



Projeto

Mestrado em Engenharia Civil – Construções Civas

***Reformulação da Interseção Giratória no Largo 25 de
Abril, em Pombal***

Ana Rita Gonçalves Freire

Leiria, *setembro* de 2013



Projeto

Mestrado em Engenharia Civil – Construções Civas

***Reformulação da Interseção Giratória no Largo 25 de
Abril, em Pombal***

Ana Rita Gonçalves Freire

Projeto de Mestrado realizado sob a orientação do Doutor João Pedro Cruz da Silva, Professor Adjunto da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria

Leiria, *setembro* de 2013

Agradecimentos

Quero expressar o meu sincero reconhecimento a todos os que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

Ao orientador, Professor Doutor João Pedro Cruz da Silva, por ter aceite este desafio e pela infinita paciência que teve para comigo;

À Câmara Municipal de Pombal pelos elementos e informações disponibilizadas;

Ao escritório de advogados que tão prontamente se manifestou na disponibilização das suas instalações para a realização da recolha de dados;

Aos amigos e conhecidos que disponibilizaram tempo, materiais e equipamentos para que todo o trabalho pudesse ser realizado.

O meu muito obrigado e um grande bem-haja a todos!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

O Largo 25 de Abril é um centro polarizador e essencial na cidade de Pombal, contudo, apresenta alguns problemas, quer ao nível do tráfego automóvel quer em termos de mobilidade pedonal, apresentando diversos conflitos e filas de espera no atravessamento daquele ponto da cidade. Neste âmbito, este estudo pretende contribuir para a identificação dos problemas de funcionamento daquele Largo, contribuindo para um melhor entendimento da situação existente, bem como a apresentação de uma solução que possa, caso seja implementada, melhorar significativamente a situação existente, quer ao nível rodoviário, como pedonal.

Assim, é efetuada a recolha bibliográfica nas áreas do tema em análise, bem como o reconhecimento de trabalhos e estudos existentes que afetem de alguma forma a circulação pedonal e/ou rodoviária naquele largo, sendo igualmente apresentados resultados da recolha de dados efetuada com o intuito de fundamentar possíveis soluções de melhoria do espaço em estudo. É feita a caracterização da situação atual do Largo, abordando o seu enquadramento e o seu funcionamento, bem como a sua caracterização física, onde são, entre outros, apresentados os valores dos parâmetros geométricos associados à rotunda, a capacidade das suas entradas e o nível de serviço associado aos movimentos pedonais.

Para a solução apresentada, onde se propõe a manutenção do tipo de interseção já existente (rotunda), são apresentados os parâmetros geométricos adotados, bem como calculada a capacidade nas respetivas entradas, quer para o volume de tráfego atual como para o horizonte de projeto. São também identificados diversos outros elementos, entre os quais, a sinalização horizontal e vertical ou o mobiliário e equipamento urbanos.

Palavras-chave:

Rotunda, Recolha de dados, Capacidade, Mobilidade pedonal, Zona urbana consolidada.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

Largo 25 de Abril is an essential and polarizing center in the city of Pombal. However, it has some traffic and pedestrian mobility problems, with many conflicts and queues crossing that point of the city. In this context, this study aims to contribute to the identification of the underlying reasons for the problems of that square, leading to a better understanding of the actual situation, as well as presenting a solution that can, if implemented, significantly improve both at the road as well as a pedestrian level.

Therefore, a bibliographical review is done in the subject areas, as well as a collection of previous studies and papers of pedestrian and road circulation at that square. The results of the data collection performed in order to justify possible solutions to improve the square under study are also presented. A characterization of the current situation of the square, is done addressing its urban features, its functioning, as well as its physical characterization. Among others, the values of the geometric parameters related its design features, the capacity of its entries and the level of service associated with pedestrian movements are presented.

For the solution proposed, which suggests the use of the existing type of intersection (roundabout) although with some important adjustments, the geometric parameters adopted, as well as the capacity in the respective entries for either the current traffic volume as for the project horizon are explained. Several other relevant elements, including the traffic signals or the urban furniture and equipment are also presented.

Key-words:

Roundabout, Data collection, Capacity, Pedestrian facilities, Consolidated urban area.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de figuras

Figura 1: Principais características geométricas de uma interseção giratória	10
Figura 2: Modelos de previsão de capacidade em rotundas	13
Figura 3: Parâmetros geométricos associados às rotundas, necessários ao cálculo da capacidade das entradas (pelo modelo do TRL e da FCTUC)	15
Figura 4: Fases das obras do Projeto Integrado de Valorização do Centro Histórico de Pombal....	19
Figura 5: Loteamento “Cegonhas do Arunca”	20
Figura 6: Identificação do local de intervenção	21
Figura 7: Manchas de ocupação urbana	22
Figura 8: Exemplos de sinalização de direção existente no Largo 25 de Abril.....	22
Figura 9: Tipologia de usos mais significativa na cidade.....	23
Figura 10: Identificação das vias de circulação existentes e identificação dos pontos de ligação Este/Oeste da cidade	24
Figura 11: a) Passadeira localizada numa das saídas da rotunda; b) Zona de estacionamento e passadeira localizados no interior da rotunda.....	25
Figura 12: a) Acumulação de tráfego no interior da rotunda devido ao semáforo localizado no Ramo 5; b) Paragem indevida de veículos no interior da rotunda	25
Figura 13: Exemplos de transição passeio / passadeira existentes	26
Figura 14: Nome das ruas e sentidos de circulação nos ramos da rotunda do Largo 25 de Abril ...	26
Figura 15: Rotunda do Largo 25 de Abril.....	29
Figura 16: Ilha central da rotunda do Largo 25 de Abril	30
Figura 17: Polígonos formados pelas diretrizes dos ramos afluentes à rotunda.....	30
Figura 18: Ilhéus separadores existentes.....	32
Figura 19: Exemplo de utilização do anel de circulação.....	33
Figura 20: Critério da Visibilidade de Aproximação nas diversas entradas	34
Figura 21: Vista dos ramos onde não é garantido o critério da Visibilidade de Aproximação	35
Figura 22: Deflexões dos movimentos, associadas a diversas trajetórias de atravessamento	36
Figura 23: Localização dos candeeiros de iluminação pública existentes.....	37
Figura 24: Exemplos de luminárias existentes no Largo 25 de Abril.....	37
Figura 25: Iluminação noturna	38
Figura 26: Identificação da sinalização horizontal existente.....	39

Figura 27: Exemplos de marcas rodoviárias em mau estado.....	40
Figura 28: Exemplos de sinalização vertical existente	41
Figura 29: Identificação das passadeiras existentes	42
Figura 30: Exemplos de passadeiras existentes	42
Figura 31: Exemplo da largura exígua de alguns passeios	43
Figura 32: Exemplos da ocupação de passeios e dos desníveis entre o passeio e a passadeira	43
Figura 33: Passadeiras fora do trajeto preferencial dos peões (Ramos 3 e 4), associadas a um passeio com largura diminuta.....	44
Figura 34: Localização das bolsas de estacionamento.....	45
Figura 35: Exemplos de bolsas de estacionamento associadas à rotunda	45
Figura 36: Exemplos de estacionamento indevido na rotunda.....	46
Figura 37: Pontos de conflito rodoviários associados à circulação na rotunda	47
Figura 38: Exemplos de mobiliário / equipamentos urbanos existentes.....	49
Figura 39: Exemplos de deficiências no pavimento do anel de circulação	49
Figura 40: Identificação das sarjetas e sumidouros existentes.....	50
Figura 41: Exemplos de sumidouros existentes.....	50
Figura 42: Exemplo de escorrências sobre o anel de circulação, resultantes da rega da ilha central	51
Figura 43: Indicador de ruído diurno/entardecer/noturno (Lden)	51
Figura 44: Indicador de ruído noturno (Ln).....	52
Figura 45: Localização das câmaras de filmar	54
Figura 46: Folha de contagem de tráfego utilizada.....	55
Figura 47: Exemplos dos diversos veículos que circulam na rotunda.....	56
Figura 48: Percentagem de veículos que entram na rotunda, por ramo de entrada	58
Figura 49: Percentagem de veículos que saem na rotunda, por ramo de saída.....	58
Figura 50: Identificação do local de medição do Nível de Serviço dos peões.....	60
Figura 51: Exemplo de filas de espera.....	63
Figura 52: Área de intervenção “base”	71
Figura 53: Valores da procura, atuais e no ano horizonte (uve/h)	73
Figura 54: Solução prévia	75
Figura 55: Algumas hipóteses iniciais.....	76
Figura 56: Solução adotada	79
Figura 57: Deflexão dos movimentos de atravessamento.....	82
Figura 58: Sinalização horizontal prevista.....	92
Figura 59: Sinais de direção associados a cada ramo.....	94
Figura 60: Comparação da situação existente com a solução proposta.....	98

Índice de tabelas

Tabela 1: Relação nome da rua / ramo da rotunda	27
Tabela 2: Caracterização dos ramos da rotunda	28
Tabela 3: Alguns parâmetros geométricos das entradas da rotunda	32
Tabela 4: Largura efetiva e raio das saídas	33
Tabela 5: Iluminância nos ramos da rotunda e/ou nas passarelas existentes.....	38
Tabela 6: Classificação de veículos e respectivos coeficientes de conversão	57
Tabela 7: Matriz direcional de tráfego na interseção giratória, em uve/hora.....	57
Tabela 8: Tráfego conflituante nas diferentes entradas (uve/h)	59
Tabela 9: Valores dos parâmetros geométricos da rotunda e das suas entradas	62
Tabela 10: Capacidade de cada entrada (uve/h), pelos métodos do TRL, da FCTUC e do HCM 2000	63
Tabela 11: Atraso médio por veículo e estimativa do comprimento das filas de espera nas diversas entradas	65
Tabela 12: Proposta prévia para a largura dos passeios e conseqüente largura da faixa de rodagem	72
Tabela 13: Tráfego no ano horizonte (uve/h)	73
Tabela 14: Largura e raio das saídas	78
Tabela 15: Valores dos parâmetros geométricos da rotunda nas diferentes entradas.....	79
Tabela 16: Capacidade de cada entrada para o volume de tráfego atual (uve/h)	80
Tabela 17: Capacidade de cada entrada, para o tráfego no ano horizonte (uve/h), para a situação existente.....	81
Tabela 18: Capacidade de cada entrada, para o tráfego no ano horizonte (uve/h), para a solução proposta	81
Tabela 19: Quadro resumo, com identificação do volume de tráfego e da capacidade de cada entrada, para o tráfego atual e no ano horizonte (uve/h), para a situação existente e para a solução proposta.....	82

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de siglas

ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária

CMP – Câmara Municipal de Pombal

CTT – Correios de Portugal, S. A.

EP – Estradas de Portugal, S. A.

IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I. P.

InIR – Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, I. P.

POMBUS – Transportes Urbanos de Pombal

PSP – Polícia de Segurança Pública

PT – Portugal Telecom

CE – Código da Estrada

RST – Regulamento de Sinalização de Trânsito

BIP – Braço de Iluminação Pública

DCI – Diâmetro do Círculo Inscrito

DP – Distância de Visibilidade de Paragem

Lden – Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno

Ln – Indicador de ruído noturno

LED – *Light emitting diode* (Díodo Emissor de Luz)

MT – Veículos Motorizados

OV – Outros Veículos

VL – Veículos Ligeiros

VP – Veículos Pesados

uve ou uvle – Unidades de veículos ligeiros equivalentes

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice geral

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xi
Lista de siglas.....	xiii
Índice geral	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	2
1.4. Organização do trabalho de projeto	4
2. Revisão da literatura	7
2.1. Interseções tipo rotunda.....	7
2.1.1. Geometria	10
2.1.2. Capacidade	12
2.1.2.1. Método do TRL.....	14
2.1.2.2. Método da FCTUC	15
2.1.2.3. Método do HCM 2000.....	16
2.2. Largos urbanos centrais	16
2.3. Movimentos pedonais.....	17
2.4. Estudos anteriores.....	18
3. Caracterização da situação atual do Largo 25 de Abril.....	21
3.1. Enquadramento.....	21
3.2. Funcionamento atual	23
3.3. Caracterização física.....	26
3.3.1. Características geométricas	28
3.3.1.1. Ilha central.....	29
3.3.1.2. Disposição dos ramos afluentes	31
3.3.1.3. Dimensionamento das entradas	31
3.3.1.4. Anel de circulação	33
3.3.1.5. Saídas.....	33
3.3.1.6. Critérios de visibilidade	34
3.3.1.7. Deflexão de movimentos	36
3.3.2. Iluminação pública	36

3.3.3.	Sinalização de trânsito.....	38
3.3.3.1.	Horizontal (Marcas rodoviárias).....	39
3.3.3.2.	Vertical	40
3.3.4.	Infraestrutura pedonal.....	41
3.3.5.	Estacionamento.....	44
3.3.6.	Pontos de conflito	46
3.3.7.	Sinistralidade.....	47
3.3.8.	Mobiliário / Equipamento urbano	48
3.3.9.	Pavimento	49
3.3.10.	Drenagem superficial	50
3.3.11.	Ruído	51
3.4.	Recolha de dados de tráfego.....	52
3.4.1.	Informação recolhida	55
3.4.2.	Movimentos pedonais.....	59
3.5.	Capacidade atual da interseção	61
3.6.	Atrasos e filas de espera.....	64
4.	Propostas de melhoria	67
4.1.	Oportunidades / Ameaças.....	68
4.2.	Estratégia apontada	69
4.3.	Considerações prévias.....	71
4.4.	Soluções iniciais.....	75
4.5.	Solução proposta.....	76
4.5.1.	Solução adotada.....	76
4.5.1.1.	Geometria da interseção.....	76
4.5.2.	Avaliação dos níveis de capacidade	80
4.5.3.	Verificação da canalização e deflexão dos movimentos, da consistência da velocidade e dos critérios de visibilidade.....	82
4.5.4.	Infraestrutura pedonal e Mobiliário / Equipamento urbano	83
4.5.5.	Estacionamento público.....	86
4.5.6.	Iluminação pública	87
4.5.7.	Sinalização de trânsito.....	88
4.5.7.1.	Marcas rodoviárias	88
4.5.7.2.	Sinalização vertical	92
4.5.8.	Situação existente / Solução proposta.....	98
5.	Conclusões e Perspetivas Futuras	99
	Bibliografia	101
	Anexos.....	105
	Anexo I – Planta com a caracterização da área de intervenção – Largo de 25 de Abril	107
	Anexo II – Planta com a caracterização da solução proposta.....	111
	Glossário.....	115

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Pombal é uma cidade com cerca de 17000 habitantes que se situa na zona centro do país, entre Coimbra e Leiria. Em termos de acessibilidades tem condições particularmente favoráveis dado que é atravessada pelo IC2 (EN1), tem um acesso à autoestrada IP1 (A1) bastante próxima e tem igualmente uma estação de comboios na linha mais importante do país, a Linha do Norte.

No que concerne ao seu desenvolvimento urbano, Pombal tem tido uma evolução similar à de outras cidades do litoral do país. Nessa conformidade a cidade tem visto a sua população aumentar nas últimas décadas como resultado de uma migração das populações das aldeias vizinhas para a cidade. Este aumento populacional associado ao aumento da taxa de motorização e conseqüente acréscimo na utilização do transporte individual, cria uma pressão sobre o sistema viário para a qual este não foi dimensionado. Neste contexto a gestão da mobilidade, particularmente nos centros urbanos é uma tarefa prioritária e que deve ser abordada numa perspetiva multidisciplinar. Assim, a mobilidade deve ser encarada como um todo, devendo ser adotadas estratégias que promovam uma mobilidade sustentável melhorando, deste modo, a qualidade dos espaços urbanos.

O Largo 25 de Abril foi o local selecionado para o desenvolvimento deste caso de estudo. Localiza-se numa zona urbana consolidada da cidade de Pombal, atualmente sujeita a um volume de tráfego elevado. Constitui um ponto essencial na passagem da zona Este (comércio e serviços) para a zona Oeste da cidade (indústria e armazéns), separadas, quer pela Linha do Norte, quer pelo IC2 (EN1) e ainda pelo rio Arunca. É também ali que todas as ruas convergem, de forma radial, para um centro, a rotunda do Largo 25 de Abril.

Assim, a circulação rodoviária e pedonal na cidade de Pombal, mais especificamente nesta zona central, manifesta diversas dificuldades, nomeadamente em “hora de ponta” e em “dias de mercado”, surgindo assim a questão basilar a este estudo: “O que fazer para melhorar a situação do tráfego automóvel e pedonal do centro da cidade de Pombal, mais

concretamente no Largo 25 de Abril?''.

Surgiu, assim como outros estudos existentes, com o propósito de propor soluções para melhorar as condições de circulação automóvel no Largo 25 de Abril, assumindo, no contexto atual, particular importância, quer sob o ponto de vista da segurança rodoviária, quer sob o ponto de vista das condições de escoamento, sempre sem descurar a importância que a circulação pedonal e a vivência urbana assumem naquele local.

1.2. Objetivos

Identificada a problemática associada ao local, há a necessidade de definir objetivos, pelo que este estudo surge com o propósito de assegurar condições fluídas de circulação no Largo 25 de Abril, pretendendo-se otimizar o funcionamento da praça, melhorando, não só, as condições de circulação, rodoviária e pedonal, em termos de capacidade e segurança e, bem assim, melhorar a qualidade do espaço urbano.

1.3. Metodologia

Tendo por base os objetivos preconizados, pressupõem-se algumas etapas de trabalho distintas.

Assim, inicia-se com uma breve caracterização do Largo 25 de Abril, onde é realizado o enquadramento desta praça na cidade, seguido da caracterização física e funcional da mesma, realçando-se algumas características associadas aos ramos que constituem a rotunda, bem como o tipo de veículos que circula na praça, a sinalização vertical e horizontal existente e o sistema pedonal da interseção.

Descreve-se a recolha de dados efetuada, sendo abordada a metodologia utilizada e qual a necessidade da sua execução. Com base nessa recolha, apresentam-se os dados obtidos da contagem de tráfego para o volume de tráfego direcional, para o volume que entra e para o

que sai da rotunda e ainda para o tráfego conflitante, necessários ao cálculo da capacidade nas diversas entradas da rotunda.

São identificados alguns métodos existentes para o cálculo da capacidade das interseções giratórias, com a finalidade da avaliação do seu nível de desempenho. Contudo neste trabalho, o cálculo da capacidade atual da rotunda, é efetuado apenas com recurso aos modelos do TRL, da FCTUC e do HCM2000. São ainda identificados os parâmetros geométricos necessários ao cálculo da capacidade desta rotunda.

É feita também uma abordagem aos movimentos pedonais existentes, uma vez que é uma praça onde circulam muitos peões e em que alguns dos conflitos existentes são gerados exatamente pela má organização dos circuitos pedonais associados à rotunda.

Para a apresentação da solução proposta, são apresentadas algumas considerações que estiveram na sua origem bem como algumas soluções concorrentes.

Relativo à solução proposta, são apresentados os parâmetros geométricos que lhe estão associados, bem como efetuada a avaliação da capacidade nas entradas da nova rotunda, quer para o tráfego atual, quer para o horizonte de projeto.

Para a solução proposta, é também identificada e localizada a sinalização de trânsito que está associada à reformulação da interseção, bem como a redefinição de lugares de estacionamento, dos postes de iluminação ou da rede pedonal e do mobiliário e equipamento urbano.

É ainda apresentada uma imagem com a comparação da situação existente e da solução proposta, para que se possa ter uma melhor consciência das alterações preconizadas.

Por fim, são apresentadas conclusões das considerações efetuadas ao longo deste trabalho e dos resultados obtidos, bem como algumas reflexões quanto a necessidades futuras.

1.4. Organização do trabalho de projeto

O presente documento encontra-se dividido em 5 capítulos.

No 1.º capítulo, “Introdução”, é efetuado o enquadramento do tema e do local em causa, identificando o motivo da sua escolha. São identificados os objetivos a alcançar e, bem assim, a metodologia para essa realização. É também aqui que se insere o presente subcapítulo, referente à organização do trabalho, onde se dá a conhecer toda a estrutura do documento.

No 2.º capítulo, “Revisão da literatura”, abordam-se os métodos de cálculo da capacidade na entrada das rotundas a utilizar no presente estudo, bem como algumas características associadas à geometria das interseções tipo rotunda. Aborda-se ainda, de forma sucinta, a importância dos largos urbanos e dos movimentos pedonais, e são identificados os estudos existentes que se consideram importantes para a abordagem da temática em causa.

É no 3.º capítulo, “Caraterização da situação atual do Largo 25 de Abril”, que é aprofundado o enquadramento do local objeto deste estudo e do seu atual funcionamento. Assim, é efetuada a caraterização física da interseção, com a identificação de, por exemplo, diversas características geométricas, a sinalização vertical e horizontal, os pontos de conflito ou o mobiliário urbano existente no largo em causa.

Neste capítulo é também abordada a “Recolha de dados de tráfego” efetuada, quer para o cálculo da “Capacidade atual da interseção” ou dos “Atrasos e filas de espera”, bem como, para a determinação do nível de serviço pedonal associado à rotunda em causa.

No capítulo 4 são identificadas algumas “Propostas de melhoria”, iniciando-se com a identificação de algumas oportunidades e ameaças associadas ao largo existente e às propostas efetuadas, bem como identificada a “Estratégia apontada” onde é estabelecida uma metodologia de trabalho para o desenvolvimento do estudo da “Solução proposta”.

Foi identificada uma solução, passível de utilização, com o devido esclarecimento do porquê dessa escolha, e para a qual se identificam os parâmetros geométricos e se calcula a

capacidade nas entradas, tendo em consideração o tráfego atual e o previsto para o ano horizonte. É também avaliada a infraestrutura pedonal que lhe está associada, bem como definidos novos lugares de estacionamento e identificada a sinalização de trânsito a utilizar e o seu local de aplicação.

Por fim, no capítulo 5, apresentam-se as principais conclusões deste estudo e enaltecem-se algumas perspetivas futuras para o Largo em causa.

Na Bibliografia encontram-se as fontes utilizadas no âmbito deste trabalho, quer sejam documentos normativos, *papers*, diplomas legais ou mesmo sítios da *internet*.

Consideraram-se ainda dois Anexos, necessários à melhor compreensão de todo o trabalho desenvolvido, quer relativos à situação existente quer à solução proposta.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2. Revisão da literatura

O estudo de reordenamento do Largo 25 de Abril pressupõe muitas variáveis. Assim, devem ser considerados desde a circulação pedonal e rodoviária, aos modos de transporte ambientalmente sustentáveis e também, claro, sem esquecer a premissa de que se trata de uma praça, um espaço público, um espaço de relação, onde o contato, a convivência e a comunicação constituem a natureza da vida coletiva.

Pretende-se que este caso de estudo seja dirigido para a otimização do funcionamento da praça existente, havendo toda uma relação de documentação, livros e publicações, nacionais e estrangeiras a ter em consideração. No desenvolvimento deste trabalho não podem deixar de se considerar diversas instituições e colaborações importantes para o desenvolvimento de diversos estudos concernentes, entre outros, à organização e gestão do tráfego, com todas as contribuições, disposições técnicas e recomendações que têm surgido ao longo dos anos.

2.1. Interseções tipo rotunda

Como definido em Silva & Seco (2008 e 2009), por “rotunda” (também designada por interseção giratória) entende-se *“um ordenamento geométrico caracterizado pela convergência de diversos ramos de sentido único ou não, numa praça central de forma geralmente circular e intransponível, em torno da qual é estabelecido um sentido único de circulação, assumido como prioritário em relação aos fluxos de entrada”*. Por sua vez, o *Código da Estrada* (2005), na alínea p), do artigo 1, identifica a rotunda como sendo uma *“praça formada por cruzamento ou entroncamento, onde o trânsito se processa em sentido giratório e sinalizada como tal”*.

Noutros países, este tipo de interseção assume sensivelmente a mesma definição, havendo por base, a forma geométrica, o sentido de circulação e a prioridade a quem circula na rotunda (FWHA, 2010).

Tal como em Portugal, as rotundas têm sido utilizadas como forma de controlar o tráfego rodoviário em interseções em diversos países, contudo, apenas desde o início do século passado. A sua utilização tornou-se tão popular devido à sua eficácia na redução dos tempos de percurso, na diminuição do consumo de combustível e também devido à sua económica e fácil manutenção, mas, acima de tudo, devido à redução do número de acidentes e da sua gravidade. A sua conceção geométrica e a regulamentação vigente pressupõem a organização dos fluxos de tráfego num sentido único de circulação que se traduz numa redução significativa do número de pontos de conflito, sendo eliminados os conflitos aos quais estão associados os acidentes mais graves (Mensah & Eshragh, 2010; Silva & Seco, 2004).

Contudo, e apesar da elevada redução do número de pontos de conflito, há situações em que a solução “rotunda” poderá não ser a mais correta, nomeadamente, em locais com elevados volumes de tráfego, locais com muito fluxo pedonal ou interseções com demasiadas entradas, uma vez que o rendimento das rotundas começa a diminuir quando existe um elevado volume de tráfego, passando, de acordo com Mensah & Eshragh (2010), a ser as interseções sinalizadas com sinalização luminosa a melhor opção.

A bibliografia é contraditória em relação à classificação da tipologia de rotundas, uma vez que essa classificação difere de país para país e também consoante o autor. Em alguns países como identificado, por exemplo, em FHWA (2010) ou em DMR (2006), as rotundas são, normalmente, classificadas em 3 categorias, as mini-rotundas, as rotundas com uma via de circulação e as rotundas com várias vias de circulação. A nível nacional, tal como em alguns países da Europa, DfT (1993) e Silva & Seco (2008 e 2009), por exemplo, classificam, as rotundas em 5 ou 6 categorias, que se baseiam na sua dimensão geral, nas suas características geométricas de base e no seu potencial de aplicação, resultando a rotunda normal, a mini-rotunda, a rotunda desnivelada, a rotunda dupla e a rotunda semaforizada, sendo que existem também outros tipos de rotundas, bastante menos utilizadas, como seja a rotunda em anel ou a rotunda furada.

A tipologia de interseção giratória mais utilizada a nível nacional, é a rotunda normal, sendo que, conforme Silva & Seco (2008 e 2009), estas rotundas devem ser concebidas de forma a ser possível garantir a operacionalidade a qualquer veículo, sendo possível

ultrapassar o anel de circulação sem recorrer à transposição da ilha central em condições normais de circulação. Caracterizam-se por poderem dispor de uma ou mais vias de circulação no anel e a ilha central por ter um diâmetro igual ou superior a 4 m e diâmetros do círculo inscrito (DCI) superiores a 28 m. Nesta tipologia, normalmente, a ilha central assume a forma circular, sendo, contudo, também aceitáveis formas ovais, simplesmente alongadas ou elipsoidais de pequena excentricidade, como, por exemplo, a rotunda que serve de base a este estudo, a rotunda do Largo 25 de Abril.

Tal como referido, com a interseção tipo rotunda há uma elevada redução do número de pontos de conflito, sendo que existem quatro tipos de manobras realizadas pelos condutores que estão diretamente relacionadas com a existência de pontos de conflito em interseções, que são: manobras de divergência, de convergência, de atravessamento ou de entrecruzamento.

O número e o tipo de pontos de conflito existentes em cada interseção dependem das características da mesma, nomeadamente, e conforme Silva & Seco (2008), do número de estradas intersetadas, do número de vias em cada ramo afluente, da existência ou não de canalização de movimentos ou dos sentidos de tráfego contemplados. Assim, a uma interseção normal em “X” estão associados 32 pontos de conflito, mas se for um entroncamento, esse número é drasticamente reduzido para 9 e, se for uma rotunda, há uma redução para 8 pontos de conflito.

