



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2011

**ANTÓNIO JOSÉ
AMORIM MOREIRA**

**INTEGRAÇÃO DO MODO CICLÁVEL NA
REDE VIÁRIA URBANA**



**ANTÓNIO JOSÉ
AMORIM MOREIRA**

**INTEGRAÇÃO DO MODO CICLÁVEL NA
REDE VIÁRIA URBANA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Doutor Agostinho Benta, Prof. Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à sociedade urbana nacional, para um melhor ambiente rodoviário urbano e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida nas cidades.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Margarida João Fernandes de Pinho Lopes
Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Rosa Paula Conceição Luzia
Professora Adjunta da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Prof. Doutor Agostinho António Rocha Correia Almeida Da Benta
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

agradecimentos

A todos aqueles que antes de mim se debruçaram sobre este assunto de melhoria das condições de tráfego ciclável urbano, e me deram pistas para este trabalho, cujos nomes indico em bibliografia; ao Professor orientador da dissertação, ilustre Professor Doutor Agostinho Benta; ao Sr. Engenheiro Joaquim Macedo, em quem encontrei apoio sempre que necessário; e a todos os meus familiares e amigos que, de certo modo, me incentivaram, os meus agradecimentos.

palavras-chave

Bicicleta, ciclável, ciclista, ciclovia, tráfego, trânsito, velocidade, avaliação de qualidade.

resumo

O presente trabalho propõe-se definir melhorias nas condições de tráfego ciclável urbano, de forma a incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte em pequenas e médias distâncias, apresentando-a como uma alternativa, possível e desejável, ao veículo motorizado.

Para tal, expõem--se as boas técnicas de preparação das infra-estruturas viárias, de forma a garantir segurança e conforto ao ciclista, recorrendo às experiências já adquiridas noutros países mais desenvolvidos na área.

Abordam-se os perigos a que o ciclista está sujeito em interação com o restante tráfego, indicando soluções para os minimizar.

Aborda-se, também, a legislação nacional para o efeito, à qual se propõe algumas alterações.

Apresenta-se, sobretudo, uma proposta de método de avaliação das infra-estruturas existentes, exemplificando a sua aplicação prática em um determinado percurso entre dois pólos estratégicos da cidade de Aveiro.

keywords

Bike, cycling, cyclist, bicycle path, traffic, transit, velocipede, evaluation of quality.

abstract

This paper sets out to define improvements in urban traffic cycling in order to encourage bicycle use for transportation in small and medium distances, as a possible and desirable alternative to motor vehicles.

Therefore the best techniques for preparation of road infrastructure are presented, to ensure safety and comfort to the rider, using the experiences already gained from other more developed countries.

It also addresses the dangers to which the rider is subjected to when interacting with city traffic, suggesting solutions to minimize them.

In addition, we propose some changes to the national road traffic (Bicycles) regulations and infrastructure legislation for alternate methods of transportation.

It presents, above all, an evaluating method proposal of the existing infrastructures, based on a given example of a bicycle path between two strategic locations of the city of Aveiro.

ÍNDICE

A.	INTRODUÇÃO	15
1.	A BICICLETA	18
2.	A CICLOVIA	19
2.1.	Definição dos percursos cicláveis	20
2.1.1.	Declive	20
2.1.2.	Hierarquização das ciclovias	21
2.2	Geometria das ciclovias	23
2.2.1.	Comparação de solução para ciclovias	24
i	Faixas de bicicletas	24
ii	Pistas cicláveis	25
iii	Conclusão da comparação	27
2.2.2.	Tipo de vias de apoio aos ciclistas.	28
i	Espaços partilhados – Vias partilhadas	28
ii	Faixas segregadas para ciclistas – Faixas de bicicletas	30
iii	Espaços segregados para ciclistas – Pistas cicláveis	31
2.2.3.	Zonas de conflito	32
2.3.	Pavimento	33
2.4.	Sinalização	36
2.4.1.	Sinalética na via	36
i.	Sinalização vertical	38
ii.	Sinalização horizontal	45
iii.	Sinalização luminosa	48
2.4.2.	Sinalética na bicicleta	49
i	Gestuais	49
ii	Sonoros	50
iii	Luminosos	50

3.	ENQUADRAMENTO DA BICICLETA NA VIA PÚBLICA	52
3.1.	Hierarquização Viária	52
3.2.	Intercepções	56
3.2.1.	Os Atravessamentos desnivelados	57
i	Passagens Inferiores	58
ii	Passagens Superiores	59
3.2.2.	Os atravessamentos de nível	60
i	Viragens à Direita	63
ii	Viragens à Esquerda	64
iii	Viragens à direita e à esquerda e idas em frente.	65
3.3.	Troços uniformes	66
3.4.	Outras medidas de apoio ao ciclista.	67
4.	LEGISLAÇÃO PORTUGUESA SOBRE TRÂNSITO CICLÁVEL	70
4.1.	Definição de velocípede	70
4.2.	Como devem circular os velocípedes	70
4.3.	Que prioridade tem a bicicleta perante os restantes veículos	71
4.4.	Ultrapassagens	73
4.5.	Mudança de direcção para a direita	74
4.6	Mudança de direcção para a esquerda	74
4.7.	Trajectos especialmente destinados a bicicletas	74
4.8.	Proposta de alterações à Legislação Portuguesa	75
5.	PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DA CICLOVIA	77
5.1.	Metodologia de Avaliação	77
5.2	Objectivação da avaliação das intercepções	78
5.3.	Parâmetros de avaliação propostos	83
5.4.	Descrição dos parâmetros de Avaliação	86
5.4.1.	Tipologia	86
5.4.2.	Utilização pelo Tráfego	86

5.4.3.	Pavimento	87
5.4.4.	Sinalização	87
5.4.5.	Nível de serviço	87
5.4.6.	Continuidade	89
5.4.7.	Iluminação	89
5.4.8.	Equipamento Extra	89
5.4.9.	Largura	90
5.4.10.	Inclinações	90
5.4.11.	Atractividade	91
5.4.12.	Conforto	91
5.4.13.	Fluidez	92
5.4.14.	Protecção	92
5.4.15.	Coexistência com o Tráfego Pedonal	92
5.4.16.	Altura Livre	92
5.4.17.	Relação Temporal	93
5.4.18.	Tempos de Espera	93
5.4.19.	Velocidades Praticadas	94
5.4.20.	Visibilidade e Distância de Paragem	95
5.5.	Tratamento da Informação	97
5.6.	Aplicação prática de avaliação de uma ciclovia	99
5.6.1.	Pontos de início e fim do percurso a avaliar	99
5.6.2.	Descrição do percurso e dos segmentos a avaliar	100
5.6.3.	Apresentação dos quadros de avaliação	102
5.6.4.	Conclusões a tirar pela análise da avaliação do percurso ciclável.	107
5.6.5.	Expectativas alcançadas	109
B.	CONCLUSÃO	110
B.1.	Perspectivas futuras	111
C.	BIBLIOGRAFIA	112

Lista de Figuras

- Figura 1.1 Espaço de ocupação/operação do ciclista.
- Figura 2.1 Espaço partilhado veículo/ciclista.
- Figura 2.2 Vias com largura adicional para ciclistas.
- Figura 2.3 Aproveitamento das bermas.
- Figura 2.4 Imagem de uma Faixa de bicicletas.
- Figura 2.5 Faixa segregada para ciclistas, incluindo estacionamento.
- Figura 2.6 Pista segregada para ciclistas.
- Figura 2.7 Exemplo de sinalética ciclável na Dinamarca.
- Figura 2.8 Cancela amovível.
- Figura 2.9 Exemplo de sinais que sirvam exclusivamente ciclistas e peões.
- Figura 2.10 Marcação de travessias de ciclistas e peões, relativamente ao tráfego motorizado.
- Figura 2.11 Marcação horizontal da bicicleta em percursos exclusivamente cicláveis.
- Figura 2.12 Setas de selecção.
- Figura 2.13 Exemplo de semáforo para ciclistas.
- Figura 2.14 Exemplo de olhos de gato.
- Figura 2.15 Farol que pode ser usado no capacete.
- Figura 3.1 Exemplo de compatibilização espacial de várias redes de transportes.
- Figura 3.2 Pesos relativos das funções circulação e acesso em função da tipologia das vias.
- Figura 3.3 Passagem subterrânea para peões e ciclistas sob uma intersecção em área urbana.
- Figura 3.4. Passagem superior para peões e ciclistas numa intersecção em área urbana, em Aveiro.
- Figura 3.5. Comportamentos recomendáveis de ciclistas.
- Figura 3.6. Dupla faixa opcional de viragem à direita
- Figura 3.7. Marcação de faixas de ciclistas que permitam os seus movimentos de circulação.

- Figura 3.8 Marcação de caixa no pavimento para ciclistas, à frente da fila em espera, em semáforos.
- Figura 3.9 A trajectória do ciclista não se cruza com a trajectória do tráfego motorizado.
- Figura 3.10 Medidas complementares de apoio aos ciclistas.
- Figura 3.11 Exemplos de situações práticas de técnicas de acalmia de tráfego.
- Figura 5.1 Metodologia de avaliação qualitativa, proposta.
- Figura 5.2 Intersecção desnivelada superior - vias colectoras.
- Figura 5.3 Intersecção na mão - vias colectoras.
- Figura 5.4 Intersecção semaforizada - Vias distribuidoras principais.
- Figura 5.5 Rotundas com pista própria - Vias distribuidoras principais.
- Figura 5.6 Intersecção devidamente sinalizada - Vias distribuidoras.
- Figura 5.7 Rotundas com tráfego partilhado - Vias distribuidoras.
- Figura 5.8 O conflito entre o ciclista e o tráfego motorizado é bem evidente.
- Figura 5.9 Parâmetros dos diferentes segmentos do percurso ciclável a serem considerados na respectiva avaliação.
- Figura 5.10 Representação de triângulo de visibilidade.
- Figura 5.11 Edifício da Reitoria, UA.
- Figura 5.12 Hospital Infante D. Pedro.
- Figura 5.13 Fotografia aérea do percurso.
- Figura 5.14 Parqueamento de bicicletas junto à Reitoria, UA.
- Figura 5.15 Pista ciclável intersectando com passagem de peões
- Figura 5.16 Intersecção de nível com tráfego motorizado.
- Figura 5.17 Troço ciclável em partilha com tráfego motorizado.
- Figura 5.18 Rotunda do Hospital.
- Figura 5.19 Parqueamento para bicicletas na entrada para o Hospital.

Lista de Equações

- Equação (1) Velocidade de deslocação, Nível de serviço..
- Equação (2) Atraso médio, Tempos de espera.
- Equação (3) Velocidade de deslocamento da bicicleta, velocidades praticadas.
- Equação (4) Distância de paragem, Visibilidade e distância de paragem.
- Equação (5) Distância percorrida durante o tempo de percepção e reacção, Visibilidade e distância de paragem.
- Equação (6) Distância de visibilidade, Visibilidade e distância de paragem.

Lista de Quadros

- Quadro 2.1. Caracterização de Aptidão de um percurso para valores de declives.
- Quadro 2.2. Comprimentos máximos aceitáveis para determinados valores de declive.
- Quadro 2.3. Diferentes tipos de pavimentos com variações.
- Quadro 2.4. Símbolos actualmente direccionados aos automobilistas para regulamentação do tráfego ciclável.
- Quadro 2.5. Sinais a utilizar nos atravessamentos cicláveis rampeados.
- Quadro 2.6. Sinais regulamentares para a regulação do espaço ciclável e pedonal.
- Quadro 2.7. Alguns sinais para coexistência automóveis - bicicletas, encontrados na legislação internacional.
- Quadro 2.8. Sinais que restringem a circulação automóvel numa determinada artéria.
- Quadro 2.9. Sinais a adicionar à restante sinalização de rotundas.
- Quadro 2.10. Formas de apresentação de sinalização direccionada ao tráfego ciclável.
- Quadro 3.1. Interação aceitável entre os tráfegos ciclável e motorizado, dependendo da via em questão, conforme a sua hierarquia.
- Quadro 3.2. Classificação das intersecções por nível de gravidade que representam.
- Quadro 4.1. Propostas de alteração da legislação, de urgente necessidade.
- Quadro 5.1. Tipos de intersecção para respectivo tipo de via a intersectar.
- Quadro 5.2. Parâmetros dos diferentes segmentos do percurso ciclável a serem considerados na respectiva avaliação, agrupados por semelhanças.
- Quadro 5.3. Velocidades admissíveis para bicicletas nas ciclovias e áreas urbanas.
- Quadro 5.4. Nível de serviço para ciclistas em cruzamento semaforizado.
- Quadro 5.5. Avaliação dos troços.
- Quadro 5.6. Exemplo de Avaliação – a) Troço uniforme em pista ciclável com dois sentidos de trânsito.
- Quadro 5.7. Exemplo de Avaliação – b) Intersecção de nível com faixa de rodagem de tráfego motorizado.
- Quadro 5.8. Exemplo de Avaliação – c) Troço uniforme de trânsito partilhado com tráfego motorizado.
- Quadro 5.9. Exemplo de Avaliação – d) Intersecção em rotunda de via distribuidora principal, com marcações horizontais de faixa para ciclistas.

A. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a sociedade portuguesa tornou-se refém do automóvel que, com o aumento sistemático da sua utilização, invade todos os recantos da cidade, não só as faixas de rodagem e parques de estacionamento, como também, por vezes, passeios e outros espaços destinados aos peões, contribuindo em larga medida para a degradação da qualidade de vida das populações urbanas. Urge inverter esta situação, incrementando modos de locomoção alternativos, em curtas e médias distâncias, como o modo pedonal e o ciclável, para os quais é preciso criar atractivos.

Centremos a atenção no uso da bicicleta no meio urbano que é afinal, o objectivo deste trabalho.

A bicicleta é, sem dúvida, um meio de transporte económico, saudável e amigo do ambiente e pode significar uma alternativa real ao automóvel, não só para deslocações curtas como também para viagens de média distância, quando combinada com transporte público, na ligação entre a residência e o interface de transporte público, e entre interface e o destino.

Mas sentir-se-á o cidadão comum suficientemente encorajado para usar a bicicleta nas suas deslocações urbanas? Haverá condições para que os ciclistas circulem comodamente e em segurança?

Está comprovado que a melhoria das condições físicas para a circulação de ciclistas aliada a uma integração bem planeada com autocarros, metro e comboio, irá encorajar muitas pessoas para o uso deste meio de transporte. As viagens para o trabalho e para os estabelecimentos de ensino devem ser encaradas de uma forma muito mais positiva, principalmente pelos directores das empresas e das escolas, disponibilizando parqueamentos seguros e balneários. E cada vez mais, os estudos direccionados para a concepção e manutenção de ciclovias se prendem com os objectivos de aumentar a segurança, reduzir custos e facilitar as deslocações e a mobilidade a todos os níveis.

