfego.

3.1 Análise da Situação Actual

No sentido de se obter uma caracterização do tráfego nos principais acessos à zona em estudo, foram realizadas contagens manuais classificadas em três intersecções. A localização dos postos de contagem considerados pode ser visualizada na Figura 3, apresentando-se nas figuras 4 a 6 a sua pormenorização.

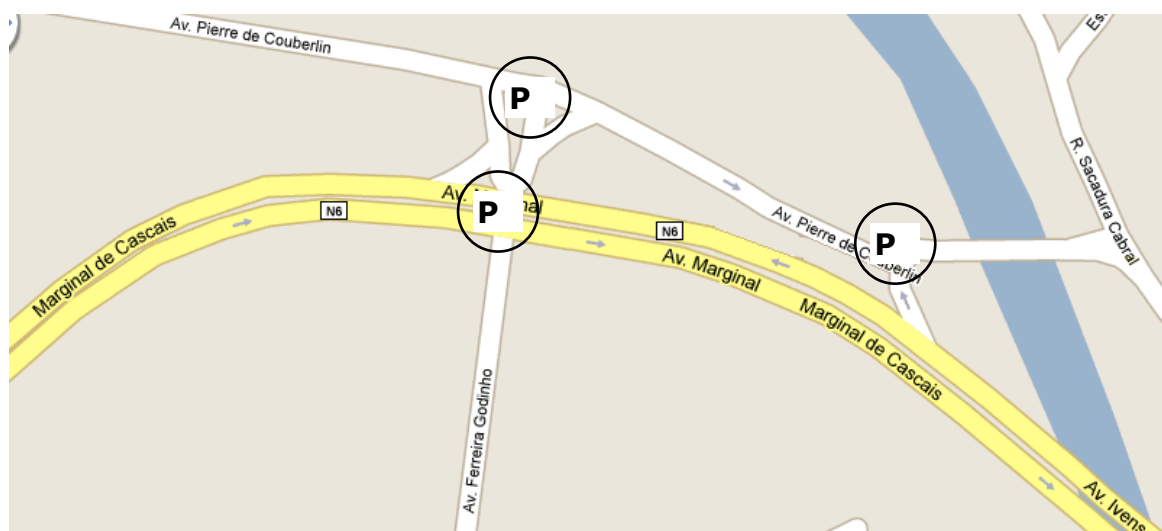


Figura 3 – Localização dos postos de contagem.

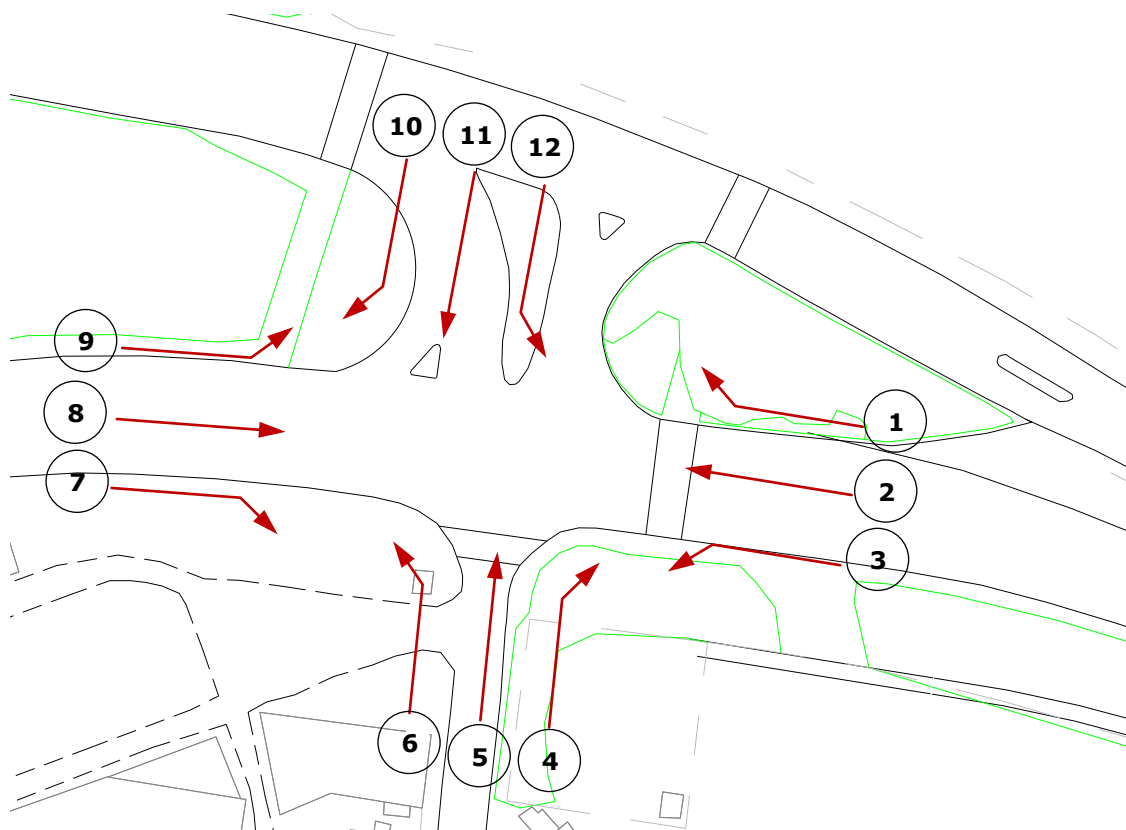


Figura 4 – Movimentos no Posto 1.

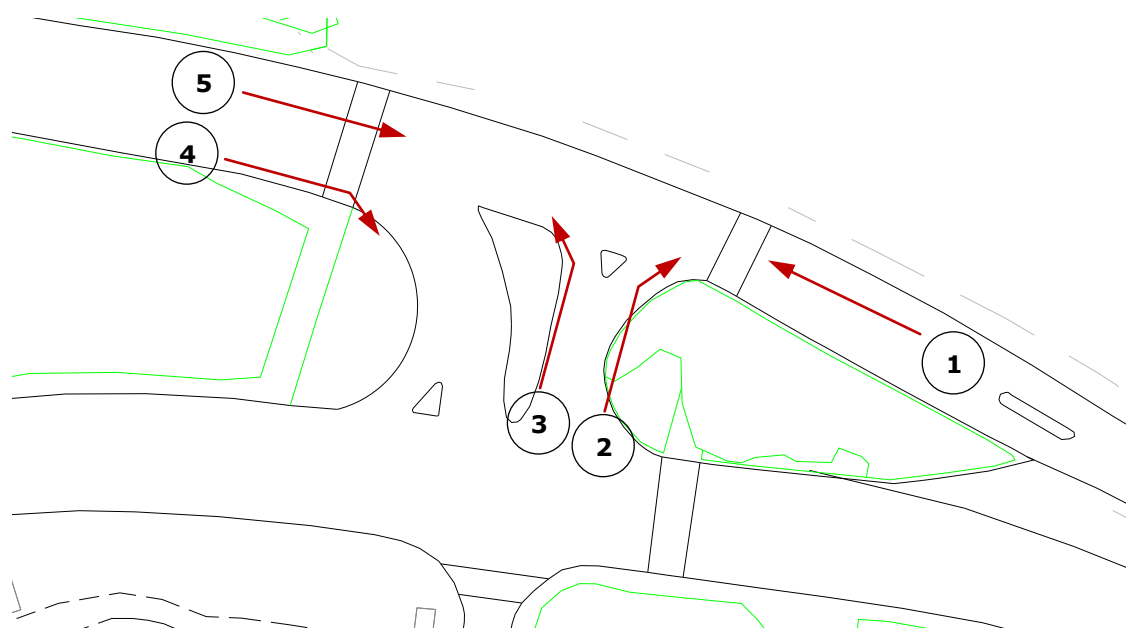


Figura 5 – Movimentos no Posto 2.