A utilização deste tipo de interseções tornou-se tão generalizada devido às múltiplas vantagens que a mesma acrescenta, nomeadamente ao nível da segurança, da operacionalidade ou da possibilidade de enquadramento paisagístico, assim como devido ao fato de poderem assumir diferentes formas e de se poderem integrar facilmente em interseções existentes. Contudo, o seu nível de desempenho pode facilmente variar, estando o mesmo diretamente dependente da envolvência das interseções, do tipo e das características das vias intersetadas, bem como das características das correntes de tráfego afluente (Silva & Seco, 2008 e 2009; FHWA, 2010).

As rotundas têm vantagens que mais nenhum outro tipo de interseção apresenta, contudo, a sua utilização não pode ser efetuada de forma generalizada, havendo que ponderar,

aquando da escolha deste tipo de interseção, as diversas vantagens e desvantagens que estão associadas à sua utilização, e que vão desde a segurança, à operacionalidade e à capacidade, à sua utilização como medida de acalmia de tráfego, à sua localização ou aos custos que estão associados à sua manutenção (FHWA, 2010; Aty & Hosni, 2001).

2.1.1. Geometria

Há um elevado número de fatores que devem ser considerados na conceção de rotundas que se prendem, essencialmente, com as suas características muito específicas de funcionamento (a obrigação de circulação num sentido único em torno da ilha central pela direita e a obrigatoriedade de cedência de prioridade à entrada).

Para assegurar as suas boas condições de funcionamento, nomeadamente ao nível da segurança e da garantia de bons níveis de serviço, existem diversas regras de conceção geométrica a ter em consideração. Estas, passam pela definição de intervalos admissíveis a atribuir aos diferentes parâmetros geométricos constituintes da rotunda, tais como raios, ângulos ou larguras, nomeadamente ao nível dos diversos elementos constituintes deste tipo de interseções, onde se realçam, a ilha central, o anel de circulação, as suas entradas e saídas ou a sua sinalização, conforme se pode constatar na Figura 1.

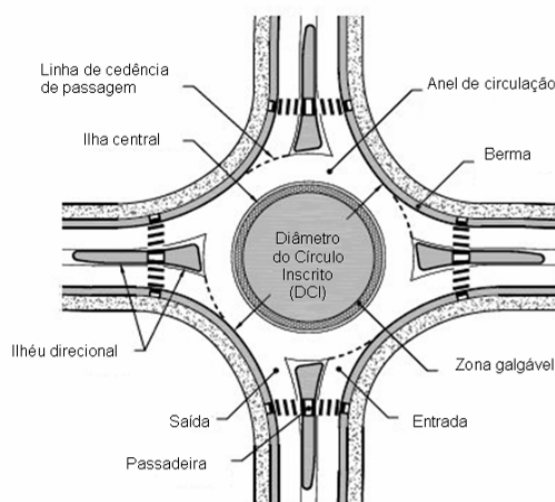


Figura 1: Principais características geométricas de uma interseção giratória (Adaptado de FHWA, 2010)

Alguns daqueles parâmetros assumem maior importância do que outros, quer para a segurança rodoviária, quer para o conforto de condução, mas também para a capacidade de cada entrada da rotunda.

A *ilha central*, tal como o nome indica, deverá ser central na interseção, sendo que, para isso, a sua posição e o seu centro devem ficar no polígono de confluência das diretrizes associadas aos ramos afluentes, sendo apenas desta forma possível garantir a legibilidade e a operacionalidade da interseção e, assim, tornar notória a descontinuidade existente (Silva & Seco, 2008).

A disposição dos *ramos afluentes*, por sua vez, deverá também garantir boas condições de operacionalidade e de segurança e, ao mesmo tempo, impedir o traçado de trajetórias de atravessamento diretas. Para tal, há a necessidade de garantir distâncias mínimas inter-ramos e garantir que os ramos afluentes sejam dispostos em torno da ilha central fazendo entre si ângulos semelhantes ou, se tal não for possível, o ramo deverá ficar de forma a evitar a criação de entradas tangenciais (Silva & Seco, 2008 e 2009; FHWA, 2010).

De acordo com Silva & Seco (2008), o *anel de circulação* deve apresentar dimensões capazes de suportar as necessidades dos diferentes veículos, garantindo uma capacidade de circulação superior aos fluxos canalizáveis pelo conjunto das entradas sem, contudo, incitar os condutores à prática de velocidades e trajetórias inapropriadas.

Também por Silva & Seco (2008) é defendido que a *largura do anel* deve ser constante e garantir a continuidade do número de vias adotadas na entrada mais solicitada. Deverá ter uma *inclinação transversal* da ordem dos 1,5 a 2,5%, devendo a sua orientação ser considerada consoante as necessidades de perceção da interseção, da facilidade de escoamento das águas superficiais e do conforto/segurança de condução e da facilidade construtiva. Ainda assim, na orientação a considerar deverá ser sempre necessário ponderar que a inclinação transversal orientada para o extradorso tende a melhorar, entre outras, as condições de perceção da ilha central durante a aproximação e, quando voltada para o intradorso, permite contrariar o efeito da força centrífuga.

A *largura efetiva da entrada (e)* é, de acordo com Silva & Seco (2008), o parâmetro que

assume maior peso na definição da capacidade da entrada, uma vez que a mesma tende a aumentar à medida que se aumenta a largura da entrada.

O *ângulo de entrada* (ϕ) traduz a facilidade com que o veículo se insere no anel de circulação, sendo, assim, um indicador representativo, essencialmente, da segurança da entrada e do conforto de condução (Silva & Seco, 2008 e 2009). Este parâmetro influencia a velocidade que o condutor irá utilizar, uma vez que ângulos menores fazem com que sejam adotadas maiores velocidades, sendo induzido ao condutor a sensação de linearidade da via. Contudo, ângulos maiores, próximo da retilinearidade, representam um potencial de gravidade, porque não facilitam a entrada dos veículos na corrente de tráfego da rotunda (Silva & Seco, 2009).

O *raio da entrada*, r , caracteriza-se por condicionar a velocidade escolhida pelo condutor, sendo que, raios de valor elevado podem induzir à utilização de velocidades mais elevadas, colocando em causa a segurança rodoviária (Silva & Seco, 2009).

Conforme Silva & Seco (2008), para um bom funcionamento de uma rotunda, as saídas deverão assegurar níveis de capacidade superiores aos assegurados pelas entradas e pelos anéis de circulação, pelo que a *largura das saídas* depende diretamente dos fluxos de tráfego e do número de vias envolvidas.

2.1.2. Capacidade

Silva & Seco (2004 e 2008) defendem que o nível de desempenho geral de uma rotunda é avaliado em função da capacidade oferecida por cada uma das entradas da rotunda (Q_e), que corresponde ao número máximo de veículos que se consegue inserir no anel de circulação a partir de uma determinada entrada, sempre que não existe qualquer fluxo conflituante. Assim, a capacidade de uma entrada de uma rotunda depende das características geométricas desta e pode ser prevista com base em modelos de estimação probabilísticos, estatísticos ou de simulação (Figura 2).

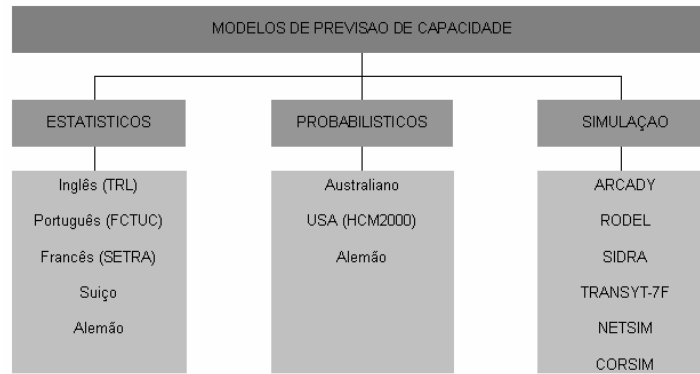


Figura 2: Modelos de previsão de capacidade em rotundas
(Adaptado de Martins *et al*, 2004)

São diversos os métodos existentes e, de acordo com Martins *et al* (2004), resulta alguma dispersão de resultados, em função das metodologias utilizadas, do meio e da localização geográfica das rotundas analisadas.

Os *modelos estatísticos* procuram, de uma forma empírica, a curva da capacidade, com recurso a observações em campo, em diversas interseções giratórias, em diferentes locais, efetuadas durante períodos de saturação e em diferentes entradas com características geométricas diferenciadas e para fluxos prioritários variados. Como modelos estatísticos, existem os métodos Inglês (TRL), Português (FCTUC), Francês (SETRA), Suíço e Alemão (Silva & Seco, 2008; Martins *et al*, 2004; Aty & Hosni, 2001).

Os *modelos probabilísticos* procuram relacionar a distribuição do fluxo dos veículos da corrente que circula dentro das interseções giratórias com o fluxo de chegada dos veículos provenientes das vias de acesso, partindo do princípio que ambas as distribuições são aleatórias e assumindo uma determinada lei de aceitação de intervalos entre veículos. Como modelos probabilísticos, existem os modelos Australiano, Americano (HCM 2000) e o modelo Alemão (Silva & Seco, 2008; FHWA, 2010; Martins *et al*, 2004; Aty & Hosni, 2001).

Os *modelos de simulação* baseiam-se na modelação das interações giratórias, veículo a veículo, entre o fluxo de veículos que entra na interseção e o fluxo de veículos que circula no anel de circulação. Existem vários modelos de simulação, entre eles, o modelo ARCADY, o modelo RODEL ou o SIDRA (Silva & Seco, 2008; Martins *et al*, 2004; Aty & Hosni, 2001).

Neste caso de estudo, a capacidade atual da interseção giratória é calculada pelos métodos do TRL e da FCTUC, considerando que, de acordo com Silva & Seco (2008 e 2009), o modelo de base estatística da FCTUC, resulta da adaptação do modelo do TRL à realidade portuguesa, e que deve ser utilizado o modelo do TRL para o cálculo e o modelo da FCTUC para aferição dos resultados obtidos. É também efetuado o cálculo pelo método do HCM 2000, para comparação dos valores obtidos pelos modelos estatísticos com um modelo probabilístico.

A conceção base dos métodos é distinta, distinguindo-se desde logo que os métodos do TRL e da FCTUC baseiam-se no tráfego conflituante e nos parâmetros geométricos da rotunda, e o método do HCM, por sua vez, apenas tem por base os intervalos existentes no tráfego conflituante das entradas.

2.1.2.1. Método do TRL

O modelo Inglês (TRL), baseado num modelo de base estatística desenvolvido em 1980, foi deduzido com base em técnicas de regressão múltipla não linear, resultando a seguinte função linear, que relaciona a capacidade da entrada com o fluxo conflituante (Silva & Seco, 2004 e 2008; Martins *et al*, 2004):

$$Qe = K (F - fc \times Qc) \text{ se } fc \times Qc < F \quad (1)$$

ou

$$Qe = 0 \text{ se } fc \times Qc > F \quad (2)$$

em que:

Qe – Capacidade da entrada (uve/h);

Qc – Fluxo conflituante (tráfego de circulação no anel em frente à entrada) (uve/h);

K, F, fc – Parâmetros variáveis em função das características geométricas da entrada e da rotunda.

e são, calculados pelas seguintes expressões:

$$K = 1 - 0,00347 (\phi - 30) - 0,978 (1/r - 0,05) \quad (3)$$

$$F = 303 \times X_2 \quad (4)$$

$$fc = 0,21 \times t_p (1 + 0,2 \times X_2) \quad (5)$$

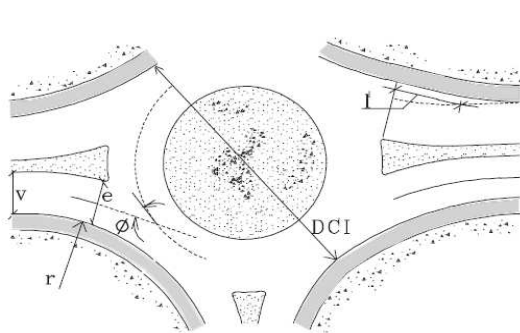
$$t_p = 1 + \{0,5 / (1 + M)\} \quad (6)$$

$$M = \exp ((DCI - 60) / 10) \quad (7)$$

$$X_2 = v + \{(e - v) / (1 + 2S)\} \quad (8)$$

$$S = 1,6 (e - v) / l' \quad (9)$$

Parâmetros geométricos da rotunda e das entradas:



- v* - largura da via na aproximação da rotunda;
- e* - largura efetiva da entrada junto à linha de cedência de prioridade e na perpendicular ao lancil;
- l'* - comprimento médio efetivo do leque;
- r* - raio da entrada, medido no ponto de menor curvatura;
- DCI* - diâmetro do círculo inscrito;
- φ* - ângulo de entrada.

Figura 3: Parâmetros geométricos associados às rotundas, necessários ao cálculo da capacidade das entradas (pelo modelo do TRL e da FCTUC) (Adaptado de Silva & Seco, 2008 e 2009)

2.1.2.2. Método da FCTUC

O modelo da FCTUC apoia-se na base de dados e nos resultados dos estudos dos métodos do TRL e do SETRA, resultando na mesma fórmula do método do TRL, mas os seus parâmetros de cálculo são distintos e em conformidade com a realidade nacional (Silva & Seco, 2004 e 2008). Assim, a capacidade de cada entrada obtém-se pela expressão:

$$Q_e = K (F - f_c \times Q_c) \quad (10)$$

Em que os parâmetros assumem a mesma definição do método do TRL (Figura 3) e são, calculados pelas seguintes expressões:

$$K = 1 - 0,00163 (\phi - 30) - 3,431 (1/r - 0,05) \quad (11)$$

$$F = 335,47 \times X_2 \quad (12)$$

$$f_c = 0,611 \times t_d (-0,457 + 0,2 \times X_2) \quad (13)$$

$$t_d = 1 + \{0,983 / (1 + M)\} \quad (14)$$

$$M = \exp ((DCI - 60) / 10) \quad (15)$$

$$X_2 = v + \{(e - v) / (1 + 2S)\} \quad (16)$$

$$S = 1,6 (e - v) / l' \quad (17)$$

2.1.2.3. *Método do HCM 2000*

O método probabilístico americano (HCM 2000) baseia-se numa lei de aceitação de intervalos entre veículos, ou seja, tem por base apenas os intervalos existentes no tráfego conflituante das entradas (NCHRP, 2007).

Este método propõe a seguinte equação para o cálculo da capacidade da entrada da interseção giratória em questão (apenas com entradas de uma via e com uma via na rotunda) (NCHRP, 2007):

$$Q_e = 1130 \times \exp(-0,0010 \times Q_c) \quad (18)$$

em que:

Q_e – Capacidade de entrada (uve/h);

Q_c – Fluxo conflituante (tráfego de circulação no anel em frente à entrada) (uve/h).

2.2. *Largos urbanos centrais*

A cidade funciona como um espaço de relação, onde o contato, a convivência e a comunicação constituem a essência da vida coletiva. Tem um dimensionamento e uma dinâmica própria. Forma as aglomerações populacionais, conferindo-lhes um sentido, uma função e uma finalidade. Funde as tensões entre o enredado das existências humanas e as racionalidades de base geométrica que as suportam (González-Pintado, sem data; DGOTDU, 2005; Guterres, 2000). Assim, o conhecimento dos espaços públicos propicia não só um diagnóstico preciso sobre os mesmos, como oferece importantes contributos para o planeamento da cidade como um todo.

A praça é o lugar público onde se concentram os principais edifícios e monumentos, é também cenário, espaço embelezado, manifestação de vontade política e de prestígio. Adquire valor funcional e político-social, e também o máximo valor simbólico e artístico, pelo que deve ser planificada em consonância com as necessidades da “urbe”, e não apenas como simples elemento “decorativo” (Lamas, 2010).

A praça não é apenas um agente físico estruturador, mas também um elemento que referencia a paisagem local, adquirindo uma conotação simbólica, onde o observador a retém na memória enquanto ponto de referência.

As praças são espaços destinados, principalmente, ao encontro e convívio dos cidadãos e para o desenvolvimento, por parte destes, de várias atividades. Por este motivo, estes locais devem evidenciar uma relação adequada entre o equipamento urbano e material constituinte do mesmo e as atividades que se pretendem efetivar no espaço da praça, garantindo sempre as melhores condições de conforto para a vivência e prática das mesmas. Em suma, os espaços públicos devem ser locais aprazíveis, capazes de oferecer múltiplas vivências, pelo que é necessário assegurar que estes atendem às necessidades de todos os utilizadores, que variam de pessoa para pessoa, e não apenas a um sector específico da sociedade, maximizando a ideia de que o espaço público, como a própria designação indica, é de todos e para todos.

2.3. Movimentos pedonais

Tratando-se de um meio urbano, existe sempre a preocupação da segurança dos peões, mas também a necessidade da garantia da fluidez do tráfego. Assim, existe um conjunto de infraestruturas que promove os movimentos pedonais no meio urbano em condições de segurança e que visa a sua integração no sistema de transportes, garantindo a comodidade e a continuidade dos trajetos urbanos e a articulação da rede pedonal em função das atividades existentes (Semião, 2008). Essas infraestruturas constituem aquilo que Seco *et al* (2008_b) designam de sistema pedonal e correspondem, entre outros, aos passeios, às zonas pedestrianizadas e aos atravessamentos da rede viária.

Para o bom funcionamento do sistema pedonal, o conjunto de passeios e vias pedonais deve formar um todo homogéneo e articulado, assim como deve assegurar o nível de serviço pretendido, que se traduz na maior ou menor qualidade do serviço oferecido (Seco *et al*, 2008_b).

No caso das rotundas, os sistemas pedonais que lhes estão associados constituem,

normalmente, uma grande limitação à segurança e ao desempenho da interseção, uma vez que a paragem de um veículo à saída de uma rotunda, numa travessia pedonal, facilmente resulta num bloqueio à circulação no anel. Assim, e para minimizar as interferências, há que ter em consideração alguns critérios para a localização de travessias pedonais nas zonas de acesso às rotundas, sendo que Silva & Seco (2008) defendem a sua localização entre 10 a 15 m da delimitação do anel.

2.4. Estudos anteriores

Em 2005, renasce a praça tal como se encontra nos dias de hoje, fruto da necessidade de reordenar o tráfego rodoviário naquele ponto da cidade, contudo, e tal como muitas outras rotundas que têm surgido ao longo dos anos neste país, sem a consideração de disposições técnicas e com a negligência da importância do ajuste da solução às características da procura.

Ao longo dos anos, a Câmara Municipal de Pombal (CMP) tem efetuado alguns investimentos em diversos estudos, realizados quer por técnicos internos quer por empresas externas, que envolvem a rotunda em causa ou que, apesar de não a abrangerem, influenciam a circulação rodoviária e pedonal no Largo onde aquela se insere. Traduzem-se assim em estudos relativos a transportes públicos, estudos de mobilidade, projetos de mobilidade sustentável e projetos de requalificação e reestruturação de espaços, entre outros.

Destaca-se um estudo de reordenamento do sentido de tráfego em algumas ruas da cidade de Pombal, realizado em 2012 pela equipa técnica da CMP, que o município pretende implementar durante o corrente ano. Este estudo, apesar de não interferir diretamente no Largo em causa, altera o sentido de circulação do tráfego rodoviário em algumas ruas adjacentes, o que poderá influenciar o volume de tráfego rodoviário a circular na rotunda.

Também o Projeto Integrado de Valorização do Centro Histórico de Pombal (2011), no âmbito do Programa PRU – Parcerias para a Regeneração Urbana, cujas obras já foram iniciadas e será levado a cabo em diversas fases (Figura 4). Tal como o estudo anterior, não

interfere diretamente com a interseção em causa, mas apenas com algumas ruas e praças adjacentes.



Figura 4: Fases das obras do Projeto Integrado de Valorização do Centro Histórico de Pombal
(Adaptado de www.cm-pombal.pt/pru/, consultado em 25/05/2012)

Há ainda o projeto de Requalificação da Avenida Heróis do Ultramar, efetuado em 2010, pelo Gabinete Técnico de Apoio às Freguesias, pertencente à CMP, que se encontra suspenso, sem intenções de ser implementado a curto ou médio prazo, e cuja intervenção abrange toda a Avenida Heróis do Ultramar e também o Largo objeto deste estudo.

Também o loteamento “Cegonhas do Arunca” existente entre o IC2 (EN1) e a Linha do Norte prevê a construção de um viaduto sob a Linha do Norte, criando assim um novo acesso à cidade. Contudo, apenas foram executadas as infraestruturas pertencentes ao loteamento, não tendo sido contempladas as restantes obras identificadas na Figura 5 referentes às vias de comunicação externas ao loteamento.

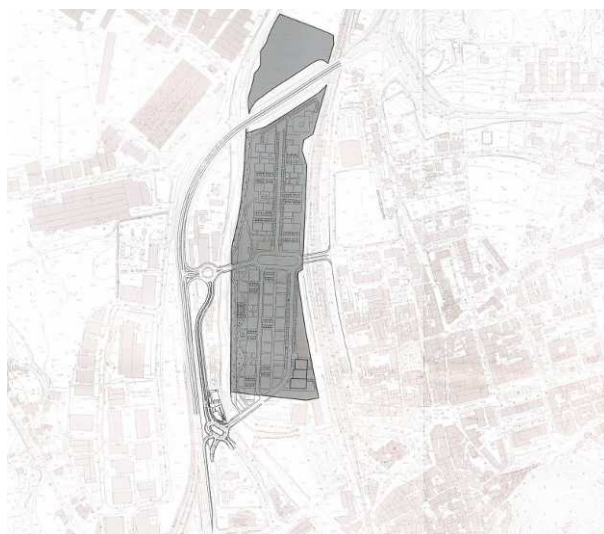


Figura 5: Loteamento “Cegonhas do Arunca”
(Adaptado do projeto aprovado – alvará de loteamento n.º 1/2004)

Além dos estudos já referidos, existem também o Projeto de Mobilidade Sustentável, realizado em 2008, pela Agência Portuguesa do Ambiente em parceria com a Universidade de Aveiro (APA, 2008_a; APA, 2008_b), um projeto denominado Estudo de Mobilidade de Pombal, efetuado em 2007 (DIÂMETRO, 2007; DIÂMETRO, 2008_a), e o Estudo de Transportes Públicos visando a futura rede de Transportes Urbanos (DIÂMETRO, 2008_b).

Da análise dos estudos existentes, realça-se o fato da maioria não abranger a praça em causa e aqueles que a abrangem nunca terem sido concretizados. Ainda assim, os estudos existentes servem de ponto de partida, quer para se ter uma melhor perceção do que tem sido feito ao longo dos anos, como para se ter consciência do que se está a fazer nas imediações da praça, e assim não fazer um estudo isolado desta rotunda, mas sim um estudo conjunto com as diversas ruas que acedem ao Largo.

3. Caracterização da situação atual do Largo 25 de Abril

3.1. Enquadramento

O Largo 25 de Abril, objeto deste caso de estudo, localiza-se numa zona urbana consolidada da cidade de Pombal (Figura 6).



Figura 6: Identificação do local de intervenção

Constitui um ponto essencial na passagem da zona Este, que alberga a maior parte dos estabelecimentos comerciais e de serviços, para a zona Oeste da cidade, onde se situam a maioria das indústrias e armazéns, separadas, quer pela Linha do Norte, quer pelo IC2(EN1) (Figura 7).

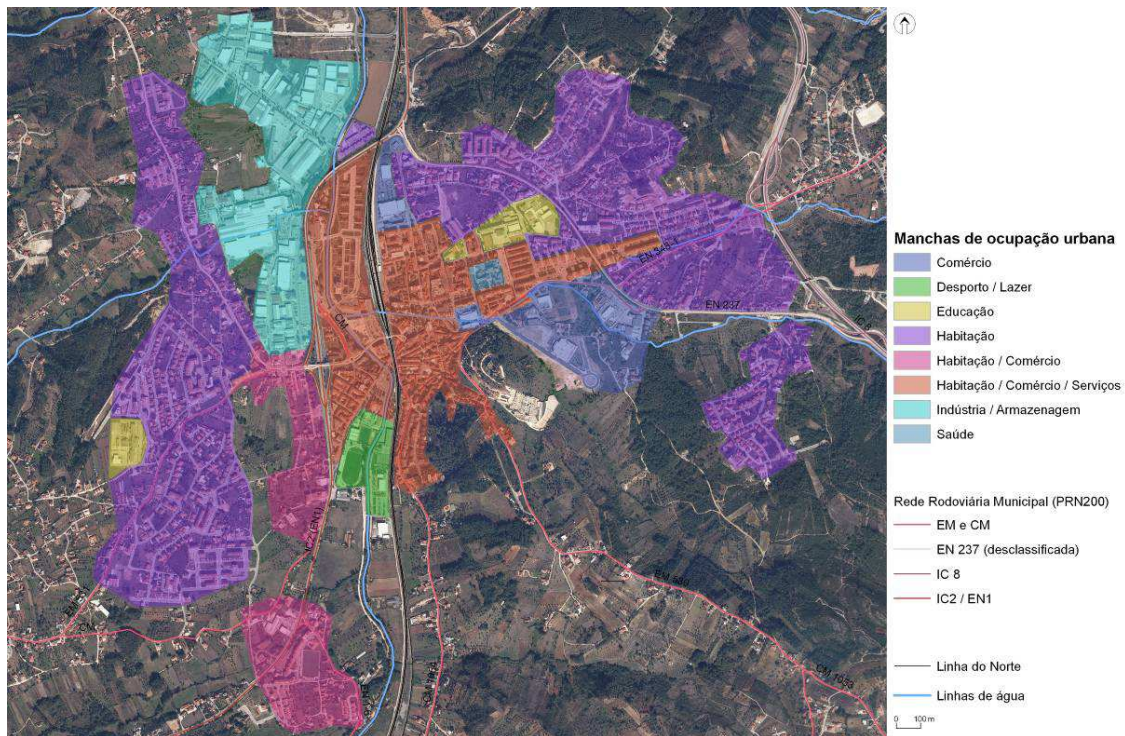


Figura 7: Manchas de ocupação urbana

Trata-se de um dos pontos mais críticos da cidade, quer pelo tráfego rodoviário, quer pela circulação pedonal, onde, diariamente, se concentra um elevado fluxo de tráfego, constituindo, portanto, um profundo problema para a cidade.

Esta é uma zona central da cidade, onde se concentram e por onde é feito o acesso a diversos equipamentos de utilização coletiva e a estabelecimentos comerciais, conforme se pode verificar na Figura 8. É aqui que se situa o Tribunal e os Correios, bem como outros serviços relevantes, e é por aqui que é feito o acesso à estação de caminho de ferro da Linha do Norte, ao qual confluem diariamente centenas de passageiros, bem assim, ao IC2(EN1), ao IC8 e às autoestradas IP1 (A1) e IC1 (A17), ligações tão importantes para a economia do concelho.



Figura 8: Exemplos de sinalização de direção existente no Largo 25 de Abril Novembro de 2011; Março de 2012

3.2. Funcionamento atual

A elevada afluência do tráfego rodoviário e pedonal ao Largo 25 de Abril justifica-se, essencialmente, pelo fato de ser ali o centro operante e distribuidor da cidade. Tal como referido anteriormente, ali situam-se diversos estabelecimentos de comércio, de serviços e de saúde, bem como alguns equipamentos de utilização coletiva, conforme se pode constatar na Figura 9. É também a partir daquela praça que é direcionado o tráfego automóvel para diversos outros equipamentos de utilização coletiva e estabelecimentos de comércio e serviços.



