



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Soluções de Acalmia de Tráfego com Potencial de Aplicação em Áreas Residenciais Multifuncionais

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Urbanismo, Transportes e Vias de Comunicação

Autor

Joana Félix Pereira Dourado

Orientador

Professora Doutora Ana Maria César Bastos Silva

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada.

Coimbra, julho, 2013

AGRADECIMENTOS

A apresentação desta Dissertação constitui para mim um momento de enorme alegria. Ela condensa, ao longo das páginas seguintes, um percurso entusiasmante guiado pela vontade de explorar novas formas e métodos que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da nossa população.

O assíduo convívio com especialistas da área, motivado inicialmente pela necessidade de aprendizagem de novos conhecimentos técnicos e científicos, cedo se transformou numa oportunidade de extraordinário enriquecimento pessoal, graças aos seus méritos científicos excepcionais, aos seus testemunhos de vida, à constante dedicação no desempenho das suas tarefas e ao sentido de responsabilidade pedagógica.

Sem menosprezar o trabalho de todos aqueles com quem tive a oportunidade de colaborar, gostava de começar com uma palavra de especial apreço à Professora Doutora Ana Maria César Bastos Silva pela confiança, incentivo, dedicação e excelente qualidade de orientação e colaboração prestada durante a elaboração desta dissertação.

Ao Luís Neto, pela sua preciosa colaboração na construção do modelo de microssimulação. Assim como à Sílvia Santos, pela sua disponibilidade e simpatia no esclarecimento de todas as dúvidas e partilha de conhecimentos.

Não podia deixar de agradecer também ao Vasco, meu incansável companheiro de todas as lutas.

À minha família, pela sua orientação e apoio incondicional durante todo o meu percurso académico.

Por fim, agradecer a todos os meus amigos e ao GEFAC pelo salutar convívio e permanente incentivo ao meu desenvolvimento pessoal, cultural e artístico, condições que creio essenciais para uma cidadania plena e para uma cultura humanista própria de um académico da Universidade de Coimbra.

RESUMO

Os dados oficiais da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária mostram que em Portugal mais de 70% dos acidentes rodoviários com vítimas ocorrem dentro de localidades, a grande maioria em arruamentos urbanos. Os atropelamentos representam cerca de 17% dos acidentes com vítimas, sendo que 96,7% dessas vítimas foram registadas em meio urbano. Estes dados são um reflexo do privilégio que se tem dado à promoção da velocidade e nível de serviço nos projetos da rede viária, mesmo em vias onde a presença de peões e de outros utilizadores vulneráveis é elevada, nomeadamente nas vias de acesso local e distribuidoras locais.

É por isso importante promover a mudança de paradigma na conceção deste tipo de vias urbanas, de modo a assegurar a circulação segura de todos os utilizadores e, em particular, dos mais vulneráveis. Tal deverá passar pela implementação de medidas de acalmia de tráfego, as quais se refletem num aumento do sentimento real e induzido da segurança rodoviária assegurando ainda um contributo significativo ao nível da requalificação do espaço urbano.

Assim, o presente trabalho tem como objetivos estudar e identificar soluções de acalmia de tráfego com potencial de aplicação a áreas residenciais, tentando apresentar as suas características básicas, exigências e condições de aplicação, assim como os efeitos previsíveis. De modo a compreender as consequências da aplicação de tais soluções, optou-se por recorrer a estudos de caso construídos e de onde foi possível extrair os principais impactes positivos e negativos.

A exequibilidade e aplicabilidade dos conceitos foram testadas no desenvolvimento de um estudo de caso real, tendo-se optado por reformular ou requalificar algumas zonas do Bairro Norton de Matos em Coimbra. Recorrendo a este estudo de caso é apresentada uma proposta metodológica para implementação deste tipo de intervenções em zonas residenciais.

Os resultados obtidos foram particularmente interessantes. Entre outros, a população mostrou-se recetiva à aplicação deste tipo de medidas, defendendo o controlo da velocidade e a defesa do peão em zonas eminentemente residenciais. A avaliação dos resultados mostrou que, em termos globais para a comunidade, a aplicação deste tipo de medidas não representa uma perturbação significativa nos tempos de viagem inter-zonais, conseguindo-se no entanto reduções significativas dos volumes de tráfego e da velocidade no interior dos espaços objeto de intervenção.

ABSTRACT

According to the official statistics, in Portugal, in the last 5 years, about 72% of the total road accidents with casualties (including fatalities, minor injuries and serious injuries) occurred in urban areas. In 2011, 17% of the total accidents with casualties involved pedestrians and 96,7% of these victims were recorded in urban streets (ANSR, 2013). These data are a reflection of the growing importance that has been given to vehicles promoting their operation speed, even in areas where the presence of pedestrians and other vulnerable users is significant, particularly on access streets and local distributor streets.

Therefore it is important to change the way in which streets and public spaces are designed, promoting a safe environment for all users. The design of the road should consistently and unambiguously indicate to the driver the speed limit. This can be achieved with calming traffic schemes.

The present work aims to study and identify traffic calming solutions, with potential application in residential areas, summarizing their basic characteristics, requirements and application conditions, as well as the predictable effects. In order to understand the consequences of applying such solutions, we chose to study references of case studies and, when possible, to extract the main positive and negative impacts.

The feasibility and applicability of the concepts were tested in the development of a real case study, where changes were proposed to some areas of the Neighborhood Norton de Matos, Coimbra. A methodology for implementing such interventions in residential areas is also presented.

The results were particularly interesting. Among others the population showed to be open to the implementation of such measures, defending the control of speed and the safeguard of the pedestrians in residential areas. In a general analysis the evaluation of the results showed that the application of such measures does not generate a significant increase of the inter-zonal travel times, achieving however significant reductions in through traffic and speeds within spaces of the object of intervention.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Enquadramento do tema	11
1.2 Objetivos do Trabalho	13
1.3 Metodologia Adotada	14
1.4 Estrutura da Tese	15
2 SOLUÇÕES DE ACALMIA DE TRÁFEGO COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO A ZONAS RESIDENCIAIS	16
2.1 Introdução	16
2.1.1 Acalmia de Tráfego - Definição	17
2.1.2 Perspetiva Histórica	18
2.2 Medidas de Acalmia de Tráfego.....	21
2.2.1 Enquadramento	21
2.2.2 Medidas de Controlo dos Volumes.....	22
2.2.3 Medidas de Controlo de Velocidades	24
2.2.3.1 Alteração dos Alinhamentos Horizontais:.....	24
2.2.3.2 Alteração dos Alinhamentos Verticais	26
2.2.4 Medidas Complementares que Contribuem para a Redução de Velocidades:	27
2.3 Zonas Woonerf.....	29
2.3.1 Caracterização geral e Objectivos	29
2.3.2 Domínio de aplicação	30
2.3.3 Identificação das medidas aplicáveis.....	30
2.3.4 Efeitos Previsíveis das Soluções Recorrendo a Exemplos de Referência ...	32
2.4 Zonas 30 km/h	34
2.4.1 Caracterização geral e objetivos	34
2.4.2 Domínio de aplicação	36
2.4.3 Identificação de Medidas Aplicáveis.....	36
2.4.4 Efeitos Previsíveis das Soluções Recorrendo a Exemplos de Referência ...	38
2.5 Considerações Finais	39
3 ESTUDO DE CASO - REQUALIFICAÇÃO DE UMA ZONA RESIDENCIAL MULTIFUNCIONAL	41
3.1 Seleção do Local de Estudo.....	41
3.2 O Bairro Norton de Matos	42
3.3 Metodologia.....	43

3.4 Caracterização geral e Diagnóstico	46
3.4.1 Atividades Observadas	47
3.4.2 Hierarquização Viária.....	47
3.4.3 Histórico de acidentes.....	48
3.4.4 Procura de Tráfego	49
3.4.5 Velocidades.....	50
3.4.6 Condições de estacionamento.....	51
3.4.7 Condições da rede pedonal	52
3.4.8 Qualidade visual e ruído	53
3.4.9 Avaliação do nível de satisfação da população	54
3.4.10 Apreciação do Diagnóstico.....	56
3.5 Proposta de Solução.....	57
3.5.1 Princípios de base e estratégia de intervenção.....	57
3.5.2 Alterações à organização funcional da rede	58
3.5.3 Proposta de plano de circulação	59
3.5.4 Definição da Zona 30.....	59
3.5.5 Desenvolvimento de uma solução detalhada para o conjunto de interseções estudadas (integrada na zona 30).....	60
3.5.6 Criação de Zonas <i>woonerf</i>	63
3.5.7 Outras medidas complementares	64
3.6 Efeitos Previsíveis da Proposta de Solução.....	65
3.6.1 Introdução	65
3.6.2 Construção do modelo	66
3.6.3 Indicadores de desempenho	67
3.6.4 Discussão dos resultados	67
3.7 Considerações Finais	69
4 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO A- QUESTIONÁRIO	77
ANEXO B- Velocidades Medidas.....	78
ANEXO C- Resultados da Microssimulação	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Visão do condutor quando circula a diferentes velocidades: a) 50 km/h; b) 25km/h. Fonte: Alduán (1996).....	16
Figura 2.2 - Rua comercial em Hjørring, Dinamarca: a) tirada em 1900; b) tirada em 1991. Fonte: Danish Road Directorate (1993).....	18
Figura 2.3 - Esquema de uma solução de controlo de volumes de tráfego para um bairro de Seattle, EUA. Fonte: Ewing (1999).....	22
Figura 2.4 - <i>Woonerf</i> em Leiden, Holanda.....	29
Figura 2.5 - Sinais de entrada numa zona <i>woonerf</i> na: a) Holanda, velocidade máx. 15 km/h; b) França (<i>Zone de Rencontre</i>), velocidade máx. 20km/h; c) Alemanha (<i>Wohnstrasse</i>), velocidade máx. 10km/h. Fonte: @wikipedia.com.....	31
Figura 2.6 - Esquema de entrada numa zona e coexistência. Fonte: Biddulph (2010).....	31
Figura 2.7 - Portão de uma <i>home zone</i> , <i>Elgar Street</i> , Northmoore, Reino Unido. Fonte: Clayden et al.(2006).....	31
Figura 2.8 - Gincana com estacionamento numa <i>woonerf</i> em Delft. Fonte: Alduán (1996)..	32
Figura 2.9 - Espaços de lazer numa <i>woonerf</i> . Fonte:@depts.washington.edu/open2100/.....	32
Figura 2.10 - Cavell Way, Sittingbourne, Kent, Reino Unido. Fonte: Biddulph (2010)	33
Figura 2.11 - Charlotte Street, Morice Town, Plymouth. Fonte: Biddulph (2010).....	33
Figura 2.12 - Fotografias da rua Birkin em Bristol antes e depois das alterações. Fonte: Biddulph (2010).....	34
Figura 2.13 - 30 km/h Zones in Leiden, Netherlands.....	35
Figura 2.14 - Entrada numa Zona 30 km/h em Sant Andreu, Barcelona. Fonte: @facebook.zona 30.....	37
Figura 2.15 - Sinal de início e sinal de fim de zona 30km/h na Bélgica. Fonte:@wikipedia.com.....	37
Figura 2.16 - Comportamento desejado dentro de uma zona 30 km/h. Fonte: adaptação de <i>SWOV - Traffic Calming Schemes</i> (2003).....	37
Figura 2.17 - Fotografia de uma das entradas e esquema de implementação das mediadas de acalmia de tráfego na <i>20 mph Zone</i> (Zona 30km/h), em Ipswich, , Suffolk, Reino Unido.Fonte: County Surveyors' Society (1994).....	39
Figura 3.1 - Localização da área de estudo na cidade de Coimbra (imagens Google).....	41
Figura 3.2 Zona que inclui o conjunto das intersecções entre as ruas Vasco da Gama, Macau e Mouzinho de Albuquerque e as ruas Vasco da Gama e Daniel de Matos (imagem baseada nos Mapas Google, 2013).....	42

Fig. 3.3 - Fotografia aérea do Bairro Norton de Matos nos anos 50. Fonte: @encontrogeracoesbnm.blogspot.pt	43
Fig. 3.4 - Fotografia aérea mais recente do Bairro Norton de Matos. Fonte: @encontrogeracoesbnm.blogspot.pt.....	43
Figura 3.5 - Metodologia de trabalho.....	44
Figura 3.6 - Hierarquização viária da zona em estudo: vias distribuidoras principais a vermelho, vias distribuidoras locais a verde e vias de acesso local a amarelo.....	47
Figura 3.7 - Pesos relativos das funções de circulação e de acesso em função da tipologia das vias. Fonte: CCRDN, (2008b).....	48
Figura 3.8 - Volumes de tráfego no período de ponta da manhã (uvle/h).....	49
Figura 3.9 - Secções onde foram medidas as velocidades.....	50
Figura 3.10 - Distribuição dos valores de velocidade em condições livres de circulação: a) histograma da velocidade na Rua Macau; b) Indicadores estatísticos segregados por secção de estudo. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	51
Figura 3.11 - Estacionamento no cruzamento, em frente ao Centro Norton de Matos (à esquerda) e à pastelaria Vasco da Gama (à direita).....	52
Figura 3.12 - Estacionamento na Praça da Ilha da Madeira.....	52
Figura 3.13 - Via Distribuidora: Rua Daniel de Matos.....	53
Figura 3.14 - Via Distribuidora: Rua Vasco da Gama.	53
Figura 3.15 - Ruas de acesso local dentro do Bairro Norton de Matos.	53
Figura 3.16 - Resposta dos moradores e visitantes relativamente à sua perceção de segurança relativamente aos automóveis.....	55
Figura 3.17- Respostas dos moradores e residentes em relação à imposição do limite de velocidade de 30 km/h na área residencial em estudo.....	56
Figura 3.18- Proposta e alteração da hierarquia viária.....	58
Figura 3.19 - Proposta de alteração de sentidos na área de estudo. A vermelhas vias que sofreram alteração de sentidos. A azul os corredores BUS criados. A preto as vias que se mantêm com as mesmas condições de circulação.....	59
Figura 3.20 - Rua Vasco da Gama. Proposta de criação de gincanas com estacionamento alternado.....	60
Figura 3.21 - a) Situação actual. b) Proposta de alteração.....	61
Figura 3.22 - Perfil transversal (AA') da zona central.....	62
Figura 3.23 - Cruzamento junto ao Centro Norton de Matos.....	62
Figura 3.24 - Entroncamento entre Rua Daniel de Matos e Vasco da Gama.....	62
Figura 3.25- Exemplo de duas ruas de uma zona woonerf no interior do Bairro Norton de Matos.....	63
Figura 3.26- Rua Daniel de Matos: Criação de bolsas kiss&ride.....	65
Figura 3.27- Rua Macau: reorganização do estacionamento.....	65
Figura 3.28- Rua Mouzinho de Albuquerque: criação de faixa BUS/estacionamento.....	65
Figura 3.29- Rede codificada.....	67

Figura 3.30 - Afetação de tráfego à rede: a) situação actual; b) após alterações. Cores indicam distribuição dos volumes de tráfego, de volumes menores (verde) até volumes maiores (vermelho escuro). Espessura aumenta com a densidade (veic./km).....	68
Figura 3.31 - Percentagem de tráfego atribuído a cada rota alternativa, correspondente ao par Portela/Solum: a) situação actual; b) após alterações.....	68
Figura A.1- Questionário destinado aos residentes e visitantes da área de estudo.....	77
Figura B.1 - Distribuição de Velocidades na R. Daniel de Matos- Troço de dois sentidos, sentido Carlos Seixas; veículos que vinham do troço de sentido único e não pararam na intersecção. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	78
Figura B.2 - Distribuição de Velocidades na R. Daniel de Matos- Troço de dois sentidos, sentido Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	78
Figura B.3 - Distribuição de Velocidades na R. Mozinho de Albuquerque- sentido R. Pedro Álvares Cabral; veículos que não pararam na intersecção. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	78
Figura B.4 - Distribuição de Velocidades na R. Mozinho de Albuquerque- sentido R. Macau/Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	78
Figura B.5 - Distribuição de Velocidades na R. Macau- sentido R. Algola. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	79
Figura B.6 - Distribuição de Velocidades na R. Macau- sentido R. Mouzinho de Albuquerque/Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).....	79
Figura C1 - Afetação de tráfego correspondentes à situação atual.....	80
Figura C2 - Afetação de tráfego após alterações.....	80

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1- Medidas de Controlo de Volumes. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); Danish Road Directorate (1993).....	22
Quadro 2.2 - Medidas de Controlo de Velocidades através da Alteração dos Alinhamentos Horizontais. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); SETRA & CERTU (2000).	24
Quadro 2.3 - Medidas de Controlo de Velocidades através da Alteração dos Alinhamentos Verticais. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); Danish Road Directorate (1993).....	26
Quadro 2.4 - Medidas Complementares. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Danish Road Directorate (1993).....	27

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do tema

Em Portugal, nos últimos 5 anos, cerca de 72% do total de acidentes rodoviários com vítimas (incluindo vítimas mortais, feridos ligeiros, feridos graves) ocorreu dentro de localidades, a grande maioria em arruamentos urbanos (ANSR, 2013). É também dentro das localidades que ocorre a maioria dos acidentes envolvendo peões (ANSR, 2013). Em 2011, 96,7% das vítimas de atropelamento foram consequência de acidentes em meio urbano, também na sua maioria em arruamentos (ANSR, 2013). É ainda de salientar que 17% dos acidentes envolvendo vítimas, ocorridos durante o ano 2011, corresponderam a atropelamentos.

Os problemas de segurança rodoviária são agravados pela apoderação do espaço público por parte do tráfego automóvel, observando-se uma constante sobreposição (e até substituição) da função de circulação rodoviária face à função social do espaço urbano. Como consequência, as pessoas, enquanto peões, usufruem cada vez menos “da rua”, havendo assim uma redução da convivência e da sensação de pertença à comunidade dentro do espaço urbano.

No sentido de inverter esta situação, alguns países, como Portugal, têm vindo a defender uma nova abordagem no planeamento urbano e ordenamento do território. Esta tem como objetivo a redução da dependência do transporte individual, baseando-se nos critérios de “regresso à cidade compacta”, onde as diferentes atividades se localizam próximo dos locais de residência, “multifuncionalidade dos espaços” e “promoção da acessibilidade não motorizada” (IMTT, 2011). Para que tal seja possível, é necessária não só uma gestão eficiente da procura de tráfego e da oferta de alternativas sustentáveis (como o transporte coletivo e modos de deslocação não motorizados), mas também de uma mudança de hábitos e de comportamentos por parte da população.

Esta mudança de paradigmas permite introduzir e explorar o conceito de Acalmia de Tráfego. As medidas de acalmia de tráfego, já bastante desenvolvidas em diversos países europeus, mas ainda bastante recentes em Portugal, pretendem traduzir um conjunto coerente de alterações físicas da infraestrutura viária que não só condicionam a circulação dos veículos motorizados como influenciam o comportamento dos condutores, induzindo-os a circular a velocidades baixas e a respeitar a presença dos restantes utilizadores da via pública. Estas medidas são, no fundo, uma tentativa de harmonizar os vários modos de transporte,

incentivando a uma coexistência pacífica, adaptada ao carácter da zona edificada e à hierarquia viária (FHWA, 1994 conforme citado por Hass-Klau, 1990).

As medidas de acalmia de tráfego tornaram-se bastante atrativas devido à eficácia evidenciada, pois quando realizadas de forma correta, levam à redução da velocidade dos veículos motorizados, do número e gravidade dos acidentes e à diminuição do ruído e da poluição do ar, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida das populações e da qualificação urbana (CCDRN, 2008a).

Dentro do espaço urbano, as zonas residenciais são espaços que deveriam privilegiar as atividades sociais em detrimento das funções de circulação. No entanto, em Portugal é comum encontrar espaços residenciais que são invadidos por tráfego de atravessamento, onde se circula frequentemente a velocidades incompatíveis com o modo pedonal. Como consequência, os espaços foram-se tornando socialmente estéreis e potencialmente perigosos para os peões.

Neste sentido, o presente trabalho pretende incidir sobre soluções de acalmia de tráfego que visem eliminar/atenuar a gravidade destes conflitos em áreas residenciais multifuncionais, contribuindo para a (re)construção de espaços seguros e agradáveis para o usufruto de todos os utilizadores, em particular do peão. Entenda-se por solução de acalmia de tráfego a aplicação de um conjunto coerente de medidas físicas aplicáveis a uma determinada área, constituindo uma abordagem particular e facilmente entendível por parte dos condutores. O carácter multifuncional pretende representar as áreas residenciais que englobam também outros tipos de atividades, situação bastante comum em Portugal. Estes espaços necessitam de uma gestão do espaço ainda mais exigente, que garanta uma capacidade adicional de conjugar as necessidades dos moradores com as dos visitantes, procurando uma ocupação do espaço público equilibrada.

Visto que em Portugal a aplicação de soluções de acalmia de tráfego em zonas residenciais é ainda muito limitada, este estudo baseia-se na experiência obtida noutros países com maior tradição em acalmia de tráfego, designadamente na Holanda, Reino Unido e Dinamarca. São apresentadas as soluções isoladas e combinadas de acalmia de tráfego mais adotadas em bairros residenciais assim como alguns estudos considerados de referência que permitiram avaliar o efeito de cada medida na resolução de problemas específicos. Finalmente o desenvolvimento de um estudo de caso, permitiu avaliar a aplicabilidade dos conceitos ao contexto Português.