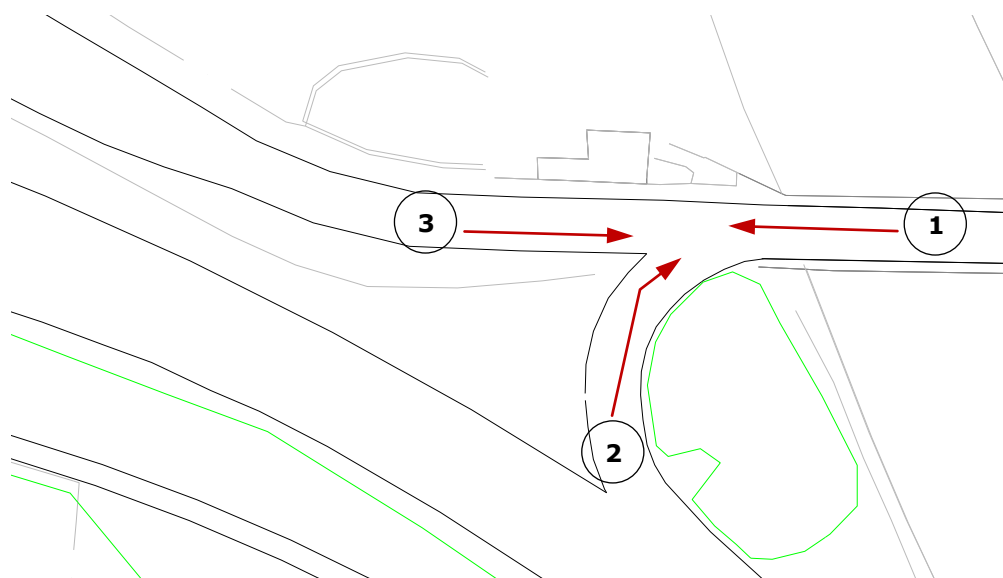


Figura 6 – Movimentos no Posto 3.

Os trabalhos de campo foram efectuados durante os períodos de ponta da manhã e da tarde em dia útil (19 de Novembro de 2009, das 07H30 às 10H30 e das 16h30 às 19h30, respectivamente) e no período de ponta de fim-de-semana (21 de Novembro de 2009, entre as 16h00 e as 20h00), de forma a caracterizar os períodos de ponta.

Os resultados destes trabalhos de campo encontram-se apresentados de forma exaustiva no *Relatório de Caracterização e Diagnóstico do Plano de Pormenor da Margem Direita da Foz do Rio Jamor*.

As contagens de tráfego foram realizadas manualmente por operadores nas intersecções consideradas, identificando-se todos os movimentos de tráfego e discriminando as seguintes classes de veículos:

- ciclomotores/motociclos (Categoria C, da entidade EP);
- automóveis de passageiros (Categoria D, da entidade EP);
- comerciais ligeiros (Categoria E, da entidade EP);
- comerciais pesados (Categorias F, G, H e J da entidade EP);
- autocarros (Categoria I, da entidade EP).

Dos dados apurados, identificaram-se os períodos de ponta da manhã (das 08h15 às 09h15) e da tarde (das 18h15 às 19h15), em dia útil, e de sábado (das 16h45 às



17h45), tendo por base a “rede”, apresentando-se no Quadro II os débitos calculados para os diferentes períodos de ponta.

Postos	Mov.	Pta Manhã		Pta tarde		Ponta Sábado	
		Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados	Ligeiros	Pesados
P1	Mov. 1	15	1	41	0	3	0
	Mov. 2	1046	14	2014	7	1042	1
	Mov. 3	2	0	1	0	1	0
	Mov. 4	4	0	1	0	5	0
	Mov. 5	2	0	17	0	9	0
	Mov. 6	5	1	12	1	6	1
	Mov. 7	3	1	11	1	6	1
	Mov. 8	2009	7	880	11	760	3
	Mov. 9	307	3	254	1	111	0
	Mov. 10	303	4	401	7	200	2
	Mov. 11	16	0	7	0	3	0
	Mov. 12	581	0	56	1	46	1
P2	Mov. 1	478	3	523	8	230	2
	Mov. 2	286	2	245	0	99	0
	Mov. 3	37	2	67	1	24	0
	Mov. 4	991	6	63	1	249	3
	Mov. 5	527	9	314	14	249	0
P3	Mov. 1	478	3	523	8	230	2
	Mov. 2	59	0	30	0	25	0
	Mov. 3	809	10	557	14	348	0

Quadro II – Débitos calculados para os períodos de ponta.

3.2 Evolução da Procura de Tráfego

Para estimar o crescimento natural do tráfego no período em análise, ou seja, para extrapolação dos valores dos fluxos contados para os anos de abertura (2014), intermédio (2019) e de pleno funcionamento (2024), consideraram-se taxas de crescimento médio anual fundamentadas na evolução verificada nas vendas de combustíveis para o distrito de Lisboa, variável fortemente relacionada com o aumento de viagens.

Assim, na figura seguinte apresenta-se a variação de vendas de combustíveis observada na zona em estudo, bem como a recta de tendência (estimativa) adaptada aos valores observados e a partir da qual se calcularam as taxas de crescimento consideradas.