Figura 9: Tipologia de usos mais significativa na cidade
(Adaptado de www.bing.com/maps/, consultado em 27/08/2012)

Considerando o sentido de circulação das vias e as vias adjacentes à praça, constata-se que, por exemplo, a Rua Dr. António José Teixeira, é a única que dá acesso ao cemitério a quem vem de Sul e de Oeste da cidade, assim como, quem vem dessa mesma orientação, para aceder ao Hospital, ao Centro de Saúde e às Escolas, tem, necessariamente que adotar o Largo do Cardal. A Rua Alexandre Herculano, por exemplo, é a única que, para quem vem da zona Norte e Nascente, dá acesso à Estação da Linha do Norte, à qual confluem, diariamente, centenas de passageiros.

Outro dos motivos da existência do elevado tráfego rodoviário naquele local deve-se ao fato de apenas existirem dois acessos que ligam a zona Nascente da cidade à zona Poente (Figura 10), o que faz com que, quem vive no centro da cidade e na zona Nascente, tem apenas duas opções, ou atravessa a cidade, passando pelo Largo 25 de Abril, ou acede à IC2 (EN1), assumindo os perigos que advêm do acesso a esta via no vulgarmente conhecido “cruzamento da Shell”, e a partir daí orienta-se noutras direções.

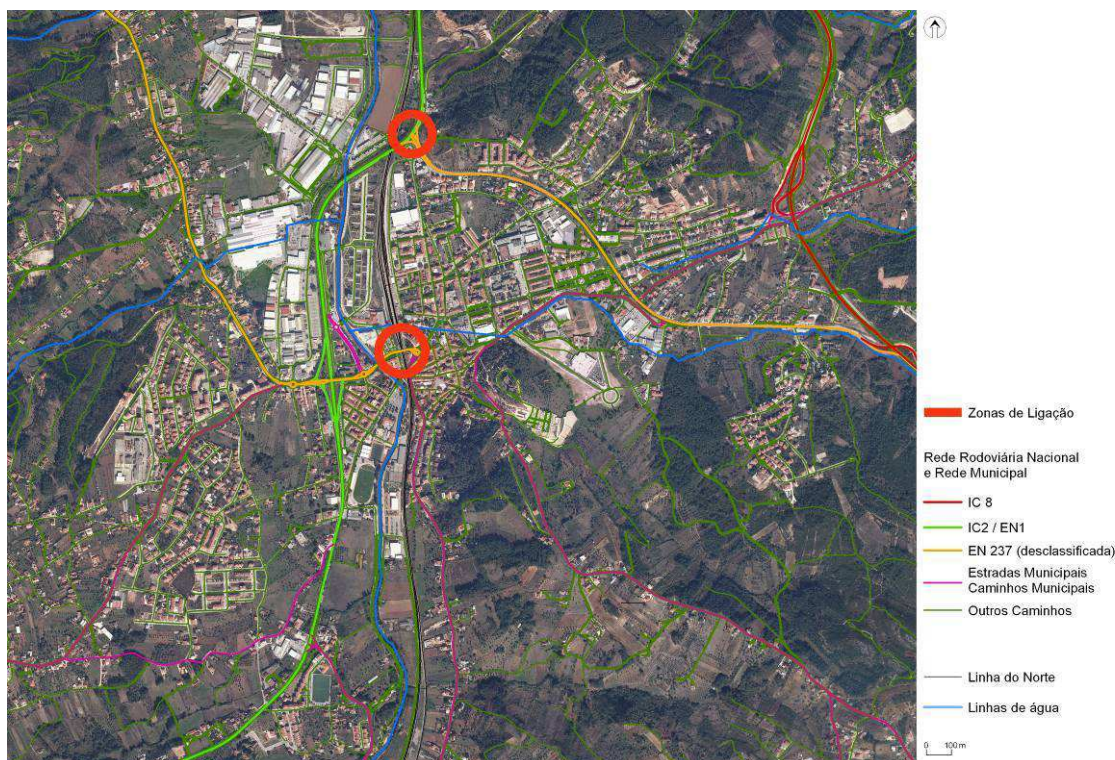


Figura 10: Identificação das vias de circulação existentes e identificação dos pontos de ligação Este/Oeste da cidade

Além do referido identificam-se diversos outros problemas, entre os quais se destacam os conflitos que surgem entre os peões e os veículos, devidos, essencialmente, à existência de uma zona de estacionamento, perpendicular à ilha central da rotunda, e uma passadeira na praça da mesma, assim como a existência de passadeiras nas restantes confluências da interseção giratória, fazendo com que a circulação automóvel ainda se torne mais complicada (Figura 11 e Figura 12).



Figura 11: a) Passadeira localizada numa das saídas da rotunda; b) Zona de estacionamento e passadeira localizados no interior da rotunda
 Novembro 2011; Março 2012

Também a existência de semáforos de apoio a atravessamentos pedonais muito próximo das saídas que têm maior volume de tráfego, o estacionamento indevido no interior da rotunda, conforme se pode constatar na Figura 11 e na Figura 12, e o não cumprimento das regras impostas no *Código da Estrada* (2005), relativamente à circulação em rotundas, fazem com que este Largo acumule tantos conflitos.



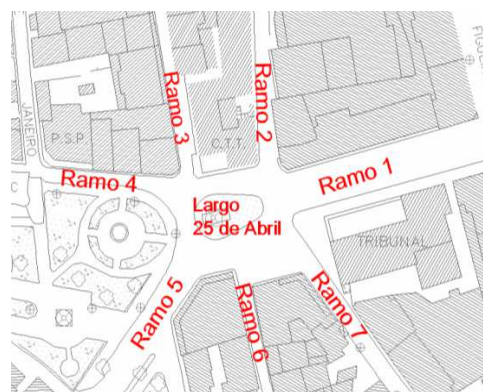
Figura 12: a) Acumulação de tráfego no interior da rotunda devido ao semáforo localizado no Ramo 5; b) Paragem indevida de veículos no interior da rotunda
 Março 2012

Constata-se ainda, conforme se pode observar na Figura 13, que a acessibilidade a pessoas com mobilidade condicionada, como por exemplo, pessoas com carrinhos de bebé ou em cadeiras de rodas, não é assegurada em todas as transições passeio/passadeira, dificultando assim a circulação aos peões e, conseqüentemente a circulação rodoviária.

identificação ao longo deste contributo, foi associada cada rua a um ramo, conforme se identifica na Tabela 1.

Tabela 1: Relação nome da rua / ramo da rotunda

Nome da rua		Ramo
Avenida Heróis do Ultramar	→	1
Rua de Santa Luzia	→	2
Rua Prof. Carlos Alberto Mota Pinto	→	3
Rua Alexandre Herculano	→	4
Largo do Cardal	→	5
Rua Dr. António José Teixeira	→	6
Rua Dr. Custódio Freire	→	7



O tráfego rodoviário principal é de veículos ligeiros surgindo pontualmente alguns veículos pesados, de passageiros ou de mercadorias. Existem também alguns motociclos e algumas bicicletas, mas em pequeno número, como se constatou na contagem de tráfego efetuada no âmbito deste caso de estudo e apresentada mais adiante neste trabalho.

Nesta praça os movimentos pedonais assumem bastante importância, uma vez que, tal como previamente referido, existem diversos estabelecimentos comerciais e de serviços a ela associados.

Existe um conjunto de infraestruturas (passeios e passagens de peões), garantindo a continuidade dos trajetos. Contudo, neste caso, o sistema pedonal constitui uma grande limitação à segurança e ao desempenho da interseção, uma vez que existem passadeiras à saída de 4 dos 5 ramos de saída da rotunda, nos Ramos 2, 4, 5 e 6, o que facilmente resulta num bloqueio à circulação no anel (Silva & Seco, 2008).

Esta interseção giratória tem a particularidade de ter uma passadeira na praça da rotunda, bem como alguns lugares de estacionamento perpendiculares ao anel de circulação (Figura 11_b)). Existem também, em 3 entradas (Ramos 1, 3 e 7) e em 3 saídas (Ramos 1, 2 e 6) lugares de estacionamento adjacentes ao anel de circulação, fazendo com que se verifiquem alguns atrasos na circulação aquando das manobras para estacionar ou para sair do estacionamento.

Na Tabela 2 encontram-se identificadas mais algumas características dos ramos da rotunda, como seja a largura das vias e a existência de estacionamento.

Tabela 2: Caracterização dos ramos da rotunda

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4	Ramo 5	Ramo 6	Ramo 7
Sentido de circulação	2 sentidos	1 sentido (saída)	1 sentido (entrada)	1 sentido (saída)	2 sentidos	1 sentido (saída)	1 sentido (entrada)
Estacionamento	Sim (ambos os lados)	Sim (lado direito)	Sim (lado direito)	Não	Não	Sim (lado direito)	Sim (lado esquerdo)
Largura da via (m)	7,10	3,70	4,50	4,80	7,60	2,40	4,80
Observações	-	Passadeira na saída	Passadeira na entrada	Passadeira na saída	Passadeira semaforizada na saída/entrada	Passadeira na saída	Passadeira na entrada

Além das características já apontadas, neste subcapítulo identificam-se também as características geométricas associadas à rotunda do Largo objeto de estudo, para uma posterior comparação com as características geométricas aconselháveis em projetos desta natureza, tendo por base alguma documentação de referência, quer nacional, quer estrangeira, como sendo as *Disposições Normativas*, do Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P. (Silva & Seco, 2009), o *Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*, da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (Silva & Seco, 2008), as *Recomendaciones sobre Glorietas*, da Dirección General de Carreteras, de Madrid (MF, 1999), o *Geometric Design of Roundabouts*, do Department for Transport, do Reino Unido (DfT, 1993) ou o *Roundabouts: An Informational Guide*, do U.S. Department of Transport, dos Estados Unidos (FHWA, 2010), entre outros.

3.3.1. Características geométricas

A rotunda em causa, tal como todas as outras rotundas existentes, tem características geométricas próprias, identificadas apenas nesta rotunda em particular (Figura 15).

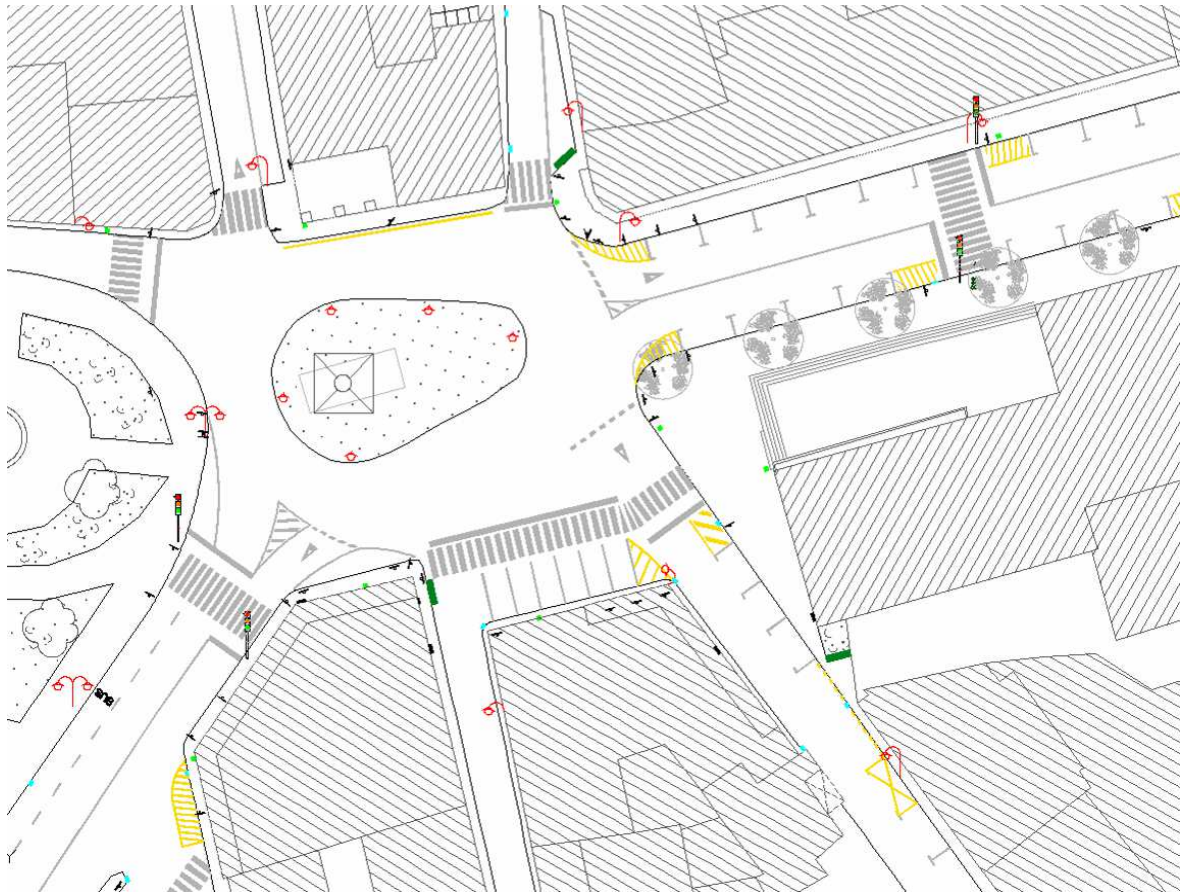


Figura 15: Rotunda do Largo 25 de Abril

Neste ponto, identificam-se as características geométricas associadas à rotunda em estudo, como sejam as características das entradas e das saídas ou a localização da ilha central, abordando-se também alguns critérios de visibilidade e a deflexão dos movimentos.

3.3.1.1. Ilha central

Assume-se a *ilha central de uma rotunda* como sendo o “ilhéu central de forma circular ou aproximadamente circular, localizado no centro de uma rotunda e em torno do qual se estabelece um sentido único de circulação” (Silva & Seco, 2008).

Neste caso, a rotunda do Largo 25 de Abril assume uma forma ovóide, conforme se pode facilmente observar na Figura 16, com cerca de 26 m no sentido longitudinal e 16,3 m no sentido transversal.



Figura 16: Ilha central da rotunda do Largo 25 de Abril

Quanto ao posicionamento da ilha central, e com o intuito de acautelar a legibilidade e a operacionalidade da interseção, Silva & Seco (2008) assumem a importância de garantir que todas as diretrizes associadas aos ramos afluentes passem pelo centro da ilha central. Ainda assim, pelos mesmos autores, é referido que quando tal não for possível, deve ser assegurado que o centro da rotunda se situe no polígono constituído pelo prologamento dessas diretrizes. Ficando dessa forma salvaguardada a localização ideal da ilha central, quer sob o ponto de vista da inserção, quer da perceção visual da interseção.

No presente caso, o elevado número de ramos afluentes à rotunda e a localização dos mesmos, fazem com que as diretrizes que estão associadas a esses ramos não se toquem de forma a criar um polígono de localização do centro da rotunda (Silva & Seco, 2008), conforme se pode verificar na Figura 17, mas sim dois polígonos contíguos.

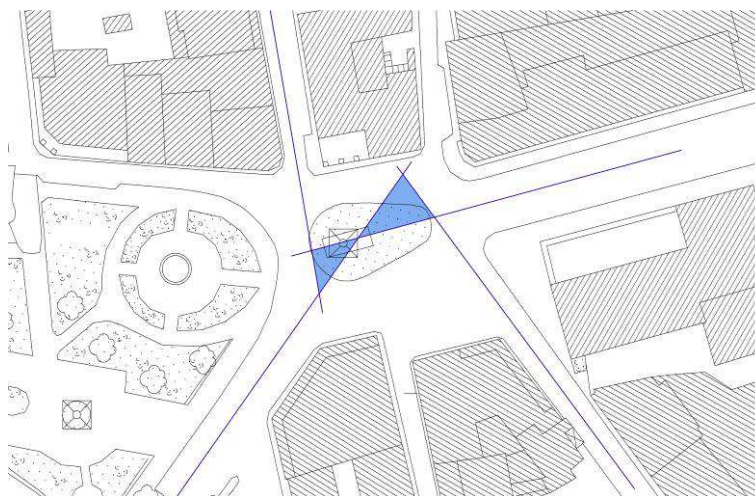


Figura 17: Polígonos formados pelas diretrizes dos ramos afluentes à rotunda

3.3.1.2. *Disposição dos ramos afluentes*

Quanto à disposição dos ramos afluentes, conforme se pode observar na Figura 17, verifica-se que quase todas as diretrizes passam à direita do centro da rotunda, ou seja, segundo diversos autores, entre os quais, Silva & Seco (2008) ou FHWA (2010), as entradas da rotunda correspondentes aos Ramos 3 e 7 têm uma localização considerada “a evitar”.

É ainda de referir que a distância entre ramos consecutivos é bastante diminuta, inferior aos 20 m aconselháveis em Silva & Seco (2009), podendo assim ser mais difícil garantir a segurança e a operacionalidade de todos os movimentos direcionais.

3.3.1.3. *Dimensionamento das entradas*

As características de aproximação e das entradas assumem elevada importância para se alcançarem bons níveis de desempenho uma vez que, tal como já referido anteriormente, estes são os parâmetros que mais influenciam a capacidade nas entradas das rotundas (Silva & Seco, 2008).

Número de vias

À rotunda estão associados 7 ramos, em que 4 deles são afluentes, e em que cada um deles apenas tem uma via de entrada na rotunda, conforme se pode verificar na Figura 14.

Largura (efetiva) das entradas [e (m)]

A largura efetiva das entradas (Figura 3) corresponde à largura da entrada medida na perpendicular à concordância junto à linha de cedência de passagem (Silva & Seco, 2008), tendo-se identificado, na rotunda em causa, os valores da Tabela 3 para cada entrada.

Tabela 3: Alguns parâmetros geométricos das entradas da rotunda

Entrada	Largura efetiva da entrada (e) (m)	Ângulo de entrada (ϕ ; φ) ($^{\circ}$)	Raio de entrada (r) (m)
1	4,24	34; 112	8,70
3	5,94	48,5; 83	7,63
5	4,14	54; 72	20,00
7	8,44	39; 102	6,46

Ângulos de entrada [ϕ ($^{\circ}$)]

O ângulo de entrada (Figura 3) corresponde ao ângulo formado pela tangente ao eixo do conjunto de vias de entrada junto à linha de cedência de passagem e a tangente ao eixo do anel no ponto de interseção com a tangente anterior (Silva & Seco, 2008 e DfT, 1993). Para a rotunda em causa, os valores dos ângulos das entradas são os constantes na Tabela 3.

Raios de entrada [r (m)]

Os raios das diversas entradas encontram-se identificados na Tabela 3, sendo que, o raio da entrada (Figura 3) corresponde ao raio da curva circular de concordância junto à linha de cedência de passagem, conforme definido em Silva & Seco (2009).

Ilhéus separadores

Nos ramos da rotunda, apenas dois, o Ramo 1 e o Ramo 5, é que têm ilhéus separadores, sendo que os mesmos não são fisicamente materializados, apenas pintados, conforme se pode observar na Figura 18.



Figura 18: Ilhéus separadores existentes
Junho 2012; Abril 2013

3.3.1.4. Anel de circulação

A faixa de rodagem do anel de circulação da rotunda em causa é constituída por uma única via de circulação. Contudo, tem diversas larguras, havendo zonas onde os condutores conseguem “formar” duas ou mesmo três vias distintas, conforme se pode verificar na Figura 19.



Figura 19: Exemplo de utilização do anel de circulação
Março 2012

3.3.1.5. Saídas

As saídas da rotunda assumem também um papel importante, uma vez que devem assegurar níveis de capacidade mais elevados do que os das entradas da rotunda e do que pelo anel de circulação (Silva & Seco, 2009), sendo que a maioria dos estudos assumem que se deve “dificultar as entradas e facilitar as saídas”.

Assim, na Tabela 4, identificam-se a *Largura* e o *Raio de saída* dos diversos ramos de saída da rotunda em causa.

Tabela 4: Largura efetiva e raio das saídas

Saída	Largura efetiva da saída (e) (m)	Raio da saída (r) (m)
1	4,7	6,0
2	4,8	7,2
4	8,5	5,8
5	6	20,0
6	4,4	20,8

Dos valores obtidos, constata-se que a largura das saídas é superior aos 4 m estipulados no documento base de Dimensionamento de Rotundas (Silva & Seco, 2009), mas os raios de saída ficam, em 3 das 5 saídas, aquém do aconselhado pelo mesmo documento, sendo mesmo, em algumas saídas, inferior ao raio de entrada.

3.3.1.6. Critérios de visibilidade

A salvaguarda de alguns critérios de visibilidade nas rotundas assume um papel preponderante na prevenção de acidentes, nomeadamente pela perceção global da rotunda proporcionada aos condutores que se aproximam, circulam e atravessam a interseção.

Critério da Visibilidade de Aproximação

A garantia deste critério permite que o condutor consiga visualizar, à distância de visibilidade de paragem, pelo menos, a ilha central nas imediações da entrada (Silva & Seco, 2008). Neste caso concreto, admite-se que o tráfego circula à velocidade de 40km/h, pelo que a Distância de Visibilidade de Paragem (DP), a considerar, de acordo com JAE (1994), é de 40 m. Assim, identificada a geometria associada ao critério em causa, verifica-se que nos Ramos 3 e 7 não é garantida a visibilidade pretendida, devendo-se esse fato à existência de edifícios no ângulo de visibilidade aferido, conforme se pode constatar na Figura 20 e na Figura 21.

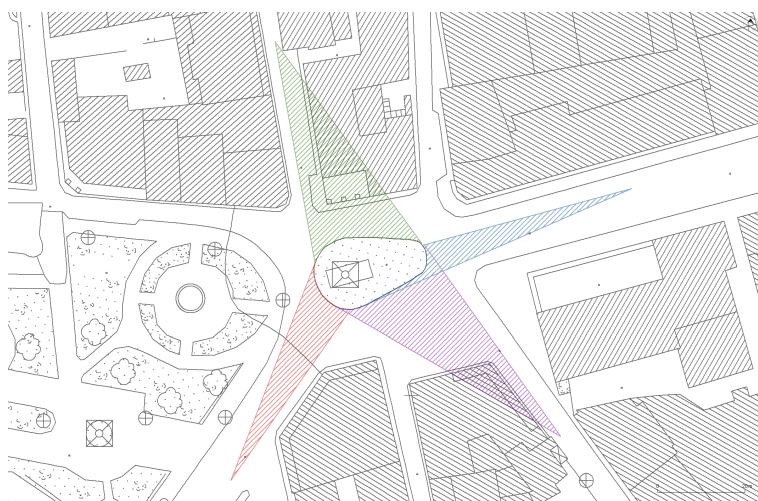


Figura 20: Critério da Visibilidade de Aproximação nas diversas entradas



a) Ramo 3

b) Ramo 5

Figura 21: Vista dos ramos onde não é garantido o critério da Visibilidade de Aproximação
Setembro2011

Critério da Visibilidade da Entrada relativamente à sua esquerda

Com a salvaguarda deste critério, pretende-se que o condutor, na proximidade da entrada (15 m), consiga avaliar os intervalos dos veículos que circulam na rotunda e, com isso, inserir-se na rotunda em segurança (Silva & Seco, 2008 e 2009). Assim, nesta interseção, este critério é salvaguardado, à exceção da Entrada 3, uma vez que, nas restantes entradas é possível visualizar toda a interseção àquela distância e, apenas no Ramo 3, o edifício dos CTT não permite a visibilidade total sobre o lado esquerdo daquele ramo.

Critério da Visibilidade do Anel

Garantindo o cumprimento deste critério, qualquer condutor que circule no anel deve conseguir visualizar a faixa de rodagem à sua frente, ao longo de “toda a interseção”, conforme defendido em Silva & Seco (2009), o que, neste caso acontece, uma vez que o arranjo paisagístico da ilha central não interfere na visibilidade da faixa de rodagem.

Critério da Visibilidade das Travessias Pedonais

Este critério defende que “na aproximação à rotunda, o condutor de qualquer veículo deverá poder visualizar, a pelo menos uma distância igual à DP, a globalidade de qualquer travessia pedonal eventualmente existente nessa via” e que, “depois de atingida a linha de cedência de passagem, o condutor deverá ainda conseguir perceber a existência de eventuais travessias pedonais existentes na saída consecutiva, desde que colocadas a menos de 50 m da delimitação do anel” (Silva & Seco, 2008 e 2009).

No caso em estudo, este critério concretiza-se, uma vez que não há obstáculos nem curvas

que interfiram na visibilidade dos condutores, quer na salvaguarda da DP, quer desde a linha de cedência de passagem até à passadeira existente na saída consecutiva.

3.3.1.7. Deflexão de movimentos

A imposição de deflexões aos movimentos de circulação na entrada e no atravessamento da rotunda garante um maior controlo da velocidade de entrada e de atravessamento, diminuindo assim o número de acidentes e a gravidade dos mesmos (Silva & Seco, 2008 e 2009; DfT, 1993).

Conforme identificado na Figura 22, facilmente se constata que entre os Ramos 1 e 4, entre o 3 e 5, entre o 5 e 1, e também entre o 7 e o 2, existe uma má deflexão dos movimentos, uma vez que as trajetórias entre estes ramos são quase “diretas”, ou seja, não sofrem qualquer influência da ilha central da rotunda e são muito pouco influenciados pelos lancis quer junto à entrada, quer junto à saída dos ramos.

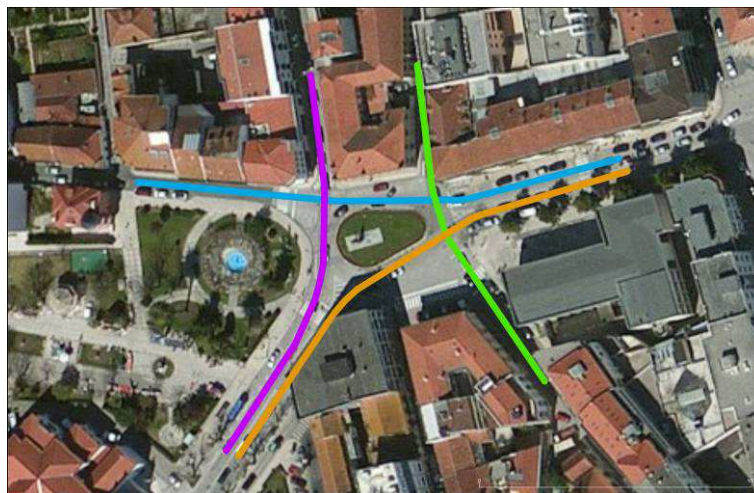


Figura 22: Deflexões dos movimentos, associadas a diversas trajetórias de atravessamento

3.3.2. Iluminação pública

A correta iluminação numa rotunda contribui grandemente para o correto reconhecimento por parte dos condutores da presença da rotunda que se aproxima, dos veículos que nela circulam e das travessias pedonais que lhe estiverem associadas e, assim, poderem agir em

segurança, aumentando a visibilidade e segurança noturnas, quer dos condutores, quer dos peões (Silva & Seco, 2008; NCHRP, 2010).

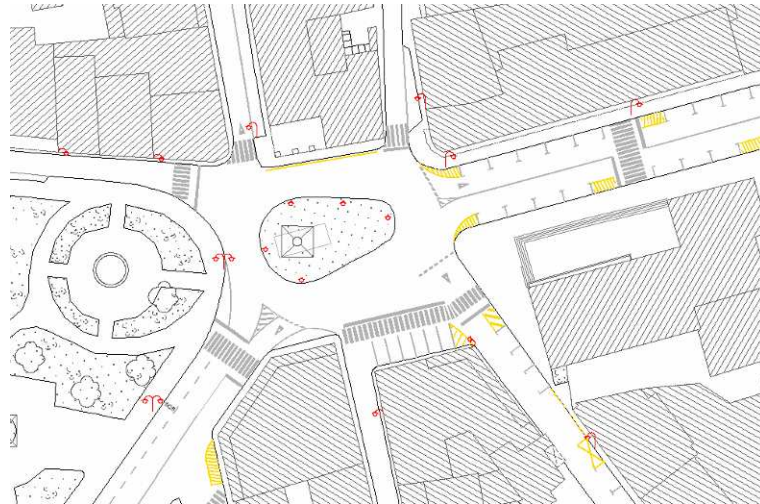


Figura 23: Localização dos candeeiros de iluminação pública existentes

Conforme a Figura 23 e a Figura 24, facilmente se constata que existem diversas luminárias e Braços de Iluminação Pública (BIP), quer na ilha central, promovendo, essencialmente, a iluminação do monumento existente, quer na zona envolvente à praça, que, em conjunto, promovem a iluminação noturna do Largo em causa (Figura 25).

