

MANUAL  
DE PLANEAMENTO  
DAS ACESSIBILIDADES  
E DA GESTÃO VIÁRIA

04



**PRINCÍPIOS  
BÁSICOS DE  
ORGANIZAÇÃO DE  
REDES VIÁRIAS**

MANUAL  
DE PLANEAMENTO  
DAS ACESSIBILIDADES  
E DA GESTÃO VIÁRIA

04

# PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DE REDES VIÁRIAS

**Alvaro Jorge da Maia Seco**

Professor Associado da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade de Coimbra

**António José Pais Antunes**

Professor Associado com Agregação da Faculdade de  
Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Américo Henrique Pires da Costa**

Professor Associado da Faculdade  
de Engenharia da Universidade do Porto

**Ana Maria Bastos Silva**

Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade de Coimbra

---

## Ficha técnica

### COLECTÂNEA EDITORIAL

Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária  
(13 volumes)

### EDIÇÃO

Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N)  
Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território

### COORDENAÇÃO INSTITUCIONAL

Júlio Pereira (Director de Serviços de Desenvolvimento Regional/  
CCDR-N)

Mário Neves (CCDR-N)

Ricardo Sousa (CCDR-N)

### COORDENAÇÃO TÉCNICA

Américo Henrique Pires da Costa (Faculdade de Engenharia da  
Universidade do Porto)

Álvaro Jorge Maia Seco (Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade de Coimbra)

### ACOMPANHAMENTO

Composição da Comissão de Acompanhamento: CCDR-N, Gabinete  
de Coordenação dos Serviços de Apoio Local, Gabinete de Apoio  
Técnico do Vale do Lima, Gabinete de Apoio Técnico do Vale do  
Douro Superior, Gabinete de Apoio Técnico de Entre Douro e Vouga,  
Coordenador Regional da Medida 3.15 - Acessibilidades e Transportes  
do ON - Operação Norte, Direcção de Estradas do Porto do Instituto das  
Estradas de Portugal, Direcção Regional de Viação do Norte, Direcção  
Regional de Transportes Terrestres do Norte, Município de Matosinhos,  
Município de Vila Real, Município de Sernancelhe, Transportes Urbanos  
de Braga

### COORDENAÇÃO EDITORIAL

Gabinete de Marketing e Comunicação da CCDR-N

### DESIGN E PAGINAÇÃO

### PRODUÇÃO

### ISBN

### DEPÓSITO LEGAL

### DATA

*Os conteúdos expressos neste documento são da estrita  
responsabilidade dos seus autores*



## Apresentação

A presente colecção editorial intitulada “Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária”, promovida pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N) no seu Programa de Estudos no domínio das Políticas Públicas Locais “Análise de Casos e Elaboração de Guias de Boas Práticas em Sectores Prioritários”, tem a responsabilidade técnica de uma parceria entre a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

O carácter eminentemente técnico desta colecção, traduzido num conjunto de linhas de orientação e recomendações das melhores práticas, baseadas em experiências nacionais e estrangeiras, contribuirá, estamos certos, para que se afirme como um elemento essencial na adopção das soluções mais adequadas.

Ciente da importância desta matéria para o desenvolvimento do Norte de Portugal, a CCDR-N promoveu o envolvimento dos potenciais destinatários, convidando um amplo conjunto de entidades a integrar uma Comissão de Acompanhamento que emitiu os seus contributos e, nomeadamente, através da participação em três sessões de trabalho temáticas (Acessibilidades e Elementos de Tráfego; Cruzamentos e Sinalização e Mobilidade Urbana), onde se procedeu a uma apreciação global positiva do trabalho apresentado, antes de uma última revisão técnica da responsabilidade dos autores.

Não podemos deixar de subscrever o então sublinhado pelos membros da Comissão de Acompanhamento em relação à importância de novos contributos como este que permitam colmatar aquela que tem sido uma das fragilidades da intervenção em matéria de infra-estruturas e serviços de transporte - a carência em legislação específica, quer ao nível municipal, quer na articulação entre as redes municipais e as redes nacionais.

Esta colecção editorial não pretende constituir-se como um conjunto de normativos ou disposições legais mas, ao facilitar uma racionalização e harmonização das intervenções e promover o diálogo entre os diferentes intervenientes (responsáveis políticos, técnicos das diversas valências, comunidades locais), representa um importante contributo para um processo de decisão informado e um referencial de “Boas Práticas” na adopção de melhores soluções.

O InIR - Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, I. P., tem como principal missão fiscalizar e supervisionar a gestão e exploração da rede rodoviária, controlando o cumprimento das leis e regulamentos e dos contratos de concessão e subconcessão, de modo a assegurar a realização do Plano Rodoviário Nacional e a garantir a eficiência, equidade, qualidade e a segurança das Infra-estruturas, bem como os direitos dos utentes.

No âmbito das suas atribuições cabe exclusivamente ao InIR, I.P., a competência para o exercício de funções de Autoridade de Normalização em matéria de infra-estruturas rodoviárias, para a Rede Rodoviária Nacional, onde se incluem as Auto-estradas, Itinerários Principais e Complementares e a rede de Estradas Nacionais.

O InIR, I.P. tem vindo, nesse papel, a promover a elaboração de documentos normativos nacionais, necessários à boa execução, conservação, operação e manutenção das infra-estruturas rodoviárias. Um primeiro lote de documentos produzido encontra-se disponível para consulta no site oficial do InIR, I.P., na sua versão de Documento Base. Uma vez terminada a fase de análise e recolha de contributos aos documentos, dar-se-á início à produção da respectiva versão final, a publicar oportunamente.

Sublinhe-se que, sem prejuízo da qualidade e relevância da iniciativa, matérias contidas no Manual das Acessibilidades e Gestão Viária e versando temáticas relacionadas com as Estradas do Plano Rodoviário Nacional são da estrita responsabilidade técnica dos seus autores e editores, e não constituem matéria normativa para o Sector. Nesse domínio deve atender-se à documentação específica, produzida e divulgada pelo InIR - Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias, I. P., através do site [www.inir.pt](http://www.inir.pt).

# PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DE REDES VIÁRIAS

1. Enquadramento Geral	7
1.1 Os Diferentes Modos e Funções de um Sistema de Transportes	7
1.2 Princípios Básicos de Organização do Sistema	7
2. Princípios de Organização Hierárquica das Redes Rodoviárias	8
2.1 Justificação	8
2.2 Caracterização Funcional dos Diferentes Tipos de Vias	11
3. Condicionantes à Implementação de uma Hierarquização Viária Resultantes da Organização Espacial das Cidades	16
3.1 Introdução	16
3.2 A Cidade Espontânea	16
3.3 A Cidade Planeada	17
3.4 A Cidade Contemporânea	20
4. Regras de Desenho Integrado de Redes Rodoviárias	20
4.1 Princípios Básicos	20
4.2 A Organização das Redes Estruturantes	21
4.3 A Organização das Redes Locais	27
4.4 Metodologias de Avaliação do Desempenho de Redes Rodoviárias	29
4.5 Exemplos de Métodos de Abordagem de Problemas Tipo	31
4.6 Exemplos de Evolução “Natural” de Diferentes Redes Urbanas	32
4.7 Exemplo de Desenho Passo-a-Passo de uma Rede: O Caso de Setúbal	39
4.8 O Caso das Redes em Espaço Rural	44
5. Perfis Transversais Tipo de Arruamentos Urbanos e Estradas	46
5.1 Introdução	46
5.2 Princípios Básicos de Dimensionamento dos Diferentes Elementos Funcionais	46
5.3 Normativas Nacionais e Internacionais Relevantes	48
5.4 Princípios Metodológicos Adoptados	50
5.5 Soluções Tipo para Vias Colectoras	51
5.6 Soluções Tipo para Distribuidoras Principais	53
5.7 Soluções Tipo para Distribuidoras Locais	55
5.8 Soluções Tipo para Vias de Acesso Local	57
5.9 Exemplo da Gestão de Transições entre Perfis Transversais	57
6. Tipologias dos Cruzamentos	59
6.1 Enquadramento	59
6.2 Tipologia dos Cruzamentos: Características, Potencial e Aplicabilidade	60
6.3 Critérios de Selecção das Tipologias	67
6.4 Questões Relevantes para O Projecto	70
Bibliografia	72



# PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DE REDES VIÁRIAS



## 1. ENQUADRAMENTO GERAL

### 1.1 OS DIFERENTES MODOS E FUNÇÕES DE UM SISTEMA DE TRANSPORTES

Os sistemas de transportes, particularmente os que servem os espaços urbanos, são cada vez mais complexos sendo muitas vezes constituídos por múltiplos modos, simples ou combinados, como sejam os modos ferroviários, rodoviários individuais, motorizados ou não, e colectivos, pedonal, entre muitos outros com um campo de aplicação mais restrito e especializado.

Todos estes diferentes modos têm como funções básicas, por um lado, o serviço das necessidades de mobilidade das populações e das suas mercadorias e, por outro, a acessibilidade aos diferentes espaços territoriais onde se registam actividades humanas.

Por outro lado, é importante notar desde já que em muitos dos espaços “canal” utilizados por estes sistemas existe um conjunto de outras funções ligadas à vivência humana que têm também que ser servidas.

### 1.2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA

Os diferentes modos constitutivos de qualquer sistema de transportes apresentam características fundamentais muito diferentes, nomeadamente ao nível das respectivas velocidades de operação e capacidade de transporte de passageiros ou mercadorias, mas também ao nível do seu grau de vulnerabilidade e compatibilidade mútua.

Estas diferenças levam naturalmente a que, por sua vez, o seu potencial, campos e condições de aplicação sejam também muito diferentes.

Em termos funcionais essa diversidade de características e potencial leva naturalmente à adopção de dois princípios básicos de organização de qualquer sistema de transportes:

- Especialização funcional, de modo a tirar o máximo proveito das potencialidades de cada tipologia modal na resolução de cada uma das múltiplas tipologias de procura a serem servidas;
- Coordenação modal ou intermodalidade, de modo a reforçar o potencial do conjunto do sistema, através da utilização integrada de vários modos no serviço de algumas das necessidades de mobilidade e acessibilidade.

As consequências da aplicação destes princípios funcionais ao nível da organização espacial e física dos vários sistemas de transportes leva, também de forma natural, à identificação de três princípios básicos organizativos:

- Necessidade tendencial de segregação física, ou pelo menos temporal, das infra-estruturas dos diferentes modos, particularmente daqueles com maiores níveis de incompatibilidade funcional bem como destes face à generalidade das outras actividades próprias da vivência urbana. No entanto, esta segregação nunca será total, já que em muitos casos tal não é possível, necessário, ou mesmo desejável (ver Figura 1);





Figura 1 - Exemplo de compatibilização espacial de várias redes de transportes

- Aposta na coordenação da organização geográfica das diferentes redes modais de modo a, por um lado, minimizar a ocorrência e impacto de situações de conflito;
- Por outro lado, otimizar as condições de interligação modal, através da implantação e adequado projecto de pontos de interface modal.

Os eixos rodoviários urbanos ou rurais são uma componente muito importante, muitas vezes mesmo quase única, de qualquer sistema de transportes, sendo que os princípios acima enunciados se lhes aplicam de forma directa embora específica.

## 2. PRINCÍPIOS DE ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA DA REDES RODOVIÁRIAS

### 2.1 JUSTIFICAÇÃO

Tal como acima foi referido, os arruamentos rodoviários, urbanos e rurais, dão resposta a um conjunto variado de funções variando desde a garantia da mobilidade através da circulação rodoviária motorizada (e, por vezes, também ferroviária) e da garantia da sua acessibilidade aos diferentes espaços, até ao suporte de deslocações pedonais ou outras não motorizadas e, finalmente, de funções sociais próprias da normal vivência urbana.

A mesma lógica de optimização de funcionamento que leva à tendencial opção pela segregação modal, e que acima foi referida, leva também a que quando se avaliam as características e necessidades próprias destas diversas funções se opte por uma especialização das vias urbanas.

De facto, facilmente se conclui pela existência de dois tipos de funções rodoviárias motorizadas razoavelmente incompatíveis entre si e com níveis de compatibilidade muito diferentes face às restantes funções rodoviárias não motorizadas e não rodoviárias dos arruamentos.

Uma das funções rodoviárias básicas corresponde à função de “circulação”, que está associada ao período intermédio das viagens motorizadas, que decorre desde as proximidades do ponto de partida até às proximidades do ponto de chegada, onde o nível de serviço oferecido depende da garantia de condições fluidas, rápidas e seguras de deslocação, providenciadas por eixos viários com capacidade suficiente.

A outra função rodoviária é o “acesso” aos espaços urbanos adjacentes ou aos espaços de estacionamento na via por parte de veículos motorizados, que ocorre quer no início, quer no final das viagens, e onde a qualidade de serviço oferecida se mede, nomeadamente, pelas condições oferecidas para uma circulação segura em marcha reduzida e para a execução das manobras de acesso aos espaços adjacentes ou aos lugares de estacionamento.

As outras funções são as ligadas às deslocações em modos não motorizados, particularmente o modo pedonal mas também o ciclista e todas as funções de vivência urbana. Estas funções necessitam de um “ambiente” seguro e agradável que, genericamente, está associado à existência de níveis reduzidos dos fluxos e velocidades do tráfego motorizado.

Verifica-se, assim, que existe uma razoável compatibilidade entre as funções acesso e as de deslocação não motorizada e de vivência urbana, enquanto que todas estas se mostram razoavelmente incompatíveis com a função circulação, sendo essa incompatibilidade tanto maior quanto maiores forem as velocidades e os fluxos do tráfego motorizado existente.

Assim resulta natural que um desenho eficiente de qualquer rede rodoviária passa por uma estruturação baseada numa especialização funcional baseada em dois grandes conjuntos de vias: as vias estruturantes viradas fundamentalmente para o serviço da função de circulação e as vias locais viradas fundamentalmente para as funções de acesso e de vivência local.

Tal tenderá a contribuir para a existência de boas condições de circulação motorizada em paralelo com a existência de ambientes urbanos de qualidade.

No entanto, se esta separação entre funções razoavelmente incompatíveis é do senso comum, tal também o é não pretender levar esta lógica ao limite.

Na verdade o simples facto de que na esmagadora maioria dos casos o processo de definição de uma hierarquização viária se processar relativamente a redes urbanas já existentes e que servem espaços urbanos perfeitamente consolidados leva a que, normalmente, não seja viável uma separação completa das funções.

Para além disso uma lógica de utilização eficiente dos espaços urbanos e das infra-estruturas de apoio, nomeadamente as viárias, leva a que em muitas situações não seja adequada a duplicação de eixos viários em espaços próximos apenas para que se possa proceder a uma segregação completa de funções.

É assim habitual adoptar um número mais alargado de tipologias de vias, cada uma delas adequada para determinados pesos relativos das funções circulação e acesso.

Propõe-se a adopção de uma grelha de classificação funcional das vias baseada num conjunto de quatro tipologias, duas (vias colectoras ou arteriais e vias distribuidoras principais) ligadas predominantemente mas com pesos diferentes à função de circulação e constituindo a rede estruturante fundamental do conjunto do espaço urbano, e as outras duas (vias distribuidoras locais e de acesso local) ligadas predominantemente mas também com pesos diferentes ao serviço dos espaços onde se pretende dar prioridade à vivência urbana e que constituirão as redes viárias locais.

Na Figura 2 procura apresentar-se de uma forma esquemática as diferenças nos pesos relativos das funções circulação e de acesso existentes nas diferentes tipologias.

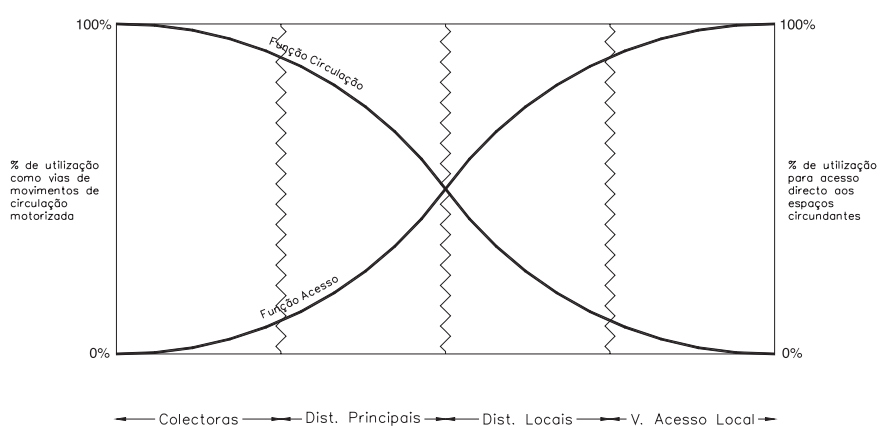


Figura 2 - Pesos relativos das funções circulação e acesso em função da tipologia das vias

Basicamente, as vias colectoras representam as vias de circulação por excelência, onde a função de acesso é residual.

Por outro lado, as vias de acesso local representam as vias de acesso por excelência, onde a função de circulação é residual.

As duas outras categorias, as vias de distribuição principal e local, pelo contrário, apresentam uma funcionalidade mista, com preponderância da função circulação na primeira e da função acesso na segunda.

Justifica-se, no entanto, uma nota relativamente ao facto de que, como se pode verificar na figura, este tipo de classificação não pretende nem permite garantir uma total homogeneidade de cada conjunto de vias classificadas numa determinada categoria.

De facto, por exemplo, entre as vias colectoras existirão algumas, as normalmente designadas auto-estradas ou vias rápidas urbanas, onde a função circulação é exclusiva, enquanto que algumas outras, normalmente devido a condicionamentos históricos da ocupação do território, terão que suportar alguma função de acesso.

O mesmo se verifica em todas as outras categorias onde as diferentes vias possuidoras dessa classificação tenderão a apresentar uma gradação mais ou menos contínua de pesos relativos entre as funções circulação e acesso.

Considera-se apesar disso, que a presente abordagem baseada em apenas quatro classes (e que corresponde basicamente à abordagem anglo-saxónica), é uma abordagem equilibrada, já que, se é certo que a adopção de um maior número de classes permite uma maior homogeneidade de características intra-classe, sendo por isso defensável (é aliás adoptada por algumas escolas internacionais de referência), aumentará, por outro lado, o número de zonas de fronteira entre classes, aumentando assim a dimensão das zonas onde o processo prático de classificação funcional das vias, porque discutível, é mais difícil.

Uma outra particularidade importante deste tipo de grelha de classificação funcional é a de que é, genericamente, possível identificar um grande conjunto de vias, as distribuidoras principais e locais e as de acesso local, que têm um funcionamento integrado num ambiente "urbano", podendo assim genericamente ser classificadas como "Ruas", e um outro conjunto, correspondente às vias colectoras, onde tenderá a ser necessário assumir um significativo grau de "rotura", não só física mas, essencialmente, funcional com o território envolvente, levando a que estas possam ser classificadas como "Estradas".

Esta diferenciação é extremamente relevante já que, como será visto adiante, é significativamente condicionante das características funcionais e físicas admissíveis para cada tipo de via.

De algum modo esta questão justifica uma referência ao facto de que o planeamento de uma rede rodoviária e o projecto dos seus diferentes elementos constitutivos dever ser desenvolvido por equipas multidisciplinares que, para cada caso, sejam capazes de encontrar as soluções que representem os melhores compromissos face aos múltiplos objectivos sempre subjacentes.

No entanto, é óbvio que ao nível das vias colectoras as funcionalidades rodoviárias devem ter um peso preponderante, de modo a garantir a eficiência destes eixos, enquanto que, pelo contrário, ao nível das vias locais, distribuidoras e de acesso, a questão da sua integração no ambiente urbano é, quase sempre, a questão preponderante.

As vias distribuidoras principais, por seu lado, representam normalmente o maior desafio, na medida em que é nestas vias que a competição entre as diversas funções pelo uso do espaço canal disponível, quase sempre limitado, é mais intensa e difícil de resolver, obrigando a uma procura aprofundada de compromissos coerentes.

Uma última nota relevante prende-se com o facto de que a classificação apresentada é uma classificação de base "funcional", devendo esse ser sempre o ponto de partida de qualquer processo de (re)organização de uma rede rodoviária, que suportará de seguida, todas as decisões aos nível das condições operacionais e físicas dos arruamentos e cruzamentos constitutivos da rede.

Outras metodologias de classificação, de base administrativa, geométrica, etc., com utilidade a outros níveis, tenderão a resultar em diferentes, embora desejavelmente relacionáveis, classificações.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO FUNCIONAL DOS DIFERENTES TIPOS DE VIAS

### 2.2.1 ENQUADRAMENTO

A partir da lógica organizacional acima apresentada, baseada no princípio da especialização funcional das vias é possível, a partir das funções básicas e condições de serviço desejadas para cada tipo de via, definir uma matriz de referência relativamente às características constituintes e funcionais básicas a atribuir às diferentes tipologias.

Há, no entanto, que ter em atenção que funcionando esta matriz como um referencial para as acções de organização e gestão das redes viárias, ela terá que incorporar alguns graus de liberdade, já que as redes geridas são, em grande parte, já existentes, o que implicará na generalidade dos casos a existência de condicionantes mais ou menos inultrapassáveis à aplicação de regras “puras”.

Deste modo na matriz que abaixo se apresenta procura-se não apenas apresentar regras ou princípios de referência que devem ser interpretados como os desejáveis na maioria das situações quando são viáveis de implantar, mas procura-se também definir gamas de alternativas possíveis explicando as eventuais condições de aplicabilidade.

### 2.2.2 AS VIAS COLECTORAS

#### 2.2.2.1 FUNÇÕES BÁSICAS E CONDIÇÕES DE SERVIÇO DESEJÁVEIS

De entre as vias estruturantes, as vias colectoras/ arteriais representam a classe mais exclusivamente virada para o serviço das deslocações de média e longa dimensão de ligação entre as zonas urbanas que representam os mais importantes pólos de geração e atracção de tráfego, estando a função de acesso reduzida a uma expressão mínima.

Grande parte das vias que servem o tráfego de atravessamento do espaço urbano canalizado por estradas de importância nacional ou regional deverão também ser englobadas nesta classe.

Nesta medida as vias devem ser dimensionadas e geridas de modo a garantir elevados níveis de serviço para a circulação motorizada, caracterizados por adequados níveis de fluidez, rapidez e segurança dos fluxos motorizados em circulação.

Deverão, assim, ser assumidas soluções funcionais e geométricas que evitem problemas de congestionamento e que permitam a circulação a velocidades significativas, tendencialmente superiores a 80Km/h.

#### 2.2.2.2 CARACTERÍSTICAS CONSTITUINTES E FUNCIONAIS BÁSICAS

Deste facto resulta que, normalmente, este tipo de vias deverá possuir um conjunto alargado de características:

- Só deverão existir veículos motorizados;
- Deverão formar uma rede contínua que permita uma ligação natural entre todos os pontos servidos;
- Nas vias mais importantes deverá ser expressamente proibido o acesso directo aos terrenos adjacentes. Nas menos importantes poderá ser aceitável admitir o acesso na mão a espaços comerciais ou de serviços geradores de níveis significativos de tráfego (de ordem de grandeza próxima de uma via distribuidora principal);
- Genericamente é proibido o estacionamento ao longo da via embora, em casos pontuais, possa ser necessário admitir estacionamento que deverá, sempre, ser do tipo longitudinal;
- Nas vias mais importantes não deverão existir trajectos pedonais imediatamente adjacentes ou cruzando-as de nível devendo estes atravessamentos ser sempre garantidos desnivelados. Nas vias menos importantes

poderá em alguns casos aceitar-se um número muito limitado de atravessamentos pedonais de nível que deverão sempre ser regulados por sinalização luminosa;

- Número limitado de cruzamentos e, tendencialmente, possuidores de características que permitam limitar ao máximo a perturbação na fluidez e rapidez dos fluxos principais de tráfego (nas vias colectoras mais importantes cruzamentos ou rotundas com desnivelamento dessa via). Preferencialmente este tipo de vias apenas tem ligação directa a outras vias estruturantes.

Genericamente, a aplicação deste conjunto de princípios pode ser ilustrado através do perfil transversal apresentado Figura 3.

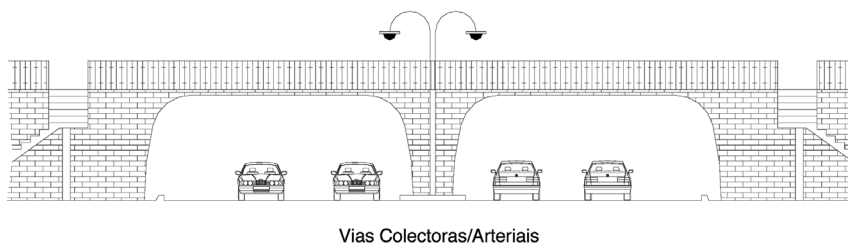


Figura 3 - Ilustração de perfil transversal tipo de uma Via Colectora

### 2.2.3 AS VIAS DISTRIBUIDORAS PRINCIPAIS

#### 2.2.3.1 FUNÇÕES BÁSICAS E CONDIÇÕES DE SERVIÇO DESEJÁVEIS

De entre as vias estruturantes, as vias distribuidoras principais representam a classe que tem como função principal fazer a ligação das vias colectoras às redes locais ou, em eixos estruturantes onde não se justifica a existência de vias colectoras, a ligação entre espaços de importância média. Têm, no entanto, também de, sem pôr em causa a sua função primordial, servir as necessidades de acessibilidade das actividades urbanas que se desenvolvem nos espaços adjacentes.

Estas vias devem ser dimensionadas e geridas de modo a garantir bons níveis de segurança e pelo menos razoáveis níveis de fluidez e rapidez dos fluxos motorizados, adoptando soluções geométricas que evitem problemas de congestionamento e que permitam a circulação a velocidades adequadas.

Note-se, no entanto, que em vias que atravessem zonas mais sensíveis, poderá justificar-se que o dimensionamento do desempenho rodoviário destes eixos tenha como referência, não a capacidade máxima de escoamento fisicamente possível, mas antes uma capacidade considerada ambientalmente aceitável.

Por outro lado, as velocidades adequadas são, em muitos casos, da ordem dos 50Km/h, tendo em conta que normalmente os trajectos percorridos usando este tipo de via não são muito extensos e normalmente atravessam zonas urbanas. No entanto, quando as vias se destinam a ligar zonas suburbanas não servidas por vias colectoras, poderá justificar-se a adopção de velocidades de referência superiores da ordem dos 70Km/h ou mesmo 90Km/h.

#### 2.2.3.2 CARACTERÍSTICAS CONSTITUINTES E FUNCIONAIS BÁSICAS

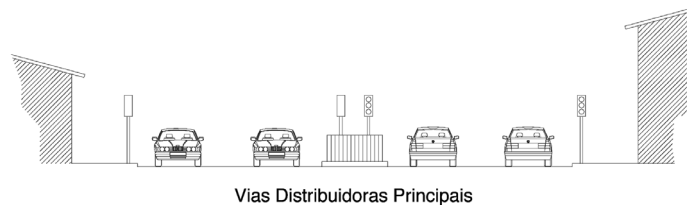
Este tipo de vias tenderá a justificar um conjunto alargado de características, designadamente:

- Não haverá proibição da circulação de veículos não motorizados, embora seja, normalmente, aconselhável criar troços de ciclovias segregados ao longo destes eixos, sempre que os fluxos de tráfego motorizados e/ou ciclista forem significativos;
- Atendendo às suas funções principais enquanto eixos de "ligação" este conjunto de vias poderá não formar uma rede contínua ao longo de toda a

zona urbana envolvida excepto quando essa zona não possui uma rede de vias colectoras;

- Será, em princípio, aceitável o acesso aos terrenos adjacentes devendo, no entanto, ter-se particular cuidado com as situações próximas dos cruzamentos que possam afectar o seu desempenho;
- O estacionamento na via é, normalmente, autorizado devendo, quase sempre, ser efectuado “ao longo” e afastado dos cruzamentos de modo a proteger o desempenho destes (afastamentos da ordem dos 25/50 metros serão em princípio aceitáveis), e a garantir razoáveis condições de escoamento e segurança do tráfego ao longo das vias;
- Quando espaços urbanos forem atravessados, situação comum, deverão existir trajectos pedonais formais adjacentes às vias, procurando-se, no entanto, que os pontos de atravessamento pedonal formais de nível sejam em número limitado devendo os peões ser “encaminhados” para eles. A tipologia de referência para estes atravessamentos são as passadeiras semaforizadas embora quando estes acontecem à sombra de um elemento de acalmia de tráfego, como são as rotundas, ou quando os fluxos e velocidades do tráfego forem moderados, possa ser aceitável o recurso a simples passagens de peões;
- Os cruzamentos deverão ter uma tipologia e características específicas que garantam os níveis necessários de capacidade rodoviária bem como de segurança e conforto para os peões quando estes existam;
- Para garantir que as velocidades de circulação são mantidas em níveis adequados poderá justificar-se a aplicação de medidas de acalmia de tráfego que não ponham em causa a fluidez do tráfego.