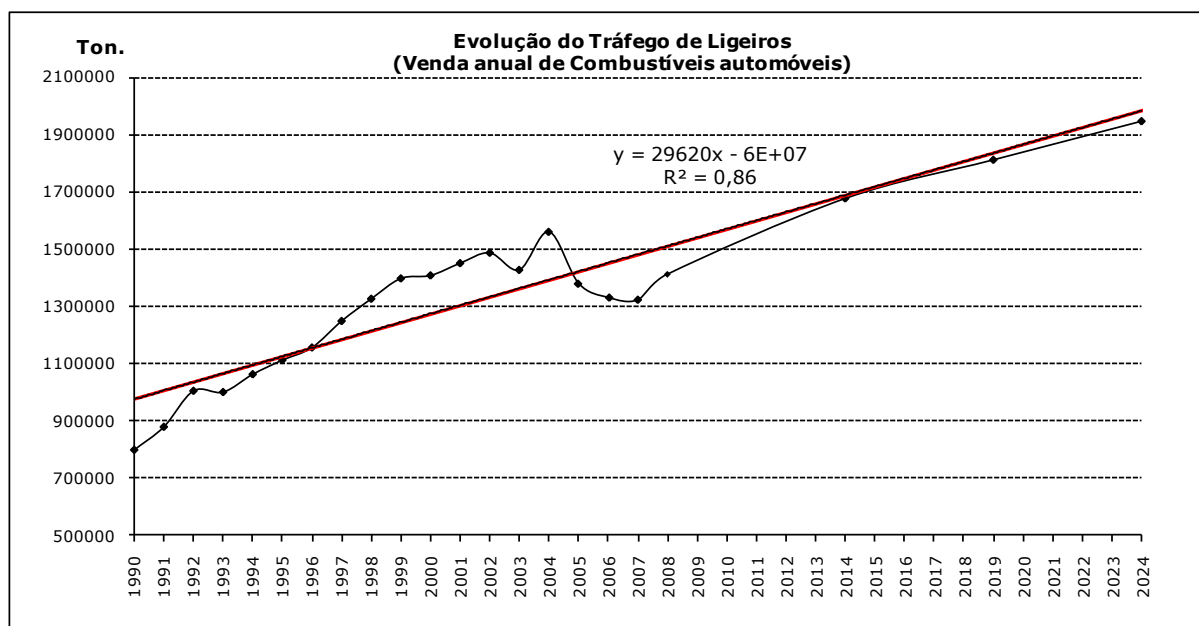


Figura 7 - Venda Anual de Combustíveis na zona em estudo (Fonte:DGEG).

Os factores de crescimento assim obtidos foram os considerados para as previsões de crescimento de tráfego nas vias em estudo entre os anos de 2009 e 2024 (horizonte de projecto de 10 anos). Deste modo as taxas anuais de crescimento do tráfego consideradas para o período 2009/2024 são as que se indicam no Quadro III.

Período	TCA
2009/2014	2,9%
2014/2019	1,6%
2019/2024	1,4%

Quadro III - Taxas de crescimento.



4. Geração de Tráfego

Para a determinação da geração de viagens, em veículos ligeiros, devidas à implementação do Plano, foram não só utilizados os dados fornecidos pela equipa responsável pelo plano como também foi aplicada a metodologia preconizada pelo ITE - *Institute of Transportation Engineers* (1997).

Esta metodologia consiste na aplicação de índices de geração de tráfego, em função dos usos de solo previstos, para situações horárias de ponta (horas de ponta da manhã e da tarde na rede viária envolvente e hora de ponta de sábado).

Deste modo, foram construídos 3 cenários, que seguidamente se apresentam, correspondentes à aplicação das taxas de geração do ITE:

- Rede Viária em Dia Útil
 - o Cenário 1 – situação para a hora de ponta da manhã (das 8h15 às 9h15);
 - o Cenário 2 - situação para a hora de ponta da tarde (das 18h15 às 19h15);
- Rede Viária ao Sábado
 - o Cenário 3 – situação para a hora de ponta (das 16h45 às 17h45);

No Quadros III são apresentados os índices de geração e respectiva repartição por Entradas/Saídas consideradas e no Quadro IV os valores correspondentes aos volumes de tráfego ligeiro gerados em cada um dos cenários.

Tipologias	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3			
	Índice de Geração	Distribuição		Índice de Geração	Distribuição		Índice de Geração	Distribuição		
		Entradas	Saídas		Entradas	Saídas		Entradas	Saídas	
Piscina	0,32 veic/100 m ²	46%	54%	4,63 veic/100 m ²	60%	40%	4,63 veic/100 m ²	60%	40%	
Barcos	0,08 veic/lugar	33%	67%	0,19 veic/lugar	60%	40%	0,35 veic/lugar	44%	56%	
Porto de recreio	Restauração/Comércio	0,99 veic/100 m ²	51%	49%	8,25 veic/100 m ²	51%	49%	11,9 veic/100 m ²	51%	49%
	Serviços	1,55 veic/100 m ²	89%	11%	1,44 veic/100 m ²	17%	83%	0,32 veic/100 m ²	54%	46%
Habitação		0,3 veic/fogo	25%	75%	0,38 veic/fogo	61%	39%	0,44 veic/fogo	67%	33%
Serviços/escritórios		1,55 veic/100 m ²	89%	11%	1,44 veic/100 m ²	17%	83%	0,32 veic/100 m ²	54%	46%
Hotel	Alojamento	0,56 veic/quarto	61%	39%	0,59 veic/quarto	53%	47%	0,72 veic/quarto	56%	44%
	Auditório	1,49 veic/100 m ²	93%	7%	1,4 veic/100 m ²	10%	90%	3,69 veic/100 m ²	63%	37%
Comércio		2,15 veic/100 m ²	51%	49%	8,46 veic/100 m ²	51%	49%	11,5 veic/100 m ²	51%	49%
Estação Comboio		0,02 veic/pass HP	80%	20%	0,01 veic/pass HP	54%	46%	0 veic/pass HP	56%	44%

Quadro III – Índices de geração e respectiva repartição.



Tipologias	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas
Piscina	9	10	164	109	164	109
Barcos	5	11	23	15	31	39
Porto de recreio						
Restauração/Comércio	50	48	420	404	607	583
Serviços	44	5	8	38	5	5
Habitação	26	79	82	52	104	51
Serviços/escritórios	345	43	61	299	43	37
Hotel						
Alojamento	34	22	31	28	18	14
Auditório	30	2	3	28	4	3
Comércio	38	37	151	145	205	197
Estação Comboio	22	6	8	6	2	1
Total	605	263	950	1 124	1 183	1 039

Quadro IV – Volumes de tráfego ligeiro gerado (u.v.l./h).

Observe-se que na geração não se encontra contabilizado o tráfego pesado uma vez que este tipo de veículos, em princípio, acederá à zona em estudo fora das horas de ponta.



5. AFECTAÇÃO DE TRÁFEGO

Para a afectação do tráfego gerado à rede viária foram utilizados os dados relativos à distribuição do tráfego constantes no “Estudo de Tráfego – Empreendimento Porto Cruz”, TIS, Setembro de 2002, apresentando-se no Quadro V os resultados obtidos para a repartição do tráfego pelas diferentes Origens/Destinos.

Zona	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas	Entradas	Saídas
Poente	195	173	683	281	711	405
Jamor	7	3	10	11	12	10
Nascente	400	87	247	832	450	624
Cruz Quebrada	3	0	10	0	12	0
Total	605	263	950	1124	1185	1039

Quadro V – Repartição do tráfego gerado.

Com base nos pressupostos anteriormente referidos e re-afectando o tráfego apurado nas intersecções existentes, foi possível afectar o tráfego à rede rodoviária “futura” (Figura 7). Observe-se que foram consideradas duas situações no que se refere à Av. Pierre de Couberlin (Este), nomeadamente com sentido único Este-Oeste ou com trânsito proibido devido à implementação de uma linha de eléctrico.