No decurso deste trabalho foi elaborado um artigo científico intitulado “Evaluation of the Potential Application of Traffic Calming Measures in Residential Areas”, que apresentava de forma resumida as principais características das soluções de acalmia de tráfego assim como

metodologia do estudo de caso, resultados do diagnóstico e apresentação de algumas soluções globais. Este artigo foi submetido e aceite para publicação nas atas da 6ª Conferência Anual do CITTA, tendo sido integrado no programa deste encontro e sido apresentado oralmente no dia 17 de maio de 2013:

Dourado, J.F. & Bastos Silva, A.M.C. (2013).” Evaluation of the Potential Application of Traffic Calming Measures in Residential Areas”. *Proceedings of the CITTA 6ª Annual Conference on Planning Research - Responsive Transports for Smart Mobility*.

1.2 Objetivos do Trabalho

O tratamento de áreas residenciais consolidadas exige a elaboração de soluções específicas para cada caso, não sendo simples padronizá-las. No entanto as soluções de acalmia de tráfego podem ser concebidas tendo por base diferentes objetivos devidamente associados aos princípios de organização viária e às especificidades locais. Perceber as motivações que justificaram a intervenção, assim como as diferenças entre as várias soluções de intervenção é o ponto de partida para a elaboração de propostas coerentes, que respondam às necessidades das zonas a intervencionar.

Apesar da sua aplicação extensiva nos países nórdicos, verifica-se que em Portugal a aplicação destes conceitos continua a ser praticamente negligenciável mesmo quando se reconhece que os volumes de tráfego e a velocidade excessiva podem pôr em causa a segurança e qualidade de vida das populações. Nesse sentido justifica-se o desenvolvimento de trabalhos que contribuam para a divulgação e promoção da acalmia de tráfego, evidenciando os seus efeitos previsíveis, como as dificuldades de adaptação ao contexto técnico e legal Português.

Assim, o presente trabalho tem como objetivos estudar e identificar soluções de acalmia de tráfego, com potencial de aplicação a áreas residenciais, tentando apresentar as suas características básicas, exigências e condições de aplicação, assim como os efeitos previsíveis. De modo a compreender as consequências da aplicação de tais soluções, optou-se por recorrer a estudos de caso onde as medidas já foram implementadas e de onde foi possível extrair os principais impactes positivos e negativos, permitindo ainda perceber até que ponto estas medidas têm potencial de aplicação no contexto português.

Dada a complexidade que envolve a transformação de áreas residenciais consolidadas, pretende-se ainda desenvolver uma proposta de metodologia de trabalho para aplicação ao tratamento de espaços residenciais. A aplicabilidade dos conceitos apresentados foi testada num estudo de caso, tendo-se para o efeito selecionado uma zona residencial, localizada em Coimbra.

1.3 Metodologia Adotada

De modo a responder aos objetivos acima definidos, a metodologia adotada subdividiu-se em três fases fundamentais: (i) atualização dos conhecimentos no domínio da acalmia de tráfego e controlo da velocidade; (ii) identificação de estudos de referência já construídos; (iii) desenvolvimento de um estudo de caso.

A primeira fase centrou-se na revisão bibliográfica e no enquadramento geral do tema, baseado numa recolha que procurou ser alargada e detalhada incluindo referências da especialidade, estrangeiras e nacionais.

Numa segunda fase, a pesquisa incidu na procura de soluções já construídas e devidamente avaliadas, sempre que possível com estudos do tipo “antes e depois”, que pudessem constituir exemplos de referência. Em cada estudo procurou-se perceber e sistematizar a cadeia fundamental de relações: (1) os problemas de base que justificaram a intervenção; (2) os princípios de dimensionamento privilegiados; (3) a solução construída; (4) os efeitos obtidos. Esta pesquisa incidu fundamentalmente em bibliografia estrangeira, de países com experiência de implementação destas soluções de acalmia de tráfego, como o Reino Unido, Dinamarca e Holanda.

Na terceira e última fase, com o intuito de desenvolver uma metodologia de abordagem aplicável a zonas residenciais problemáticas, foi desenvolvido um estudo de caso aplicado a uma área residencial de Coimbra. Este estudo baseou-se em três fases: (i) caracterização local e diagnóstico para identificação das potencialidades e dos problemas; (ii) desenvolvimento da proposta de solução; (iii) avaliação dos seus efeitos.

A fase de caracterização e diagnóstico procurou ser completa, envolvendo observações diretas, recolha de volumes de tráfego e de velocidades, assim como a auscultação da população local. A solução proposta procurou posteriormente responder às solicitações dos moradores envolvendo os diferentes subsistemas de transportes.

Dada a impossibilidade temporal de recorrer a análises do tipo “antes e depois” para a avaliação dos efeitos da solução, optou-se por recorrer a um modelo de microsimulação, baseado no *software Aimsun*, da *Transport Simulation Systems*[®]. Embora os estudos de comparação direta se revelem como os mais adequados à estimativa dos efeitos reais das medidas, a microsimulação é apresentada, neste contexto, como uma alternativa viável não só quando tais trabalhos não são possíveis de realizar em tempo útil, mas também numa base de previsão dos efeitos, antes da construção.

1.4 Estrutura da Tese

A presente tese encontra-se estruturada em quatro capítulos, correspondendo o presente à introdução, onde se procura enquadrar o tema proposto, sublinhar a importância do tema, apresentar os objetivos e definir a metodologia de abordagem adotada.

O segundo capítulo destina-se à apresentação das soluções de acalmia de tráfego para zonas residenciais multifuncionais. Começando-se por abordar o conceito de acalmia de tráfego e a sua evolução ao longo do tempo, passando pela apresentação de alguns exemplos de medidas individuais de acalmia de tráfego e terminando com a caracterização das soluções de acalmia de tráfego: zonas *woonerf* e zonas 30 km/h. De modo a compreender melhor a sua aplicabilidade são apresentados os seus efeitos, associados a estudos de caso.

O capítulo 3 dedica-se ao estudo de caso de uma área residencial de Coimbra. Primeiramente apresenta-se a área, seguindo-se a metodologia adotada para o estudo de caso, descrição do diagnóstico, apresentação das propostas de solução e terminando com a avaliação dos seus efeitos potenciais (recorrendo a um modelo de microssimulação).

Finalmente, no quarto capítulo são enunciadas as principais conclusões da dissertação e os trabalhos futuros perspetivados.

2 SOLUÇÕES DE ACALMIA DE TRÁFEGO COM POTENCIAL DE APLICAÇÃO A ZONAS RESIDENCIAIS

2.1 Introdução

A acalmia de tráfego apresenta um campo de aplicação bastante alargado, embora encontre o seu domínio privilegiado no espaço urbano onde se pretenda criar condições para uma convivência em segurança entre os diferentes modos de transporte. O projeto da via deve, de uma forma inequívoca e consistente, indicar ao condutor a velocidade recomendada assim como a velocidade máxima estabelecida (ETSC, 1995). O controlo da velocidade em espaços onde a presença pedonal é elevada torna-se uma prioridade em termos de segurança rodoviária, já que à medida que a velocidade aumenta, a capacidade de visão do condutor diminui, ao mesmo tempo que afunila a amplitude de focagem, diminuindo assim a capacidade de deteção de eventuais utilizadores que circulem nos espaços marginais à via (InIR, 2010) (Figura 2.1). Ao mesmo tempo, vários autores apontam para a relação entre o aumento de velocidade e o aumento da probabilidade de morte ou de sofrer danos irreversíveis no peão, na sequência de atropelamentos (OCDE, 2006; GRSP, 2008).

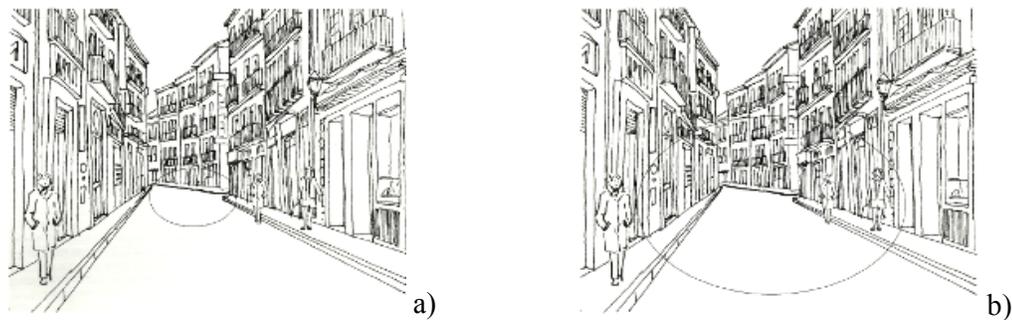


Figura 2.1- Visão do condutor quando circula a diferentes velocidades:
a) 50 km/h; b) 25km/h. Fonte: Alduán (1996)

A experiência europeia aponta duas soluções com resultados positivos já demonstrados para as zonas residenciais (Hass-Klau, 1992; de Wit & Talens, 2001; Biddulph, 2010, Danish Road Directorate, 1993): as zonas 30km/h e as zonas *woonerf*. Estas duas soluções foram eleitas como objeto de estudo no âmbito deste trabalho e são apresentadas nos sub-capítulos seguintes, especificando as suas características, domínio de aplicação e os efeitos previstos com a sua implementação.

Por razões de controlo da extensão do documento, as medidas individuais de acalmia de tráfego não serão abordadas de uma forma exaustiva no presente trabalho. É, contudo, importante realçar que as mesmas têm sido objeto de referência por diversos autores, podendo ser consultadas em diversas referências técnicas e/ou científicas nacionais (InIR, 2010; CCRDN, 2008a; CCDRN, 2008b; de Almeida, 2008).

2.1.1 Acalmia de Tráfego - Definição

A “acalmia de tráfego” não tem uma definição única globalmente aceite. As definições existentes na literatura da especialidade são expressas tanto em termos de objetivos como em termos de medidas.

O IMTT (2011), na sua brochura sobre Acalmia de Tráfego, descreve-a como sendo um conceito relacionado com uma visão de mobilidade sustentável, que tem como objetivo a “redução dos impactes negativos do tráfego motorizado e a melhoria das condições de circulação dos modos suaves (ativos) de deslocação e, conseqüentemente, uma melhor qualidade urbana, relacionada com o estímulo à convivência social num espaço partilhado (*shared space*)”. Já Ewing (1999), na sua publicação *Traffic Calming: State of the Practice*, descreve a acalmia de tráfego como sendo uma combinação de medidas físicas que permitem reduzir os efeitos negativos associados à circulação dos veículos motorizados, provocando a alteração do comportamento dos condutores e melhorando assim as condições para os utilizadores locais.

Um conceito mais alargado de acalmia de tráfego, que será o adotado neste trabalho, é ainda apresentado pelo Instituto Holandês para a Investigação em Segurança Rodoviária (SOWV, 2003). A acalmia de tráfego pode ser definida com base em objetivos gerais – aumento da segurança rodoviária, melhoramento da qualidade de vida urbana e proteção ambiental – que se podem alcançar através de medidas locais – controlo de velocidades e restrições ao tráfego (controlo de volumes) – e de medidas globais (ou complementares) – planeamento das redes, políticas de estacionamento e incentivo à utilização de modos de transporte alternativos.

Apesar das diferenças nas definições, todas elas se baseiam no princípio fundamental de procurar compatibilizar a presença do tráfego automóvel com os restantes utilizadores locais, de uma maneira aceitável para o meio ambiente e de modo a proporcionar as melhores condições de segurança e vivência para todos os utilizadores do espaço. É ainda importante realçar o carácter multidisciplinar da acalmia de tráfego, pois as soluções que se mostram mais eficientes resultam da integração dos contributos resultantes de diversas formações e saberes, designadamente Engenheiros de Tráfego, Arquitetos, Urbanistas e forças vivas da comunidade.

2.1.2 Perspetiva Histórica

Embora a expressão “acalmia de tráfego” tenha surgido pela primeira vez nos anos 80, os seus princípios datam dos anos 60 (SOWV, 2003).

No decurso do século XX, o crescente volume de tráfego motorizado começou a invadir espaços antes atribuídos aos peões e ciclistas (Figura 2.2). O aumento da velocidade de circulação, o estreitamento dos passeios para aumentar o número de vias de circulação, a construção de parques de estacionamento em locais antes utilizados por peões e ciclistas e o atravessamento de áreas residenciais e bairros históricos foram determinantes para o início da procura de soluções que controlassem o tráfego motorizado (OCDE, 1998).



Figura 2.2 - Rua comercial em Hjørring, Dinamarca:

a) tirada em 1900; b) tirada em 1991. Fonte: Danish Road Directorate (1993).

Os princípios da acalmia de tráfego surgem como resposta à rápida expansão do automóvel, em países da Europa Central. Durante as décadas de 60, 70 e 80, várias experiências foram levadas a cabo, tanto por pressão dos residentes como por iniciativa dos engenheiros de tráfego e urbanistas (Hass-Klau, 1992).

Em 1963, o governo britânico publicou o relatório “Traffic in Towns”, redigido por Colin Buchanan. Este relatório é considerado o primeiro documento oficial que reconhece como uma ameaça à qualidade de vida urbana o rápido crescimento do tráfego motorizado dentro dos espaços urbanos, sem deixar de constatar a importância de de manter o acesso do tráfego motorizado. Embora ciente das consequências ambientais dentro das áreas residenciais, o autor reconhece a importância de não impedir completamente os movimentos dos veículos motorizados nestas áreas. Buchanan introduz assim o conceito de *environmental areas or urban rooms*, onde o número de veículos motorizados que acedem a uma zona residencial poderia ser controlado através do desenho do espaço urbano (Clayden et al., 2006). No entanto, ainda na mesma década, é publicado um novo relatório do Ministério dos Transportes intitulado *Cars in Housing*. Este documento introduz o conceito de segregação total entre os

modos pedonal e motorizado, referindo que este deveria ser aplicado tanto em novas áreas construídas como na remodelação de áreas já consolidadas (Clayden et al., 2006 conforme citado por Ministry of Transport, 1966)

Na Suécia, novas áreas residenciais foram também construídas com estes princípios de segregação (SOWV, 2003, conforme citado por SCAFT, 1968).

Mais tarde, estas soluções começaram a ser questionadas pois implicavam custos elevados, dificultavam o planeamento do transporte público e apenas eram aplicáveis em áreas residenciais construídas de raiz para esse efeito (OCDE, 1998). A segregação permaneceu no entanto como uma boa solução para situações específicas, como eram os casos dos centros históricos e zonas comerciais pedonais (FHWA, 1994).

No final dos anos 60, em Delft, na Holanda, volta a surgir a ideia de partilha do espaço pelos vários utilizadores. Engenheiros e Urbanistas da Câmara de Delft começaram a pensar numa nova forma de desenho do espaço público, inspirados e pressionados por iniciativas de moradores da cidade que, numa tentativa de recuperar o usufruto da sua rua, a ocuparam plantando árvores e criando áreas de lazer (Schepel, 2005). Aparecem então as *woonerf zones*, popularmente descritas na altura como “ruas para crianças onde os carros são permitidos, mas com limitações”. Estas ruas eram caracterizadas pelo abandono da tradicional divisão entre a faixa de rodagem e o passeio, sendo definida uma única superfície partilhada pelos diferentes utilizadores (Hass-Klau, 1992). Esta nova conceção das ruas residenciais é legalizada na Holanda em 1976 e rapidamente adotada e adaptada por países como a Dinamarca (*Shared Space*, legalizadas em 1976), Alemanha (*Wohnstrasse*), Reino Unido (*Home Zones*, legalizadas entre 2000 e 2001), Suécia, França, Suíça e Bélgica (designadas de *Zone de Rencontre* nos três últimos países). Os resultados da aplicação destas medidas foram bastante positivos desde o seu início, tendo-se verificado uma diminuição do volume de atravessamento e da velocidade de circulação (SWOV, 2003).

Estas áreas de coexistência começaram por ser aplicadas apenas em ruas residenciais; no entanto na Holanda, após a revisão legal de 1988, o seu domínio é alargado a outros espaços onde a função social é significativa e os volumes de tráfego e velocidades são moderados, como zonas nobres, históricas, comerciais e de serviços. Após esta alteração na legislação holandesa, estas zonas passaram a ser designadas de *erf*, por ser uma designação mais lata (de Wit & Talens, 2001). Contudo, o termo *woonerf* continua a ser utilizado quando se pretende referir uma zona residencial com estas características.

Atendendo a que a solução das zonas *woonerf* exigia a reconversão da estrutura viária, o que implicava custos relativamente elevados, a sua aplicação começou a restringir-se a pequenas áreas. Ao mesmo tempo, estudos acerca da influência da velocidade na gravidade dos

atropelamentos (SOWV, 2003 conforme citado por Ashton & Mackay, 1979) mostravam que a velocidades inferiores a 30km/h o número de vítimas de atropelamento com ferimentos graves era praticamente negligenciável. Estudos mais recentes comprovam estes resultados onde a probabilidade de ferimentos graves/morte se mostra inferior a 10% quando as velocidades são iguais ou inferiores a 30 km/h (Gårder, 2003).

Durante os anos 80, também na Holanda, com a experiência adquirida e numa tentativa de encontrar soluções mais económicas e igualmente eficazes em termos de segurança rodoviária, foram criadas as zonas 30 km/h (Hass-Klau, 1992). Impondo uma segregação modal na via e a imposição do limite legal de velocidade de 30km/h, estas soluções podiam ser implementadas em áreas mais vastas. Na mesma altura, surgem zonas semelhantes na Alemanha (áreas *Tempo 30*) na Dinamarca (*Silent Roads*) (Hass-Klau, 1992; Danish Road Directorate, 1993), tendo outros países seguido o exemplo, como a Bélgica, França, Hungria, Eslovénia e Polónia (Avenoso & Beckmann, 2005). Nestas áreas, a colocação apenas do sinal vertical de velocidade máxima rapidamente se mostrou insuficiente, tendo surgido a necessidade de criar medidas físicas que condicionassem a velocidade (SOWV, 2010). Nas últimas décadas vários estudos têm sido realizados nestas zonas, tendo-se chegado a resultados bastante positivos tanto ao nível da redução de velocidades como da diminuição dos acidentes e da sua gravidade (TSO, 2007; SOWV, 2010; Danish Road Directorate, 1993).

Ainda nos anos 80, a Dinamarca começou também a abordar os problemas das vias principais que atravessavam localidades. Segundo o Diretório Rodoviário Dinamarquês (Danish Road Directorate, 1993) estas concentravam um crescente fluxo de tráfego e um decréscimo do respeito pela velocidade máxima estabelecida, o que provocava consequências graves na segurança rodoviária. Em 1981 o mesmo directório publicou um catálogo de sugestões “Highways Through Towns - a Catalogue of Ideas”, onde apresentava medidas de acalmia de tráfego, entre elas: estreitamentos das vias para diminuir velocidades, colocação de ilhas para facilitar o atravessamento de peões, criação de ciclovias, reorganização do estacionamento e colocação de vegetação. Em meados dos anos 80 estas medidas são implementadas num conjunto de vias distribuidoras principais que suportam o atravessamento de três cidades, tendo estas sido as primeiras *environmentally adapted through roads*.

No mesmo período, na Austrália e no Reino Unido começam a aparecer também as mini-rotundas e as lombas alongadas (“humps”), pensadas como soluções pontuais de controlo da velocidade motorizada (CCDRN, 2008a).

Em Portugal, embora exista já alguma experiência na implementação de medidas de acalmia de tráfego, verifica-se que a maioria das soluções envolve a aplicação de medidas isoladas, tais como lombas, rotundas, separadores centrais ou mesmo alteração de pavimentos. O desenvolvimento de soluções integradas é ainda muito escasso, referindo-se a título de

exemplo, na década de 90, o tratamento do atravessamento da cidade da Mealhada pela EN1 (Bastos Silva et al., 2004) como trabalho pioneiro e de referência a nível nacional. Seguiram-se mais recentemente os tratamentos aplicados na EN235 (Cantanhede-Mira) e algumas intervenções pontuais na EN125 no Algarve. Há ainda registos de intervenções pontuais a nível urbano, desconhecendo-se a existência de aplicações deste tipo de medidas em zonas residenciais.

Para isso contribui indiscutivelmente a falta de disposições técnicas e de enquadramento legal das medidas no nosso país, particularmente em termos de sinais verticais que atribuam a prioridade de passagem aos peões. Apesar disso, a sua institucionalização encontra-se atualmente em curso, prevendo-se para breve a disponibilização, ao nível do RST, de um sinal similar ao sinal *woonerf* disponível em diversos países europeus.

Sabe-se ainda que o Município de Lisboa está a promover a implementação de trinta e uma zonas 30 km/h em bairros de Lisboa (Nunes da Silva & Lajas Custódio, 2013) e que o Município de Coimbra também se encontra a estudar a viabilidade de aplicação de soluções integradas em alguns bairros característicos da cidade. Todas estas aplicações são exemplos a seguir em termos de acompanhamento e monitorização, de modo a perceber se os efeitos atingidos nos países com larga experiência de aplicação são igualmente atingíveis em Portugal.