Genericamente, a aplicação deste conjunto de princípios pode ser ilustrado através do perfil transversal apresentado Figura 4.



Vias Distribuidoras Principais

Figura 4 - Ilustração de perfil transversal tipo de uma Via Distribuidora Principal

## 2.2.4 AS VIAS DISTRIBUIDORAS LOCAIS

### 2.2.4.1 FUNÇÕES BÁSICAS E CONDIÇÕES DE SERVIÇO DESEJÁVEIS

As vias distribuidoras locais representam uma classe que tem como função principal canalizar e distribuir dentro dos espaços locais o tráfego com destino e origem na rede estruturante e garantir a acessibilidade aos espaços adjacentes.

Tal deverá ser feito de forma que não ponha em causa a sua qualidade ambiental nem a sua capacidade de servir a normal vivência urbana. Também o tráfego de atravessamento deverá, tendencialmente, ser eliminado.

Estas vias devem ser dimensionadas e geridas de modo a garantir muito bons níveis de segurança particularmente para os peões, e razoáveis níveis de fluidez através de velocidades moderadas, eventualmente limitadas a 30/40 km/h.

Atendendo a que apenas servem tráfego local, que deverá ser limitado, nesta classe de vias a regra deverá deixar de ser a consideração da capacidade máxima potencial das vias, assumindo-se a aplicação generalizada do conceito de capacidade urbana e ambientalmente sustentável, o que corresponderá naturalmente à adopção de limites máximos bastante limitados para os níveis de tráfego admissíveis.

### 2.2.4.2 CARACTERÍSTICAS CONSTITUINTES E FUNCIONAIS BÁSICAS

Deste facto resulta que este tipo de vias deverá possuir um conjunto bastante bem definido de características:

- Neste tipo de via a circulação partilhada de tráfego motorizado e não motorizado é perfeitamente normal;
- Atendendo às suas funções este conjunto de vias deverá ao longo do aglomerado urbano criar um conjunto de redes contínuas associadas a cada espaço local e que poderão ou não ter ligações entre si;
- O acesso aos terrenos adjacentes é, no essencial, livre;
- O estacionamento, quer “ao longo” quer “em espinha”, é aceitável mesmo próximo dos cruzamentos;
- Existirão naturalmente trajectos pedonais formais adjacentes às vias sendo o atravessamento destas mais ou menos livre. Deverá, no entanto, existir um número razoável de atravessamentos formais, normalmente do tipo passadeira, destinados particularmente a servir os peões mais vulneráveis;
- O desempenho dos cruzamentos ao nível da capacidade e da fluidez ao longo dos arruamentos tenderá, como acima ficou implícito, a não ser crucial;
- As questões de segurança e conforto, especialmente as associadas à vivência local em geral e aos movimentos pedonais em particular, são particularmente importantes, sendo normal a utilização de medidas de acalmia de tráfego mais impositivas, com intervenções ao nível altimétrico dos perfis longitudinais das vias.

Genericamente, a aplicação deste conjunto de princípios pode ser ilustrado através do perfil transversal apresentado Figura 5.



Vias Distribuidoras Locais

Figura 5 - Ilustração de perfil transversal tipo de uma Via Distribuidora Local

### 2.2.5 AS VIAS DE ACESSO LOCAL

#### 2.2.5.1 FUNÇÕES BÁSICAS E CONDIÇÕES DE SERVIÇO DESEJÁVEIS

As vias de acesso local, para além de eventuais actividades associadas à vivência local, destinam-se apenas a servir o acesso directo aos espaços adjacentes e os movimentos pedonais.

Estas vias devem ser dimensionadas e geridas de modo a garantir muito bons níveis de segurança e conforto particularmente para os peões (o peão é “rei!”), e condições mínimas de fluidez do tráfego através de velocidades muito moderadas (eventualmente limitadas a 20/30 km/h). Os problemas de capacidade das vias não se deverão sequer colocar.

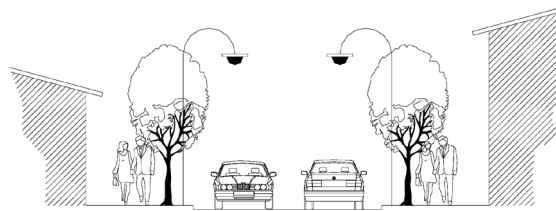
#### 2.2.5.2 CARACTERÍSTICAS CONSTITUINTES E FUNCIONAIS BÁSICAS

Deste facto resulta que este tipo de vias deverá possuir o seguinte conjunto de características:

- Atendendo às suas funções este conjunto de vias não deverá criar redes com continuidade significativa;

- O acesso aos terrenos adjacentes é livre;
- O estacionamento, quer “ao longo” quer “em espinha”, é autorizado desde que não ponha em causa actividades sociais ou lúdicas consideradas importantes;
- Poderão não existir trajectos pedonais formais sendo que, nesse caso, toda a rua será um espaço de partilha entre o automóvel e o peão com prioridade a dever ser dada ao peão. Não se justifica portanto a existência de atravessamentos formais;
- O desempenho dos cruzamentos ao nível da capacidade não deverá ser tido em conta sendo apenas importante ter em atenção os problemas de segurança associados aos movimentos pedonais.

Genericamente, a aplicação deste conjunto de princípios pode ser ilustrado através do perfil transversal apresentado Figura 6.



Vias de Acesso Local

Figura 6 - Ilustração de perfil transversal tipo de uma Via de Acesso Local

Na Figura 7 apresenta-se ainda uma visualização do que pode ser a aplicação integrada dos conceitos atrás apresentados para cada tipo de via de um território.

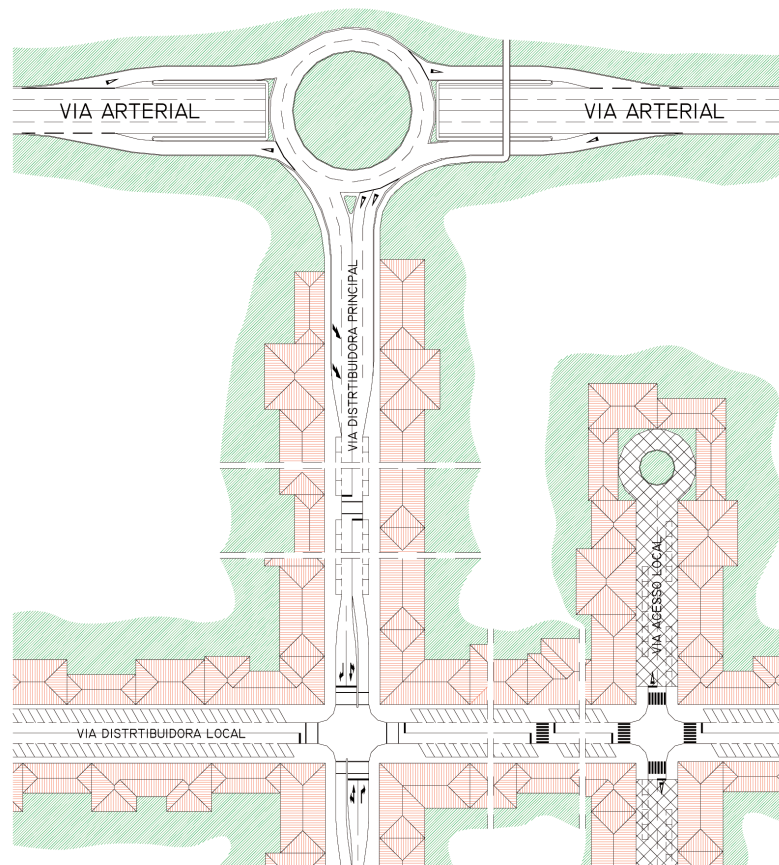


Figura 7 - Ilustração de um desenvolvimento espacial de uma sequência hierárquica de vias



## 3. CONDICIONANTES À IMPLEMENTAÇÃO DE UMA HIERARQUIZAÇÃO VIÁRIA RESULTANTES DA ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DAS CIDADES

### 3.1 INTRODUÇÃO

A selecção da tipologia funcional mais adequada a cada eixo viário deverá ser efectuada de modo a garantir, por um lado, níveis adequados de acessibilidade aos diversos espaços e de mobilidade entre eles e, por outro, permitir que as outras funções ligadas à vivência urbana possam também realizar-se de uma forma completa.

É no entanto essencial ter em consideração que, excepto em situações absolutamente excepcionais, o processo de implementação de uma rede hierarquizada acontece em espaços urbanos em grande medida já consolidados e onde portanto existe já um conjunto alargado de condicionantes ligadas quer à disponibilidade de espaço quer à lógica de organização e vivência do espaço.

Assim, no sentido de planear devidamente uma rede viária urbana e de implementar adequadamente os planos elaborados, é fundamental ter uma noção correcta da forma como no passado as cidades nasceram e cresceram e do papel que a rede viária desempenhou na sua génese e desenvolvimento.

Neste âmbito, e embora as cidades sejam obviamente todas diferentes umas das outras, elas podem ser classificadas em função da presença ou ausência de certas características. Uma das classificações mais relevantes é a que decorre de ter em consideração a natureza da sua génese e desenvolvimento até ao período em que a prática do planeamento urbano, como actividade sistemática, se generalizou, período esse que varia de país para país, mas que, em geral, se situa entre 1920 e 1960. Deste ponto de vista existem fundamentalmente dois tipos de cidades: as cidades espontâneas e as cidades planeadas.

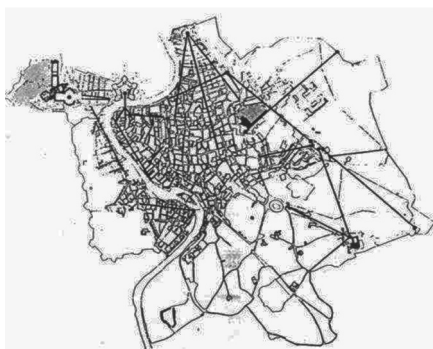


Figura 8v - Reestruturação urbana de Roma

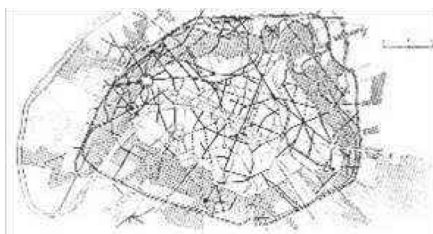


Figura 9 - Reestruturação urbana de Paris

### 3.2 A CIDADE ESPONTÂNEA

Um número muito significativo de cidades europeias nasceu de forma espontânea a partir de um núcleo surgido na Idade Média, em locais adaptados seja a funções de defesa (neste caso dentro de muralhas) seja a actividades de comércio. Esse núcleo era, do ponto de vista urbanístico, essencialmente caracterizado pela elevada intensidade da ocupação do solo e pela grande irregularidade do traçado e exiguidade da dimensão das vias.

As cidades em causa começaram por desenvolver-se em círculos definidos em torno do núcleo inicial, e ao longo das principais vias de acesso a esse núcleo. Este tipo de evolução deu origem a aglomerados de forma dita radio-cêntrica, um termo que põe em destaque a presença do centro e das vias radiais. Cidades como Coimbra e Viseu eram, ainda no final do século XIX, exemplos muito representativos desta forma urbana.

Ao longo do tempo este tipo de cidades foi crescendo por justaposição sucessiva de elementos (bairros, ruas, etc.) sem observância de qualquer lógica de conjunto. As vias tornaram-se, em geral, mais largas que as do núcleo inicial, mas o respectivo traçado permaneceu irregular.

Apenas em algumas grandes cidades houve intervenções mais abrangentes, sendo especialmente conhecidas aquelas que aconteceram em Roma (Figura 8) e em Paris (Figura 9), respectivamente nos séculos XV e XVIII. Este tipo

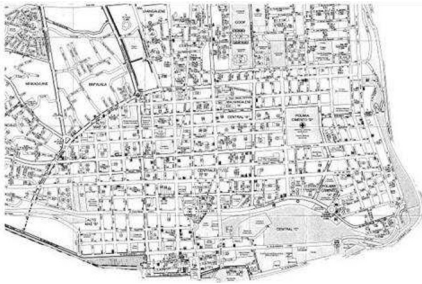


Figura 10 - Plano de Maputo

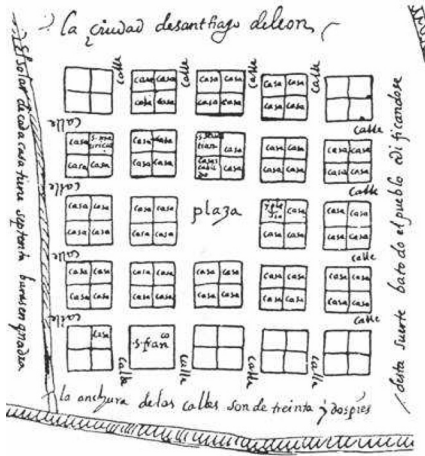


Figura 11 - Plano de Santiago de León

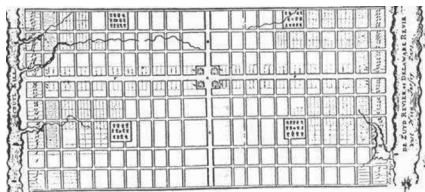


Figura 12 - Plano de Filadélfia

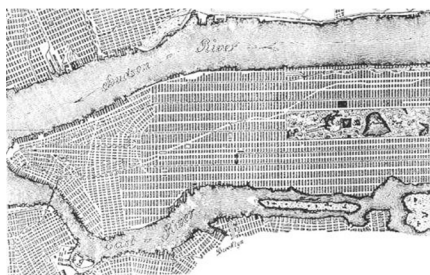


Figura 13 - Carta de Nova Iorque

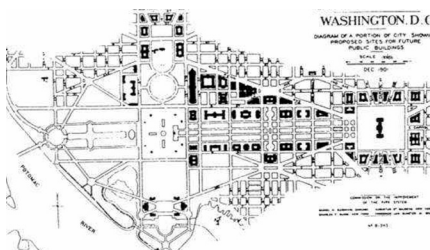


Figura 14 - Plano de Washington

de intervenções consistiu em introduzir uma nova rede viária, composta por grandes praças e longas avenidas, formando redes de traçado geométrico complexo, por 'cima' da rede existente. Por trás destas intervenções havia, por um lado, o propósito de facilitar a circulação de pessoas e veículos (ainda não motorizados) e/ou melhorar as condições de salubridade, e, por outro, a vontade de dotar as cidades da beleza formal e dos enquadramentos monumentais julgados necessários para a afirmação do seu prestígio.

O ritmo de crescimento das cidades espontâneas foi, em geral, muito lento até ao processo que ficou conhecido sob a designação de Revolução Industrial. Este processo, que a partir da Grã-Bretanha, no final do século XVIII, se propagou, primeiro à Europa e à América do Norte, e depois praticamente a todo o Mundo, deu origem a um fortíssimo movimento de urbanização. Com efeito, em resposta ao apelo da indústria, a população começou a estabelecer-se em redor das unidades fabris que iam sendo criadas, seja nas maiores cidades, seja em pequenas aldeias que rapidamente se transformaram em grandes cidades.

O referido movimento de urbanização deu frequentemente origem a enormes problemas urbanísticos, de que as expressões mais marcantes são os "slums" (bairros-de-lata) e o "urban sprawl" (crescimento das cidades em mancha-de-óleo). Londres, no século XIX, e Lisboa, no século XX, a partir dos anos 60, são exemplos de cidades onde ambos os fenómenos se manifestaram com especial intensidade.

A cidade que resultou deste processo é uma cidade normalmente caracterizada pelo elevado congestionamento da área central e das vias de acesso a essa área, assim como pela diminuição gradual das densidades do centro para a periferia e, apesar de tudo, com um progressivo aumento das dimensões médias dos eixos viários mais recentes.

### 3.3 A CIDADE PLANEADA

A outra forma urbana mais corrente é a denominada forma reticulada, que é característica das cidades planeadas anteriores à Revolução Industrial. Neste caso as cidades desenvolveram-se ao longo de um sistema de vias ortogonais, existindo inicialmente duas (ou quatro) vias principais que se cruzavam numa praça central.

A maioria das cidades fundadas no contexto da colonização europeia da África e da América possuíam esta forma. Maputo e Santiago de León (hoje Caracas) (Figura 10 e Figura 11), respectivamente resultantes das colonizações portuguesa e espanhola, são bons exemplos deste tipo de cidades.

Mas, como é evidente, os exemplos mais conhecidos são as cidades americanas, e nomeadamente Filadélfia (Figura 12), a primeira capital dos EUA, e Nova Iorque (Figura 13).

A exceção à regra da forma reticulada, aparece apenas nas cidades capitais, como por exemplo em Washington (Figura 14). Neste caso, optou-se por formas geométricas mais complexas, de modo a obter efeitos estéticos do tipo daqueles que caracterizam as intervenções em Roma e Paris atrás referidas.

Também de forma reticulada são muitas vezes, quer as cidades novas fundadas na Europa, na fase final da Idade Média, em postos avançados de territórios conquistados, quer as expansões urbanas então surgidas quando, por dificuldades relacionadas com a topografia, as cidades antigas não podiam crescer em torno das muralhas, para o lado de fora. Aigues Mortes (Figura 15), em França, e Tomar são bons exemplos das cidades e expansões em causa.

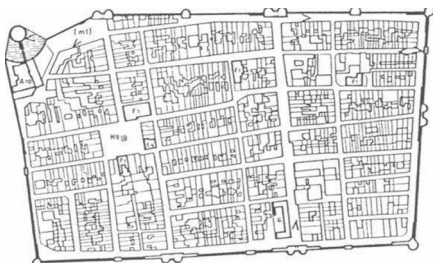


Figura 15 - Carta de Aigues-Mortes

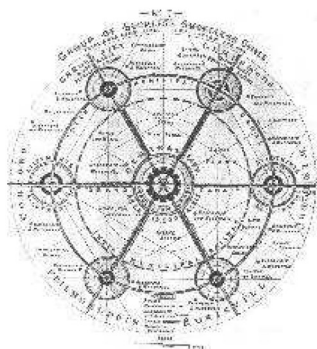
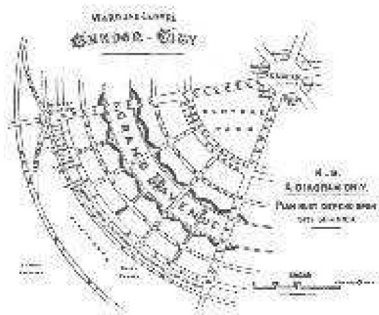


Figura 16 - Diagramas da cidade-jardim

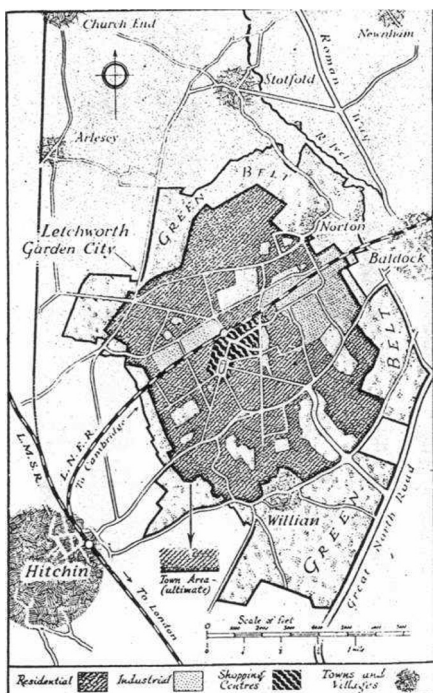


Figura 17 - Plano de Letchworth

A prevalência da forma reticulada em todas estas cidades prende-se com a facilidade de leitura (orientação) e de formatação de lotes para a construção que ela permite, dois aspectos importantes em cidades pensadas para acolher um grande número de habitantes num curto período de tempo.

O desenvolvimento de cidades planeadas com base na forma reticulada é essencialmente característico do período anterior à Revolução Industrial.

Depois dela, como consequência dos problemas a que deu lugar, e também para aproveitamento das oportunidades abertas pelo aparecimento do transporte motorizado (ferroviário e rodoviário), viveu-se uma época de excepcional criatividade urbanística, que se consubstanciou em dois novos modelos básicos de desenvolvimento urbano: a cidade-jardim, proposta por Ebenezer Howard no opúsculo *Tomorrow* em 1898 (reeditado em 1902 com o título *Garden Cities of Tomorrow*); e a cidade-racionalista, desenvolvida na vasta obra de Le Corbusier, e em particular nos trabalhos *La Ville Contemporaine* e *La Ville Radieuse*, respectivamente de 1922 e 1934.

A visão de Howard sobre o desenvolvimento urbano aparece sintetizada em dois famosos diagramas (Figura 16). Nos referidos diagramas advoga-se uma urbanização baseada em cidades novas e auto-suficientes, de dimensão relativamente pequena, onde se poderiam conjugar as vantagens da cidade com as vantagens do campo e, ao mesmo tempo, evitar as respectivas desvantagens.

Cada cidade teria por centro um jardim (daí a designação de cidade-jardim), em volta do qual se implantariam os principais equipamentos administrativos e culturais, e um parque urbano.

As zonas residenciais, compostas por moradias individuais, estariam dispostas ao redor do centro, ao longo de uma grande avenida circular. Nesta avenida estariam as escolas, lojas e outros equipamentos colectivos de uso corrente, localizados no centro de bairros ('wards') de cerca de 5000 habitantes. A periferia imediata seria ocupada por fábricas, oficinas, armazéns, etc.. A cidade estaria envolta por espaços agrícolas e florestais, que acolheriam os equipamentos indesejáveis em meio urbano.

Quando a dimensão máxima de uma cidade fosse atingida deveriam criar-se novas cidades, suficientemente distantes das restantes (aproximadamente 4 km). Progressivamente, formar-se-ia um sistema de sete cidades (uma no centro e seis em volta dela) com uma população total máxima de 250000 habitantes (58000 mil na cidade central e 32000 em cada uma das restantes), ligadas por transporte rodoviário, ferroviário e fluvial. Embora os diagramas apontem para um modelo de cidade extremamente rígido, a sua aplicação deveria, como Howard expressamente referiu, ser flexível, em função das características do local escolhido para a respectiva implantação.

O conceito de cidade-jardim, que foi aplicado pela primeira vez em Letchworth (Figura 17), influenciou fortemente o urbanismo da Grã-Bretanha e dos países mais sujeitos à sua influência, designadamente os EUA.

Em particular, inspirou o Plano Regional de Nova Iorque, elaborado nos anos 20 do século XX, que é normalmente considerado o primeiro exercício de planeamento físico à escala regional.

E inspirou também a política de "new towns" lançada na sequência do famoso Relatório Barlow para promover um desenvolvimento mais harmonioso do território britânico no pós-guerra, e especialmente para estancar o crescimento em mancha de óleo da cidade de Londres, no quadro da qual foram construídas, na Grã-Bretanha, 32 cidades novas (3 das quais com mais de 200000 habitantes).



Figura 18 - Esquema de uma Unidade de Vizinhança

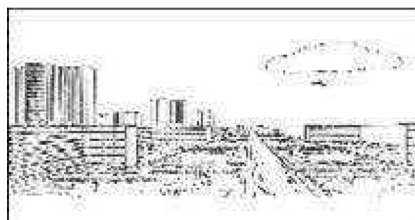
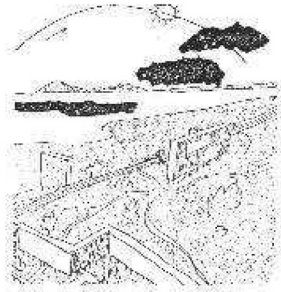


Figura 19 - Os espaços livres da cidade-racionalista

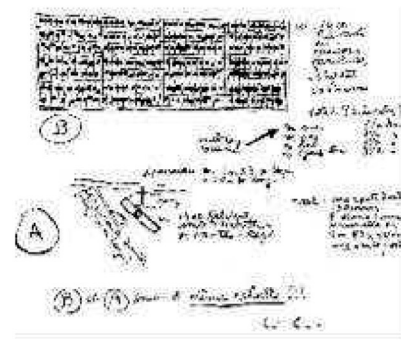
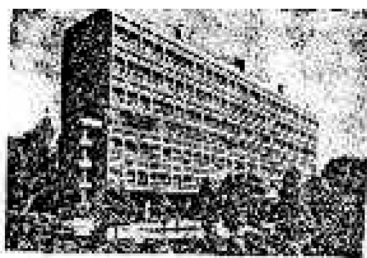


Figura 20 - Os blocos habitacionais da cidade-racionalista

No âmbito do Plano Regional de Nova Iorque, Clarence Perry propôs o importante conceito de unidade de vizinhança, que pode ser visto como um desenvolvimento dos “wards” da cidade-jardim (Figura 18).

De acordo com Perry, as cidades deveriam ser estruturadas em termos de pequenas unidades residenciais definidas em torno de uma escola primária, e com população suficiente para justificar a respectiva existência. A escola ocuparia o centro da unidade, juntamente com lojas e outros equipamentos locais.

A hierarquia de vias defendida por Perry revela preocupações que ainda hoje se podem considerar actuais. Na base da hierarquia estariam as denominadas vias interiores, cuja largura deveria ser apenas a suficiente para dar resposta às necessidades de utilização local.

Na Europa (continental), ao invés do que aconteceu na Grã-Bretanha, prevaleceram as ideias de Corbusier (e seus seguidores) sobre o desenvolvimento urbano. A solução de Corbusier para os problemas das cidades apontou, não no sentido de tornar as cidades menores, mas sim no sentido de as tornar diferentes.

Em primeiro lugar, defendeu a equalização das densidades dentro da cidade, através da criação de novas áreas centrais, como forma de combater os problemas de congestionamento resultantes dos fluxos de tráfego convergirem todos para as áreas centrais.

Em segundo lugar, defendeu o aumento das alturas de construção, como forma de obter os espaços livres de que as cidades careciam (Figura 19) e de diminuir os custos de urbanização (Figura 20).

Em terceiro lugar, defendeu a atribuição de zonas distintas às diferentes funções - habitar, trabalhar, cultivar o corpo e o espírito, e circular -, levando a um zonamento estrito da cidade (Figura 21). Em particular no que respeita à circulação, propôs a construção de um sistema de vias que, colocado acima do nível do solo, não interferisse em nada com o funcionamento da cidade.

E em quarto lugar, defendeu a necessidade da implantação e a arquitectura dos edifícios serem escolhidas por forma a assegurar as condições de insolação e ventilação mais correctas.

Os princípios da cidade-racionalista foram amplamente adoptados na Europa e em todo o Mundo. Particularmente na Alemanha, em França, e na Holanda existem muitos bons exemplos da aplicação dos referidos princípios.

Também em Portugal existe um ou outro bom exemplo, como é o caso dos bairros de Olivais-Sul em Lisboa e da Solum em Coimbra.

Mas o melhor exemplo de todos é certamente Brasília, uma cidade construída de raiz sob a direcção de Oscar Niemeyer, um dos mais conhecidos seguidores de Corbusier, para ser a capital do Brasil.

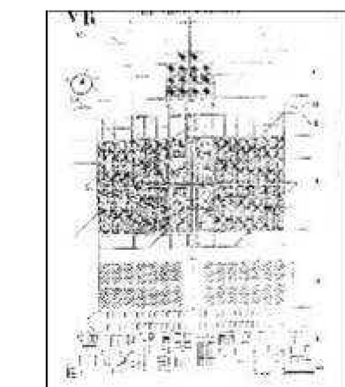


Figura 21 - Zonamento rígido da cidade-racionalista

### 3.4 A CIDADE CONTEMPORÂNEA

A cidade contemporânea, e em particular a cidade europeia, combina em maior ou menor grau elementos da cidade espontânea com elementos da cidade planeada, como resultado de uma longa e complexa evolução histórica.