Mas em Portugal é muitas vezes desvalorizada a prioridade de investimento em infra-estruturas de apoio ao ciclista, alegando-se que isso ocuparia parte do espaço destinado aos automóveis e por não haver quantidade de ciclistas que o justifique. Aponta-se, ainda, a inviabilidade do uso da bicicleta num relevo acidentado e um clima agreste, o que cai por terra quando comparado com várias cidades europeias com condições idênticas ou piores que as nacionais, e que gozam do uso da bicicleta com muito sucesso entre os seus habitantes.

Veja-se o caso de Aveiro, de um passado sempre ligado ao transporte ciclável, dadas as suas características geográficas de relevo pouco acidentado. No entanto, o uso da bicicleta como normal meio de transporte foi-se perdendo nas últimas décadas em detrimento dos transportes motorizados. É, pois, importante aproveitar as memórias que se guardam, para a reutilização da bicicleta como meio de transporte preferencial em normais deslocações de curta distância.

O principal factor inibidor duma utilização intensiva da bicicleta prende-se com a falta de segurança. É previsível que, criando-se as infra-estruturas necessárias que garantam, com fiabilidade, a segurança e conforto aos ciclistas, muitos dos utilizadores de veículos motorizados adiram, com agrado, à utilização da bicicleta como transporte privilegiado.

Importa, portanto, definir quais as melhores infra-estruturas de apoio ao ciclista, de modo a encorajar a população ao uso desse meio de transporte, dando-lhe a sensação de segurança e conforto, à semelhança das experiências já adquiridas por países europeus bastante mais desenvolvidos nessa área. É também importante a análise do comportamento do tráfego nas cidades nacionais, com a integração do modo ciclável no trânsito motorizado, e como se poderão ultrapassar as dificuldades daí resultantes, quer com infra-estruturas físicas, quer com alteração à legislação vigente no que respeita aos ciclistas.

Este trabalho desenvolve-se da seguinte forma:

No 1º capítulo, é descrito o veículo base do estudo, a bicicleta, alertando para alguns perigos na utilização desse meio de transporte.

No 2º capítulo, especificam-se as infra-estruturas de apoio ao ciclista, seguindo os bons exemplos do que se faz já em várias cidades do mundo, com incidência nas suas boas normas de aplicação. Começa-se pela definição de uma ciclovia, descrição dos tipos de ciclovias que podem compor uma rede, alternativas para os seus pavimentos e a sinalização.

No 3º capítulo, disserta-se sobre o enquadramento da bicicleta na via pública e interacção com o restante tráfego normal. Começa-se por descrever o tipo de vias que se pode encontrar numa cidade, incluindo respectivo tráfego motorizado e velocidades médias, e o comportamento e integração do ciclista nessas vias. Sendo as intersecções os principais pontos de conflito, são descritas as formas como o tráfego ciclável se pode intersectar com outros tipos de tráfego, incluindo intersecções desniveladas e de nível. Abordam-se também os troços uniformes que não estão isentos de perigos, e indicam-se alguns exemplos de medidas complementares de apoio ao ciclista de infra-estruturas físicas.

No 4º capítulo, abordam-se as regras para o ciclista especificadas na legislação portuguesa, e as necessidades de a melhorar de forma a valorizar o ciclista e lhe dar maior segurança face ao tráfego motorizado, propondo-se mesmo algumas alterações.

No 5º capítulo, é proposta uma forma de avaliação qualitativa das infra-estruturas já existentes, para a detecção precisa dos pontos positivos e negativos de cada segmento do percurso ciclável, com consequente determinação das alterações concretas a implementar, complementar ou ampliar. Chega-se mesmo a apresentar um caso prático de aplicação dessa avaliação, servindo de exemplo da sua boa aplicabilidade.

1. A BICICLETA

A bicicleta é um modo de transporte de menores dimensões que os restantes, mais vulnerável, e que, em situação normal, atinge menores velocidades, o que deve ser tido em conta na definição das regras e de medidas de apoio ao seu uso em viagens urbanas, de forma a garantir a segurança e o conforto dos ciclistas. (Bastos & Silva, 2006)

As dimensões do veículo são apresentadas na figura 1.1. O guiador representa a parte mais larga da bicicleta, normalmente com 60cm de largura, mas podendo atingir os 72cm em bicicletas de montanha. Os pneus normalmente usados em bicicletas têm uma largura compreendida entre os 20 e os 60mm, embora a superfície em contacto com o pavimento seja de apenas 3mm aproximadamente, o que torna claro o baixo poder de tracção deste tipo de veículos, sobretudo em pavimentos deformados ou molhados (Bastos & Silva, 2006), o que potencia as derrapagens e quedas.

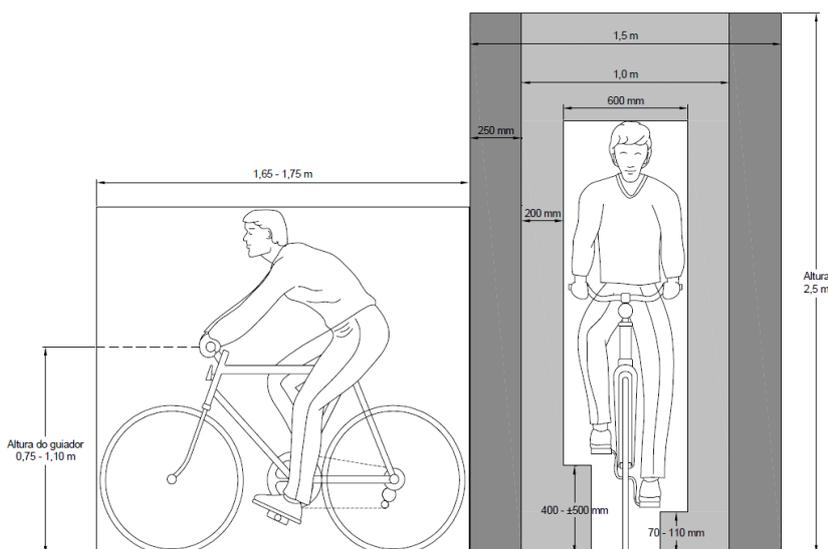


Fig. 1.1 Espaço de ocupação/operação do ciclista (Bastos & Silva, 2006)

Acrescente-se a deficiente visibilidade que afecta o ciclista em viagens nocturnas e/ou sob chuva e nevoeiro, sobretudo quando partilha vias de tráfego automóvel.

Na generalidade dos casos, em condições orográficas e climatéricas favoráveis, os ciclistas podem manter velocidades de cruzeiro compreendidas entre os 20 e os 30km/h, embora nas descidas essa velocidade possa atingir mais de 50km/h. (Bastos & Silva, 2006)

É, pois, necessária a adopção de medidas de apoio ao ciclista, cuja segurança e comodidade se revelam essenciais à promoção do uso da bicicleta.

2. A CICLOVIA

A promoção da utilização da rede ciclista passa em grande medida por salvaguardar 5 princípios fundamentais, (Bastos & Silva, 2006) baseado em (MDT, 1996) e (Crow, 1998):

* **Coerência e acessibilidade:** A rede ciclável do centro urbano deve ligar todos os interfaces, e estes aos principais pólos de interesse, sejam eles espaços de lazer, zonas comerciais, zonas de serviço, interfaces modais, escolas, bibliotecas, museus, centros históricos, entre muitos outros. Nela, deve ser expectável que o ciclista não sinta qualquer dificuldade em orientar-se até chegar ao seu destino, mesmo que com a ajuda da sinalização se necessário.

* **Minimização da extensão dos percursos:** O desenvolvimento da rede ciclável será tanto mais atractiva quanto mais consiga ligar os principais pontos de interesse com percursos suaves, e sem os fazer exceder em extensão os 20 ou 30% consoante se trate de vias estruturantes ou locais (MDT, 1996).

* **Continuidade:** Toda a malha ciclável constituir-se-á tanto mais atractiva quanto menos e menores forem as suas descontinuidades. Sempre que a relação custo benefício seja favorável, dever-se-á eliminar as quebras de itinerários, em especial as que apresentem para o utente motivos de insegurança e desconforto.

* **Atractividade e conforto:** Segundo o Manual do Minnesota, a garantia do conforto de circulação passa por limitar o número de pontos onde o ciclista deve ceder o direito de passagem, aceitando rácios de 1 paragem por cada 1 ou 2 km consoante se trate de uma via principal ou secundária. (MDT, 1996)

Acrescente-se, ainda, como factores de conforto e atractividade: a separação da rede ciclável das vias do tráfego automóvel; uma geometria assertiva dos percursos, de modo a possibilitar condições de circulação suave, sem rampas e/ou descidas acentuadas, nem curvas apertadas; e, finalmente, de preferência em zonas agradáveis à vista, zonas verdes ou monumentais.

* **Segurança:** A segurança é, talvez, o principal factor a ter em conta ao longo de toda a ciclovia. Para tal, esta deve ser, tanto quanto possível, segregada do tráfego rodoviário, sobretudo se este for intenso; mas a haver vias partilhadas, devem ser minimizados os pontos de conflito entre os diversos utilizadores, impondo-se rigorosa contenção de velocidades.

2.1. Definição dos percursos cicláveis

Um dos aspectos a considerar no traçado de percurso ciclável urbano é a morfologia do terreno, pois as inclinações acentuadas dificultam, obviamente, a circulação.

Também o interesse funcional de cada trajecto é de grande importância: o tipo de população a servir; interesses na deslocação; os equipamentos servidos; os trajectos mais curtos e a continuidade nos movimentos. (FS, 2007).

Pelos diferentes níveis de funcionalidade e de caracterização da qualidade ambiental, cultural e cénica, devem ser hierarquizados os percursos (FS, 2007), como à frente se verá.

2.1.1. Declive

Como atrás ficou registado, há parâmetros a seguir na selecção de percursos para o trânsito de bicicletas, um dos quais é o seu declive. Apresenta-se, de seguida, um quadro 2.1 com os valores, aceitáveis ou não, dessa inclinação.

Quadro 2.1 Caracterização da aptidão de um terreno para uso como percurso ciclável, em função do seu declive (Neves, Magalhães & Mata, 2005).

Declive	Caracterização da Aptidão
0 - 3%	Terreno considerado plano, com aptidão máxima para circulação em bicicleta;
3 - 5%	Terreno pouco declivoso, considerado satisfatório para circular de bicicleta;
5 - 8%	Terreno declivoso, impróprio para circulação de bicicletas a longa-média distância, podendo no entanto funcionar como troços cicláveis de ligação, até 150m;
8 - 10%	Terreno muito declivoso, não adequado à circulação de bicicletas excepto para troços muito pequenos de ligação (até 45m)

Considera-se que até 5% de declive, a rede ciclável poderá servir utilizadores de todas as faixas etárias. Acima desses valores, a circulação só é possível, com um mínimo de conforto, em troços bastante curtos. Veja-se a esse propósito o quadro 2.2 que a seguir se indica (Neves, Magalhães & Mata, 2005).

Quadro 2.2 Comprimentos máximos aceitáveis para determinados valores de declive (AASHTO, 1999)

Declive da ligação/ troço	Comprimento máximo aceitável
5-6%	240 m
7%	120 m
8%	90 m
9%	60 m
10%	30 m
Acima de 11%	15 m

Para os troços de ciclovias com inclinações acentuadas, mencionados no quadro acima, mas cujas extensões sejam ligeiramente superiores às recomendadas, são sugeridas, no site do Centro de Estudos de Arquitectura Paisagista, algumas medidas, tais como: adicionar uma largura extra (0,5 m) ao espaço ciclável, para que algumas pessoas possam levar a bicicleta pela mão e serem ultrapassadas por outras; ou aumentar a largura regulamentada para providenciar maior segurança perante as elevadas velocidades de quem desce; e ainda, avisar sobre a aproximação desses declives acentuados com sinalização vertical e/ou horizontal apropriada. (CEAP, 2007).

2.1.2. Hierarquização das ciclovias

A Rede Ciclável cumpre o objectivo para que foi criada, se corresponder às necessidades do público alvo, isto é, se permitir a circulação com rapidez e segurança. Por essa razão, é essencial que a rede integre percursos que estabeleçam a ligação entre pontos relevantes, de forma contínua e o mais directa possível. A normalização nesta área permite,

também aqui, facilitar o projecto da rede ciclável, e para isso, dever-se-á estipular as diferentes naturezas de uso: (FS, 2007).

- **Uso quotidiano**
- **Uso cultural e de recreio**
- **Qualidade ambiental**

- No uso quotidiano pretende-se estabelecer ligações entre equipamentos de utilidade diária como estabelecimentos de ensino, comércio, equipamentos desportivos e de saúde; e ainda serviços vários, como loja do cidadão, correios, finanças, etc, sem esquecer, claro, a ligação a interfaces com outros meios de transporte público. Esta classificação assenta na densidade de equipamentos por quilómetro e no número de interfaces de transportes públicos abrangidas. (FS, 2007).

- Os percursos de uso cultural e recreativos serão tanto mais valorizados quanto mais integrarem elementos desta índole. Isso inclui equipamentos patrimoniais, culturais, lugares históricos, entre outros. (FS, 2007).

- A qualidade ambiental também é determinante na classificação de um Percurso Ciclável. Deve ser maximizada a sua inclusão nos espaços e corredores verdes existentes, abrangendo igualmente parques de recreio, ou mesmo a criação de novas áreas arborizadas, na concepção dos próprios percursos. Assim, os percursos mais valorizados contemplam uma boa qualidade cénico-natural. (FS, 2007)

A hierarquização consiste em atribuir uma classificação a cada troço, dependendo da quantidade de pontos de interesse que faz ligação de acordo com o seu uso. Em conclusão (CEAP, 2007):

- **Os percursos de 1ª ordem** são os mais importantes, pois reúnem um maior número de ligações a equipamentos de uso quotidiano e de interesse cultural, um maior acesso a interfaces de transportes públicos e uma elevada qualidade cénico-natural.

- **Os percursos de 2ª ordem** apresentam menor densidade daqueles equipamentos na sua área de alcance, ou uma menor relação directa no acesso a interfaces de transportes. Podem ainda significar um menor interesse cultural e natural.

- **Os percursos de 3ª ordem** não reúnem particularmente qualquer característica indicada anteriormente, mas apresentam características básicas para serem cicláveis, estando consideradas na rede ciclável potencial com interesse prioritário reduzido.