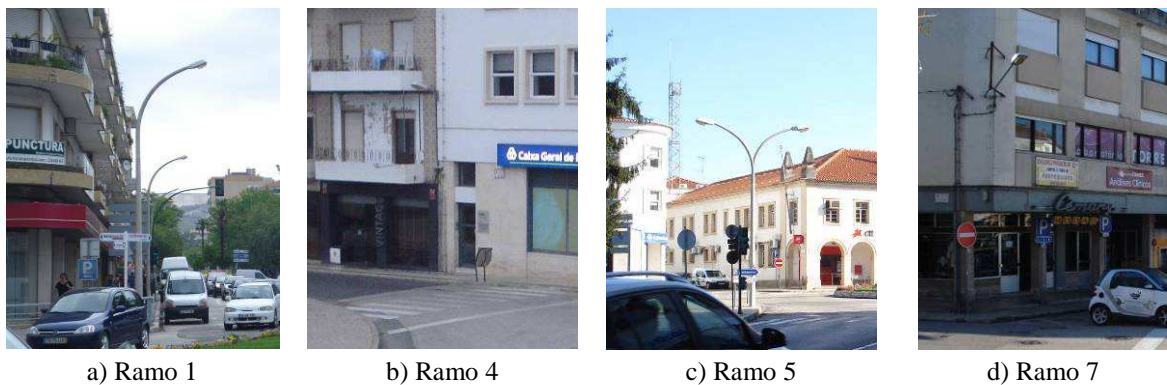


Figura 24: Exemplos de luminárias existentes no Largo 25 de Abril
Novembro 2011; Março 2012

Das medições efetuadas com o apoio de um luxómetro digital (KOBAN KL1065) nas entradas e saídas da rotunda e/ou nas passeadeiras que lhe estão associadas, chegou-se aos valores de iluminância constantes da Tabela 5. As medições foram efetuadas em julho de 2013, por volta das 00:00h, numa noite “sem estrelas”.

Tabela 5: Iluminância nos ramos da rotunda e/ou nas passareiras existentes

	Ramo	Iluminância (lux)
1	ilhéu separador	21,9
	passadeira	25,2
2	passadeira	17,2
3	passadeira	25,4
4	passadeira	6,3
5	linha de cedência de passagem	6,9
	passadeira	17,7
6	passadeira	3,6
7	passadeira	11,5

Ainda relativamente às medições efetuadas, aquando da sua execução, é de referir que as luminárias existentes na ilha central e a do Ramo 4, junto à passadeira, estavam desligadas.

Assim, assumindo o valor mínimo de referência de 9 lux considerado em FHWA (2010), para este tipo de rotunda, facilmente se constata que nem todos os ramos da rotunda têm iluminação suficiente para garantir a segurança necessária na circulação rodoviária.



Figura 25: Iluminação noturna
Julho 2013

3.3.3. Sinalização de trânsito

A sinalização de trânsito existente é a primeira indicação do que se aproxima na circulação das vias, orientando, advertido, informando, regulando e controlando, quer seja uma interseção, uma curva ou, como neste caso, uma rotunda.

Neste ponto identifica-se a sinalização de trânsito existente, horizontal, vertical e luminosa, essencialmente no que respeita à sua localização e tipologia.

3.3.3.1. Horizontal (Marcas rodoviárias)

A sinalização horizontal destina-se, essencialmente, a “regular a circulação e a advertir e orientar os utentes das vias públicas” (artigo 58.º do Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de outubro – RST).

O largo em causa integra diversas marcas rodoviárias, onde se destacam as marcas longitudinais, como as linhas contínuas e as linhas descontínuas, as marcas transversais, constituídas pelas linhas de cedência de passagem com símbolo triangular e as passagens para peões, e ainda as marcas reguladoras do estacionamento e paragem, conforme se pode constatar na Figura 26. Integra ainda algumas marcas diversas e guias, como por exemplo as raia obliquas junto às bolsas de estacionamento.

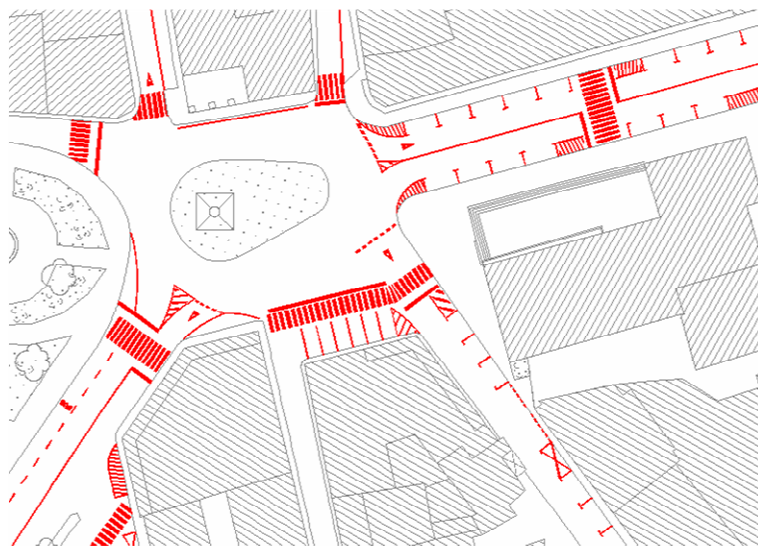


Figura 26: Identificação da sinalização horizontal existente

Verifica-se ainda que nem todas as marcas cumprem da melhor forma as suas funções, tendo em consideração o fato de não se encontrarem nas melhores condições, encontrando-se algumas bastante desgastadas, conforme se pode constatar pelos exemplos da Figura 27.



a) Ramo 1



b) Ramo 5

Figura 27: Exemplos de marcas rodoviárias em mau estado
Março 2012

3.3.3.2. Vertical

Tal como as marcas rodoviárias, a sinalização vertical de trânsito tem também diversas funções, todas associadas à finalidade de promover a legibilidade da interseção, pelo que, numa rotunda, devem ser considerados os sinais de perigo, de regulamentação e de orientação (Silva & Seco, 2008; Roque, 2005).

O Largo em causa comporta diversos sinais verticais, conforme se pode constatar no Anexo I, onde facilmente se identificam os sinais de “cedência de passagem”, de “rotunda” ou de “travessia de peões”.

Verifica-se, no entanto, a existência de diversos sinais que não reúnem as características estipuladas no *Regulamento de Sinalização de Trânsito*, quer quanto ao seu formato quer quanto à sua altura, conforme se pode constatar na Figura 28. Também a sua localização não é, por vezes, a mais correta, uma vez que, dependendo da localização do condutor, há sinais que poderão não ser visualizados em tempo útil para uma correta tomada de decisão quanto, por exemplo, à direção a tomar.

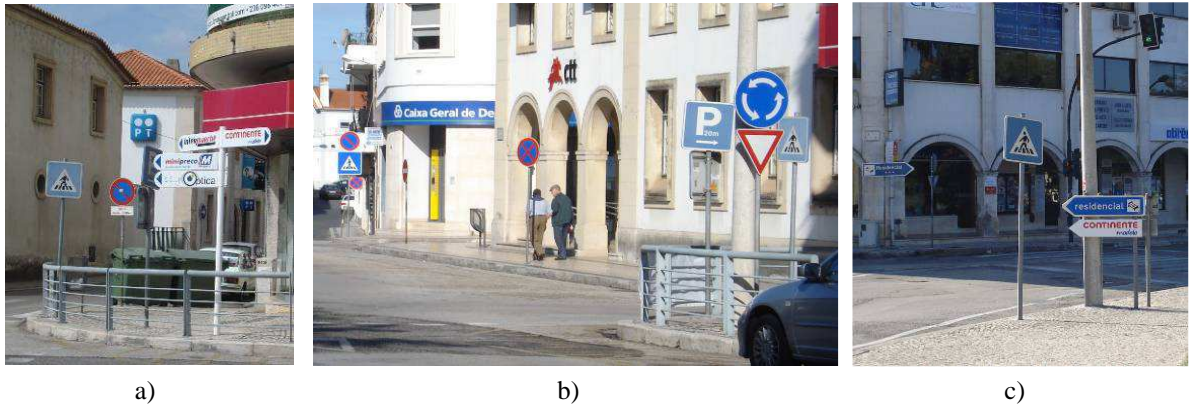


Figura 28: Exemplos de sinalização vertical existente
Setembro 2011; Março 2012; Setembro 2012

Da análise da Figura 28_a) e c), facilmente se constata que nem todos os sinais que existem neste largo são sinais de trânsito, o que, pela sua localização, poderá dificultar a perceção do condutor dos sinais de trânsito existentes, colocando em causa a segurança de todos os utilizadores da interseção.

3.3.4. *Infraestrutura pedonal*

A infraestrutura pedonal deve conseguir garantir que não surjam problemas de circulação, quer pedonal, quer rodoviária, sendo possível ao peão realizar um determinado percurso sem ser necessário recorrer à faixa de rodagem, à exceção das zonas específicas para o atravessamento, como as passadeiras (Seco *et al*, 2008_b).

No presente caso, a infraestrutura pedonal é constituída por passeios e por passadeiras, sendo que todos os ramos da rotunda têm passadeiras (Figura 29), umas mais próximas e outras mais afastadas da interseção e o atravessamento do Ramo 1 e do Ramo 5 é efetuado com recurso a semáforos, atuados pelo peão.

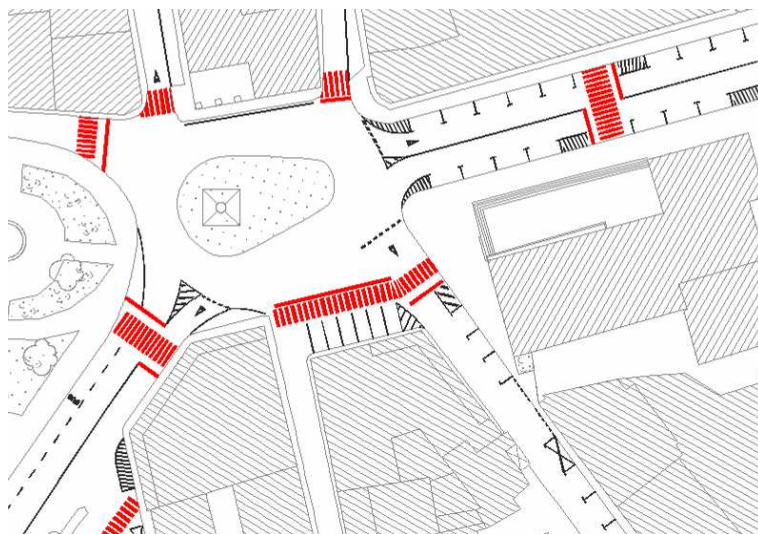


Figura 29: Identificação das passadeiras existentes

Os Ramos 6 e 7 têm a particularidade de terem uma passadeira “comum”, que serve para o atravessamento destes ramos e também para atravessar a rotunda (Figura 30_c)).



a) Ramo 2



b) Ramo 3



c) Ramos 6 e 7

Figura 30: Exemplos de passadeiras existentes
Março 2012

Alguns passeios, conforme se pode observar na Figura 31, têm largura bastante reduzida, não sendo salvaguardada a largura livre de 1,2 m estipulada na secção 4.3.1 do Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, onde são definidas as “condições de acessibilidade a satisfazer no projeto e na construção de espaços públicos (...)”, pelo que, as infraestruturas pedonais associadas à rotunda em causa, não são completamente acessíveis a pessoas com mobilidade condicionada (IMTT, 2011_c).



a) Ramo 2

b) Ramos 3 e 4

c) Ramo 7

Figura 31: Exemplo da largura exígua de alguns passeios
Abril 2013

Além da largura livre exígua, também alguns passeios se encontram ocupados com sinalização vertical, BIP e/ou mobiliário urbano (Figura 32), fazendo com que a largura livre dos passeios seja ainda menor.



a) Ramo 5

b) Ramo 6

c) Ramo 4

Figura 32: Exemplos da ocupação de passeios e dos desníveis entre o passeio e a passadeira
Abril 2013

Também o acesso a algumas passadeiras se pode tornar uma ação de difícil execução, tendo em consideração o elevado desnível existente entre o passeio e algumas passadeiras (Figura 32_a) e b)), bastante superior aos 2 cm previstos na secção 1.6 do Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto.

Assim, toda a infraestrutura pedonal associada à rotunda em causa se pauta pela fraca mobilidade associada às debilidades existentes, nomeadamente, a diminuta largura dos passeios, a falta de rampeamento na passagem passeios/passadeiras e o excesso de inclinação das rampas existentes.

É ainda de notar que algumas passeadeiras se encontram fora do trajeto preferencial dos peões, fazendo com que atravessem a faixa de rodagem fora das passagens de peões, colocando em causa a sua segurança e a dos restantes utilizadores, quer sejam outros peões ou condutores (IMTT, 2011_c), conforme se pode constatar na Figura 33.



Figura 33: Passadeiras fora do trajeto preferencial dos peões (Ramos 3 e 4), associadas a um passeio com largura diminuta
Março 2012

3.3.5. Estacionamento

Conforme se pode verificar na Figura 34, dos sete ramos da rotunda, 4 têm associadas bolsas de estacionamento. O Ramo 1 tem estacionamento em ambos os sentidos, o Ramo 2 tem associada uma pequena bolsa de estacionamento do lado direito da faixa de rodagem, mas apenas para cargas e descargas. O Ramo 3, tem associada uma bolsa de estacionamento, do lado esquerdo, afeta a veículos dos Correios (CTT) e da Portugal Telecom (PT). O Ramo 6 não tem qualquer bolsa de estacionamento associada, contudo, o lado direito da faixa de rodagem é utilizado para estacionamento. Por fim, o Ramo 7 tem também uma bolsa de estacionamento do lado direito da faixa de rodagem.

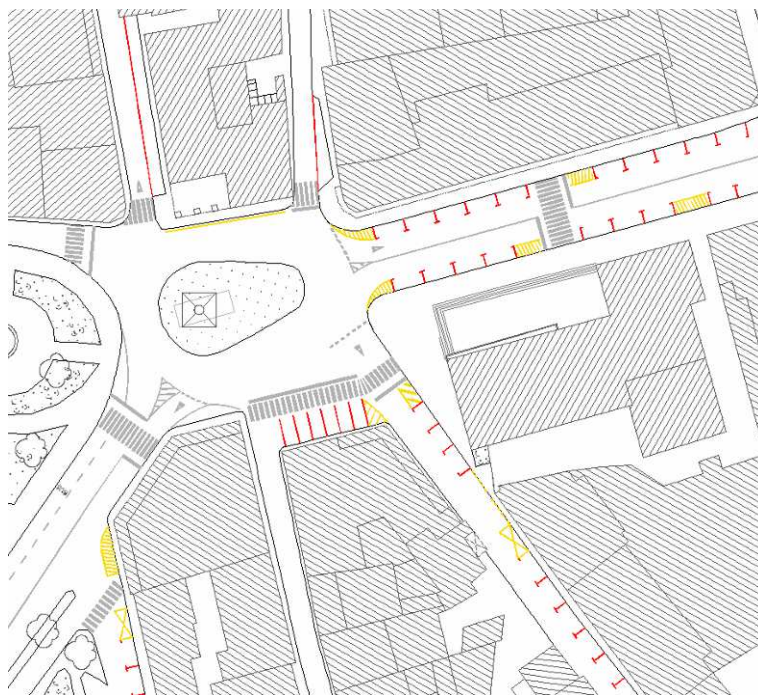


Figura 34: Localização das bolsas de estacionamento

A rotunda em causa tem a particularidade de, para além das restantes bolsas de estacionamento já identificadas, ter uma no interior da rotunda, com capacidade para 6 veículos, conforme se pode verificar na Figura 35_c).



a) Ramo 1



b) Ramo 3



c) entre os Ramos 6 e 7

Figura 35: Exemplos de bolsas de estacionamento associadas à rotunda
Março 2012; Abril 2013

Pela observação da procura de estacionamento no Largo em causa e nos lugares de estacionamento existentes na Avenida Heróis do Ultramar, adjacentes ao largo, constata-se que há uma elevada procura de estacionamento de muito curta duração, para deslocações aos correios ou ao banco que, no entanto, causam alguma perturbação no fluxo de tráfego, diminuindo a capacidade das vias adjacentes (Seco *et al*, 2008_a).

Assim, paralelamente à bolsa de estacionamento existente no interior da rotunda, também outros locais da rotunda são utilizados como pontos de paragem, conforme identificado na Figura 36, onde se destacam as paragens em frente aos Correios (Figura 36_a)) e paralelamente à passadeira existente no interior da rotunda (Figura 36_b)).



a) junto aos Correios



b) paralelamente à passadeira existente no interior da rotunda



c) em frente à Caixa Geral de Depósitos

Figura 36: Exemplos de estacionamento indevido na rotunda
Novembro 2011, Março 2012

3.3.6. Pontos de conflito

Associados a esta rotunda verifica-se a existência de, pelo menos, 10 pontos de conflitos rodoviários, 4 relativos a manobras de convergência, 5 a manobras de divergência e ainda 1 a manobras de cruzamento, entre a entrada de veículos provenientes do Ramo 3 e a saída de veículos da interseção para o Ramo 4, conforme se pode observar na Figura 37.

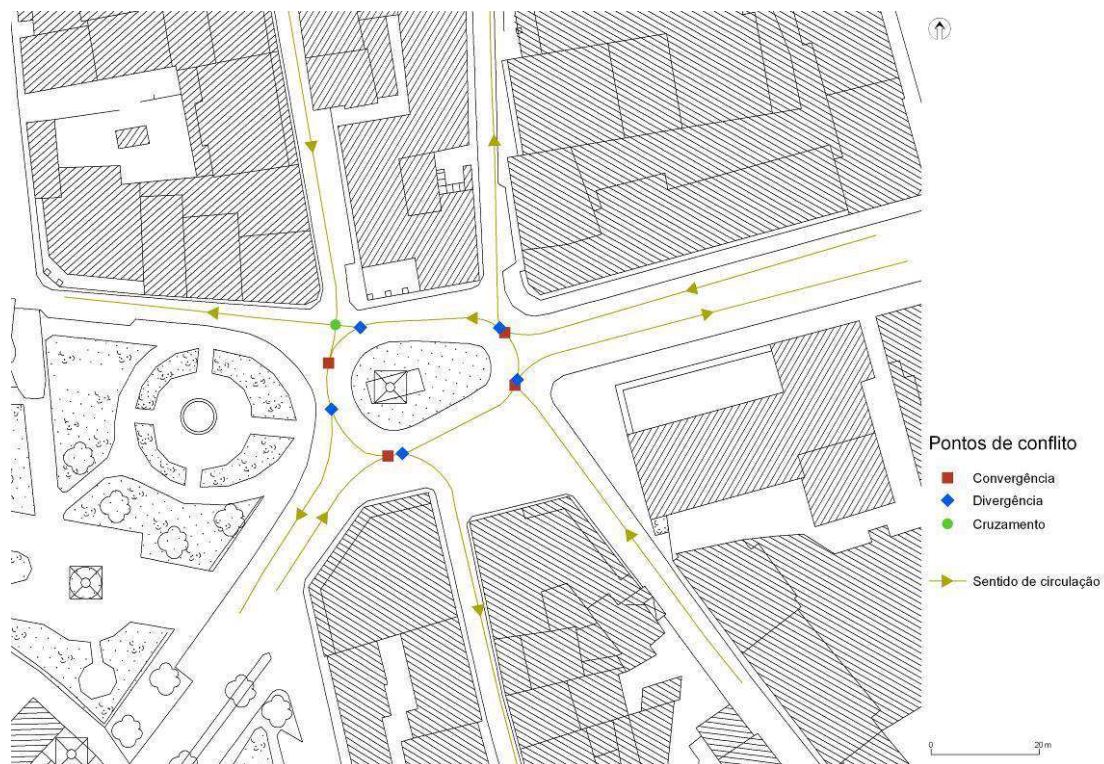


Figura 37: Pontos de conflito rodoviários associados à circulação na rotunda

Tendo em consideração a existência da passadeira e da bolsa de estacionamento no interior da rotunda (Figura 35_c)), mais pontos de conflito podem ser identificados. Assim, verificam-se conflitos quer entre peões e veículos, tendo em consideração as manobras que estão associadas à entrada e saída dos veículos daquele estacionamento, quer por os veículos terem que aguardar que as pessoas atravessassem a passadeira para estacionar, como, quando os veículos estão a sair do estacionamento, terem que fazer manobras em cima da passadeira ou no anel de circulação.

Denotam-se também alguns conflitos entre veículos no anel de circulação pelo fato dos condutores estacionarem indevidamente no interior da rotunda (Figura 36), bem como, associado a esse fato, o aumento dos atrasos e filas de espera.

3.3.7. Sinistralidade

De acordo com a informação da Polícia de Segurança Pública (PSP), esta é uma rotunda à qual não se encontram associados muitos acidentes, tendo havido, este ano de 2013, apenas um acidente ligeiro, referente a um velocípede, de que não resultou qualquer ferido.

Nos últimos 3 anos, em conformidade com a informação cedida pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), não houve qualquer acidente neste Largo, do qual resultassem vítimas, sendo que, apenas existem registos de 2008, com um acidente onde resultou um ferido ligeiro e, anteriormente, em 2006, dois acidentes, de onde resultaram dois feridos ligeiros. Estes acidentes, em 2006, poderão justificar-se, eventualmente, com a falta de conhecimento das “novas” regras de circulação aplicáveis à rotunda, uma vez que este largo, como se encontra atualmente, apenas surgiu durante o ano de 2005.

3.3.8. *Mobiliário / Equipamento urbano*

No presente caso de estudo, e de acordo com o artigo 3.º do *Regulamento de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade* (2013) da Câmara Municipal de Pombal, entende-se por:

- *Equipamento urbano – conjunto de elementos instalados no espaço público com função específica de assegurar a gestão das estruturas e sistemas urbanos, nomeadamente, sinalização viária, semafórica, vertical, horizontal e informativa (direcional e de pré-aviso), candeeiros de iluminação pública, armários técnicos, guardas metálicas e dissuasores.*
- *Mobiliário urbano – todas as peças instaladas ou apoiadas no espaço público destinadas a uso público, que prestam um serviço ou apoiam uma atividade, ainda que de modo sazonal ou precário, como por exemplo, quiosques, esplanadas, palas, toldos, alpendres, floreiras, bancos e abrigos de transportes públicos.*

No largo em causa, existe, de acordo com as definições anteriores, essencialmente, equipamentos urbanos, onde se destacam a sinalização (vertical, horizontal e luminosa), os BIP, armários técnicos, uma guarda metálica, mupis e diversas papeleiras e caixotes do lixo, dispostos em conformidade com o Anexo I.

Na Figura 38, apresentam-se alguns exemplos de equipamentos urbanos existentes no Largo em estudo. Aqui, destaca-se o fato de, tal como referido anteriormente, a localização dos equipamentos não ser, por vezes, a mais correta, ocupando o passeio, a faixa de rodagem ou as zonas de estacionamento de forma abusiva e, por vezes, desordenada.



Figura 38: Exemplos de mobiliário / equipamentos urbanos existentes
Abril 2013

3.3.9. Pavimento

O pavimento atualmente existente é o pavimento com que a obra foi inicialmente executada, surgindo “remendos” pontuais, pela alteração de ramais de drenagem de águas residuais ou de águas pluviais ou por alguma deficiência que vá aparecendo, denota-se ainda o desenvolvimento de desagregações na camada de desgaste (por exemplo, “peladas”, “ninhos” ou “cabeças de gato”).



Figura 39: Exemplos de deficiências no pavimento do anel de circulação
Abril 2013

A maior intervenção foi quando, em 2006, se verificaram inundações em Pombal, que fizeram com que o pavimento sofresse graves danos no Largo em causa, abrindo-se mesmo buracos por cima da Ribeira Quente, linha de água encanada que passa por baixo da ilha central, proveniente da Avenida Heróis do Ultramar em direção ao Jardim do Cardal e ao Rio Arunca.

3.3.10. Drenagem superficial

As águas acumuladas na rotunda e provenientes dos ramos da mesma são escoadas para os sumidouros e sargetas existentes nos diversos ramos da rotunda (Figura 41), localizados em conformidade com a Figura 40.

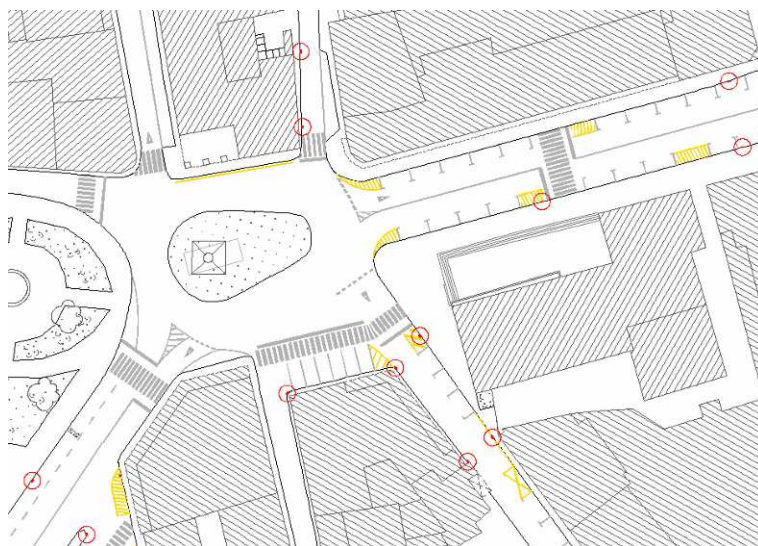


Figura 40: Identificação das sargetas e sumidouros existentes



a) Ramo 2



b) Ramo 6



c) Ramo 7

Figura 41: Exemplos de sumidouros existentes
Abril 2013

Sendo a ilha central ajardinada, e, como tal, necessitando de regas frequentes, observa-se que a água nem sempre é contida na ilha central e sai para o pavimento (Figura 42), podendo pôr em causa a segurança dos veículos que circulam na rotunda.



Figura 42: Exemplo de escorrências sobre o anel de circulação, resultantes da rega da ilha central
Março 2012

3.3.11. Ruído

Nas próximas figuras (Figura 43 e Figura 44) encontra-se a descrição da exposição da população ao ruído ambiente, tendo sido considerados o L_n – o indicador de ruído que representa o ruído médio durante o período nocturno (das 23h às 7h) – e o indicador L_{den} – representa uma média ponderada das 24 horas do dia.