Em matéria de intervenções sobre o sistema de transportes a questão que actualmente se põe é a de encontrar as melhores soluções de mobilidade para os problemas existentes tendo em conta os princípios de desenvolvimento urbano hoje considerados correctos.

Nesta perspectiva, três princípios são especialmente relevantes: o princípio da preservação; o princípio da coerência; e o princípio da sustentabilidade.

O princípio da preservação determina que as soluções de transporte adoptadas tenham em conta que a cidade, tal como chegou aos nossos dias, constitui um património histórico e cultural que importa conservar ou requalificar. Este princípio leva naturalmente a que sejam postas completamente de lado as transformações da rede viária que contribuam para descaracterizar o espaço urbano.

O princípio da coerência assenta no reconhecimento de que certas utilizações de um dado espaço urbano só são possíveis ou desejáveis na ausência de outras utilizações. E certas utilizações só são possíveis ou desejáveis na presença de outras utilizações. Por exemplo, é difícil manter a competitividade de uma área central (comércio e serviços) se essa área for intensamente utilizada por tráfego automóvel, e particularmente por tráfego automóvel pesado. E é difícil manter a atractividade de uma zona industrial se essa zona não estiver devidamente servida em termos deste tipo de tráfego.

O princípio da sustentabilidade determina que as soluções de transporte adoptadas tenham em conta a necessidade de usar com parcimónia os recursos naturais (e especialmente de energias não-renováveis), promovendo um desenvolvimento que responda às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras poderem responder às suas próprias necessidades. Este princípio leva naturalmente a que se privilegie o recurso aos transportes colectivos, e se incentive a utilização dos transportes individuais mais favoráveis ao ambiente (ou seja deslocações a pé e em bicicleta).

## 4. REGRAS DE DESENHO INTEGRADO DE REDES RODOVIÁRIAS

### 4.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS

Embora como se viu no ponto anterior existam inúmeras formas de organização espacial das cidades e portanto também inúmeras tipologias de redes viárias, existe no entanto um conjunto de princípios e regras de desenvolvimento "correcto" dos espaços que se reflectem directamente ao nível da organização das redes viárias.

Do ponto anterior ressaltou a necessidade de promover a evolução das cidades e, conseqüentemente, dos sistemas de transportes em geral e das redes viárias em particular, segundo três grandes princípios: da preservação, da coerência e da sustentabilidade.

De entre estes o da coerência está por trás de toda a lógica de organização das redes viárias urbanas já que claramente enuncia a importância de se garantirem níveis adequados de mobilidade sem que tal ponha em causa as restantes funções dos espaços urbanos. O princípio da preservação funcionará essen-

cialmente como condicionante uma vez que ao inviabilizar a implantação de soluções significativamente fracturantes dos espaços consolidados, limita a gama de opções de reformulação das redes viárias. O mesmo se passa com o princípio da sustentabilidade já que tenderá a funcionar como elemento regulador da escala das necessidades de mobilidade a serem servidas pelas infra-estruturas viárias.

Da aplicação destes princípios resulta, por um lado, que deverá sempre existir a preocupação de garantir que os espaços mais sensíveis pela sua importância ao nível da vivência urbana, nomeadamente as zonas residenciais, as históricas e, na maior parte dos casos, as zonas centrais das cidades sejam protegidas da “invasão” automóvel. Para tal deverá procurar aí garantir-se a existência de redes viárias locais com características tais que as tornem capazes de servir as necessidades do tráfego local de uma forma compatível com as restantes funções destes espaços mas que as tornem pouco atractivas para o restante tráfego.

A mesma lógica de protecção dos espaços mais sensíveis leva a que, sempre que possível, mas particularmente na rede colectora do tráfego, se procure localizar a rede estruturante ao longo de canais próprios onde os efeitos de barreira e intrusão, inevitavelmente produzidos, possam mais facilmente ser minimizados. Por outro lado será importante que esta rede seja capaz de garantir as necessidades de circulação automóvel em boas condições de fluidez e segurança e que seja suficientemente atraente para a esmagadora maioria dos veículos de modo a que não haja tendência para a utilização das redes locais para este efeito.

## 4.2 A ORGANIZAÇÃO DAS REDES ESTRUTURANTES

### 4.2.1 OBJECTIVOS

Qualquer processo de (re)organização de uma rede viária estruturante de qualquer território, nomeadamente de características urbanas, tem subjacente a prossecução de um conjunto de objectivos específicos que deverão ser definidos tendo em atenção o papel atribuído aos sistemas rodoviários no âmbito das relevantes opções de política de mobilidade, bem como, e de forma muito marcante, as grandes opções de ordenamento e desenvolvimento do território.

Em qualquer caso existe um conjunto de objectivos tipo que, em maior ou menor grau, estão envolvidos num processo deste tipo, variando depois em cada caso a importância relativa entre eles. São eles:

- Garantia de Bons Níveis de Serviço dos eixos e cruzamentos no apoio à função de circulação sendo habitualmente relevante a identificação de indicadores adequados capazes de caracterizar o desempenho expectável para os diferentes elementos da rede ao nível nomeadamente da (reserva de) capacidade/fluidez, rapidez ou segurança oferecidas;
- Garantia de função de acesso em condições adequadas nos eixos onde esta valência tem relevância e pode ser acomodada;
- Garantia de cobertura espacial completa do território, com cada zona base tendo acesso a eixos de ligação às restantes com as características adequadas à importância da ligação;
- Protecção/Não Atravessamento de Zonas Nobres como sejam CBD's, ou espaços residenciais, históricos ou naturais importantes, devendo ser definidos critérios claros que permitam identificar de forma bastante natural os espaços a proteger bem como os níveis aceitáveis de “carga” de tráfego que os respectivos eixos estruturantes poderão servir sem uma sobrecarga inaceitável sobre o ambiente e vivência urbanas envolventes;
- Minimização dos impactes sobre as zonas atravessadas devendo as soluções seleccionadas para cada caso de atravessamento serem devida-

mente pesadas face ao impacte previsto, nomeadamente ao nível da poluição atmosférica e sonora previsível bem como ao nível do grau de “intrusão” expectável. A este aspecto liga-se a aplicação, como referência para a avaliação do desempenho esperado dos eixos viários, do conceito de “capacidade ambientalmente aceitável” em oposição ao conceito de “capacidade máxima de escoamento disponibilizável”.

Como ficou implícito na listagem efectuada é importante que não apenas sejam identificados os objectivos genéricos a atingir e o seu peso relativo, mas deverá ser feita em paralelo uma selecção de um ou mais indicadores e critérios de avaliação do desempenho que permitam, de uma forma o mais objectiva possível, a avaliação da qualidade das soluções desenvolvidas quer durante a fase de estudo quer após a sua implementação.

#### 4.2.2 VERTENTES DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

O desenvolvimento de uma boa solução de estruturação viária depende obviamente da realização de um adequado processo de caracterização e diagnóstico quer relativamente às características básicas e dinâmicas de ordenamento do território envolvido, bem como relativamente às necessidades de mobilidade e acessibilidade no mesmo.

É possível identificar um conjunto de grandes áreas de trabalho e, para cada uma delas, definir algumas regras básicas de trabalho. Genericamente podem-se definir as seguintes quatro:

- **Identificação da organização espacial do território:** será essencial realizar uma identificação, delimitação e caracterização rigorosa dos diferentes espaços locais, com particular relevo para os mais nobres ou sensíveis que necessitam de defesa especial, mas também dos grandes equipamentos ou centros de actividade;
- **Quantificação das necessidades de mobilidade:** outra das tarefas fundamentais prende-se com a quantificação das necessidades de mobilidade através da rede estruturante de modo a poder ser realizada uma selecção adequada das características e localizações adequadas para os diversos eixos o que permitirá a adopção de uma rede capaz de oferecer níveis de capacidade superiores à procura garantindo assim bons níveis de fluidez e sendo portanto capazes de captar de uma forma natural o tráfego a que se destinam; note-se que, naturalmente, a caracterização da mobilidade deverá ser realizada usando um zonamento compatível com a organização espacial do território identificada no ponto anterior;
- **Identificação e caracterização da topologia, organização funcional e características físicas e níveis de desempenho dos diferentes elementos** observados no presente e previstos no futuro em função das dinâmicas existentes: ao nível da topologia base da rede é obviamente importante que se procure identificar a matriz base de referência, do tipo rádio-cêntrica, reticulada, mista ou outra, existente de modo a que o desenvolvimento da solução se possa fazer em harmonia com esta; também a caracterização da estrutura funcional existente na rede, através da identificação dos eixos que apresentam funções estruturantes, e de quais as redes ou eixos que desempenham funções de distribuição e acesso local, bem como do modo como estes dois tipos de vias se interligam em cada espaço local; finalmente, avaliação das condições físicas (perfis transversais e espaços canais existentes; tipologias e características dos cruzamentos, ...), e de funcionamento operacional (tempos de trajecto, ...) presentes e sua evolução previsível, para os diferentes elementos da rede, é também muito importante, na medida em que tal permitirá identificar as principais disfunções verificadas (congestionamento, sinistralidade, intrusão significativa, ...), bem como os

elementos ainda possuidores de folgas de capacidade ou níveis de serviço particularmente favoráveis;

- **Identificação e caracterização das principais condicionantes à mudança física do sistema:** a adequada identificação do grau de consolidação dos espaços existentes bem como o conhecimento e características dos espaços canais disponíveis ou disponibilizáveis, é uma questão de grande relevância, já que permitirá a avaliação do grau de liberdade existente para a procura de soluções de estruturação viária que passem pela adopção de alterações topológicas ou físicas mais ou menos significativas; naturalmente esta área de trabalho tem pontos de contacto significativos e deverá ser realizada em coordenação com os trabalhos efectuados no âmbito dos pontos um e três anteriores.

#### 4.2.3 ESTRATÉGIAS E SOLUÇÕES

A partir do diagnóstico efectuado torna-se possível proceder ao desenvolvimento de uma nova solução.

Sendo que, à partida, existe normalmente uma gama significativa, não só de tipologias sistémicas de solução possíveis, mas também e sobretudo de variantes mais ou menos pontuais às mesmas, justifica-se, assim, a apresentação de uma forma sistematizada das diferentes estratégias de intervenção e soluções parcelares de reorganização da rede passíveis de adopção.

Tal permitirá depois, como num *puzzle*, a “montagem” da solução global a partir das diferentes opções e soluções parcelares.

Podem identificar-se as seguintes grandes áreas de decisão e intervenção parcelar ao nível de uma rede estruturante:

- Definição do Número adequado de Níveis Hierárquicos;
- Selecção de uma topologia da rede estruturante abrangente e coerente;
- Adopção de soluções de protecção dos espaços locais;
- Selecção das características operacionais desejáveis para os elementos da rede;
- Identificação e resolução dos principais conflitos com outros sistemas de transportes;
- Desenvolvimento de soluções sistémicas de apoio aos Transportes Colectivos.

23

Um dos primeiros conjuntos de decisões a tomar prende-se com a decisão sobre o **número adequado de classes funcionais de vias a utilizar** dependendo da complexidade e dimensão do espaço urbano em causa e **do papel a assumir pelas estradas nacionais** que atravessam o espaço em estudo.

Em espaços urbanos de dimensões moderadas, não se justificará, em princípio, a implantação de uma rede com características de rede colectora do tráfego já que os volumes de tráfego de atravessamento e os relativos aos principais eixos de ligação internos tenderão a ser moderados, não justificando os custos de investimento e ambientais envolvidos. Nestes casos poderá optar-se por uma estrutura com três níveis transferindo-se para a rede distribuidora principal as funções normalmente atribuídas à rede colectora. De notar que, neste caso, haverá que dar uma atenção especial aos problemas de compatibilização dos tráfegos com características mais ou menos locais e o tráfego de atravessamento. Tal poderá passar pela adopção de medidas, habitualmente designadas de acalmia de tráfego, que permitem a compatibilização de comportamentos dos diferentes utentes da via.

Associada a esta questão, em espaços urbanos, concelhios ou metropolitanos, põe-se o problema de decidir sobre qual a função a atribuir no âmbito da rede estruturante desses espaços, por parte das estradas que fazem parte do Plano Rodoviário Nacional (PNR) e os atravessam. Os princípios base de orga-



nização aconselham a que só sejam funcionalmente incluídas nas redes desses espaços, os eixos que têm como função significativa o serviço da acessibilidade e mobilidade interna deles e, por outro lado, todos os eixos nacionais são integrados na rede estruturante, devendo os mais importantes, IPs e ICs, ser sempre considerados como eixos colectores, enquanto que relativamente às ENs e ERs, tal dependerá da importância da função de circulação, particularmente de âmbito regional, que estes sirvam. Assim, por exemplo um IP formalizado por uma auto-estrada não deverá ser incluído na rede estruturante de um município normal, mas tal já deverá acontecer relativamente à rede estruturante de uma área metropolitana.

A **definição de uma topologia de rede estruturante abrangente e coerente**, assenta na adopção de um conjunto de princípios organizativos fundamentais e soluções tipo.

Em condições normais será natural que a topologia da nova solução corresponda a uma evolução lógica da topologia original já que tal tenderá a permitir o aproveitamento máximo das potencialidades dos elementos da rede já existentes.

Por outro lado, o sistema de vias estruturantes, constituído pelos eixos distribuidores principais e, se existirem, pelos eixos colectores, deverão garantir uma cobertura completa do território em análise, com os principais eixos de ligação a serem, naturalmente, servidos pelos arruamentos funcionalmente mais importantes.

Note-se ainda que o nível hierárquico de vias mais elevado que existir, colector ou distribuidor, deverá formalizar uma rede contínua que permita uma ligação sem cortes entre os principais pólos de geração e atracção de tráfego do território bem como entre estes e os principais eixos nacionais que existam nas imediações. No entanto, no caso de este ser o colector, não é obrigatório que este se estenda por todo o território, apenas se justificando a sua existência quando os níveis de procura forem suficientemente exigentes. Pelo contrário, existindo uma rede básica de vias colectoras, tal significa que não existe a obrigatoriedade de existência de uma rede de vias distribuidoras principais única e contínua, sendo apenas necessário que as diferentes redes que sirvam diferentes áreas do território, estejam ligadas à rede básica colectora.

Uma outra preocupação essencial aquando da organização do sistema de redes estruturantes prende-se com a necessidade de adopção de **soluções que minimizem as situações de invasão e o respectivo impacto sobre os espaços locais, do tipo residencial, histórico ou outros, com particular ênfase relativamente aos mais nobres**.

Atendendo a que o funcionamento eficiente das vias colectoras implica a existência de um ambiente tendencialmente “rodoviário”, devendo estas vias ser genericamente tratadas como “estradas”, o seu desenvolvimento deverá normalmente acontecer ao longo de canais segregados relativamente aos espaços urbanos ou naturais envolventes. Já as vias distribuidoras principais, atendendo ao seu carácter mais “urbano” podem ser tratadas como “ruas”, pelo que possuem um razoável nível de compatibilidade potencial para um desenvolvimento integrado no seio dos espaços urbanos, desde que não muito “sensíveis”.

Deste modo a protecção dos espaços locais, sejam eles localizados nos centros das cidades ou em zonas mais periféricas, poderá ir desde soluções radicais em que se procura que não existam quaisquer vias estruturantes no seu seio, até soluções menos ambiciosas onde apenas se procura o afastamento total das vias mais importantes, normalmente colectoras, enquanto que relativamente à menos importantes, se procura que estas apenas sejam utilizadas por tráfego relevante para a viabilidade desses espaços locais, procurando-se, assim, evitar a existência de tráfego de atravessamento.

Tal pode ser conseguido através da adopção de uma ou várias soluções que, genericamente, resultam da adopção de diferentes estratégias de aumento dos custos generalizados de circulação nos eixos que atravessam os espaços a proteger e, na medida do possível, da redução dos associados aos eixos que permitem “contornar” estes espaços, tornando estes assim mais atractivos em termos relativos.

As soluções podem ser baseadas em alterações físicas ou de trajecto impostas aos eixos viários, ou ainda em alterações à forma de regulação do acesso e utilização das mesmas pelos diferentes utentes. É possível identificar o seguinte conjunto de estratégias básicas (Figura 22):

- protecção total da zona através do desnivelamento do(s) eixo(s) que servem o tráfego de atravessamento;
- aumento do tempo de trajecto de atravessamento por aumento da sinuosidade do traçado;
- aumento do tempo de trajecto pela introdução de elementos de redução de velocidade;
- aumento do custo generalizado de acesso ao centro através do controlo “artificial” dos fluxos máximos de tráfego passíveis de aceder à zona, através do recurso a sistemas de portagens “virtuais” formalizadas por sistemas semaforizados de regulação do tráfego; embora este tipo de estratégias seja concretizado essencialmente através de soluções de regulação do tráfego, a sua implementação eficiente aconselha a adopção de determinadas soluções de organização física de alguns componentes da rede viária como seja a localização em pontos chave de vias Bus que permitam a defesa da circulação dos transportes colectivos rodoviários;
- aumento do custo generalizado de deslocação no centro pela introdução de portagens;
- eliminação da possibilidade de atravessamento do espaço a proteger.

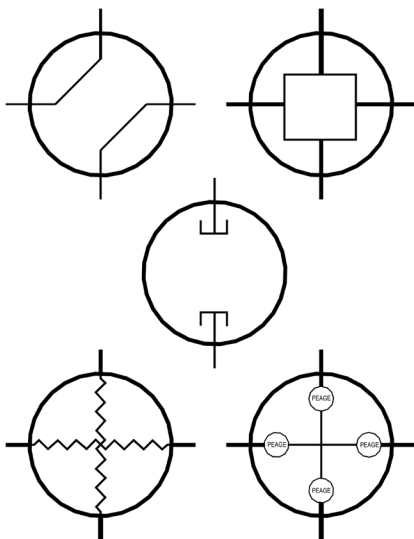


Figura 22 - Tipos de estratégias de protecção de espaços centrais

A selecção da arquitectura base das redes estruturantes tem que ser acompanhada da **selecção de soluções geométricas e de regulação dos seus principais elementos constitutivos** de modo a garantir um funcionamento operacional eficiente.

Uma primeira importante linha de acção prende-se com a selecção do número, localização e tipologia dos nós de ligação internos das redes bem como dos nós de ligação destas às redes locais e espaços envolventes. Para garantir boas condições de fluidez dos principais eixos estruturantes, particularmente dos colectores, é importante que a densidade de nós na rede não seja demasiado elevada e que estes sejam de tipologias que não só garantam os necessários níveis de capacidade, mas também que minimizem os atrasos impostos aos utentes das vias principais. Os cruzamentos de acesso às redes locais, em princípio maioritariamente colocados nas vias distribuidoras principais, poderão normalmente ocorrer com alguma frequência, devendo no entanto também tender a garantir prioridade e bons níveis de fluidez aos eixos estruturantes. Este assunto será desenvolvido no ponto 6 apresentando-se nomeadamente um conjunto de critérios de selecção das soluções para aplicação a diferentes tipos de situações.

Uma segunda linha de acção relaciona-se com a selecção dos perfis transversais tipo adequados aos diferentes eixos estruturantes. Decisões terão que ser tomadas quer ao nível do número de faixas de rodagem e vias de tráfego a adoptar, quer sobre a eventual existência ou não de espaços de estacionamento ao longo das vias, quer ainda sobre a eventual existência e características básicas de eixos pedonais ou cicláveis, ou ainda vias rodoviárias especializadas do tipo BUS, HOV, ou reversíveis que devam ser consideradas à partida. Este assunto será também desenvolvido no ponto 5 abaixo.

Uma última linha de acção que poderá justificar desenvolvimento pelo menos parcial já nesta fase do trabalho, prende-se com alguns dos aspectos

ligados à definição de princípios sistémicos de regulação e gestão operacional das redes. Questão particularmente relevante prende-se com a avaliação da eventual relevância de adopção de soluções de eixos ou mesmo circuitos ou redes com funcionamento em sistema de sentidos únicos. De facto esta é uma decisão que pode depender mas também influenciar intimamente, a arquitectura final das redes, e que embora tenda a aumentar os trajectos impostos aos utilizadores, permite no entanto em muitos casos a disponibilização de maiores capacidades e condições de fluidez do tráfego, bem como, em alguns casos, da resolução ulterior de conflitos entre as redes rodoviárias e outras redes, particularmente as pedonais.

Uma outra importante linha de análise e desenvolvimento das soluções de ordenamento de redes rodoviárias estruturantes prende-se com a **identificação dos principais pontos de conflito das “novas” redes rodoviárias, com as restantes redes de transportes e sistemas urbanos**, e da selecção de soluções tipo de resolução dos mesmos.

Uma das principais preocupações prende-se com o tratamento dos principais pontos de cruzamento com as redes pedonais sendo que no caso dos cruzamentos com as vias colectoras desejavelmente tenderá a procurar-se soluções de desnivelamento enquanto que nos cruzamentos com as vias distribuidoras a principal preocupação prende-se normalmente com a limitação do seu número. Note-se que a consideração desta questão nesta fase viabilizará em muitos casos a adopção de soluções de melhor qualidade (por exemplo oferecendo trajectos pedonais mais rectilíneos) e mais baratas do que será o caso se a resolução destes conflitos for apenas considerada nas fases de projecto das infra-estruturas rodoviárias.

Cada vez mais começa a ser também necessário integrar nesta fase o planeamento da compatibilização das redes rodoviárias com redes de ciclovias. Relativamente a esta questão os princípios organizativos de referência indicam a necessidade de garantir uma separação total dos circuitos ciclistas face às vias colectoras, e de uma tendencial segregação também relativamente aos eixos distribuidores limitando-se desejavelmente os pontos de conflito entre estas redes aos respectivos pontos de cruzamento.

Uma última área de trabalho liga-se com a identificação e resolução das principais áreas de conflito entre os eixos rodoviários estruturantes e as funcionalidades urbanas existentes nos espaços atravessados. Este tipo de problemas tende a ser particularmente relevante quer em vias estruturantes de atravessamento de localidades quer em zonas centrais, *CBDs*, dos aglomerados urbanos. Nestas zonas existe nomeadamente um peso significativo dos conflitos potenciais entre veículos e peões, embora nestes casos com características de localização e tipo algo difusos o que tende a dar-lhes um carácter de “canais partilhados”. A análise deste tipo de problemas nesta fase do trabalho prende-se fundamentalmente com a avaliação do grau de conflitualidade expectável em cada caso e com a identificação de soluções adequadas, particularmente do tipo “medidas de acalmia de tráfego”, mas também, em alguns casos mais difíceis, outras mais radicais que podem implicar a segregação pelo menos parcial das funções.

Em muitos espaços territoriais justifica-se a existência de serviços eficientes de transportes colectivos, nomeadamente rodoviários. Normalmente **a organização da infra-estrutura rodoviária direccionada para o apoio dos modos de transportes mais eficientes** é um instrumento importante para a prossecução deste tipo de objectivo, sendo importante que essa valência seja também considerada o mais cedo possível na fase de organização das redes rodoviárias.

Uma primeira área de actuação interessante prende-se com o desenvolvimento de uma rede abrangente e coerente de corredores BUS, capazes de oferecer a máxima protecção possível a este modo de transportes face à insta-

bilidade temporal das condições de fluidez do tráfego, permitindo assim a oferta de melhores e mais competitivos serviços.

Uma segunda área de actuação prende-se com a ponderação do desenvolvimento de sistemas de portões virtuais de controlo de acesso do tráfego a zonas sensíveis, já acima referidos, mas que no presente contexto são considerados associados a uma localização inteligente de corredores BUS, que permitem a este modo de transporte um *bypass* das áreas congestionadas por vezes associados a este tipo de medidas, e um acesso preferencial e mais rápido aos espaços sensíveis onde, ao mesmo tempo poderão beneficiar de condições de circulação mais fáceis devido ao controlo dos níveis de tráfego que a eles acedem.

Note-se que a apresentação sequencial destas diferentes áreas de planeamento não deixou de mostrar a existência de significativas inter-relações e interdependências entre elas, sendo assim de realçar a necessidade de haver uma abordagem interactiva e iterativa no desenvolvimento da generalidade das componentes de qualquer solução integrada de organização de redes rodoviárias estruturantes.

### 4.3 A ORGANIZAÇÃO DAS REDES LOCAIS

#### 4.3.1 OBJECTIVOS

Num processo de (re)organização de uma rede viária de qualquer território, após a definição da “matriz” de referência correspondente à rede estruturante, há que definir a estrutura das redes que servirão os diferentes espaços locais do território.

Também aqui é possível identificar dois grandes objectivos base que, em maior ou menor grau, estão envolvidos num processo deste tipo, variando depois em cada caso a importância relativa entre eles. São eles:

- Garantia de boas condições de acesso aos diferentes espaços por parte dos relevantes utentes;
- Respeito e defesa do ambiente e da qualidade de vida urbana nos diferentes espaços.

27

A avaliação da eventual qualidade de resposta das soluções desenvolvidas relativamente a este tipo de objectivos exige que sejam também à partida definidos um conjunto de características básicas e modo de funcionamento de cada rede viária:

- Tipo de utentes desejáveis (e.g. residentes, serviços de emergência, veículos de cargas e descarga, ...) e não desejáveis (e.g. tráfego de atravessamento, particularmente pesado, ...), e as respectivas condições desejáveis de acessibilidade e, conseqüentemente, as prioridades relativas;
- Níveis adequados/aceitáveis de tráfego rodoviário nas diferentes vias. A esta questão aplicar-se-á sistematicamente o conceito de “capacidade ambiental das vias” já atrás apresentado;
- Condições operacionais e de comportamento dos utentes desejáveis. A esta questão estão ligadas questões como a da prioridade relativa que deverá ser dada a peões, ciclistas e ao tráfego motorizado e das velocidades máximas de circulação motorizada admissíveis em cada eixo da rede local.

### 4.3.2 VERTENTES DE CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO

O desenvolvimento de uma boa solução de estruturação viária num qualquer espaço local depende da realização de um adequado processo de caracterização e diagnóstico quer relativamente às características básicas e dinâmicas de ordenamento do território envolvido, bem como relativamente às necessidades de mobilidade e acessibilidade no mesmo.

É possível identificar um conjunto de grandes áreas de trabalho e, para cada uma delas, definir algumas regras básicas. Genericamente podem-se definir as seguintes:

- **Identificação da organização espacial dos espaços urbanos locais:** após a delimitação destes espaços já atrás definida como essencial, haverá que localizar e caracterizar as diferentes actividades económicas e sociais bem como os espaços eminentemente residenciais;
- **Identificação da topologia fundamental das malhas rodoviárias existentes:** haverá que ter particular atenção nomeadamente para a distinção entre eixos com função de distribuição local e eixos eminentemente de acesso local;
- **Identificação e caracterização das principais condicionantes decorrentes da estrutura urbana:** atenção deverá ser dada particularmente ao grau de consolidação e às dinâmicas existentes de mudança do mesmo;
- **Caracterização de outros modos e infra-estruturas de transportes utilizadores/servidores desses espaços:** a este nível relevam naturalmente todos os circuitos pedonais e redes formais ou eixos de mobilidade ciclista existentes, bem como circuitos e infra-estruturas de apoio aos transportes públicos;
- **Identificação e caracterização das principais disfunções das redes existentes:** atenção deverá ser dada nomeadamente a fenómenos de congestionamento, de velocidades excessivas ou mesmo de sinistralidade anormal existentes, bem como de níveis excessivos de intrusão sobre o ambiente urbano, já que, como adiante se verá mais em detalhe, estes são bons indicadores do desempenho do sistema relativamente a diferentes aspectos funcionais.

### 4.3.3 ESTRATÉGIAS E SOLUÇÕES

A partir do diagnóstico efectuado torna-se possível proceder ao desenvolvimento de novas e mais eficientes soluções globais, o que, atendendo à variedade significativa de potenciais alternativas, poderá ser realizado a partir da aplicação coerente e integrada de um conjunto de estratégias, linhas base de intervenção e soluções parcelares razoavelmente padronizadas.