2.2. Geometria das ciclovias

Para a geometria de infra-estruturas para ciclovias destacam-se dois pontos de vista:

Por um lado “Há um consenso entre defensores de bicicleta e investigadores de que os ciclistas são melhor servidos quando a bicicleta é tratada como um veículo e o sistema de vias existentes estão adaptadas para ir ao encontro das suas necessidades.” (Peel, 2002).

Mas “A partir da década de 90, em diversos países europeus, entendeu-se que a bicicleta deveria beneficiar de maior qualidade ambiental e de mais segurança em relação aos automóveis, adoptando-se preferencialmente percursos segregados do tráfego viário, procurando sobrepô-los com elementos da estrutura ecológica e cultural. Com esta intenção, procurou-se aumentar o número de utilizadores pela melhoria da atractividade das deslocações e, simultaneamente, reduzir a sinistralidade resultante de conflitos com os automóveis.” (CEAP, 2007).

As transcrições anteriores referem-se a soluções distintas: a primeira, à introdução das bicicletas nas vias rodoviárias, sob a forma de Faixas de bicicletas ou em convívio directo com os automóveis, circulando livremente na via; a segunda, à segregação da bicicleta face às vias rodoviárias, admitindo-se a circulação de ciclistas em pistas próprias, separadas fisicamente dos arruamentos, as Pistas cicláveis. Ambas referem, sintetizadamente, as vantagens de cada solução.

A criação de uma Rede Ciclável não implica a opção por um único modelo, com base nos benefícios teóricos apresentados por estudiosos, mas antes, a Rede Ciclável pode e deve integrar soluções mistas uma vez que a adopção de cada modelo depende de cada

caso específico, que deverá ser bem estudado e alvo de um planeamento mais abrangente. Em resumo: ambas as soluções são aconselhadas mas em situações distintas. (FS, 2007).

De seguida apresenta-se detalhadamente cada uma dessas duas soluções, com a discriminação das respectivas vantagens e desvantagens.

2.2.1. Comparação de soluções para ciclovias

i - Faixas de bicicletas

A inclusão do tráfego ciclável nas vias rodoviárias, com ou sem marcação de faixas de bicicletas, tem que garantir sempre a segurança dos ciclistas. As velocidades praticadas não devem exceder os 40km/hora e a intensidade de tráfego não deve ser elevada. Para manter um ambiente rodoviário com estas características, é conveniente recorrer a técnicas de “traffic calming” e de gestão do tráfego pelo design, pois a utilização de sinalética em excesso é muitas vezes prejudicial, e quando desrespeitada, o que acontece muitas vezes, aumenta os perigos para todos os utilizadores da via (FS, 2007).

No entanto, há autores que defendem a inserção de bicicletas nas grandes artérias e vias colectoras, o que contradiz o que acima se advogou. É sabido que aí, quer as velocidades praticadas, quer o volume de tráfego, são bastante consideráveis. Há, todavia razões que justificam este ponto de vista: por serem isentos do atravessamento do tráfego das ruas secundárias, ou quando os há, serem protegidos por desníveis ou semaforização; por terem poucos obstáculos à visibilidade; por servirem grande parte dos destinos preferenciais; por serem contínuas; e por, normalmente, estarem em melhores condições de manutenção que as ruas secundárias (FHWA, 1999).

Vantagens das faixas para bicicletas (FS, 2007):

* Não há segregação nem são impostos limites de destinos e manobras dos ciclistas. Os ciclistas desfrutam da elevada abrangência da rede rodoviária, podendo atingir todos os destinos pretendidos, isto é, terem ao alcance todos os locais públicos ou privados quer sejam relevantes e úteis ou não, usufruindo de maior liberdade de escolha nos percursos;

* Os ciclistas usufruem da qualidade de pavimentos em igualdade com o tráfego rodoviário, com manutenção que normalmente é melhor e mais frequente do que qualquer das via anexas;

* Quando reunidas condições que garantam a segurança, é sempre considerada esta como a melhor opção.

Desvantagens das faixas para bicicletas (FS, 2007):

* Implicam o redesenho do perfil viário, muitas vezes à custa da supressão de uma faixa rodoviária ou de estacionamento público. Este factor pode ser visto como uma vantagem no controlo do tráfego automóvel. Com efeito, o automóvel, que tem sido sempre o meio de transporte privilegiado e “acarinhado”, não só pelos condutores como pelas entidades competentes neste sector, se perder alguns dos seus privilégios a favor da bicicleta, mais facilmente o automobilista considerará a bicicleta como boa opção no trânsito diário urbano.

* Particularmente perigosa para a circulação de ciclistas mais vulneráveis, crianças e idosos, se as velocidades e volumes de tráfego não forem limitados a valores substancialmente baixos;

* Menor qualidade ambiental para o ciclista, dada a proximidade dos veículos motorizados;

* Possibilidade de transgressão por parte dos automóveis que estacionam ou param abusivamente nas faixas para bicicletas, obrigando os ciclistas a contorná-los através das vias para o tráfego motorizado, pondo em risco a sua segurança.

ii - Pistas cicláveis

As Pistas cicláveis devem ser coerentes, directas, contínuas, atractivas, seguras e confortáveis. Para isso deve haver espaço disponível para a sua implantação, e as ligações aos destinos mais relevantes devem ser asseguradas da forma mais directa possível e com inclinações aceitáveis de acordo com o quadro 2.1 e 2.2.

A continuidade é um dos factores mais críticos, pois, o que se tem verificado e tende a acontecer mais vezes, é que a introdução das Pistas em ruas sujeitas a reabilitação urbana, ficam limitadas a esses espaços. Os restantes arruamentos envolventes e as áreas de conflito como as intersecções são desvalorizados e/ou negligenciados. Sem continuidade, uma Pista tende a ser esquecida e nunca utilizada.

As condições de segurança e conforto contribuem para a atractividade, mas tal implica sempre uma manutenção contínua, tanto no pavimento, como na iluminação, na vegetação, etc (FS, 2007).

Vantagens das Pistas cicláveis (FS, 2007):

* Constituem a opção mais segura aquando em presença de um elevado volume de tráfego, ou quando não é possível limitar a velocidade para valores inferiores a 50 km/h;

* São particularmente úteis para satisfazer as necessidades de um determinado grupo-alvo, como por exemplo “vias seguras para as escolas”, para crianças;

* São especialmente indicadas para criar ligações extra como o atravessamento de parques e jardins, linhas de comboio abandonadas e percursos em frentes marítimas ou fluviais. A reutilização de antigos corredores ferroviários apresenta três grandes vantagens:

- Aproveitamento de um corredor com pequena inclinação, aconselhada para a circulação de bicicletas (máximo de 3%);

- Aproveitamento de infra-estruturas já existentes, como passagens desniveladas relativamente à rede rodoviária, ou estruturas aéreas para ultrapassar obstáculos como rios ou vales de ribeiros, tornando menos inestéticas essas infra-estruturas antes desaproveitadas, que estavam, por consequência, sem manutenção.

Desvantagens das Pistas cicláveis (FS, 2007):

* Uma rede de Pistas cicláveis ficará sempre muito aquém da rede rodoviária, nos espaços urbanos, sobretudo os mais antigos, onde, pela falta de espaço, é impossível fazê-la chegar a grande parte dos locais de interesse para os ciclistas.

* As redes de Pistas Cicláveis urbanas são forçosamente interrompidas em muitas ruas ou troços pontuais, como rotundas e cruzamentos que não podem comportar uma pista separada. Em termos práticos, isso quebra a continuidade das Pistas cicláveis, obrigando os ciclistas a utilizar secções do arruamento normal para atingir essas infra-estruturas, pondo-se em risco, dado que nos cruzamentos a prioridade pertence aos veículos motorizados;

* As Pistas cicláveis não são aconselháveis em zonas de grande densidade populacional, onde o tráfego pedonal é intenso e, com o qual o tráfego ciclável vai colidir, causando perturbações aos peões. No entanto, poder-se-ão admitir alguns casos pontuais de pequenos troços partilhados entre ciclistas e peões, principalmente para evitar ruas perigosas com elevado tráfego motorizado, ou para estabelecer ligações essenciais. Nessas situações, devem ser sempre salvaguardadas as necessidades dos peões;

* A opção por Pistas cicláveis, retirando o ciclista da rede rodoviária, incita o automobilista a praticar velocidades mais elevadas, o que provoca um aumento considerável do perigo nos atravessamentos, pois o automobilista fica menos receptivo a partilhar a via com a bicicleta; e assim, o que parecia ser mais seguro, isto é, a circulação em pista ciclável, acaba por se revelar “uma ratoeira”;

*É necessário contar também com os problemas de natureza política e legal que sempre surgem, e que muitas vezes são difíceis de ultrapassar: desapropriações, impacto ambiental, etc., o que provoca demoras consideráveis e aumentos de custos, resultando sucessivos adiamentos da obra. A juntar a isto há, ainda, os custos da manutenção das pistas, o que nas vias comuns já é feito com frequência.

iii – Conclusão da comparação

Daqui podemos concluir que as Pistas cicláveis são viáveis e seriamente aconselháveis, mas apenas em determinadas circunstâncias: onde há disponibilidade de espaço; ao longo de vias suburbanas com tráfego intenso ou de elevada velocidade; em ligações extra ou para públicos muito específicos.

No ambiente urbano, onde o espaço escasseia, pode tornar-se mais fácil para os ciclistas e económico para as entidades promotoras, a introdução de Faixas de

bicicletas, para as quais, o espaço necessário será substancialmente inferior. O objectivo será atingido por alterações dos perfis transversais dos arruamentos existentes, ou adicionando uma largura extra nos arruamentos a construir.

Em todo o caso, note-se que será sempre mais vantajoso e seguro para o ciclista, um sistema "cycle friendly", isto é, a promoção do civismo dos condutores motorizados, na estrada, do que a construção de Pistas. E não serão apenas os ciclistas a beneficiar dessa medida. Ela trará vantagens, também, para os restantes utilizadores das vias rodoviárias, ao limitar as velocidades e volume de tráfego, fomentando um melhor ambiente rodoviário, com conseqüente aumento da segurança. Vantagens, ainda, para o ambiente, ao diminuir a poluição sonora, visual e atmosférica (FS, 2007).

Assim, passa-se de seguida a ordenar as diferentes medidas de apoio aos ciclistas, e a forma como estas devem ser dimensionadas.

2.2.2. Tipo de vias de apoio aos ciclistas.

i - Espaços partilhados - Vias partilhadas

Trata-se de vias rodoviárias sem qualquer infra-estrutura exclusivamente destinada aos ciclistas, onde estes convivem directamente com os automóveis.

Normalmente, em cada corredor de circulação são disponibilizadas larguras inferiores a 3,6m, sem bermas, em que os veículos motorizados ultrapassam os ciclistas, por invasão do corredor de circulação adjacente destinado ao fluxo de sentido contrário.

Esta solução deverá ser aplicável apenas nos casos em que os volumes de tráfego motorizado forem pouco significativos e as velocidades praticadas forem inferiores a 50km/h. (Bastos & Silva, 2006). Apresenta-se, a propósito disso, a figura 2.1.

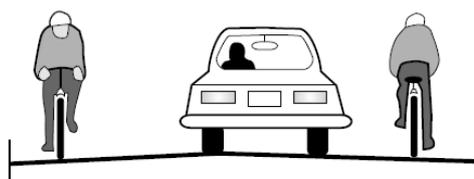


Fig. 2.1. Espaço partilhado veículo/ciclista (ODT, 1995)

- Via de tráfego com largura adicional

Esta solução é normalmente aplicável em locais onde não seja possível adoptar faixas segregadas por falta de espaço. Ciclistas e automóveis partilham o mesmo corredor de circulação, sendo prevista uma largura adicional ao corredor para maior segurança nas ultrapassagens, no total de 4,2m no mínimo, de forma a evitar perturbações na circulação automóvel e conflitos entre veículos e ciclistas na partilha do espaço conforme figura 2.2. Sempre que em situação de tráfego intenso, com velocidades superiores a 65 km/h, a largura da via deve aumentar para 4,5 a 4,8m (Bastos & Silva, 2006).

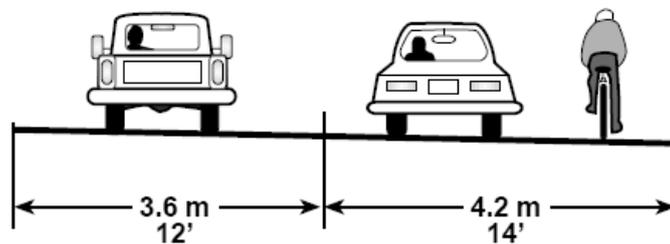


Fig. 2.2 Largura adicional para ciclistas (ODT, 1995)

- Aproveitamento das bermas

Sendo as bermas locais funcionais para a circulação de bicicletas, há que contar com elas desde que disponibilizem uma largura nunca inferior a 1,2m. Quando em presença de velocidades superiores a 65 km/h ou de intenso volume de tráfego de pesados, a largura deverá ser aumentada para 1,8m, conforme figura 2.3. (Bastos & Silva, 2006).

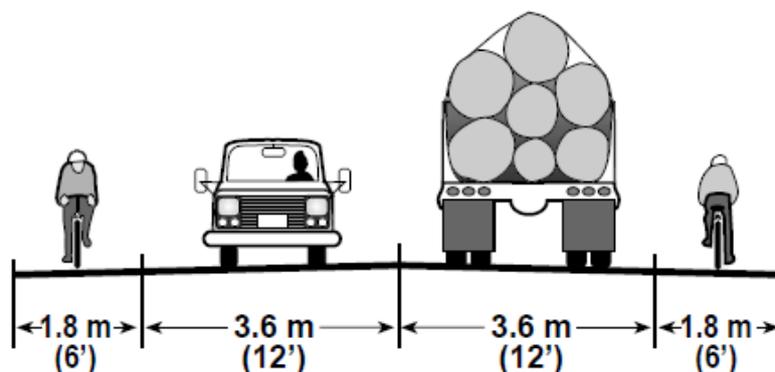


Fig. 2.3 Aproveitamento das bermas (ODT, 1995)

É uma solução que, embora possa ser também utilizada em espaços urbanos, revela-se bastante interessante sobretudo em espaços inter-urbanos dado o baixo custo da sua aplicação. Sempre que se entre em conta com as bermas para utilização ciclável, devem ser frequentemente tidas em atenção as suas necessidades de limpeza e manutenção. (Bastos & Silva, 2006)

ii – Faixas segregadas para ciclistas – Faixas de bicicletas

As faixas para ciclistas denominam uma via de circulação independente, mas adjacente à faixa de rodagem destinada aos veículos automóveis. Essa parte do espaço rodoviário é diferenciada do espaço automóvel por marcações no pavimento e devidamente sinalizada, para se destinar à utilização exclusiva de bicicletas.