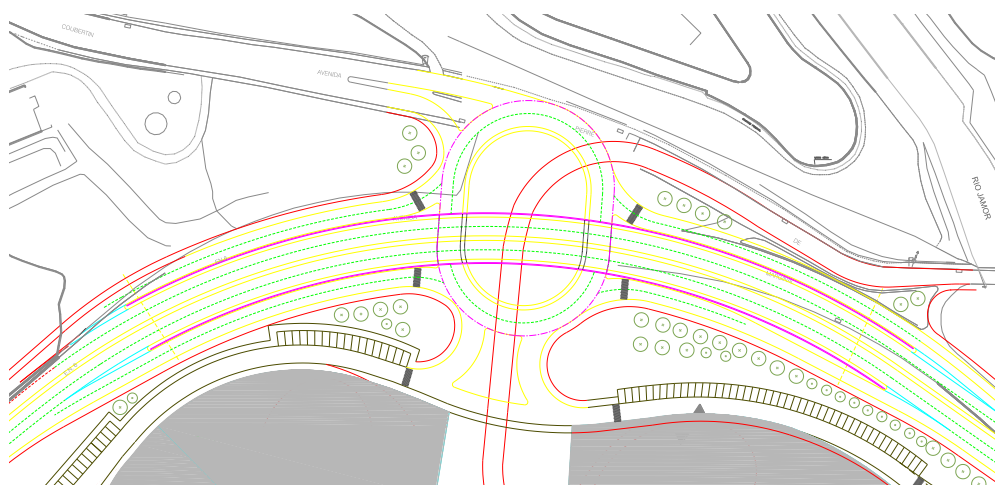


Figura 7 – Rede rodoviária em estudo



Tendo presente estas previsões de tráfego foi possível realizar uma análise de funcionamento das intersecções “críticas” e, assim, avaliar o impacto nas condições de circulação na zona envolvente. Observe-se que, face ao exposto anteriormente para a circulação na Av. Pierre de Coubertin (Este), considerou-se que o tráfego com destino ou com origem e destino para Linda-a-Velha seria “re-afectado” a Este da Av. Marginal, conforme as duas situações anteriormente descritas.



6. ANÁLISE DE FUNCIONAMENTO

Em função da rede definida foi efectuada uma análise das condições de circulação actuais (2009) e futuras (2014 a 2024), para cada um dos cenários anteriormente referidos, tendo por base as contagens direccionais realizadas e o tráfego gerado.

Será de observar que neste relatório apenas se contempla a situação mais desfavorável relativamente à rede rodoviária futura, nomeadamente a que corresponde ao fecho da Parte Nascente da Av. Pierre Couberlin ao tráfego automóvel e introdução de um canal "prioritário" destinado ao eléctrico.

A análise de funcionamento foi realizada com recurso à metodologia preconizada no *Highway Capacity Manual* (HCM), para o estudo das intersecções prioritárias, em plena via, nas rampas de entrada/saída e das intersecções controladas por sinais luminosos, sendo que neste segundo caso foi aplicado o Modelo de Webster para o cálculo dos atrasos médios. No que concerne às intersecções giratórias a mesma baseou-se na metodologia preconizada pelo *Transport Road and Research Laboratory* (TRL).

No caso das intersecções, a partir dos valores do atraso (d) calculado para cada movimento, isto é, da demora média de cada veículo inserido numa corrente de tráfego, foi determinado o Nível de Serviço (NS) associado, com base nos intervalos definidos no HCM. De notar que nas intersecções prioritárias o NS é somente calculado para os movimentos não prioritários.

No que concerne às futuras rampas de ligação, a análise de funcionamento foi efectuada com recurso a uma adaptação da metodologia preconizada no *Highway Capacity Manual* (HCM - EUA) para estradas vias múltiplas (auto-estradas), determinando-se o Nível de Serviço (NS) associado à Concentração (K) nas zonas de convergência e divergência. Para a análise em plena via (secção) o NS também é função da concentração.

No que se refere às intersecções giratórias, foi calculada a Capacidade máxima de entrada (Q [u.v.l./h]) e o Grau de saturação (GS [%]). Assim, para efectuar a referida análise de funcionamento, foi necessário identificar os débitos de entrada para cada um dos ramos (Q_e), bem como os débitos de conflito (Q_c) (fluxo de veículos que circulam na rotunda e, conseqüentemente, têm prioridade sobre os que se encontram nos ramos de acesso).



Nos sub-pontos seguintes encontra-se a análise efectuada para cada um dos elementos em estudo, expondo-se quadros resumos com os Níveis de Serviço estimados.

6.1 Situação actual

As análises de funcionamento da intersecção localizada na Av. Marginal, actualmente regulada por sinais luminosos¹, e dos entroncamentos prioritários situados na Av. Pierre Couberlin (Figura 8), foram efectuadas com recurso ao cálculo do atraso e, conseqüente, determinação do Nível de Serviço, como já referido, apresentando-se no Quadro VI os resultados obtidos.