Podem identificar-se as seguintes duas grandes áreas de decisão e intervenção parcelar ao nível de uma rede local:

- Criação de redes coerentes e “completas” de fácil leitura e compreensão mas protectoras relativamente ao acesso de utentes indesejados;
- Selecção de soluções construtivas e de regulação da circulação capazes de levarem a comportamentos adequados pelos condutores.

**A criação de redes coerentes e completas mas protectoras**, que permitam o acesso nas melhores condições a todos os espaços da área em causa, passam pela concretização de uma rede de vias de distribuição local continua, de fácil leitura e que ligue todos os principais espaços não apenas entre si, mas também aos pontos de acesso às redes estruturantes envolventes.

O número, localização e tipologia dos pontos de acesso à zona, já identificados aquando da definição da rede estruturante do território, deverão aqui ser devidamente testados de modo a garantir que estes apresentam condições de acessibilidade adequadas.

Note-se que, a preocupação base deverá ser sempre a de limitar o número e escolher a localização destes pontos de modo a “proteger” os espaços de utentes indesejados, sem que ao mesmo tempo resultem soluções com uma exagerada dependência de um único ponto de acesso, o que poderá ser claramente ineficiente, senão mesmo perigoso.

A protecção face a utilizadores indesejáveis também passa habitualmente pela adopção de topologias da rede de distribuição local tais que seja muito limitado ou mesmo impossível o “atravessamento” da zona. Tal poderá passar pela adopção de soluções que imponham trajectos mais ou menos sinuosos, ou por soluções do tipo “Cul-de-Sac” com criação pontual de espaços ou trajectos vedados aos veículos motorizados com a possível excepção dos BUS (privilegiando o transporte colectivo), o que desejavelmente poderá ser compatibilizado com a criação de eixos pedestres ou mistos pedestres/ciclistas de qualidade em zonas mais nobres ou sensíveis. Haverá no entanto que evitar a criação de circuitos completamente “turtuosos” ou exageradamente longos.

A protecção dos espaços poderá também, particularmente em zonas muito sensíveis ou “atractivas”, ser garantida através do recurso a soluções de regulamentação e, eventualmente, restrição física selectiva do acesso, nomeadamente através da implantação de sistemas de controlo humano ou automático de acesso.

Finalmente, justifica-se referir que existem soluções complementares, não dirigidas especificamente para a organização ou gestão das redes, que poderão ser úteis no condicionamento de alguns dos utentes indesejados como são, por exemplo, veículos à procura de estacionamento, transportando pessoas com destinos finais em espaços adjacentes. Estas passam, por exemplo, pela adopção de restrições regulamentares ao acesso aos espaços de estacionamento público existentes na zona.

**Ao nível das soluções construtivas e de regulação da circulação** capazes de levarem a comportamentos adequados pelos condutores existe um conjunto de regras e soluções variado que deverá ser aplicado de forma integrada.

A “marcação” clara da entrada nos espaços locais quer com elementos físicos da infra-estrutura viária, quer com elementos visuais e estéticos é particularmente importante, de modo a reforçar a entrada num “ambiente” diferente.

Também a criação de circuitos “naturais” e de fácil leitura, que respeitem as expectativas dos condutores, ajuda à obtenção de uma boa resposta da parte destes. Para este efeito será importante a definição de limites de velocidade nas várias zonas ou eixos, de forma consistente com o tipo de utilização desejada ao longo de toda a rede e compreensível para os utentes. Estes limites poderão ser mesmo reforçados pela adopção consistente nos eixos mais sensíveis, mas também menos importantes do ponto de vista da distribuição do tráfego, de zonas “partilhadas”, onde a prioridade é dada ao peão.

Atendendo a que, infelizmente, a persuasão nem sempre é suficiente deverá considerar-se a adopção de soluções integradas de controlo físico do comportamento dos condutores, nomeadamente ao nível das velocidades de circulação adoptadas, através da aplicação de medidas integradas de acalmia de tráfego, coerentes com o tipo de mobilidade desejada.

#### 4.4 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES RODOVIÁRIAS

Aquando da caracterização e avaliação do desempenho de uma rede existente ou após uma primeira selecção de uma nova estrutura para a rede viária é essencial que antes da sua adopção se proceda a uma avaliação sistemática do seu potencial desempenho no que diz respeito à sua capacidade para condicionar da melhor forma as escolhas de trajecto por parte dos condutores, bem como para avaliar a sua capacidade para servir a procura potencial.

Por outro lado, durante e após a implementação da estrutura adoptada é igualmente importante que se processa a uma avaliação contínua do seu desempenho.

Assim listam-se de seguida um conjunto de métodos de análise/linhas de prospecção e indicadores de desempenho tipo adequados à detecção e caracterização de alguns dos principais tipos de disfunção no funcionamento das redes rodoviárias, como são especificamente:

- O congestionamento ou mau nível de serviço de elementos da rede estruturante;
- A sinistralidade elevada em elementos da rede estruturante;
- Situações de atravessamento abusivo sistemático de espaços locais;
- Níveis de tráfego excessivos em vias locais;
- Velocidades/comportamentos inadequados dos condutores em vias locais;
- Sinistralidade, particularmente com peões, em vias locais.

**A identificação ou previsão da ocorrência de desempenho deficiente de elementos da rede estruturante**, nomeadamente fenómenos de congestionamento, pode ser conduzida através de um processo sistemático de quantificação das taxas de saturação verificadas ou previsíveis nos elementos mais críticos das redes, normalmente as intersecções.

Tal poderá ser feito a partir da quantificação directa da procura no caso de redes e elementos já existentes ou pelo recurso a modelos de simulação e atribuição de tráfego.

**A caracterização e avaliação dos níveis de sinistralidade na rede estruturante** que, se excessivos, reflectem naturalmente um funcionamento deficiente e muito indesejável da rede, deverá tender a basear-se num processo de monitorização sistemática da evolução no tempo, localização, níveis e tipologias da sinistralidade ou, não existindo historial (o período de monitorização desejável para garantir adequada significância estatística dos dados é de 3/5 anos), tal poderá ser efectuado através da utilização estruturada de técnicas de análise de conflitos nos pontos potencialmente críticos da rede.

Da aplicação deste tipo de metodologias haverá a possibilidade de quantificar um conjunto de indicadores de desempenho particularmente relevantes. O primeiro tipo de métodos permitirá a produção de informação sobre as taxas de sinistralidade verificadas podendo estas ser apresentadas em termos absolutos ou reduzidas do efeito de escala resultante dos diferentes níveis de exposição existentes em cada elemento, podendo ainda ser apresentadas em função de um conjunto de características do ambiente rodoviário eventualmente explicativas do fenómeno (e.g. tipo de elemento infraestrutural, hora do dia, tipo de veículo, tipo de manobra, ...). O segundo tipo de métodos permitirá a obtenção de informação sobre os níveis, gravidade e tipologia de conflitos, graves ou ligeiros, também classificados em função das eventuais variáveis explicativas.

**A verificação da existência de fenómenos de “Rat-Running” ou de atravessamento sistemático e indevido de espaços locais**, provocados por deficiências da topologia da rede estruturante ou por insuficiência de capacidade da mesma, poderá ser em grande parte realizada recorrendo a um método de verificação da variação “monotónica” e “convexa” das viagens na rede.

De facto um dos testes essenciais passíveis de utilização consiste na pesquisa de eventuais ligações entre pontos de origem/destino de viagens com algum significado que sejam efectuados com recurso a circuitos onde uma parte intermédia do trajecto tenda a ser efectuada em eixos de importância inferior a outros utilizados a montante e a jusante.

Como regra todos as deslocações devem ser feitas em trajectos “convexos” onde o início e o fim da viagem é feito em vias menos importantes enquanto que o seu meio é feito em vias igualmente ou mais importantes.

**A ocorrência de níveis de tráfego excessivo em vias locais** que resulta ou de deficiências na topologia ou no desempenho da rede estruturante adjacente ou de falta de protecção da rede “local”, poderá ser monitorizada através da comparação sistemática dos níveis de tráfego observados ou expectáveis relativamente aos níveis de capacidade ambientalmente desejáveis. No caso de redes ou eixos inexistentes ou sujeitos a modificações funcionais significativas poderá ser necessário recorrer também aqui a modelos de simulação de tráfego.

**A ocorrência de sinistralidade ou comportamentos inadequados na circulação em vias locais** face às condições de funcionamento adequadas ao ambiente urbano envolvente, resulta num natural abaixamento da qualidade do ambiente urbano e, no limite, pode resultar em níveis não aceitáveis de insegurança rodoviária real ou, mais provavelmente, “sentida” pelos utentes do espaço público envolvente.

A caracterização deste tipo de situações tende a realizar-se predominantemente através da caracterização dos perfis de velocidades registados nos diferentes elementos das redes locais, sendo que no entanto, esta caracterização não é realizada de forma sistemática, ocorrendo muitas vezes apenas em resposta a suspeitas de existência de situações menos adequadas despoletadas, por exemplo, por queixas recorrentes dos residentes ou utilizadores da zona. Note-se que nestes casos pode não se justificar o recurso à monitorização sistemática das taxas de sinistralidade verificadas, já que em redes existentes com alguma qualidade, a existência de situações do tipo “ponto negro” em eixos locais deverá ser um fenómeno raro, para não dizer inexistente.

#### 4.5 EXEMPLOS DE MÉTODOS DE ABORDAGEM DE PROBLEMAS TIPO

Após a fase de diagnóstico de um qualquer processo de (re)organização de uma rede rodoviária, a selecção das linhas de intervenção e das soluções mais adequadas de entre as múltiplas identificadas nos pontos anteriores, não sendo fácil, pode no entanto ser em parte realizada de uma forma sistematizada a partir da constatação de que para cada tipo de disfunção operacional observada habitualmente existe uma disfunção de concepção específica que tende a ter formas de correcção padrão.

Assim apresentam de seguida um conjunto de regras base de selecção de formas tipo de intervenção/reformulação de redes adequadas para os problemas de funcionamento tipo analisados no Ponto 4.4 acima.

**O Congestionamento na Rede Estruturante** resulta basicamente de uma incapacidade de alguns dos elementos desta para dar resposta à procura.

Basicamente as opções de intervenção resumem-se ao aumento directo do potencial de desempenho do(s) elemento(s) com funcionamento deficiente ou, pelo contrário, ao “alívio” da carga a que estão sujeitos através da criação de uma evolução/ampliação da rede de modo a que, por uma lógica de vasos comunicantes, algum do tráfego que o(s) solicita seja transferido para outros elementos menos sobrecarregados.

Em redes complexas o desenvolvimento e teste deste último tipo de soluções, implica normalmente, o recurso a modelos automáticos de simulação de redes.

**A sinistralidade elevada na Rede Estruturante** tende a resultar da adopção de tipologias ou soluções geométricas inadequadas dos elementos face ao tipo de procura ou função do eixo em causa ou então da existência de níveis e tipologias de conflito não aceitáveis face a outros modos de transportes.

Relativamente ao primeiro tipo de problemas a tipologia de soluções é conceptualmente óbvia, passando pela alteração da geometria ou forma de regulação do elementos em causa, sendo que no caso de intersecções tal



poderá passar pela adopção de soluções com (uma maior) segregação física ou temporal dos movimentos conflituantes.

No segundo caso, relativamente aos problemas menos graves será de considerar em primeiro lugar a adopção ou reforço de soluções de acalmia de tráfego. Nos casos mais graves poderá ser necessário considerar a possibilidade de segregação física ou temporal dos sistemas em conflito, o que poderá implicar no limite a necessidade de criar eixos novos alternativos (variantes).

**Os fenómenos de atravessamento sistemático de espaços locais** como se viu acima pode resultar de cobertura espacial inadequada da rede estruturante ou de topologias inadequadas desta ou da rede local que geram um “convite” a esse mesmo atravessamento, ou então, eventualmente, de um funcionamento deficiente de alguns elementos da primeira devido a uma incapacidade de responder à procura potencial com qualidade suficiente (rapidez, fluidez), o que conduz a fenómenos de “rat-running” com os condutores a procurarem alternativas de percurso mais favoráveis, neste caso usando eixos locais.

O primeiro tipo de problemas terá que ser solucionado através de uma melhor configuração ou densificação da malha estruturante, de modo a criar caminhos alternativos adequados e atractivos, e ou através de alterações topológicas ou funcionais da rede local do tipo acima indicado (medidas condicionantes do acesso, dos trajectos ou dos comportamentos/velocidades possíveis) que tornem o seu atravessamento menos interessante.

Os fenómenos de “rat-running” deverão ser resolvidos positivamente através da melhoria do potencial de desempenho dos eixos estruturantes possuidores de funcionamento deficiente. Quando tal for de todo impossível, deverão procurar-se soluções mais defensivas de protecção dos eixos locais do tipo já indicado.

**A existência de níveis de tráfego excessivos ou congestionamento em vias locais** tem normalmente o mesmo tipo de causas do problema anterior pelo que as opções de intervenção são também do mesmo tipo.

**Comportamentos inadequados dos condutores** que, como também se referiu acima, se reflectem habitualmente na adopção de velocidades exageradas, tendem a ser justificadas pela existência de tráfego de atravessamento que tem expectativas/necessidades de deslocação rápida desajustadas do ambiente viário em causa. Podem também resultar da existência de soluções funcionais e regulatórias demasiado tolerantes (espaço “a mais” é tão indesejável como espaço “a menos”).

O primeiro tipo de situações corresponde ao mesmo tipo de problema atrás tratado pelo que terá naturalmente o mesmo tipo de tratamento.

Já no segundo caso a solução passará normalmente pela adopção de soluções mais restritivas com eventual recurso a soluções de acalmia de tráfego.

## 4.6 EXEMPLOS DE EVOLUÇÃO “NATURAL” DE DIFERENTES REDES URBANAS

### 4.6.1 PRINCIPAIS VECTORES DE MUDANÇA AO LONGO DA VIDA DOS AGLOMERADOS URBANOS

Como foi referido no ponto 3.2 atrás a evolução urbana e viária das cidades históricas resultou de uma resposta mais ou menos espontânea a alterações profundas que se foram verificando na vivência dos povos desde a idade média até aos nossos dias.

De facto, se na idade média a estrutura urbana dos aglomerados era em grande medida o resultado das preocupações de defesa, depois, numa segunda fase, em resultado do aparecimento de novas e significativas oportunidades de

comércio e do progressivo desenvolvimento da “revolução industrial”, desenvolveram-se dinâmicas fortíssimas de crescimento dos aglomerados urbanos e de aumento das ligações funcionais entre estes.

Num terceiro tempo, resultou do impacto que a revolução tecnológica teve ao longo dos tempos mais recentes ao nível dos meios de locomoção, com particular evidência para o aparecimento nos finais do século XIX do automóvel e do seu desenvolvimento muito rápido durante o século XX, verificou-se um aumento exponencial da mobilidade.

#### 4.6.2 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DE REDES VIÁRIAS

As estruturas urbanas rádio-cêntricas resultantes do crescimento rápido e não planeado, em forma de mancha-de-óleo, de muitos espaços urbanos tendeu, como foi referido no Ponto 3.2, a conduzir a sistemas viários congestionados nas áreas centrais e suas principais vias de acesso, problema que, como já foi referido, se agravou significativamente com o extremo aumento da mobilidade motorizada em veículo privado registada particularmente durante a segunda metade do século XX.

Em paralelo com o aparecimento deste tipo de problemas, mas não apenas devido a eles, começaram a ser defendidos e progressivamente adoptados os princípios apresentados no Ponto 3.4 da preservação, da coerência, e da sustentabilidade ao nível das intervenções no território em geral, e nos sistemas urbanos em particular, e que estão intimamente associados ao conceito mais vasto de desenvolvimento urbano harmonioso e sustentado.

Se o princípio da coerência representa essencialmente a defesa de lógicas de racionalidade e optimização de soluções, sendo um conceito relativamente fácil de interiorizar, já o princípio da preservação para ser adoptado, implica a adopção pela sociedade de novos paradigmas sobre o significado de qualidade de vida que, por sua vez, implicam alterações significativas sobre a forma como é valorizado e depois tratado o património histórico, cultural e natural. Por outro lado, também o princípio da sustentabilidade implica a adopção pela sociedade de uma mais forte consciência de responsabilidade geracional relativamente à preservação e transmissão aos próximos dos recursos e bens terrenos que actualmente estão ao nosso dispor.

33

Assim, foi natural que o primeiro tipo de intervenção de estruturação deste tipo de redes se virasse para a tentativa de melhoria das condições de acesso e circulação nos centros tradicionais das cidades onde se concentram muitas das suas actividades comerciais e de serviços e que, por isso, se revelam normalmente pólos muito intensos de atracção de tráfego.

Estes centros, fora dos núcleos mais históricos, tendem, como já foi referido, a ser possuidores de redes viárias já pensadas para a mobilidade motorizada. No entanto, devido por um lado aos níveis intensos dessa mobilidade, potenciados pela generalização da posse do automóvel pelos cidadãos e pelas dificuldades dos modos alternativos para serem verdadeiramente atractivos e, por outro lado, à sua topologia radial, que tende a concentrar nessa zona não apenas todo o tráfego que lhe está ligado, mas ainda o tráfego de atravessamento dos aglomerados, verifica-se, normalmente, a sua incapacidade para, adequadamente, servir os níveis de procura potencial de tráfego motorizado individual que decorre da generalização da posse do automóvel.

Este tipo de insuficiências sistémicas levaram à generalização da implementação de eixos viários “circulares”, um ou mais, completos ou não, com desenvolvimento em volta destes centros, direccionados para o desvio do tráfego que não tinha aí a sua origem nem destino, particularmente do tráfego de atravessamento dos aglomerados, mas também de uma parte significativa dos fluxos de tráfego entre zonas periféricas da cidade. Estes eixos em conjunto com os eixos radiais criam estruturas viárias do tipo rádio-cêntricas (ver Figura 23).

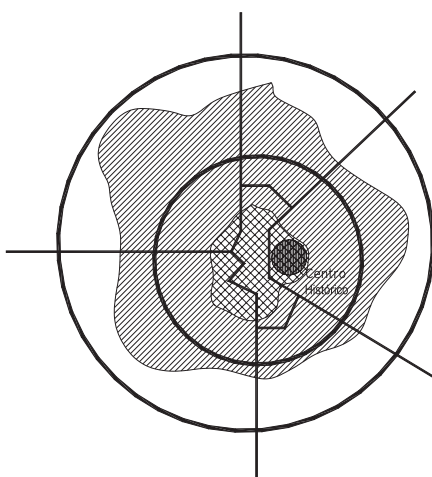


Figura 23 - Estrutura rádio-cêntrica

O paradigma de um funcionamento adequado destas estruturas passava pela possibilidade de, como compensação pela imposição de trajectos mais longos, oferecer condições de circulação rápidas, fluidas e seguras nos eixos circulares, capazes de os tornarem verdadeiramente atractivos das deslocações alvo, e assim aliviarem a pressão sobre a rede do centro.

Por outro lado, pressupunha-se também que as vias radiais estruturantes de acesso ao centro possuiriam capacidade suficiente para a procura expectável, o que permitiria proteger os espaços locais envolventes.

Este tipo de soluções tendeu a oferecer algum alívio da pressão de tráfego nos centros das cidades mas rapidamente se verificou que este tenderia a ser temporário pelo que outras medidas começaram a ser desenvolvidas.

Estas prendem-se com a organização da rede viária no espaço mais central de modo a garantir que os eixos circulares são de facto os mais atraentes para os movimentos periféricos ou de atravessamento, permitindo assim a protecção das zonas centrais. Para tal foram adoptadas diferentes estratégias e soluções já apresentadas no ponto 4.2.3, que se baseiam na penalização dos custos de utilização dos eixos que se pretende defender, quer através do aumento dos trajectos a percorrer, quer através da redução das velocidades de circulação possíveis, ou mesmo, através da quebra de continuidade de alguns trajectos, quer pela redução dos custos associados aos trajectos que se pretende privilegiar, particularmente através da melhoria da rapidez e fluidez destes.

Este tipo de medidas foi em grande medida adoptado em complemento à implantação dos eixos circulares, para a regulação das condições de acesso aos centros tradicionais das cidades.

No entanto elas são também aplicadas e aplicáveis em soluções de protecção de muitos outros espaços que, com a crescente valorização dos princípios de preservação urbana e da qualidade de vida, passaram a ser considerados “nobres” e “sensíveis” e, portanto, necessitados de protecção relativamente a níveis elevados de tráfego motorizado.

Naturalmente os núcleos históricos centrais, com espaços edificados densos, de grande valor histórico e cultural, e, normalmente, possuidores de redes viárias muito irregulares e completamente desadequadas para suportar com qualidade uma mobilidade baseada no automóvel, foram zonas de intervenção prioritárias e normalmente objecto de soluções muito radicais de redução selectiva das condições de acesso por tráfego motorizado, com particular incidência para o tráfego individual de visitantes não prioritários, e de criação ou beneficiação de outras alternativas modais.

Para além destes também outros tipos de espaços, relevando os espaços residenciais tenderam progressivamente a ser objecto de medidas de protecção ao seu acesso e, especialmente, atravessamento indiscriminado por tráfego motorizado, quer através da forte redução e tendencial eliminação do seu atravessamento por eixos estruturantes, quer pela sua protecção face à eventual invasão dos seus eixos locais, em resultado de eventuais deficiências ao nível da estrutura ou operacionalidade das redes estruturantes vizinhas.

As soluções baseadas na aplicação conjunta e integrada de medidas de estruturação rádio-cêntrica das redes e de outras de protecção de zonas sensíveis, particularmente dos centros das cidades, embora apresentando resultados significativos, tendem no entanto, em muitos casos, a mostrar-se ainda insuficientes, quer no controlo dos níveis de tráfego nos centros das cidades, quer, particularmente, na garantia da implementação de lógicas de mobilidade mais consentâneas com os princípios de sustentabilidade e que tendem a exigir um cada vez maior recurso a soluções de transporte colectivo particularmente nas ligações aos centros das cidades com o conseqüentemente desejável controlo do crescimento, e em muitos casos significativa redução, do tráfego automóvel.

Para tal, começaram também a ser desenvolvidas e utilizadas soluções de ordenamento e gestão das redes viárias capazes de promover uma discrimi-

nação positiva quer dos modos rodoviários mais eficientes, quer dos utentes prioritários para a prosperidade dos espaços mais sensíveis. No ponto 4.2.3 foi também já identificado um conjunto de estratégias e soluções deste tipo como sejam a introdução de sistemas de portagens urbanas, ou a reserva de determinados elementos da infraestrutura rodoviária para utilização exclusiva ou preferencial por determinados modos de transportes considerados mais sustentáveis e eficientes no uso do espaço publico de circulação.

É, no entanto, importante realçar que este tipo de medidas de promoção de uma mobilidade sustentável, através de medidas de organização da infraestrutura de apoio á circulação rodoviária só será verdadeiramente eficaz se for integrado numa estratégia muito mais vasta que integre outras medidas de impacto semelhante, direccionadas a outros subsistemas de transportes, como sejam os sistemas de estacionamento automóveis ou os serviços de transportes colectivos.

#### 4.6.3 EXEMPLOS DE EVOLUÇÃO “NATURAL” DE CIDADES HISTÓRICAS/ ESPONTÂNEAS

A grande maioria das cidades portuguesas insere-se neste tipo de cidade sendo Viseu (ver Figura 24) um dos exemplos mais típicos.

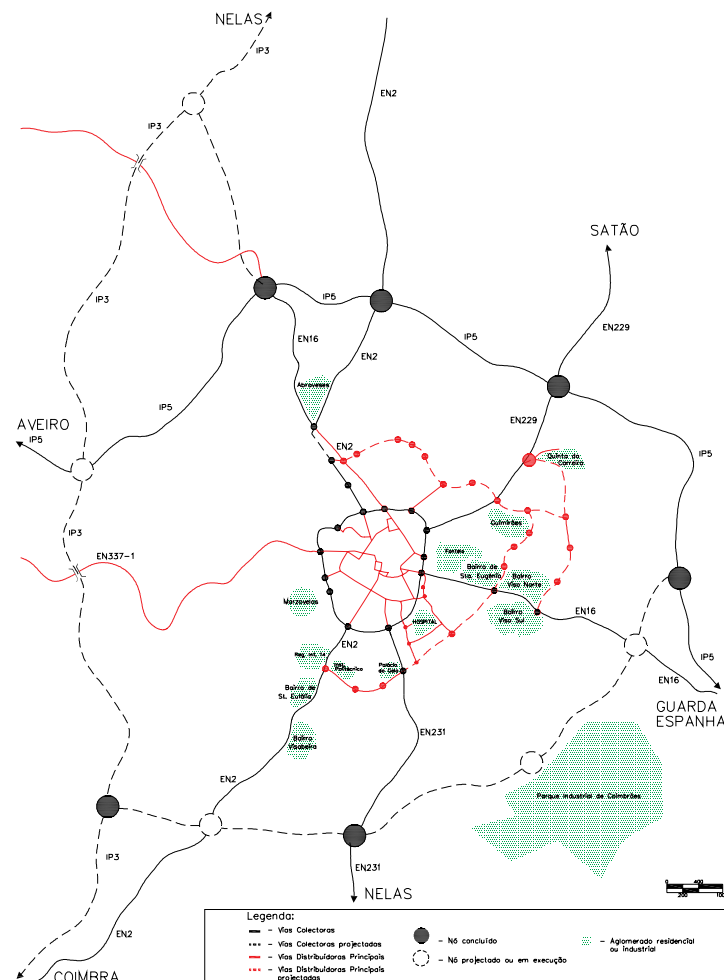


Figura 24 - Estrutura Viária Prevista (1999) da Cidade de Viseu

É aparente a existência de eixos radiais de acesso ao centro complementados por uma circular interna que se desenvolve muito “agarrada” ao núcleo urbano central e que o protege servindo o tráfego de atravessamento e suburbano. Também é aparente a intenção de criar um anel exterior apenas virado para o serviço dos tráfegos nacionais e regional de atravessamento e outro intermédio, não completo, para servir as zonas de expansão urbana.