Conhecida internacionalmente como “Bike Lane”, a Faixa de bicicleta não tem qualquer separação física relativamente ao espaço do tráfego motorizado. Cada Faixa deve ter um único sentido, o mesmo que do tráfego automóvel na faixa adjacente, e deve estar localizada no lado direito da via rodoviária, confinante com o passeio ou entre a faixa de circulação automóvel e o espaço destinado ao estacionamento público, se for o caso. (FS, 2007). A figura 2.4 ilustra um exemplo das “Bike lane”.



Fig. 2.4 Imagem de uma Faixa de bicicletas (APBP, 2002)

Quando exista bacia de estacionamento longitudinal adjacente à via, as larguras mínimas da faixa para ciclistas e da bacia de estacionamento devem ser respectivamente de 1,8 e 2,4m, como se mostra na figura 2.5, abaixo. É importante referir não ser recomendável a utilização de pistas adjacentes a faixas de estacionamento em espinha.

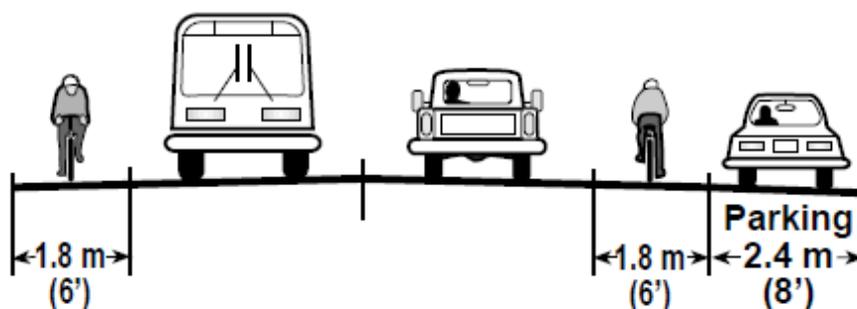


Fig. 2.5 Faixa segregada para ciclistas, incluindo estacionamento (ODT, 1995).

Dois sentidos de circulação em faixas para bicicletas, não são recomendáveis, pois posicionar os ciclistas em sentido contrário ao dos automóveis é perigoso. Poder-se-ão admitir em pequenas extensões quando haja grande necessidade de ligação sem alternativa, mas apenas quando reunidas as seguintes condições: em vias de sentido único, onde a via de ciclistas adjacente à faixa de rodagem assegura o mesmo sentido de circulação do tráfego automóvel; todas as vias que intersectam são unidireccionais; sem estacionamento ao longo da pista e com as distâncias de visibilidade asseguradas. (Bastos & Silva, 2006).

iii - Espaços segregados para ciclistas – Pistas cicláveis

As Pistas Cicláveis, que são conhecidas também por “vias verdes” (FHWA, 2006), constituem uma infra-estrutura segregada e independente da faixa de rodagem do tráfego motorizado, muitas vezes independentes do seu traçado, conforme figura 2.6. Frequentemente são desenvolvidas em integração e/ou associação com espaços pedonais, desportivos ou de lazer. Maioritariamente assumem os dois sentidos de circulação, para o que deve ser disponibilizado pelo menos 3,0m de largura, mas face a grandes níveis de procura, a sua largura deve ser de 3,6m. Quando, apenas, assegura um único sentido, a sua largura pode ser mais reduzida, com um mínimo de 1,5m. (Bastos & Silva, 2006).



Fig. 2.6 Pista ciclável, segregada para ciclistas (FHWA, 2006)

2.2.3. Zonas de conflito

Em todos os casos em que a via ciclável está sobre a faixa de rodagem do veículo automóvel ou adjacente a esta, vias partilhadas ou faixas para bicicletas, respectivamente descritos no ponto i) e ii) do número anterior, as zonas de conflito correspondem às áreas em que as bicicletas têm que conviver, necessariamente, com o tráfego motorizado. Tal pode corresponder às intersecções (termo genérico que engloba cruzamentos, entroncamentos, rotundas) ou zonas de paragem de transportes públicos colectivos ou individuais, entre outros.

As intersecções são dos elementos mais importantes a ter em consideração na concepção de ciclovias. Para além de se tratar de zonas críticas quanto à segurança dos ciclistas, também são zonas que obrigam a interrupções na marcha, abrandamento das velocidades e conseqüente necessidade de posterior de esforços suplementares para retomá-la. (FS, 2007).

A segurança nas intersecções depende da funcionalidade das faixas rodoviárias e das ciclovias, dos volumes e velocidades do tráfego motorizado e do tráfego não motorizado, das distâncias a percorrer na intersecção, do número e tipo de manobras de viragem e espaço disponível para isso, entre outros factores. Mais à frente far-se-á uma abordagem mais exaustiva a este tema, na interacção do restante tráfego com o ciclista, aquando do capítulo sobre o enquadramento da bicicleta na via pública.

2.3. Pavimento

A pavimentação é uma característica da infra-estrutura que contribui directamente com a segurança e conforto dos ciclistas. (CEAP, 2007)

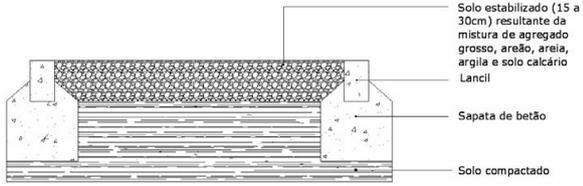
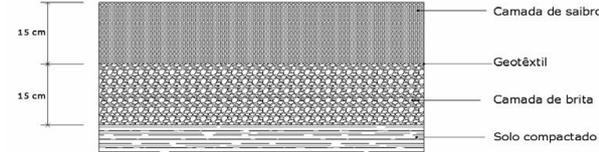
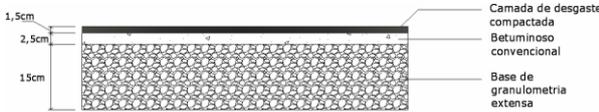
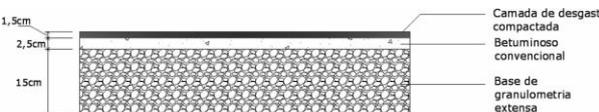
Os pavimentos devem apresentar uma superfície regular e anti-derrapante, mas sem causar trepidações. Contudo, podem ser aplicados elementos que provoquem rugosidade nas situações em que se pretende abrandar as velocidades. (FS, 2007).

No quadro 2.3, a seguir exposto, apresentam-se diferentes tipos de pavimentos com variações em termos de material utilizado, facilidade de implementação e manutenção, durabilidade e resistência, integração paisagística e ainda custos.

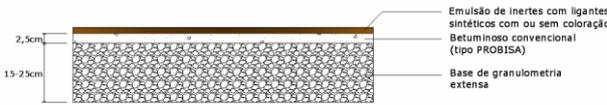
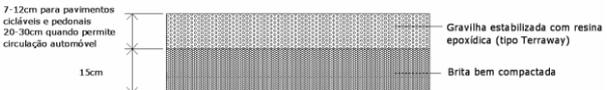
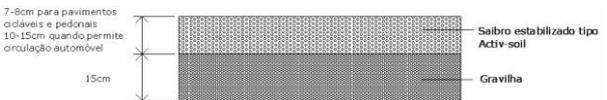
A drenagem é outro aspecto, de grande importância, relacionado com o tipo de pavimento a determinar para aplicação. A velocidade com que a água se infiltra no pavimento, e daí se escoar, é bastante significativa na garantia de uma circulação mais cómoda, sem salpicos de água e sem a acção de inércia provocada pelo seu excesso. A boa e rápida drenagem pode ser facilitada pelo material do pavimento escolhido e, também, através da aplicação de outros critérios recomendados pelo Guia AASHTO (AASHTO, 1999):

- A inclinação transversal deve ser de 2% a 5% com uma única direcção, conforme descrito no quadro abaixo;
- A superfície deve ser o mais regular possível, para evitar acumulação de água em determinados locais, com formação de poças;
- Nos casos da pista se encontrar na base de um talude, recomenda-se a colocação de uma pequena vala ou calha no lado da pista adjacente ao talude, ou drenos na base deste, para que a água seja colectada sob o pavimento;
- As grades de drenagem devem ser colocadas fora da pista de circulação;
- Deve ser reservada a cobertura natural do solo adjacente à pista, para minimizar a erosão e incrementar a área permeável.

Quadro 2.3 Diferentes tipos de pavimentos com variações em termos de material utilizado, facilidade de implementação e manutenção, durabilidade e resistência, integração paisagística e custos (CEAP, 2007).

Tipo de Pavimento	Caracterização	Observações
Solo estabilizado	 <p>Solo estabilizado (15 a 30cm) resultante da mistura de agregado grosso, areia, argila e solo calcário Lancelil Sapata de betão Solo compactado</p>	<p>Pavimento com boa permeabilidade após cilindragem; Boa integração paisagística; Desgaste não uniforme, sujeito à erosão; Baixos custos.</p>
Saibro Solto	 <p>15 cm 15 cm Camada de saibro Geotêxtil Camada de brita Solo compactado</p>	<p>Pavimento muito permeável; Elevada degradação por acção hídrica; Necessidade de manutenção permanente; Aconselhado apenas para áreas naturais e rurais com poucos declives; Custo médio; Nota: Na camada de brita, deve-se colocar um dreno para o escoamento da água sub-superficial.</p>
Blocos de Betão	<p>Assentamento dos blocos de betão pré-fabricado sobre uma camada de areia de 5 cm de espessura. Após o assentamento dos blocos, que devem ficar o mais unidos possível, 2 a 3 mm, espalha-se areia fina e seca por toda a superfície, varrendo-se de modo a preencher as juntas. Posteriormente faz-se a compactação da superfície construída.</p>	<p>Este pavimento não é muito aconselhado dada a irregularidade provocada pelas juntas. Aconselha-se a aplicação em áreas muito restritas, quando se prevê a coexistência de automóveis e bicicletas; Custo médio.</p>
Betuminoso (sem coloração)	 <p>1,5cm 2,5cm 15cm Camada de desgaste compactada Betuminoso convencional Base de granulometria extensa</p>	<p>Esteticamente aceitável e de fácil manutenção. Por suportar tráfego automóvel pode levar à sua invasão se não for devidamente destacado para o efeito; Baixo custo; Nota: Quando se prevê tráfego automóvel, a espessura da base de granulometria extensa aumenta para 25 cm.</p>
Betuminoso (colorido)	 <p>1,5cm 2,5cm 15cm Camada de desgaste compactada Betuminoso convencional Base de granulometria extensa</p>	<p>A pintura (vermelho óxido ou azul) é aplicada apenas na superfície ou o pigmento é misturado na camada de desgaste; Baixa necessidade de manutenção; Muito aconselhável; Baixos custos.</p>

Quadro 2.3 Diferentes tipos de pavimentos com variações em termos de material utilizado, facilidade de implementação e manutenção, durabilidade e resistência, integração paisagística e custos (CEAP, 2007) (Cont.).

<p>Slurry sintético</p>		<p>É possível obter mais variedade de cores do que na solução anterior através da solução pigmentada modelo “ACRISIL” da “PROBISA”. Se se pretender uma solução não pigmentada pode-se optar pelo modelo “EMULCLEAR”, que fornece um efeito de “terra batida” mas sem desgaste por acção hídrica; A lenta degradação leva à baixa necessidade de manutenção; Custo médio em ambos os modelos.</p>
<p>Lajes de Betão</p>	<p>Lajes de Betão armadas com malha-sol e com acabamento superficial de regularização. As lajes de betão são construídas <i>in situ</i> sobre uma camada de granulometria extensa com espessura de 15cm. Na cofragem que delimita a caixa de pavimento, estende-se a rede malha-sol e preenche-se de betão. As juntas de dilatação devem ser seladas e, para evitar a fragmentação do pavimento, devem também ser feitas juntas de fissuração.</p>	<p>Elevada resistência; Baixa degradação; Capacidade de integração paisagística; Custo elevado.</p>
<p>Gravilhas Aglomeradas</p>		<p>Fácil drenagem superficial; Fácil aplicação e manutenção; Aconselhável em troços com algum declive longitudinal; Baixa resistência à submersão por água; Custo muito elevado; Nota: A camada de brita deve conter um dreno em caso de haver necessidade de ajuda ao escoamento da água sub-superficial.</p>
<p>Saibro Estabilizado Tipo “activ-soil”</p>		<p>Apresenta uma boa resistência à erosão eólica, hidráulica e mecânica; Fácil manutenção; Uma vez que não se trata de um pavimento permeável deve-se assegurar uma drenagem superficial eficaz; Custo elevado.</p>

2.4. Sinalização

2.4.1. Sinalética na via

A sinalética é essencial para o sucesso de um percurso ciclável, não só por garantir a segurança dos ciclistas nas proximidades de conflitos, como também porque permite indicações direccionais, orientando devidamente, reunindo assim condições para uma circulação mais eficaz no percurso.

Normalmente há vários tipos de tráfego a circular nas mesmas vias, cada qual orientado por sinalização a si destinada, muitas vezes com exclusividade, pelo que é considerado importante que a sinalética destinada a ciclistas se distinga completamente da sinalética automóvel. Para isso, podem contribuir vários factores, tais como: o formato dos sinais, a altura e o local de colocação, a simbologia específica de identificação, e ainda as cores do fundo e das letras, entre outros (CEAP, 2008). Em alguns países são já oficialmente adoptados sinais para ciclistas.

Aponta-se o exemplo seguido na Dinamarca, na figura 2.7, em que foram adoptados modelos de sinais para ciclistas, cuja apresentação é, em tudo, distinta dos sinais destinados aos automobilistas.



Fig. 2.7 Exemplo de sinalética ciclável na Dinamarca (ECF, 2004)

No entanto, apesar das diferenças dos sinais a utilizar no espaço ciclável, sempre que possível deve-se utilizar a simbologia em uso pelo tráfego motorizado e pela sinalização cultural, ou semelhante. Essa semelhança da simbologia é útil na aproximação a cruzamentos com o tráfego automóvel.

Nessa conformidade, em alguns casos no nosso país, o que está em uso é a adaptação do formato da sinalética já existente com o design escolhido por cada entidade responsável pela estrutura ciclável, seja Câmara Municipal ou conjunto de Câmaras Municipais, ou outras. Essa falta de uniformização da sinalética em todo o país, que provoca confusão entre os utilizadores rodoviários, acontece enquanto não existe regulamentação nacional que traduza a hierarquia a assumir para a Rede Ciclável Nacional. (CEAP, 2008).