2.2 Medidas de Acalmia de Tráfego

2.2.1 Enquadramento

As medidas de acalmia de tráfego podem ser agrupadas em dois grandes conjuntos: um mais direcionado para o controlo de volumes e outro para o controlo de velocidades (Ewing, 1999; Danish Road Directorate, 1993). As medidas de controlo de volumes têm como principal objetivo desencorajar ou mesmo impedir movimentos de atravessamento dos veículos motorizados em determinadas ruas ou áreas. As medidas de controlo de velocidades, como o próprio nome indica, têm como objetivo reduzir a velocidade dos veículos através da alteração dos alinhamentos horizontais e verticais das vias (CCDRN, 2008a). A alteração dos alinhamentos horizontais pode consistir na imposição de deflexão à trajetória e/ou o estreitamento ou eliminação de vias. A alteração dos alinhamentos verticais inclui todas as medidas que criem rugosidades ou elevação da cota ao nível do pavimento (CCDRN, 2008a).

As regras de dimensionamento destas medidas estão definidas e podem ser consultadas em manuais como “Medidas de Acalmia de Tráfego- Disposições Normativas” do Instituto de Infraestruturas Rodoviárias (InIR, 2010) e o “Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes - Acalmia de Tráfego” da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCRDN, 2008a).

2.2.2. Medidas de Controlo dos Volumes

As medidas de controlo dos volumes de tráfego devem ser implementadas de uma forma integrada na área que se pretende proteger. O objetivo é criar um conjunto de circuitos internos que desencorajem o tráfego motorizado de atravessamento, sem prejudicar ou impedir a acessibilidade local (Figura 2.3).

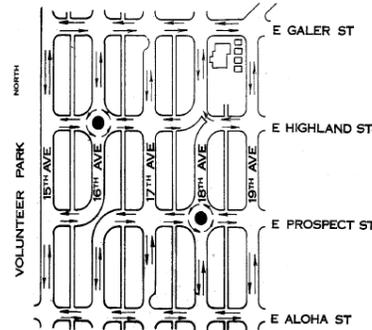


Figura 2.3 - Esquema de uma solução de controlo de volumes de tráfego para um bairro de Seattle, EUA. Fonte: Ewing (1999)

É ainda necessário salvaguardar a mobilidade e acessibilidade dos transportes públicos dentro da área, pois numa ótica de sustentabilidade urbana, é importante incentivar a população a recorrer a este modo de transporte em detrimento do veículo individual. É assim possível recorrer a um conjunto alargado de medidas, as quais são de forma resumida apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1- Medidas de Controlo de Volumes. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); Danish Road Directorate (1993).

DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA	ILUSTRAÇÃO
ZONAS DE ACESSO CONDICIONADO E BECOS SEM SAÍDA	Impedem o atravessamento do tráfego motorizado através da colocação de barreiras físicas que apenas permitem que peões e bicicletas as atravessem.	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>

<p>FECHO PARCIAL</p>	<p>Condiciona o acesso a um sentido numa curta distância. Pode ser conseguido, por exemplo, através do prolongamento do passeio.</p>	 <p>Fonte: Danish Road Directorate (1993)</p>
<p>DESVIO FORÇADO</p>	<p>Colocação de ilhas nos cruzamentos, de modo a impedir movimentos de atravessamento nas duas direcções</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>
<p>SEPARADOR CENTRAL EM INTERSEÇÕES</p>	<p>Impede o atravessamento motorizado numa das direcções do cruzamento e auxilia o atravessamento dos peões.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>
<p>ILHÉUS CANALIZADORES DE MOVIMENTOS</p>	<p>Forçam os condutores a determinados movimentos direccionais.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>
<p>ILHÉUS CANALIZADORES EM ESTRELA</p>	<p>Permitem apenas movimentos de viragem à direita para todos os sentidos.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>

2.2.3 Medidas de Controlo de Velocidades

2.2.3.1 Alteração dos Alinhamentos Horizontais:

Quadro 2.2 - Medidas de Controlo de Velocidades através da Alteração dos Alinhamentos Horizontais. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); SETRA & CERTU (2000).

DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA	ILUSTRAÇÃO
GINCANAS	<p>Impõem a deflexão da trajetória, criando um efeito de quebra de continuidade visual e de monotonia do traçado o que leva à diminuição da velocidade. Podem ser construídas através da colocação de forma alternada de obstáculos nas bermas das ruas (como caixas de vegetação) ou de estacionamento. Podem ser aplicadas em vias de sentido único ou em vias de duplo sentido. Nas vias com dois sentidos é importante salvaguardar que a intensidade de tráfego é semelhante nas duas direcções de modo a não fomentar a invasão da via de sentido contrário.</p>	 <p>Fonte: SETRA & CERTU (2000)</p>
ROTUNDAS E MINI-ROTUNDAS	<p>Obrigam à deflexão da trajetória dos veículos, induzindo a diminuição de velocidade. São muitas vezes utilizadas para efetuar a transição entre diferentes tipologias de vias, mostrando resultados positivos ao nível da eliminação de conflitos em interseções. As mini-rotundas têm dimensões mais reduzidas que as rotundas, o que facilita a integração nas áreas residenciais, contribuindo também para a valorização estética do espaço. No entanto, a sua aplicação deve ser limitada a vias com baixo tráfego de veículos pesados.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>

<p>DEFLEXÃO NOS CRUZAMENTOS</p>	<p>Consistem em alterações impostas à diretriz junto da interseção, induzindo a diminuição da velocidade. Embora esta alteração tenda a provocar a diminuição da capacidade do cruzamento, assegura um aumento da segurança.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>
<p>ESTRANGULAMENTO DAS INTERSECÇÕES</p>	<p>Corresponde ao estreitamento das entradas das interseções através da extensão dos passeios. Têm os mesmos efeitos que as medidas anteriores, com a vantagem de serem particularmente adequadas a zonas com tráfego pedonal elevado, pois facilitam o atravessamento pedonal.</p>	 <p>Fonte: @fhwa.dot.gov</p>
<p>SEPARADORES CENTRAIS</p>	<p>Induzem a diminuição da velocidade através da redução da largura das vias. Permitem o atravessamento dos peões em duas fases e podem também contribuir para solucionar o problema de estacionamento indevido junto das travessias pedonais.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>
<p>ESTRANGULAMENTOS</p>	<p>Assim como a medida anterior, provoca o estreitamento das vias ou mesmo a sua eliminação, induzindo a circulação com menor velocidade e facilitando o atravessamento pedonal.</p>	 <p>Fonte: Ewing (1999)</p>

2.2.3.2 Alteração dos Alinhamentos Verticais

Quadro 2.3 - Medidas de Controlo de Velocidades através da Alteração dos Alinhamentos Verticais. Fonte: InIR (2010); CCRDN (2008a); Ewing (1999); Danish Road Directorate (1993).

DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA	ILUSTRAÇÃO
LOMBAS	<p>Subida da cota do pavimento numa seção transversal de estrada, provocando desconforto quando transpostas a velocidades elevadas. São apontadas por muitos autores como sendo uma medida extremamente eficiente na diminuição de velocidade. Podem ser trapezoidais, circulares ou parabólicas. O seu desenho deve ser adequado à velocidade pretendida para o local. É possível contar com modelos combinados de lombas que minimizam a perturbação na circulação dos transportes públicos. Apesar disso, estas medidas não devem ser aplicadas em trechos de vias considerados estratégicos para os serviços de emergência.</p>	 <p>Fonte: InIR (2010)</p> <p>Fonte: Danish Road Directorate (1993)</p>
TRAVESSIAS PEDONAIS ELEVADAS	<p>Conjugação de lomba trapezoidal com travessia pedonal. Oferecem condições de atravessamento seguras para os peões, pois além de induzirem a prática de velocidades reduzidas tornam a presença do peão mais visível.</p>	 <p>Fonte: InIR (2010)</p>

<p>INTERSEÇÕES ELEVADAS</p>	<p>Alteração da cota e do revestimento das plataformas das interseções. A plataforma é colocada ao mesmo nível dos passeios o que induz o condutor a conduzir com maior atenção e a diminuir a sua velocidade nas interseções.</p>	 <p>Fonte: InIR (2010)</p>
<p>PRÉ-AVISOS</p>	<p>Conjunto de bandas sonoras que assinalam a aproximação a um determinado local, evidenciando a necessidade de redução da velocidade.</p>	 <p>Fonte: InIr (2010)</p>

2.2.2.4 Medidas Complementares que Contribuem para a Redução de Velocidades:

É possível recorrer a um conjunto de medidas complementares, as quais, não sendo em geral eficientes quando aplicadas de forma isolada, contribuem significativamente para a transformação do ambiente rodoviário.

Quadro 2.4 - Medidas Complementares. Fonte: InIR (2010); CCDRN (2008a); Danish Road Directorate (1993).

DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO BÁSICA	ILUSTRAÇÃO
<p>ALTERAÇÃO DA CoR E TEXTURA DOS PAVIMENTOS</p>	<p>Tem como objetivo provocar a quebra de monotonia, alertando o condutor para a necessidade de redução da velocidade. Contribui não só para a redução de velocidades e segurança do peão como também para valorização do ambiente urbano.</p>	

<p>PORTÕES</p>	<p>Transmitem a indicação de entrada numa zona com características diferentes, à qual o condutor deve adequar o seu comportamento. No caso da entrada em zonas 30 km/h, os portões podem ser evidenciados através da diferenciação do pavimento e/ou elevação da sua cota, colocação de vegetação e mobiliário urbano, criação de efeito de estrangulamento na entrada da rua e correspondente sinalização.</p>	<p>Fonte: InIR (2010)</p>  <p>Fonte: TSO (2007)</p>
<p>VEGETAÇÃO</p>	<p>Assume um papel extremamente importante na requalificação paisagística dos espaços envolventes às medidas, bem como no tratamento de elementos físicos de canalização. Podem utilizar-se árvores, arbustos ou simplesmente elementos florais.</p>	 <p>Fonte: Danish Road Directorate (1993)</p>
<p>ILUMINAÇÃO</p>	<p>Importante na sinalização da presença de medidas da acalmia de tráfego. Iluminar mais intensamente espaços destinados aos peões/ciclistas pode contribuir para o aumento da sua segurança.</p>	 <p>Fonte: Danish Road Directorate (1993)</p>

2.3 Zonas Woonerf

2.3.1 Caracterização geral e Objectivos

As características fundamentais destas zonas/ruas é a partilha do espaço pelos diversos modos de circulação suaves (pedonal e ciclável) e motorizados. Em termos gerais, estes espaços caracterizam-se por atribuir a prioridade aos peões e pela eliminação da segregação dos espaços atribuídos a cada modo, havendo ainda manutenção da cota de fachada a fachada (de Wit & Talens, 2001). De modo a criar um ambiente seguro para os utilizadores vulneráveis, é fundamental que os veículos motorizados não circulem a velocidades superiores à velocidade de passo. Tal pode ser conseguido através da colocação estratégica de mobiliário urbano, como mesas, bancos, floreiras, canteiros, pequenos recreios para as crianças e a distribuição de lugares de estacionamento de forma a criar não só espaços de lazer como obstáculos à prática de velocidades indesejadas (Hass-Klau, 1992) (Figura 2.4). Deixa assim de ser valorizada a linearidade das ruas passando a ser defendida a sinuosidade forçada. O IMTT define para estas zonas a velocidade limite de 20km/h; no entanto, em países como a Dinamarca e a Alemanha, a velocidade máxima é normalmente mais baixa: 15 km/h e 10 km/h, respetivamente.



Figura 2.4 - *Woonerf* em Leiden, Holanda.

A implementação destas zonas tem como objetivos gerais (Biddulph, 2010; Hass-Klau, 1992):

- Melhoria da qualidade do espaço urbano;
- Melhoria das condições de segurança dos utilizadores vulneráveis da via, diminuindo o potencial de ocorrência de acidentes, principalmente com crianças;
- Permitir que as pessoas realizem atividades de cariz social nas ruas, reforçando assim o sentido de comunidade e a consciência de utilização do espaço público enquanto espaço de todos;
- Promoção dos modos suaves de deslocação;
- Diminuição do ruído e da poluição ambiental derivada dos veículos motorizados;

- Melhoria da qualidade de vida da população.

2.3.2 Domínio de aplicação

A eliminação da segregação física entre os modos pedonal e motorizado é uma medida ousada e potencialmente perigosa se for implementada no local errado e de forma incorreta (Hass-Klau, 1992). Neste sentido, os espaços partilhados devem ser implementados em espaços com uma forte presença humana e de acordo com as seguintes condições:

- Zonas eminentemente residenciais ou de uso misto;
- Vias com volumes de tráfego motorizado baixos, inferiores a 100 veículos/hora (Hass-Klau, 1992);
- Em vias cuja função seja exclusivamente de acesso (de Wit & Talens, 2001);
- Locais onde se justifique impor velocidades muito reduzidas, de modo a promover a socialização e atividades locais.

Assim, as vias de acesso local integradas em áreas residenciais, comerciais ou de serviços e centros históricos localizadas dentro de zonas 30km/h, afiguram-se como os locais privilegiados para implementação, de uma forma segura, deste novo conceito, uma vez que tendem a responder às características acima referidas (IMTT, 2011; CCDRN, 2008a).

2.3.3 Identificação das medidas aplicáveis

De modo a criar ambientes seguros para todos os utilizadores, as intervenções devem envolver não só o interior da zona/rua mas também as suas entradas e saídas, procurando sinalizar de uma forma clara a transição para a situação de espaço partilhado, de modo a induzir a prática de velocidades moderadas.

É ainda aconselhável que estas zonas sejam integradas com a envolvente, ou seja, o ambiente rodoviário deve exigir uma gradual diminuição de velocidades na sua aproximação, tornando o aparecimento destas ruas uma situação previsível e para a qual os condutores já estão preparados (IMTT, 2011).

Entradas e Saídas da Zona:

- Colocação de sinais de entrada e saída da zona *woonerf* (Figura 2.5). Estes sinais, em fase de aprovação em Portugal (no âmbito da revisão do Regulamento de Sinalização do Trânsito em curso), atribuem a prioridade de circulação aos peões, devendo os veículos acomodarem a sua marcha às exigências dos primeiros. A velocidade máxima imposta depende do regime legal de cada país, estando prevista em Portugal a imposição da velocidade máxima de 20 km/h.

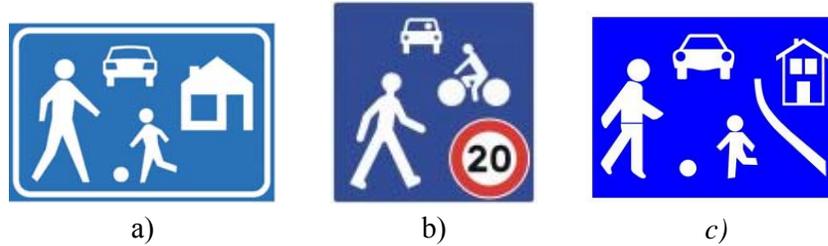


Figura 2.5 - Sinais de entrada numa zona *woonerf* na:

a) Holanda, velocidade máx. 15 km/h; b) França (*Zone de Rencontre*), velocidade máx. 20km/h; c) Alemanha (*Wohnstrasse*), velocidade máx. 10km/h. Fonte: @wikipedia.com.

- Criação de um portão de entrada. Esses portões podem ser mais ou menos notórios, sendo comum associar à alteração do desenho urbano a elevação da cota do pavimento na secção de entrada e a colocação de vegetação (Figura 2.6 e 2.7). Esta solução tem ainda a vantagem de dar continuidade longitudinal aos circuitos pedonais junto à entrada da zona, sublinhando a prioridade destes em relação à circulação automóvel.



Figura 2.6 - Esquema de entrada numa zona e coexistência. Fonte: Bidduph (2010).



Figura 2.7 - Portão de uma *home zone*, *Elgar Street*, Northmoorem, Reino Unido. Fonte: Clayden et al. (2006).

Interior da Zona: Não existem soluções padrão pré-definidas para o tratamento destas zonas, devendo o desenho do espaço ser adaptado a cada situação. De qualquer modo, é possível elencar um conjunto de princípios gerais que devem ser salvaguardados neste tipo de intervenções (Biddulph, 2010; IMTT 2011):

- Eliminação da linearidade dos eixos viários, designadamente recorrendo à colocação de mobiliário urbano, vegetação e delimitação de lugares de estacionamento (Figura 2.8) que impeçam fisicamente a prática de velocidades inapropriadas;
- Criação de espaços públicos agradáveis, atrativos e funcionais, destinados a atividades lúdicas e socio-educativas particularmente pensados para as crianças e idosos (Figura 2.9);
- Os lugares de estacionamento devem procurar responder às necessidades dos utilizadores locais, evitando no entanto a oferta excessiva e disposições que gerem a obstrução do espaço;

- Plantação de vegetação de modo a criar sombreamentos, ao mesmo tempo que contribuem para a atenuação do efeito do ruído e intrusão visual;
- Garantia do acesso a veículos de emergência;
- Iluminação adequada, de modo a assegurar perfeita visibilidade de todos os elementos presentes.



Figura 2.8 - Gincana com estacionamento numa *woonerf* em Delft. Fonte: Alduán (1996).



Figura 2.9 - Espaços de lazer numa *woonerf*. Fonte: @depts.washington.edu/open2100/

2.3.4 Efeitos Previsíveis das Soluções Recorrendo a Exemplos de Referência

Ao longo das últimas décadas têm sido realizados vários estudos centrados na avaliação dos efeitos associados à aplicação deste tipo de soluções em zonas residenciais. Os resultados têm-se mostrado de um modo geral bastante positivos, tanto ao nível da segurança como ao nível da ocupação e usufruto da rua.

A título de exemplo, refiram-se dois projetos-piloto de larga escala realizados em Eindhoven e Rijswijk, Holanda, onde se registou uma diminuição de 25% dos acidentes com feridos não só nas zonas *woonerf* como nas áreas circundantes (SOWV, 2003).

Num estudo realizado em duas ruas localizadas em Linden-Sued, Hannover, Alemanha, concluiu-se que após a transformação em *woonerf* as ruas se tornaram mais do que apenas simples canais de transporte com benefícios particulares para as crianças (Biddulph, 2010 conforme citado por Eubank-Ahrens, 1985).

Mike Biddulph (2010) realizou um estudo que incidiu sobre 14 *Home Zones* no Reino Unido (zonas *woonerf*), publicado no *Journal of American Planning Association*. O estudo assentou em análises do tipo “antes e depois” recorrendo aos seguintes indicadores de desempenho: movimentos dos veículos e respetivas velocidades, acidentes, crime ou ações de vandalismo e avaliação do grau de satisfação dos residentes relativamente às medidas adotadas. O autor recorreu ainda ao *software* ACORN (2003) para elaborar o contexto social de cada bairro e

recolheu informação relativamente ao desenho das ruas e custos de construção. Desta análise foi possível concluir que:

- os projetos implementados mostraram-se bastante variados. Alguns mais simples, que apenas incluíam a reorganização do estacionamento e a aplicação de algumas medidas de acalmia de tráfego, cifraram-se nas 500 libras/m linear de rua (Figura 2.10). Intervenções mais profundas, que incluíram a uniformização da cota e alteração da textura do pavimento, reorganização do estacionamento, criação de espaços de convívio e colocação de vegetação (Figura 2.11), já atingiram as 1000 libras/m. Por sua vez, projetos mais ambiciosos, que para além das medidas anteriores ainda incluíram a colocação de mobiliário urbano e espaços dedicados à arte urbana (Figura 2.12), chegaram às 4000 libras/m;
- as soluções mais eficazes em termos de redução de velocidades foram as que combinaram a superfície partilhada sem segregação altimétrica, com a criação de espaços para convívio. O projeto que resultou em maiores reduções de velocidade correspondeu a um dos projetos de custo intermédio;
- o número de acidentes nas ruas em estudo diminuiu ou manteve-se constante;
- a maioria dos residentes sentiu-se mais segura para deixar os seus filhos brincar na rua após as alterações e mostrou-se bastante agradada com a nova aparência da sua rua;
- não se registou um aumento significativo do nível de socialização entre moradores adultos, exceto nos projetos que envolveram a participação direta dos moradores. Tal situação permitiu concluir que o envolvimento da população na elaboração deste tipo de intervenções se revela essencial.
- alguns dos bairros sofreram uma diminuição do número de crimes reportados, alteração que pode estar relacionada com o facto de a população desses bairros se ter envolvido no projeto.



Figura 2.10 - Cavell Way, Sittingbourne, Kent, Reino Unido. Fonte: Biddulph (2010).



Figura 2.11 - Charlotte Street, Morice Town, Plymouth. Fonte: Biddulph (2010).



Figura 2.12 - Fotografias da rua Birkin em Bristol antes e depois das alterações. Fonte: Biddulph (2010).

Em conclusão, estes resultados permitem concluir que as áreas *woonerf* contribuem para a criação de espaços mais seguros e agradáveis para os utilizadores vulneráveis, sem exigir necessariamente a disponibilização de recursos avultados.

2.4 Zonas 30 km/h

2.4.1 Caracterização geral e objetivos

As zonas 30 km/h surgiram nos anos 80, na Holanda, com aplicações em áreas residenciais, como uma alternativa mais económica às zonas *woonerf*, uma vez que não exigiam uma alteração tão acentuada do desenho urbano já consolidado.