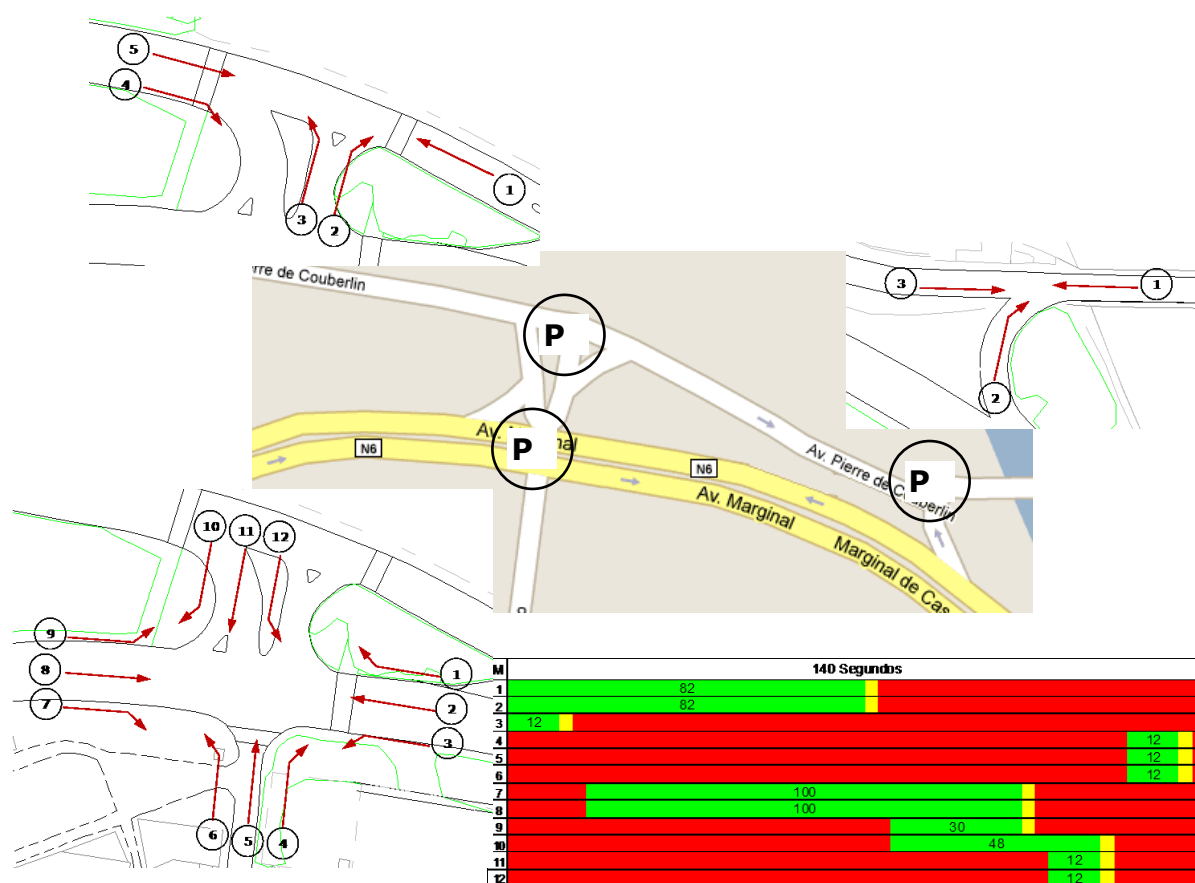


Figura 8 – Esquema das intersecções actuais

¹ Por observação *in situ* verificou-se que esta intersecção é semi-actuada, tendo-se utilizado para o cálculo os valores máximos dos tempos de verde observados *in loco* para cada uma das fases e, conseqüentemente, do ciclo, correspondentes aos períodos de ponta.



Posto	Movimento	Atraso (s)			Nível de Serviço		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
P1	Mov. 1						
	Mov. 2	28	47	27	C	D	C
	Mov. 3	69	68	68	E	E	E
	Mov. 4						
	Mov. 5	69	70	69	E	E	E
	Mov. 6						
	Mov. 7						
	Mov. 8	27	15	14	C	B	B
	Mov. 9	65	62	57	E	E	E
	Mov. 10	84	95	75	F	F	E
	Mov. 11	115	72	71	F	E	E
	Mov. 12						
P2	Mov. 1	-	-	-	-	-	-
	Mov. 2	69	34	16	F	D	C
	Mov. 3	57	57	16	F	F	C
	Mov. 4	-	-	-	-	-	-
	Mov. 5	-	-	-	-	-	-
P3	Mov. 1	-	-	-	-	-	-
	Mov. 2	31	16	12	D	C	B
	Mov. 3	-	-	-	-	-	-

Quadro VI – Níveis de Serviço actuais

De uma forma genérica, a análise dos Níveis de Serviço obtidas para as diferentes correntes de tráfego “não prioritárias” e nos períodos de ponta, permite concluir que a maior percentagem (60%) das correntes se encontram actualmente com NS E/E, correspondendo a situações de capacidade/congestionamento.

Observe-se que das intersecções analisadas apenas o entroncamento com a Av. Pierre Couberlin (P3) apresenta um bom desempenho em todos os cenários.

6.2 Situação Futura

A análise de funcionamento da rede futura apenas contemplou a infra-estrutura rodoviária imediatamente adjacente à área de implantação do Plano de Pormenor (Figura 9), conforme já referido, centrando-se na determinação dos Graus de Saturação e Níveis de Serviço nas seguintes intersecções/secções:



- Intersecção giratória (ramos A, B, C, D e E ou ramos A, B, C e D conforme a situação de referência no que se refere à circulação na Av. Pierre Couberlin - Este);
- Plena via da Avenida Marginal (S);
- Rampas de saída (D1 e D2);
- Rampas de entrada (M1 e M2).

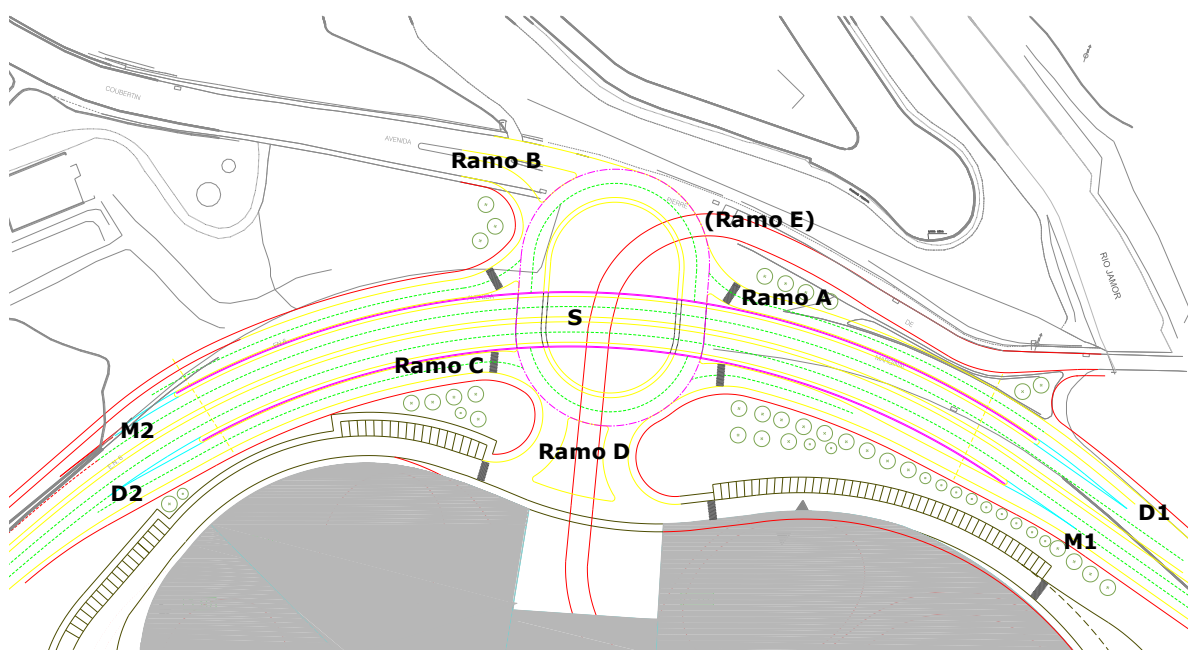


Figura 9 – Esquema da rede futura.

Relativamente à intersecção giratória, tendo presente a situação de referência em que na intersecção irão ser implementados sinais luminosos que encerram ao tráfego automóvel para a passagem do eléctrico, foram analisadas dois cenários “óptimos” de fecho de sinais luminosos, no que concerne ao tráfego automóvel, correspondentes à passagem do eléctrico (Hipótese 1) ou à passagem consecutiva de dois eléctricos em sentidos contrários (Hipótese 2), tendo por base os seguintes pressupostos:

A. Tráfego rodoviário

- Tempo de amarelo: 3 segundos;
- Tempo de limpeza (“tudo-vermelho”): 2 segundos;
- Tempo de “verde” mínimo: 8 segundos (valor mínimo a assegurar para a abertura dos sinais ao tráfego no Cenário 2);

B. Eléctrico



- Comprimento máximo dos veículos de eléctrico (l_v): 22 m;
- Velocidade nas intersecções: 20 Km/h;
- Tempo mínimo de frenagem: 3 s (considerando uma velocidade inicial de 20 km/h, uma desaceleração de emergência de $2,8 \text{ m/s}^2$ e um tempo de acção/reacção de 2 s);
- "Extensão" das intersecções (L).