De uma maneira geral, a sinalética ciclável deverá ser visível pelos ciclistas pelo menos a 20m de distância. Em cruzamentos perigosos com o tráfego automóvel, a sinalização vertical deve estar associada a marcações horizontais e, caso se justifique, com elementos de mobiliário urbano que imponham alterações do comportamento ciclável, de acordo com as conveniências, como por exemplo, obrigação categórica de redução drástica de velocidades na chegada a um determinado ponto.

Na figura 2.8 abaixo apresentada, mostra-se uma cancela amovível, que além de obrigar a redução da velocidade da bicicleta, também impede a entrada de veículos automóveis.



Fig. 2.8 Cancela amovível (Passigato, Ghiacci, & Cozzi, 1999)

i. Sinalização vertical

Sobre a altura dos sinais para ciclistas, observando o exemplo da Dinamarca, verifica-se que a sua colocação é a cerca de 1.0m de altura da superfície, sendo considerada uma boa opção, uma vez que os ciclistas estão a circular com os olhos no caminho (ECF, 2004).

No entanto, a sua colocação tem que estar, não só afastada do espaço de circulação do percurso ciclável, como também de outros fluxos de tráfego incluindo o pedonal, de forma a não provocar acidentes. Há que atender, ainda, que os sinais devem estar colocados de maneira a desencorajar actos de vandalismo.

Em Portugal, a sinalização vertical e horizontal deve respeitar o definido no regulamento de sinalização de trânsito em vigor, Decreto Regulamentar nº 22 A/98 de 1 de Outubro e nº 41/02 de 28 de Fevereiro, em que previne actos de vandalismo e acidentes com veículos rodoviários ou peões, colocando a sinalética a uma altura de 2,2m dentro das localidades, quando sobre passeios ou em vias destinadas a peões, Alínea b) do nº 7 do Art. 13º (MAI, 2002).

Na actual legislação verifica-se que a sinalética direccionada para as bicicletas apresenta um fundo azul, com símbolos e letras brancas, sendo o vermelho usado para finalizar a indicação. A mesma cor é, também, defendida por várias entidades internacionais, alegando que se entende serem melhor reconhecidos por ciclistas. No entanto, outras cores podem ser usadas (CEAP, 2008).

Feito um apanhado dos sinais existentes na legislação nacional, foi elaborado o quadro 2.4 onde se apresentam os símbolos actualmente direccionados aos automobilistas para regulamentação do tráfego ciclável.

Lembra-se que as passagens de peões podem, também, ser utilizadas por ciclistas quando apeados da bicicleta, servindo muitas vezes como recurso a ciclistas mais vulneráveis, como forma de garantia da sua segurança. É o caso de pessoas idosas, crianças ou outros utilizadores de mobilidade mais reduzida. Sendo assim, considerou-se oportuno incluir também esses sinais no quadro.

Quadro 2.4 Símbolos actualmente direccionados aos automobilistas para regulamentação do tráfego ciclável (CEAP, 2008)

Tipo de Sinal	Símbolo	Colocação	Observações
Sinal A16a Passagem de peões		Colocação antecipada (entre 150m e 300m do ponto a que se refere)	
Sinal A17 Saída de ciclistas ou Passagem de ciclistas		Colocação antecipada (entre 150m e 300m do ponto a que se refere, com painel adicional) ou sobre o atravessamento (sem painel adicional)	É necessário e urgente a definição de um sinal de informação específico, que indique atravessamento de bicicletas, permitindo a diferenciação do sinal A17.
Sinal H7 Passagem para peões		Colocação sobre a passadeira	

No aviso para atravessamentos cicláveis rampeados, deve-se utilizar também os sinais do quadro 2.5.

Quadro 2.5 Sinais a utilizar nos atravessamentos cicláveis rampeados (CEAP, 2008)

Tipo de Sinal	Símbolo	Colocação	Observações
Sinal A2a Lomba		Aviso de lomba. Colocação antecipada (150m – 300m)	Pode ser utilizado nos casos de passadeiras sobre-elevadas. Pode ser também utilizado unicamente para ciclistas.
Sinal A24 Cruzamento ou Entroncamento		Aviso de cruzamento ou entroncamento. Colocação antecipada (150m – 300m)	Pode ser utilizado unicamente para ciclistas.
Sinal A29 Outros Perigos		Colocação antecipada (150m – 300m)	Não é obrigatório utilizar na aproximação a atravessamentos

Verifica-se actualmente na legislação que os sinais a utilizar na regulamentação do espaço ciclável e pedonal são os que se apresentam no quadro 2.6:

Quadro 2.6 Sinais regulamentares para a regulação do espaço ciclável e pedonal
(CEAP, 2008)

Tipo de Sinal	Símbolo de início	Símbolo de fim	Observações
<p>Sinal D7a</p> <p>Pista obrigatória para Velocípedes.</p> <p>Este sinal deverá marcar o início de um troço específico exclusivo para bicicletas</p>		 <p>Sinal D13a</p>	<p>empre que os sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, podem ser reduzidos e colocados em painéis. Nesses espaços é proibida a circulação de quaisquer outros veículos ou peões.</p> <p>Com este sinal, as bicicletas são obrigadas a respeitar o espaço reservado para o efeito.</p>
<p>Sinal D7b</p> <p>Pista obrigatória para Peões.</p> <p>Este sinal deverá marcar o início de um troço específico para peões</p>		 <p>Sinal D13b</p>	<p>Sempre que sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, podem ser reduzidos e colocados em painéis.</p>
<p>Sinal D7e</p> <p>Pista obrigatória para peões e velocípedes.</p> <p>Este sinal inicia um percurso misto de peões e bicicletas</p>		 <p>Sinal D13e</p>	<p>Sempre que sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, podem ser reduzidos e colocados em painéis. É proibida a circulação de quaisquer outros veículos nestes espaços.</p> <p>Com este sinal, as bicicletas são obrigadas a respeitar o espaço reservado para o efeito.</p>
<p>Sinal D7f</p> <p>Pista obrigatória para peões e velocípedes.</p> <p>Este sinal marca um troço de peões e bicicletas com separação de usos</p>		 <p>Sinal D13f</p>	<p>Sempre que sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, podem ser reduzidos e colocados em painéis. Com este sinal, as bicicletas são obrigadas a respeitar o espaço reservado para o efeito.</p>

Quadro 2.6 Sinais regulamentares para a regulação do espaço ciclável e pedonal
(CEAP, 2008) (Cont.)

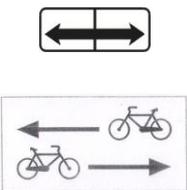
Tipo de Sinal	Símbolo de início	Símbolo de fim	Observações
<p>Sinal B1</p> <p>Cedência de passagem.</p> <p>Este sinal pode ser direccionado para ciclistas. Nestes casos, devem ser colocados no interior de um painel.</p>			<p>Sempre que sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, devem ser reduzidos e colocados em painéis.</p> <p>Os ciclistas são obrigados a respeitar este sinal.</p>
<p>Sinal B2</p> <p>Paragem obrigatória em cruzamento ou entroncamentos.</p> <p>Este sinal pode ser direccionado para ciclistas. Nestes casos, deve ser colocado no interior de um painel.</p>			<p>Sempre que sinais estiverem apenas a servir de informação a tráfego pedonal e ciclável, devem ser reduzidos e colocados em painéis.</p> <p>Os ciclistas são obrigados a respeitar este sinal.</p>
<p>Sinal H6a</p> <p>Passagem desnivelada rampeada</p>			<p>Este sinal H8b refere-se a uma passagem com degraus. A sua adaptação para bicicletas exige a colocação de uma calha metálica de auxílio ao transporte</p> 
<p>Sinal C3g</p> <p>Trânsito proibido a velocípedes</p>			<p>Os ciclistas são obrigados a respeitar este sinal.</p>
<p>C3l</p> <p>Trânsito proibido a peões</p>			<p>Os peões são obrigados a respeitar este sinal.</p>
<p>Sinal C4e</p> <p>Trânsito proibido a peões, a animais e a veículos que não sejam automóveis ou motociclos</p>			<p>Os ciclistas são obrigados a respeitar este sinal.</p>

Estes sinais são indicações para ciclistas e peões mas funcionam igualmente como sinalética viária, uma vez que fornecem indicações aos veículos automóveis que os impedem de circular nestes espaços.

Actualmente, não é clara a legislação sobre a circulação de bicicletas em coexistência com automóveis. O actual Código de Estradas não contém informação específica para este tipo de situações, não definindo qual o direito da bicicleta nestes casos. Esta omissão (e não proibição) permite que as bicicletas possam circular nas vias de tráfego automóvel desde que não existam os sinais D7a, D7e e D7f.

Na legislação internacional existem sinais para os casos de coexistência automóveis-bicicletas, apresentando-se alguns exemplos disso no Quadro 2.7 que a seguir se expõe (CEAP, 2008):

Quadro 2.7 Alguns sinais para coexistência automóveis-bicicletas, encontrados na legislação internacional (CEAP, 2008)

Tipo de Sinal	Símbolo a introduzir na Legislação Portuguesa	Descrição	Observações
Sinal de rua residencial		Sinal de Informação: Rua Residencial – utilizada em ruas de tráfego local, com velocidades sempre inferiores a 30 km/h. Adequa-se às chamadas “ruas residenciais” e está direccionado para situações onde se espera uma utilização do espaço público por pessoas, essencialmente, e a existência de mobiliário urbano, vegetação ou estacionamento automóvel no espaço público.	Simbologia internacional a introduzir na sinalização de percursos cicláveis em ruas de t (velocidade <30km/h). É direccionada simultaneamente a automobilistas e a ciclistas, devendo apresentar o tamanho regulamentar dos sinais de informação.
Sinal de circulação de ciclistas		Sinal de Informação: Deverá indicar ao automobilista e ao ciclista que existem em coexistência, e no mesmo sentido de tráfego. Com o painel informativo abaixo, passará a avisar da situação de duplo sentido ciclável.	É direccionada simultaneamente a automobilistas e a ciclistas, devendo apresentar o tamanho regulamentar dos sinais de informação.
indicativo de duplo sentido de circulação para bicicletas		Painel informativo para ser colocado em associação com outros sinais, servindo de informação complementar a ciclistas e automobilistas em situações de coexistência: 	É direccionada simultaneamente a automobilistas e a ciclistas, devendo apresentar o tamanho regulamentar dos painéis complementares.

Os sinais apresentados no quadro 2.8 são os que significam restrições à circulação automóvel numa determinada artéria, mas apenas no sentido a que se destina o sinal no primeiro caso e em ambos os sentidos no caso dos restantes sinais (CEAP, 2008):

Quadro 2.8 Sinais que restringem a circulação automóvel numa determinada artéria (CEAP, 2008):

Tipo de Sinal	Sinal	Descrição Portuguesa	Observações
<p>Sinal de sentido proibido</p> <p>C1</p>		<p>O tráfego automóvel é proibido no sentido para onde o sinal está virado. As bicicletas, caso coexistam com o tráfego rodoviário, devem apresentar um painel adicional, conforme indicações do ponto anterior</p>	 <p>Sinal de zona (em Portugal) e dois exemplos semelhantes em Itália. São direccionados simultaneamente a automobilistas e a ciclistas (e peões), devendo o tamanho regulamentar dos painéis complementares ter as informações necessárias, nomeadamente:</p>
<p>Sinal de trânsito proibido</p> <p>C2</p>		<p>O tráfego automóvel é proibido em ambos os sentidos. Para a circulação de bicicletas dispensa-se a existência de sinalética. Pode existir indicações direccionadas ao tráfego ciclável.</p>	 <p>Em caso de proibição da circulação ciclista, aconselha-se a sua indicação de forma clara, por motivos de segurança.</p>
<p>Sinal C13 - Proibição de exceder a velocidade a que se refere a numeração</p>		<p>Colocação sobre o ponto a que se refere.</p>	 <p>O sinal de zona 30, existente na legislação, deverá ser aplicado na entrada de áreas condicionadas e no interior das localidades. Deve poder-se associar o seguinte sinal,</p>  <p>inexistente na legislação, sempre que houver coexistência com bicicletas.</p>

Em rotundas partilhadas por bicicletas e veículos automóveis, e à falta de legislação específica para estas situações, devem ser colocados, ainda, os sinais indicados no quadro 2.9, acrescentados de um painel adicional (CEAP, 2008):

Quadro 2.9 Sinais a adicionar à restante sinalização de rotundas (CEAP, 2008)

Tipo de Sinal	Sinal	Descrição	Observações
Rotunda - Sinais B7 e D4	 (colocado entre 150m a 300m da rotunda)  (colocado sobre a rotunda)	<p>Rotunda.</p> <p>Pode ser adicionado o painel informativo modelo 11H no caso de partilha do espaço com bicicletas. Pode ser colocado em alternativa o sinal</p>  (actualmente inexistente na legislação).	 painel adicional – modelo 11H, a adicionar ao sinal B7

Painéis de orientação e informação

Os painéis de orientação e informação deverão ser elementos de clara identificação da infra-estrutura ciclável. Conforme o quadro 2.10, podem ser constituídos por:

Quadro 2.10 Formas de apresentação de sinalização direccionada ao tráfego ciclável (CEAP, 2008)

Mupis e Totems	Painéis constituídos por perfis de alumínio anodizado com ângulos boleados. Devem estar preparados para inserção de cartografia e serem visíveis em duas faces. Possibilidade de adicionar iluminação interior. Estes elementos devem conter a simbologia do Plano Ciclável. Podem conter outras informações. A sua colocação deverá obedecer a um Plano de Sinalização.
Painéis de orientação e informação	É necessária a existência de outros modelos para auxílio direccional.
Setas direccionais	Estas setas direccionais pretendem indicar ao ciclista a distância a percorrer e respectiva orientação até determinado destino.
Sinais idênticos aos utilizados para o tráfego motorizado	Reduzidos e colocados em painéis.

Na Figura 2.9 apresentam-se, alguns exemplos de hipóteses de sinais direccionados apenas ao tráfego pedonal e ciclável, em tamanho reduzido e colocados em painéis para melhor se distinguirem da sinalização referente ao tráfego automóvel. De notar que, apesar de incluírem símbolos existentes na actual legislação nacional, as dimensões e cor dos painéis que os distinguem, não está assim regulamentada.



Fig. 2.9 Exemplo de sinais a servir exclusivamente ciclistas e peões (CEAP, 2008)

ii. Sinalização horizontal

A sinalização horizontal deve ser, igualmente, direccionada para automobilistas e ciclistas em separado. Actualmente, a legislação em vigor contempla já alguma sinalização horizontal exclusiva para ciclistas.