Nestas zonas mantinha-se a segregação entre os espaços destinados ao peão e aos veículos motorizados, sendo imposta a velocidade máxima de 30km/h (Figura 2.13). Dentro destas zonas a prioridade também pode ser dada ao peão, mas apenas em situações pontuais onde se anule a distinção entre faixa de rodagem e os passeios (CCDRN, 2008a).



Figura 2.13 - 30 km/h Zones in Leiden, Netherlands.

Nas últimas três décadas vários têm sido os estudos incidindo em zonas 30km/h implantadas em diversos países europeus, havendo duas conclusões comuns à generalidade dos trabalhos (TSO, 2007; SOWV, 2003):

- 1- A simples colocação do sinal vertical de trânsito “zona de velocidade limitada” (sinal G4 do RST) não se mostra eficaz no controlo da velocidade, principalmente em zonas onde estas eram previamente elevadas;
- 2- A implementação de uma zona 30 km/h limitada a uma rua não tem um efeito significativo na diminuição da velocidade nem na ocorrência de acidentes, uma vez que neste tipo de áreas urbanas é raro os acidentes ocorrerem num ponto específico, mas sim estarem distribuídos por toda a área.

Visto que a grande maioria das vias urbanas são projetadas para responderem a uma velocidade de 50 km/h, é indispensável adaptá-las fisicamente para que os veículos passem a circular a uma velocidade de 30km/h. Tal pode ser conseguido através de medidas de acalmia de tráfego que envolvam alterações quer nos alinhamentos horizontais quer verticais, nomeadamente: lombas, interseções elevadas, gincanas, passadeiras elevadas, estreitamento de secções da via, pavimentos com texturas e cores diferentes, mini-rotundas, entre outras (TSO, 2007; Hass-Klau, 1992).

Ao garantir que os veículos motorizados efetuam os seus movimentos a 30km/h torna-se desnecessária a materialização de ciclovias, podendo os ciclistas partilhar a via com os veículos motorizados em segurança (SOWV, 2003).

A implementação de zonas 30km/h tem como principal objetivo transformar as vias urbanas em espaços mais seguros para todos os utilizadores, criando espaços com maior qualidade de vida, sem limitar ou condicionar em demasia o tráfego motorizado que precisa de aceder ou atravessar necessariamente aquela zona, o que pode ser traduzido no seguinte conjunto de objetivos concretos (SOWV, 2010):

- Tornar as zonas pouco atrativas ao tráfego de atravessamento;
- Diminuir as velocidades do tráfego automóvel;
- Diminuir o potencial de ocorrência de acidentes;
- Melhorar as condições de circulação e atravessamento dos peões;
- Potenciar o uso de modos suaves de transporte dentro do espaço urbano;
- Diminuir a poluição sonora e do ar;
- Melhorar a qualidade de vida dos utilizadores locais.

2.4.2 Domínio de aplicação

As zonas 30km/h são indicadas para áreas urbanas onde exista uma elevada concentração de peões/ciclistas, como zonas residenciais, zonas comerciais, de serviços e envolvente de escolas (IMTT, 2011; ETSC, 2008). Podem ser aplicadas tanto em vias de acesso local como vias distribuidoras, de preferência distribuidoras locais (TSO, 2007; CCDRN, 2008a).

À semelhança das zonas *woonerf*, este tipo de soluções dever-se-á limitar a espaços onde a atividade urbana o justifique, designadamente onde a presença de utilizadores vulneráveis seja significativa. De modo a evitar congestionamentos resultantes da redução da velocidade, importa ainda salvaguardar a existência de alternativas viárias, passíveis de atrair o tráfego de atravessamento.

Em termos de dimensões da zona 30 km/h, não é aconselhável que esta seja demasiado extensa, pois pode provocar congestionamentos nas vias circundantes e o aumento indesejável do tempo de percurso dos veículos de emergência e de transporte público (SOWV, 2010). A dimensão máxima aconselhada pelo SWOV (2010) é de 1 km².

2.4.3 Identificação de Medidas Aplicáveis

Como referido anteriormente, a implementação de uma zona 30 km/h deve ser acompanhada da aplicação de medidas de acalmia de tráfego nas vias que necessitem de ser adaptadas a esta velocidade. É igualmente importante que as entradas e saídas destas zonas estejam devidamente assinaladas (Figuras 2.14 e 2.15), dando a indicação ao condutor da necessidade de alteração de comportamento.



Figura 2.14 - Entrada numa Zona 30 km/h em Sant Andreu, Barcelona. Fonte: @facebook.zona 30.



Figura 2.15 - Sinal de início e sinal de fim de zona 30km/h na Bélgica. Fonte: @wikipedia.com.

O efeito individual das diversas medidas na redução da velocidade é tendencialmente pontual, pelo que as soluções globais devem incorporar um conjunto integrado de medidas que garantam a manutenção das velocidades desejadas. Para o efeito, o espaçamento entre estas medidas físicas deve ser estabelecido de tal forma que imponha uma velocidade aproximadamente constante e inferior a 30 km/h ao longo de todo o percurso dentro da zona (figura 2.16) (SOWV, 2003).

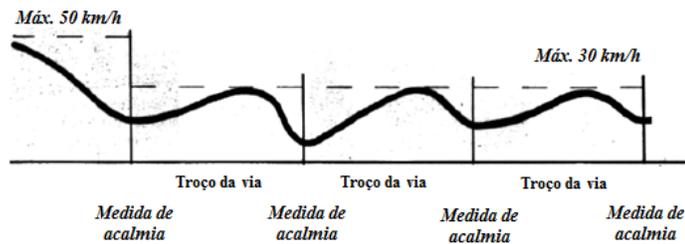


Figura 2.16 - Comportamento desejado dentro de uma zona 30 km/h. Fonte: adaptação de SWOV - *Traffic Calming Schemes* (2003).

Quando não é possível implementar, desde início, medidas de acalmia de tráfego em toda a área de intervenção, é aceitável optar por uma abordagem *Low Cost*, limitando a intervenção às secções críticas e posteriormente ir alargando a zona de intervenção até completar a solução final desejada. Ainda assim é fundamental que a solução final seja estudada de forma conjunta (SOWV, 2003). Danish Road Directorate (1993) sugere um afastamento máximo de 75 m quando se pretende que a velocidade se mantenha nos 30 km/h.

O leque de medidas aplicáveis nestas zonas é bastante alargado, integrando medidas e geometrias extremamente restritivas (projetadas para 30 km/h). Neste leque, integram-se medidas de controlo de velocidade (alteração aos alinhamentos horizontais e verticais) e de volume (ver subcapítulo 2.2), principalmente quando os objetivos globais da solução passam

por controlar o tráfego de atravessamento. As gincanas, lombas e plataformas são muito possivelmente as medidas com maior nível de aplicação, associadas a medidas complementares de requalificação urbana. Contudo, trata-se de um domínio onde todas as medidas têm aplicação potencial, desde que devidamente adaptadas à velocidade de projeto pretendida.

2.4.4 Efeitos Previsíveis das Soluções Recorrendo a Exemplos de Referência

Um estudo realizado em 230 zonas 30km/h (20 mph zones) localizadas em Inglaterra, Gales e Escócia (Webster & Mackie, 1996) concluiu que, em média, as velocidades diminuíram aproximadamente 15km/h, os acidentes anuais diminuíram cerca de 60%, os que envolveram crianças diminuíram 70% e os acidentes com ciclistas sofreram uma diminuição de 29%. Este estudo apontou também para a diminuição média de volumes de tráfego dentro das zonas em cerca de 27% e um aumento de 12% do tráfego nas vias circundantes.

Na Holanda, a pedido do Ministério dos Transportes, foi elaborado um estudo incidindo em zonas 30 km/h implementadas em 15 Municípios. A pesquisa e a avaliação foram conduzidas pelo Instituto de Investigação em Segurança Rodoviária (SOWV) e realizadas por Vis, Dijkstra & Splop (1992) e consistiu na análise das alterações dos volumes de tráfego, velocidades, acidentes e avaliação do grau de satisfação dos residentes. O estudo chegou à conclusão de que o volume de tráfego diminuiu entre 5% a 30%, com o maior decréscimo nas zonas originalmente com maior tráfego e que a implementação de medidas horizontais e verticais de acalmia de tráfego levou a que 85% dos veículos passasse a circular a menos de 30 km/h. Também o número de acidentes diminuiu, tendo-se registado um decréscimo de 25%. Por fim, os residentes demonstraram uma boa aceitação das medidas implementadas, referindo que se passaram a sentir mais seguros.

Por fim apresenta-se o estudo de caso da área residencial *Britannia Area* localizada a cerca de 3 km do centro da cidade de Ipswich, Suffolk, Reino Unido (County Surveyors' Society, 1994). Esta área composta por várias vias de acesso local era atravessada por duas vias distribuidoras. Nesta área localizam-se também duas escolas. O principal problema identificado que levou à implementação de uma *20 mph zone* (zona 30km/h) fora a velocidade excessiva praticada nas vias distribuidoras. O desenho retilíneo e o comprimento extenso de uma dessas distribuidoras permitia a prática de acelerações indesejadas, que provocaram 21 acidentes com feridos em 5 anos, 19 dos quais envolvendo utilizadores vulneráveis. A velocidade limite legal era de 30 mph (aproximadamente 48kmh/).

A implementação da *20 mph zone*, em 1992, incluiu a colocação de várias lombas ao longo de todas as vias, interseções elevadas com alteração dos pavimentos e plataformas elevadas em frente às escolas (Figura 2.17).

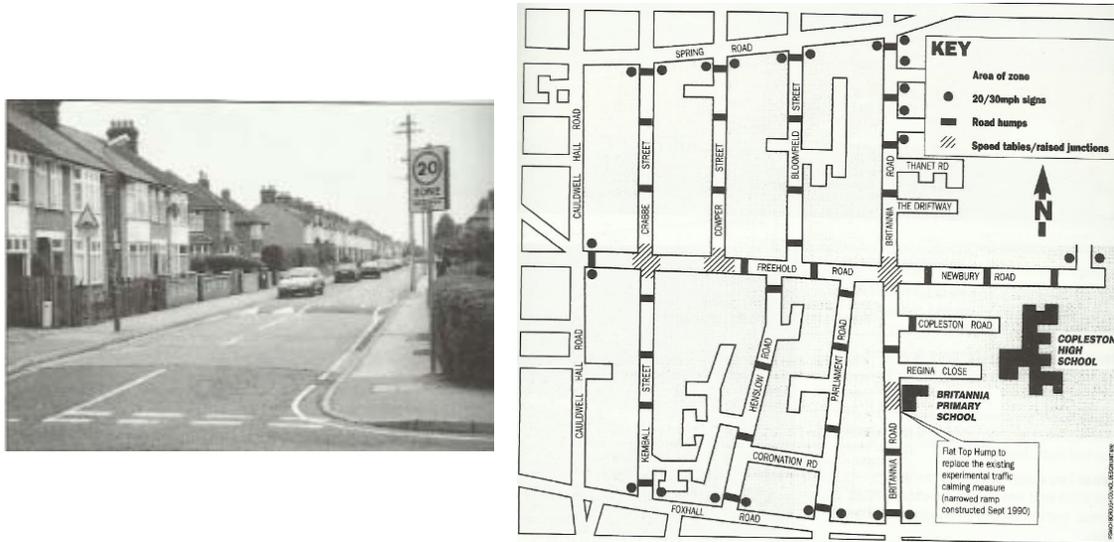


Figura 2.17 - Fotografia de uma das entradas e esquema de implementação das mediadas de acalmia de tráfego na 20 mph Zone (Zona 30km/h), em Ipswich, Suffolk, Reino Unido.

Fonte: County Surveyors' Society (1994).

Os resultados nesta área mostraram-se bastante positivos, tendo os acidentes registados diminuído para 2 e as velocidades diminuído para 16 mph (aproximadamente 26 km/h) em 2 anos. Por sua vez, o volume de tráfego não registou qualquer diminuição.

A implementação desta zona envolveu a comunidade, tendo sido consultados não só os residentes, como os responsáveis pelas escolas, serviços de emergência e operadores de transporte coletivo. O desenvolvimento da solução envolveu ainda sessões com participação direta da comunidade, resultando num projeto final bem aceite pela população.

2.5 Considerações Finais

No tratamento de áreas residenciais multifuncionais a combinação de zonas 30km/h com ruas/zonas *woonerf* no seu interior pode permitir otimizar as características positivas das duas soluções. Quando se pretende melhorar as condições de segurança dos utilizadores mais vulneráveis e ao mesmo tempo reabilitar/vivificar a rua como espaço social e de vivência urbana, as zonas *woonerf* podem mostrar-se mais eficazes do que a colocação isolada de medidas de acalmia de tráfego, uma vez que o espaço destinado ao peão se mantém restrito nas zonas 30km/h (Biddulph, 2012). No entanto, é importante evidenciar que as soluções com maior sucesso em termos de socialização entre residentes correspondem a processos que envolvem a população na conceção e idealização do espaço (Biddulph, 2010).

A participação pública não só fomenta a criação e o aprofundamento das relações sociais, como também permite desenvolver projetos mais bem enquadrados e que respondem às verdadeiras necessidades dos habitantes e utilizadores locais (Biddulph, 2003).

A experiência tem evidenciado que a aceitação por parte da população das soluções propostas aumenta significativamente sempre que é incluída a fase de participação pública (Danish Road Directorate, 1993). É igualmente importante envolver outros agentes e organizações que sejam direta ou indiretamente afetados pelas medidas propostas, como serviços de emergência, operadores de transportes coletivos, associações de comerciantes, entre outros. Embora o processo possa tornar-se moroso, o papel da participação pública permite chegar a soluções finais que recolham o consenso entre todos os agentes envolvidos, aumentando a aceitação e minimizando os possíveis efeitos negativos das medidas escolhidas (CCDRN, 2008a). Mesmo a manutenção do espaço pode ser facilitada se houver a participação da população, pois haverá mais cuidado e interesse em manter algo que se compreende e para o qual se trabalhou.

Outro aspeto importante a ter em conta na implementação deste tipo de soluções de acalmia de tráfego é a possibilidade de migração de problemas das zonas intervencionadas para as vias circundantes. É por isso importante tentar realizar planos que englobem as áreas circundantes e não apenas as ruas intervencionadas, de modo a incluir na análise os efeitos migratórios.

3 ESTUDO DE CASO - REQUALIFICAÇÃO DE UMA ZONA RESIDENCIAL MULTIFUNCIONAL

O presente capítulo centra-se na definição de uma metodologia de trabalho para implementação de uma solução global baseada na aplicação de medidas de acalmia de tráfego em espaços residenciais. A metodologia proposta é aplicada diretamente ao desenvolvimento de um estudo de caso, como forma de testar a exequibilidade das estratégias e aplicabilidade dos conceitos ao contexto nacional.

3.1 Seleção do Local de Estudo

A área selecionada centra-se no Bairro Norton de Matos, em Coimbra (Figura 3.1). Foi selecionada esta área residencial devido a duas características particulares:

1- É uma área residencial multifuncional, pois além da componente habitacional tem também uma escola primária, um centro cultural (Centro Norton de Matos) e vários estabelecimentos comerciais. É um dos poucos bairros de Coimbra que mantém uma identidade própria, onde se cultiva um espírito de união entre os moradores, tendo mantido ao longo do tempo um ambiente socialmente rico.

2- É atravessado por arruamentos que asseguram funções de distribuição, o que cria conflitos entre as atividades locais e o tráfego de atravessamento. Esta invasão do espaço residencial e social prejudica o usufruto das ruas pela população, reservando apenas pequenos espaços seguros para os peões.



Figura 3.1 - Localização da área de estudo na cidade de Coimbra (imagens Google).

Dadas as limitações temporais e as exigências em termos de recolha de dados associadas ao desenvolvimento deste trabalho, não foi possível abordar com detalhe toda a área de estudo.. Nesse sentido, optou-se por desenvolver uma proposta estratégica de funcionamento para a área global, limitando o desenvolvimento detalhado da solução infraestrutural a uma área mais restrita. Para o efeito foi selecionada, para análise detalhada, a zona considerada como a mais problemática em termos de geração de conflitos entre o tráfego motorizado e os peões e entre tráfego de atravessamento e de acesso: trecho da Rua Vasco da Gama compreendido entre a Rua Daniel de Matos e a Rua Mouzinho de Albuquerque. Este trecho, apesar de pequena dimensão, acomoda o centro cívico do Bairro Norton de Matos, onde se centra a maioria dos espaços comerciais do bairro, garantindo ainda a ligação entre dois grandes polos de atração: Centro Cultural Norton de Matos e Escola Básica (Figura 3.2).



Figura 3.2 Zona que inclui o conjunto das intersecções entre as ruas Vasco da Gama, Macau e Mouzinho de Albuquerque e as ruas Vasco da Gama e Daniel de Matos (imagem baseada nos Mapas Google, 2013).

3.2 O Bairro Norton de Matos

O Bairro Norton de Matos deve a sua singularidade, tanto ao nível do desenho urbano como do ambiente social, à sua génese. Este bairro foi desenhado por Etinne De Gröer, um urbanista francês que a convite do governo português, durante o período de ditadura fascista, elaborou planos de urbanização para várias cidades do país, entre elas Coimbra. Este bairro estava previsto no “Anteprojecto de Urbanização, de Embelezamento e Extensão da Cidade de Coimbra”, o plano de urbanização da cidade, aprovado em 1940 e inspirado na Teoria das Cidades Jardim de Ebenezer Howard (Vale, 2007). Denominado na altura de Bairro Económico do Calhabé, a área residencial foi planeada para alojar a população oriunda da alta da cidade, desalojada para a construção da Cidade Universitária, o atual Polo 1 da Universidade de Coimbra. O projeto continha 400 habitações unifamiliares, uma escola, uma

igreja e vários pontos de comércio. A igreja nunca chegou a ser construída e a escola primária acabou por ser, mas não no local definido pelo projeto. Devido ao distanciamento do centro da cidade (na altura esta zona era bastante periférica) o bairro foi desenvolvendo uma vivência própria, o que contribuiu para a criação de laços fortes entre os moradores, que se mantêm até aos dias de hoje.

O que nos anos 50 era considerado subúrbio, atualmente é uma das zonas centrais da cidade de Coimbra (Figuras 3.3 e 3.4). Construído numa altura em que apenas uma elite possuía veículos privados, as casas não incluíam garagens e as ruas eram destinadas ao peão, estando previstos vários espaços verdes. Por esta razão, o bairro teve de sofrer grandes alterações para se adaptar ao crescimento exponencial do número de automóveis. A zona passou a ser atravessada por vias distribuidoras e algumas praças interiores do bairro tiveram de ser transformadas em parques de estacionamento, para responderem às necessidades dos moradores. O próprio conjunto habitacional foi sofrendo alterações, tendo a área residencial expandido com a construção de edifícios de habitação multifamiliar.

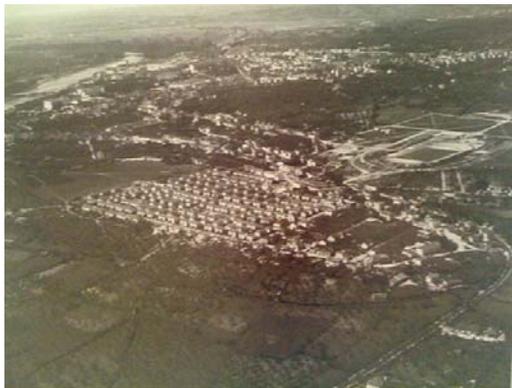


Fig. 3.3 - Fotografia aérea do Bairro Norton de Matos nos anos 50. Fonte: @encontrogeracoesbnm.blogspot.pt



Fig. 3.4 - Fotografia aérea mais recente do Bairro Norton de Matos. Fonte: @encontrogeracoesbnm.blogspot.pt

Apesar de o foco principal deste trabalho ser o Bairro Norton de Matos, o seu centro social localiza-se numa das suas extremidades, onde também atravessam as distribuidoras principais. Por essa razão a área de estudo engloba não só o Bairro Norton de Matos, como alguns edifícios multifamiliares, o Bairro Caixa Previdência e a Escola Primária.

3.3 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho passou por três fases fundamentais: (i) caracterização do local e diagnóstico aplicado à área de estudo; (ii) apresentação de propostas de intervenção capazes de resolver/atenuar os problemas identificados; (iii) avaliação dos efeitos das soluções propostas (Figura 3.5).



Figura 3.5 - Metodologia de trabalho

A fase de diagnóstico deve permitir identificar, confirmar e verificar a extensão dos problemas da zona, servindo de base às soluções propostas (CCDRNa, 2008). Nesse sentido optou-se por recolher 5 categorias de dados (Hoyle, 1995 conforme citado por Smith et al., 1980):

- 1- Opinião dos cidadãos;
- 2- Observação e medição das condições de tráfego;
- 3- Histórico de acidentes;
- 4- Observação das atividades realizadas pelos residentes e visitantes;
- 5- Preocupações ambientais.

A opinião dos cidadãos foi recolhida através da realização de inquéritos dirigidos a residentes e visitantes da zona. O inquérito pretendia recolher dados relativos à perceção de segurança enquanto utilizadores do espaço, dificuldades de estacionamento, adequação da rua para realização de atividades sociais, em particular por parte das crianças (Biddulph, 2010) e grau de aceitação à aplicação de possíveis soluções restritivas à circulação automóvel (inquérito no Anexo A). Os inquiridos foram abordados na rua, perto de habitações e cafés, junto ao centro cultural e à Escola Básica do 1º ciclo.