Deste modo, foi possível estimar os tempos de "vermelho" máximos (r), incluindo o de amarelo, nos dois cenários para as 4 intersecções em análise a partir das expressões a seguir apresentadas.

- Hipótese 1:

$$r = \text{int}\left(3 + 2 + 3 + (l_v + L) \times \frac{3,6}{20}\right) + 1 = 15 \text{ s}$$

- Hipótese 2:

$$r = \text{int}\left(2 \cdot \left(3 + 2 + 3 + (l_v + L) \times \frac{3,6}{20}\right) + 8\right) + 1 = 37 \text{ s}$$

Para a "aplicação" destes tempos será necessário a colocação de sensores sob o canal "ferroviário", dois a montante a uma distância de cerca de 45 m ("8 segundos") e de 90 metros ("16 segundos") da "linha de paragem", este último a funcionar em conjunto com um sensor de "confirmação" de limpeza das intersecções, localizado imediatamente a jusante das mesmas.

Assim, tendo presente que na rotunda irão ser instalados sinais luminosos que encerram a passagem ao tráfego automóvel para a passagem do eléctrico, o grau de saturação calculado pelo método TRL foi corrigido tendo presente os tempos de ciclo (C) e de vermelho (r) "estimados"². Observe-se que o cálculo assim efectuado corresponde à situação mais desfavorável uma vez que apenas os movimentos dos veículos provenientes do Ramo A é que são totalmente bloqueados.

² Foram considerados 2 tempos de ciclo de 600 e 300 segundos, referentes ao intervalo de passagem ente veículos (10 minutos) e a metade deste (5 minutos), aos quais se fez corresponder os tempos de vermelho de 37 e 15 segundos, respectivamente, correspondendo a passagens consecutivas de 2 veículos, em sentidos opostos, e a passagens isoladas de um veículo.



Nos dois sub-pontos seguintes apresentam-se os quadros com a análise efectuada, reflectida pelo Grau de Saturação, para a intersecção giratória, e Nível de Serviço, no caso das rampas de entrada /saída e secção, para os anos 2014 (Base), 2019 (Intermédio) e 2024 (Horizonte).

6.2.1 Situação Referência: sentido único na Av. Pierre Couberlin -Este

Intersecção Giratória

Cenário 1		2014			
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	422	880	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1428	30%
B	1055	639	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1421	74%
C	905	1098	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1334	68%
D	279	1374	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1139	25%
E	561	969	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1512	37%

		2019			
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	424	938	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1394	30%
B	1141	645	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1418	80%
C	964	1155	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1299	74%
D	280	1488	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1074	26%
E	607	1002	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1491	41%

		2024			
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	425	993	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1362	31%
B	1223	650	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1415	86%
C	1019	1209	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1267	80%
D	282	1595	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1013	28%
E	651	1033	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1472	44%

Quadro VII – Graus de saturação da intersecção giratória (hora de ponta da manhã)



Cenário 2		2014			
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	295	853	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1444	20%
B	564	607	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1438	39%
C	1259	333	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1794	70%
D	1175	627	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1566	75%
E	632	919	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1544	41%

2019					
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	299	899	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1417	21%
B	609	614	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1434	42%
C	1306	339	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1790	73%
D	1179	679	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1536	77%
E	683	950	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1524	45%

2024					
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	303	943	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1392	22%
B	653	620	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1431	46%
C	1351	345	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1786	76%
D	1183	728	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1508	78%
E	732	979	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1506	49%

Quadro VIII – Graus de saturação da intersecção giratória (hora de ponta da tarde)

Cenário 3		2014			
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	455	657	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1559	29%
B	306	892	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1282	24%
C	962	522	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1680	57%
D	1068	297	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1755	61%
E	282	1017	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1482	19%

2019					
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	299	899	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1417	21%
B	609	614	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1434	42%
C	1306	339	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1790	73%
D	1179	679	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1536	77%
E	683	950	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1524	45%

2024					
Ramos	Q_{entrada}	Q_{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS
A	455	695	0,9508*(2045-0,6168*Q _C)	1537	30%
B	353	898	0,9212*(1923-0,5957*Q _C)	1278	28%
C	1002	532	0,9751*(2045-0,6168*Q _C)	1674	60%
D	1072	345	0,9074*(2121-0,6300*Q _C)	1728	62%
E	325	1042	1,0011*(2121-0,6300*Q _C)	1466	22%

Quadro IX – Graus de saturação da intersecção giratória (ponta de fim-de-semana)



Secções

		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	D1	10	16	11	11	17	11	12	18	12
	D2	18	12	9	19	13	10	20	14	10
NS	D1	B	C	B	B	C	B	C	D	B
	D2	D	B	B	D	C	B	D	C	B

Quadro X – Níveis de Serviço nas rampas de saída

		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	M1	18	12	10	20	13	10	21	13	11
	M2	9	16	10	10	17	10	11	18	11
NS	M1	D	B	B	D	C	B	D	C	B
	M2	B	C	B	B	C	B	B	D	B

Quadro XI – Níveis de Serviço nas rampas de entrada

		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	N-P	10	18	9	10	20	10	11	21	11
	P-N	21	10	8	23	11	8	24	12	9
NS	N-P	B	D	B	B	D	B	B	D	B
	P-N	D	B	B	E	B	B	E	C	B

Quadro XII – Níveis de Serviço em secção



6.2.2 Situação Referência: trânsito proibido na Av. Pierre Couberlin -Este

Intersecção Giratória

Cenário 1		2014					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	425	824	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1461	29%	31%	31%
B	1055	586	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1450	73%	78%	77%
C	849	1101	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1332	64%	68%	67%
D	279	1319	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1171	24%	25%	25%

		2019					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	427	878	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1429	30%	32%	31%
B	1141	587	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1449	79%	84%	83%
C	903	1158	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1297	70%	74%	73%
D	280	1428	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1108	25%	27%	27%

		2024					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	428	928	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1400	31%	33%	32%
B	1223	588	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1449	84%	90%	89%
C	954	1212	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1265	75%	80%	79%
D	282	1530	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1050	27%	29%	28%

Quadro XIII – Graus de saturação da intersecção giratória (hora de ponta da manhã)

Cenário 2		2014					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	305	790	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1481	21%	22%	22%
B	564	555	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1467	38%	41%	40%
C	1196	343	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1788	67%	71%	70%
D	1175	565	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1601	73%	78%	77%

		2019					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	309	832	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1457	21%	23%	22%
B	609	557	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1466	42%	44%	44%
C	1239	349	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1784	69%	74%	73%
D	1179	612	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1575	75%	80%	79%

		2024					
Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	313	870	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1434	22%	23%	23%
B	653	558	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1465	45%	47%	47%
C	1279	355	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1780	72%	77%	76%
D	1183	656	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1549	76%	81%	80%

Quadro XIV – Graus de saturação da intersecção giratória (hora de ponta da tarde)



Cenário 3

2014

Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	467	630	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1575	30%	32%	31%
B	306	877	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1290	24%	25%	25%
C	935	534	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1673	56%	60%	59%
D	1068	270	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1770	60%	64%	63%