Em cruzamentos do espaço ciclável e espaço pedonal com as vias de tráfego automóvel deve-se proceder à execução de medidas, de forma a garantir a máxima segurança aos peões e ciclistas. Nestes atravessamentos, manda a legislação em vigor no artigo 61º do Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de Outubro, com as alterações introduzidas pelo Decreto Regulamentar nº 41/2002 de 20 de Agosto, executar marcações no pavimento paralelas ao atravessamento, conforme definido nas peças desenhadas na figura 2.10, que se segue. Estas marcações a branco são com pinturas para pavimentos de base acrílica, a frio, sobre a camada de betuminoso pigmentado, ou em alternativa, em material termoplástico de aplicação simples. Para ciclistas devem ter dimensões de 0.40m x 0.40m e afastamentos igualmente de 0.40m.

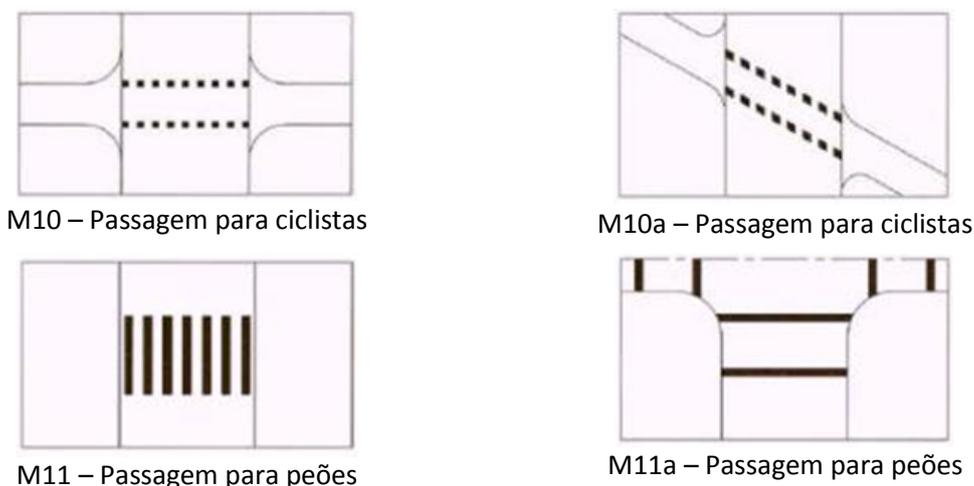


Fig. 2.10 Marcação de travessias de ciclistas e peões, relativamente ao tráfego motorizado (MAI, 2002)

O atravessamento efectuado numa superfície sobrelevada não dispensa a existência das marcações referidas.

A simbologia M11a só deve ser utilizada se o atravessamento estiver auxiliado com sinalização luminosa, semáforos.

É ainda de salientar a necessidade de reforço no pavimento da indicação de espaço ciclável, através de simbologia específica, apesar de não estar regulamentada na legislação portuguesa. A sua aplicação é efectuada manualmente através de um molde com o símbolo de velocípede e aplicação de tinta acrílica a frio, de cor branca, com as medidas regulamentares americanas, cuja moldura deverá ter as dimensões indicadas na figura 2.11 abaixo exposta.

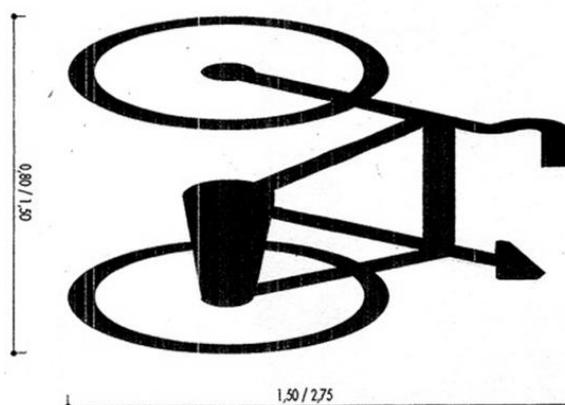


Fig. 2.11 Marcação horizontal da bicicleta em percursos exclusivamente cicláveis (MFE, 1999)

A orientação dos símbolos deve reforçar o sentido de circulação que se pretende, devendo colocar-se setas indicativas para reforço, sempre que necessário, em conformidade com o representado na figura 2.12.



Fig. 2.12 Setas de selecção (Premark, 2010).

No espaço rodoviário destinado aos automóveis, nas aproximações dos atravessamentos, poderão ser colocadas bandas cromáticas, que produzem aviso sonoro sem provocação de danos nas viaturas.

Devem ter dimensões que assegurem a largura total do corredor de circulação a que se destinem, interrompidas a 0,2m das marcas longitudinais que limitam o corredor, e devem ter um comprimento de 0,5m, com uma espessura de 3 a 5mm. Caso se tratem de bandas duplas, o afastamento entre ambas deve ser de 0,3m. Essas bandas, podem ainda ser repetidas com afastamento de 6m entre si, nas primeiras quatro unidades, e caso se pretenda repetir mais vezes, o afastamento deve aumentar em mais um metro em cada unidade a mais. A sua aplicação é normalmente feita manualmente. (JAE, 1995)

iii. Sinalização luminosa

Semáforos para ciclistas

Os semáforos são os sinais que mais segurança dão aos ciclistas, na regulação do espaço ciclável quando este intercepta o espaço automóvel.

Todos os cruzamentos que são semaforizados, e incluem, para além do tráfego automóvel, também um fluxo pedonal e/ou ciclável, apresentam total garantia de segurança para todos, desde que respeitados os períodos mínimos de verde para cada fluxo, atendendo à sua velocidade mínima.

A desvantagem é o tempo de espera, enquanto circulam outros fluxos de trânsito.

Apresentam-se de seguida, na figura 2.13 alguns exemplos de semáforos para ciclistas.



Fig. 2.13 (a)



Fig. 2.13 (b)

Fig. 2.13 Exemplo de semáforo para ciclistas

Olhos de gato na marcação de percursos cicláveis

Em alguns casos de elevada pressão do tráfego é conveniente a marcação dos percursos cicláveis com olhos de gato para fazer a separação inequívoca da área reservada a cada tipo de tráfego.

Nos casos das faixas para ciclistas, confinantes com a faixa de rodagem do tráfego motorizado, é conveniente reforçar a marcação dessa distinção com a aplicação de olhos de gato sobre a linha branca. Esse equipamento, para além de causar trepidação nos veículos que o pisem, tem uma importância fundamental à noite, pois reflecte a luz dos faróis servindo de alerta luminoso. Há olhos de gato unidireccionais: que reflectem apenas de um lado, úteis para o tráfego que circula num só sentido; e bidireccionais: que reflectem de ambos os lados, úteis para o tráfego que circula em ambos os sentidos. Na figura 2.15 é mostrado o dispositivo.



Fig. 2.14 Exemplo de olhos de gato (K-Lite, 2010)

Também nos casos em que há tráfego pedonal confinante com o percurso ciclável, tudo ao mesmo nível, muitas vezes são utilizados olhos de gato para fazer essa distinção. Normalmente isso acontece em espaços de trânsito rodoviário interdito, com um arranjo urbanístico cuidado, em que é desadequada a marcação de linhas no contexto arquitectónico. Nesses casos, os olhos de gato servem para fazer a marcação da área destinada a ciclistas, de forma a ser respeitada pelos peões.

2.4.2. Sinalética na bicicleta

Para além da sinalética na via, é importante lembrar que também bicicleta e ciclista têm os seus próprios sinais. Convém, rapidamente, abordar alguns desses.

i. Gestuais

Na sinalização de viragens à direita ou à esquerda, o ciclista usa o braço e a mão para assinalar a manobra aos outros condutores.

A bicicleta é o veículo que oferece melhor visibilidade periférica, por ser permitido ao condutor olhar por cima dos automóveis e sem a obrigatoriedade do uso de um capacete de mota, o que reduziria a visibilidade lateral e a percepção de ruídos. Deste modo, é fácil para um ciclista perceber quando se aproxima um carro, seja devido ao ruído do motor, seja graças ao alcance da sua visibilidade, tomando precauções para garantir a sua segurança, mesmo quando assinala a sua manobra.

ii. Sonoros

Apesar de não de ser um acessório indispensável, a campainha ou buzina na bicicleta tem algumas vantagens, nomeadamente para assinalar a sua marcha, para avisar peões que interceptem a rede ciclável, ou até outros ciclistas que vão no mesmo sentido a velocidades inferiores.

iii. Luminosos

Faróis, lanternas, reflectores e sinalizadores nocturnos são fundamentais para a segurança ao ciclista que pedala de noite. É essencial sinalização nocturna com luz na dianteira, traseira, lateral e nos pedais. De seguida descrevem-se alguns desses equipamentos (Numa, 2000):

Farol dianteiro - Os modelos mais simples mas eficazes, são lâmpadas de alógeneo de 1,2 a 2,4 watts, que iluminam razoavelmente bem. São indicadas para quem faz um circuito urbano ou de estrada à noite sem a pretensão de pegar trilhos mais arriscados. Existem também modelos que se encaixam no capacete, garantindo maior mobilidade para os locais a iluminar, cujo exemplo se mostra na figura 2.15.



Fig. 2.15 Farol que pode ser usado no capacete (Christianini, 2000).

Lanterna traseira - A lanterna traseira, ou "pisca-pisca", é um item que garante visibilidade traseira e que chama a atenção de quem passa por trás do ciclista, principalmente em estradas. Alguns modelos trazem duas opções de sinalização, intermitente ou contínuo.

Sinalização noturna - São os famosos "olhos-de-gato", que reflectem a luz emitida contra o ciclista. A sua utilização dá maior segurança à noite, pois torna o ciclista e a bicicleta mais visíveis no escuro, evitando o risco de atropelamento. Para quem pedala muito à noite em estradas, são acessórios aconselháveis, pois podem evitar surpresas e acidentes.

Também se pode recorrer a roupas reflexivas, como a dos motoqueiros, pois ajudam a tornar o ciclista mais visível à noite quando um carro passa por ele na estrada, por exemplo. O motorista pode antecipar algum movimento já a algumas dezenas de metros antes de passar pelo ciclista.

Existem ainda fitas reflexivas que melhoram ainda mais a sinalização, quando colocadas na parte frontal e/ou traseira do capacete, na mochila ou na vestimenta. Elas estão disponíveis em várias cores (Numa, 2000).

3. ENQUADRAMENTO DA BICICLETA NA VIA PÚBLICA

Dos géneros e tipos de ciclovias abordados no capítulo anterior, a aplicar em cada caso conforme as condições locais, é necessário especificar que tipo de condições podem ser encontradas em ambiente urbano.

Assim, o primeiro passo consiste em determinar o tipo de via rodoviária em que a ciclovia se sobrepõe, devendo para isso optar-se pela sua classificação de acordo com as hierarquias especificadas pelos Princípios Básicos de Organização das Redes Viárias do Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária, (CCDRN, 2008) como de seguida se explica.

3.1. Hierarquização Viária

Importa lembrar que, para diferentes tipos de vias, há diferentes dificuldades na interação do trânsito ciclável com os outros tipos de tráfego, carecendo, por isso, de diferentes tipos de soluções.

De uma maneira geral, as vias de circulação têm funções diversas, quer seja o serviço das necessidades de mobilidade das populações e das suas mercadorias, quer seja a acessibilidade aos diferentes espaços ligados à sua própria vivência. Daí a necessidade de distinção dos diferentes modos constituintes da rede viária, com características fundamentais bastante diferentes, não só ao nível das velocidades e capacidade de tráfego como também ao nível do seu grau de vulnerabilidade e compatibilidade. Assim, a especialização funcional das vias é feita de modo a tirar o máximo proveito das suas potencialidades, com crescente tendência de segregação física das infra-estruturas dos diferentes modos, particularmente daqueles com maiores níveis de incompatibilidade funcional, como sejam aqueles que incluem o trânsito ciclável e a vias de tráfego exclusivamente motorizado, intenso e rápido.

As funções a que as diferentes vias têm que dar resposta, são (CCDRN, 2008):

- garantia da mobilidade através da circulação rodoviária;
- acessibilidade aos diferentes espaços;
- deslocações não motorizadas, cicláveis e pedonais;
- funções sociais próprias da normal vivência urbana.

Notam-se enormes diferenças entre algumas dessas funções, o que as incompatibiliza entre si. Enquanto que as funções de acesso e as de deslocação não motorizada e de vivência urbana permitem uma maior facilidade na interacção do tráfego ciclável com o motorizado, como se exemplifica na figura 3.1 abaixo exposta, já a função de circulação inviabiliza a interacção dos dois tipos de tráfego, dadas as velocidades praticadas e os seus fluxos do tráfego motorizado.



Fig. 3.1 Exemplo de compatibilização espacial de várias redes de transportes
(CCDRN, 2008)

É pois essencial estruturar as vias de circulação, tendo em conta as respectivas funcionalidades, tendendo a contribuir para boas condições de tráfego em paralelo com a existência de ambientes urbanos de qualidade.

A Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte propõe a adopção de quatro tipos de vias que se distinguem pela respectiva classificação funcional (CCDRN, 2008): Duas delas com uma funcionalidade mais rodoviária motorizada, ambas constituindo a rede fundamental do conjunto do espaço urbano, ligadas predominantemente à função de circulação - vias colectoras ou arteriais e vias distribuidoras principais; E outras duas com uma funcionalidade mais ligada à vivência urbana, com mais deslocações não motorizadas, cicláveis e pedonais, que constituem as redes viárias locais - vias distribuidoras locais e vias de acesso local.

Na figura 3.2, abaixo, procura-se apresentar de uma forma esquemática as diferenças nos pesos relativos das funções de circulação e de acesso existentes nas diferentes tipologias.