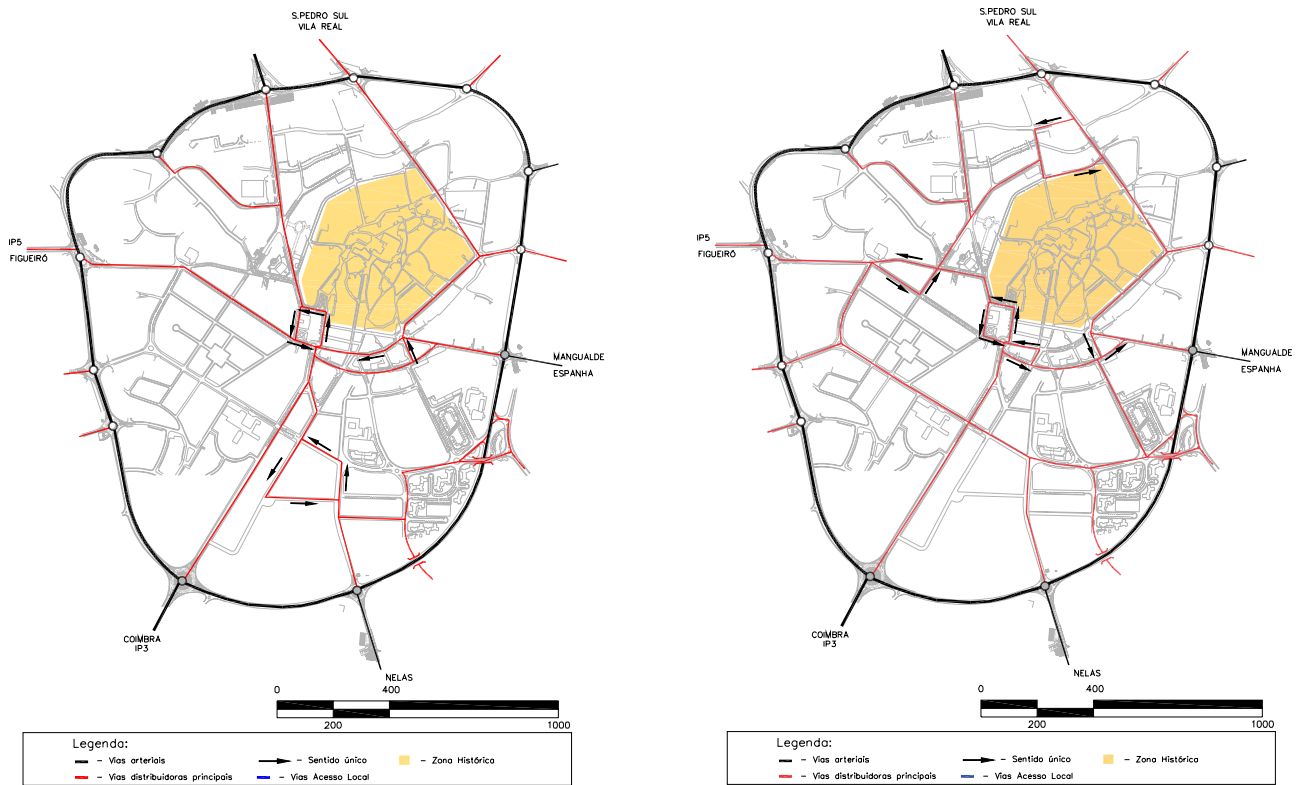


Figura 26 - Rede viária Existente (1999) e Planeada para o centro de Viseu

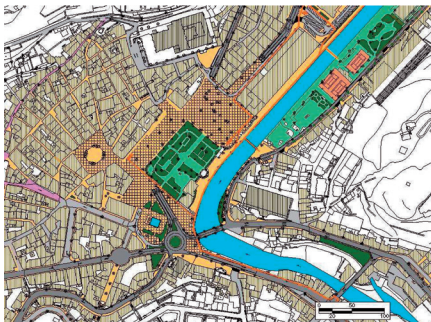


Figura 27 - Túnel Rodoviário Estudado para Protecção e Requalificação do Centro de Leiria

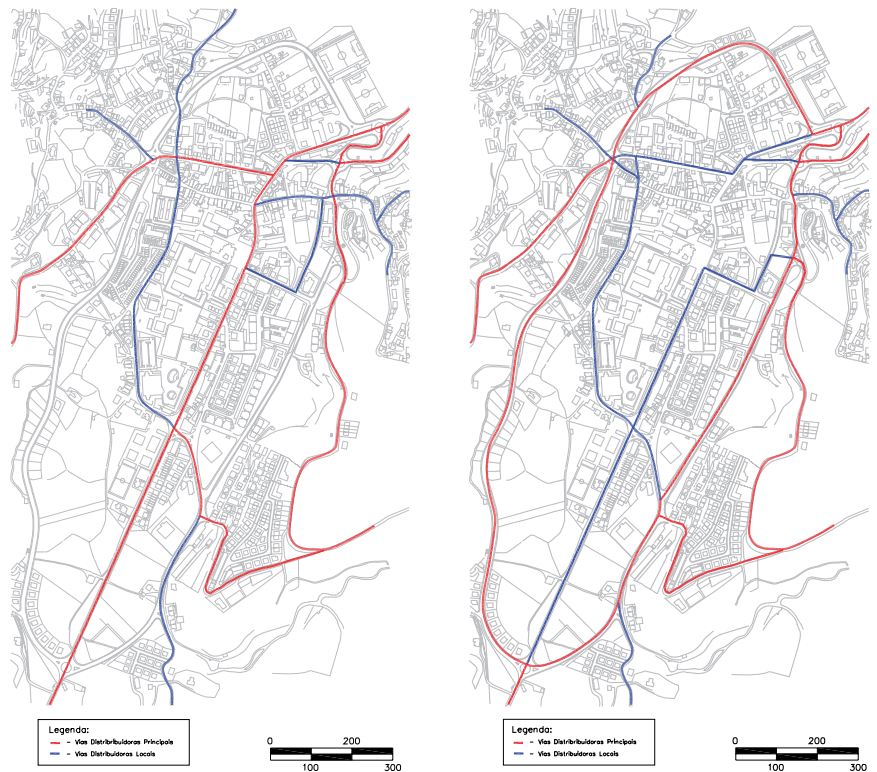


Figura 28 - Estrutura Viária de Vila Pouca de Aguiar Existente em 1999 e Prevista

Como exemplo de soluções de protecção de espaços sensíveis pode ainda apresentar-se o caso das zonas residencial e polo universitário da Alta de Coimbra. Aqui a solução (ver Figura 29) passou pela adopção de circuitos de sentidos únicos que praticamente eliminariam a possibilidade de atravessamento destes espaços.

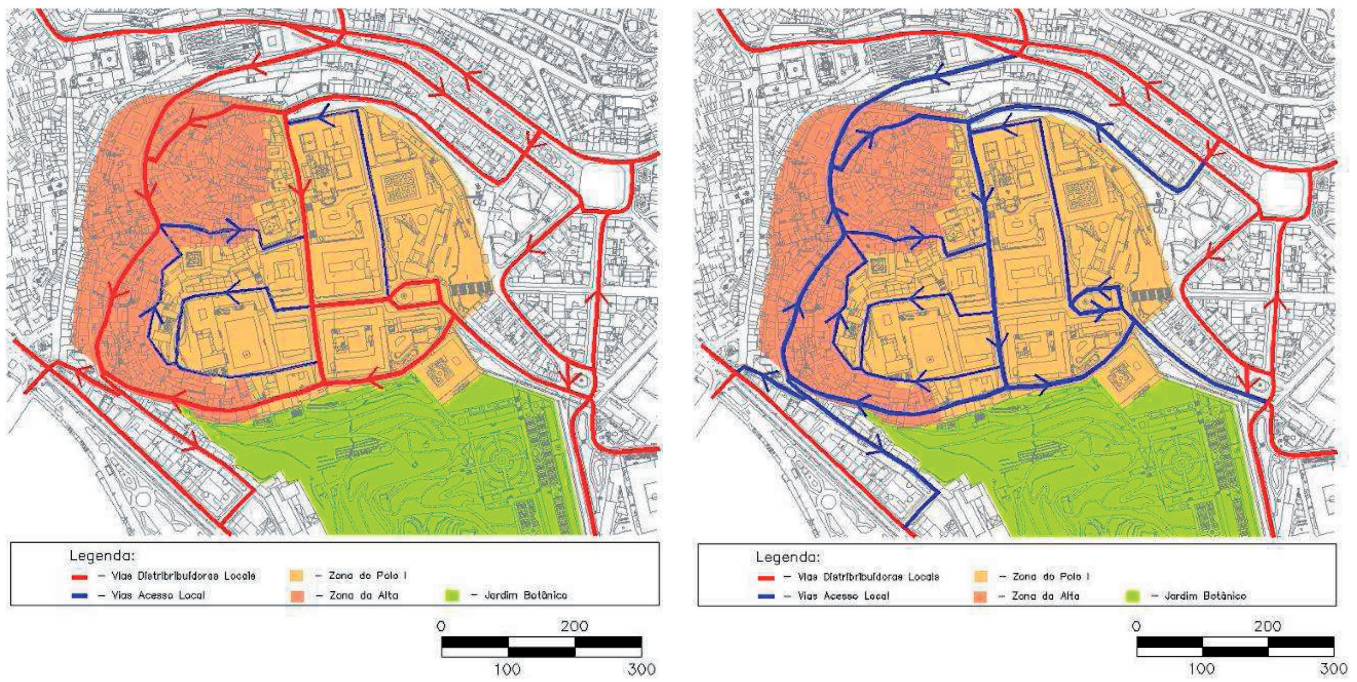


Figura 29 - Rede Viária na Alta de Coimbra - Antes e Depois

#### 4.6.5 EXEMPLO DE EVOLUÇÃO “NATURAL” DE UMA REDE PLANEADA RETICULADA

Na Figura 30 apresenta-se um exemplo do que poderia ser o desenvolvimento futuro da rede viária de base marcadamente reticulada da cidade de Maputo em resultado da aplicação dos princípios explicitados de seguida.



Figura 30 - Expansão Possível para a Rede Viária de Maputo

Este tipo de redes teve, como já foi dito, a sua génese no período de revolução industrial, mas também das expansões coloniais, períodos durante os quais houve lugar ao aparecimento e crescimento rápido e razoavelmente planeado de cidades novas, onde foi adoptada uma estrutura urbana baseada na repetição ordenada da unidade quarteirão resultando em topologias reticuladas das redes viárias.

O núcleo central destas cidades tende em muitos casos a concentrar uma parte importante das funções nobres do comércio e serviços sendo portanto habitualmente pontos de confluência importantes de movimentos que cada vez se tornam mais difíceis de acomodar particularmente quando as mesmas vias também continuaram a servir uma parte significativa do tráfego de atravessamento.

Neste tipo de espaços urbanos as intervenções ao nível da reestruturação das redes passa habitualmente pela adopção de duas estratégias complementares:

- optimização e clarificação funcional da rede reticulada da zona central;
- implantação de uma rede estruturante colectora independente mas articulada com a rede existente.

Assim, no que diz respeito à rede reticulada ambas as soluções adoptadas passam normalmente pela selecção de um conjunto mais limitado de eixos que, por apresentarem maiores potencialidades para o serviço de tráfego motorizado, servirão para estruturar os principais movimentos na zona. Uma das soluções específicas habitualmente adoptadas, consiste na adopção de sentidos únicos em eixos paralelos que se complementam, resultando normalmente num aumento significativo de capacidade de circulação dentro do sistema.

Em paralelo, e como já foi dito, impõe-se normalmente a implantação de uma nova rede estruturante colectora que terá como missão não só a canalização de todo o tráfego de atravessamento do espaço urbano, “defendendo” os espaços mais nobres, mas também de garantia de boas condições de acessibilidade a estes espaços, e ainda o enquadramento do aparecimento e crescimento das novas zonas de expansão urbana e sub-urbana.

39

#### 4.7 EXEMPLO DE DESENHO PASSO-A-PASSO DE UMA REDE: O CASO DE SETÚBAL

No presente ponto pretende-se dar um exemplo dos principais passos e lógica subjacentes ao desenvolvimento de uma solução de reorganização de uma rede rodoviária num qualquer território, mostrando assim a aplicabilidade dos princípios de análise acima enunciados.

##### 4.7.1 DIAGNÓSTICO BASE

A cidade de Setúbal, como se pode ver na Figura 31, apresenta uma topologia de rede mista já que embora se reconheça a existência de uma tendência de desenvolvimento dos espaços pós-medievais em forma reticulada, a esta sobrepõe-se, ou antes, esta é complementada com uma lógica de desenvolvimento também radial centrada no centro histórico pós-medieval da cidade.

Da análise da figura resulta, também, claro que o núcleo central da cidade, onde se concentram boa parte da função comercial e de serviços tradicionais, bem como importantes destinos turísticos, se encontra bastante “devassado” por inúmeras vias estruturantes com óbvias consequências negativas ao nível da qualidade de vida desta zona nobre da cidade.

Verificou-se também a existência de deficiências significativas das condições de acessibilidade à zona ribeirinha, nomeadamente à zona da Av. Todi e ao cais de embarque para a Península de Tróia, estando estas deficiências a ser



minimizadas através nomeadamente de uma utilização de recurso de arruamentos tradicionais com características geométricas extremamente limitadas. Verificou-se também que parte destas dificuldades tinham a ver com a existência de um obstáculo físico formalizado pela linha ferroviária.

Verificou-se ainda que as condições de acessibilidade à importante zona residencial do Viso, localizada a oeste do centro na encosta da colina onde se localiza a Fortaleza de S. Filipe de Setúbal, são bastante deficientes já que, não apenas esta é garantida por arruamentos de capacidade limitada, como, principalmente, esta acessibilidade se faz integralmente através do centro da cidade, não havendo nenhuma ligação directa à rede colectora da cidade.

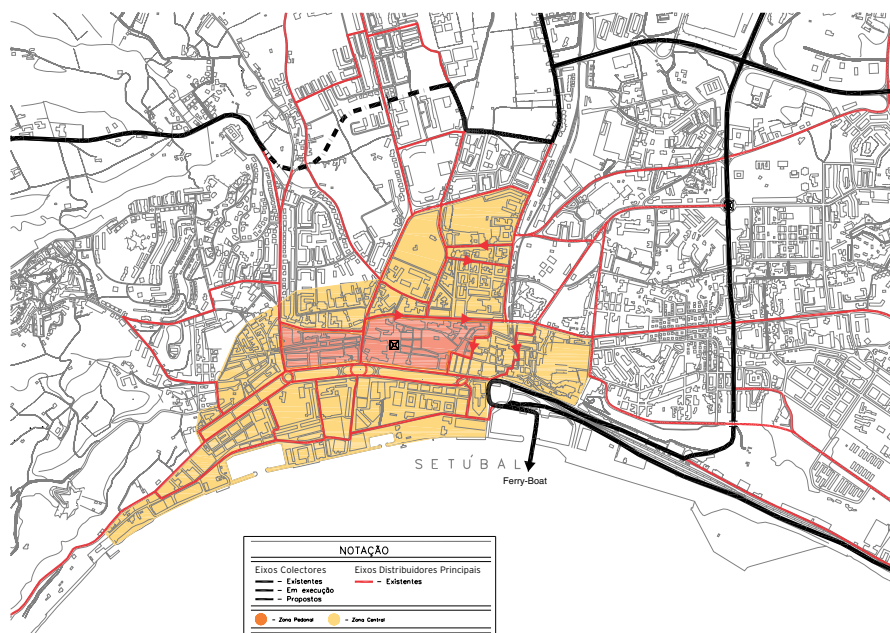


Figura 31 - Rede Viária e Urbana Estruturante Existente a Curto Prazo

Finalmente, ao nível da oferta de estacionamento no centro da cidade verificou-se a existência de uma pressão excessiva por parte do estacionamento de longa duração ligado ao emprego, associada a algumas deficiências de oferta dirigida à procura de curta-média duração em algumas zonas.

#### 4.7.2 A "CONSTRUÇÃO" PASSO A PASSO DA SOLUÇÃO

A proposta de uma nova rede viária estruturante para a cidade de Setúbal, que a seguir se apresenta, foi desenvolvida através da identificação de um número limitado de novos elementos infraestruturais, complementados pela reformulação das condições operacionais das vias já existentes e da desclassificação de algumas outras.

Faz-se de seguida uma apresentação passo a passo dos elementos mais importantes da proposta, identificando-se a sua motivação e resultados esperados.

A primeira alteração proposta centra-se na introdução de uma correcção pontual de traçado do troço norte do anel colector da cidade (ver Figura 32).

De facto, este troço, parte da EN10, apresenta uma sinuosidade que, por um lado, limita o seu desempenho e, por outro, o faz bordejar de forma demasiado próxima um espaço residencial importante. Este traçado tinha sido assumido tendo em atenção preocupações de minimização de impacto ambiental que, no entanto, se considera poderiam ser acomodadas no traçado proposto.

Note-se que a concretização do novo troço permitiria devolver um carácter urbano a vários arruamentos e afastar o tráfego pesado da zona residencial.

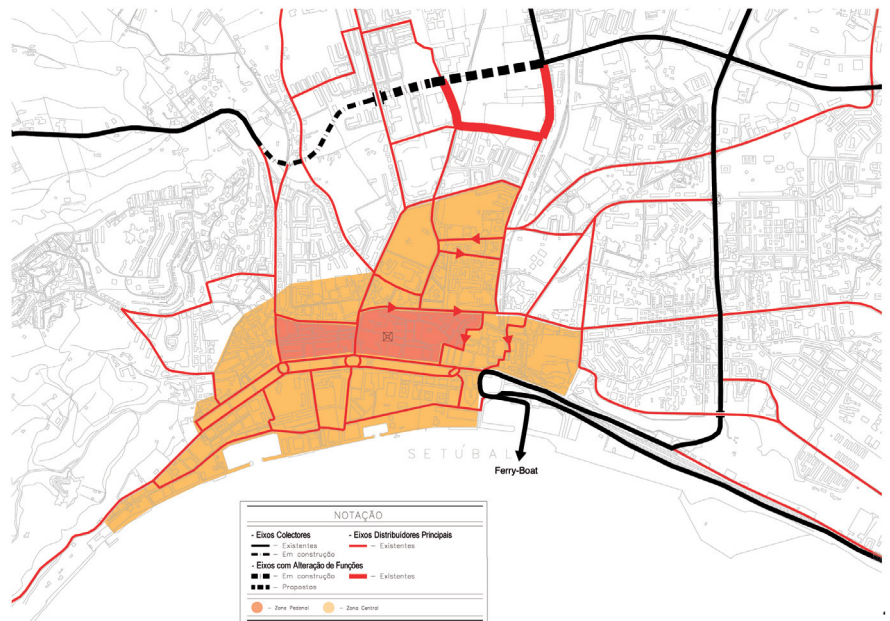


Figura 32 - Efeitos da Correção do Trajecto da Circular

Uma segunda linha de intervenção considerada essencial corresponde à concretização de um anel viário envolvente do núcleo central da cidade, capaz de o proteger evitando o seu atravessamento desnecessário e, ao mesmo tempo, garantindo a distribuição do tráfego urbano interno à circular colectora da cidade.

Nesta perspectiva identificou-se a necessidade de criação de uma passagem inferior para veículos ligeiros sob a linha férrea na fronteira leste do núcleo central ribeirinho e a reformulação da acessibilidade aos cais de acesso à península de Tróia (ver Figura 33).

Esta solução permitiria a desclassificação de alguns arruamentos de características claramente locais que, actualmente, por falta de alternativas estão a ser utilizados em funções estruturantes.

41

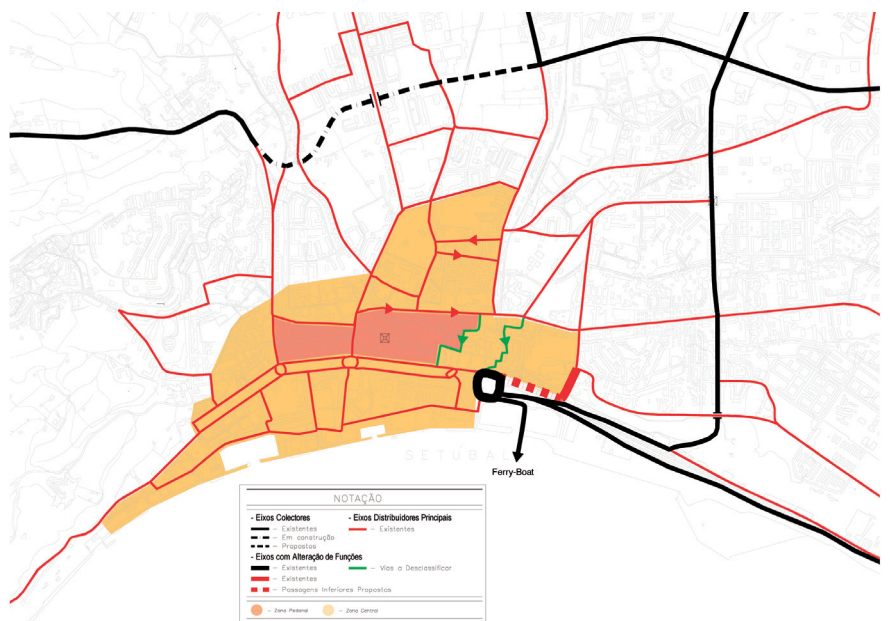


Figura 33 - Concretização de um Anel Viário Interior

Uma terceira linha de intervenção possível engloba um conjunto de medidas destinadas a permitir a requalificação de toda a zona ribeirinha, nomeadamente a zona da Av. Luísa Todi e do antigo porto.

Para tal no presente exercício sugere-se a criação de um par de túneis rodoviários ao longo da Av. Luísa Todi que libertariam a sua superfície de grande parte do tráfego automóvel (ver Figura 34). Em paralelo seriam desclassificados todos os arruamentos integrantes da zona do antigo porto.

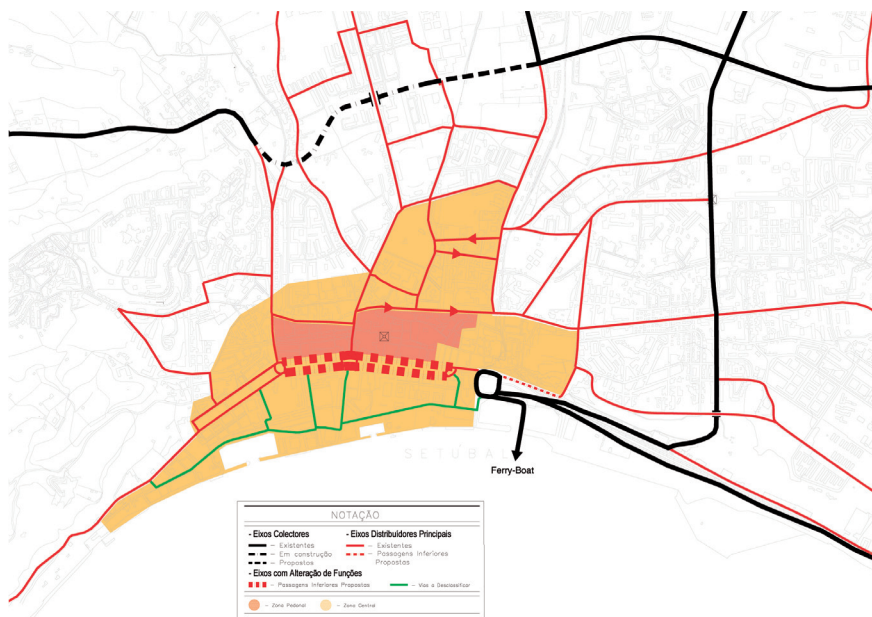


Figura 34 - Soluções de Requalificação da Av. Luísa Todi e do antigo Porto

Estas medidas viabilizariam a criação de um grande espaço quasi-pedonal potencialmente de qualidade englobando a zona do antigo porto, à data a ser objecto de estudo de requalificação urbana, e o núcleo central tradicional da cidade, permitindo assim a ampliação e funcionamento integrado de toda esta zona nobre da cidade

Uma quarta linha de intervenção centrou-se na criação de condições para a efectiva libertação da zona norte do núcleo central da cidade relativamente ao tráfego automóvel de atravessamento (ver Figura 35). De facto, este espaço, de características mais residenciais apresenta-se atravessado por um conjunto de vias que cumprem funções estruturantes.

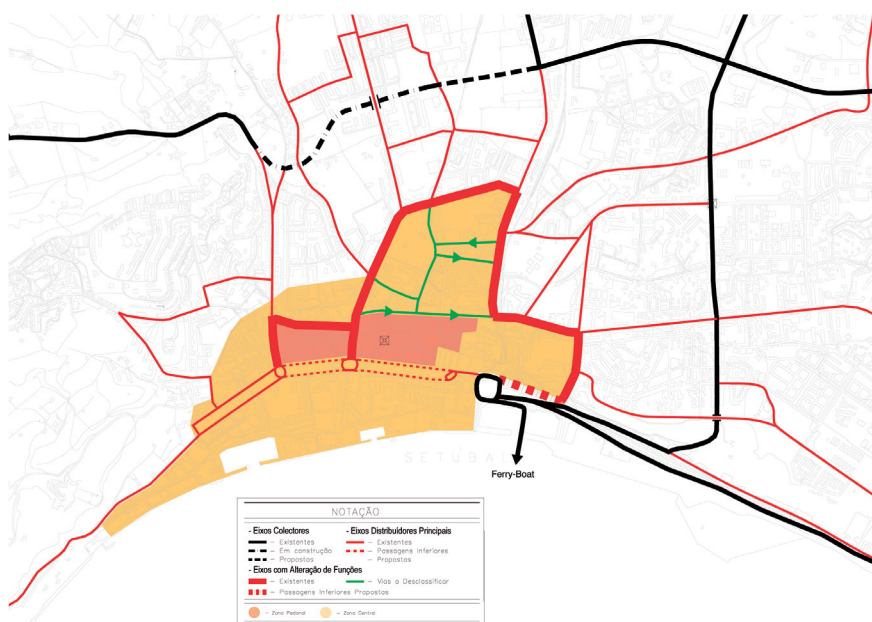


Figura 35 - Solução de Protecção do Núcleo Central Norte da Cidade

A solução desenvolvida assenta, em primeiro lugar, na optimização das capacidades de escoamento dos arruamentos estruturantes que integram o anel interior acima referido e que envolvem esta zona pelo norte.

Em complemento, a solução inclui uma proposta de reformulação dos sentidos de tráfego dos arruamentos internos a este espaço, de forma a que o acesso a ele ficasse garantido, ao mesmo tempo que o seu atravessamento ficaria extremamente dificultado.

Uma quinta linha de intervenção incidu sobre a resolução das condições de acessibilidade ao Bairro do Viso (ver Figura 36).

A este nível a medida fundamental proposta correspondia à criação de um novo arruamento, com características de arruamento de montanha em função da orografia extremamente difícil, mas capaz de oferecer uma ligação directa à rede colectora com um nível de serviço perfeitamente satisfatório, permitindo ao mesmo tempo a redução da pressão sobre a rede viária do núcleo central da cidade. Em complemento foi também estudada uma reorganização dos trajectos de ligação à Av. Luísa Todi.

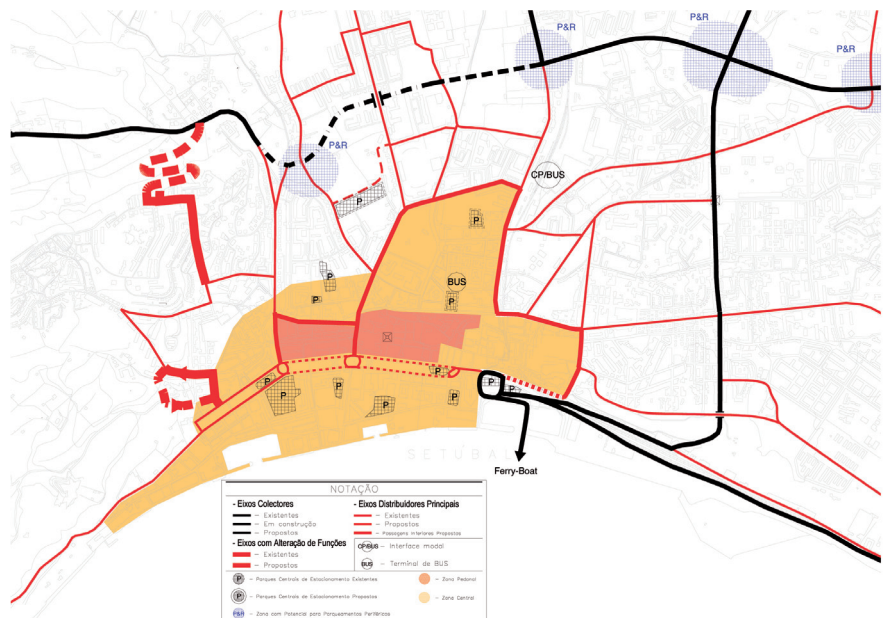


Figura 36 - Reformulação do Acesso ao Br. Viso e Reboreda e Localização dos novos Parques

Uma última linha de intervenção consistiu no desenvolvimento de um sistema integrado de espaços de estacionamento (ver também a Figura 36).

Assim, para dar resposta à necessidade de redução do estacionamento de longa duração no centro previa-se a localização de um conjunto de áreas de estacionamento bem localizadas junto às grandes entradas da cidade e vocacionados para, integrados em sistemas P&R, servirem este tipo de procura.

Em complemento, no núcleo central da cidade foi identificado um conjunto de locais com potencial para acolherem espaços de estacionamento vocacionados para o serviço de estacionamentos de curta-média duração.

Na Figura 37 é possível visualizar a solução global de reorganização da rede viária e dos estacionamentos do centro da cidade de Setúbal.