2019

Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	467	647	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1565	30%	32%	31%
B	330	878	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1289	26%	27%	27%
C	953	539	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1670	57%	61%	60%
D	1070	292	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1757	61%	65%	64%

2024

Ramos	Q _{entrada}	Q _{conflito}	Capacidade e Geométrica	Q	GS	Hip. 1	Hip. 2
A	467	664	0,9508*(2045-0,6168*Qc)	1555	30%	32%	32%
B	353	879	0,9212*(1923-0,5957*Qc)	1289	27%	29%	29%
C	971	544	0,9751*(2045-0,6168*Qc)	1667	58%	62%	61%
D	1072	313	0,9074*(2121-0,6300*Qc)	1745	61%	65%	65%

Quadro XV – Graus de saturação da intersecção giratória (ponta de fim-de-semana)

Secções

		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	D1	11	16	11	11	17	11	12	18	12
	D2	17	12	9	19	13	9	20	13	10
NS	D1	B	C	B	B	C	B	C	D	B
	D2	C	B	B	D	C	B	D	C	B

Quadro XVI – Níveis de Serviço nas rampas de saída

		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	M1	18	12	10	20	13	10	21	13	11
	M2	9	16	10	10	17	10	11	18	11
NS	M1	D	C	B	D	C	B	D	C	B
	M2	B	C	B	B	C	B	B	D	B

Quadro XVII – Níveis de Serviço nas rampas de entrada



		2014			2019			2024		
		Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
K	N-P	10	18	9	10	20	10	11	21	11
	P-N	21	10	8	23	11	8	24	12	9
NS	N-P	B	D	B	B	D	B	B	D	B
	P-N	D	B	B	E	B	B	E	C	B

Quadro XVIII – Níveis de Serviço em secção

6.3 Síntese

De uma forma genérica, a observação dos resultados obtidos (situação actual vs situação futura) permite concluir que o desenvolvimento do Plano e, conseqüente, reformulação do “nó” de acesso contribuirá para uma melhoria do funcionamento da rede rodoviária na área adjacente ao mesmo, em todos os cenários e referências analisadas. De facto, face aos cálculos efectuados estima-se que as actuais situações de congestionamento verificadas nas intersecções (NS F) não se verificarão no futuro.

Após uma análise comparativa dos quadros apresentados anteriormente (situações de referência) pode-se salientar, relativamente a cada uma das intersecções/secções analisadas, o seguinte:

- Intersecção giratória: apresenta um bom desempenho em todo o período de análise e hipóteses analisadas sendo no entanto de referir que a sua capacidade prática (GS=85/90%) é atingida no ano horizonte (2024) para o Ramo B; no entanto, observa-se que esta situação poderá ser resolvida com a rectificação da Av. Pierre Couberlin (Oeste);
- Rampas de entrada/saída: apresentam um bom desempenho em todo o período de análise (NS máximo de D)
- Secção: embora o NS E seja atingido no ano de 2019 ainda se apresenta com alguma reserva de capacidade.



7. CIRCULAÇÃO E ESTACIONAMENTO

Na área do plano está prevista a construção 141 lugares de estacionamento na via pública e 75 210 m² de área destinada a estacionamento automóvel em estrutura edificada o que corresponderá a aproximadamente 2 508 lugares. No Quadro XIX apresenta-se a distribuição de lugares por edifício, identificando-se na Figura 10 a localização dos lotes.

Lote	Uso	Tipo	Área (m ²)	Lugares (un.)
1	Serviços	Privado	17 000	567
2	Hotel/auditório	Privado	4 600	153
3	Comércio	Público	5 300	177
4	Habitação	Privado	14 320	477
5	Habitação	Privado	8 770	293
6	Estacionamento	Público	4 770	159
8-A1	Comércio/Estacionamento	Público	20 450	682

Quadro XIX – Níveis de Serviço em secção

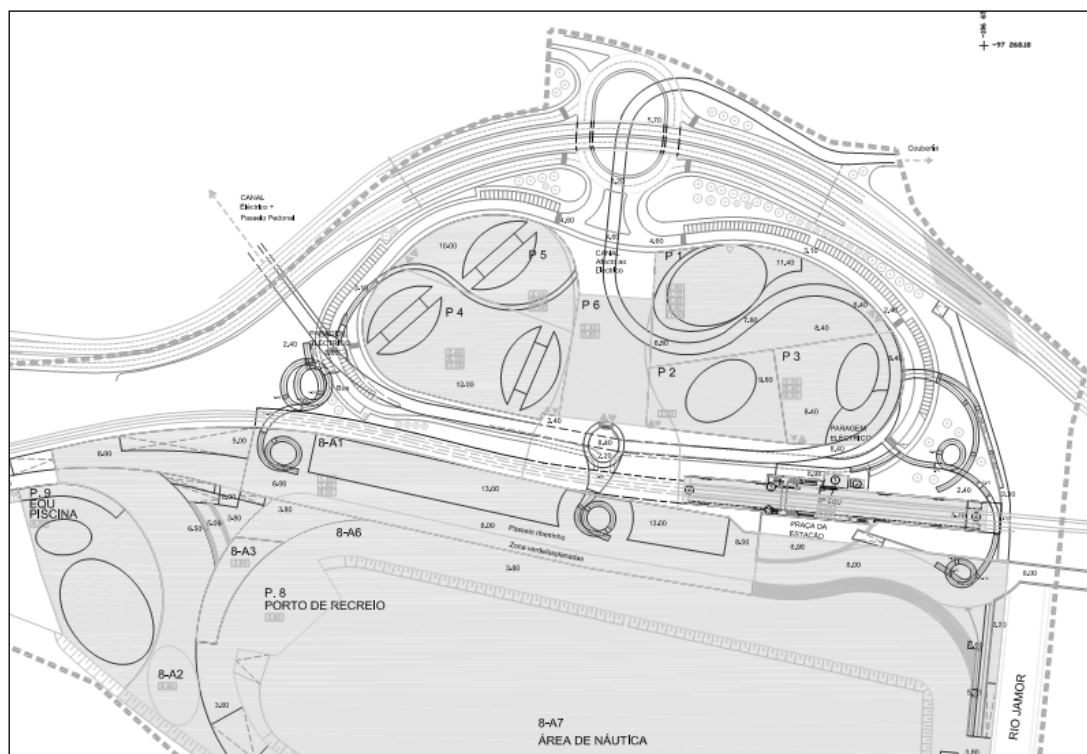




Figura 10 – Localização dos lotes

Para o dimensionamento do estacionamento, teve-se presente as Portarias n.º 216-B/2008, de 3 de Março e n.º 327/2008, de 28 de Abril, que impõem a construção de um número mínimo de lugares de estacionamento, função do uso previsto e área de construção, apresentando-se no Quadro XX o número de lugares de estacionamento exigido.