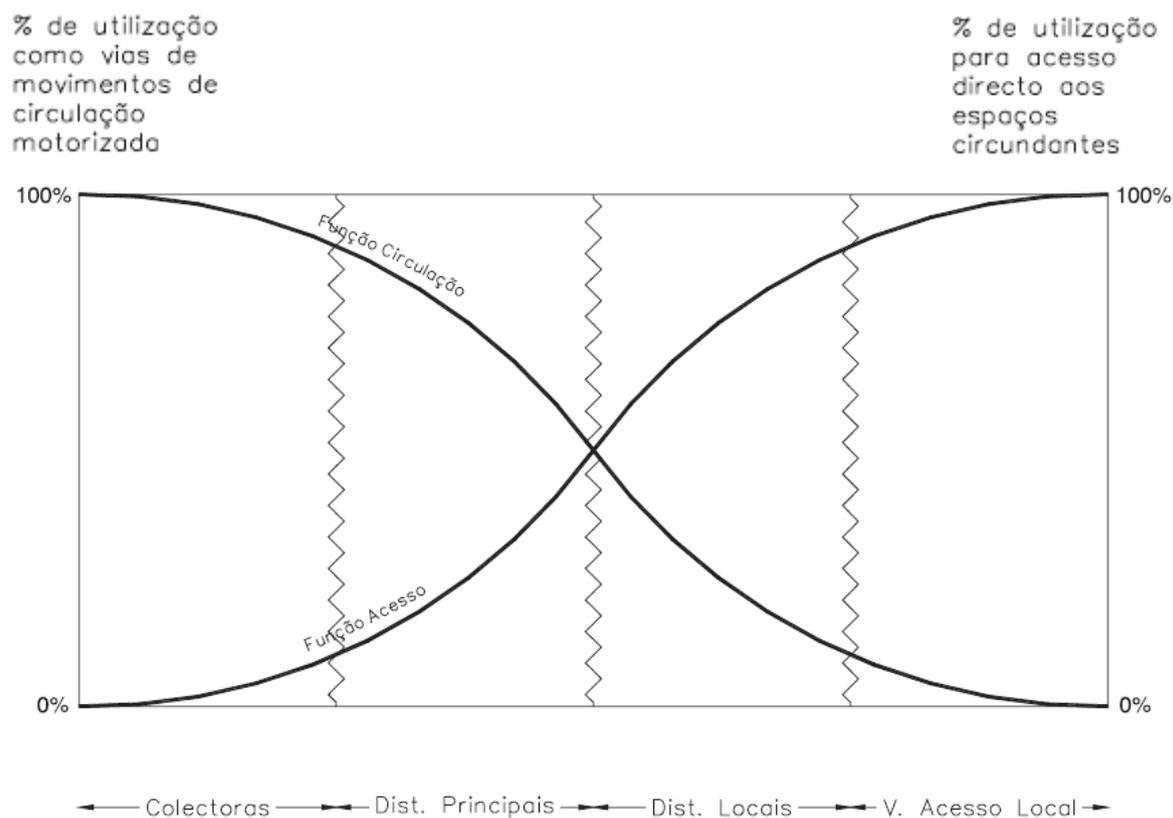


Fig. 3.2 Pesos relativos das funções circulação e acesso em função da tipologia das vias (CCDRN, 2008)

De uma maneira geral, podem-se tirar as seguintes conclusões (CCDRN, 2008):

- Os dois tipos de vias mais extremistas e incompatíveis entre si são: as Vias colectoras, essencialmente com função de circulação, tendencialmente exclusivas para trânsito motorizado, onde é escassa a função de acesso, pouco viável para o trânsito ciclável; e as Vias de acesso local, essencialmente com função de acesso, onde a função de circulação é escassa, e onde é perfeitamente possível harmonizar o trânsito ciclável com o motorizado.

- Os outros dois tipos de vias na hierarquia, contrariamente às anteriores, já têm uma funcionalidade mista, de onde se salienta a função de circulação na primeira e da

função acesso na segunda, onde o trânsito ciclável pode interagir com o motorizado, mediante a aplicação de infra-estruturas de apoio ao ciclista.

Lembre-se que este tipo de classificação não garante características idênticas para todas as vias de uma determinada classificação, pois nem sempre é possível uma separação completa das funções a uma via já existente, podendo por vezes tratar-se de vias que servem espaços urbanos perfeitamente consolidados.

Assim concebeu-se o quadro 3.1 com a respectiva classificação de vias de acordo com a sua hierarquia, e a introdução do tráfego ciclável nessas vias, de forma segura e eficaz:

Quadro 3.1. Interação aceitável entre os tráfegos ciclável e motorizado, dependendo da via em questão, conforme a sua hierarquia.

Tipos de Vias	Interação aceitável entre os tráfegos ciclável / motorizado
<u>Vias colectoras ou arteriais</u>	A circulação ciclável deve ser totalmente segregada da motorizada.
<u>Vias distribuidoras principais</u>	A circulação ciclável pode interagir com a motorizada mediante a aplicação de infra-estruturas de apoio ao ciclista.
<u>Vias distribuidoras locais</u>	A circulação ciclável pode interagir com a motorizada mediante a aplicação de infra-estruturas de apoio ao ciclista.
<u>Vias de acesso local</u>	Normalmente é perfeitamente possível harmonizar o trânsito ciclável com o motorizado

No entanto, a interação entre o ciclista e o automobilista não consiste apenas no trânsito ao longo da via, sendo muitas vezes necessário proceder a intersecções dos dois tipos de tráfego, intersecções essas que ocorrem em todos os tipos de vias, tanto as que têm a função de serviço, como as que têm a função de acesso.

No ponto seguinte, serão analisadas as intersecções com mais detalhe.

3.2. Intersecções

Conforme antes se viu, em algumas vias é absolutamente impossível haver compatibilidade do tráfego ciclável e rodoviário - vias colectoras - enquanto que em outras vias isso é possível, desde que com mais ou menos cuidados - vias distribuidoras. O tipo de interacção onde é mais relevante essa compatibilidade ou falta dela é nas intersecções.

Conforme já mencionado no ponto 2.2.3., as intersecções são elementos extremamente importantes numa ciclovía. Por serem zonas de maiores conflitos com outros tipos de tráfego, críticas na segurança para os ciclistas, obrigam a interrupções na marcha, alterações de velocidade e maiores esforços para retomá-la.

Existe uma relação directa entre a segurança nas intersecções e a funcionalidade dos corredores destinados aos ciclistas. Também os volumes de tráfego e suas velocidades, quer do tráfego motorizado quer do tráfego não motorizado, as distâncias a percorrer na intersecção, o número e tipo de manobras de viragem e o espaço disponível para essas manobras, influenciam determinadamente nessa segurança.

É de salientar que cada intersecção deve ser estudada individualmente.

Nesse sentido, apresenta-se de seguida o quadro 3.2, que relaciona a hierarquia das vias que se interceptam, de acordo com as velocidades permitidas, com a hierarquia dos percursos cicláveis, já abordados no ponto 2.1.2.

Quadro 3.2. Classificação das intersecções por nível de gravidade que representam
(FS, 2007)

		Hierarquia dos percursos cicláveis		
		Percurso Ciclável de 1ª Ordem	Percurso Ciclável de 2ª Ordem	Percurso Ciclável de 3ª Ordem
Hierarquia das Vias Rodoviárias de acordo com a velocidade admitida	v > 90 km/h	GRAVE (passagem desnivelada)	GRAVE (passagem desnivelada)	GRAVE (passagem desnivelada)
	50 Km/h < V < 90 Km/h	GRAVE (passagem desnivelada. Em casos específicos aceita-se a semaforização)	GRAVE (passagem desnivelada ou semaforizada)	GRAVE (semaforização)
	30 Km/h < V < 50 Km/h	GRAVE (Semaforizado. Em casos específicos aceita-se sinalização não luminosa)	MÉDIO (Semaforização ou sinalização não luminosa)	MÉDIO (Sinalização não luminosa)
	v < 30 Km/h	MÉDIO (Sinalização não luminosa)	SIMPLES (sinalização não luminosa ou marcações simples)	SIMPLES (Marcações simples ou sem marcações)

Para cada cruzamento atribui-se uma classificação de acordo com o grau de perigo que representam para os ciclistas – Grave, Médio ou Simples – e formula-se uma resolução, que é apresentada entre parêntesis.

As intersecções são feitas por passagens desniveladas e passagens de nível, sendo estas últimas as mais frequentes, com, aliás, se constata no quadro 3.2,

As passagens desniveladas podem ser passagens superiores ou aéreas; ou podem ser passagens inferiores ou subterrâneas

Os atravessamentos de nível, por sua vez, são divididos em: cruzamentos com sinalização luminosa, semáforos; ou cruzamentos com sinalização não luminosa; ou cruzamentos com marcações simples; ou, até, cruzamentos sem marcações.

De seguida faz-se uma breve abordagem desses dois tipos de atravessamentos, para uma maior consciencialização das principais características a ter em conta.

3.2.1. Os atravessamentos desnivelados

Para maximizar a segurança, a opção por Pistas cicláveis requer, muitas vezes, a construção de estruturas como passagens desniveladas - aéreas ou subterrâneas - para ultrapassar determinados obstáculos, como o atravessamento de: cruzamentos perigosos, de vias com elevado tráfego automóvel, de rios, ribeiras, linhas de comboio, etc.

A opção por conceber uma passagem desnivelada deve ser prioritária nas áreas com elevado nível de (potenciais) utilizadores, em situações em que é inegável a existência de grande insegurança perante cruzamentos graves ou barreiras naturais.

O dimensionamento destas passagens subterrâneas, aéreas, pontes e túneis, deve seguir os seguintes valores (APBP, 2002):

a) A largura mínima da pista (geralmente de 3m) deve ser mantida ao longo da estrutura;

b) A distância de desobstrução de 0,6 m em cada lado da pista deve ser mantida ao longo da estrutura. De outra forma, os ciclistas tenderão a circular na zona central para se afastarem da parede ou qualquer outro limite da estrutura;

c) Para uma boa visibilidade horizontal e vertical deve ser mantida ao longo de passagens subterrâneas ou túneis uma altura desimpedida de 2,6m. Esse valor deve ser elevado para 3m quando há a possibilidade de circulação pontual de veículos de manutenção;

d) Rails, muros, gradeamentos ou outras barreiras verticais que acompanham lateralmente as pistas em estruturas aéreas devem ter, no mínimo, uma altura de 1,1m. No entanto, a altura aconselhável das barreiras é de 1,4m de forma a evitar que o ciclista passe por cima, em caso de acidente.

É de salientar que, normalmente, estruturas desta natureza devem acomodar simultaneamente peões e ciclistas e, como tal, os critérios dimensionais e de comportamento devem ser observados nesse sentido.

De acordo com o Decreto Lei nº 123/97 (MAI, 1997), as rampas de atravessamento desnivelado para passagens de peões não devem ter mais de 6% de inclinação numa extensão máxima de 6m, com lanços de plataformas de descanso com um comprimento de 1,50m. Estes valores adequam-se às necessidades dos ciclistas. A única alteração refere-se à largura que, segundo essa legislação, deve ter um mínimo de 1,50m para peões, mas para acomodar ciclistas deve ser alargada para um mínimo de 3,0m.

A opção por passagens aéreas ou subterrâneas depende de muitos factores, devendo cada caso ser estudado individualmente, dependendo da área disponível, do número de ligações a efectuar, do tipo de público que mais frequenta a pista e dos custos envolvidos. (FS, 2007)

i. Passagens inferiores

As passagens subterrâneas, representadas pela figura 3.3, são, normalmente, de menor custo que as aéreas, e requerem uma diferença de cotas inferior, uma vez que exigem apenas 3m de altura livre, ou 2,6m no mínimo. Poderão suscitar alguns problemas de visibilidade reduzida e dificuldades de drenagem das águas pluviais; no entanto, esses serão facilmente contornáveis com uma cuidada concepção. A iluminação deve ser, tanto quanto possível, de origem natural através dos lanços de entrada e saída e, em passagens com maior extensão ou para horas nocturnas, a iluminação artificial deve estar protegida de actos de vandalismo. (FS, 2007).



Fig. 3.3 Passagem subterrânea para peões e ciclistas sob uma intersecção em área urbana
(Koorey, 2003)

ii. Passagens superiores

As passagens aéreas, representadas pela figura 3.4, estão menos sujeitas aos problemas de segurança de actos de vandalismos, dificuldade de iluminação natural ou drenagem, dado o facto de serem mais abertas e expostas. Porém, existem outras desvantagens, como seja: a necessitam de acessos mais extensos, dado que a altura mínima relativamente à via rodoviária motorizada será necessariamente maior, 5m a altura livre na rodovia, no mínimo; daí resultarem, normalmente, maiores dificuldades para os ciclistas, tanto nas extensões mais longas, como nos esforços maiores para as atravessar; e ainda, o facto de estarem mais expostas às acções climáticas, exigindo por isso mais trabalhos de manutenção, quer das guardas como também de toda a estrutura em geral. Assim, para além de custos mais elevados na sua construção, é preciso contar, também, com maiores custos na sua manutenção. (FS, 2007)



Fig. 3.4 Passagem superior para peões e ciclistas, intersecção em área urbana, em Aveiro.

3.2.2. Os atravessamentos de nível

O velocípede vai sempre interagir com outros tipos de tráfego na via pública, mesmo quando haja uma faixa ou pista própria. Os principais tipos de tráfego que se cruzam com os ciclistas são o tráfego pedonal e o tráfego rodoviário motorizado.

No caso do cruzamento com o tráfego pedonal é pressuposta a garantia de segurança para todos, sempre que o peão usa a passadeira. Nesse momento, o ciclista deve sempre ceder a prioridade ao peão, a menos que essa travessia seja regulada por semáforos, caso em que o ciclista deve respeitar a indicação dada pelo sinal luminoso.

No caso do cruzamento com o tráfego rodoviário motorizado, o perigo de acidentes é sempre maior. Há mesmo registos indicativos de que, mais de $\frac{3}{4}$ dos acidentes entre automobilistas e ciclistas ocorrem em cruzamentos e entroncamentos, sendo quase sempre atribuída a culpa aos ciclistas, dadas as regras impostas no Código de Estradas. (Bastos & Silva, 2006).

Algumas publicações confirmam isso mesmo, como refere (Alves, 2006):

- Na Finlândia "Nos cruzamentos, os condutores de automóvel focam a sua atenção nos outros carros em detrimento dos ciclistas." (Summala, 1996)

- Na Irlanda, onde nos últimos anos se registou: "Um aumento de 135% dos acidentes nos cruzamentos com pistas cicláveis." (Moore, 1975)

- Na Alemanha constata-se que: "Nos cruzamentos com semaforização, os ciclistas em Pistas Bi-direccionais estão 5 vezes mais em risco do que a circular em coexistência." (Schnull & Alrutz, 1993)

- Nos Estados Unidos chegou-se à conclusão que: "A separação das bicicletas e veículos motores leva a conflitos de falta de visibilidade nos cruzamentos. (Wachtel & Lewiston, 1994)

- Na Finlândia refere-se: "...a visibilidade dos motoristas quando atravessam uma pista ciclável e se preparam para virar. Alto risco de acidente quando motoristas viram à direita e o ciclista vem da direita. Comparado com a situação normal num cruzamento, os ciclistas e motoristas encontram estratégias próprias para resolver o problema, com resultados perigosos." (Rasanen & Summala, 1998).

- Na Escandinávia: "Estudo de 14.000 crianças em idade escolar dos 6 aos 16 anos na Escandinávia. Para crianças, o risco de acidente com um veículo motor é 2,7 vezes maior em cruzamentos com Pistas Cicláveis que em situações de coexistência". (Leden, 1989).

É por isso de extrema importância estudar e encontrar soluções para os atravessamentos de nível, que são os atravessamentos mais frequentes em meio urbano.