Quadro 1 – As Condições de Aplicação dos Eixos Rodoviários em Meio Rural segundo o PRN2000

Rede Nacional Fundamental	Itinerários Principais (IP)	São as vias de comunicação de maior interesse nacional, servem de apoio a toda a rede rodoviária nacional, e asseguram a ligação entre os centros urbanos com influência supradistrital e destes com os principais portos, aeroportos e fronteiras.
Rede Nacional Complementar	Itinerários Complementares (IC)	A rede nacional complementar assegura a ligação entre a rede fundamental e os centros urbanos de influência concelhia ou supraconcelhia, mas infradistrital. Os Itinerários complementares são as vias que, no contexto do plano rodoviário nacional, estabelecem as ligações de maior interesse regional, bem como as principais vias envolventes e de acessos nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto.
	Estradas Nacionais (EN)	
Redes Regionais	Estradas Regionais	As comunicações públicas rodoviárias do continente, com interesse supramunicipal e complementar à rede rodoviária nacional, serão asseguradas por estradas regionais. As estradas regionais asseguram uma ou várias das seguintes funções: a) desenvolvimento e serventia das zonas fronteiriças, costeiras e outras de interesse turístico; b) ligação entre agrupamentos de concelhos constituindo unidades territoriais; c) continuidade de estradas regionais nas mesmas condições de circulação e segurança.
Redes Municipais	Estradas Municipais (EM)	As redes de estradas municipais assegurarão a estrutura base da rede rodoviária municipal em espaço rural. Deverão permitir a ligação das sedes de freguesia e ainda a outros espaços públicos de importância relevante concelhia.
	Caminhos Municipais (CM)	Estes eixos complementam as redes de estradas municipais. Deverão permitir a ligação entre sedes de freguesia e destas às restantes localidades do concelho.

Quadro 2 - As classes dos Eixos Rodoviários em Meio Rural vs A Hierarquização Viária

	Vias colectoras	Vias distribuidoras principais	Vias distribuidoras locais	Vias acesso local
IP				
IC				
Estradas Nacionais				
Estradas Regionais				
Estradas Municipais				
Caminhos municipais				

## 5. PERFIS TRANSVERSAIS TIPO DE ARRUAMENTOS URBANOS E ESTRADAS

### 5.1 INTRODUÇÃO

A selecção do perfil transversal tipo envolve sempre a ponderação de um conjunto relativamente alargado de objectivos relacionados com o serviço das diferentes funções que lhe estão atribuídas.

Assim, na perspectiva do tráfego automóvel, as principais preocupações prendem-se por um lado com a fluidez/rapidez e com a segurança do tráfego e, por outro, em espaços urbanos, também com a criação sempre que tecnicamente defensável, de espaços de estacionamento funcionais e com o autocontrolo do estacionamento ilegal.

Já numa perspectiva de serviço dos peões a segurança, o conforto e a facilidade de mobilidade, particularmente das pessoas com problemas de locomoção, tornam-se, sem dúvida, as preocupações prevaletentes.

Uma situação semelhante acontece relativamente aos movimentos ciclistas, onde a segurança e o conforto da deslocação são elementos fundamentais.

Finalmente, a integração da solução no “ambiente” territorial envolvente deve ser sempre uma preocupação a ter em consideração, particularmente em espaços urbanos onde se pretenda criar condições de amenidade de circulação.

Cada uma destas diferentes preocupações tende a sugerir diferentes tipos de estratégias e soluções de ordenamento dos espaços “canais” nem sempre compatíveis entre si.

Deste modo, a selecção dos perfis transversais tipo a adoptar em cada eixo rodoviário deverá ser baseada na avaliação coordenada de um conjunto alargado de aspectos condicionantes:

- Classificação funcional como enquadramento das funções a servir (circulação automóvel; estacionamento; circulação pedonal ou ciclista);
- Níveis e tipologia específicos da procura previsível da via (velocidades; fluxos de projecto e composição do tráfego motorizado; nível de procura de tráfego ciclista; ...);
- “Ambiente” envolvente (urbano vs. rural; espaço canal disponível “livre” ou “condicionado”; tipologia de ocupação do edificado envolvente; ...).

### 5.2 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE DIMENSIONAMENTO DOS DIFERENTES ELEMENTOS FUNCIONAIS

#### 5.2.1 ENQUADRAMENTO

Relativamente a esta questão justifica-se referir que, naturalmente, as características dos perfis transversais dos eixos que servem cada modo de transporte tendem a influenciar significativamente o nível de serviço oferecido pela infraestrutura.

Por outro lado uma regra básica da Engenharia de Tráfego realça que para o desempenho de qualquer infra-estrutura rodoviária pode ser tão negativo a existência de espaço a mais como de espaço a menos relativamente ao estritamente necessário, já que se no segundo caso tende a haver um deficit de desempenho, no primeiro a liberdade dada aos condutores pode, e é muitas vezes, por estes mal aproveitada.

Justifica-se, deste modo, começar por apresentar de forma resumida alguns dos princípios básicos de projecto associados a cada tipo de infra-estrutura.

### 5.2.2 SOBRE O DESEMPENHO DAS VIAS DE TRÁFEGO

A qualidade de serviço associada à circulação rodoviária depende, entre outros factores, das características específicas de cada um dos elementos constitutivos dos perfis transversais dos seus eixos, especificamente a faixa de rodagem e respectivas vias de tráfego, as bermas e o separador central, quando existente.

Para além da questão do número de vias por sentido o qual deve ser estabelecido em função dos fluxos de tráfego de projecto relevantes, já a largura das vias e das bermas bem como a decisão relativa à existência ou não de um separador central depende de outros factores, que têm basicamente a ver com as velocidades pretendidas e com a segurança quer dos automobilistas quer, quando relevante, dos peões.

Genericamente, poder-se-á dizer que, quanto maiores forem as larguras das vias, maior será a indução à prática de velocidades elevadas pelo que este parâmetro constitui um dos instrumentos possíveis de controlo desta, embora se tenha também que ter em conta o efeito da composição do tráfego.

A dimensão das bermas, particularmente em espaços rurais, e a existência e dimensão dos separadores dependerá predominantemente de uma análise custo-benefício entre a melhoria esperada de segurança e o custo económico marginal associado. No entanto, em determinadas vias rurais, a dimensão da berma poderá ser também determinada pela eventual decisão desta poder ser utilizada como ciclovia unidireccional.

### 5.2.3 SOBRE O DESEMPENHO DOS ESPAÇOS DE ESTACIONAMENTO NA VIA

As dimensões e posicionamento dos espaços de estacionamento colocados ao longo da via são obviamente condicionantes ao seu desempenho intrínseco, assim como ao dos arruamentos rodoviários adjacentes.

No que diz respeito ao desempenho intrínseco dos espaços, justifica-se referência à óbvia vantagem ao nível da capacidade oferecida, obtida pela utilização de estacionamento em espinha, particularmente a 60 ou 90 graus, relativamente ao estacionamento lateral à via.

Por outro lado, a dimensão dos espaços é também relevante como instrumento de resposta a um conjunto de factores, nomeadamente, ao tipo de uso que se dá ao espaço (veículos pesados, deficientes, pessoas com bagagem significativa, apoio a actividades de carga e descarga, ...), à rotatividade esperada para o estacionamento e à facilidade de acesso e manobra resultante das condições de tráfego existentes na via adjacente.

Naturalmente, quanto mais exigentes são as condições impostas por estes factores, maiores deverão ser os lugares de estacionamento, quer em termos longitudinais (especificamente para os lugares laterais à via), quer transversais.

O impacto sobre o desempenho dos arruamentos adjacentes à via em estudo, como aliás já foi referido anteriormente, prende-se com o grau de perturbação da fluidez e com a insegurança que resulta das manobras de acesso e saída destes espaços.

A este nível a regra será, naturalmente, que a posição em espinha só deverá ser adoptada em vias com níveis de tráfego não muito importantes e onde se registem velocidades moderadas, enquanto que em relação ao estacionamento lateral à via deverá existir uma tendência para aumentar as dimensões transversais e, particularmente, as longitudinais, com a importância da via, de modo a tornar as manobras de acesso ao estacionamento mais rápidas e seguras.

### 5.2.4 SOBRE O DESEMPENHO DOS EIXOS PEDONAIS

A qualidade de serviço associada aos eixos pedonais adjacentes aos arruamentos depende, em grande medida, da sua dimensão transversal básica, em



primeira análise porque existem dimensões mínimas necessárias para servir aquilo que se usa denominar de “espaço vital” de um peão ou, mais precisamente, não apenas um peão qualquer, mas antes um peão em cadeira de rodas ou uma pessoa com um carrinho de bebé ou ainda, se possível, um conjunto de dois peões juntos ou que se cruzam.

A dimensão transversal é também relevante na eventual viabilização da colocação em condições adequadas e de segurança de mobiliário urbano ou de elementos vegetais relevantes.

Poderá, finalmente, necessitar de ter alguma dependência do nível de serviço desejado para o fluxo de tráfego pedonal de projecto.

Note-se ainda que, embora esse não seja o tópico básico aqui tratado, é também importante que os sucessivos perfis transversais adoptados permitam a implantação de trajectos pedonais contínuos, naturais, confortáveis e agradáveis.

### 5.2.5 SOBRE O DESEMPENHO DOS ESPAÇOS CICLÁVEIS

A qualidade de serviço associada aos espaços para ciclistas depende, em primeira análise, de estes serem totalmente segregados, ou, pelo contrário serem partilhados com o tráfego motorizado ou ainda com o tráfego pedonal.

A partilha de uma via de tráfego com o tráfego automóvel só é aceitável quando este for moderado em volume e velocidades praticadas. Nesse caso a qualidade do serviço quer para os veículos motorizados, quer para os ciclistas dependerá necessariamente, em parte, da largura da via partilhada.

No caso das ciclovias segregadas com desenvolvimento ao longo de um eixo rodoviário, quer a dimensão desta, quer o seu afastamento em relação à faixa de rodagem destinada ao tráfego motorizado, ou mesmo às bainhas de estacionamento, são relevantes ao desempenho global da infra-estrutura.

Também relativamente à largura existem valores mínimos desejáveis e admissíveis associados ao “espaço vital” imprescindível a um ciclista em movimento ou, no caso de eixos com duplo sentido de circulação, a dois ciclistas que se cruzam.

Por outro lado, a existência ou não de uma separação espacial e/ou física entre as vias rodoviárias e as cicláveis, bem como a sua dimensão e forma, assumem um impacto significativo no conforto e, em particular, na segurança da função ciclista.

## 5.3 NORMATIVAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS RELEVANTES

### 5.3.1 ENQUADRAMENTO

Como forma de enquadramento e melhor compreensão da forma como os princípios de dimensionamento dos diferentes elementos das infra-estruturas viárias, enunciados no ponto anterior, podem ser aplicados em diferentes contextos apresentam-se de seguida algumas das regras básicas definidas em três documentos normativos de referência, dois dos quais nacionais, sendo um dirigido a ambientes urbanos e o outro dirigido a ambientes rurais, e um estrangeiro.

### 5.3.2 NORMATIVO BASE PORTUGUÊS - PORTARIA Nº 1136/2001 DE 25/9

Este normativo define três tipos de perfis transversais tipo com o critério básico diferenciador a ser baseado na caracterização da tipologia de “ambiente” envolvente e, especificamente, a tipologia funcional do respectivo edificado, tendo sido identificados os seguintes “ambientes”: predominantemente habitacionais; ambientes mistos residenciais, comerciais e de serviços; ambientes industriais.

Parece ficar implícito que, subjacente a este critério, estão duas características da procura, que apresentam alguma relação face ao ambiente envolvente, respectivamente o volume e composição expectável dos diferentes universos de utilizadores.

Assim, a dimensão exigida para a faixa de rodagem do perfil cresce com o peso esperado do tráfego pesado nas correntes de tráfego, variando especificamente entre 6,5m em zonas residenciais, 7,5m em zonas mistas, e 9,0m para zonas industriais.

Por outro lado, a dimensão exigida para os espaços de estacionamento, apenas dirigida para o caso do estacionamento longitudinal, varia entre 2,0m para zonas residenciais, 2,25m em zonas mistas e 2,5m em zonas industriais, parecendo também implícito, por um lado, um critério ligado à tipologia de veículos envolvidos e, um pouco, um critério ligado ao nível de rotatividade esperada do estacionamento.

Ao nível dos passeios parece estar predominantemente implícito um critério, com aplicação de forma muito simplificada, associado ao volume esperado de peões e outro associado, por um lado, às dimensões mínimas correspondentes ao espaço vital dos peões e, por outro, às dimensões médias necessárias para a implantação de elementos vegetais, especificamente árvores, significativos. Daqui resulta a exigência de uma largura mínima para cada passeio de 1,6m em zonas residenciais e industriais e de 2,25m para zonas mistas, com um acréscimo em todos os casos de 1.0m caso se pretendam integrar árvores.

### 5.3.3 A NORMA JAE P3/94 PARA ESTRADAS RURAIS

A Norma Portuguesa (JAE, 1994) aplicável a todas as estradas integradas no PRN2000, foi definida tendo em perspectiva apenas “ambientes” rurais pelo que apenas se centra na definição de valores de referência para os elementos constitutivos de um perfil transversal tipo de estradas onde a faixa de rodagem é ladeada por bermas.

Os critérios básicos de selecção das características geométricas dos vários elementos do perfil transversal estão basicamente ligados a aspectos económicos, de segurança e de capacidade, os quais, por um lado estão ligados às funções que estão atribuídas à estrada definidas pelo PRN e, por outro lado, às velocidades máximas admitidas e aos volumes de tráfego esperados. Note-se que, estes três critérios estão, eles mesmos, bastante relacionados, já que as velocidades máximas admissíveis são também, em boa parte, definidas tendo em atenção as funções que as estradas irão desempenhar e estas tendem a ter implicações relativamente aos volumes de tráfego expectáveis.

Da aplicação conjugada destes três critérios resulta a largura especificada no documento para as vias de tráfego:

- (IP's) ou (IC's) ou (Outras c/ Perfil 2x2 e  $Vel \geq 100$  Km/h) - L = 3,75m
- (EN's) ou (OE's c/tráfego elevado ou  $VB \geq 80$  Km/h ou Perfil 2x2 e  $VB < 100$  Km/h) - L = 3,50m
- (OE's c/ volume horário de projecto  $< 300$  veíc/h/sentido e  $VB < 80$  Km/h) - L = 3,00m

Ao nível da berma direita a aplicação dos mesmos critérios levou à adopção das seguintes larguras de berma pavimentada:

- Auto-estrada - B = 3,0 m
- (IP's e IC's) - B = 2,5 m
- (OE's c/ volumes horários de projecto  $\geq 200$  veíc/h/sentido) - B = 2,5 m
- (OE's c/ volumes horários de projecto  $< 200$  veíc/h/sentido) - B = 1,5 m
- Vias adicionais - B = 1,5 m

A berma esquerda, associada ao separador central quando este existir, deverá assumir 1,0 m de largura pavimentada.

Finalmente, a título de informação complementar refira-se que para além das bermas pavimentadas haverá que considerar uma faixa exterior a esta não pavimentada com 0,75 m de largura (nomeadamente para a colocação de guardas de segurança) e a uma ligação entre a berma e o talude de aterro ou a valeta com 0,6 m de largura.

#### 5.3.4 A NORMA ASHTO-2001

Segundo o manual da AASHTO (2001) a largura das vias afecta significativamente a segurança e conforto, bem como a capacidade e o nível de serviço oferecido pela infra-estrutura.

À semelhança da Norma da JAE P3/94 (JAE, 1994), a largura das vias é estabelecida em função da importância da via (e portanto em função das velocidades e volumes de tráfego envolvidos) e das funções a assegurar, nomeadamente a salvaguarda das condições de mobilidade adequadas (tipo de ocupação/obstrução lateral, existência de estacionamento, passeios, muros, etc.).

O documento especifica as seguintes larguras para as vias de tráfego:

· Generalidade das situações (largura desejável)	- L = 3,6 m
· Vias urbanas c/ travessias pedonais ou cruzamentos regulados por prioridade à direita	- L = 3,3 m
· Vias urbanas voltadas para a moderação de velocidades	- L = 3,0 m
· Vias urbanas ou rurais sujeitas a níveis de procura de tráfego moderados	- L = 2,7 m
· Perfis com múltiplas vias - possibilidade de adopção de larguras distintas:	
· Via da direita (maior concentração de veíc. pesados ou partilha de ciclistas)	- L = 3,6 a 3,9 m
· Via da esquerda	- L = 3,0 a 3,3 m
· Vias adicionais em cruzamentos (adoptar a largura das restantes vias)	- L > 3,0 m

Por sua vez a definição da largura das bermas baseia-se no princípio de que um veículo estacionado na berma deverá garantir uma distância de segurança mínima de 0,3 m (desejável de 0,6 m) em relação à guia delimitadora da faixa de rodagem.

Deve ainda ser evitada a adopção de bermas de largura superior a 3,0 já que tendencialmente pode incentivar a sua utilização como via de tráfego.

Os valores recomendados são os seguintes:

· Vias de importância primária (máximo absoluto de 3,6m)	- B = 3,0m
· Vias de importância secundária (mínimo absoluto 0,6 m)	- B = 1,8 a 2,4 m
· Bermas com utilização partilhada de peões ou ciclistas	- B >= 1,2 m
· Presença de barreiras ou outros elementos verticais	- Acréscimo 0,6 m

#### 5.4 PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS ADOPTADOS

Do que ficou dito atrás constata-se que não é possível nem desejável a definição de uma única tipologia de perfil transversal de aplicação generalizada, já que esta seria necessariamente "cega" e desajustada às exigências particulares de cada caso.

No entanto, tendo em atenção que os critérios de "legibilidade" e de "simplicidade" de utilização dos sistemas viários aconselham fortemente a limitação do número de tipologias a adoptar numa qualquer rede viária e, por maioria de razão, ao longo de um qualquer eixo rodoviário, apresenta-se de seguida um conjunto coerente de tipologias de referência bem como os correspondentes critérios de selecção, em função dos diferentes "ambientes rodoviários".

Relativamente a estas tipologias é, em primeira análise, definido um conjunto de classes de soluções baseadas na existência/ausência/associação de determinadas funções.

Depois, tendencialmente, são também apresentadas, para cada classe, conjuntos de gamas de valores sugeridos para cada elemento relevante do perfil, de modo a flexibilizar a aplicabilidade destes perfis tipo. De uma maneira geral definem-se valores de “referência/ideais”, “mínimos desejáveis” e “mínimos aceitáveis”, em função do grau de condicionamento resultante do “canal” disponível/disponibilizável. Note-se que num determinado arruamento implantado num espaço canal limitado, a necessidade de servir um determinado conjunto de funções conflictuantes pode “obrigar/aconselhar” à adopção de valores mínimos, *sub-standards*, para alguns ou todos os elementos da infraestrutura.

Finalmente é também feita uma breve referência a soluções de interligação de diferentes tipologias de perfis transversais ao longo de eixos rodoviários que permitem garantir boas condições de transição entre eles.

Em qualquer caso os princípios básicos a este nível são relativamente simples e resumem-se aos seguintes:

1. Manutenção, sempre que possível, das condições operacionais oferecidas aos diferentes utentes ao longo de cada eixo viário;
2. As alterações que tenham que ocorrer ao longo de um eixo rodoviário, ao nível das dimensões da faixa de rodagem automóvel, devem ser feitas com suavidade e, por outro lado, alterações significativas do perfil transversal tipo deverão ser implementadas nos cruzamentos. Exceptuam-se alterações pontuais deliberadas que poderão ser justificáveis no âmbito de implementação de medidas de “acalmia de tráfego”, de travessias pedonais ou de paragens BUS;
3. Os eixos pedonais deverão ter um desenvolvimento onde seja garantido um “canal” útil mínimo contínuo e com um traçado confortável, livre, nomeadamente de mobiliário urbano ou rodoviário.

51

## 5.5 SOLUÇÕES TIPO PARA VIAS COLECTORAS

### 5.5.1 PREOCUPAÇÕES E CONDICIONANTES BÁSICAS

Nas vias colectoras as preocupações básicas prendem-se, por um lado, com os problemas de fluidez, rapidez adequada e segurança rodoviária e, por outro, com o inerente respeito pelo “espaço territorial” envolvente.

Considera-se, assim, que as soluções deverão ser desenvolvidas tendo em atenção particular as diferenças registadas ao nível do “ambiente” envolvente e do “nível e características da procura de tráfego”.

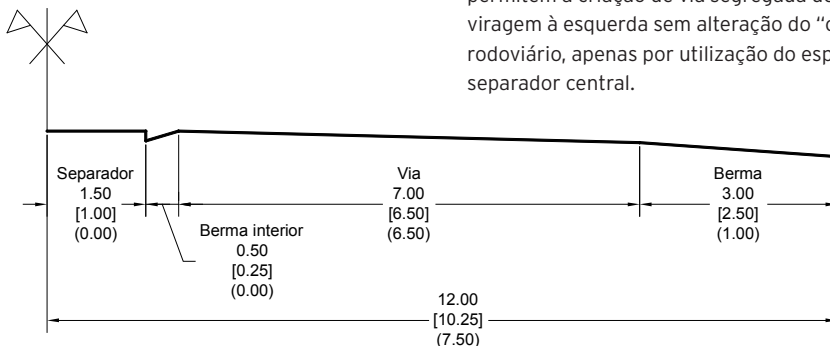
Foram, especificamente consideradas as seguintes situações típicas:

- “Ambiente envolvente” urbano, rural;
- “Nível de tráfego” elevado, moderado;

Note-se, no entanto também, que este tipo de vias é habitualmente utilizado por um número significativo de veículos longos, pelo que a definição do perfil transversal tipo deverá ainda ter em atenção as exigências de operacionalidade deste tipo de veículos, nomeadamente no que respeita aos movimentos de viragem em cruzamentos, face a soluções menos exigentes em termos infra-estruturais (larguras mínimas associadas a uma só faixa de rodagem).

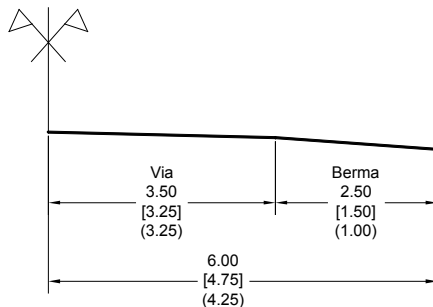
### 5.5.2 AMBIENTE RURAL - TRÁFEGO ELEVADO

\* Note-se que as soluções “desejáveis” permitem a criação de via segregada de viragem à esquerda sem alteração do “canal” rodoviário, apenas por utilização do espaço do separador central.

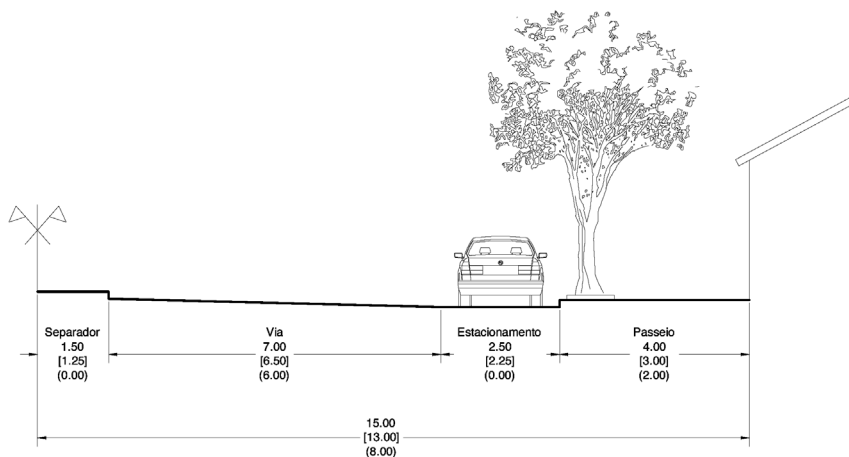


Legenda:  
 xx.xx - valor recomendável  
 [yy.yy] - valor mínimo desejável  
 (zz.zz) - valor mínimo aceitável

### 5.5.3 AMBIENTE RURAL - TRÁFEGO MODERADO

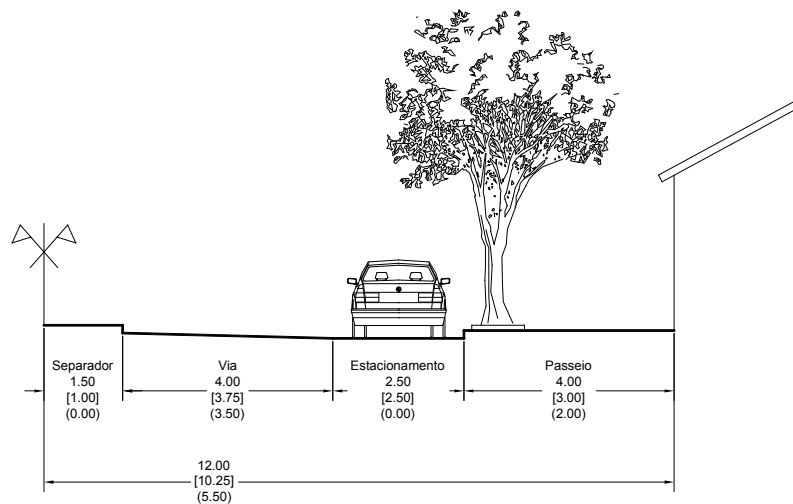


### 5.5.4 AMBIENTE URBANO - TRÁFEGO ELEVADO



\* O estacionamento é desaconselhado excepto em situações excepcionais e pontuais e só quando se trata de vias urbanas c/ Vel ≈ 50 Km/h  
 \*\* Sempre que possível, os eixos pedonais deverão desenvolver-se segregados da faixa de rodagem particularmente quando Vmáx > 50 km/h e sempre que Vmáx > 70 Km/h  
 \*\*\* Mobiliário urbano significativo apenas se passeio ≥ 2,5m

### 5.5.5 AMBIENTE URBANO - TRÁFEGO MODERADO (SITUAÇÃO POUCO HABITUAL)



\* Separador deverá ser semi-galgável

\*\* Se efeito barreira for elevado/houver um número significativo de atravessamentos pedestres é altamente desejável a existência de separador central

## 5.6 SOLUÇÕES TIPO PARA DISTRIBUIDORAS PRINCIPAIS

### 5.6.1 PREOCUPAÇÕES E CONDICIONANTES BÁSICAS

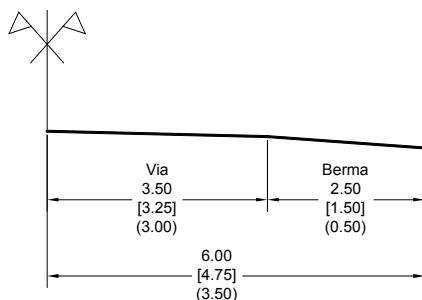
Considera-se que as soluções deste tipo deverão ser desenvolvidas tendo em atenção particular as diferenças registadas ao nível do "ambiente" envolvente e do "nível e características da procura de tráfego".

Para além disso, este tipo de vias envolve ainda habitualmente um peso significativo de veículos de maiores dimensões, pelo que a definição do perfil transversal, normalmente mais reduzido do que nas vias colectoras, deverá ter em particular atenção as exigências de operacionalidade deste tipo de veículos. Estas exigências revelam-se particularmente condicionantes junto a cruzamentos inseridos em perfis de uma única faixa de rodagem e 2 vias de circulação, onde a largura considerada para as vias deverá, normalmente, salvaguardar as faixas balizadas pelo veículo-projecto correspondente, por forma a evitar que o movimento de viragem à direita se processe por invasão da via destinada ao sentido contrário de circulação. Esta questão deverá ser especialmente ponderada quando forem adoptados larguras de vias inferiores às consideradas de referência.