A avaliação das condições de tráfego iniciou-se por uma análise da hierarquização viária seguida da recolha de velocidades e de volumes de tráfego, oferta de transporte coletivo e oferta de estacionamento. A recolha dos volumes de tráfego foi realizada durante um período de 15 minutos dentro do período de ponta da manhã e da tarde, e extrapolados para a hora. Já a recolha de velocidades foi efetuada fora dos períodos de ponta, de modo a recolher velocidades representativas do regime livre de circulação. A medição das velocidades foi realizada com o auxílio de um radar fixo LIDAR, tendo-se recorrido a diversos dias da semana e a diferentes horas.

A hierarquização viária baseou-se na classificação em quatro tipologias de vias urbanas tal como apresentado por documentos da especialidade (CCRDN, 2008b): vias coletoras, vias distribuidoras principais, vias distribuidoras locais e vias de acesso local. Estas tipologias definem-se pela principal função que desempenham, representando uma variação diferenciada entre a função de circulação e de acesso.

A análise do histórico de acidentes foi baseada nos dados oficiais fornecidos pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) para o distrito de Coimbra e incluem acidentes entre veículos e atropelamentos de 2007 a 2011.

Por sua vez, a identificação das atividades realizadas pelos residentes e visitantes foi baseada na observação direta ao longo das ruas e locais característicos do bairro. Esta avaliação foi realizada com base na categorização das atividades em três tipos: necessárias, opcionais e sociais (Biddulph, 2003, conforme citado por Gehl, 1987). Como atividade necessária considerou-se, por exemplo, uma deslocação para o trabalho ou para a escola assim como uma ida às compras. As atividades opcionais podem ser: passear, usufruto dos bancos de jardim, ler, etc.. Pors atividades sociais entendem-se as que necessariamente exigem a interação com outra(s) pessoa(s), como conversas de grupo ou jogos de rua. Um ambiente urbano de alta qualidade deverá proporcionar estes três tipos de atividades, enquanto um ambiente mais pobre poderá assegurar quase exclusivamente as atividades necessárias (Biddulph, 2003).

Por fim, a avaliação das questões ambientais centrou-se na poluição sonora e do ar resultantes da circulação dos veículos motorizados, na avaliação das condições de acessibilidade dos modos suaves de deslocação e na qualidade visual da zona. Não foi possível, em tempo útil, obter a medição real dos níveis de poluição sonora e do ar. A análise centrou-se assim na observação local por parte da equipa e na recolha das opiniões dos residentes, no que respeita ao nível global de ruído e à sua interferência nas atividades locais.

Relativamente à acessibilidade dos modos suaves, deu-se maior ênfase à acessibilidade pedonal, visto que o modo ciclável é menos comum (quase inexistente) nesta zona. Tendo em consideração que os fluxos pedonais, à partida, não apresentam valores muito elevados, optou-se por não aplicar o método do HCM na avaliação do nível de serviço, sendo a análise da qualidade do serviço oferecido baseada na avaliação das condições da rede pedonal tendo por base a legislação vigente (Decreto-Lei nº163-2006).

A segunda fase do trabalho assentou no desenvolvimento da proposta global, inspirada na experiência adquirida aqui traduzida através dos exemplos de referência apresentados. A proposta envolve as diferentes componentes do sistema de transportes (rodoviária, transportes públicos, circulação pedonal, etc.) e procurou responder aos problemas identificados na fase

de diagnóstico. Ao mesmo tempo, a solução procurou ainda integrar as sugestões apresentadas pelos utilizadores locais, definindo uma solução global capaz de contribuir para a promoção de uma mobilidade de qualidade e sustentável no bairro.

Finalmente, e na impossibilidade de se poder recorrer a estudos “antes e depois” para avaliação dos efeitos das medidas propostas, optou-se por apresentar uma metodologia com potencial para avaliação do desempenho, baseada no desenvolvimento de um modelo de microsimulação. O *software* escolhido para esse efeito foi o programa *Aimsun*, da *Transport Simulation Systems*[®].

Nos modelos microscópicos, cada utilizador (veículos, pessoas, autocarros, ciclistas, etc.) é modelado como uma entidade individual. A microsimulação produz modelos dinâmicos e estocásticos, em que cada veículo se move pela rede, sendo a sua trajetória definida segundo a segundo, com base nas características físicas do veículo, das vias e do comportamento do condutor.

A criação do modelo implica a definição da rede viária, composta por arcos (vias) e nós (interseções). Para se obter a distribuição de tráfego pelas vias, é necessário introduzir uma matriz Origem/Destino. Esta matriz representa as viagens realizadas na área de estudo e pode ser obtida através de sessões de inquéritos complementados por contagens de tráfego ou estimativa baseada em contagens de tráfego (Bastos Silva et al., 2013).

A área a modelar deve incluir: i) a área que irá sofrer alterações, de modo a analisar os efeitos dentro desta; ii) áreas circundantes que contenham vias alternativas ao atravessamento da área de estudo, de modo a avaliar se ocorre ou não uma migração indesejada dos efeitos.

3.4 Caracterização geral e Diagnóstico

Numa análise preliminar foi possível identificar algumas zonas problemáticas dentro da área de estudo. As ruas Vasco da Gama e de Moçambique que atravessam o Bairro Norton de Matos criam uma espécie de barreira aos peões. O seu desenho retilíneo, largura de vias e a falta de marcas rodoviárias são condições que potenciam a circulação com velocidades elevadas. Adicionalmente disponibilizam passeios estreitos, o que cria um ambiente inseguro para os peões, especialmente para as crianças, dificultando o usufruto destas ruas por parte dos utilizadores mais vulneráveis. No entanto, a zona que à partida parece apresentar maiores conflitos entre veículos motorizados e peões, assim como entre tráfego de atravessamento e de acesso, corresponde às interseções entre as ruas Vasco da Gama, Mouzinho de Albuquerque e Macau e Vasco da Gama e Daniel de Matos. Esta zona corresponde ao centro cívico e social da área em estudo, pois é nela que se localizam a escola primária, o Centro Norton de Matos, vários cafés e lojas, assim como as principais paragens de transporte coletivo.

3.4.1 Atividades Observadas

Na área de estudo foram observadas atividades relacionadas com diferentes motivos de deslocação: casa-trabalho, casa-escola, compras, lazer, etc.. Foram ainda identificadas atividades de índole social, sendo comum encontrar grupos de vizinhos ou amigos em conversação nas ruas ou esplanadas dos cafés, assim como algumas crianças a brincarem na rua (nas ruas de acesso local mais estreitas e nas praças). Pode-se portanto concluir que a área em estudo representa uma área residencial bastante rica e diversificada em termos de atividades urbanas, abrindo assim perspectivas ao desenvolvimento de soluções globais que fomentem e potenciem a realização dessas atividades em segurança.

3.4.2 Hierarquização Viária

A proposta de hierarquização viária, apresentada na Figura 3.6, tem por base os princípios estabelecidos pelo Manual de acessibilidades da CCRDN (2008b) (Figura 3.7) aplicados à estrutura viária e modo de funcionamento atuais. A estrutura organizacional proposta integra três categorias de vias, (Figura 3.6): vias distribuidoras principais (a vermelho), vias distribuidoras locais (a azul) e vias de acesso local (a verde). A análise da Figura 3.6 evidencia o facto desta área residencial ser atravessada por alguns eixos que asseguram funções claras de distribuição, o que se traduz na geração de volumes de tráfego de atravessamento significativos. A agravar este cenário, refira-se o caso das ruas Vasco da Gama e de Moçambique, as quais apresentam características geométricas extremamente restritivas não compatíveis com estas funções.

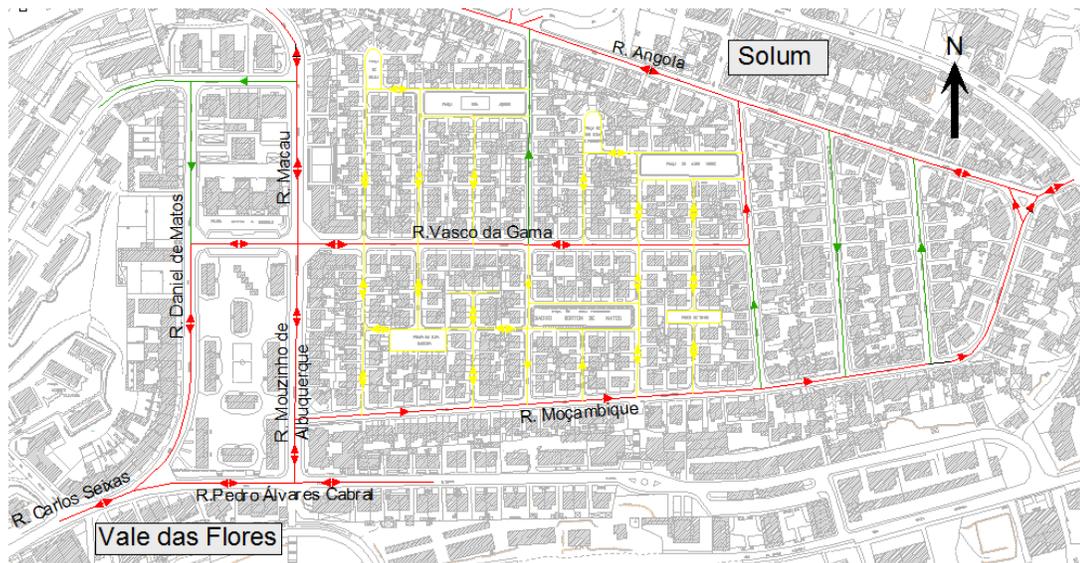


Figura 3.6 - Hierarquização viária da zona em estudo: vias distribuidoras principais a vermelho, vias distribuidoras locais a verde e vias de acesso local a amarelo.

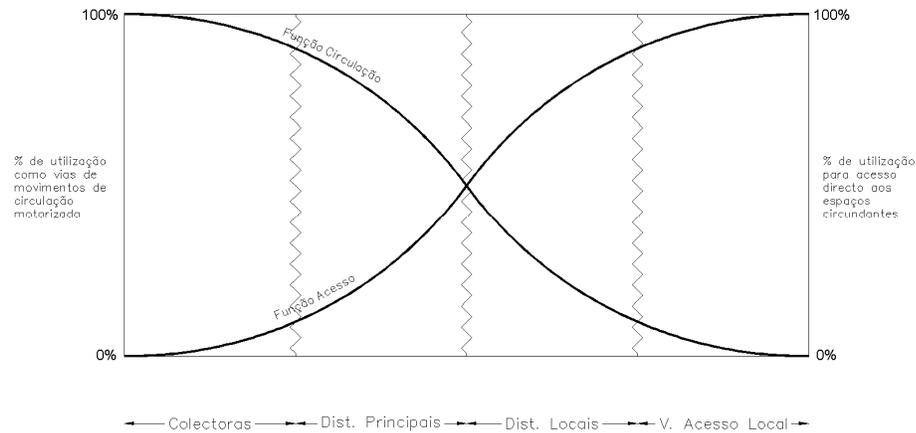


Figura 3.7 - Pesos relativos das funções de circulação e de acesso em função da tipologia das vias. Fonte: CCRDN (2008b).

3.4.3 Histórico de acidentes

A análise do histórico de acidentes foi baseada na análise da base de dados fornecidos pela Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR) referentes ao período entre 2007 e 2011. Durante estes cinco anos, dentro do bairro Norton de Matos foram registados 14 acidentes com vítimas, atingindo-se o número máximo de 5 acidentes em 2008. Atendendo a que o registo oficial dos acidentes apenas inclui os acidentes com vítimas pessoais que exigiram tratamento hospitalar, este número foi provavelmente mais elevado, uma vez que não inclui os acidentes apenas com danos materiais (tipologia mais comum em domínio urbano com velocidade controlada).

É de salientar que 6 dos 14 acidentes representam atropelamentos, dos quais resultaram 7 feridos leves, de idades entre os 11 anos e os 86 anos. Estes atropelamentos ocorreram nas ruas Vasco da Gama (1 acidente), na rua Daniel de Matos (3 acidentes), na rua Macau (1 acidente) e na rua Angola (1 acidente).

Os acidentes entre veículos coincidiram a sua localização com a dos atropelamentos. Embora a base de dados da ANSR não permita inferir, com elevado grau de rigor, a localização dos acidentes, é possível concluir que a maioria dos acidentes ocorre nas ruas que acumulam funções de distribuição e acesso:

- Na rua de Angola - duas colisões frontais e uma lateral;
- Rua Vasco da Gama - duas colisões laterais;
- Rua de Macau - uma colisão lateral;
- Rua de Moçambique - um despiste simples e uma colisão lateral.

À exceção de um dos acidentes, todos os restantes ocorreram em interseções, o que indicia que é neste tipo de elemento infraestrutural que se concentra a maioria dos conflitos.

3.4.4 Procura de Tráfego

Os volumes de tráfego foram medidos durante os períodos de ponta da manhã e da tarde (Figura 3.8) e abrangeram as duas interseções que delimitam o trecho da rua Vasco da Gama entre o Centro Norton de Matos e a Escola Básica. No período de ponta da manhã, a rua Mouzinho de Albuquerque foi a que registou os maiores níveis de procura, com 625 veículos ligeiros equivalentes no sentido sul-norte.

Na rua Daniel de Matos (Figura 3.8) foram registados 240 uvle/h no segmento de sentido único e 148 uvle/h no segmento de dois sentidos, no sentido de entrada no entroncamento. Esta procura está maioritariamente relacionada com o funcionamento da Escola Básica.

Independentemente do cruzamento estudado, a procura no bairro é maioritariamente constituída por veículos ligeiros, limitando-se a componente de pesados à circulação de autocarros.

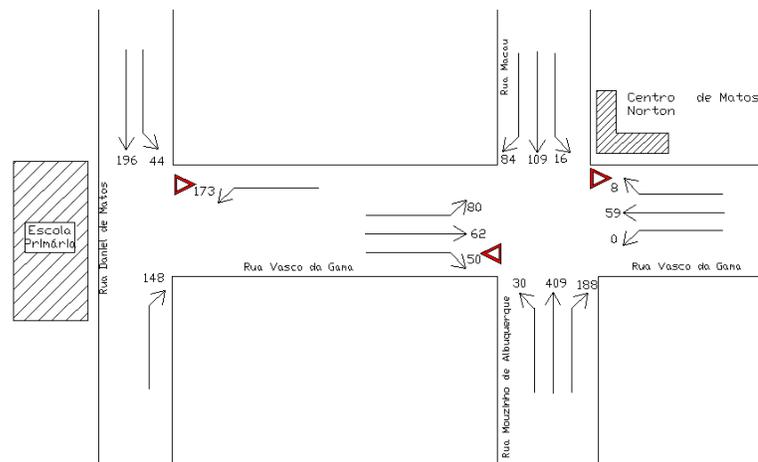


Figura 3.8 - Volumes de tráfego no período de ponta da manhã (uvle/h).

Durante o período da tarde, embora os volumes medidos tenham sido mais moderados, observou-se a geração pontual de períodos de congestionamento na interseção junto ao Centro Norton de Matos. As atividades que se realizam nesse Centro geram um número considerável de paragens e estacionamento de veículos dentro do cruzamento para deixar e/ou recolher crianças. Devido à escassez de lugares de estacionamento disponíveis, alguns veículos estacionam em segunda fila ou em cima dos passeios, criando conflitos com o tráfego de atravessamento e com os peões.

Em termos globais, e apesar do Bairro registar um volume indesejável de tráfego de atravessamento, os volumes de tráfego registados permanecem moderados, não tendo sido registados problemas de capacidade quer em secção quer em interseções. Os problemas de funcionamento são pontuais, na sua maioria relacionados com a realização de atividades locais (cargas e descargas; largada de passageiros, estacionamento indevido, etc.).

Em relação ao transporte público, este circula pelas ruas Vasco da Gama, Macau, Mouzinho de Albuquerque e Daniel de Matos (apenas no segmento de dois sentidos). O segmento da Rua Vasco da Gama situado entre as duas interseções é o que regista a maior frequência, com 28 autocarros/h (12 e 16 nos diferentes sentidos), durante o período de ponta da manhã. Neste segmento situa-se uma paragem de autocarro que serve 4 linhas.

3.4.5 Velocidades

De modo a caracterizar as velocidades praticadas na área de estudo, optou-se por registar a distribuição dos valores em secção corrente nas ruas Daniel de Matos, Mouzinho de Albuquerque e Macau (Figura 3.9). A observação foi limitada aos veículos que circulavam em condições de circulação livre, tendo-se registado valores médios que variam entre os 38 km/h e os 45 km/h (figura 3.10_b). No entanto, a gama de valores medidos é bastante alargada, compreendendo valores entre os 25 km/h e os 65km/h. O histograma com a distribuição dos valores de velocidade registados na rua de Macau é apresentado na Figura 3.10_a, podendo as distribuições relativas às restantes ruas estudadas serem visualizadas.

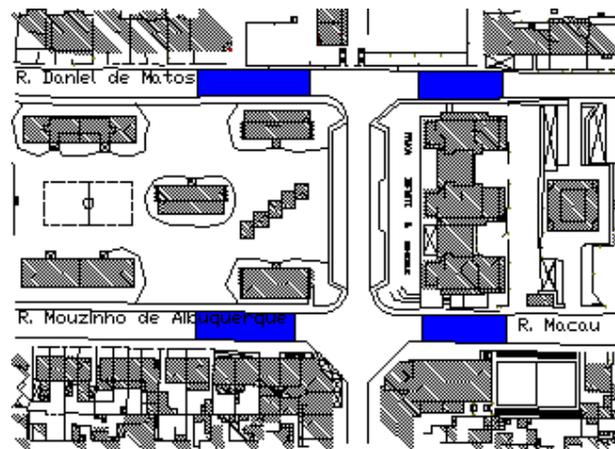


Figura 3.9 - Secções onde foram medidas as velocidades.

Na rua Daniel de Matos (trecho com dois sentidos), mais de 60% dos veículos que circulam em regime livre, e independentemente do sentido considerado, adotaram valores de velocidade superiores a 40km/h nas proximidades da Escola Básica. Atendendo a que a velocidade máxima estabelecida naquela rua é de 40 km/h, conclui-se que a maioria dos

condutores adota velocidades superiores à permitida. Nas restantes ruas esta percentagem (de veículos que circulam a mais de 40km/h) foi igual ou inferior (ver Anexo B).

Complementarmente, foram registadas as velocidades dos veículos que antes de chegarem à secção de medição pararam, abrandaram ou mudaram de direcção nas interseções. Para esta amostra, as velocidades medidas nunca ultrapassaram os 40km/h, sendo a média das velocidades cerca de 35km/h.

Em síntese, a análise da Figura 3.10_b evidencia alguma estabilidade dos valores médios, com valores que se cifram entre 40 e os 45km/h. Também a análise dos percentis 15 e 85 mostra que, na generalidade, os condutores respeitam a velocidade máxima dos 50 km/h imposta localmente (excepto na rua Daniel de Matos onde o limite são 40 km/h). É no entanto de realçar a existência de valores extremos, os quais não sendo comuns são elevados face às condições e exigências locais. Apesar disso, e em termos globais, conclui-se que o “excesso de velocidade” não é um problema local relevante.

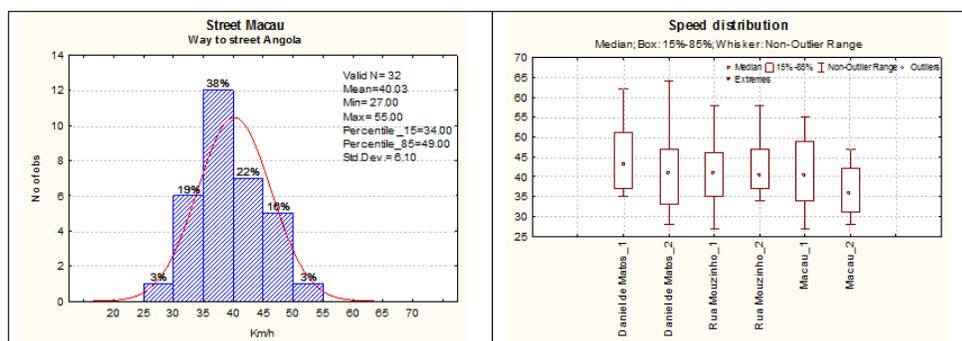


Figura 3.10 - Distribuição dos valores de velocidade em condições livres de circulação: a) histograma da velocidade na Rua Macau; b) Indicadores estatísticos segregados por secção de estudo. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

3.4.6 Condições de estacionamento

Em termos globais, a oferta de estacionamento no bairro é superior à procura, pelo que não é particularmente difícil estacionar legalmente. O estacionamento é livre, sendo os lugares disponibilizados ao longo das ruas e em algumas praças. Os problemas detetados são pontuais e relacionam-se maioritariamente com a procura excedentária associada a determinados locais específicos, como é o caso do Centro Norton de Matos e que origina a prática de estacionamento ilegal, mesmo que de curta duração (2ª fila, em cima dos passeios, nas interseções, etc.) (Figura 3.11). Atendendo a que muitas atividades deste centro se destinam a jovens e crianças, o período crítico concentra-se no final do dia (a partir das 17h), tratando-se maioritariamente de estacionamento de curta duração (5 a 10 min).