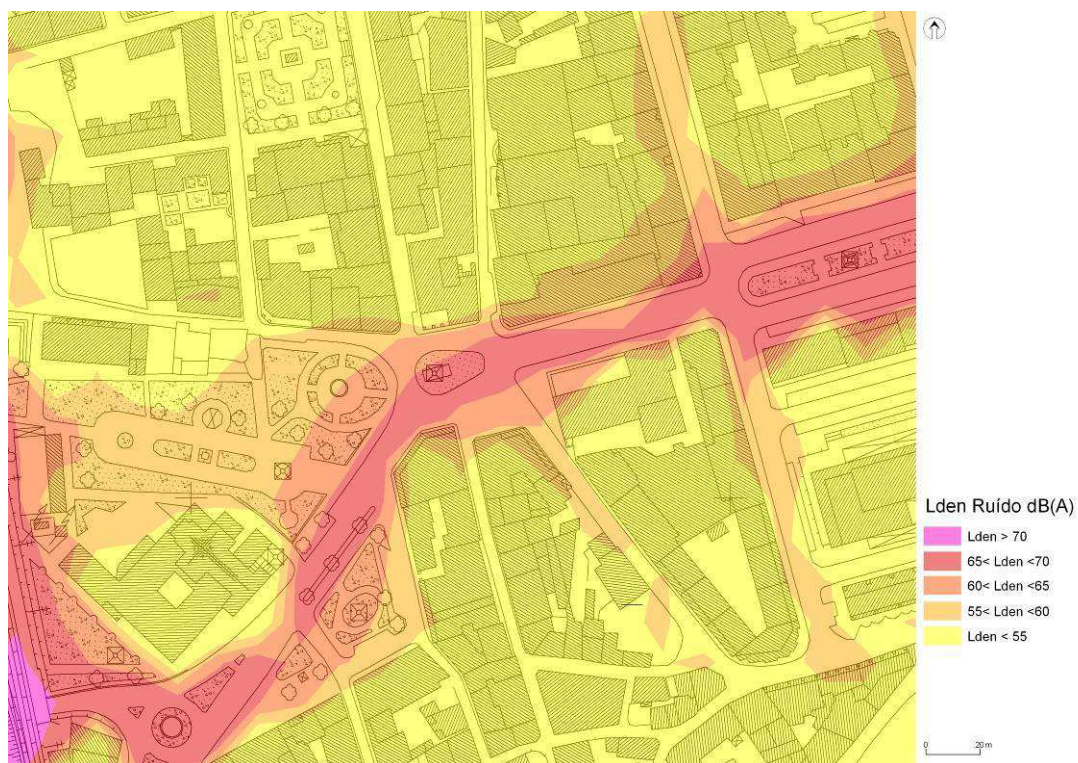


Figura 43: Indicador de ruído diurno/entardecer/noturno (L_{den})
(Adaptado de GPU, 2011)

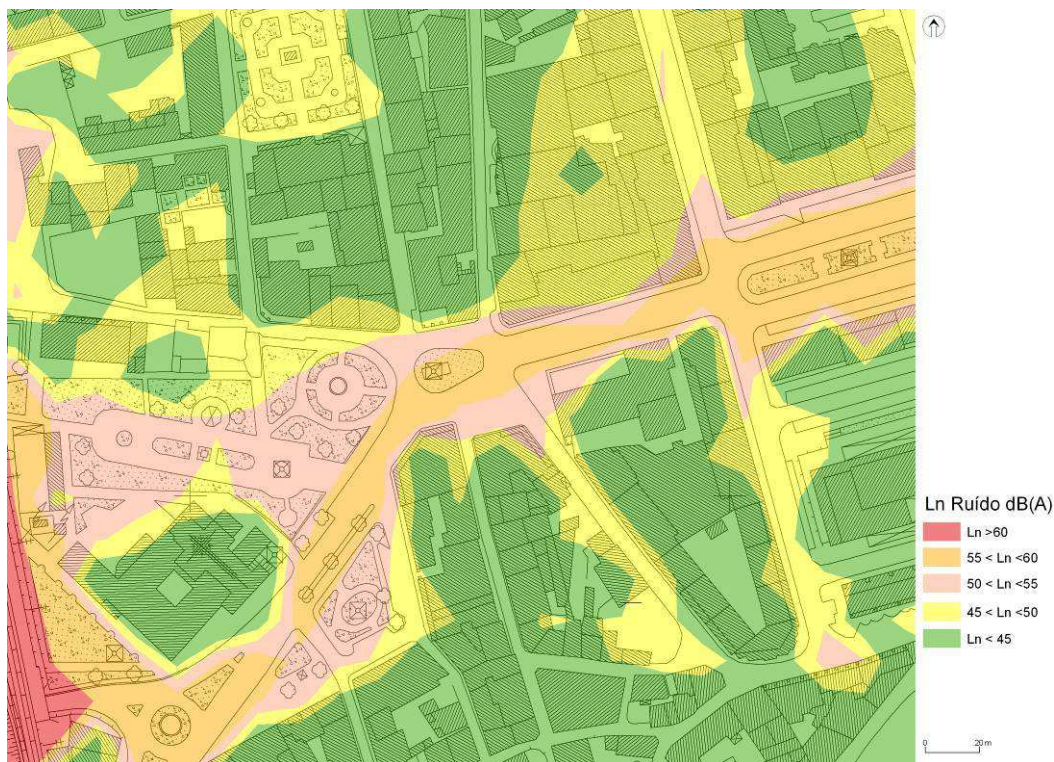


Figura 44: Indicador de ruído noturno (Ln)
(Adaptado de GPU, 2011)

Da análise das figuras, verifica-se que o “corredor” correspondente à Avenida Heróis do Ultramar, ao Largo 25 de Abril e ao Largo do Cardal, têm valores bastante elevados, com níveis de pressão sonora, L_{den} entre 65 e 70 dB(A) e L_n entre 55 e 60 dB(A). Ou seja, naquele corredor, os valores estão acima do estipulado no *Regulamento Geral do Ruído*, para a zona em causa (zona mista), uma vez que L_{den} deveria ser inferior a 65 dB(A) e L_n a 55 dB(A).

3.4. Recolha de dados de tráfego

O conhecimento dos volumes direcionais de tráfego é fundamental para o cálculo da capacidade de uma rotunda, pelo que a recolha de dados deve ser efetuada de forma tão fidedigna quanto possível e de modo a que forneça uma descrição tão rigorosa quanto possível do tráfego na interseção em análise.

No caso desta interseção, a finalidade da recolha de dados passa por:

- Quantificar o tráfego rodoviário, para o cálculo do volume de tráfego na rotunda;
- Identificar as características / tipologias de veículos;
- Reconhecer os movimentos pedonais;
- Reconhecer a distribuição do tráfego por sentidos, identificando a entrada, a direção e a saída dos veículos;
- Identificar o tráfego conflituante (Q_c), que corresponde ao fluxo de veículos da corrente prioritária que conflitua com os veículos que se pretendem inserir no interior da rotunda, durante um determinado período de tempo (Silva & Seco, 2008).

Dependendo a forma como é efetuada a recolha de dados da finalidade do estudo, neste caso, foi efetuada uma recolha de volume de procura concentrada, tendo sido, para evitar enviesamentos dos resultados, a recolha de dados efetuada a uma sexta-feira, em dois períodos temporais distintos. Durante a considerada hora de ponta da manhã, ou seja, entre as 7:30h e as 9:30h, e a hora de ponta da tarde, entre as 17:30h e as 19:00h. Não foi considerado o período associado à hora de almoço, uma vez que se considerou que, neste caso, esse período horário não seria de pico de tráfego (IMTT, 2011_a; Santo & Ramalho, 2006).

A escolha do dia da semana e do período horário foi efetuada tendo em consideração as disposições normativas e o conhecimento dos técnicos da Câmara Municipal de Pombal (CMP) do local em causa, tendo-se chegado a acordo que este seria o dia mais correto para a recolha. Foram considerados diversos fatores na escolha do dia da semana mais correto para a recolha. Assim sendo, foi considerado que a contagem deveria ser efetuada em dias úteis e fora do período de férias escolares; a segunda-feira e a quinta-feira não seriam dias aconselháveis, uma vez que, em Pombal, são considerados “dias de mercado”, em que há mais pessoas a deslocarem-se à cidade e, conseqüentemente, uma maior afluência de tráfego; a terça-feira e a quarta-feira são dias muito inconstantes relativamente à circulação de tráfego; os dias de fim e de início do mês também são dias inconstantes, uma vez que algumas pessoas recebem os seus ordenados nessa altura do mês e optam por ir de veículo particular para o serviço, ao invés de, tal como no resto do mês, irem de transportes públicos ou mesmo a pé. Como tal, chegou-se à conclusão que a sexta-feira, apesar de ser

véspera de fim-de-semana, seria o dia mais apropriado para a recolha, tendo a mesma ocorrido no dia 16 de Março de 2012.

A recolha foi efetuada com recurso a câmaras de filmar, opção que foi tomada tendo em consideração os objetivos adstritos à recolha de dados e aos meios disponíveis, tendo sido as imagens analisadas e o tráfego contabilizado numa fase posterior. As câmaras foram direcionadas para diversos pontos, conforme se pode constatar na Figura 45, de forma a ter-se uma perceção da totalidade da interseção, e assim poderem analisar-se todos os circuitos efetuados pelos veículos.



Figura 45: Localização das câmaras de filmar
Setembro 2012

Uma vez que um dos objetivos dos dados recolhidos é a sua utilização para o cálculo da capacidade da rotunda, optou-se pelo cálculo do débito de veículos, subdividindo o tempo de recolha de dados em períodos de agregação de 15 minutos. Deste modo, procura-se o volume de tráfego nos 15 minutos mais carregados da hora de ponta, extrapolando-se para o período horário (Andrade, 2000; Costa, 2008; Macedo, 2005). Assim, e para facilitar a contagem, foi utilizada uma “Folha de contagem classificada de tráfego” para cada entrada, conforme o exemplo da Figura 46.

FOLHA DE CONTAGEM CLASSIFICADA DE TRAFEGO															
Local da contagem: Largo 25 de Abril															
Ramo da rotunda: Rua Prof. Carlos Alberto Mota Pinto (3)															
Data: 16 / 03 / 2012															
Período horário: 07:30h – 09:30h															
Folha n.º															
VL: Veículos ligeiros VP: Veículos pesados MT: Motociclos															
Período de agregação de 15min	v34			v35			v36			v31			v32		
	VL	VP	MT	VL	VP	MT	VL	VP	MT	VL	VP	MT	VL	VP	MT
7:30 h															
7:45 h															
8:00 h															
8:15 h															
8:30 h															
8:45 h															
9:00 h															
9:15 h															

Figura 46: Folha de contagem de tráfego utilizada

3.4.1. Informação recolhida

A contagem de tráfego efetuada permitiu a quantificação dos fluxos de tráfego direcionais e em função das tipologias de veículos que circulam, por unidade de tempo, na interseção em causa.

Os dados recolhidos têm utilização para o cálculo da capacidade das entradas da rotunda, assim como servem para se efetivar um melhor conhecimento da operacionalidade de toda a interseção, quer na circulação rodoviária como pedonal e também nos meios de transporte suaves.

Com o auxílio das folhas de contagem classificada de tráfego e a visualização das imagens recolhidas, foram efetuadas as contagens de tráfego.

Apesar de terem sido contabilizados todos os tipos de veículos, apenas foram utilizadas as seguintes classes de veículos: Veículos Ligeiros, Veículos Pesados e Motociclos, uma vez

que nas contagens de tráfego das interseções, os veículos de características semelhantes são, normalmente, agregados por classes, consoante o interesse para o estudo em causa (Silva & Seco, 2008; FHWA, 2010). Assim, neste caso, e tendo em consideração a tipologia de veículos que utilizam a praça (Figura 47), optou-se por uniformizar os veículos apenas nas 3 classes referidas: Veículos Ligeiros (VL), Veículos Pesados (VP) e Motociclos (MT), tal como proposto por Silva & Seco (2008).



Figura 47: Exemplos dos diversos veículos que circulam na rotunda
Março 2012

Na classe de veículos ligeiros, incluem-se os veículos ligeiros de passageiros com ou sem reboque, incluindo as viaturas do tipo carrinhas, comportando no máximo 9 lugares com o motorista. Incluem-se também as versões comerciais similares às respetivas versões de passageiros dos automóveis ligeiros, assim como os veículos de mercadorias do tipo furgão e as camionetas (veículos cujo peso bruto não exceda 3500 kg), com ou sem reboque. Nos veículos pesados, incluem-se os veículos de mercadorias cujo peso bruto exceda os 3500 kg, vulgarmente designados por camiões, com ou sem reboque, assim como todos os veículos pesados de transporte de passageiros. Por fim, na classe de motociclos, incluem-se os veículos dotados de duas rodas, com ou sem carro lateral, e os ciclomotores (*Código da Estrada*, 2005).

Foi ainda considerada uma outra classe, para Outros veículos (OV), uma vez que se constatou que a interseção também era utilizada por bicicletas e alguns tratores, ou seja, veículos que não foram considerados nas 3 classes anteriormente referidas. A utilização desta classe foi apenas para um melhor conhecimento da interseção em causa, não tendo sido utilizada para os cálculos dos volumes de tráfego nem da capacidade das entradas.

Para os cálculos a efetuar e para a determinação dos volumes de tráfego, há que ter em consideração a necessidade da conversão dos veículos em unidades de veículos equivalentes (uve), para uniformizar as várias classes de veículos selecionada, tendo sido adotada a conversão constante da Tabela 6, reconhecida por Silva & Seco (2008) e Andrade (2000).

Tabela 6: Classificação de veículos e respetivos coeficientes de conversão (Silva & Seco, 2008)

Classe de veículos	Inclinação		
	-2%	0%	2%
MT	0,4	0,5	0,6
VL	0,9	1,0	1,2
VP	1,5	2,0	3,0

Da recolha efetuada concluiu-se que o período de ponta de 15 minutos mais carregado é entre as 18:45h e as 19h, tendo entrado na rotunda, naquele período, um volume de 491,5 uve/15min, representando assim um débito na hora de ponta de 1966 uve.

Efetuada a contagem de tráfego e efetuadas as transformações necessárias, obtiveram-se os valores constantes da Tabela 7, onde se apresenta a matriz direcional de tráfego correspondente ao débito de veículos na interseção giratória durante a hora de maior tráfego, por ramo.

Tabela 7: Matriz direcional de tráfego na interseção giratória, em uve/hora (Silva & Seco, 2008; FHWA, 2010)

		Ramo de saída							Σ
		1	2	3	4	5	6	7	
Ramo de entrada	1	0	60	-	16	384	0	-	460
	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	44	12	-	64	240	12	-	372
	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	404	196	-	60	46	40	-	746
	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	24	52	-	16	288	8	-	388
	Σ	472	320	-	156	958	60	-	1966

Da contagem de tráfego verifica-se também que o ramo onde entram mais veículos é o Ramo 5, correspondente ao Largo do Cardal (Figura 48) e é também no mesmo Ramo 5 que sai a maior percentagem de veículos (Figura 49).

Figura 48: Percentagem de veículos que entram na rotunda, por ramo de entrada

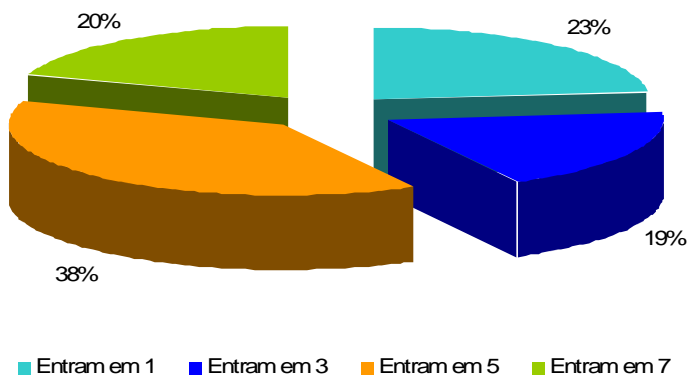
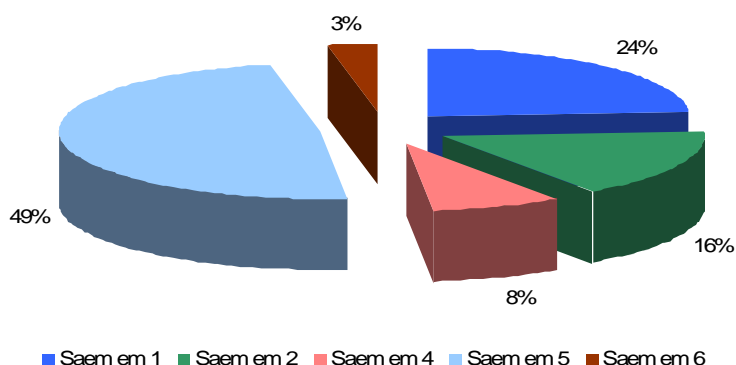


Figura 49: Percentagem de veículos que saem na rotunda, por ramo de saída



Verifica-se ainda um elevado número de veículos que não sai no ramo de saída imediatamente a seguir, mas que “atravessa” a rotunda ou faz viragens à esquerda, o que faz com que o escoamento do tráfego se torne mais difícil. E também, apesar de não ser visível na matriz da Tabela 7, alguns veículos entram na rotunda, dão uma volta completa e apenas depois é que saem (normalmente os que param para ir aos correios ou ao banco).

Para o cálculo da capacidade de cada entrada, além dos valores provenientes da conceção geométrica da rotunda, é necessário também o conhecimento do tráfego conflituante (Q_c), que corresponde ao fluxo de veículos da corrente prioritária que conflituava com os veículos que se pretendem inserir no interior da rotunda, durante um determinado período de tempo

(Silva & Seco, 2008). Assim, obtiveram-se os valores do tráfego conflituante apresentados na Tabela 8, para cada uma das entradas da interseção giratória.

Tabela 8: Tráfego conflituante nas diferentes entradas (uve/h)

Tráfego conflituante (Q_c)			
Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
678	818	76	762

De acordo com a referida tabela, constata-se que é na Entrada 3 que existe o maior volume de tráfego conflituante, seguido da Entrada 7 e onde há menor volume de tráfego conflituante é na Entrada 5.

3.4.2. Movimentos pedonais

A importância que a movimentação pedonal assume nesta praça não pode ser descurada, pelo que, para o dimensionamento correto de qualquer solução a propor, é fulcral conhecer as características do ser humano e dos peões que circulam na praça em causa, de forma a adaptar o sistema pedonal ao sistema de transportes da forma mais eficiente (Seco *et al*, 2008_b).

Analisadas as imagens recolhidas, constata-se que durante a hora de ponta o tipo de peões que mais circula na praça em causa são estudantes, sendo que o número de pessoas com mobilidade condicionada é bastante reduzido, refletindo-se em cerca de 2% dos utilizadores.

É também de realçar que, na travessia do Ramo 4, as pessoas circulam, muitas vezes, fora da passadeira, “cortando” a trajetória entre a passadeira do Ramo 3 e o passeio que liga o Ramo 4 ao Ramo 5 (Figura 33), constituindo este um ponto de elevados conflitos, quer pela insegurança criada, como pela dificuldade dos condutores em perceber as intenções dos peões. Outro fator de insegurança é o fato de haver pessoas a desrespeitar completamente o *Código da Estrada* (2005) e a atravessar a praça da rotunda, mesmo com veículos a circular.

Outra constatação imediata é o fato de, no período da ponta da manhã, o sentido dos movimentos pedonais ser distinto do da tarde, sendo que, de manhã, as pessoas “entram” na cidade e à tarde, “saem” da cidade.

Também da recolha de dados efetuada se pôde aferir o débito pedonal, constatando-se que, na travessia do Ramo 3 e no passeio adjacente, entre o Ramo 2 e o Ramo 3 (Figura 50), o débito pedonal é de 14 peões por minuto, contabilizados no período de ponta da tarde, ou seja, entre as 18:00h e as 18:15h.



Figura 50: Identificação do local de medição do Nível de Serviço dos peões
(Adaptado de www.bing.com/maps/, consultado em 27/09/2012)

Da mesma forma, pelas imagens visualizadas foi possível aferir o nível de serviço, que tal como referido em Seco *et al* (2008_b), é utilizado para caracterizar a qualidade do serviço oferecida ao peão. Em conformidade com o *Highway Capacity Manual*, na sua edição de 2000 (HCM 2000) encontram-se definidos 6 níveis, de A a F, em que o nível A é o nível ótimo e o F corresponde a um nível muito deficiente do sistema pedonal (Seco *et al*, 2008_b).

Para obter o nível de serviço, foi utilizado o débito por unidade de largura (v_p), que se obtém pela equação (Seco *et al*, 2008_b):

$$v_p = v_{15} / (15 \times W_E) \quad (19)$$

em que:

v_p – Débito pedonal por unidade de largura (p/min/m);

v_{15} – Volume de peões na ponta de 15 minutos (p/15min);

W_E – Largura útil do passeio (m).

A largura útil do passeio W_E obtém-se a partir da seguinte expressão:

$$W_E = W_T - W_O \quad (20)$$

em que:

W_T – Largura bruta do passeio (m);

W_O – Somatório das larguras perdidas devido à existência de obstáculos e distâncias de reserva (m).

Verifica-se assim que, no passeio atrás referido, o débito pedonal por unidade de largura é de 10,2 p/min/m, o que, em conformidade com o estipulado pelo HCM 2000, corresponde ao nível de serviço A, que se caracteriza por os peões se poderem mover segundo as trajetórias desejadas, sem terem que alterar os seus movimentos relativamente a outros peões (Seco *et al*, 2008_b).

3.5. Capacidade atual da interseção

A rotunda em causa, eventualmente pelo fato de se encontrar numa zona urbana consolidada, tendo sido adaptada a um espaço existente, com as limitações que daí advêm, assume algumas dimensões e características geométricas menos aconselháveis à geometria de uma rotunda, tendo surgido, como já abordado anteriormente no subcapítulo 3.3.1 – Características geométricas, os valores constantes na Tabela 9, aquando da consecução dos seus parâmetros geométricos.

Tabela 9: Valores dos parâmetros geométricos da rotunda e das suas entradas

Parâmetro	Entrada			
	1	3	5	7
<i>DCI</i> (m)	13,23	9,19	13,78	6,22
<i>v</i> (m)	3,71	3,76	3,85	4,56
<i>e</i> (m)	4,24	5,94	4,14	8,44
<i>l'</i> (m)	1,47	1,41	2,36	-
<i>r</i> (m)	8,70	7,63	20,00	6,46
φ (°)	112	83	72	102
ϕ (°)	34	48,5	54	39

Tal como já referido anteriormente, alguns parâmetros são mais importantes do que outros, quer para a segurança rodoviária, quer para o conforto de condução, mas também pela sua influência à capacidade de cada entrada da rotunda. O raio da entrada, *r*, por exemplo, caracteriza-se pelo fato de condicionar a velocidade escolhida pelo condutor, sendo que, raios de valor elevado podem induzir à utilização de velocidades mais elevadas, colocando em causa a segurança rodoviária. Já o ângulo de entrada (ϕ) influencia a velocidade que o condutor irá utilizar, uma vez que ângulos menores fazem com que sejam adotadas maiores velocidades, pelo fato de ser induzido ao condutor a sensação de linearidade da via (Silva & Seco, 2009).

No caso em estudo, e tendo em consideração que os ramos consecutivos são muito próximos, encontrando-se a uma distância inferior a 20 m, considera-se que $\phi = 90 - (\varphi/2)$, em conformidade com Silva & Seco (2009) e DfT (1993). Em que φ , de acordo com os mesmos autores, é o ângulo formado pelas tangentes aos eixos das faixas de entrada e da saída consecutiva.

Com os parâmetros geométricos da rotunda e das suas diferentes entradas identificados na Tabela 9, verificam-se os valores da Tabela 10, para a capacidade da entrada (*Q_e*) nas diferentes entradas, sendo de referir que, pelo método do TRL foi utilizada a equação (1), uma vez que $fc \times Qc < F$.

Tabela 10: Capacidade de cada entrada (uve/h), pelos métodos do TRL, da FCTUC e do HCM 2000

Método	Capacidade da entrada (Q_e) (uve/h)			
	Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
TRL	754	669	1088	1657
FCTUC	812	706	1277	1062
HCM 2000	573	499	1047	527

Relativamente aos parâmetros geométricos apurados, foi utilizado um valor bastante elevado (1 000 000) para o comprimento médio efetivo do leque (l') em que havia sido apontado o valor “-“ na Tabela 9, uma vez que aquela entrada não tem qualquer leque associado e se verificou, após alguns testes que, para valores superiores àquele, os resultados obtidos apenas tinham exíguas alterações ou mesmo nenhuma.

Analisada a Tabela 10, facilmente se constata que os valores obtidos pelos métodos estatísticos são sempre superiores às capacidades obtidas pelo método probabilístico. Verifica-se ainda que, entre os modelos estatísticos, pelo método da FCTUC obtêm-se capacidades superiores às obtidas pelo método do TRL, à exceção da Entrada 7, onde a largura da via na aproximação da entrada (v) é superior e não tem leque associado, passando, neste caso, a capacidade a ser superior pelo método do TRL.

Constata-se ainda que, por qualquer dos métodos utilizados, as capacidades das entradas são significativamente superiores ao tráfego que entra em cada ramo de acesso (Tabela 7 e Tabela 10), pelo que não se deveriam verificar os atrasos nem as filas de espera atualmente tão frequentes (Figura 51).



a) Entrada 3



b) Entrada 7

Figura 51: Exemplo de filas de espera
Março 2012; Junho 2012

3.6. Atrasos e filas de espera

As filas de espera e, conseqüentemente, os atrasos que daí advêm, assumem extrema importância para o processo de decisão por parte dos condutores da seleção do itinerário a adotar, pelo que a avaliação destes indicadores assume extrema importância ao nível da engenharia de tráfego e do planeamento urbano (Silva & Seco, 2004).

Atraso médio por veículo em cada entrada (NCHRP, 2010)

$$d = \frac{3600}{C_{m,x}} + 900 * T \left[\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{V_x}{C_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C_{m,x}} \right) \left(\frac{V_x}{C_{m,x}} \right)}{450 * T}} \right] + 5 \quad (21)$$

em que:

d – Atraso médio (seg/uve);

V_x – Débito de chegada na entrada x (uve/h);

$C_{m,x}$ – Capacidade real na entrada x (uve/h);

T – Período de análise ($T=0,25$, tendo-se considerado 15 minutos);

“+5” – representa o atraso devido à geometria da interseção.

Sendo que $V_x / C_{m,x}$ corresponde ao rácio para o cálculo do grau de saturação (FRC) de uma determinada entrada que, em condições ideais, se deve situar abaixo de 0,85 porque, caso contrário, estaremos perante uma entrada saturada (NCHRP, 2010; Silva & Seco, 2004).

Estimativa do comprimento das filas de espera (NCHRP, 2010)

$$L = (V_x \times d) / 3600 \quad (22)$$

em que:

L – Comprimento da fila de espera (m);

V_x – Débito de chegada do movimento x , em uve/h;

d – Atraso médio, em seg/uve.

Assim, vamos ter, de acordo com a Tabela 11, um nível de serviço A (sem tráfego) (NCHRP, 2010) nas Entradas 1 e 5, sendo que as restantes excedem os 10 seg/uve (nível

de serviço B), contudo, muito próximo deste valor (10,1 seg/uve e 10,2 seg/uve, respectivamente).

Tabela 11: Atraso médio por veículo e estimativa do comprimento das filas de espera nas diversas entradas

	Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
Atrasos (seg/uve)	9,8	10,1	7,8	10,2
Comprimento das filas de espera (m)	1,3	1,0	1,6	1,1

Contudo, e apesar do anteriormente exposto, os atrasos e as filas de espera são bem visíveis em todas as entradas da interseção giratória em causa (Figura 51).

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4. Propostas de melhoria

Apesar da capacidade atual da interseção ser superior ao tráfego que entra na rotunda, o que, conforme já referido, faria prever que não houvessem os atrasos nem as filas de espera identificados inicialmente como problema desta interseção, há a necessidade de proceder à reformulação da praça.