Foram consideradas as seguintes situações típicas, definidas em função do tipo de ambiente e nível de tráfego rodoviário, e correspondentes elementos constitutivos mais afectados:

- "Ambiente": urbano, rural
- Velocidade: largura das vias/bermas
  - Conflito com peões: existência/ausência de separador função do nível
  - Ocupação lateral: existência/ausência estacionamento função do tipo
- "Nível de tráfego": elevado, moderado
  - número de vias necessárias
  - vias segregadas de viragem à esquerda

### 5.6.2 AMBIENTE RURAL (VELOCIDADE=90 KM/H) - TRÁFEGO MODERADO/ ELEVADO

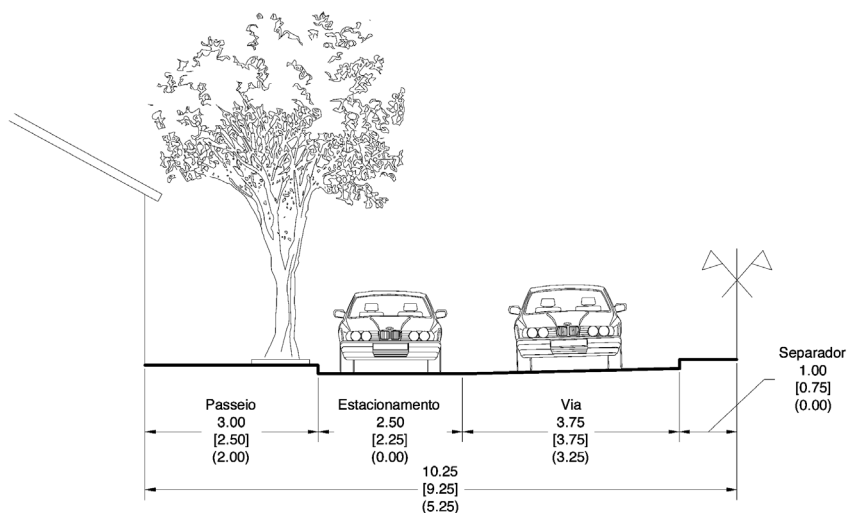


\* Note-se que se o nível de tráfego for elevado é altamente desejável a adopção de solução "ideal" já que nomeadamente permitirá que em cruzamentos prioritários, sem alteração do espaço "canal" ocupado, sejam introduzidas vias segregadas de viragem à esquerda (perfil 1,0×3,5×3,0×3,5×1,0)

\*\* Em situações excepcionais de tráfego poderá ter de se adoptar um perfil 2×2 do tipo dos propostos para as vias colectoras embora, em princípio, adoptando uma solução menos exigente.

\*\*\* Caso se pretenda assumir a existência de eixos ciclistas unidireccionais integrados nas bermas estas deverão ter pelo menos 1.5m (embora existam exemplos de aplicação com apenas 1.0m)

### 5.6.3 AMBIENTE URBANO (VELOCIDADE =50 KM/H) - VOLUME DE TRÁFEGO ELEVADO



\* A largura de cada via de tráfego não deverá ser tal que convide fortemente a ocorrência de estacionamento ilegal em segunda fila

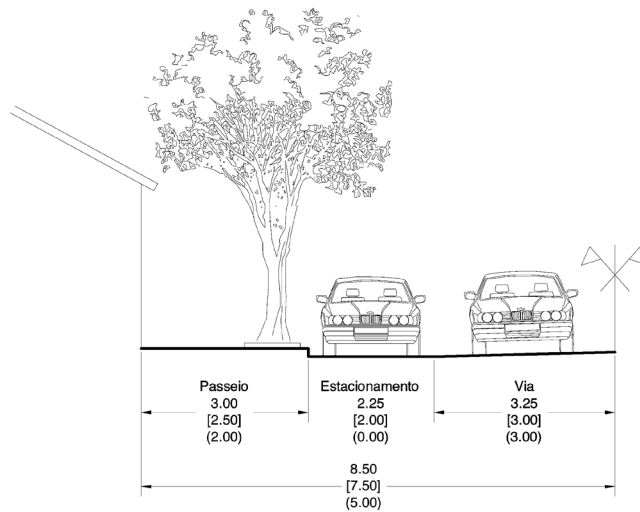
\*\* O separador central poderá ser semi-galgável

\*\*\* Sempre que o efeito barreira for elevado ou houver um número significativo de atravessamentos pedonais distribuídos é altamente desejável a existência de separador central.

\*\*\*\* A existência de espaço para estacionamento permitirá a opção de criação de 2×2 por eliminação do mesmo.

\*\*\*\*\* As soluções desejáveis permitem acomodar via de viragem à esquerda.

### 5.6.4 AMBIENTE URBANO (VELOCIDADE=50 KM/H) - VOLUME DE TRÁFEGO MODERADO



- \* A existência de estacionamento é desejável sempre que exista/se preveja procura mas também porque através da sua eliminação é possível criar via segregada de viragem à esquerda junto aos cruzamentos sem alterar o espaço "canal" rodoviário.
- \*\* No caso de sentido único, aos valores da via de circulação dever-se-á considerar um acréscimo de 0,5 m.
- \*\*\* Em zonas de tráfego pesado significativo os diferentes valores devem ser aumentados de 0,25 m.

### 5.7 SOLUÇÕES TIPO PARA DISTRIBUIDORAS LOCAIS

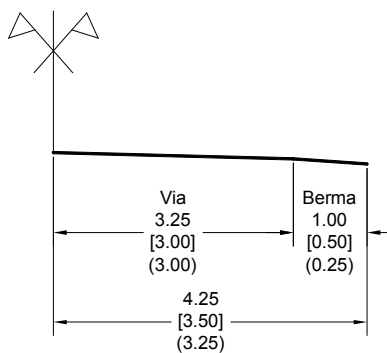
#### 5.7.1 PREOCUPAÇÕES E CONDICIONANTES BÁSICAS

Considera-se que as soluções deste tipo deverão ser desenvolvidas tendo em atenção particular as diferenças registadas ao nível do "ambiente" envolvente e do "nível de procura de estacionamento", tendo-se considerado as seguintes situações típicas:

55

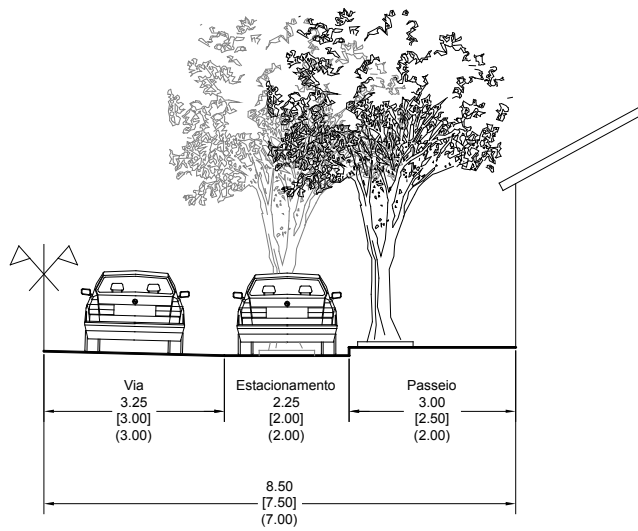
- "Ambiente": urbano, rural
- "Nível procura de estacionamento": elevado, normal, tendencial/nulo

#### 5.7.2 ZONA "RURAL"



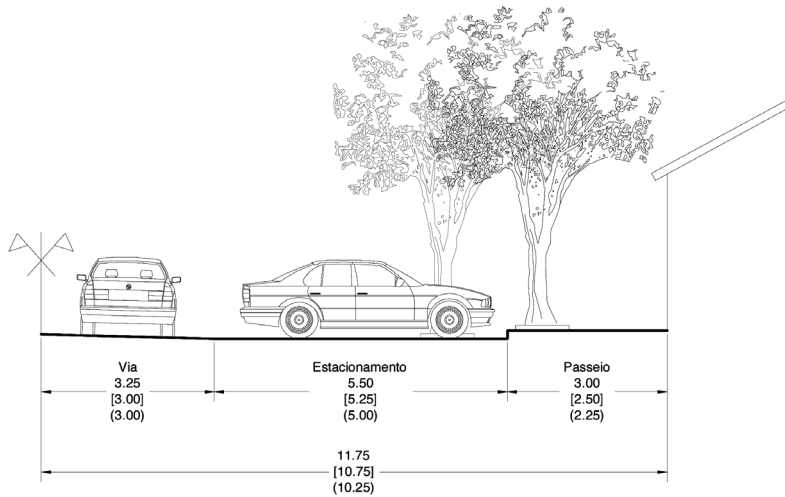


### 5.7.3 Z. URBANA "NORMAL" E ESPAÇO "CANAL" CAPAZ DE INTEGRAR ESTACIONAMENTO NA VIA



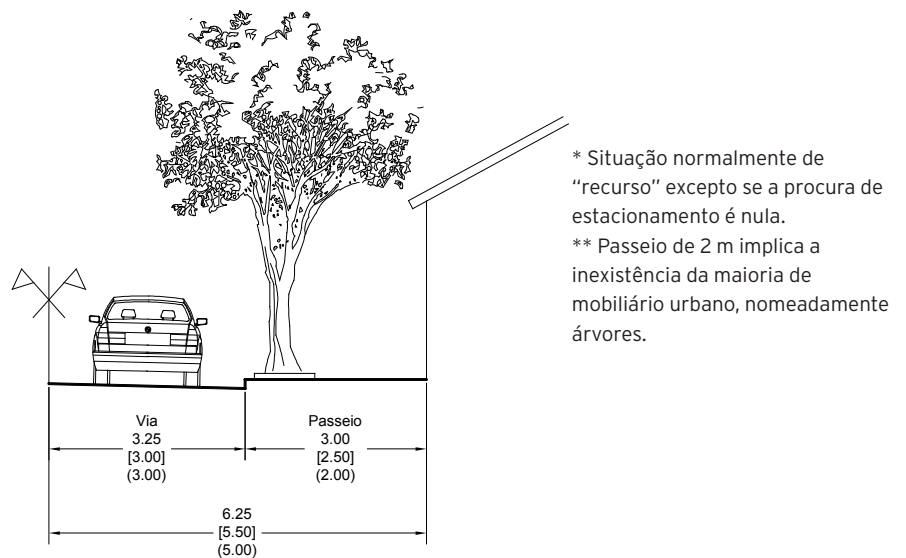
- \* Se se tratar de via de sentido único o valor indicado para a via deverá ser aumentado de 0,5 m.
- \*\* O perfil "mínimo" aceitável só suportará mobiliário urbano do tipo "árvores" se forem implementadas intercaladas com o estacionamento.
- \*\*\* Se existir procura de estacionamento pesado significativa a largura destes espaços deverá passar para 2,5 m.

### 5.7.4 ZONA URBANA C/ GRANDE PROCURA DE ESTACIONAMENTO E ESPAÇO "CANAL" GENEROSO



- \* Se a via for de sentido único, a via deverá ter no mínimo 4,5 m o que implica, nesse caso, estacionamento a 45°

### 5.7.5 ZONA URBANA COM ESPAÇO “CANAL” LIMITADO SEM CAPACIDADE DE INTEGRAR ESTACIONAMENTO



### 5.8 SOLUÇÕES TIPO PARA VIAS DE ACESSO LOCAL

Como já foi referido antes, em vias de acesso local justifica-se que, tendencialmente, a organização do espaço deixe de ser feita de forma muito rígida e linear, e mesmo sem separação física dos espaços pedonais relativamente aos motorizados.

Assim, a organização do espaço deverá ser feita muito mais numa lógica de compatibilização num mesmo espaço de níveis mínimos de mobilidade a velocidade muito reduzida e estacionamento dos veículos motorizados com as necessidades de mobilidade e de “estar” ligadas à vivência do espaço, por parte dos peões.

Deste modo, neste caso justifica-se apenas lembrar que a mobilidade motorizada em espaços com níveis de tráfego muito reduzidos apenas necessita de perfis da ordem dos 2,75/3,00m ou 5,00m se se pretender que possa haver cruzamento entre veículos, e que estas dimensões deverão ser ligeiramente aumentadas para a mobilidade partilhada do veículo automóvel com os modos pedonal ou ciclista.

Para além disso haverá apenas que garantir as condições de manobra no acesso aos lugares de estacionamento e de acesso a veículos especiais (veículos de recolha de lixo, de mudanças, de emergência, ...).

### 5.9 EXEMPLO DA GESTÃO DE TRANSIÇÕES ENTRE PERFIS TRANSVERSAIS

Na Figura 38 apresenta-se um exemplo de transição de um perfil onde existe estacionamento para uma secção sem estacionamento

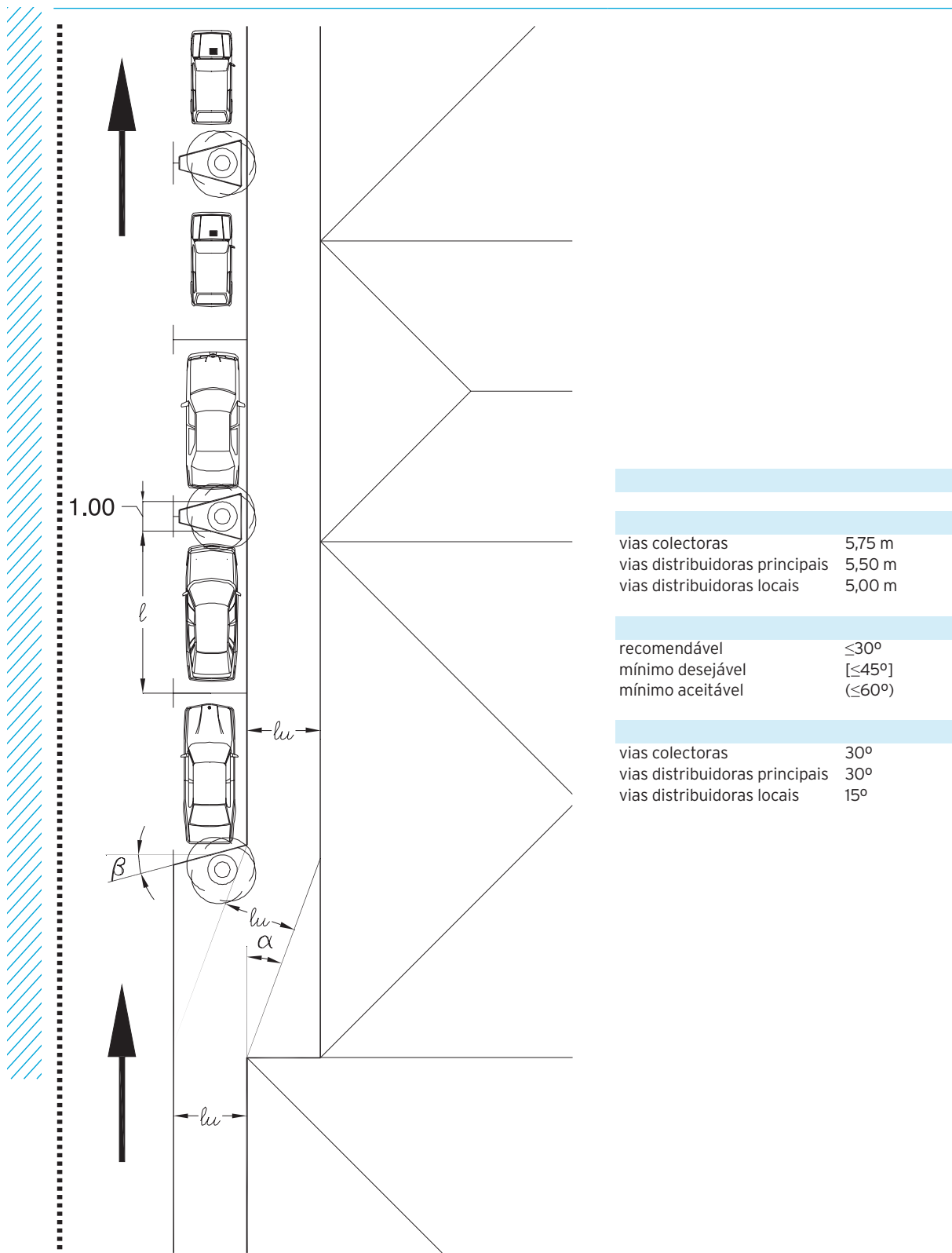


Figura 38 - Exemplo de solução de transição entre perfis transversais

## 6. TIPOLOGIAS DOS CRUZAMENTOS

### 6.1 ENQUADRAMENTO

Cruzamentos ou intersecções são pontos da rede viária onde duas ou mais correntes de tráfego se cruzam, separam ou juntam gerando conflitos que são regulados e resolvidos de acordo com regras predefinidas e específicas de funcionamento.

Em espaços urbanos ou peri-urbanos o desempenho das redes viárias, caracterizado nomeadamente pela sua capacidade, está ligado ao funcionamento dos cruzamentos uma vez que, normalmente, estes são os seus pontos críticos, aqueles onde primeiro se registam situações de incapacidade de dar resposta à procura.

Também do ponto de vista da segurança rodoviária os cruzamentos são pontos particularmente sensíveis já que aproximadamente dois terços de todos os acidentes com feridos e ou mortos aí ocorrem.

Finalmente são também os espaços onde, habitualmente, mais se fazem sentir os conflitos de interesses entre as redes rodoviárias motorizadas e as redes pedonais ou de ciclovias, ou mesmo, os sistemas ferroviários ligeiros.

Existe um conjunto muito variado de soluções aplicáveis (ver por exemplo a Figura 39), que se diferenciam entre si relativamente a um conjunto variado de aspectos, nomeadamente relativamente ao princípio de regulação, ao potencial de desempenho, ao tipo de hierarquização dos eixos afluentes ou ao grau de impacto sobre o espaço envolvente.

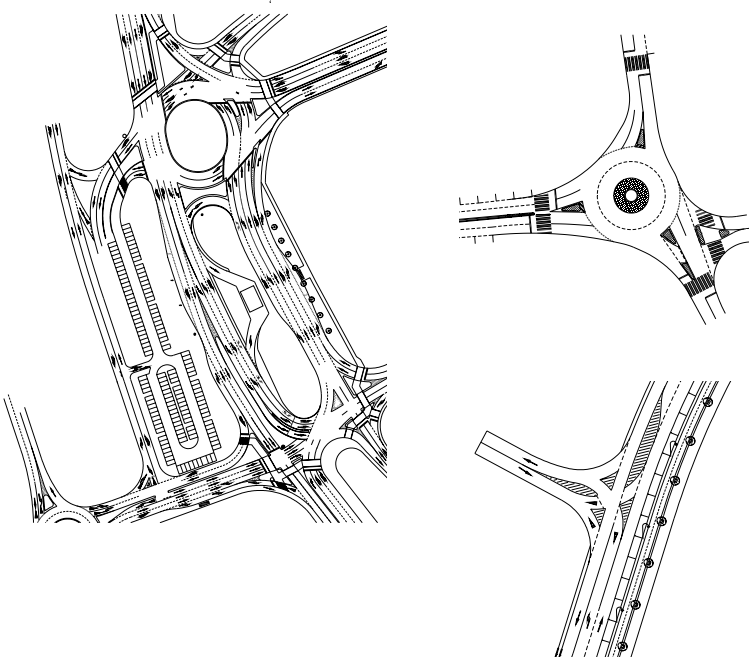


Figura 39 - Exemplos de diferentes tipologias de cruzamentos

No entanto, usando como referência características particularmente marcantes como são os princípios de regulação das prioridades relativas entre as diferentes correntes de tráfego e a estrutura geométrica fundamental, é possível identificar um conjunto de tipologias que abarcam soluções com características funcionais e potencial de desempenho semelhantes: cruzamentos sem regulação; cruzamentos com prioridade à direita; cruzamentos prioritários; rotundas; cruzamentos semaforizados; cruzamentos desnivelados.

Cada uma destas tipologias apresenta por seu lado capacidades funcionais e condições de aplicabilidade bastante diversas, podendo-se desde já salientar por exemplo que a sequência escolhida para apresentar as diferentes tipologias reflecte também uma progressão no grau de complexidade e de aumento genérico do potencial de desempenho disponibilizável nomeadamente no que diz respeito à capacidade potencial.

É, também, importante notar desde já que dentro de cada uma dessas tipologias existem vários sub-tipos, com características próprias e que, por outro lado, existirão muitas vezes soluções mistas, por exemplo, associadas a soluções parcialmente desniveladas.

A selecção da tipologia genérica e das características específicas da solução adequadas a uma determinada situação passará pela análise integrada do potencial de desempenho, ao longo da vida útil do cruzamento, de cada hipótese alternativa, relativamente a um amplo conjunto de valências umas ligadas à qualidade intrínseca da solução, e outras mais ligadas à sua capacidade de integração ao nível da rede e do espaço envolvente.

## 6.2 TIPOLOGIA DOS CRUZAMENTOS: CARACTERÍSTICAS, POTENCIAL E APLICABILIDADE

### 6.2.1 CRUZAMENTOS COM PRIORIDADE À DIREITA E “EQUIVALENTES”

Os cruzamentos que funcionam com prioridade à direita baseiam-se na aplicação de uma regra geral básica que concede a prioridade a um veículo sempre que ele se apresente pela direita relativamente a qualquer outro que aproxime-se ao mesmo tempo se aproxime do cruzamento.

Este tipo de regulação das prioridades dá suporte à tipologia básica de cruzamentos que se caracteriza pela inexistência de qualquer sinalização horizontal ou vertical de atribuição de prioridades.

Existem, no entanto, um conjunto de sub-tipologias e tipologias “equivalentes” com aplicação em diferentes países:

- A regra da prioridade à direita é aplicada em diferentes países com variantes associadas a diferentes formas de regulação de alguns dos conflitos entre movimentos conflitantes (e.g. viragem à direita contra viragem à esquerda oposta) que geram o que podem ser consideradas sub-tipologias deste tipo de cruzamento;
- Noutros países, nomeadamente na América do Norte, existe uma tipologia de regulação do tráfego, que se pode designar de Solução “All Stops”, em que todas as entradas têm um sinal de stop que obriga à paragem dos veículos antes da entrada no cruzamento aplicando-se depois a regra da prioridade à direita. Esta forma de regulação não tem aplicação em Portugal;
- Existe ainda, nomeadamente em Inglaterra, uma tipologia onde não existe prioridade de acesso pré-estabelecida, sendo o acesso aos cruzamentos regulado pela regra da “cortesia/boa educação”. Esta forma de regulação também não tem aplicação nem em Portugal nem na generalidade dos países.

Este tipo de soluções, com prioridade à direita, apresenta um conjunto de características fundamentais e um potencial de desempenho dignas de nota:

- São soluções de aplicação muito simples e barata;
- São soluções igualitárias na medida em que todos os acessos ao cruzamento são tratados da mesma maneira ao nível da prioridade;
- São soluções em que se verifica alguma complexidade na interpretação da prioridade relativa entre veículos conflituantes, na medida em que um veículo numa determinada entrada pretendendo realizar uma determinada manobra, umas vezes terá prioridade de acesso, outras não;
- Trata-se de uma solução não capaz de regular a prioridade relativa de acesso em alguns tipos de conflitos (por exemplo quando, aproximadamente ao mesmo tempo, chegam a um cruzamento em cruz, veículos em todas as entradas pretendendo seguir em frente, todos eles têm um veículo à sua direita ao qual devem prioridade, situação em que o código indica que um deles terá que tomar a iniciativa após o que se aplicará a regra da prioridade à direita), designadas “situações intransitivas”, com impacto ao nível da capacidade devido ao risco de bloqueio do cruzamento e, potencialmente, ao nível da segurança;
- Apresentam um nível de capacidade “real” baixo já que, para fluxos significativos, a frequência de situações intransitivas se torna muito significativa levando a um funcionamento deficiente dos cruzamentos.

Em resultado das características e potencial enunciados, este tipo de cruzamentos apresenta um campo potencial de aplicação eficiente relativamente limitado:

- Quando os níveis de tráfego forem baixos e, tendencialmente, equilibrados entre as entradas, para garantir a máxima fluidez para todas as entradas e para evitar presunção de prioridade dos condutores das vias com mais tráfego;
- Quando a geometria não “sugere” uma hierarquia entre as entradas (como a que existe em entroncamentos ou cruzamento de vias com perfis transversais muito diferentes), de modo a evitar que os condutores sejam “induzidos” a, inconscientemente, abordarem incorrectamente estes cruzamentos;
- Quando as velocidades de aproximação são reduzidas e quando os utentes são utilizadores habituais já que tal permitirá minimizar o acima referido problema da complexidade de interpretação;

É, assim, particularmente adequado para aplicação em cruzamentos entre vias locais em zonas residenciais.

Pelo contrário, a tipologia “sem regulação da prioridade” tem um campo de aplicação particularmente reduzido, sendo em Inglaterra apenas aplicado por períodos muito limitados em zonas de obras, onde não seja possível ter sinalização horizontal, nesse país obrigatória para a regulação específica da prioridade.

### 6.2.2 CRUZAMENTOS PRIORITÁRIOS

Os cruzamentos prioritários caracterizam-se pela atribuição de diferentes níveis de prioridade a diferentes movimentos direccionais de tráfego ou ramos de acesso.

Esta atribuição é feita através da retirada da prioridade a determinados ramos de acesso ou movimentos direccionais, através da aplicação de sinais verticais de stop ou cedência de prioridade, desejavelmente acompanhados da correspondente sinalização horizontal.

Existem diferentes subtipos de cruzamentos prioritários que, apresentando os mesmos princípios de regulação, se diferenciam pelo grau de canalização e

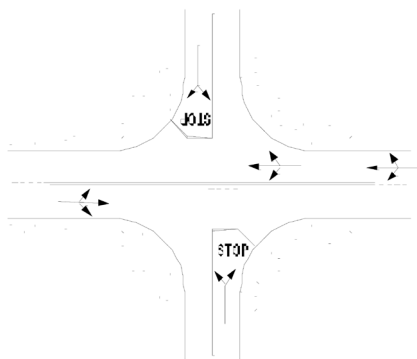
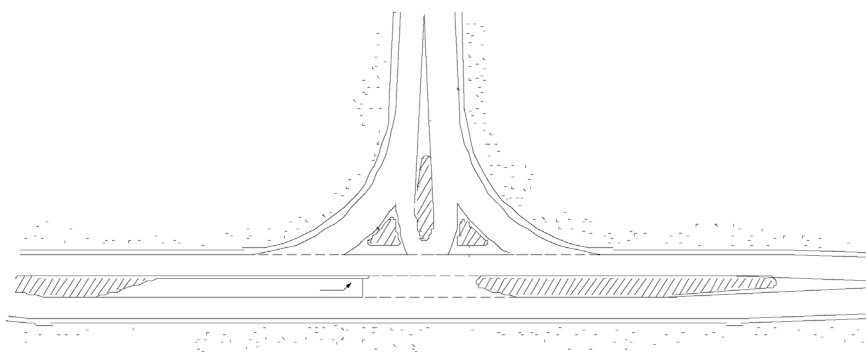


Figura 40 - Cruzamentos prioritários sem e com canalização do tráfego

segregação dos diferentes movimentos direccionais, apresentando potenciais de desempenho bastante diferentes (ver por exemplo a Figura 40).



Este tipo de soluções justifica o seguinte conjunto de referências relativamente às suas características fundamentais e potencial de desempenho:

- São soluções simples de implementar e baratas, embora o seu custo tenda a crescer significativamente no caso das soluções mais complexas com significativos graus de canalização e segregação do tráfego;
- São soluções hierárquicas, em que a atribuição de prioridade de acesso a um ou mais ramos ou movimentos direccionais tem implícita uma atribuição a estes de maiores níveis de importância funcional pelo que em situações onde não exista dominância de um dos arruamentos ou este não seja o prioritário tenderão a ocorrer situações de não respeito pelas "expectativas naturais dos condutores" criando-se um potencial elevado para a ocorrência de situações de má compreensão e correspondente má aplicação das regras de prioridade resultando em soluções com problemas potenciais de sinistralidade;
- Apresentam níveis médio/baixos de capacidade, sendo que as técnicas de canalização e segregação dos movimentos permitem maximizá-la (até valores máximos de aproximadamente 15.000 veículos/dia);
- Mesmo quando bem projectados, apresentam, em média, níveis de segurança inferiores aos das tipologias alternativas com excepção da prioridade à direita, embora os subtipos com canalização de tráfego, mais sofisticados, permitam melhores resultados.

Em resultado das características e potencial enunciados, este tipo de cruzamentos apresenta como campo potencial de aplicação eficiente a utilização em cruzamentos, quer urbanos quer rurais, com níveis moderados de tráfego onde, devido à geometria ou ao tráfego, existe uma dominância de um dos eixos que a ele acedem.

### 6.2.3 CRUZAMENTOS GIRATÓRIOS - ROTUNDAS

As rotundas caracterizam-se pela circulação dentro do cruzamento em sentido obrigatório contrário ao ponteiro dos relógios, utilizando uma faixa de rodagem que se desenvolve em volta de uma placa central de formato mais ou menos circular.