Outro problema identificado é a falta de ordenamento e formalização dos lugares de estacionamento ao longo das ruas o que se reflete, em alguns casos, numa sobreocupação do espaço público, ou na geração de conflitos entre os veículos estacionados e em circulação, designadamente com os transportes coletivos.

Também o estacionamento relacionado com os residentes necessita de regulamentação. Dentro do Bairro Norton de Matos um número significativo de habitações não dispõe de garagem própria e quando disponível tem capacidade para um único veículo. A necessidade crescente de estacionamento ao longo do tempo levou à invasão progressiva de algumas das praças do bairro, as quais se transformaram em autênticos parques de estacionamento (Figura 3.12).



Figura 3.11 - Estacionamento no cruzamento, em frente ao Centro Norton de Matos (à esquerda) e à pastelaria Vasco da Gama (à direita).



Figura 3.12 - Estacionamento na Praça da Ilha da Madeira.

3.4.7 Condições da rede pedonal

Nas vias que assumem funções de distribuição existe segregação entre a faixa de rodagem e os circuitos pedonais. Os passeios embora formalizados de ambos os lados da via, nem sempre asseguram a largura mínima de 1,5 m imposta pela lei vigente (Decreto-Lei n.º 163/2006) (Figura 3.13 e 3.14). Esta limitação para além não garantir as melhores condições de circulação dos peões, põe ainda em causa o potencial de uso da rua como espaço de socialização.

Nas vias locais, por vezes é assegurado um passeio estreito de ambos os lados, embora na maioria dos arruamentos, por serem muito estreitos, se tenha optado pela sua supressão (Figura 3.15). Nestas vias mais estreitas de acesso local também não há espaço para a prática

de estacionamento, o que se traduz em volumes de tráfego reduzidos, e na salvaguarda de boas condições de circulação para os peões. O revestimento destes arruamentos é habitualmente em material betuminoso, pelo que o espaço se torna “frio” e visualmente pouco atrativo. Ainda assim, as poucas crianças observadas a brincar, mantinham-se nestas ruas ou nas praças.



Figura 3.13 - Via Distribuidora: Rua Daniel de Matos.



Figura 3.14 - Via Distribuidora: Rua Vasco da Gama.



Figura 3.15 - Ruas de acesso local dentro do Bairro Norton de Matos.



3.4.8 Qualidade visual e ruído

Embora o Bairro Norton de Matos apresente uma morfologia bastante uniforme, atualmente existem algumas assimetrias em termos de qualidade visual. Existem ruas com habitações

remodeladas e passeios reabilitados e outras com habitações bastante degradadas e pavimentos por reabilitar.

Algumas das praças sofreram melhoramentos recentes, tendo-se criado espaços agradáveis de convívio com a colocação de bancos de jardim, mesas e pequenos parques infantis. Visto que estas praças são quase exclusivamente usadas por moradores locais, o volume de tráfego automóvel mantém-se reduzido bem como as velocidades praticadas.

O ruído é assim de forma geral pouco significativo, assumindo apenas alguma expressão nas vias distribuidoras, onde o volume de veículos é mais elevado e as velocidades são mais elevadas.

3.4.9 Avaliação do nível de satisfação da população

A avaliação do nível de satisfação da população foi baseada na realização de inquéritos à população (ver anexo A). A amostra resultante é variada envolvendo jovens, adultos e idosos, num global de 40 inquéritos que integrou residentes e utilizadores do espaço local. Embora a amostra seja de dimensão reduzida, considera-se que a informação recolhida é representativa da opinião dos utilizadores locais, constituindo informação relevante para aferição da solução global proposta.

A maioria dos residentes entrevistados foram idosos reformados; em termos de visitantes, a maioria eram jovens ou adultos. Apesar disso, é importante sublinhar que as suas opiniões são, de forma geral, consensuais. A constituição da amostra de inquiridos reflete, de certa forma, a situação demográfica do bairro, onde a maioria da população é idosa.

O inquérito procurou avaliar a opinião dos utilizadores locais a 2 níveis fundamentais: (i) identificação dos maiores problemas de funcionamento do bairro; (ii) avaliação da sensibilidade e aceitação, por parte dos utilizadores, relativamente à aplicação de soluções restritivas à circulação automóvel.

A identificação dos problemas envolveu opiniões sobre as velocidades praticadas, níveis de ruído e adequação da oferta de estacionamento.

Em termos de velocidades, a maioria dos inquiridos aponta que os automóveis circulam a velocidades elevadas na zona (Figura 3.16), o que impede que as crianças possam brincar livremente e em segurança na rua. Como se viu anteriormente, as velocidades praticadas no bairro não são particularmente elevadas, o que significa que a população valoriza particularmente este factor.

Quando questionados acerca do ruído provocado pelo tráfego automóvel, apenas 46% considerou ser elevado, sendo que a maioria admite ser pouco significativo. Em relação ao estacionamento, 62% dos visitantes considera ser difícil estacionar, baixando essa percentagem para 50% no caso dos moradores. A maioria aponta como zona crítica para estacionar o espaço próximo do Centro Norton de Matos.

A segunda parte do inquérito centrou-se na identificação, por parte da população, de possíveis estratégias e medidas de intervenção. A maioria dos inquiridos mostrou-se recetiva relativamente à aplicação de medidas restritivas à velocidade. Cerca de 80% dos residentes e dos visitantes concordou com a imposição da velocidade máxima de 30km/h para toda a área em estudo (Figura 3.17) e com a criação de zonas onde o peão tem prioridade relativamente ao automóvel. Cerca de 77% apoiou a colocação de medidas físicas de acalmia de tráfego nas vias distribuidoras, numa tentativa de controlo da velocidade.

Já a necessidade de controlar o tráfego de atravessamento não gerou consenso. A maioria dos inquiridos não considera tratar-se de um problema real, defendendo tratar-se de volumes negligenciáveis. Por sua vez, 80% considera prioritário reorganizar o estacionamento assim como reforçar a fiscalização por parte das autoridades policiais.

Finalmente foi pedida a identificação das zonas ou locais considerados como mais problemáticos para os peões e que portanto devem ser considerados prioritários em termos de intervenção. As respostas foram diversificadas, embora maioritariamente tenham sido apontadas as áreas de maior procura pedonal, designadamente o espaço junto ao Centro Norton de Matos e da Escola Básica. Complementarmente, foi apontada a degradação geral dos passeios no bairro assim como o seu subdimensionamento.

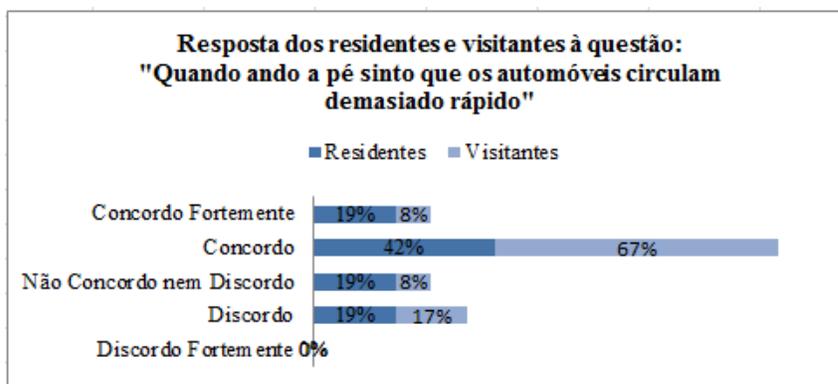


Figura 3.16 - Resposta dos moradores e visitantes relativamente à sua percepção de segurança relativamente aos automóveis.

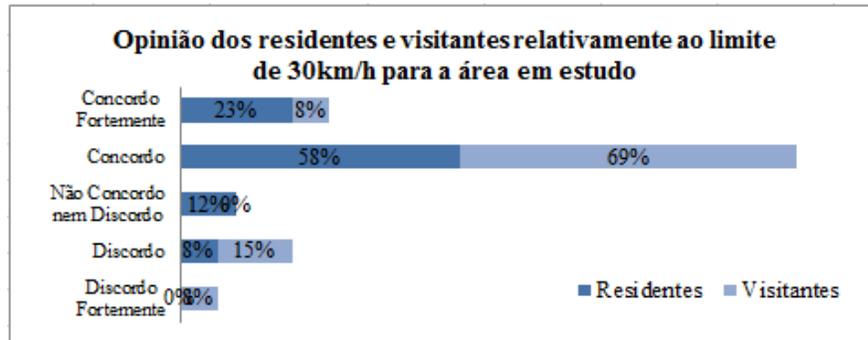


Figura 3.17- Respostas dos moradores e residentes em relação à imposição do limite de velocidade de 30 km/h na área residencial em estudo.

3.4.10 Apreciação do Diagnóstico

Os trabalhos de caracterização e de diagnóstico permitiram confirmar que, embora não existam problemas sérios de segurança rodoviária e pessoal, a qualidade de vida do bairro tem vindo a degradar-se no tempo com a invasão automóvel, justificando assim uma intervenção global, de modo a defender e promover a presença de utilizadores vulneráveis, designadamente os peões jovens e idosos. A solução global deverá ainda integrar preocupações globais de requalificação do espaço público, procurando contribuir para a criação de um espaço apazível, e portanto atrativo para todos.

A área em estudo é uma área multifuncional, que conjuga diferentes atividades e exigências no mesmo espaço, pelo que a proposta global de intervenção deverá ser capaz de acomodar e integrar todas essas funções de forma harmoniosa.

Os acidentes registados refletem a existência de conflitos entre os veículos motorizados e os peões nas vias distribuidoras principais. As medições de velocidades reforçam ainda mais estas conclusões. Embora os seus valores não sejam em média muito elevados, podem ser suficientes para provocar acidentes com consequências graves, considerando que se trata de uma zona onde se localiza uma série de equipamentos e forte presença pedonal (incluindo crianças). Esta preocupação é ainda reforçada pela gama alargada de velocidades observadas numa mesma rua, abrangendo valores que variam entre os 20km/h e os 65km/h. Esta variação sugere, de certa forma, que se o desenho das vias for permissivo, o comportamento dos condutores irá depender quase exclusivamente do estilo pessoal de condução, que pode variar drasticamente. Este comportamento imprevisível por parte dos condutores dificulta a partilha do espaço em segurança pelos vários utilizadores.

O tráfego de atravessamento é tendencialmente outro problema. Embora não tenha sido possível avaliar o peso associado a esta componente do tráfego (o que exigiria a realização de inquéritos O/D) e a população inquirida não o tenha considerado como um problema grave, é

expectável que o tráfego de atravessamento seja significativo. Os volumes de tráfego medidos, embora não sejam muito elevados numa ótica de capacidade das vias, tendem a ser elevados para uma zona residencial. A circulação automóvel tende a produzir elevadas concentrações de gases poluentes e de ruído edificulta os atravessamentos pedonais. Este tráfego elevado é encorajado pela facilidade com que se atravessa o bairro, pois as principais vias de atravessamento têm prioridade nos cruzamentos o que permite atingir velocidades elevadas.

A necessidade de estacionamento à porta da Escola Básica e do Centro Norton de Matos criam conflitos nas interseções que justificam intervenção. Da mesma forma, é igualmente importante organizar o estacionamento dentro do Bairro Norton de Matos de modo a melhorar a qualidade do espaço público e maximiza a oferta.

3.5 Proposta de Solução

A proposta resultou da conjugação integrada das conclusões retiradas da fase de diagnóstico e da revisão dos conhecimentos, designadamente a análise dos exemplos de referência, procurando desenvolver uma solução sustentada, funcional, segura e compatível com as exigências funcionais das vias a intervencionar.

A proposta de solução procura responder a três objetivos fundamentais:

- 1- Eliminação/diminuição do tráfego de atravessamento;
- 2- Controlo e homogeneização das velocidades;
- 3- Diminuição do potencial de ocorrência de acidentes.

O desenvolvimento da solução envolveu um conjunto de tarefas integradas que, embora aqui sejam apresentadas de forma sequencial, na prática surgem interligadas.. Como referido anteriormente, por razões temporais e de controlo da extensão do documento, optou-se por definir uma solução estratégica aplicada a todo o bairro e limitar a conceção infraestrutural detalhada a uma zona crítica.

3.5.1 Princípios de base e estratégia de intervenção

O princípio base da solução passou pela defesa dos utilizadores vulneráveis e da vivência urbana em detrimento da circulação automóvel. Assim, a solução procura restituir o espaço central do Bairro aos peões, desincentivando o seu atravessamento por parte dos veículos automóveis.

A solução defendida não pretende impedir o acesso automóvel ao Bairro, mas apenas desincentivar o seu atravessamento, recorrendo ao aumento dos tempos e extensão dos

percursos, mediante a alteração dos sentidos de trânsito e a gestão da velocidade. A solução procura ainda beneficiar as condições de operação dos transportes coletivos, atribuindo-lhe espaços de utilização exclusiva ou de partilha com peões ou estacionamento.

A defesa dos utilizadores vulneráveis passou pela melhoria das condições gerais de circulação no bairro e pela valorização de eixos pedonais relevantes, designadamente da ligação entre a Escola Básica e o Centro Cultural.

Nessa ótica, a solução global passou pela aplicação de duas estratégias de intervenção: (i) transformação do bairro numa zona 30km/h; (ii) identificação de zonas internas restritas para transformação em zonas *woonerf*.

3.5.2 Alterações à organização funcional da rede

A primeira tarefa centrou-se na revisão da hierarquização viária aplicada à área em estudo, assente na necessidade de desclassificação funcional de algumas das atuais distribuidoras principais que atravessam o centro cívico do bairro (Figura 3.18) – Rua Vasco da Gama, Rua Daniel de Matos e Rua Mouzinho de Albuquerque. Esta alteração tem como objetivo dificultar as condições de circulação nestas ruas de modo a tornarem-se suficientemente desincentivadoras ao tráfego de atravessamento do interior da área, incentivando o uso alternativo das vias circundantes ao bairro (distribuidoras principais). No entanto, esta proposta não apresenta apenas efeitos positivos, sendo previsível o aumento do tráfego nas distribuidoras principais mais próximas, como é o caso da Rua Moçambique. É um compromisso que se estabelece nesta 1ª fase de intervenção: melhorar as condições de segurança no interior do bairro, onde se localiza o centro social, em detrimento de algumas ruas circundantes. Deve, no entanto, perspetivar-se, numa 2ª fase, o alargamento da intervenção às restantes ruas do bairro remetendo tráfego de atravessamento para as vias estruturantes envolventes ao Bairro (N17, Rua do Brasil, Avª Mota Pinto, Avª Cónego Urbano Duarte, etc.).



Figura 3.18- Proposta e alteração da hierarquia viária.

3.5.3 Proposta de plano de circulação

O desincentivo ao atravessamento do bairro por parte do tráfego automóvel, sem perda da acessibilidade passou pela alteração de sentidos de trânsito e pela criação de sentidos únicos (Figura 3.19). Esta proposta assenta na criação de um conjunto de circuitos fechados em volta dos quarteirões, impedindo o trajeto retilíneo atualmente associado à Rua Mouzinho de Albuquerque e à rua Macau, as quais representam o principal eixo de atravessamento. Esta alteração obriga os condutores a efetuar uma série de desvios, que resultam num aumento da extensão e do tempo de viagem, deixando de constituir o caminho mais curto. Atendendo a que se pretende promover a circulação do transporte coletivo, optou-se por criar corredores BUS de utilização exclusiva e/ou partilhada, de modo a manter os seus circuitos atuais.

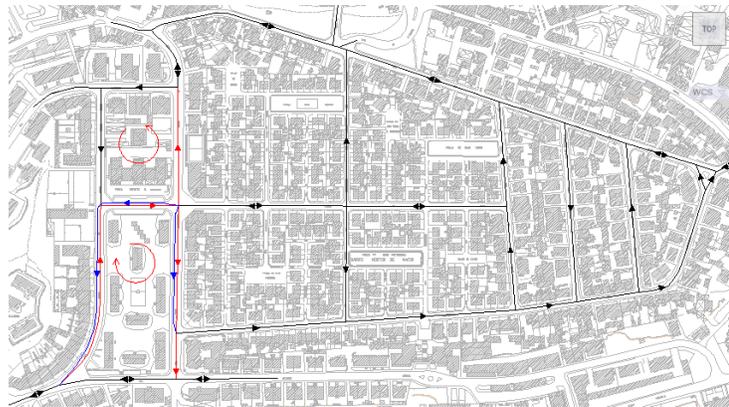


Figura 3.19 - Proposta de alteração de sentidos na área de estudo. A vermelhas as vias que sofreram alteração de sentidos. A azul os corredores BUS criados. A preto as vias que se mantêm com as mesmas condições de circulação.

3.5.4 Definição da Zona 30

Foi criada uma **zona 30 km/h** aplicada a toda a área de estudo. A limitação da velocidade tenderá, só por si, a diminuir o potencial de acidentes e de geração de conflitos, aumentando a segurança real e subjetiva dos utilizadores vulneráveis, sem prejudicar em demasia a circulação dos veículos motorizados. A limitação da velocidade deverá passar não só pela aplicação do sinal de zona (sinal G4 do RST) mas também pela aplicação de um conjunto alargado de medidas de acalmia de tráfego, conjugadas com medidas complementares.

Para além da alteração de sentidos, que ao eliminar trajetos retilíneos longos não só diminui o tráfego de atravessamento como também contribui para a diminuição das velocidades, propõe-se mais medidas, entre elas:

- **Gincanas** materializadas recorrendo à formalização alternada de estacionamento de ambos os lados das vias. Um exemplo é apresentado para a rua Vasco da Gama (Figura 3.20).

- **Plataformas elevadas associadas a interseções**, com alteração de cor e textura dos pavimentos, que alertam para a presença de locais críticos em termos de segurança, aumentando o sentimento de risco e induzindo assim os condutores a controlar a velocidade. São também uma forma de evidenciar a presença dos peões e permitir eventuais atravessamentos. Propõe-se a elevação das plataformas nas interseções entre as atuais distribuidoras principais (proposta apresentada no sub-capítulo seguinte) e entre as distribuidoras e as vias de acesso local (Figura 3.20).



Figura 3.20 - Rua Vasco da Gama. Proposta de criação de gincanas com estacionamento alternado.

- **Alargamento de passeios:**

- Ao **longo das vias**, de modo a viabilizar a plantação de árvores e criação de espaços aprazíveis. Pode ser realizado jogando com a diminuição da largura das faixas de rodagem para valores mínimos admissíveis, sempre que possível. Na rua Vasco da Gama, por exemplo, tal não foi possível devido à largura insuficiente da via, que para tal exigia a eliminação de estacionamento essencial aos moradores.

- **Junto às interseções**, permitindo introduzir de forma segura baias de estacionamento ao mesmo tempo que diminui a extensão dos atravessamentos pedonais.

- **Travessias pedonais elevadas** nas vias distribuidoras, evidenciando a presença dos peões e contribuindo para a redução das velocidades.

3.5.5 Desenvolvimento de uma solução detalhada para o conjunto de interseções estudadas (integrada na zona 30).

1- Tratamento das Interseções:

O tratamento das interseções mereceu um cuidado especial, de modo a salvaguardar a segurança de todos os utilizadores locais envolvidos e garantir a fluidez mínima das correntes de tráfego (Figura 3.21 e 3.22). A proposta consiste na criação de plataformas nas duas interseções estudadas através da elevação do pavimento à cota dos passeios, e do uso de materiais que garantam uma boa aderência e cor visualmente contrastante com o pavimento,

alertando os condutores para a necessidade de diminuírem a velocidade. A plataforma liga as duas interseções, evidenciando a presença de uma zona central e propícia à vivência urbana.

No cruzamento entre as Ruas de Macau, Vasco da Gama e Mouzinho de Albuquerque, os passeios foram alargados de modo a impedir o estacionamento na área interior ao cruzamento existente (ex: em frente ao Centro Norton de Matos), atribuindo-lhe uma geometria padronizada. Para impedir fisicamente o estacionamento indevido em cima dos passeios recorreu-se à colocação de pilaretes (ou de outro mobiliário urbano) nas delimitações dos passeios.

O alargamento dos passeios nas duas interseções, além de permitir a introdução mais segura de estacionamento, contribui também para a canalização dos movimentos dos veículos motorizados.



Figura 3.21 - a) Situação actual. b) Proposta de alteração.

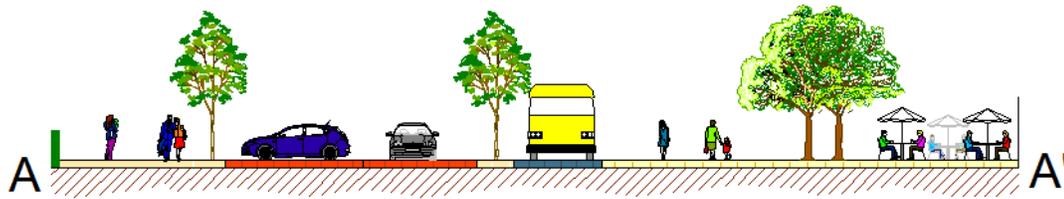


Figura 3.22 - Perfil transversal (AA') da zona central.