Com a caracterização do Largo 25 de Abril, constatou-se a falta de importância que o peão assume neste largo, ao contrário do que seria de esperar numa zona com um nível tão elevado de comércio e serviços necessários ao dia a dia do cidadão.

Neste contexto, por não existir um percurso acessível associado ao Largo em causa e por se ter verificado que a falta de fluidez do tráfego rodoviário se poderá dever também ao incorreto planeamento das infraestruturas pedonais, nomeadamente a localização das passadeiras, propõem-se algumas alterações para a interseção/Largo existente.

Ponderando a problemática associada ao funcionamento da circulação rodoviária e pedonal do Largo 25 de Abril já anteriormente identificada, e considerando os objetivos também anteriormente preconizados, que se recordam:

- assegurar condições fluidas de circulação no Largo 25 de Abril,
- otimizar o funcionamento da praça,
- melhorar as condições de circulação em termos de capacidade e segurança,
- melhorar a qualidade do espaço urbano,

pretende-se, neste capítulo, apresentar algumas propostas com vista à melhoria da circulação rodoviária e pedonal no Largo em causa.

Como tal, ambiciona-se que a solução a adotar garanta alguns critérios:

- segurança, para os peões e para os condutores;
- eficiência, na circulação pedonal e rodoviária;
- fluidez, do tráfego rodoviário e pedonal;

- afirmação do espaço público, onde seja vista a praça como “um espaço de todos e para todos”;
- viabilidade económica, para que as alterações a preconizar tenham reduzidos custos de investimento e de manutenção.

4.1. Oportunidades / Ameaças

Uma intervenção no Largo 25 de Abril conduz a diversas oportunidades mas, ao mesmo tempo, comporta inúmeras ameaças. Assim, neste ponto, tentam-se identificar algumas oportunidades e ameaças, de forma generalista, adjacentes a intervenções no Largo em causa.

Oportunidades:

- . Promoção da sustentabilidade ambiental, com a promoção de modos de transporte ambientalmente sustentáveis;
- . Necessidade de mudança intrínseca ao ser humano, que, atualmente, se reflete na maior utilização de bicicletas e em andar mais a pé;
- . Qualificação da sinalização existente, com a retirada da sinalização supérflua e a optimização da sinalização de trânsito obrigatória;
- . Diminuição do tráfego rodoviário, nomeadamente do tráfego de atravessamento;
- . Optimização da rede pedonal existente, favorecendo a utilização da praça por todos os peões, nomeadamente aqueles com mobilidade condicionada.

Ameaças:

- . Área urbana consolidada, com uma margem de intervenção muito reduzida, havendo pouco espaço físico para qualquer intervenção;
- . Ponto obrigatório de passagem, no atravessamento da cidade;
- . O Largo 25 de Abril como ponto central da cidade, com forte carácter comercial e de serviços, evidenciando-se um setor urbano multifuncional;
- . Elevada função social bem como de função de circulação;
- . Elevado tráfego de atravessamento na rotunda;

- . Operações de cargas e descargas, associadas aos comércios e serviços existentes;
- . Rotunda com muitos ramos, com diversos conflitos veículos/peões associados;
- . Grande diversidade no tipo de utilizadores rodoviários: ligeiros, tratores, bicicletas, transporte de mercadorias, autocarros, táxis, etc..

4.2. Estratégia apontada

A identificação da “Solução proposta” teve por base algumas condicionantes associadas à zona urbana consolidada em causa e a algumas ideias pré-concebidas, que foram:

1. A tipologia “rotunda normal” é para manter nesta interseção;
2. A intervenção a efetuar deve interferir de forma mínima na área envolvente, por forma a minimizar os custos de implementação;
3. Todos os ramos da rotunda terão que continuar a ter atravessamentos para peões;
4. Importa valorizar o peão naquele ponto da cidade, sem descurar a importância para a circulação rodoviária.

Consideram-se estes pontos essenciais e imutáveis, uma vez que se trata de uma praça central na cidade onde existe um forte caráter comercial e de serviços, mas é, ao mesmo tempo, um ponto essencial no atravessamento da cidade, pelo que há a necessidade de garantir a coexistência entre a função social e a função de circulação rodoviária, mantendo a coerência do conjunto e a coexistência no mesmo espaço dos diferentes utilizadores.

Assim, é imperativo que a proposta promova uma co-relação do espaço público, valorizando-o e fundindo a circulação rodoviária e pedonal da melhor forma possível, sem que se desvalorize a importância fulcral das deslocações pedonais e do peão neste local, nem do tráfego rodoviário que ali atravessa e circula.

Na “Caraterização da situação atual do Largo 25 de Abril” (capítulo 3) constatou-se que as dificuldades de circulação rodoviária que estão associadas ao local não advêm do volume de tráfego existente, mas sim do seu desenho urbano, nomeadamente do sistema pedonal.

Neste contexto, pretende-se partir dos estudos já realizados e do conhecimento do local, bem como das dificuldades que lhe estão associadas, e, então, hierarquizar as opções tomadas, definir as opções mais importantes caso a caso, de forma a que a solução a implementar, mesmo não sendo a ideal, dê resposta aos objetivos que se pretendem alcançar com este estudo.

Assim, e tendo por base a metodologia exposta no *Roundabouts: An Informational Guide* (NCHRP, 2010), referente ao planeamento de rotundas, em consonância com o exposto no volume *Rotundas* (Silva & Seco, 2008) e no *Dimensionamento de Rotundas* (Silva & Seco, 2009), adoptou-se a seguinte metodologia para a reestruturação do largo em causa:

1. Identificação do problema associado à rotunda (exemplo: muitos veículos parados e muito tempo de espera para atravessar a cidade);
2. O que se pretende alcançar (exemplo: pretende-se que não existam tantas filas de espera e tanto tempo de espera para atravessar a rotunda);
3. Identificação das características do local existente (exemplo: características físicas do local – zona urbana consolidada, parâmetros geométricos –, características dos utilizadores – dos peões e dos veículos);
4. Identificação de soluções e/ou estudos existentes para o local em causa;
5. Definição de objetivos concretos a alcançar com a solução proposta;
6. Identificação de princípios/critérios elegíveis (operacionalidade, legibilidade, segurança, ...);

Em que estes pontos já foram analisados em capítulos anteriores.

7. Definição da geometria da interseção (ideias base subjacentes às alterações pretendidas (exemplo: 2 vias na rotunda, passadeiras, manter a rotunda));
8. Identificação dos veículos do ano horizonte;
9. Definir a nova geometria a adoptar:
 - a. Tamanho possível da rotunda,
 - b. Localização ideal,
 - c. Inserção dos ramos de entrada da rotunda;
10. Verificar níveis de capacidade previstos, para o tráfego atual e para o tráfego estimado para o horizonte de projeto;
11. Verificar a canalização, a deflexão dos movimentos e a consistência de velocidades;

12. Identificar medidas para peões;
13. Especialidades (sinalização, iluminação, etc.).

4.3. Considerações prévias

O conceito inicial sugiu de alguns pressupostos obtidos de estudos já existentes (nacionais e estrangeiros), onde se previu, por exemplo, o número de vias de circulação do anel ou o número de vias de entrada necessários ao volume de tráfego afluyente em cada entrada e o tráfego confluyente nessa mesma entrada. Iniciando assim um processo iterativo, de tentativa e erro, até encontrar a solução que melhor se adapta à interseção em causa.

Partiu-se de um espaço “limpo”, onde apenas são considerados os edifícios e os espaços livres (para os arruamentos) existentes, conforme Figura 52, uma vez que são os elementos que não podem ser alterados.

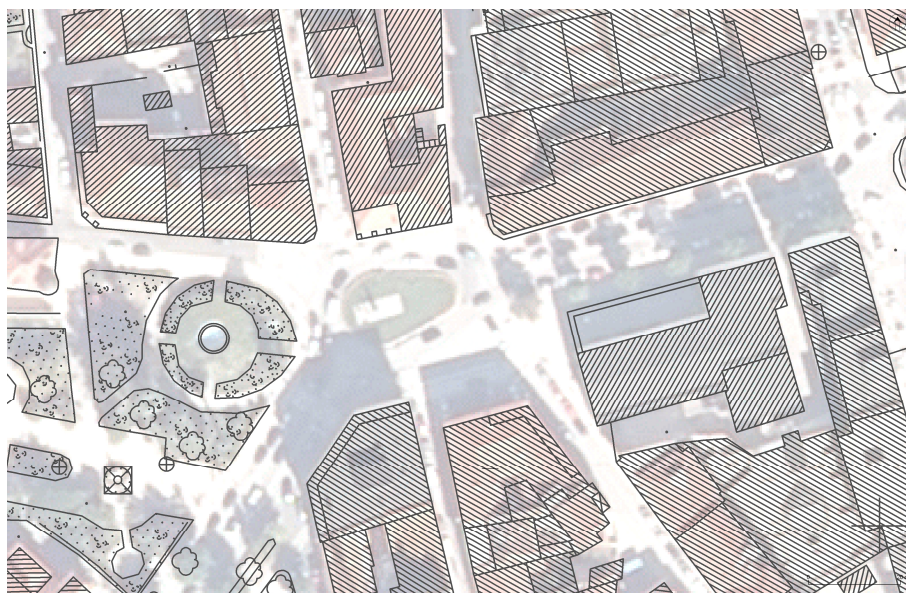


Figura 52: Área de intervenção “base”

Necessidades dos utilizadores

Para o desenvolvimento da solução prévia, e tendo em consideração que se trata de uma zona urbana consolidada e que se pretende valorizar a circulação pedonal, apesar da largura diminuta de alguns arruamentos, iniciou-se o estudo prévio com uma delimitação

prévia dos passeios, com a intenção de salvaguardar ao máximo, a largura mínima para a circulação pedonal, de forma a garantir um percurso acessível em toda a interseção, salvaguardando assim o estipulado no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto. Assim, definiram-se as larguras de passeios para os diversos ramos em conformidade com a Tabela 12, bem como a largura resultante para as faixas de rodagem.

Tabela 12: Proposta prévia para a largura dos passeios e consequente largura da faixa de rodagem

	Largura dos passeios (m)		Largura da faixa de rodagem (m)
Ramo 1	3,45	3,35	10,25
Ramo 2	1,50	2,00	3,25
Ramo 3	3,00	2,00	3,25
Ramo 4	2,00	(jardim municipal)	3,25
Ramo 5	(jardim municipal)	3,00	7,00
Ramo 6	1,50	1,60*	3,00
Ramo 7	2,40**	2,00	3,25

* Largura igual a 0,80m na zona mais desfavorável
 ** Largura igual a 1,40m na zona mais desfavorável

Veículo de projeto

Considerando a zona urbana em causa, adoptou-se um veículo de projeto com 15,5 m de comprimento, conforme sugerido por Silva & Seco (2008), correspondendo esta dimensão ao veículo articulado de um único eixo considerado no manual inglês (DfT, 1993) como sendo aquele que necessita de mais espaço para executar as manobras de viragem.

Tendo o veículo de projeto em consideração, pressupõe-se, de acordo com os mesmos autores, Silva & Seco (2008), que o raio interior (R_{int}) seja inferior a 8m, tendo-se adotado, considerando a área máxima para a introdução da rotunda, um raio de 7,5 m para a ilha central, para o qual é aconselhável uma área de varredura de 7,8 m.

Volume de tráfego atual

O volume de tráfego que entra e sai da rotunda bem como o volume de tráfego conflituante nas diversas entradas já foram calculados em capítulo anterior, tendo-se aferido os valores da Tabela 7 e da Tabela 8, agora também identificados na Figura 53.

Procura expectável no ano horizonte

Como já referido, trata-se de uma praça central na cidade que, atualmente, funciona como “zona de passagem” no centro da cidade quer para o tráfego rodoviário, quer para o pedonal, havendo, assim, um número elevado de utilizadores.

Tendo em consideração a importância que aquela praça assume na cidade, bem como as intervenções que o município tem vindo a realizar por toda a cidade e as que ainda pretende realizar num futuro próximo, consideraram-se 5 anos para o horizonte temporal do estudo, ou seja, o ano 2018. Bem assim, para este horizonte temporal, estimou-se, com base na análise dos valores de tráfego constantes dos estudos mencionados no capítulo 2, que a procura terá um aumento de 2% ao ano. Assim, no ano horizonte, prevê-se a circulação do volume de tráfego no Largo em conformidade com a Tabela 13 e a Figura 53.

Tabela 13: Tráfego no ano horizonte (uve/h)

	Ramo 1	Ramo 2	Ramo 3	Ramo 4	Ramo 5	Ramo 6	Ramo 7
Volume de entrada	508	-	411	-	824	-	428
Volume de saída	521	353	-	172	1058	66	-
Tráfego conflituante	749	-	903	-	84	-	841

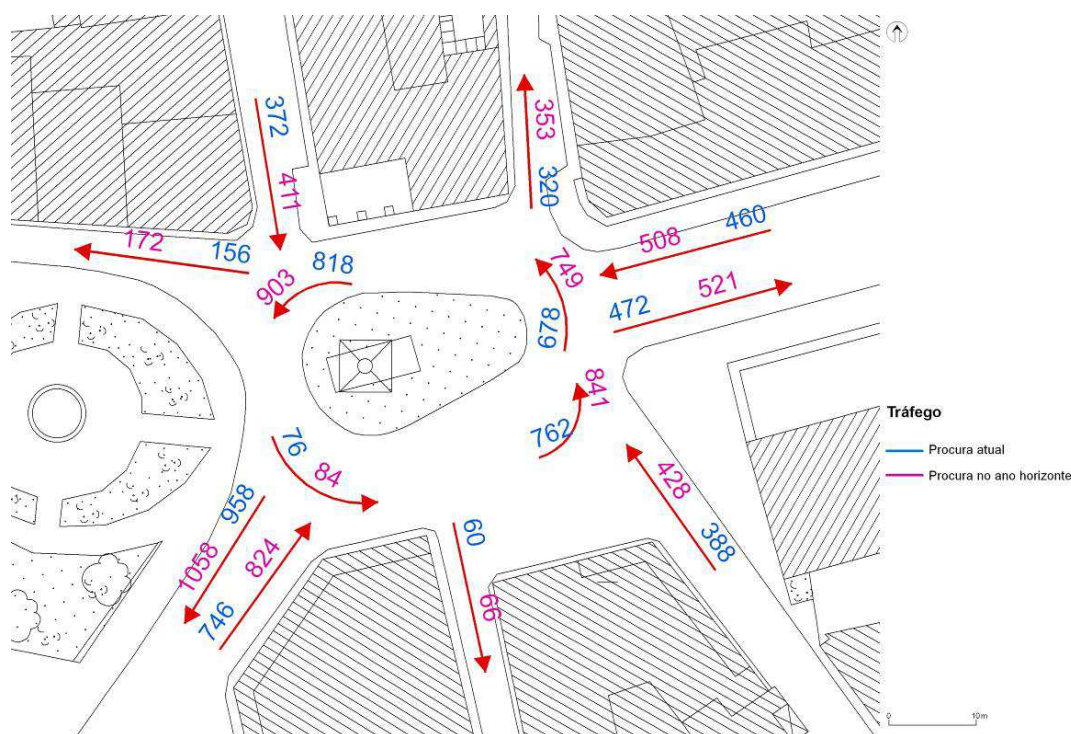


Figura 53: Valores da procura, atuais e no ano horizonte (uve/h)

Posicionamento da ilha central e disposição dos ramos afluentes

Tratando-se de uma zona urbana consolidada, na zona central da cidade, a “área de trabalho” torna-se muito limitada ao espaço físico existente, tal como identificado na Figura 52.

Neste caso concreto, os ramos de acesso à praça já existem, podendo apenas ser efetuados ligeiros ajustes à sua disposição, “jogando” com a largura e arranjo dos passeios, com a largura da faixa de rodagem e com a existência, ou não, de lugares de estacionamento.

Relativamente à localização da ilha central, partiu-se, de acordo com Silva & Seco (2008), do polígono de localização do centro da rotunda, para se chegar a uma posição preliminar da ilha central, conforme identificado na Figura 54, garantindo-se assim que as diretrizes associadas aos ramos afluentes passem pela ilha central.

Apenas no Ramo 4 se procedeu à redefinição da sua diretriz, uma vez que a sua localização atual faz com que lhe esteja associado mais um ponto de conflito devido aos movimentos existentes, conforme já identificado na Figura 37, bem como pelo fato de este ser o único ramo em que existe alguma liberdade para alterar a diretriz do ramo.

Número de vias de circulação

Tendo em consideração o volume e as características do tráfego que circula atualmente na rotunda optou-se por iniciar este estudo pela utilização de uma via de circulação na rotunda (NCHRP, 2010; Silva & Seco, 2008).

Distância inter-ramos

Dada a zona urbana consolidada em que se insere a interseção em causa, nem todas as “regras” de conceção geométrica estipuladas em Silva & Seco (2009) se conseguem salvaguardar, como é o caso da distância inter-ramos que, por questões de operacionalidade e segurança, deveria ser de 20 m entre dois ramos consecutivos.

Dimensão geral da rotunda e da ilha central

Pela ponderação das diversas considerações apresentadas, optou-se por considerar uma ilha central alongada, por forma a conseguir conter as diretrizes de todos os ramos afluentes,

assim como se partiu do raio interno de 7,5 m e uma largura mínima para a varredura do veículo de projeto de 7,2 m, conforme anteriormente referido.

Tendo ainda em consideração a localização dos ramos afluentes, tentou alongar-se ao máximo a ilha central, por forma a acentuar a deflexão nas trajetórias de atravessamento, forçando os desvios nas tentativas de passagem direta entre os diversos ramos existentes.

Assim, como solução prévia, adotou-se a configuração apresentada na Figura 54, que serviu de ponto de partida à solução adotada apresentada nos pontos seguintes.

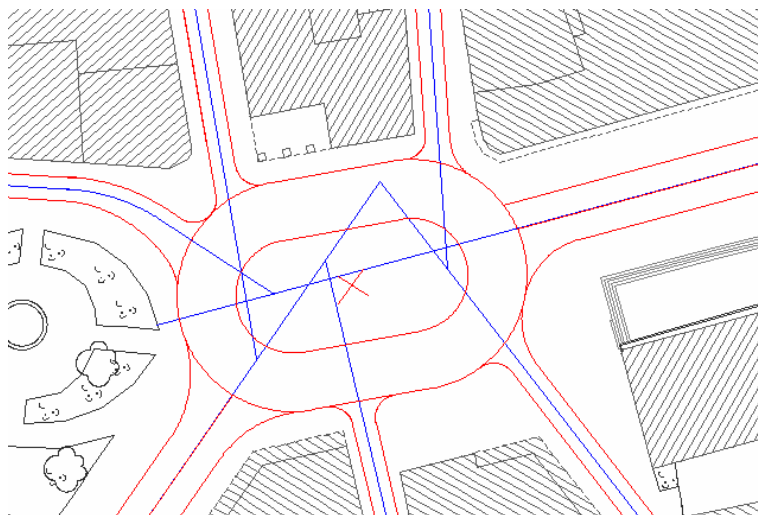


Figura 54: Solução prévia

4.4. Soluções iniciais

Após alguns estudos iniciais, objetivaram-se algumas hipóteses de soluções para o local em causa, conforme se pode constatar na Figura 55, contudo, e como se demonstra seguidamente, no ponto 4.5.1, a solução adotada, apesar de semelhante a uma das hipóteses iniciais (Solução prévia – Figura 54), teve os respetivos ajustes e resultou na solução identificada na Figura 56.

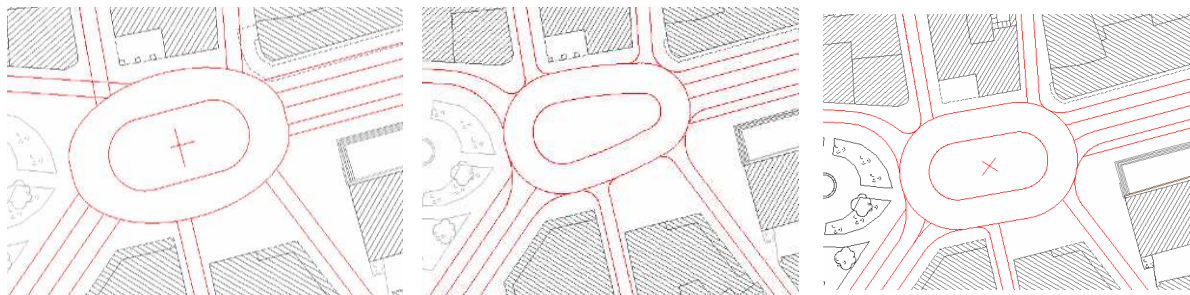


Figura 55: Algumas hipóteses iniciais

4.5. Solução proposta

Neste ponto, identificam-se as diversas características geométricas associadas à solução proposta. Identificam-se e localizam-se todos os elementos necessários ao bom funcionamento da rotunda e da sua integração no Largo em que se insere, como sejam, entre outros, a sinalização de trânsito ou o mobiliário urbano. É avaliada a capacidade das entradas quer para o tráfego atual, como para o tráfego estimado para o horizonte temporal do projeto. Por fim, é apresentada uma figura comparativa entre a situação existente e a solução proposta, para um melhor entendimento das alterações propostas.

4.5.1. Solução adotada

Tendo por base as considerações prévias e, depois de diversas tentativas, onde se associaram, entre outros, os diversos parâmetros geométricos referentes à rotunda que influenciam, essencialmente, a capacidade das entradas, chegou-se à solução que se descreve seguidamente, onde se tentou a melhor integração no espaço disponível.

4.5.1.1. Geometria da interseção

Tentou-se majorar a largura das entradas, das saídas e do anel de circulação, tendo-se optado por 2 vias de circulação no anel, com 4 m de largura cada, dado que havia largura suficiente e se considerou que não iria dificultar a circulação dos veículos ligeiros e/ou pesados.

Entradas

Para este parâmetro, conjugou-se a largura dos passeios para salvaguardar o percurso acessível e, simultaneamente, maximizar a largura das faixas de rodagem, tendo resultado os valores v (m) da Tabela 15.

Os raios de entrada variam entre os 3,6m, no Ramo 4 e os 33,3m, no Ramo 1, conforme identificado na referida Tabela 15.

No Ramo 4, apesar do raio ser tão diminuto, o mesmo é apenas delimitado pela marcação rodoviária, ficando o lancil do passeio com um raio de 5 m, efetivando-se, em caso de extrema necessidade uma largura efetiva na entrada superior aos 3,29m deste ramo.

Tendo em consideração que a disposição dos ramos da rotunda, não são alterados, à exceção do Ramo 4 cuja diretriz foi alterada, não são definidos novos ângulos de entrada, mas sim, para o cálculo da capacidade da rotunda, aferidos os ângulos resultantes da nova geometria resultando os valores ϕ (°) da Tabela 15.

Com estes valores, aferiram-se larguras efetivas nas entradas superiores às larguras, à exceção da Entrada 1, em que a largura efetiva é igual à largura da entrada, não havendo, assim, qualquer leque associado a esta entrada.

Apesar de não haver qualquer leque associado ao Ramo 1, este ramo tem a particularidade de ter duas vias na entrada, facilitando os movimentos de viragem à direita e, conseqüentemente, toda a entrada de tráfego rodoviário neste ramo.

Nos restantes ramos, o comprimento do leque é bastante inferior aos 5 m recomendados por Silva & Seco (2008) para zonas urbanas, contudo, tal como já referido, trata-se de uma zona urbana consolidada, onde as velocidades de circulação são bastante diminutas, pelo que se considera que a legibilidade da rotunda está assegurada.

Dimensionamento das saídas

Considerando a premissa de “dificultar as entradas e facilitar as saídas” adotada na generalidade dos manuais de dimensionamento de rotundas, tentou adotar-se o maior raio

possível para os ramos de saída, contudo, dadas as restrições inerentes à interseção em causa, não foi possível salvaguardar os raios mínimos aconselhados pelos diversos autores nem a largura da faixa na saída em todas as saídas. Ainda assim, foi garantido o raio mínimo de 5 m em todas as saídas, por forma a garantir a manobrabilidade dos veículos na saída da rotunda. O Ramo 4, tal como já referido, tem apenas 3,4 m de raio, contudo, na forma materializada do passeio, o raio de saída é de 5 m.

Tal como para os raios de saída, não foi possível salvaguardar a largura mínima de 4 m em todas as saídas, recomendada por Silva & Seco (2008), para evitar bloqueios à saída, sendo que o Ramo 2 apenas tem 3,45 m de largura, conforme se pode aferir na Tabela 14, onde se identificam a largura e o raio de todas as saídas.

Tabela 14: Largura e raio das saídas

Saída	Largura da saída (m)	Raio de saída (m)
1	4,60	10,00
2	3,45	5,00
4	4,48	5,00 / 3,40
5	5,10	16,00
6	4,21	5,00

Ilhéu separador

Com o intuito de canalizar os movimentos direcionais, manteve-se, à semelhança do existente, a opção dos ilhéus separadores nos Ramos 1 e 5, sendo que, da mesma forma, os ilhéus são apenas pintados, tendo em consideração a sua diminuta dimensão.

Ilha central

Após várias tentativas, optou-se por considerar uma ilha central alongada, por forma a conseguir conter as diretrizes de todos os ramos afluentes, com o raio interno de 7,3 m, para que a rotunda pudesse comportar facilmente 2 vias no anel de circulação com 4 m de largura cada, para uma melhor manobrabilidade dos veículos ligeiros e/ou pesados.

Assim, tendo em consideração o exposto, chegou-se à solução constante da Figura 56, melhor identificada no Anexo II e aos parâmetros geométricos das suas entradas, identificados na Tabela 15.

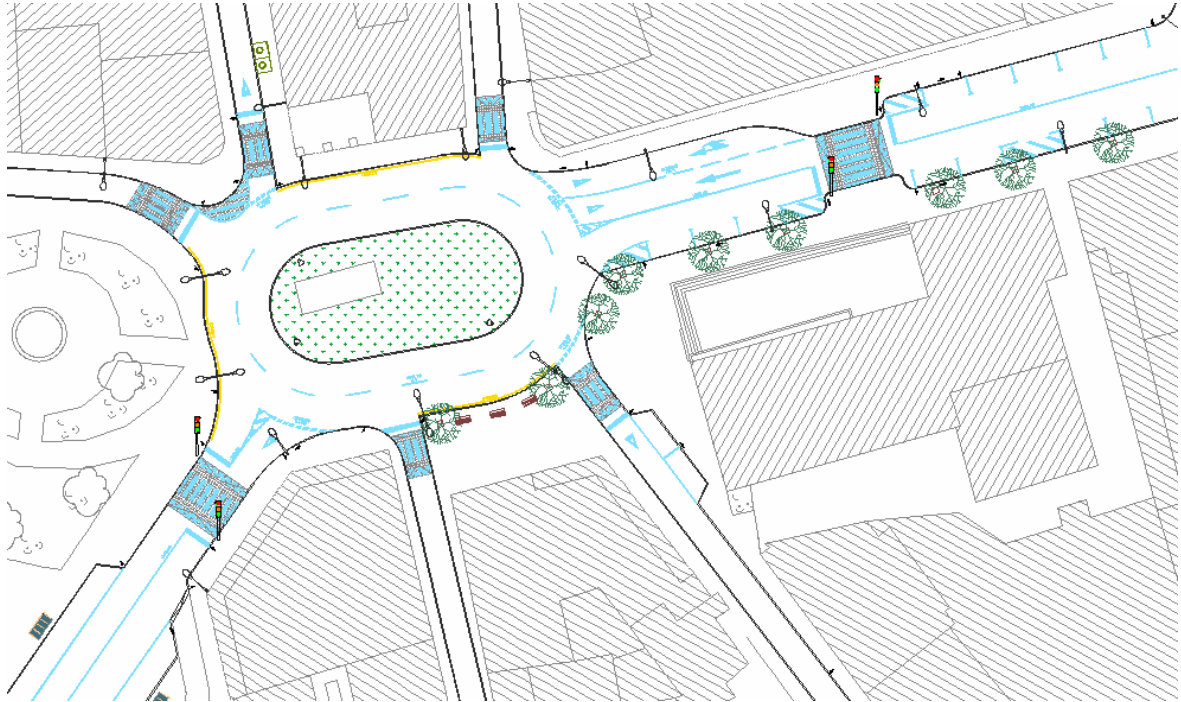


Figura 56: Solução adotada

Tabela 15: Valores dos parâmetros geométricos da rotunda nas diferentes entradas

Parâmetro	Entrada			
	1	3	5	7
DCI (m)	15,3	15,3	15,3	15,3
v (m)	6,7	3,25	3,5	3,25
e (m)	6,7	3,29	4,47	4,17
l' (m)	-	0,11	2,06	1,17
r (m)	33,3	3,6	16	11,5
ϕ (°)	39	64,5	37	30
φ (°)	102	51	106	120

4.5.2. Avaliação dos níveis de capacidade

Com os parâmetros geométricos identificados na Tabela 15, pode-se avaliar a capacidade em cada entrada da rotunda, resultando, para o volume de tráfego atual e para o ano horizonte, valores em conformidade com a Tabela 16 e a Tabela 18, respetivamente.