Uso	Portarias n.º 216-B/2008 e n.º 327/2008		
	Índice	E. Privado (un)	E. Público (un)
Habitação	2 lg/fogo para a.m.f entre 120 e 300 m ² acrescido de 20% para estacionamento público	700	140
Serviços	3 lg/100 m ² para a.c.serv. < 500 m ² acrescido de 30% para estacionamento público	750	225
Comércio	1 lg/30 m ² para a.c.com. < 1000 m ² 1 lg/25 m ² para a.c.serv. entre 1000 e 2500 m ²	113	-
Serviços	3 lg/100 m ² para a.c.serv. < 500 m ² acrescido de 30% para estacionamento público	95	28
Comércio	1 lg/30 m ² para a.c.com. < 1000 m ² 1 lg/25 m ² para a.c.serv. entre 1000 e 2500 m ²	333	-
Estabelecimento hoteleiro	1 lg/5 quartos	20	-

Quadro XX - Estacionamento requerido

Os requisitos relativos ao número mínimo de lugares de estacionamento no Plano Director Municipal, de 1994, e em processo de revisão, são inferiores aos acima indicados (1 lg/80 m² em habitação, 1 lg/35 m² em comércio e 1 lg/50 m² em serviços).

Embora não exista uma correspondência directa entre o número de lugares exigidos e oferecidos por lote, em termos globais a oferta de estacionamento corresponde ao exigido. De facto, o número de lugares previstos de 2 649 supera o exigido de 2384 lugares. Por outro lado será de salientar a boa acessibilidade à área por transporte público, nomeadamente comboio e eléctrico.



Relativamente ao acesso ao estacionamento e inerente rede rodoviária, definiu-se na área do plano de pormenor uma circulação automóvel através de uma via circular com duas vias, exterior à grande maioria dos edifícios previstos, com sentido único, que assegura o acesso aos edifícios, evitando deste modo conflitos no nó de acesso localizado na rede rodoviária principal.

A entrada e saída da área é realizada através do ramo D da rotunda, situada a norte, com a Av. Pierre Couberlin e a Av. Marginal. Os edifícios previstos nos lotes 8 e 9, situados a sul da linha férrea, são acessíveis por uma passagem inferior, já existente actualmente, que será alargada.

Na Figura 11 são identificados os sentidos de circulação nas vias interiores. O acesso de veículos pesados à zona da marina é realizada por um acesso a Este através de uma passagem superior a construir sobre o rio Jamor.

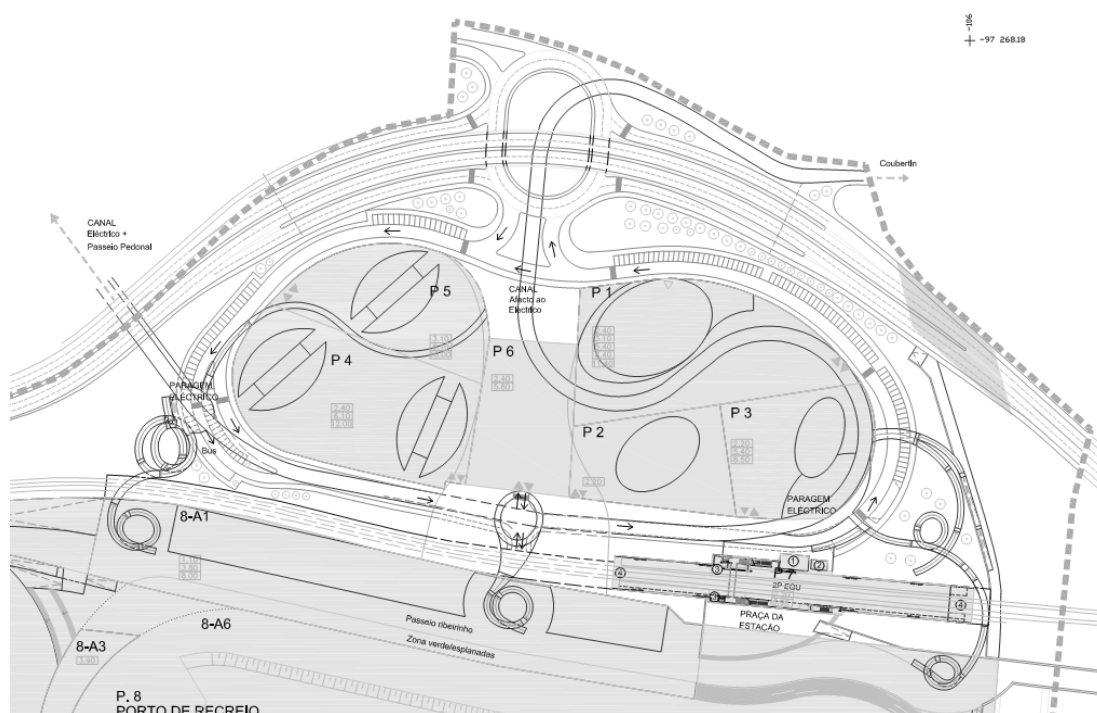


Figura 11 – Circulação no interior da área do plano



8. CONCLUSÕES

Com o presente estudo pretendeu-se avaliar o acréscimo de tráfego rodoviário originado pela concretização do Plano de Pormenor – Margem Direita da Foz do rio Jamor, localizado à margem da Estrada Nacional 6 (EN 6), e o consequente impacto na circulação face à afectação induzida aos fluxos já existentes na infra-estrutura rodoviária imediatamente adjacente.

Com o objectivo de caracterizar a carga de tráfego existente na rede rodoviária foram realizadas contagens de tráfego durante os períodos de ponta (das 07H30 às 10H30 e das 16h30 às 19h30, num dia útil, e das 16h00 às 20h00, num Sábado).

O tráfego gerado foi obtido com recurso a índices específicos patentes na metodologia preconizada pelo ITE - *Institute of Transportation Engineers* (1997).

Conhecida a procura actual, e identificadas as horas de ponta foram efectuadas previsões da procura futura para os anos base (2014), intermédio (2019) e horizonte (2024).

Conhecendo a carga futura, bem como o tráfego gerado, foi possível efectuar análises de funcionamento das intersecções para todos os cenários e anos considerados. Estas análises foram efectuadas com base em Metodologias Internacionais usualmente empregues neste tipo de estudos.

Com base nos volumes de tráfego obtidos, e na análise de funcionamento efectuada retiraram-se como principais as seguintes conclusões:

- I. Actualmente as correntes de tráfego nas intersecções da rede rodoviária imediatamente adjacente encontram-se num regime saturado;
- II. A reformulação da rede rodoviária face à “implementação” do Plano de Pormenor permitirá uma maior fluidez local relativamente à situação actual; no entanto, será de observar que em certos pontos a rede atingirá a sua capacidade prática;
- III. A circulação interior ao Plano e o acesso ao estacionamento foi desenhada de modo a evitar conflitos que afectem a rede rodoviária principal;
- IV. O número de lugares públicos e privados de estacionamento considerado assegurará as necessidades previstas:



-
- V. A via interior ao Plano para acesso aos diferentes lotes, definida com duas vias em sentido único assegurará uma boa capacidade de circulação, face aos fluxos de tráfego estimados.

Em conclusão, julga-se que o impacto decorrente do desenvolvimento do Plano de Pormenor não será significativo, uma vez que em ambientes urbanos a infra-estrutura rodoviária funciona, globalmente e nos períodos de ponta, na sua capacidade.

Porto, Março 2011

Eng. José Pedro Tavares