1- Beneficiação da Rede Pedonal:

A beneficiação da rede pedonal centrou-se na garantia de percursos pedonais contínuos e seguros, dando-se particular ênfase à garantia de qualidade, segurança e conforto ao eixo de ligação entre a Escola Básica e o Centro Cultural. Ao mesmo tempo houve lugar a um reposicionamento das passadeiras junto das interseções, de modo a localizá-las ainda no pavimento elevado permitindo assim que o peão mantenha a cota ao longo do seu percurso.

De modo a diminuir as travessias pedonais, propõe-se a extensão de algumas secções dos passeios (Figura 3.23 e 3.24). Na zona central propõe-se também a criação de um separador central que auxilie o atravessamento pedonal. É também importante garantir uma boa iluminação nas travessias pedonais; para esse efeito propõe-se, para além da recolocação de alguns candeeiros, a implementação de candeeiros com capacidade de intensificar a sua luz quando detectam a presença de peões.

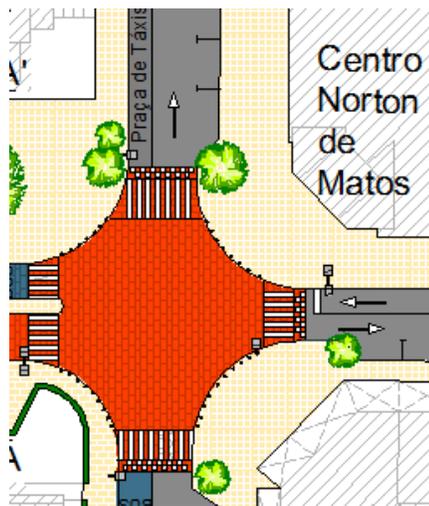


Figura 3.23 - Cruzamento junto ao Centro Norton de Matos.



Figura 3.24 - Entroncamento entre Rua Daniel de Matos e Vasco da Gama.

3.5.6 Criação de Zonas *woonerf*

No interior do perímetro da zona 30km/h propõe-se a criação de zonas *woonerf* que cubram os vários quarteirões de ruas de acesso local e as praças dentro do Bairro Norton de Matos. Para formalizar estas zonas propõe-se a criação de plataformas de cota constante, particularmente dirigida ao peão e ciclista. O material do pavimento destas ruas deve ser distinto dos pavimentos das vias distribuidoras, de modo a evidenciar a mudança das condições de circulação.

As entradas nas ruas devem ser assinaladas pelo sinal correspondente. As plataformas elevadas colocadas em algumas interseções com estas ruas poderão também contribuir para um efeito de portão.

No interior das zonas, os lugares de estacionamento deverão ser identificados no pavimento de modo a evitar uma sobreocupação do espaço e ao mesmo tempo e contribuir para a criação de obstáculos a velocidades elevadas. O estacionamento dentro destas zonas deve ser limitado aos moradores locais (de modo a evitar a ocupação do espaço por outro tipo de procura). É também interessante colocar mobiliário urbano e vegetação nas ruas e praças, mas respeitando a necessidade de passagem de veículos de emergência. É importante garantir ainda uma boa iluminação nestas vias, situação inexistente. Propõe-se a colocação de candeeiros com sensor de presença/movimento, visto que as ruas não têm grande movimento o que economizaria energia. A título de exemplo, apresenta-se o esquema de proposta para duas ruas pertencentes a uma das zonas *woonerf* (Figura 3.25).



Figura 3.25- Exemplo de duas ruas de uma zona *woonerf* no interior do Bairro Norton de Matos.

3.5.7 Outras medidas complementares

3.5.5.1 Gestão do estacionamento

O bairro dispõe de oferta de estacionamento suficiente, carecendo no entanto da sua organização e gestão. A criação de bolsas *kiss&ride* próximas da entrada da escola básica (Figura 3.26) pode ser uma boa solução para a eliminação de conflitos entre peões e veículos. Estas bolsas permitirão a paragem por breves minutos sem abandono do veículo. Junto à entrada do Centro Norton de Matos (Figura 2.27) foi selecionado um conjunto de 3 a 5 lugares sujeitos a taxação e a tempo limitado de 15 minutos, de modo a incentivar a rotatividade e o estacionamento de curta duração. Também o estacionamento para residentes deve ser reorganizado, através da identificação de bolsas de estacionamento legal, libertando dentro do possível as praças e jardins para locais de convivência e socialização. Considera-se que, de modo a evitar a desertificação, importa salvaguardar boas condições para a 1ª motorização, mas por oposição desincentivar fortemente a 2ª e 3ª motorização. Esse controlo poderá passar por limitar o estacionamento dentro dos quarteirões, o qual deverá ser reservado a moradores através da emissão, por parte da entidade gestora, de passes que garantam o estacionamento de um veículo por habitação (ou mais do que um em casos excecionais). O controlo da oferta de estacionamento deverá ser colmatado complementarmente com a melhoria da oferta de transportes coletivos (Autocarros e Metro Ligeiro) e com a melhoria da circulação pedonal e ciclável.

3.5.5.2 Rede de transportes coletivos

De modo a desincentivar o uso do transporte individual, foram **criadas condições excecionais para a circulação dos transportes coletivos**, beneficiando quem os usa. Assim, a proposta inclui a criação de corredores BUS, que permitam manter os circuitos atuais das linhas, evitando que os transportes públicos tenham de seguir os circuitos extensos e sinuosos criados para os veículos ligeiros. De modo a colmatar a possível necessidade de estacionamento, devido à eliminação de alguns lugares associados às gincanas, propõe-se que a faixa BUS localizada na rua Mouzinho de Albuquerque (Figura 3.28) possa ser utilizada como estacionamento no período noturno (quando não circulam autocarros). Também a criação de alguns sentidos únicos permitiu reorganizar o estacionamento em baías a 60° pelo que, no cômputo global, a solução proposta não implica perda de lugares de estacionamento.

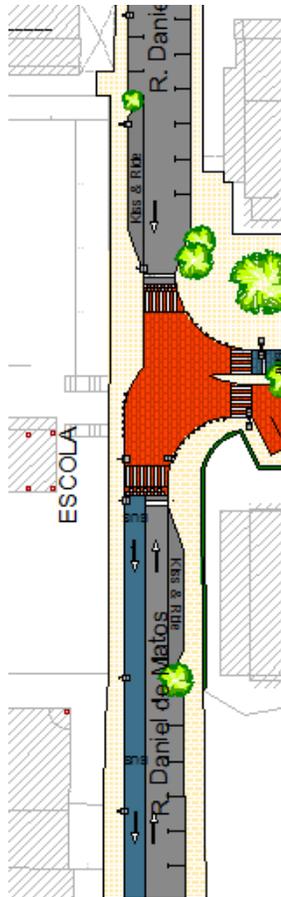


Figura 3.26- Rua Daniel de Matos: Criação de bolsas kiss&ride.



Figura 3.27- Rua Macau: reorganização do estacionamento

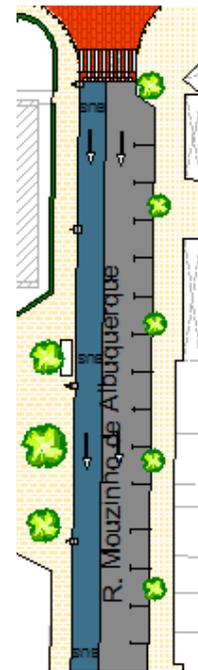


Figura 3.28- Rua Mouzinho de Albuquerque: criação de faixa BUS/estacionamento

3.6 Efeitos Previsíveis da Proposta de Solução

3.6.1 Introdução

Na impossibilidade de se recorrer a estudos “antes e depois”, optou-se por criar um modelo de simulação, assente na plataforma *Aimsun*, de modo a avaliar, a título de previsão dos efeitos, a possível influência associada à implementação das medidas.

Assim, optou-se por integrar dois cenários de estudo:

- SITUAÇÃO ATUAL – aqui considerada como como cenário de referência para efeitos comparativos;
- PROPOSTA GLOBAL – integrando as alterações aos sentidos e as impedâncias resultantes da penalização, em termos de alteração da velocidade máxima e das plataformas.

3.6.2 Construção do modelo

De modo a permitir avaliar os efeitos dentro do bairro, optou-se por alargar a zona de codificação aos espaços envolventes. Assim considerou-se como zona de estudo a zona delimitada pela Rua do Brasil, Estrada da Beira, Avenida Mendes da Silva e Av. Cónego Urbano Duarte.

A codificação da rede baseou-se na fotografia aérea e na cartografia fornecida pela Câmara Municipal de Coimbra (Figura 3.29).

Adicionalmente definiram-se vários centróides, interiores e exteriores à área, que representavam a geração/atração de tráfego na rede, distribuídos geograficamente de acordo com as zonas/bairros. Foram também estabelecidos os percursos do transporte coletivo dentro do Bairro Norton de Matos.

A construção da matriz Origem/Destino, para introdução no *software Aimsun*, foi o passo que constituiu maior dificuldade, dada a amostra limitada de volumes de tráfego recolhida. Não se afigurou viável (quer humana, quer economicamente), no âmbito de um trabalho desta natureza, organizar sessões de recolha exaustiva de dados, ou mesmo de inquéritos O/D. O recurso à matriz O/D do modelo de transportes da Metro Mondego também não se revelou adequado à análise, uma vez que incluía muitas células vazias dentro do bairro. Atendendo a que o objetivo da análise é avaliar a magnitude do efeito resultante da aplicação da solução proposta comparativamente à solução de referência, considerou-se não ser particularmente relevante simular de forma fidedigna a solução de base. Nesse sentido, optou-se por arbitrar uma matriz O/D, com base nas dinâmicas conhecidas entre as várias zonas, usando para efeitos de controlo da qualidade dos resultados os volumes de tráfego registados nas duas interseções estudadas. Tendo esta opção de base, revelou-se igualmente dispensável proceder à calibração e validação do modelo base.

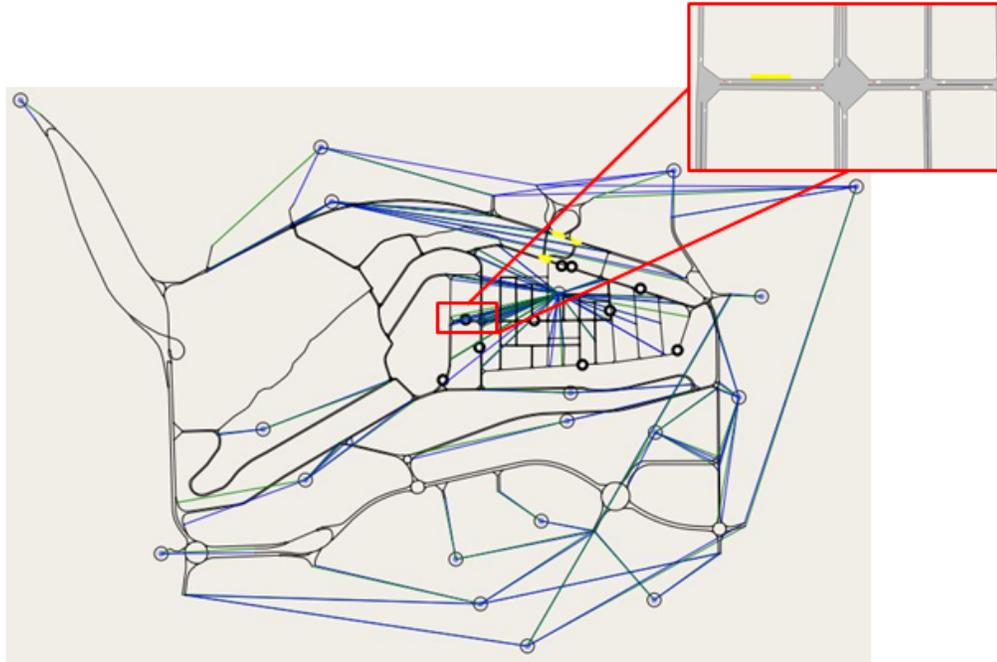


Figura 3.29- Rede codificada

3.6.3 Indicadores de desempenho

Face aos objetivos da análise, optou-se por seleccionar para indicadores de desempenho:

- Tempo global de percurso – representando o tempo global gasto pela globalidade dos veículos atribuídos à rede;
- Tempo de percurso entre pares Origem/Destino específicos;
- Fluxos de tráfego atribuídos a cada eixo da rede.

Paralelamente foi avaliada a seleção/adequação dos percursos associado aos principais pares O/D.

3.6.4 Discussão dos resultados

Como referido foram avaliados dois cenários: situação atual e proposta global. Mesmo tendo em consideração possíveis desfasamentos com a situação real, os resultados da simulação (Figura 3.30 e ver Anexo C) corresponderam, de um modo geral, ao expectável:

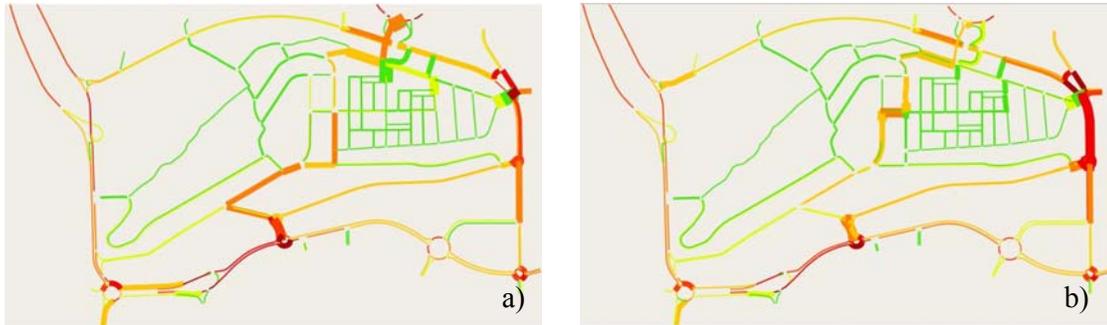


Figura 3.30 - Afetação de tráfego à rede: a) situação actual; b) após alterações. Cores indicam distribuição dos volumes de tráfego, de volumes menores (verde) até volumes maiores (vermelho escuro). Espessura aumenta com a densidade (veíc./km).

- Diminuição generalizada dos volumes de tráfego dentro do Bairro Norton de Matos, especialmente na rua Vasco da Gama (segmento no interior do Bairro Norton de Matos);
- Aumento considerável de tráfego na Estrada da Beira, na rotunda que liga a Estrada da Beira à Rua do Brasil e à zona da Solum e na Rua Paulo Quintela;
- Aumento ligeiro de tráfego na rua do Brasil;
- Aumento considerável do tráfego na rua Daniel de Matos, no pequeno segmento (entre intersecções) da rua Vasco da Gama e na rua Paulo Quintela.

A título de exemplo apresenta-se a alteração de rotas verificada para o par O/D: Portela/Solum (Figura 3.31); Portela corresponde a um dos centróides mais a Sul da área de estudo e Solum a um dos centróides mais a Norte. Como se pode observar pela Figura 3.31_a, inicialmente a percentagem de tráfego que efetuava esta viagem atravessando a área de estudo (Bairro Norton de Matos) era de 31,87%, tendo reduzido para 12,39% após alterações (Figura 3.31_b). Neste exemplo é também possível observar a adoção do percurso pela rua Paulo Quintela, após a conversão da área de estudo em zona 30 km/h. A rua do Brasil sofre também um acréscimo (significativo neste exemplo), possivelmente devido ao aumento do volume de tráfego na Estrada da Beira.

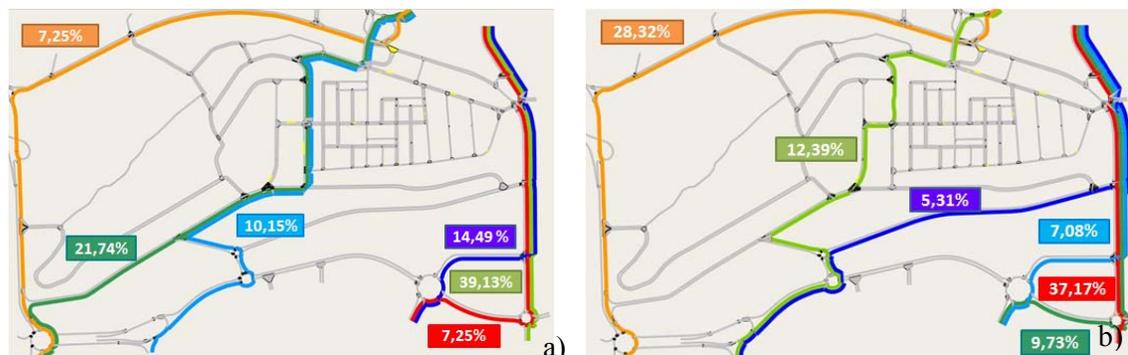


Figura 3.31 - Percentagem de tráfego atribuído a cada rota alternativa, correspondente ao par Portela/Solum: a) situação actual; b) após alterações.

Em termos de indicadores de desempenho global da rede, obtiveram-se tempos totais de viagem (para veículos ligeiros), distâncias totais de viagem (para veículos ligeiros), velocidade média e densidade média. O tempo total de viagem aumentou 2,35% (de 202,65 h para 207,41 h); a distância total de viagem manteve-se relativamente constante (uma diminuição de 0,05%); velocidade média passou de 50,01 km/h para 49,08 km/h e a densidade média de 4,36 veículos/km para 4,48 veículos/km. Isto significa que a introdução das alterações propostas (nomeadamente a delimitação de zonas 30 km/h) não provoca mudanças significativas a nível da velocidade e densidade médias na área de influência analisada.

3.7 Considerações Finais

Os resultados retirados do modelo de microssimulação permitem concluir que a implementação de soluções de acalmia de tráfego (zonas 30km/h e zonas *woonerf*), ao impor reduções físicas de velocidade, traduz-se no aumento dos tempos de percurso, o que os torna menos atrativos e resulta numa diminuição do tráfego de atravessamento.

Verificou-se também que a introdução destas medidas não provocou alterações significativas na velocidade média global nem no tempo médio de viagem correspondente a toda a área de influência da zona intervencionada. Esta conclusão é particularmente relevante já que, apesar dos resultados não poderem ser generalizados a outras situações, é expectável que a implementação deste tipo de intervenções não se traduza numa penalização acentuada para a comunidade em geral, já que o agravamento da circulação obtido nos eixos estruturantes envolventes é colmatado pelos benefícios associados aos locais intervencionados. Isto significa que é possível delimitar zonas sujeitas a medidas de acalmia sem provocar perturbações consideráveis na mobilidade e acessibilidade local.

É no entanto importante evidenciar os possíveis efeitos menos positivos desta proposta. Em primeiro lugar, o aumento do tráfego na Rua Daniel de Matos que, com a alteração de sentidos, passa a ser a principal entrada no Bairro para quem vem da rua Carlos Seixas (e da zona do Vale das Flores). Contudo, as medidas de acalmia de tráfego implementadas na Rua Daniel de Matos obrigam os veículos a circular a velocidades reduzidas, o que diminui a probabilidade de ocorrência de acidentes graves, podendo assim atenuar os possíveis efeitos do aumento do volume de tráfego. Também a simplificação dos cruzamentos, associada à eliminação de alguns movimentos mais críticos, se traduz na garantia de fluidez dos movimentos críticos e na diminuição significativa dos pontos de conflito.

Também a Rua Paulo Quintela observa um aumento dos fluxos de tráfego, como consequência do desvio de tráfego da zona intervencionada para uma via circundante (efeito pretendido). Importa no entanto recordar que esta rua atravessa uma área residencial que já apresenta problemas graves de sinistralidade rodoviária e que assim poderão ser agravados.

Isto sublinha a importância de uma abordagem integrada da rede urbana, que previna a migração de acidentes para zonas adjacentes às intervencionadas. Também esta rua deverá ser objeto de intervenção com, por exemplo, uma abordagem semelhante à adotada na Rua Vasco da Gama, com recurso a Gincanas e plataformas.

Há ainda alguns aspectos deste estudo que importa ter em consideração na análise e apreciação dos resultados deste estudo de caso:

- O facto de se ter analisado a área residencial de forma isolada, sem contemplar de forma exaustiva as zonas adjacentes, pode constituir uma limitação na interpretação dos resultados e na definição das soluções propostas;
- A dificuldade na recolha de dados para caracterização da zona de intervenção mostrou-se igualmente limitadora, na medida em que apenas foi possível diagnosticar, em tempo útil, uma zona restrita (zona dos cruzamentos críticos);
- Outra limitação relaciona-se com a construção do modelo de microssimulação. A impossibilidade de recorrer a uma matriz O/D representativa da procura de tráfego real, condicionou significativamente a qualidade e robustez das conclusões. Apesar disso, o objetivo central da análise foi estabelecer uma metodologia de avaliação capaz de estimar os efeitos das medidas antes da sua concretização, o que foi possível.

Por fim, importa realçar a relevância de integrar neste tipo de projeto uma fase de participação pública para auscultação da sua opinião. A reorganização de estacionamento, por exemplo, é uma questão que preocupa particularmente a população, devido à atual dependência do automóvel. Chegar a uma proposta que englobe consensos entre técnicos e moradores evita ocupações ilegais do espaço, assim como possivelmente garante uma maior fruição e manutenção do espaço público.