Para o volume de tráfego atual

Tabela 16: Capacidade de cada entrada para o volume de tráfego atual (uve/h)

Método	Capacidade da entrada (Q_e) (uve/h)			
	Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
TRL	1514	372	1094	633
FCTUC	1609	146	1205	832

Tal como na situação existente, relativamente aos parâmetros geométricos apurados, foi utilizado um valor bastante elevado (1 000 000) para o comprimento médio efetivo do leque (l') em que havia sido apontado o valor “-“, uma vez que aquela entrada não tem qualquer leque associado e se verificou, após alguns testes que, para valores superiores àquele, os resultados obtidos apenas tinham exíguas alterações ou mesmo nenhuma.

Analisada a Tabela 16, comparativamente com a situação existente (Tabela 7 e Tabela 10), pelo método da FCTUC, verifica-se que:

- a Entrada 3 fica sem capacidade para escoar o volume de tráfego que entra naquele ramo;
- a capacidade é aumentada apenas na Entrada 1;
- na Entrada 5 a capacidade é semelhante à capacidade obtida para a situação existente;
- à exceção da Entrada 3, todos os ramos mantêm ou aumentam a capacidade de escoar o volume de tráfego que entra no respetivo ramo.

Para o volume de tráfego do ano horizonte

Neste ponto torna-se também necessário, para uma melhor análise da solução adotada, o cálculo da capacidade das entradas para o tráfego no ano horizonte, mas relativamente à

situação existente. Assim, para a situação existente, obtiveram-se os valores constantes da Tabela 17.

Tabela 17: Capacidade de cada entrada, para o tráfego no ano horizonte (uve/h), para a situação existente

Método	Capacidade da entrada (Q_e) (uve/h)			
	Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
TRL	716	627	1083	1599
FCTUC	790	386	1135	870

Para a solução proposta, os valores obtidos para a capacidade das entradas, são os constatantes da Tabela 18.

Tabela 18: Capacidade de cada entrada, para o tráfego no ano horizonte (uve/h), para a solução proposta

Método	Capacidade da entrada (Q_e) (uve/h)			
	Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
TRL	1461	342	1089	591
FCTUC	1529	107	638	635

Assim, na solução proposta, para o volume de tráfego do ano horizonte, constata-se que:

- Nas Entradas 1 e 7, a capacidade diminui ligeiramente, relativamente à capacidade com o tráfego atual, mas sempre superior à capacidade obtida para a situação existente e também sempre superior ao volume de tráfego que entra naqueles ramos;
- Na Entrada 3, a capacidade obtida é bastante inferior ao número de veículos que entra naquela entrada;
- Na Entrada 5, apesar de para o tráfego atual a capacidade ser bastante superior ao volume de tráfego que entra naquele Ramo, para o ano horizonte, já resulta bastante inferior;
- Nas Entradas 3 e 5, as capacidades obtidas são inferiores ao número de veículos que entra na rotunda naqueles ramos.

Em suma, conforme se pode observar na Tabela 19, com a solução proposta, quer para o tráfego atual, quer para o ano horizonte, as Entradas 3 e 5 serão entradas problemáticas, uma vez que a sua capacidade fica aquém do volume de tráfego que entra naquelas

entradas, prevendo-se o congestionamento de ambas.

Tabela 19: Quadro resumo, com identificação do volume de tráfego e da capacidade de cada entrada, para o tráfego atual e no ano horizonte (uve/h), para a situação existente e para a solução proposta

		Capacidade da entrada (Q_e) (uve/h)			
		Entrada 1	Entrada 3	Entrada 5	Entrada 7
Volume	Atual	460	372	746	388
	Ano horizonte	508	411	824	428
Situação existente	Atual	812	706	1277	1062
	Ano horizonte	790	386	1135	870
Solução proposta	Atual	1609	146	1205	832
	Ano horizonte	1529	107	638	635

4.5.3. Verificação da canalização e deflexão dos movimentos, da consistência da velocidade e dos critérios de visibilidade

A deflexão não é assegurada nas trajetórias de atravessamento entre os Ramos 1 e 4, entre o 3 e o 5, nem entre o 7 e o 2, sendo que, entre o 5 e o 1, a deflexão é muito diminuta, tornando-se assim mais difícil o controlo da velocidade dos veículos. Contudo, toda esta área se encontra abrangida por sinais de zona de velocidade limitada a 40 km/h, bem como toda a envolvente proposta, nomeadamente as passareiras sobreelevadas, pressupõem a entrada na rotunda a velocidades diminutas.



Figura 57: Deflexão dos movimentos de atravessamento

Para auxiliar à canalização dos movimentos, quer à entrada como à saída da rotunda, foram mantidos os ilhéus separadores nos Ramos 1 e 5, sendo que, nos restantes ramos, a geometria do lancil favorece os movimentos associados à entrada ou à saída dos veículos da rotunda. Também a marcação horizontal foi prevista de forma a favorecer a correta orientação dos condutores na entrada, atravessamento e saída da rotunda.

Relativamente aos critérios de visibilidade, com esta solução, mantém-se o referido para a situação existente (ponto 3.3.1.6) uma vez que se trata de uma zona urbana consolidada em que os elementos que dificultam a visibilidade não podem ser alterados.

4.5.4. Infraestrutura pedonal e Mobiliário / Equipamento urbano

Tal como já valorizado anteriormente, “os espaços públicos devem ser acessíveis a todos, independentemente da idade, capacidades, origens ou rendimento” (Serdoura & Silva, 2006). Assim, procurou-se garantir um sistema pedonal onde fosse salvaguardada a segurança, a comodidade, a rapidez, a coerência e, simultâneamente, a atratividade para os peões, mas sem negligenciar que o largo em causa é uma zona com elevada circulação de veículos motorizados (Silva & Seco, 2008).

Passeios

Tal como já identificado na Tabela 12, os passeios terão larguras entre 1,50 m nos Ramos 2 e 6, e 3,45 m no Ramo 1. A adoção destas larguras deve-se, como já referido, ao fato de se pretender valorizar a circulação pedonal, garantindo um percurso acessível no Largo em causa.

Além da largura mínima ser de 1,50 m, pretende-se que seja salvaguardado “um canal de circulação contínuo e desimpedido de obstruções” cuja largura não seja inferior a 1,20 m, pelo que, a colocação do mobiliário urbano, das árvores ou da sinalização deverá ser colocada estrategicamente numa “faixa de infraestruturas” para não bloquear ou prejudicar a circulação dos peões (SNRIPD, 2007).

Prevê-se ainda que os passeios tenham uma inclinação transversal máxima de 2,0%, a pender para a faixa de rodagem, para facilitar o escoamento das águas pluviais.

Passadeiras

A localização das travessias pedonais depende, essencialmente, do pretendido para a segurança dos peões e para a operacionalidade da rotunda, havendo a necessidade de equilibrar as duas opções (FHWA, 2010; NCHRP, 2010).

Tendo em consideração as características peculiares do local em estudo, optou-se por tentar salvaguardar o trajeto expectável para o peão ao invés da operacionalidade da rotunda, uma vez que não é salvaguardada em todos os ramos a distância de um veículo entre a passadeira e a linha de cedência de passagem (FHWA, 2010), o que iria fazer com que as passadeiras ficassem fora do trajeto expectável/natural para o peão, criando diversas situações de conflito e insegurança peão/conductor, porque os peões iriam utilizar “atalhos” no atravessamento das ruas.

Ainda com o intuito de proteger os peões mais desfavorecidos, principalmente as pessoas com mobilidade condicionada (crianças, idosos, invisuais, etc.), consideram-se alguns pormenores a ter em consideração na concepção das passadeiras, em conformidade com Silva & Seco (2008) e no SNRIPD (2007):

- Em todos os ramos se prevê a elevação da passagem de peões, para o nível do passeio, tendo em consideração que a largura exígua de alguns passeios iria fazer com que a salvaguarda de 8 e 10% de inclinação no rampeamento de acesso à passadeira fosse difícil de garantir, tendo em consideração as cotas dos passeios existentes. Assim, é também uma forma de os condutores se verem forçados a reduzir a velocidade no acesso à rotunda.
- No acesso às passadeiras, no seguimento das marcas dos passeios, o material do passeio deverá ser diferenciado (piso com textura ou cor contrastante), como forma de informação e guiamento das pessoas com deficiência visual da passadeira que se segue.
- Nos Ramos 1 e 5, pretende-se que seja mantida a existência de sistemas de controlo semafórico por atuação nas passadeiras, prevendo-se a utilização de sinais sonoros nos sinais luminosos para informar as pessoas com deficiência visual. Bem assim, e

pelo fato de serem os ramos com mais tráfego rodoviário, para haver concentração de pessoas no atravessamento e, assim, diminuir o número de passagens de peões, aumentando a fluidez de circulação e, conseqüentemente, o desempenho da rotunda.

- Aplicação de marcadores de vias, com luz intermitente, preferencialmente a *led* de alta intensidade, com tecnologia solar autônoma, para melhor identificar as passarelas e as lombas que lhes estão associadas.

Também para favorecer a diminuição da exposição do peão interveniente, no Ramo 1, procedeu-se à redução do comprimento da passarela prevista para aquele ramo, conforme se pode observar no Anexo II.

Mobiliário / Equipamento Urbano

A escolha do mobiliário urbano assume extrema importância uma vez que a opção desadequada (da tipologia e/ou da localização) pode prejudicar quer os peões, pela falta de segurança associada, por exemplo, à escolha dos bancos ou das papeleiras, quer os condutores, porque pode, por exemplo, diminuir a visibilidade da interseção.

Tratando-se de um local quer de passagem, quer de estar, em que as pessoas se encontram e ficam por vezes a conversar, tal como já referido, optou-se pela melhoria das condições de deslocação pedonal e da qualidade do ambiente urbano.

Ali há a considerar, todo um sem número de mobiliário e equipamento urbanos, como sejam, entre outros, bancos de jardim, para que as pessoas possam mais facilmente confraternizar e, eventualmente descansar um pouco, ou simplesmente estar e aproveitar o local, bem como papeleiras ou árvores, autóctones e de carácter urbano.

Assumem também extrema importância os postes de iluminação e a sinalização vertical e semaforica, para o correto funcionamento do local em causa, bem como os quadros elétricos (ou similares) e os caixotes do lixo, que, apesar de normalmente se pretenderem ocultar, são extremamente necessários.

A cabine telefónica atualmente existente é para manter e também os mupis e outras formas de publicidade e divulgação fazem parte da vivência urbana nesta cidade, havendo, contudo, que encontrar/otimizar o melhor local para a sua localização.

Na introdução e localização de todo o mobiliário/equipamento urbanos há que não esquecer a salvaguarda do percurso acessível, para que possa haver a fruição do espaço por todos, nomeadamente os utilizadores mais vulneráveis, como crianças, idosos ou outras pessoas com mobilidade reduzida. Assim, há que garantir, entre outros, que não devem haver objetos salientes ou que deve ser salvaguardada uma altura livre de obstruções ou ainda que as caldeiras das árvores devem ser revestidas por grelhas de proteção, conforme estipulado pelo Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, e em SNRIPD (2007).

4.5.5. Estacionamento público

Sendo este um local com forte carácter comercial e de serviços, os locais para estacionamento não podem ser descurados. Contudo, a valoração pedonal dada ao local, pressupõe a reorganização do estacionamento existente e, neste caso, consequentemente, a diminuição do número de lugares disponíveis. Assim, suprimiram-se os lugares destinados a cargas e descargas existentes na Rua de Santa Luzia (Ramo 2), tendo-se procedido ao alargamento de ambos os passeios.

No Ramo 3, retiraram-se os lugares de estacionamento privativos dos CTT e alargaram-se também ambos os passeios.

No Ramo 5, criaram-se lugares específicos para a paragem dos autocarros e POMBUS que circulam na cidade, tendo-se suprimido a via destinada aos transportes públicos e optado também pelo alargamento dos passeios.

No Ramo 6, também com o alargamento dos passeios suprimiu-se a bolsa de estacionamento “forçada” pelos veículos que ali estacionam atualmente.

Na Rua Dr. Cutódio Freire (Ramo 7), alargaram-se também os passeios e criaram-se dois lugares para cargas e descargas, uma vez que esses lugares tinham sido retirados do Ramo 2.

No Ramo 1, procedeu-se à criação de uma nova via afluente à rotunda, com a consequente eliminação dos lugares de estacionamento atualmente existentes. Na via de saída, imediatamente à saída da rotunda, os lugares de estacionamento passaram a ser de curta duração, pretendendo-se que o estacionamento tenha a duração máxima de 30 minutos, com o objetivo de proporcionar mais facilmente aos utilizadores a disponibilização de um lugar apenas para uma ida rápida aos correios, ao banco ou ao tribunal, por exemplo (Seco *et al*, 2008_a; IMTT, 2011_b), sem que, para tal, tenham que deixar o carro parado/estacionado em locais indevidos, perturbando a normal circulação rodoviária, e que tenham, mais próximo do local de destino, lugares de estacionamento livres. Por forma a fomentar a utilização durante um curto período de tempo, a ocupação dos lugares seria gratuito para paragens inferiores a 15 minutos, incentivando assim a rotatividade.

Numa fase futura, e por forma a avaliar a redução da capacidade nas vias adjacentes, poder-se-á calcular o seu fator de redução (Seco *et al*, 2008_a)), podendo chegar-se à conclusão de que esta não é a melhor solução e, então, estes lugares propostos deixarem de ser de curta duração e passarem a ser lugares de estacionamento normais.

4.5.6. Iluminação pública

Com o intuito essencial de promover a visibilidade noturna aos condutores e aos peões, a correta iluminação assume extrema importância para a segurança de todos os utilizadores da rotunda em causa, havendo a necessidade de, além de iluminar toda a zona circundante, enfatizar o efeito circular da rotunda e salvaguardar as zonas de tendencial geração de conflitos, como sejam as passadeiras ou as entradas da rotunda (Silva & Seco, 2009).

Conforme o Anexo II, apresenta-se uma proposta para a colocação dos BIP, tendo-se tentado colocar todos os candeeiros de forma a maximizar a largura do passeio e a salvaguardar o percurso acessível anteriormente evidenciado.

Pretende-se a utilização de luminárias equipadas com tecnologia LED, que garantam um nível de iluminação médio superior a 9 lux (FHWA, 2010), por forma a garantir a correta iluminação de todo o espaço.

É ainda de ressaltar a existência de iluminação também na ilha central que se pretende manter e que, apesar de direcionada para a estátua existente, gera também alguma luminosidade ao redor da ilha favorecendo assim a sua visibilidade noturna.

4.5.7. Sinalização de trânsito

A interseção em causa é um local bastante complexo, tendo em consideração o número de ramos que a constitui e a quantidade de peões e de veículos que ali circula. Com o intuito de promover uma visualização atempada da interseção e de forma a garantir a qualidade da emissão de informação, pretende-se que a sinalização, como primeira fonte de informação sobre a interseção que se aproxima, seja uniforme, homogénea, simples e coerente, favorecendo assim a percepção que os condutores têm sobre o local em causa e, conseqüentemente, a circulação na interseção em causa (Rodrigues *et al*, 2008).

Neste caso, e tendo em consideração o estipulado, essencialmente, no *Regulamento de Sinalização de Trânsito* (1998) e no *Código da Estrada* (2005), a sinalização rodoviária será constituída por marcas rodoviárias auxiliadas por sinalização vertical e sinalização luminosa, como identificado nos próximos pontos e no Anexo II.

É ainda de referir que a jusante do Ramo 5, já é considerada a sinalização de trânsito prevista no Projeto Integrado de Valorização do Centro Histórico de Pombal, com as obras atualmente em curso.

4.5.7.1. Marcas rodoviárias

Como forma de “ruído visual”, para criar estímulos visuais no ambiente rodoviário e, assim, orientar e canalizar o tráfego rodoviário antes, durante e após a rotunda, sem ser necessário desviar a atenção da zona da estrada, a sinalização horizontal assume particular

importância para a circulação rodoviária (Roque, 2009). Aqui, a homogeneidade assume uma das características fundamentais do traçado, melhorando a segurança rodoviária e a operacionalidade da rotunda, nomeadamente na utilização da largura disponível, quer das entradas e saídas como do anel de circulação (Roque, 2007).

Assim, para a marcação rodoviária da interseção proposta, foram previstas as seguintes marcas, tendo em consideração, entre outros, o RST e Roque (2009):

- Linha contínua (M1 do RST), para fazer a separação dos sentidos de trânsito, a montante dos ilhéus separadores, nos Ramos 1 e 5;
- Linha descontínua de aviso (M4 do RST), no Ramo 1, a separar as vias de entrada na rotunda;
- No anel de circulação, uma linha descontínua para dividir as vias de circulação (M2 do RST), acentuando assim o dever do condutor de se manter naquela via;
- Linha de cedência de passagem em todas as entradas, acompanhada com símbolo triangular (M9a do RST), definindo o local da eventual paragem dos veículos. No caso dos Ramos 3 e 7, apesar da correta localização do símbolo triangular ser junto da linha de cedência de passagem, optou-se pela sua colocação a montante da passadeira, tendo em consideração a localização necessária para o bom funcionamento dessa passadeira.
- As passagens para peões (M11 do RST) serão sobreelevadas, associadas a marcas de lombas reductoras de velocidade, constituídas por barras longitudinais paralelas ao eixo da via e materializadas em fiadas de calçada, possuindo diversas larguras, desde os 4 m, no Ramo 1, aos 3 m no Ramo 5 e 2,50 m nos restantes ramos;
- A montante das passagens de peões, uma linha de paragem (M8 do RST), para indicar aos condutores a necessidade de parar a montante da passagem de peões;
- As zonas de estacionamento, no Ramo 1, são materializadas com linhas perpendiculares em relação ao eixo da via, criando retângulos que definem espaços destinados ao estacionamento de cada veículo.

No Ramo 7, são também previstos 2 lugares de estacionamento, contudo, apenas para cargas e descargas.

No Ramo 5, foram delimitados os lugares de estacionamento previstos no Projeto Integrado de Valorização do Centro Histórico de Pombal, onde se encontra previsto um lugar de estacionamento para veículos conduzidos por pessoas

portadoras de deficiência, identificados com o respectivo dístico, evidenciado pela sua marcação no pavimento.

- Junto ao limite exterior do anel de circulação, uma marca reguladora de estacionamento e de paragem, uma linha contínua (M12 do RST) de forma a acentuar a proibição de parar ou estacionar na rotunda;
- Setas de seleção (M15 e M15d do RST), no Ramo 1, uma vez que a faixa de rodagem correspondente àquele ramo tem duas vias de entrada, sendo colocada uma seta em cada via, com a particularidade daquela colocada na via mais à direita indicar dois sentidos (em frente e à direita), pretendendo-se assim orientar os condutores que pretendem virar à direita a utilizar apenas aquela via;
- Raias oblíquas delimitadas por uma linha contínua (M17 do RST), assumindo, nos Ramos 1 e 5, a função de ilhéus separadores, como forma de orientar o trânsito na entrada e saída da rotunda, à semelhança do atualmente existente.

No Ramo 1, a montante da passadeira assume a proibição de entrar naquelas áreas, acentuando assim a proibição de parar ou estacionar a menos de 5 metros das passadeiras, conforme estipulado no *Código da Estrada* (2005). À saída da rotunda, pretende-se orientar a circulação do tráfego, de forma a que os veículos contornem a raia sem a necessidade de execução de lancil/passeio.

- Entre o Ramo 3 e o Ramo 4 materializou-se uma área em calçada e sobreelevada, por forma a dissuadir os condutores de veículos ligeiros que a pretendam ultrapassar, sem, contudo, restringir aquele movimento aos veículos de maiores dimensões, favorecendo as necessidades de manobra e circulação a quem circula na rotunda e pretende sair no Ramo 4 e a quem entra no Ramo 3 e pretende sair imediatamente no Ramo 4.

Nesta área, além de ser sobreelevada e noutra material, optou-se pela colocação de uma raia oblíqua delimitada por uma linha contínua (M7 do RST), materializadas em fiadas de calçada e lancil, respetivamente, evidenciando assim a proibição de estacionar e utilizar aquela área. Pretendia-se a utilização de uma linha descontínua na delimitação da raia, mas a sua exígua dimensão iria dificultar a perceção dessa descontinuidade, pelo que se optou pela utilização da linha contínua.

- No Ramo 1, junto ao acesso ao tribunal, também a utilização de raia oblíqua (M17 do RST), contudo, delimitada por uma linha descontínua, com o objetivo de que seja proibido estacionar e de entrar na área abrangida pela raia, a não ser para a

realização de manobras que não representem perigo, como é o presente caso, em que apenas se prevê a entrada e saída de veículos do tribunal;

- Marcadores eletrônicos fixados ao pavimento, a montante das passagens para peões, adjacentes às lombas redutoras de velocidade, para reforçar a visibilidade das marcas rodoviárias, essencialmente durante a noite ou em condições de visibilidade reduzida;
- Lugares de paragem para veículos de transporte coletivo de passageiros, no Ramo 5, em ambas as vias de circulação.

As marcas rodoviárias regem-se por diversas características operacionais e legalmente enquadradas, contudo, considera-se de realçar o seguinte:

- Devem ser em materiais antiderrapantes (Roque, 2009);
- Não devem ter altura superior a 6mm em relação ao nível do pavimento (Roque, 2009).

Em suma, a sinalização horizontal adoptada para este caso de estudo, é composta pelas seguintes marcas rodoviárias:

- Linha branca contínua, com 0,10 m de largura – LBC (0,10);
- Linha branca descontínua, com 0,10 m de largura e relação traço/espço 3/4 m – LBT (0,10) 3/4;
- Linha branca descontínua de aviso, com 0,10 m de largura e relação traço/espço 2,5/1 m – LBTa (0,10) 2,5/1;
- Linha branca descontínua de cedência de passagem, com 0,30 m de largura e relação traço/espço 0,40/0,30 m – LBTc (0,30) 0,40/0,30;
- Linha amarela contínua, com 0,12 m de largura – LAC (0,12);
- Outras marcas:
 - passagens para peões, associadas a lombas redutoras de velocidade, a linhas de paragem e a marcadores eletrônicos,
 - raias oblíquas, delimitadas com linha contínua (LBC (0,10)) ou linha descontínua (LBT (0,10) 3/4),
 - setas de seleção,
 - marcas de estacionamento,
 - triângulos de cedência de passagem.

Na Figura 58 apresenta-se a marcação rodoviária proposta para a solução adotada.

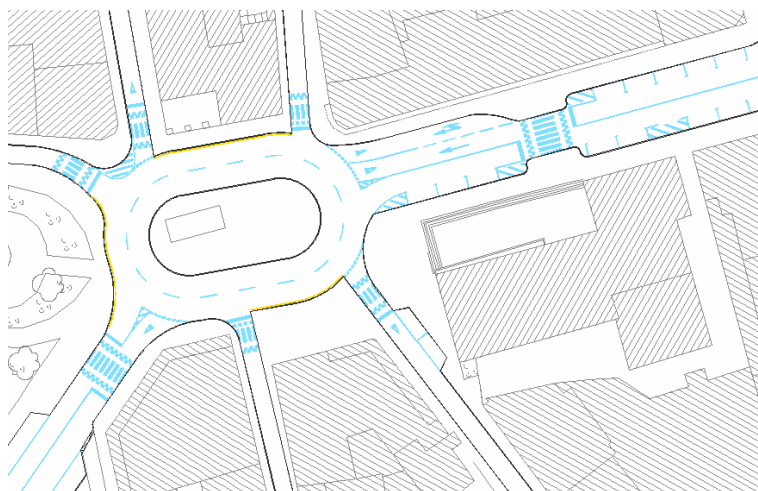


Figura 58: Sinalização horizontal prevista

4.5.7.2. *Sinalização vertical*

A colocação eficaz dos sinais de trânsito assume, neste local, elevada importância, conforme já referido, pelo que a uniformidade, harmonização e coerência da sinalização são indispensáveis para a correta percepção da interseção em causa, favorecendo dessa forma a mobilidade, quer dos veículos, quer dos peões.

Assim, para a sinalização vertical, foi prevista, tendo em consideração, essencialmente o RST e o identificado em Roque (2009), a seguinte sinalização:

- Em todas as vias de acesso à rotunda, o sinal de aproximação de rotunda (B7 do RST), por forma a identificar o cruzamento como rotunda. Tendo em consideração a envolvente à rotunda, não sendo possível a localização deste sinal a uma distância entre 150 e 300m, é associado a este sinal um indicador de distância de 50 m nos Ramos 1, 3 e 7 e de 60 m no Ramo 5 (Modelo 1a do RST);
- Colocação do sinal de cedência de passagem (B1 do RST) associado ao sinal de rotunda (D4 do RST), na proximidade imediata da interseção, preferencialmente, no local onde os condutores devem parar e aguardar a passagem dos veículos na rotunda, ou seja, à entrada da rotunda;
- Sentido proibido (C1 do RST), à saída da rotunda, nos Ramos 3 e 7, uma vez que são ramos apenas de entrada na rotunda;

- Identificação das passagens para peões (H7 do RST), na proximidade imediata de todas as passagens de peões, junto à linha de paragem que as antecede;
- Identificação das lombas redutoras de velocidades associadas às passagens de peões, colocados também a uma distância de 50 m da lomba, em todos os ramos de entrada (A2a associado ao H7 e ao Modelo 1a do RST);
- Pretende-se que as travessias pedonais previstas para os Ramos 1 e 5 mantenham, à semelhança do atual, o sistema de controlo semafórico, conforme referido anteriormente, pelo que se prevê a colocação de semáforos controlados por atuação, em ambas as passadeiras;
- Colocação de sinais de direção (J3b a J3d do RST), no lado esquerdo da faixa de rodagem do ramo a indicar as saídas desse ramo, conforme melhor identificado na Figura 59:
 - Ramo 1 – Escolas, Mercado Municipal, Castelo, Hotel, GNR, Hospital, Centro de Saúde;
 - Ramo 2 – IC2 (EN1), IC8, IP1 (A1), Cine Teatro, Bombeiros, Conservatórias do Registo Civil e Predial, parque de estacionamento com cobertura;
 - Ramo 4 – Estação dos Comboios, Bombeiros, Hotel, PSP;
 - Ramo 5 – IC2 (EN1), Zona desportiva, Câmara Municipal, Biblioteca Municipal, Zona Histórica;
 - Ramo 6 – Cemitério, Junta de Freguesia, Castelo, Hotel, Museus, Centro Histórico, Centro Cultural.