Os veículos que pretendem entrar no cruzamento deverão dar prioridade àqueles que já se encontrem no seu interior e que interfiram com a sua marcha. Este tipo de regulação é muito mais eficiente do que a alternativa de atribuir prioridade aos acessos, já que evita que em períodos de tráfego significativo, o cruzamento bloqueie o seu funcionamento. A regulação da prioridade não tem de, mas deve, ser feita com recurso à aplicação de sinais verticais de cedência de prioridade acompanhados da correspondente sinalização horizontal.

Existe um conjunto significativo de subtipos de rotundas (ver algumas ilustrações na Figura 41) que, embora mantendo os mesmos princípios genéricos de regulação da prioridade e de forma de circulação, apresentam diferenças significativas aos nível das suas características geométricas, o que tem um impacto significativo no seu potencial de desempenho e consequentemente na sua aplicabilidade.

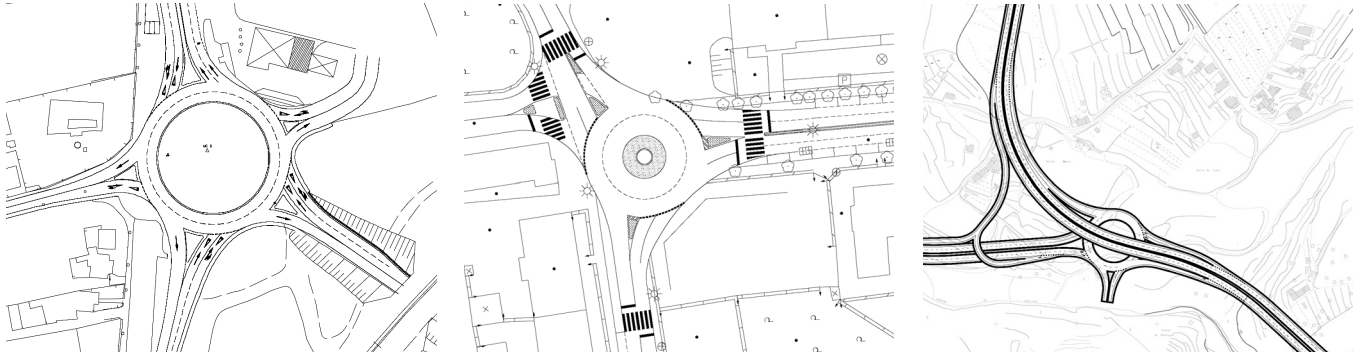


Figura 41 - Tipologias de Rotundas

São de referir nomeadamente as seguintes tipologias: rotundas “normais”; mini-rotundas; rotundas desniveladas (onde se verifica o desnivelamento do eixo viário principal, que praticamente não “sente” o efeito da existência do cruzamento, sendo a rotunda de nível apenas responsável pela regulação do tráfego dos eixos secundários e do tráfego de entrada e saída do eixo principal); rotundas duplas.

Este tipo de soluções justifica o seguinte conjunto de referências relativamente às suas características fundamentais e potencial de desempenho:

- As soluções de nível apresentam um custo de investimento moderado, apresentando no entanto alguma “inflexibilidade”/“exigência” relativamente às características do espaço ocupado (dimensão, forma) quando comparadas com as restantes tipologias de cruzamentos com excepção dos desnivelados. As soluções desniveladas são por sua vez bastante mais caras e exigentes de espaço, mas quase sempre menos do que outras soluções desniveladas alternativas;
- Apresenta potencialidades para gerar níveis elevados de capacidade, genericamente equivalentes aos dos cruzamentos regulados por sinais luminosos, adaptando-se também particularmente bem a funcionamentos com níveis globais de tráfego muito diferentes (desde valores muito baixos até valores de ordem da sua capacidade e mesmo superior já que, como acima foi referido, não apresenta riscos de bloqueio de funcionamento devidos a congestionamento). É também uma solução que acomoda particularmente bem situações com significativos níveis de fluxos de viragem à esquerda e são as únicas soluções de nível que acomodam com facilidade as inversões de marcha;
- É, no entanto, um tipo de solução “igualitária” já que, ao impor a perda de prioridade a todas as entradas, dá importância semelhante a todas elas. É assim particularmente indicada para cruzamentos com vias com importância funcional e fluxos de tráfego semelhantes;
- É, também, uma tipologia com um funcionamento “passivo”, isto é, em que a forma de regulação e funcionamento do cruzamento se mantém inalterada ao longo do tempo;
- Trata-se ainda de uma tipologia particularmente adequada a um funcionamento isolado, já que a sua lógica de regulação com perda de prioridade por parte de todas as entradas, impõe necessariamente uma descontinuidade na fluidez da circulação automóvel ao longo dos eixos viários que a ela acedem;



- A elevada capacidade de controlo do comportamento dos condutores, que se reflecte nomeadamente na redução de velocidade que, de uma forma física, impõe a todos os veículos que acedem ao cruzamento, leva a que seja uma solução bastante segura embora a atribuição de prioridade a todos os veículos que circulam no interior da rotunda sobre os que a ela pretendem aceder tenda a produzir alguns problemas de sinistralidade associados a ciclistas sempre que estes circulam misturados com o tráfego motorizado;
- A imposição de reduções de velocidade leva a que tenham também um bom potencial para realçar “descontinuidades” de traçado ou condições de circulação, induzindo naturalmente nos condutores as necessárias mudanças de comportamento;
- Apresenta uma relação do tipo “amor/ódio” relativamente aos peões já que, se é certo que os atravessamentos pedonais colocados nas vias de acesso nas suas proximidades (ditas na sua “sombra”) apresentam, normalmente, bons níveis de segurança, por outro lado, a impossibilidade de colocação de atravessamentos pedonais formais no seu anel interno, tende a criar circuitos pedonais extensos.

Do conjunto de características apresentadas ressalta a particular adequação deste tipo de soluções em zonas suburbanas onde, normalmente, as condições de implantação são menos condicionadas e onde se verifica um menor nível de conflito com o sistema pedonal.

Pode ser usada quer como solução de acalmia de tráfego ou para “marcar” transições de “ambiente” territorial ou das características geométricas e funcionais dos eixos viários, quer como solução “rodoviária” de capacidade elevada. Rotundas tendencialmente de dimensões mais reduzidas são também particularmente adequadas enquanto integradas em soluções de acalmia de tráfego nomeadamente em áreas residenciais. As rotundas desniveladas, pelo contrário, são particularmente adequadas para a interligação de eixos viários com tráfegos significativos mas de níveis hierárquicos diferentes e em que se pretende que os principais movimentos não sofram reduções de velocidade significativas.

#### 6.2.4 CRUZAMENTOS COM SINAIS LUMINOSOS - SOLUÇÕES SEMAFORIZADAS

As soluções semaforizadas caracterizam-se pela atribuição em diferentes períodos de tempo e através de sinalização luminosa, de direito absoluto ou parcial de entrada aos diferentes movimentos direccionais de tráfego que têm trajectos conflituantes. A regulação da prioridade é assim feita com recurso a um sistema de sinais luminosos (semáforos).

Existe um conjunto de subtipos diferentes dependendo do tipo de funcionamento adoptado que, basicamente, pode ser a “tempos fixos” ou “actuado”, ou ainda, de forma “isolada” ou “coordenada” (ver exemplos na Figura 42).

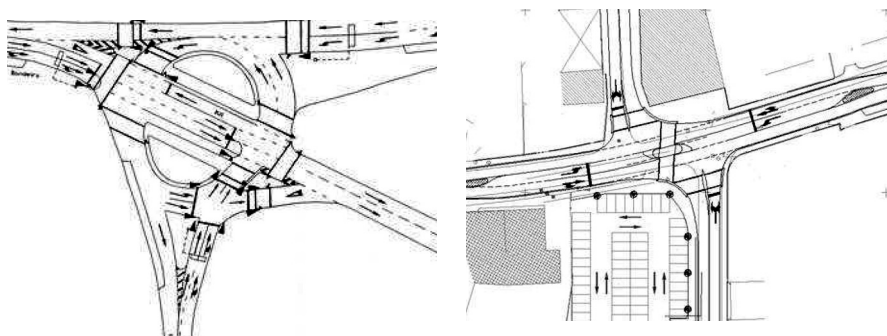


Figura 42 - Exemplos de cruzamentos com sinais luminosos

A diferença fundamental entre as soluções a tempos fixos e actuados é que as primeiras funcionam com base em planos de regulação pré-definidos, sem possibilidade de existência, em tempo real, de ajustamentos em resposta a alterações verificadas na procura, o que acontece nas soluções actuadas.

Por sua vez nas soluções coordenadas existe um esforço estruturado de coordenação do funcionamento de vários cruzamentos adjacentes de modo a, assim, otimizar o funcionamento global da rede, enquanto que nas soluções isoladas o plano de regulação apenas tende a otimizar o funcionamento de um cruzamento face a determinados padrões da procura nos seus diversos acessos.

Este tipo de soluções justifica o seguinte conjunto de referências relativamente às suas características fundamentais e potencial de desempenho:

- São soluções de custo de investimento e espaço ocupado moderados, a este último nível menos exigente do que a solução tipo rotunda, mas com maiores exigências e, eventualmente, custos de manutenção e exploração, bem como de “know-how”, do que as restantes tipologias de nível;
- Este tipo de solução apresenta também potencialidades para gerar níveis elevados de capacidade, globalmente semelhantes às atingíveis pelas rotundas, embora acomode pior níveis significativos de viragens à esquerda e muito dificilmente acomodará inversões de marcha;
- Trata-se ainda de um tipo de solução bastante flexível e “activa” uma vez que permite atribuir qualquer correlação de prioridades relativas entre os diferentes movimentos do cruzamento permitindo ainda a alteração desta correlação em tempo real de modo a que em cada momento tenda a ser a mais adequada às condições da procura e à lógica de funcionamento pretendida para a rede. Pode assim funcionar tanto de forma “igualitária” como “hierarquizada”. Tenderá a ser uma solução mais eficaz que a rotunda quando os níveis de tráfego forem bastante desequilibrados;
- É também uma solução onde existe a possibilidade de, com relativa facilidade, serem atribuídos diferentes níveis de prioridade a diferentes modos/ utilizadores (e.g. Bus, veículos de emergência, ...);
- Trata-se, ainda, da única tipologia que, como acima já foi referido, possui uma capacidade de coordenação entre cruzamentos;
- São soluções que, do ponto de vista da segurança rodoviária, são bastante eficientes;
- Trata-se de uma tipologia capaz de acomodar com a maior qualidade as necessidades dos peões, embora em muitos casos à custa de significativas reduções nos níveis globais de capacidade rodoviária.

65

Do conjunto de características apresentadas ressalta a particular adequação deste tipo de soluções a zonas urbanas onde, normalmente, as condições de implantação são mais condicionadas, onde se verifica um maior nível de conflito com o sistema pedonal e onde se verifica a maior densidade geográfica de cruzamentos, e maior complexidade e variabilidade das correntes de tráfego.

Trata-se ainda da única solução adequada quando se pretenda a integração do cruzamento num sistema coordenado de controlo de tráfego, por exemplo do tipo UTC, ou quando se pretenda poder em diferentes circunstâncias alterar o modo de funcionamento do cruzamento, ou servir de forma diferente diferentes utentes.

É ainda uma boa alternativa a rotundas se os níveis de tráfego nas várias entradas são muito desequilibrados ou muito variáveis em termos de peso relativo entre elas ao longo do tempo.

É, finalmente, normalmente a solução de nível ideal quando a segurança e o conforto dos peões, particularmente dos mais vulneráveis, num qualquer ponto de atravessamento, for a principal preocupação.

### 6.2.5 CRUZAMENTOS DESNIVELADOS OU NÓS DE LIGAÇÃO

As soluções desniveladas são soluções que se caracterizam pela eliminação total ou parcial dos conflitos entre movimentos direccionais que se cruzam através da sua segregação espacial.

Existem muitas tipologias de nós, sendo que na maior parte dos casos, estes são do tipo parcialmente desnivelado, em que um ou mais dos conflitos de tráfego são regulados de nível através do recurso a soluções do tipo prioritário, sinais luminosos ou rotunda, tendo este último caso sido já referido (ver exemplos nas Figura 43 e Figura 44).

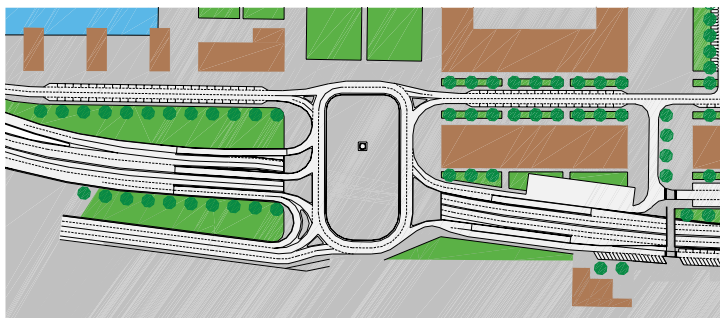


Figura 43 - Exemplo de cruzamento parcialmente desnivelado em ambiente urbano



Figura 44 - Exemplo de cruzamento parcialmente desnivelado em ambiente suburbano

Este tipo de soluções justifica o seguinte conjunto de referências relativamente às suas características fundamentais e potencial de desempenho:

- São soluções de custo de investimento e espaço ocupado muito mais elevados do que os das restantes tipologias. Apresentam assim, também genericamente um “impacto” sobre o território muito elevado, excepto se as condições, particularmente as orográficas forem particularmente favoráveis;
- Trata-se de soluções capazes de oferecer níveis muito elevados de capacidade, e de fluidez e rapidez do tráfego particularmente aos movimentos dominantes, oferecendo ainda, em princípio, níveis reduzidos de sinistralidade;
- Dependendo do tipo de desnivelamento parcial ou total adoptado trata-se de uma tipologia capaz de ser aplicada quer a situações de confluência de vias de importância semelhante quer a situações onde um dos eixos é dominante.

Trata-se assim, em muitos casos de soluções de último recurso quando, por exemplo, os níveis de tráfego são muito intensos e todas as soluções de nível se revelam incapazes de resolver o problema.

São ainda adoptadas quando no nó se pretendem obter níveis de fluidez e rapidez de circulação muito elevados por parte de um ou mais movimentos direccionais, ou então quando a orografia o aconselhar.

### 6.3 CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS TIPOLOGIAS

Como acima foi dito a selecção da tipologia genérica e das características específicas da solução adequada a uma determinada situação passará pela análise integrada do potencial de desempenho de cada hipótese alternativa, relativamente a um significativo conjunto de indicadores de desempenho.

#### 6.3.1 INDICADORES DE DESEMPENHO AO NÍVEL DO POTENCIAL INTRÍNSECO DA SOLUÇÃO

A avaliação ou previsão global do desempenho intrínseco de uma qualquer solução face a um determinado conjunto de utilizadores depende da análise de um conjunto alargado de indicadores como sejam:

- A capacidade potencial;
- A fluidez oferecida;
- A segurança de operação;
- O conforto/stress provocado;
- A versatilidade de operação;
- O grau de compatibilidade com o “ambiente” e funções envolventes;
- Os custos de investimento, manutenção e operação.

Indiscutivelmente um dos indicadores de desempenho de referência prende-se com a “capacidade potencial” para fazer face à procura previsível de tráfego.

A este nível, como atrás já foi realçado, a sequência de tipologias de cruzamentos acima apresentadas, corresponde a um ordenamento que reflecte uma tendencial progressão do potencial de desempenho disponibilizável nomeadamente no que diz respeito à capacidade potencial.

Reflectindo esta tendência a Figura 45 apresenta um gráfico que, de uma forma aproximada, apresenta o campo de aplicabilidade das principais tipologias em função nos níveis de tráfego conflituantes existentes.

67

É de notar que, tal como também já tinha sido referido, os níveis de capacidade potencial oferecidos pelas soluções semaforizadas e as do tipo rotunda são semelhantes.

Do mesmo modo é importante notar a existência de algumas zonas de sobreposição dos campos de aplicação das soluções prioritárias em relação às do tipo rotunda ou semaforizada, e destas em relação às desniveladas.

Estas situações realçam, mais uma vez, que embora o indicador capacidade potencial seja muito importante, no entanto, a selecção do tipo de solução mais adequado a cada caso não será em muitos casos decisivamente dependente dele.

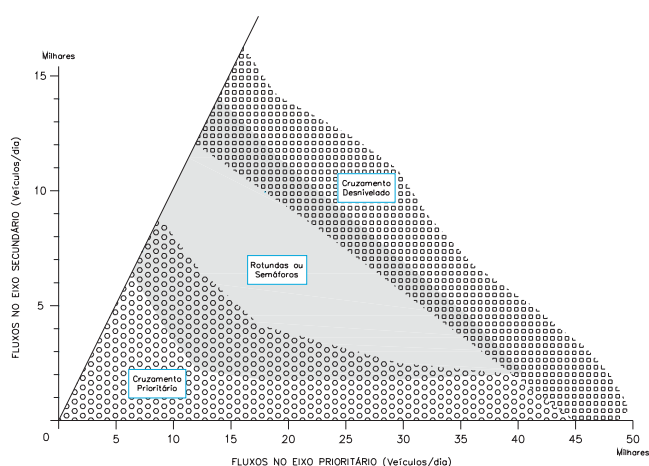


Figura 45 - Tipologia dos cruzamentos vs. capacidade potencial

Também a segurança de operação é obviamente um aspecto importante atendendo aos custos sociais e económicos associados à sinistralidade rodoviária.

A fluidez da circulação, representada pelos atrasos impostos aos condutores, ou pelo nível de redução da velocidade de circulação ou pelo número de paragens impostas aos veículos, é também um indicador importante quer para a avaliação da qualidade do serviço oferecido, como também para avaliação dos custos de utilização pelos veículos e dos custos ambientais associados.

O indicador de versatilidade engloba conceitos como sejam a facilidade com que uma tipologia suporta movimentos de inversão de marcha, ou formas activas de controlo que permitam a adaptação em tempo real da forma de funcionamento do cruzamento.

O nível de compatibilidade com o ambiente urbano ou rural envolvente é importante, por exemplo quando se avalia o grau de compatibilidade de cada alternativa com as necessidades de outros sistemas de transportes, nomeadamente o pedonal. A este nível, como já foi referido atrás existem soluções claramente mais “urbanas” e outras mais “suburbanas” ou “rurais”.

Finalmente a equação de avaliação precisa de ter em consideração não apenas os custos de investimento, como também os custos de manutenção e de operação ao longo de toda a vida útil da infra-estrutura.

### 6.3.2 INDICADORES DE DESEMPENHO AO NÍVEL DO POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO SISTÉMICA

A outra componente fundamental no processo de avaliação da adequação de cada opção possível liga-se à questão de integração na lógica de funcionamento pretendida para o conjunto da rede viária podendo, em muitos casos, justificar-se a adopção de uma solução não óptima de acordo com os indicadores intrínsecos acima referidos. A este nível justifica-se uma referência aos seguintes indicadores:

- Grau de compatibilidade com a organização funcional da rede viária;
- Grau de compatibilidade com o padrão sistémico das soluções da rede ou eixo viário;
- Potencial de criação de determinadas “singularidades”;
- Potencial para funcionamento coordenado.

A primeira questão, ligada à necessária interrelação entre as tipologias dos cruzamentos e as tipologias funcionais dos arruamentos que neles se cruzam, é extremamente importante, e decorre por um lado da necessidade de, em cada cruzamento, se tratar cada acesso de acordo com a importância funcional que tem e, por outro lado, de se contribuir para criar nos condutores as expectativas correctas relativamente à importância do arruamento que usam e dos arruamentos que cruzam. A este nível é claro que tipologias mais “igualitárias” tenderão a ter melhor desempenho quando a importância dos vários arruamentos que acedem ao cruzamento for semelhante e vice-versa.

A questão do respeito pelos padrões de soluções existentes é também muito importante para que possam ser respeitadas as expectativas naturais dos condutores e, por essa via, possam ser reduzidos os efeitos de stress, desconforto ou mesmo desrespeito pela regulação neles induzidos. A este nível, por exemplo, note-se que se ao longo de um eixo viário estruturante a larga maioria dos cruzamentos existentes é do tipo semaforização, provavelmente será correcto que em processos de reconversão de algum cruzamento essa tipologia seja também adoptada.

O potencial para criação de singularidades representa um pouco o oposto, já que representará, por exemplo o potencial já referido das soluções tipo rotunda para “marcar” transições da geometria de um arruamento (e.g. mudança signi-

ficativa do respectivo perfil transversal ou fim de troço com cruzamentos desnivelados) ou de ambiente (e.g. marcação da entrada de um aglomerado urbano onde se passa de um ambiente interurbano para um urbano). Poderá também representar o potencial para, por exemplo, permitir criar um ponto de inversões de marcha num arruamento onde o padrão corresponde à existência de sucessivos cruzamentos onde a viragem à esquerda não é possível.

Finalmente, o potencial para viabilizar um funcionamento coordenado de vários cruzamentos adjacentes é obviamente importante em zonas onde este tipo de regulação integrada (e.g. zona UTC) permite otimizar o funcionamento da rede viária.

### 6.3.3 CRITÉRIOS DE SELECÇÃO DAS SOLUÇÕES

Em última análise a selecção da tipologia a aplicar em cada caso dependerá de análises mais ou menos formais ou quantificadas do tipo “custo-benefício” ou “multicritério”.

Nas primeiras analisam-se e comparam-se os custos/benefícios generalizados associados a cada alternativa, medidos essencialmente pelos indicadores intrínsecos (custos temporais associados aos atrasos, de sinistralidade, de operação dos veículos, económicos ou ambientais, de investimento, manutenção e operação, ...).

Nas segundas é avaliada a qualidade das soluções alternativas face a um conjunto alargado de objectivos não redutíveis a uma mesma variável valorativa de desempenho como são, em boa parte, os representados pelos indicadores sistémicos.

### 6.3.4 GRELHA BASE PARA SELECÇÃO DAS TIPOLOGIAS

Embora, como se viu, a questão da avaliação global do desempenho potencial das diferentes tipologias alternativas seja bastante complexa, cruzando os referenciais oferecidos por dois dos indicadores mais importantes, o “grau de compatibilidade com a classificação funcional dos arruamentos” e a “capacidade potencial”, é no entanto possível definir uma grelha base de apoio ao processo de selecção da tipologia adequada a um qualquer cruzamento.

No Quadro 3 apresentam-se, de uma forma condensada, os resultados deste cruzamento de referenciais, apresentando-se sucintamente a lógica básica de compatibilização entre tipologia de cruzamentos e tipologia funcional das vias que se cruzam.

Quadro 3 - Relação entre a hierarquia viária e a tipologia dos cruzamentos

	Colectoras/ Arteriais	Distribuidoras Principais	Distribuidoras Locais	Acesso Local
Colectoras/ Arteriais	A - D a - Rd, S, Rn	A - D, Rd a - Rn, S	A - S, D, Rd a - P	-----
Distrib. Principais		A - S, Rn a - D, Rd	A - S, Rn a - P	A - S, P a - Rn
Distrib. Locais			A - Rn, P a - S	A - P a - Rn, Pd
Acesso Local				A - P, Pd

Legenda:

A - adequado na maioria  
dos casos

a - adequado em alguns casos

D - desnivelados

S - semáforos

P - prioritário

Pd - prioridade à  
direita

Rd - rotunda

desnivelada

Rn - rotunda normal

## 6.4 QUESTÕES RELEVANTES PARA O PROJECTO

### 6.4.1 CARACTERIZAÇÃO BASE DA PROCURA

Como elemento prévio à selecção da tipologia de cruzamento a utilizar e, obviamente antes da elaboração do correspondente projecto de execução, é essencial a quantificação da procura previsível ao longo da sua vida útil.

Atendendo ao significativo grau de incerteza na evolução da procura associado à maioria dos problemas tratados pela engenharia de tráfego o horizonte de projecto adoptado em intervenções de reformulação de cruzamentos será relativamente próximo, da ordem do 5, 10, 15 anos.

No entanto no caso de novas infra-estruturas ou de intervenções com custos de investimento particularmente pesados, como sejam os associados à implantação de soluções desniveladas, o horizonte de projecto adoptado poderá subir para os 20, 25, 30 anos.

A caracterização da procura a que deverá ser dada resposta é habitualmente feita através da quantificação do cenário de procura mais provável e que se traduz na quantificação dos volumes direccionais e horários de tráfego previstos para os períodos de ponta no ano horizonte.

Em cruzamentos existentes tal é muitas vezes feito através da quantificação das condições existentes no presente (quartos de hora mais sobrecarregados nas pontas de tráfego verificadas num dia normal) e extrapolação para o ano horizonte por aplicação de taxas anuais de crescimento do tráfego (iguais ou diferentes para cada movimento) consideradas mais compatíveis com a evolução prevista para as características da procura. Estas taxas reflectirão as expectativas existentes relativamente à evolução no tempo das taxas de motorização, das características da distribuição e crescimento dos diferentes tipos de ocupação do solo e das respectivas necessidades de acessibilidade e potencial de geração de movimentos de pessoas e bens.

Em muitos casos, particularmente quando o período de vida útil pretendido for alargado, será também importante balizar o cenário de procura mais provável com um conjunto de outros, habitualmente designados cenários pessimista e optimista, com uma probabilidade significativa de ocorrência.

Tal permitirá que seja feita uma avaliação da robustez e flexibilidade de adaptação de cada solução perante diferentes possíveis evoluções da procura.

### 6.4.2 CRITÉRIOS BASE DE PROJECTO

Qualquer que seja a tipologia adoptada numa determinada situação existe um conjunto de princípios de projecto que deverão ser sempre tidos em atenção em todas as fases do trabalho. Trata-se dos princípios:

- Padronização das soluções para facilitar a compreensão e utilização dos condutores;
- Respeito pelas expectativas naturais dos condutores;
- Flexibilidade de implementação e adaptação e robustez.

A adopção de soluções padronizadas é fundamental para obtenção de soluções eficientes. Tal permitirá aos condutores terem um instantâneo “reconhecimento” do tipo de cruzamento e do modo como se deverão comportar.

A simplicidade de compreensão e utilização é, de facto, fundamental para que a tarefa de utilização dos cruzamentos seja o mais simples possível de modo a minimizar o risco de erro por parte dos condutores.

Notar que o que é importante é que o cruzamento seja simples de reconhecer e utilizar, podendo no entanto ser espacial e geometricamente consideravelmente complexo (combinações de tipologias, canalizações de movimentos, restrições de movimentos,...).

O respeito pelas expectativas naturais dos condutores, pelo seu lado, é fundamental para evitar que situações de incompreensão ou aversão pelas regras de funcionamento dos cruzamentos resulte em frequentes situações de involuntário ou deliberado desrespeito por essas mesmas regras.

É fundamental que o que se espera dos condutores seja aquilo que eles julgam que se espera deles.

A flexibilidade e adaptabilidade das soluções pode revelar-se importante para permitir eventuais faseamentos da implementação da solução ou, talvez mais importante, para que com um mínimo de custos, se possa no futuro proceder a adaptações no seu funcionamento de modo a dar resposta a alterações significativas das características da procura.

Para tal será importante proceder ao teste das diversas soluções alternativas não apenas relativamente ao cenário de referência, mais provável, mas também relativamente aos cenários alternativos considerados também possíveis de ocorrer, permitindo assim testar a robustez da solução perante os imprevistos.



## BIBLIOGRAFIA

- AASHTO, 2001 *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C.
- AUSTROADS (1988), *Guide to Traffic Engineering Practice*, NAASRA - AUS
- BENEVOLO, L. (1993), *La città nella storia d'Europa*, Laterza, Bari.
- HMSO (1987), *Roads and Traffic in Urban Areas*, Institution of Highways and Transportation and Department of Transport - UK
- HALL, P. (1992), *Urban and Regional Planning*, Routledge, Londres.
- JAE, 1994 - *Norma de traçado JAE P3/94*; Divisão de Estudos e Projectos da Junta Autónoma das Estradas, Edição JAE Lisboa-Portugal
- MOPT (1992) *Carreteras Urbanas - recomendaciones para su planeamento y proyecto*, Ministerio de Obras Publicas e Transportes - Dirección General de Carreteras - SP