4 PRINCIPAIS CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

A acalmia de tráfego é um conceito que engloba não só objetivos de segurança rodoviária, como também de sustentabilidade ambiental e de qualidade do espaço urbano. As medidas e soluções de acalmia de tráfego surgiram nas décadas de 60 e 70, em países como a Holanda, Dinamarca, Reino Unido e Alemanha. A proteção das zonas residenciais destacou-se como a primeira prioridade na implementação destas medidas, tendo com o tempo sido alargadas a outros espaços urbanos, por exemplo a vias de atravessamento de localidades.

Através do estudo da experiência estrangeira, nomeadamente dos países do norte da Europa, foi possível constatar resultados extremamente positivos na implementação de soluções de acalmia de tráfego em áreas residenciais. Estas soluções, para além de controlarem a velocidade e reduzirem os acidentes, permitem ainda proteger os bairros do tráfego de atravessamento indesejado, reduzir a poluição ambiental e o ruído produzido pelo tráfego rodoviário.

Em virtude destes resultados e da evidência de que a maioria dos acidentes continua a ocorrer em espaços urbanos, a abertura das entidades locais à aplicação deste tipo de soluções globais em Portugal tem vindo a aumentar. Neste contexto, o presente trabalho centrou-se na apresentação e caracterização das zonas *woonerf* e zonas 30 km/h, procurando evidenciar o domínio privilegiado de aplicação e os efeitos previsíveis da sua aplicação.

De modo a testar a aplicabilidade dos conceitos foi desenvolvido um estudo de caso que procurou ser completo de modo a servir de modelo a futuras aplicações. O desenvolvimento da proposta foi precedida por um trabalho abrangente de diagnóstico, assente na recolha da opinião da população e complementado por observações locais e registo de dados de tráfego e de velocidades.

Foi interessante perceber que as populações estão cada vez mais sensíveis às questões ambientais e à defesa da vivência e qualidade do espaço urbano. Independentemente do segmento etário, o controlo da velocidade e a oferta de uma rede pedonal de qualidade, prevalece em relação às preocupações centradas na circulação e estacionamento dos veículos.

Embora se trate de uma análise local e portanto, pouco passível de generalização, é no entanto perceptível que a população portuguesa começa a evidenciar uma abertura cada vez maior à

aplicação deste tipo de medidas, numa ótica de defesa das condições de vida das populações locais.

Apesar das numerosas vantagens já referidas, a aplicação deste tipo de soluções de acalmia de tráfego requer um estudo integrado do tecido urbano, com especial atenção à hierarquia viária. É importante salvaguardar que, para benefício de uma zona, não se prejudique em demasia as zonas circundantes.

O desenvolvimento do estudo de caso evidenciou algumas limitações/dificuldades que importa ter em atenção:

- A necessidade de integrar na análise não só a área de intervenção mas também a zona de influência envolvente, de modo a potenciar a avaliação de efeitos migratórios. Tal exigência poderá acarretar um esforço acrescido em termos de recursos humanos e económicos;

- Importância da fase de diagnóstico. O desenvolvimento de qualquer solução deverá ser precedido de um diagnóstico completo e detalhado, cobrindo os diferentes aspetos em avaliação. As maiores dificuldades associam-se à caracterização da procura de transportes, designadamente à definição da matriz O/D que poderá exigir: (i) sessões de contagens de tráfego em diversas sessões (método pouco preciso mas relativamente económico); (ii) realização de inquéritos O/D (método preciso mas extremamente caro);

- Dificuldades em recorrer a análises “antes e depois” para avaliação dos efeitos. A alternativa a este método, e que permite prever os efeitos das medidas antes das mesmas serem construídas, poderá ser a construção de um modelo microscópico. No entanto, a capacidade do modelo representar de forma fiável a realidade depende da qualidade do modelo construído e dos trabalhos de calibração e validação. Tais trabalhos deverão exigir recolhas de dados complementares (tempos de trajeto, distribuição das velocidades, etc.).

Apesar das dificuldades, a microssimulação mostrou constituir uma metodologia eficaz na avaliação dos potenciais efeitos das alterações propostas. Os resultados obtidos estão em consonância com o expectável, evidenciando a eficácia das soluções de acalmia de tráfego e identificando alguns efeitos menos desejáveis.

Este trabalho não constituiu um produto acabado, identificando-se um conjunto de ações que deverão continuar a ser desenvolvidas. O alargamento da zona de intervenção (em termos de solução detalhada) assim como do modelo de microssimulação revelam-se essenciais à avaliação do efeito global associado à implementação da zona 30.

Também a inclusão de recolhas de dados complementares, designadamente no campo do ruído e de poluição do ar, constitui uma componente interessante no sentido de potenciar uma avaliação global e integrada dos efeitos.

A área da acalmia de tráfego e a segurança dos utilizadores mais vulneráveis está ainda pouco enraizada em Portugal, sendo necessário percorrer um longo caminho até que o fator “segurança e qualidade de vida urbana” deixe de ser um assunto esquecido ou relegado para segundo plano, particularmente quando confrontado com a salvaguarda de níveis de fluidez e oferta de níveis de velocidade elevados.

São vários os domínios em que importa aprofundar e promover o conhecimento ao nível nacional em matéria de mobilidade e da aplicação de medidas de acalmia de tráfego, com destaque para: a promoção da participação pública nos processos de implementação deste tipo de medidas; a integração de ações de monitorização.

O tratamento de espaços onde o peão e o veículo devem conviver, de preferência de forma pacífica e harmoniosa, são claramente reveladores da pertinência da participação pública quer no processo de desenvolvimento das soluções, quer na sua implementação e processo de monitorização. Tal pressuposto justifica o envolvimento não só dos decisores e agentes de desenvolvimento, mas também de forma direta e participativa das instituições e populações locais.

Finalmente a monitorização deve passar a ser constituída e encarada como uma fase obrigatória destes processos. O acompanhamento permanente do funcionamento das soluções propostas deve ser considerado prioritário e central ao conhecimento efetivo dos efeitos reais das medidas, potenciando ainda o ajuste da solução face a problemas identificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alduán, A. (1996). “Calmar el Tráfico”, Ministério de Obras Públicas, Transportes e Medio Ambiente, Centro de Publicaciones.
- Almeida, A (2008). “Definição de Soluções Combinadas para o Tratamento de Troços de Atravessamentos de Localidades”. Dissertação apresentada para grau de Mestre em Engenharia Civil, sob a orientação da Professora Doutora Ana Maria César Bastos Silva, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra..
- Ashton, S & Mackay, G. (1979). “Some characteristics of the population who suffer trauma as pedestrians when hit by cars and some resulting implications”, In Proceedings of the IRCOBI Conference, Gothenberg.
- Avenoso, A. & Beckmann, J. (2005). “The Safety of Vulnerable Road Users in the Southern, Eastern and Central European Countries (The “SEC Belt”)”, European Transport Safety Council, Brussels.
- Bastos Silva, A., Vasconcelos, L., Correia, G. & Santos, S. (2013). “Microsimulação Aplicada aos Estudos de Acessibilidade”. 7º Congresso Rodoviário Português (CRP), 10 a 12 de Abril, Lisboa
- Bastos Silva, A.M.C; Seco, A.J.M.; Marques J.S; Marques P.L. Santos G.G.D (2004). “Potencialidades das técnicas de acalmia de tráfego na regulação do atravessamento de localidades”. 3º Congresso Rodoviário Português . LNEC Lisboa, Portugal, 24 a 26 de Novembro de 2004
- Biddulph, M, (2012). “Street Design and Street Use: Comparing Traffic Calmed and Home Zones”. *Journal of Urban Design*, 17:2, 213-232.
- Biddulph, M. (2010). “Evaluating the English Home Zones Initiatives”. *Journal of the American Planning Association*, 76:2, 199-218.
- Biddulph, M. (2003). “Towards Successful Home Zones in the UK”. *Journal of Urban Design*, 8:3, 217-241.
- Clayden, A. et al. (2006). “Improving Residential Livability in the UK: Home Zones and Alternative Approaches”. *Journal of Urban Design*, 11:1, 55-71
- County Surveyors’ Society (1994) “Traffic Calming in Practice”, Department of Transport, London.
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2008a). “Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes- Acalmia de Tráfego”.
- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2008b). “Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes- Princípios Básicos de Organização de Redes Viárias”.

- Danish Road Directorate (1993) “An Improved Traffic Environment– A Catalogue of ideas”. Ministry of Transport, Denmark.
- Danish Road Directorate (1981) “Highways Through Towns - a Catalogue of Ideas”. Ministry of Transport, Denmark.
- Decreto-Lei nº163-2006. Diário da República.
- De Wit, T. & Talens, H. (2001). “Traffic Calming in the Netherlands”, CROW, the Dutch National Information and Technology Centre for Transport and Infrastructure.
- Dourado, J.F. & Bastos Silva, A.M.C. (2013).” Evaluation of the Potential Application of Traffic Calming Measures in Residential Areas”. Proceedings of the CITTA 6ª Annual Conference on Planning Research - Responsive Transports for Smart Mobility, 17 May, 2013.
- Eubank-Ahrens, B. (1985). “The impact of woonerven on children’s behavior”. Children’s Environments Quarterly, 1(4), 39–45.
- ETSC (2008). “Shlow! Show me How Slow- Reducing Excessive and Inappropriate Speed Now: a Toolkit”. European Transport Safety Council. Brussels.
- ETSC (1995). “Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed” European Transport Safety Council. Brussels.
- Ewing, R. (1999). “Traffic Calming: State of the Practice”, Institute of Transportation Engineers, Washington.
- FHWA. (1994). “National Bicycle and Waling Study- Case Study no.19- Traffic Calming Auto-Restricted Zones and Other Traffic Management Techniques- Their Effects on Bicycling and Pedestrians”. Publication No. FHWA-PD-93-028, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C.
- Gårder, P. (2003). “The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine”. Accident Analysis and Prevention 36 (2004) 533–542.
- Gehl, J. (1987). “Life between Buildings: Using Public Space” Arkitektens Forlag. Copenhagen.
- GRSP (2008). “Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners”. Global Road Safety Partnership 2008, Geneva.
- Hass-Klau, C. et al. (1992). “Civilised Streets- A Guide to Traffic Calming”, Environmental & Transport Planning, Brighton.
- Hass Klau (1990). “An Illustrated Guide to Traffic Calming”, Friends of the Earth, London.
- Hoyle, C. L. (1995).”Traffic Calming”. American Planning Association. Michigan.
- Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias (2010). “Disposições Normativas. Medidas de Acalmia de Tráfego”
- Instituto de Mobilidade e Transportes Terrestres (2011). ”Coleção de Brochuras Técnicas/Temáticas- Acalmia de Tráfego- Zonas 30 e Zonas Residenciais ou de coexistência”.
- Ministry of Housing and Local Government (1966). “Cars in Housing”, Design Bulletin 10, London.

- Nunes da Silva, F. & Lajas Custódio, R. (2013). “Zonas 30 – Segurança Rodoviária, Vida e Vitalidade para os Bairros da Cidade de Lisboa”, 7º Congresso Rodoviário Português (CRP), 10 a 12 de Abril, Lisboa.
- OCDE (2006). “Speed Management”. Organization for Economic Co-operation and Development, European Conference of Ministers of Transport. OECD Publishing, Paris.
- OCDE (1998). “Safety of Vulnerable Road Users”. Organization for Economic Co-operation and Development. OECD Publishing, Paris.
- SCAFT (1968). “Principles for urban planning with respect to road safety”. Sweden
- Schepel, S. (2005). “Woonerf revisited - Delft as an example”, International Childstreet 2005 Conference, Delft.
- SETRA & CERTU (2000). “Zone 30- Priorité à droite, mini-giratoires, chicane...Phase expérimentale!”, France
- Smith, D. et al. (1980)- “State of the Art Report: Residential Traffic Management”, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Report No. FHWA/RD-80/092.
- SWOV (2010). “SWOV Fact Sheet- Zones 30: Urban Residential Areas”. Leidschendam.
- SWOV (2003) – “Traffic Calming schemes - Opportunities and Implementation Strategies”, Leidschendam.
- TSO (2007). “Local Transport Note 01/07- Traffic Calming”. Department for Transport, The Stationery Office, London.
- Vale, S. (2007)- “O Bairro Norton de Matos saúda-vos!”. Prova final de Licenciatura em Arquitectura, sob a orientação do Arquitecto José António. O. Bandeirinha, Universidade de Coimbra.
- Vis, A.A., Dijkstra A. & Slop, M. (1992). “Safety effects of 30 km/h zones in The Netherlands”. Accidents Analysis and Prevention, 24, 75-86.
- Webster, D. & Mackie, A. (1996). “Review of traffic calming schemes in 20 mph zones”. TRL Report 215. Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- ANSR @ 2013. <http://www.ansr.pt/>. Site oficial da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
- Encontro de Gerações @ 2013. <http://encontrogeracoesbnm.blogspot.pt/>. Blog oficial.
- FHWA @ 2013. <http://www.fhwa.dot.gov>. Official Site of Federal Highway Administration
- University of Washington @ 2013. <http://depts.washington.edu/open2100/>
- Wikipedia @ 2013. www.wikipedia.com
- Zona 30 @ 2013. <https://www.facebook.com/Zona30.pt> Página oficial de Zonas 30. Facebook.

ANEXO A- QUESTIONÁRIO



Mestrado Integrado em Engenharia Civil
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Inquérito aos moradores do Bairro Norton de Matos inserido na dissertação sobre o tema: *Avaliação do potencial de aplicação de medidas de acalmia de tráfego em espaços residenciais multifuncionais*

Dia: _____
 Hora: _____
 Local de recolha: _____

Jovem
 Activo
 Idoso

1.2- VISITANTE

1.2.1- Frequência com que vem ao Bairro:
 Todos os dias
 2 a 3 x por semana
 1x por semana
 Ocasionalmente

1.2.3- Habitualmente vem de que zona da cidade?

1.1- RESIDENTE

Rua de residência: _____

1.1.1- Quando precisa de se deslocar apenas dentro do Bairro que modo de transporte usa habitualmente?
 De automóvel/mota
 Porque:
 Os caminhos pedonais não são seguros nem cómodos.
 É mais rápido e cómodo
 Outra
 A pé/bicicleta

1.2.2- Como se desloca habitualmente até ao Bairro?
 De automóvel/mota
 Porque:
 Os TP não têm percursos/horários compatíveis com as minhas necessidades.
 Os caminhos pedonais não são seguros nem cómodos.
 É mais confortável e rápido.
 A pé/bicicleta
 De TP

1.2.3- Habitualmente vem ao bairro para:
 Trabalhar
 Escola/ Centro Norton de Matos
 Lazer

	1	2	3	4	5
	Discordo fortemente	Discordo	Nem concordo nem discordo	Concordo	Concordo fortemente

Situação actual

2- Quando ando a pé sinto que os automóveis circulam demasiado rápido.	1	2	3	4	5
3- As crianças podem brincar na rua sem correrem o risco de serem atropeladas.	1	2	3	4	5
4- Os automóveis quando passam nas ruas fazem muito ruído.	1	2	3	4	5
5- É difícil estacionar dentro do Bairro.	1	2	3	4	5

Opinião em relação a propostas de alteração das ruas

6- É necessário implementar medidas para os automóveis andarem mais devagar dentro do Bairro (ex: limitar velocidades, alterar sentidos, lombas, gincanas).	1	2	3	4	5
7- É necessário diminuir o número de automóveis que atravessam o Bairro.	1	2	3	4	5
8- Dentro do Bairro a velocidade máx de circulação dos automóveis devia ser 30km/h.	1	2	3	4	5
9- Nas praças e pequenas ruas de acesso às casas os peões deviam ter prioridade em relação aos automóveis.	1	2	3	4	5
10- É necessário organizar o estacionamento, de modo a haver mais espaço para as pessoas poderem circular e utilizar a rua.	1	2	3	4	5

Principais problemas na rede pedonal:
 Local: _____ Problema: _____
 Local: _____ Problema: _____

Figura A.1- Questionário destinado aos residentes e visitantes da área de estudo.

ANEXO B- Velocidades Medidas

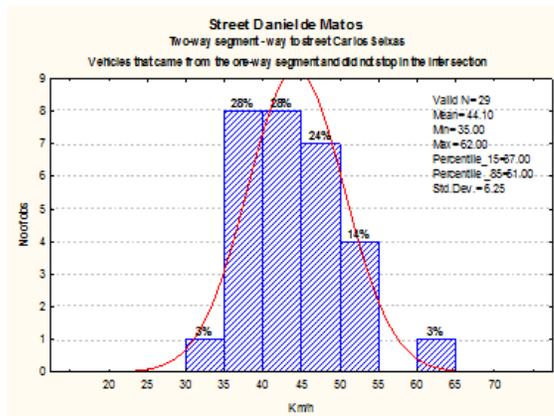


Figura B.1 - Distribuição de Velocidades na R. Daniel de Matos- Troço de dois sentidos, sentido Carlos Seixas; veículos que vinham do troço de sentido único e não pararam na intersecção. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

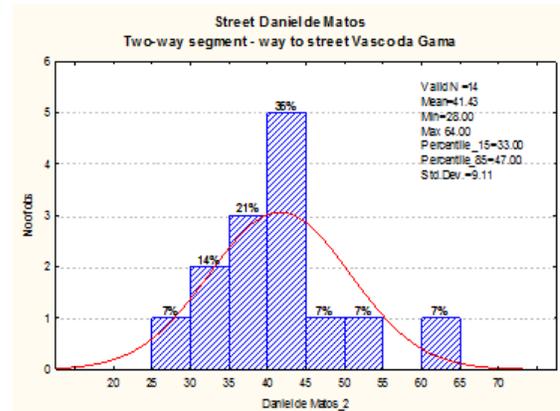


Figura B.2 - Distribuição de Velocidades na R. Daniel de Matos- Troço de dois sentidos, sentido Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

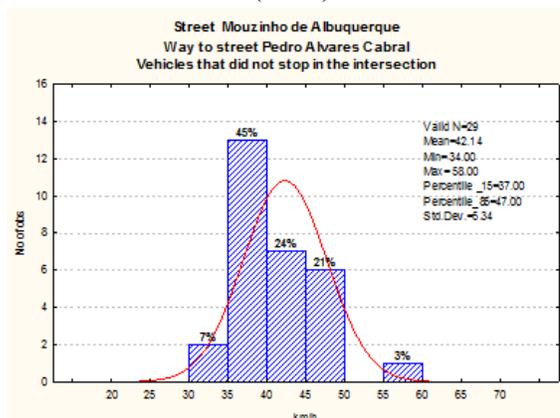


Figura B.3 - Distribuição de Velocidades na R. Mozinho de Albuquerque- sentido R. Pedro Álvares Cabral; veículos que não pararam na intersecção. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

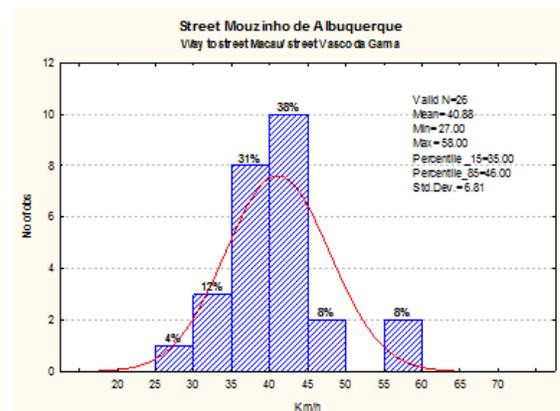


Figura B.4 - Distribuição de Velocidades na R. Mozinho de Albuquerque- sentido R. Macau/Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

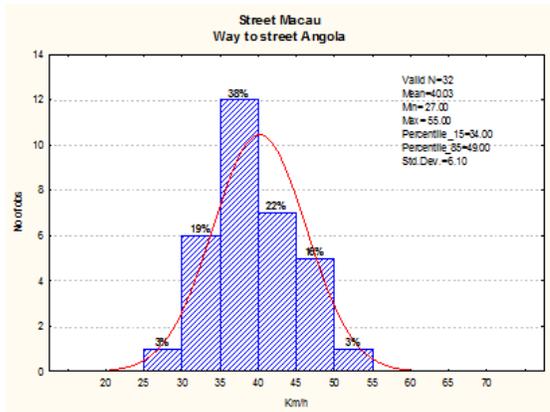


Figura B.5 - Distribuição de Velocidades na R. Macau- sentido R. Algola. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

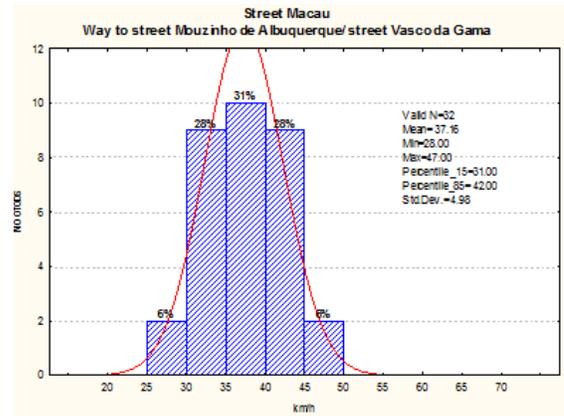


Figura B.6 - Distribuição de Velocidades na R. Macau- sentido R. Mouzinho de Albuquerque/Vasco da Gama. Fonte: Dourado & Bastos Silva (2013).

ANEXO C- Resultados da Microssimulação



Figura C1 - Afetação de tráfego correspondentes à situação atual.



Figura C2 - Afetação de tráfego após alterações.