Figura 59: Sinais de direção associados a cada ramo

Além dos sinais referidos, consideram-se também, especificamente em cada ramo e não relacionados diretamente com a rotunda em causa, mas, ainda assim, necessários ao bom funcionamento de toda a interseção:

- Ramo 1:
 - Estacionamento autorizado associado à informação de pagamento de uma taxa (H1a e Modelo 20 do RST), em ambos os lados da faixa de rodagem. Associado também à indicação de estacionamento para os veículos conduzidos por pessoas portadoras de deficiência, identificados com o respectivo dístico, grávidas e por acompanhantes de crianças de colo (H1a do RST e modelo previsto no artigo 9.º do *Regulamento Geral das Zonas de Estacionamento de Duração Limitada da Cidade de Pombal*) num lugar a montante e outro a jusante da passagem de peões, consoante seja a via de entrada ou de saída da rotunda, respetivamente;
 - Estacionamento proibido associado a um indicador de duração e de aplicação (C15, Modelo 6a, Modelo 7d e Modelo 8 do RST). Pretende-se esta associação de sinais nos 3 lugares de estacionamento mais próximos da rotunda com uma duração limitada a 30 minutos, contudo, apenas durante os dias úteis, por forma a “forçar” a rotação do estacionamento naqueles lugares;
 - Sinal de fim de zona de estacionamento autorizado e de início de zona de estacionamento autorizado, associado à informação de pagamento de uma taxa, (G6 e G1 e Modelo 20 do RST), consoante se trate da via de entrada

ou de saída da rotunda, respetivamente. A ponderação destes sinais tem em consideração a existência de outros sinais ao longo da avenida em que este ramo se encontra integrado, a Avenida 25 de Abril.

- Ramo 5:
 - Paragem de veículos de transporte coletivo de passageiros (H20a do RST), em ambos os lugares previstos para as “paragens de autocarros”;
 - Trânsito proibido a automóveis de mercadorias de peso total superior a 3,5 t (C3d do RST), imediatamente à saída da rotunda;
 - Trânsito proibido a veículos de altura superior a 3,5 m (C9 e Modelo 1 do RST), devido à aproximação do viaduto Guilherme Santos, a cerca de 200 m, onde a altura livre é limitada, também localizado imediatamente à saída da rotunda;
 - Proibido voltar à direita, em duas das vias laterais que antecedem a entrada da rotunda (C11a do RST);
 - Início de zona de estacionamento autorizado associado à informação de pagamento de uma taxa (G1 e Modelo 20 do RST), na via de entrada da rotunda;
 - Identificação de um lugar de estacionamento para veículos conduzidos por pessoas portadoras de deficiência, identificados com o respectivo dístico, grávidas e por acompanhantes de crianças de colo (H1a do RST e modelo previsto no artigo 9.º do *Regulamento Geral das Zonas de Estacionamento de Duração Limitada da Cidade de Pombal*);
 - Fim de zona de estacionamento autorizado (G6 do RST), na via de entrada da rotunda, tendo em consideração que a montante existe o sinal de início de zona de estacionamento autorizado, associado à informação de pagamento de uma taxa.
- Ramo 7:
 - Estacionamento autorizado associado à informação de cargas e descargas (H1a, Modelo 10b e Modelo 6a do RST), referente a ambos os lugares de estacionamento previstos.

Em suma, vamos ter diversos sinais associados à interseção em causa:

- Regulamentação de Cedência de Passagem:

- Cedência de Passagem (B1 do RST);
- Aproximação de Rotunda (B7 – associado ao Modelo 1a – do RST);
- Regulamentação de Proibição:
 - Sentido Proibido (C1 do RST);
 - Trânsito proibido a automóveis de mercadorias de peso total superior a 3,5 t (C3d do RST);
 - Trânsito proibido a veículos de altura superior a 3,5 m (C9 do RST);
 - Proibição de voltar à direita (C11a do RST);
 - Estacionamento proibido (C15 – associado ao Modelo 8 – do RST);
- Regulamentação de Perigo:
 - Lomba (A2a – associado ao H7 e ao Modelo 1a – do RST);
- Regulamentação de Obrigação:
 - Rotunda (D4 do RST);
- Sinalização de prescrição específica – Sinais de Zona:
 - Zona de estacionamento autorizado (G1 – associado ao Modelo 20 – do RST);
 - Fim de zona de estacionamento autorizado (G6 do RST);
- Indicação de Informação:
 - Estacionamento autorizado (H1a – associado ao Modelo 10b e 6a e ao Modelo 11d – do RST);
 - Passagem para peões (H7 do RST);
 - Paragem de veículos de transporte coletivo de passageiros (H20a do RST);
- Indicação de Direção:
 - Indicação de âmbito urbano (J3b a J3d do RST);
- Painéis Adicionais:
 - Indicadores de distância (Modelo 1a – associado ao B7 e ao A2a – do RST);
 - Indicadores de continuação do local regulamentado quanto a estacionamento ou paragem (Modelo 6a – associado ao H1a – do RST);
 - Indicadores de periodicidade (Modelo 7d – associado ao C15 e ao Modelo 8 – RST);
 - Indicadores de duração (Modelo 8 – associado ao C15 e ao Modelo 7d – do RST);
 - Indicadores de aplicação (Modelo 10b – associado ao H1a – do RST);

- Indicadores de início ou fim de zona regulamentada (Modelo 20 – associado ao H1a – do RST);
- Indicação de veículos a que se aplica a regulamentação (Modelo previsto no artigo 9.º do *Regulamento Geral das Zonas de Estacionamento de Duração Limitada da Cidade de Pombal* – associado ao H1a do RST).

A localização e implantação da sinalização vertical, tal como as marcas rodoviárias, regem-se por diversas características operacionais e legalmente enquadradas, contudo, considera-se de realçar o seguinte:

- A distância entre a extremidade do sinal mais próxima da faixa de rodagem e a vertical do limite desta não deve ser inferior a 50 cm (artigo 13.º do RST), devendo ser respeitada a largura livre dos percursos pedonais previstos no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto;
- O sinal, quando colocado em cruzamentos ou entroncamentos, sobre passeios, deverá salvaguardar uma altura não inferior a 220cm (artigo 13.º do RST), devendo, sempre que possível, ficar a uma altura de 240cm, em conformidade com o previsto no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto;
- Os sinais luminosos previstos, destinados a regular o trânsito de veículos, quando colocados ao lado da faixa de rodagem, devem ficar a uma altura, contada do solo ao seu limite inferior, compreendida entre 2 m e 3,5 m e, quando colocados por cima da faixa de rodagem, a uma altura de 5 m, e os destinados aos peões devem estar a uma altura do solo compreendida entre 1,8 m e 2,2 m (artigo 75.º do RST).
- Os suportes dos sinais devem ser resistentes, com secção circular, permitindo a fixação do sinal em perfeitas condições de estabilidade (artigo 15.º do RST);
- Os sinais devem ser retrorefletores ou iluminados interna ou externamente (artigo 15.º do RST).

No Anexo II, identifica-se a localização e a tipologia de sinalização vertical propostas para a solução em causa.

4.5.8. Situação existente / Solução proposta

A existência deste ponto serve apenas para comparar as diferenças físicas entre a situação existente e a solução proposta, para mais facilmente se ter a noção dessas alterações, conforme a Figura 60.

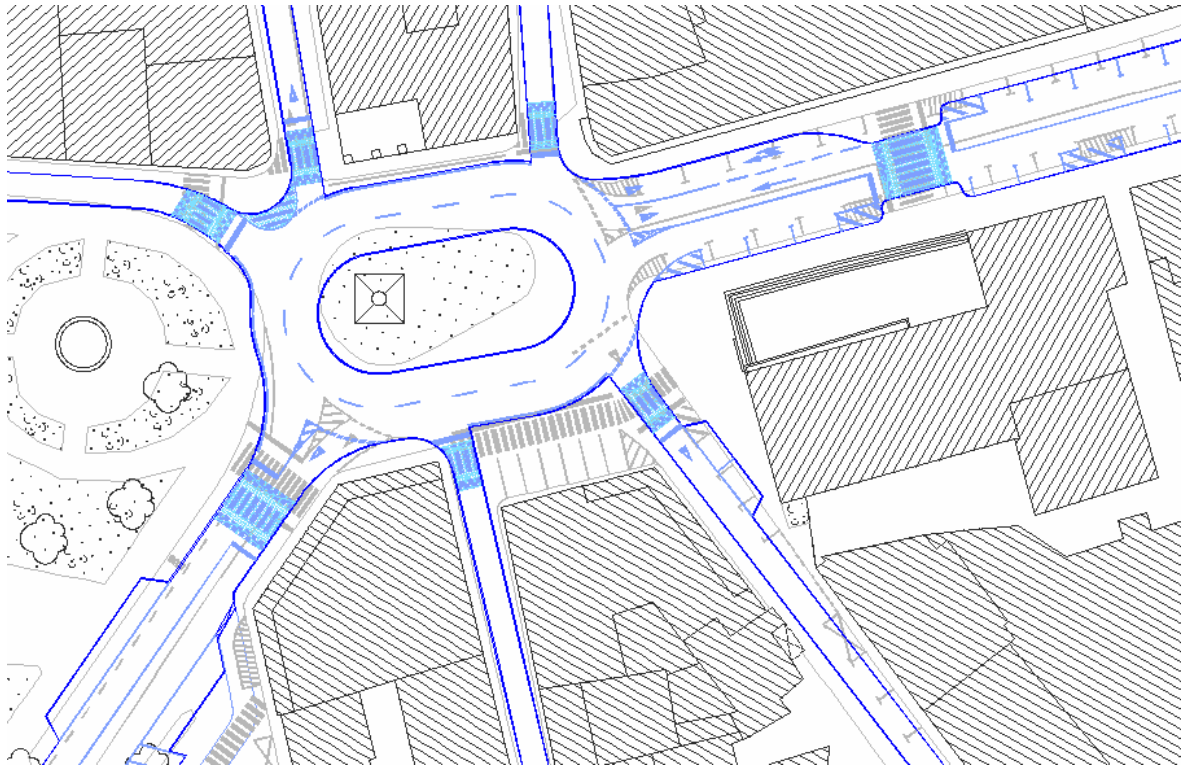


Figura 60: Comparação da situação existente com a solução proposta

5. Conclusões e Perspetivas Futuras

O Largo 25 de Abril é um centro polarizador e essencial na cidade de Pombal, que apresenta alguns problemas, quer ao nível do tráfego automóvel como da mobilidade pedonal, resultando em diversos conflitos e filas de espera no atravessamento daquele ponto da cidade.

Ao longo deste trabalho foram identificados os problemas inerentes ao funcionamento daquela interseção, contribuindo para um melhor entendimento da situação existente, bem como realizada a caracterização física e funcional da mesma, tendo-se concluído, após a recolha de dados de tráfego e estudo dos mesmos e com o cálculo das capacidades nas diversas entradas, que as dificuldades na circulação rodoviária no Largo em causa não se encontram associadas à geometria da interseção, como inicialmente se afigurava, mas sim a todo o conjunto em que a interseção está envolvida, ou seja, o sistema rodoviário e o sistema pedonal.

Para a solução proposta, foram apresentados os parâmetros geométricos adotados, bem como calculada a capacidade nas respetivas entradas, quer para o volume de tráfego atual como para o horizonte de projeto. Foram identificados diversos outros elementos, entre os quais, a tipologia e localização da sinalização horizontal e vertical, bem como a redefinição de lugares de estacionamento ou a realocação dos postes de iluminação, para melhor qualificar a reformulação pretendida.

A solução apresentada, apesar de não ir ao encontro de todos os objetivos inicialmente preconizados, e de ser semelhante ao nível do desempenho rodoviário na rotunda, nomeadamente nos Ramos 3 e 5, considerando o horizonte de projeto, favorece de forma notória a circulação pedonal que, atualmente tem condições pouco favoráveis.

Sendo esta uma solução viável, para melhorar a qualidade do espaço urbano, ao nível pedonal, considera-se que, para melhorar a circulação rodoviária, seria necessário uma intervenção mais profunda na cidade, com a reorientação de sentidos do tráfego rodoviário

e a criação de, pelo menos, um novo acesso ao IC2 (EN1), ou ser realizada a reformulação dos existentes, tornando-os mais atrativos e fazendo com que os veículos não tenham de passar sempre pelo Largo 25 de Abril para atravessar a cidade.

É ainda de referir que, com a implementação da solução aqui proposta, no caso de, aquando da posterior monitorização e análise da sua eficácia, se verificasse que a utilização de duas vias no anel de circulação não fosse a melhor solução, ou no caso de se pretender alterar algum sentido de circulação em algum ramo da rotunda, facilmente se faziam alterações à atual proposta, sem a necessidade de muitas obras ou custos elevados.

Bibliografia

ADENE (2011) *Eficiência Energética na Iluminação Pública – Documento de Referência*, http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Documents/RNAE_DocReferencia_EficienciaEnergetica_Iluminacao.pdf. [consultado em 12/08/2013]

ANDRADE, M. N. B. (2000) *Métodos e Técnicas de Recolha de Dados de Tráfego – Algoritmo para a Definição da Matriz Origem/Destino*. Tese de dissertação para satisfação parcial dos requisitos de grau de mestre em Vias de Comunicação, Departamento de Vias de Comunicação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal.

APA (2008_a) *Projecto de Mobilidade Sustentável – Relatório de Objectivos e Princípios de Intervenção*. Agência Portuguesa do Ambiente, Universidade de Aveiro, Município de Pombal. Portugal.

APA (2008_b) *Projecto de Mobilidade Sustentável – Relatório de Propostas*. Agência Portuguesa do Ambiente, Universidade de Aveiro, Município de Pombal. Portugal.

ATY, M. A.; HOSNI, Y. (2001) *State-of-the-art report on: Roundabouts design, modeling and simulation*. University of Central Florida. U. S. A..

COSTA, A. H. P. (2008) *Correntes de Tráfego, Volume 2 – Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Portugal.

DfT (1993) *Geometric Design of Roundabouts*. TD 16/93 – Volume 6, Section 2, Part 3 of Design Manual for Roads and Bridges – Road Geometry Junctions. Department of Transport. U. K..

DGOTDU (2005) *Vocabulário de Termos e Conceitos do Ordenamento do Território*. Coleção Informação 8, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Lisboa, Portugal.

DIÂMETRO (2007) *Estudo de Mobilidade de Pombal – 1.ª Fase - Caracterização e Diagnóstico*. Diâmetro - Estudos e Projectos. Pombal, Portugal.

DIÂMETRO (2008_a) *Estudo de Mobilidade de Pombal – 2.ª Fase – Propostas*. Diâmetro - Estudos e Projectos. Pombal, Portugal.

DIÂMETRO (2008_b) *Estudo de Transportes Públicos visando a futura rede de Transportes Urbanos – 1.ª Fase - Caracterização e Diagnóstico*. Diâmetro - Estudos e Projectos. Pombal, Portugal.

DMR (2006) *Roundabouts – Chapter 14, Road Planning and Design Manual*. Department of Main Roads. Queensland, Austrália.

FHWA (2010) *Roundabouts: An Informational Guide – 2nd Edition*. U.S. Department of Transport, Federal Highway Administration. Virginia, U. S. A..

GONZÁLEZ-PINTADO, M. A. (sem data) *Plan de Seguridad Vial Urbano*. Dirección General de Tráfico. Madrid, Espanha. http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/planes_integrales/Milagro_Arroyo02.pdf [consultado em 21/11/2011]

GUTERRES, J. (2000) *Urbanismo e Prevenção de Riscos Urbanos: Polis “Radiosa” versus Polis “Prudencial”*. Urbanismo Preventivo - Atas da Conferência realizada em 16 e 17 de Junho de 2000 no âmbito do 2.º Fórum Internacional de Urbanismo, Coleção Fórum, URBE. Lisboa, Portugal.

GPU (2011) *Estudos de Caracterização, Rev 01, Vol. VIII – Ruído*. Revisão do Plano Diretor Municipal de Pombal – Gabinete de Planeamento Urbanístico, Câmara Municipal de Pombal. Pombal, Portugal.

IMTT (2011_a) *Contagens e Inquéritos de Tráfego* - Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P.. Portugal.

IMTT (2011_b) *Políticas de Estacionamento* - Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P.. Portugal.

IMTT (2011_c) *Rede Pedonal – Princípios de planeamento e desenho* - Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P.. Portugal.

JAE (1994) *Norma de Traçado JAE P3/94*. Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE. Lisboa, Portugal.

LAMAS, J. M. G. R. (2010) *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade* (5.ª edição). Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, Portugal.

MACEDO, J. M. G. (2005) *Seleção da Tipologia de Cruzamentos em Função da Procura*. Dissertação de Mestrado em Vias de Comunicação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal.

MARTINS, P. M.; NABAIS, E.; CABRAL, R. (2004) *Gestão de Intersecções Rodoviárias – Funcionamento em Modelos de Rotunda*. Actas do III Congresso Rodoviário Português - Estrada 2004, Centro Rodoviário Português. http://www.crp.pt/docs/A11S100-rede_02.pdf [consultado em 11/12/2011]

MENSAH, S.; ESHRAGH, S. (2010) *Use of roundabouts as alternatives to all-way stop controls*. Delaware Center for Transportation. Delaware, U. S. A.

MF (1999) *Recomendaciones sobre Glorietas – Serie Normativas – Instrucciones de construcción*. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. Madrid, Espanha.

NCHRP (2007) *Roundabouts in the United States – NCHRP Report 572*. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D.C., U. S. A.

NCHRP (2010) *Roundabouts: An Informational Guide, 2.º Edition – NCHRP Report 672*. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of the National Academies. Washington, D.C., U. S. A.

RODRIGUES, C. M.; ROQUE, C. A.; MACEDO, J. M. G. (2008) *Sinalização Rodoviária, Vol. 12 – Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Portugal.

ROQUE, C. A. (2005) *Sinalização Vertical*. http://carlosaroque.tripod.com/sinalizacao_vertical.html [consultado em 01/11/2011]

ROQUE, C. A. (2007) *Sinalização de Rotundas*. http://carlosaroque.tripod.com/sinalizacao_de_rotundas.html [consultado em 01/11/2011]

ROQUE, C. A. (2009) *Marcas Rodoviárias – Características Dimensionais, Critérios de Utilização e Colocação – Disposições Normativas*. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P.. Portugal.

SANTO, J. Z.; RAMALHO, A. (2006) *Sistemas e Medidas de Controle de Tráfego*. II ENEM – Encontro Nacional de Estradas Municipais “SEGURANÇA EM ESTRADAS MUNICIPAIS”; Figueira da Foz, 6 e 7 de Dezembro de 2006. <http://www.crp.pt/docs/A20S88-Sist.%20e%20Med.%20de%20Controle%20de%20Traf..pdf> [consultado em 11/12/2011]

SECO, A. J. M.; GONÇALVES, J. H. G.; COSTA, A. H. P. (2008_a) *Estacionamento, Vol. 9 – Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Portugal.

SECO, A. J. M.; MACEDO, J. M. G.; COSTA, A. H. P. (2008_b) *Peões, Vol. 8 – Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Portugal.

SEMIÃO, V. M. (2008) *A Importância dos Espaços Públicos Pedonais na Revitalização dos Centros Históricos: A Baixa de Lisboa*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

SERDOURA, F. M.; SILVA, F. N. (2006) *Espaço Público. Lugar de Vida Urbana*. http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num27/n_27_pag_5-16.pdf [consultado em 08/06/2012]

SILVA, A. M. B.; SECO, A. J. M. (2004) *Dimensionamento de Rotundas - Textos didáticos, 3.ª edição*. Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

SILVA, A. M. B.; SECO, A. J. M. (2008) *Rotundas, Volume 6 – Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N). Portugal.

SILVA, A. M. B.; SECO, A. J. M. (2009) *Dimensionamento de Rotundas – Documento Síntese - Disposições Normativas*. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P.. Portugal.

SNRIPD (2007) *Acessibilidade e Mobilidade para Todos – Apontamentos para uma melhor interpretação do DL 163/2006, de 8 de agosto*. Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência. Porto, Portugal.

Código da Estrada (2005), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 114/94, de 3 de maio (D. R. n.º 102, Série I-A), revisto e republicado pelos Decretos-Lei n.º 2/98, de 3 de janeiro (D. R. n.º 2, Série I-A), n.º 265-A/2001, de 28 de setembro (D. R. n.º 226, Suplemento, Série I-A), e pelos Decretos-Lei n.º 44/2005, de 23 de fevereiro (D. R. n.º 38, Série I-A), 113/2008, de 1 de julho (D. R. n.º 125, Série I), e 113/2009, de 18 de maio (D. R. n.º 95, Série I), 138/2012, de 5 de julho (D. R. n.º 129, Série I), e pelas Leis n.ºs 78/2009, de 13 de agosto (D. R. n.º 156, Série I), 46/2010, de 7 de setembro (D. R. n.º 174, Série I), e 72/2013, de 3 de setembro (D. R. n.º 33, Série I). Ministério da Administração Interna. Portugal.

Regulamento das Condições de Acessibilidade (2006), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 163/2006, D. R. n.º 152, Série I, de 8 de agosto. Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social. Portugal.

Regulamento de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade (2013), aprovado por deliberação da Assembleia Municipal de 30/04/2013. Câmara Municipal de Pombal. Pombal, Portugal.

Regulamento de Sinalização de Trânsito (1998), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 22-A/98, de 1 de outubro (D. R. n.º 227, Série I-B), alterado pelos Decretos Regulamentares n.º 41/2002, de 20 de agosto (D. R. n.º 191, Série I-B), e n.º 13/2003, de 26 de junho (D. R. 145, série I-B). Ministério da Administração Interna. Portugal.

Regulamento Geral das Zonas de Estacionamento de Duração Limitada da Cidade de Pombal (2011), com última alteração aprovada por deliberação da Assembleia Municipal de 21/02/2011. Câmara Municipal de Pombal. Pombal, Portugal.

Regulamento Geral do Ruído (2007), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (D. R. n.º 12, Série I). Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Portugal.

Regulamento Jurídico da Urbanização e Edificação (2010), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro (D. R. n.º 291, Série I-A), alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 26/2010, de 30 de março (D. R. n.º 62, Série I), alterado pela Lei n.º 28/2010, de 2 de setembro (D. R. n.º 171, Série I). Presidência do Conselho de Ministros. Portugal.

www.bing.com/maps/

<http://maps.google.pt/>

www.cm-pombal.pt

www.estradasdeportugal.pt

Anexos

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

***Anexo I – Planta com a caracterização da área de intervenção – Largo de
25 de Abril***

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Anexo II – Planta com a caracterização da solução proposta

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Glossário

Anel de circulação

Faixa de rodagem em torno da ilha central de uma rotunda, na qual é estabelecido um sentido único de circulação (Silva & Seco, 2008).

Ângulo de entrada

Ângulo formado pela tangente ao eixo do conjunto de vias de entrada de uma rotunda junto à linha de cedência de passagem e a tangente ao eixo do anel no ponto de interseção com a tangente anterior. No caso de dois ramos consecutivos muito próximos (afastados de menos de 20m entre os bicos extremos dos ilhéus separadores) o ângulo deve ser medido entre o eixo do conjunto das vias de entrada e do conjunto das vias da saída consecutiva (Silva & Seco, 2008).

Diâmetro do Círculo Inscrito de uma entrada na rotunda (DCI)

Diâmetro do maior círculo que é possível inscrever na delimitação exterior da rotunda e que passe tangente à linha de cedência de passagem de uma determinada entrada. Uma rotunda pode dispor de diferentes DCI associados a cada uma das entradas (Silva & Seco, 2008).

Distância de Visibilidade de Paragem (DP)

Distância necessária para que o condutor de um veículo que circula a determinada velocidade e cujos olhos se situam a 1,05m de altura, se possa aperceber da existência de um obstáculo com 0,15m de altura e travar o veículo, de forma a parar antes de atingir esse mesmo obstáculo (Silva & Seco, 2008).

Equipamento Urbano

Conjunto de elementos instalados no espaço público com a função específica de assegurar a gestão das estruturas e sistemas urbanos, nomeadamente, sinalização viária, semafórica, vertical, horizontal e informativa (direcional e de pré-aviso), candeeiros de iluminação pública, armários técnicos, guardas metálicas e dissuasores (alínea h), do artigo 3.º do *Regulamento de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade*, (2013).

Ilha central de uma rotunda

Ilhéu central de forma circular ou aproximadamente circular, localizada no centro de uma rotunda e em torno do qual se estabelece um sentido único de circulação (Silva & Seco, 2008).

Ilhéu separador de uma rotunda

Ilhéu direcional que separa as correntes de tráfego de saída e entrada numa rotunda, a partir de um determinado ramo afluente (Silva & Seco, 2008).

Iluminância

Quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície (ADENE, 2011).

Largura livre do passeio

Corresponde ao canal de circulação efetivamente disponível para a deslocação e realização de atividades dos peões, desimpedido de obstruções (*Regulamento das Condições de Acessibilidade*, 2006; Seco *et al*, 2008_b).

Mobiliário Urbano

Todas as peças instaladas ou apoiadas no espaço público destinadas a uso público, que prestam um serviço ou apoiam uma atividade, ainda que de modo sazonal ou precário, como por exemplo, quiosques, esplanadas, palas, toldos, alpendres, floreiras, bancos e abrigos de transportes públicos (alínea i), do artigo 3.º do *Regulamento de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade*, 2013).

Rotunda (ou interseção giratória)

Tipo de interseção caracterizado pela convergência de diversos ramos de sentido único ou não, numa praça central de forma geralmente circular e intransponível, em torno da qual é estabelecido um sentido único de circulação, na direção inversa à dos ponteiros do relógio, assumido como prioritário em relação aos fluxos de entrada (Silva & Seco, 2008 e 2009).

Praça formada por cruzamento ou entroncamento, onde o trânsito se processa em sentido giratório e sinalizada como tal (alínea p), do artigo 1.º do *Código da Estrada*, 2005).

Tempo de espera

Atraso, expresso em unidade de tempo, resultante das interações entre veículos numa interseção (Silva & Seco, 2008).

Tráfego conflituante (Q_c)

Fluxo de veículos da corrente prioritária que conflitua com os veículos que se pretendem

inserir no interior da rotunda, durante um determinado período de tempo. Em função dos modelos de previsão considerados, o tráfego conflituante poderá ser constituído unicamente pelo tráfego prioritário que atravessa frontalmente a entrada em análise (Tráfego de atravessamento – Q_t) ou por uma combinação deste com o tráfego que abandona a rotunda na saída imediatamente anterior (Tráfego de saída – Q_s) (Silva & Seco, 2008).

Trajectoria de mínimo incómodo

Trajectoria mais retilínea associada a um determinado movimento direcional que é possível inscrever respeitando apenas os elementos físicos restritivos e ignorando eventuais marcas rodoviárias (Silva & Seco, 2008).

Unidades de veículos ligeiros equivalentes (uvle ou uve)

Medida utilizada nas análises de capacidade de diferentes elementos infraestruturais e que envolve a conversão dos diferentes tipos de veículos em volumes de veículos ligeiros que, em função das características locais, tenham um impacto equivalente sobre o seu desempenho (Silva & Seco, 2008).

Zona urbana consolidada

Zona caracterizada por uma densidade de ocupação que permite identificar uma malha ou estrutura urbana já definida, onde existem as infraestruturas essenciais e onde se encontram definidos os alinhamentos dos planos marginais por edificações em continuidade (alínea o), do artigo 2.º do *Regulamento Jurídico da Urbanização e Edificação*, 2010).