Há a constatar desde já que os atravessamentos de nível englobam: cruzamentos com sinalização luminosa de controlo de tráfego, ou seja semáforos; cruzamentos com sinalização vertical e horizontal de marcações no pavimento, acompanhadas ou não da aplicação de medidas de gestão de tráfego, pelo design; e ainda cruzamentos com ausência de qualquer sinalização ou marcação.

Para garantir uma maior segurança nos cruzamentos de nível, existem dois factores essenciais a serem considerados (DOT, 1996):

1º - Segurança pelo desenho: deve ser simples para evitar manobras complicadas, em que ciclistas e condutores devem visualizar-se mutuamente e com facilidade; a velocidade do tráfego deve ser baixa nos locais onde se cruza; o espaço de manobra e/ou de espera deve ser garantidamente suficiente;

2º - Segurança pela pouca permanência das bicicletas no espaço da intersecção: devem ser procuradas opções de prioridade ou regulação do tempo dos semáforos, de modo a minimizar os tempos de espera dos ciclistas; deve ser valorizada a possibilidade de atravessamento sem ter que esperar.

Sendo a interacção de tráfego em atravessamentos de nível, aquela de que resulta maior perigo de acidentes, ela merece uma especial focalização na engenharia de tráfego.

A definição das medidas de apoio ao ciclista a aplicar deve ser feita com base na classe da via, volumes de tráfego, velocidades envolvidas, distâncias de atravessamento, espaço disponível e tipo de movimento direccional em causa.

De uma maneira geral, a segurança na circulação do ciclista passa pela procura na faixa de rodagem, da via correspondente ao movimento de viragem pretendido, mantendo-se sempre do lado direito da fila de trânsito correspondente, como é o caso apresentado na figura 3.5. (Bastos & Silva, 2006).

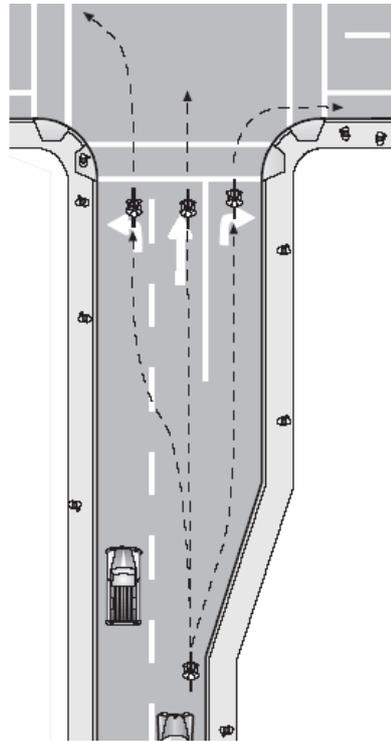


Fig. 3.5 Comportamentos Recomendáveis de ciclistas (ODT, 1995)

Importa, ainda, salientar as zonas de cruzamento com diferentes tipos de pavimentos, mesmo que seja apenas com a aplicação de cores contrastantes ou, no mínimo, com marcações horizontais.

Devem ainda ser definidos e marcados os locais de cedência de passagem, com a salvaguarda necessária dos níveis de visibilidade entre ciclistas e automobilistas, em todos os pontos do cruzamento.

Nesse âmbito, mostram-se abaixo algumas medidas de aplicação mais generalizada, segregadas por movimento de viragem, tanto viragem à direita, como viragem à esquerda, ou idas em frente.

i. Viragens à Direita

O acidente mais frequente ocorre entre o veículo que pretende virar à direita e o ciclista que segue em frente.

O ciclista que pretenda virar à direita, deve manter-se o mais à direita possível dessa via, mas caso pretenda ir em frente deve manter-se o mais à direita possível do respectivo corredor de circulação (Bastos & Silva, 2006), como se vê na figura 3.6, que representa os percursos típicos usados pelos ciclistas, em conformidade com os seus movimentos pretendidos.

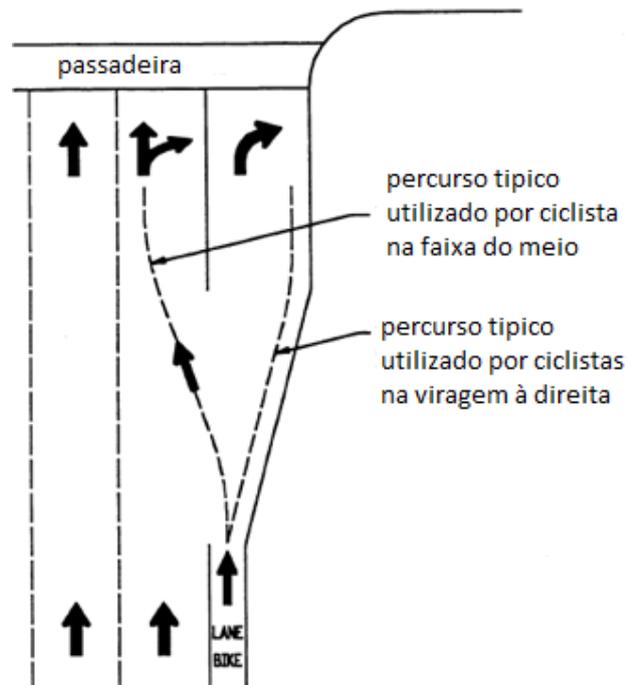


Fig. 3.6 Dupla faixa opcional de viragem à direita

Na figura 3.7 apresentam-se alguns exemplos que devem ser tomados em conta. A solução para o problema acima mencionado passa por desviar o circuito ciclável para a esquerda, na aproximação da intersecção, e criar um corredor de circulação para a viragem à direita dos veículos motorizados, como se representa na alínea 1) da figura.

As faixas para bicicletas devem ser marcadas de modo a permitir os movimentos pretendidos.

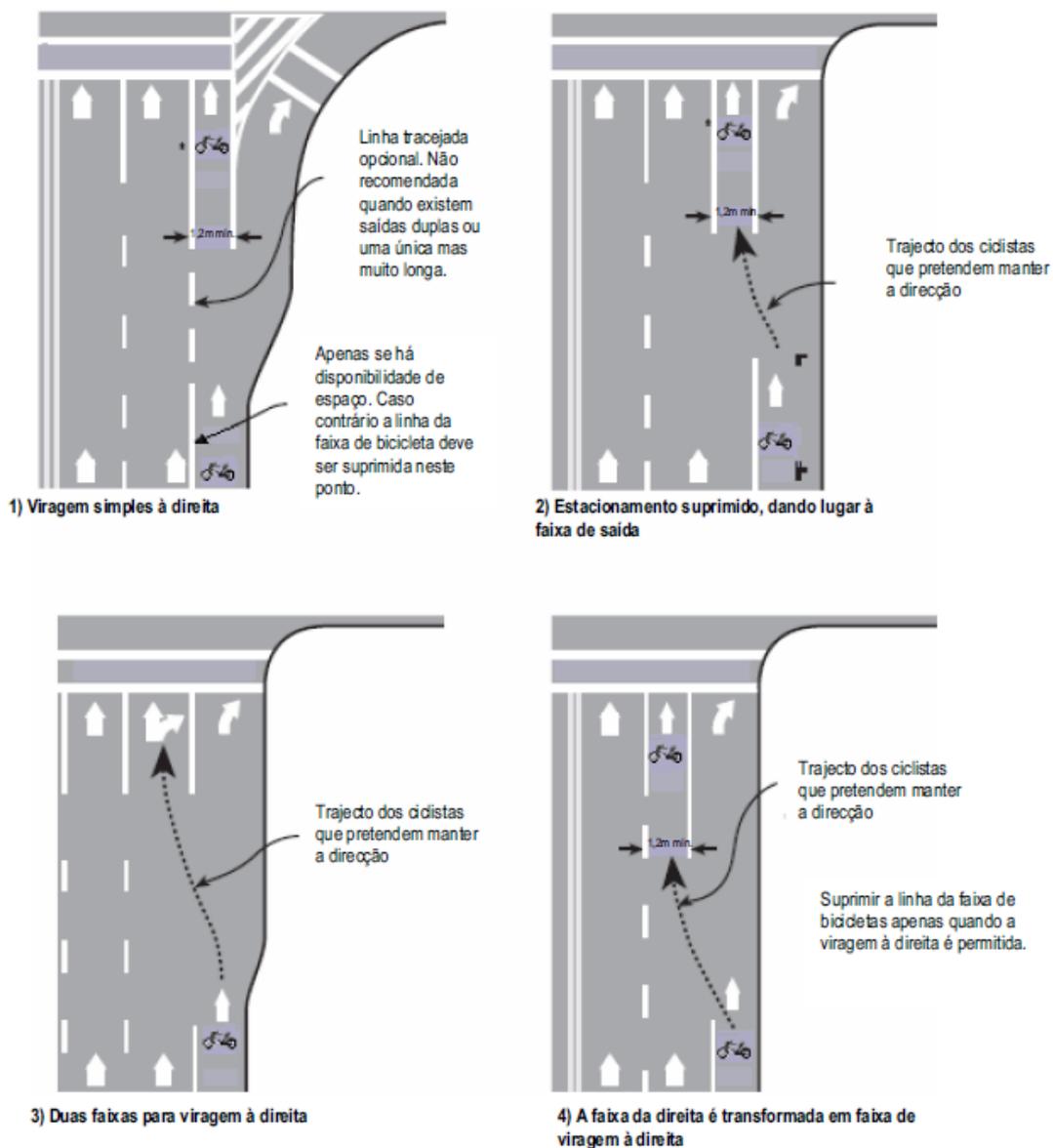


Fig. 3.7 Marcação de Faixas de ciclistas que permitam os seus movimentos de circulação (FHWA, 1999)

No caso de não haver possibilidade de pistas individualizadas, as vias de tráfego devem prever uma largura adicional, para circulação de um veículo e um ciclista em paralelo, com um mínimo de 4,2m. (Bastos & Silva, 2006).

ii. Viragens à Esquerda

É também problemática a viragem do ciclista à esquerda, caso em que deve decidir por uma de duas hipóteses: ou se comporta como peão, ou se comporta como

veículo motorizado. Na primeira hipótese, caso o ciclista opte por se comportar como peão, deve abandonar a pista para ciclistas na aproximação do cruzamento, apelar-se e utilizar a infra-estrutura destinada ao peão, ou seja, o passeio e passadeiras. Caso o ciclista opte por se comportar como um veículo motorizado, as medidas de apoio credíveis baseiam-se sobretudo em soluções semaforizadas, conforme se descreve no ponto seguinte.

iii. Viragens à direita e à esquerda e idas em frente.

Para permitir a ciclistas todo o género de viragens em segurança, é conveniente a semaforização do cruzamento. Uma solução de baixo custo passa por prever o recuo da barra de paragem dos veículos motorizados, e a criação de uma caixa que sirva de área de espera para ciclistas. Assim, os ciclistas posicionam-se à frente de todo o restante tráfego, concentrados em pelotão, garantindo assim partir à frente de todos, mais visíveis pelos motoristas e por isso com garantia de maior segurança. Outra solução passa pela criação de fases individualizadas de semáforos, para os ciclistas. (Bastos & Silva, 2006)

Apresentam-se de seguida a figura 3.8 com alguns dos exemplos de marcações no pavimento das faixas reservadas a ciclistas, e respectivas caixas de espera em cruzamentos semaforizados, de forma a permitir os movimentos de viragem ou ida em frente, salvaguardando a segurança na intersecção com o tráfego motorizado.

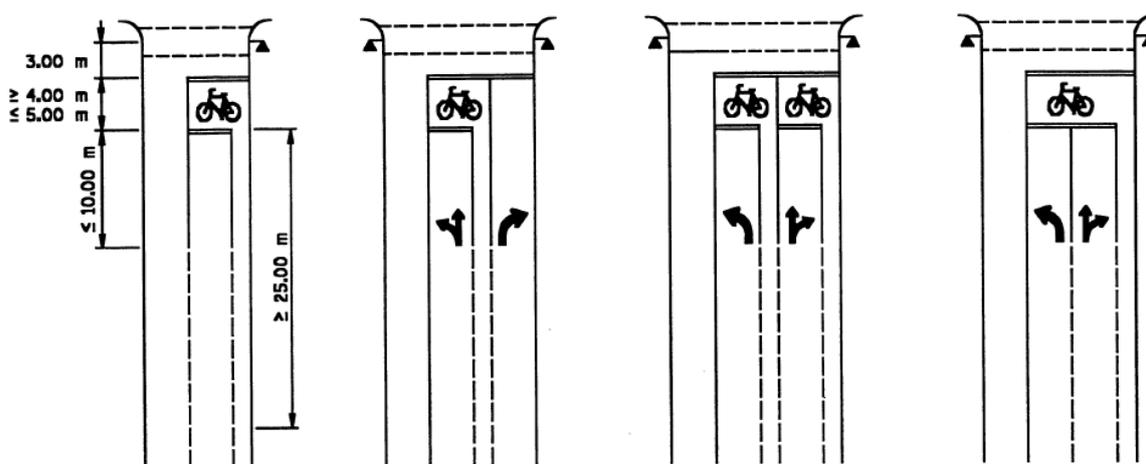


Fig. 3.8

Marcação de caixa no pavimento para ciclistas, à frente da fila em espera, em semáforos.

Na ausência de qualquer medida de apoio ao ciclista, só se considera admissível o atravessamento, no máximo, de 3 vias. Caso o movimento de viragem envolva o atravessamento de mais de 3 vias, deve ser prevista a criação de separadores centrais fisicamente materializados, que permitam que o atravessamento se efectue por fases. (Bastos & Silva, 2006)

O caso que é sempre mais seguro para o ciclista é quando a sua trajectória não tem que se cruzar com a trajectória do tráfego motorizado, conforme se mostra na figura 3.9, abaixo.

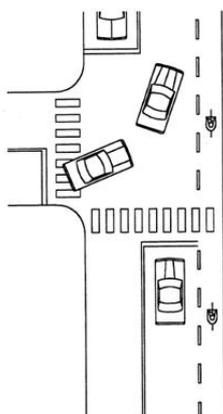


Fig. 3.9 A trajectória do ciclista não se cruza com a trajectória do tráfego motorizado.

Em conclusão, para procurar oferecer o máximo de segurança nas trajectórias cicláveis, devem ser evitados os cruzamentos entre as trajectórias de velocípedes e veículos motorizados, em simultâneo.

3.3. Troços Uniformes

Mesmo nos troços uniformes é necessário ter em atenção os perigos diversos que podem ocorrer para o ciclista, devendo ser tomadas todas as precauções para que o ciclista seja bem visível pelo restante tráfego que circula na envolvente, ou que sai de estacionamentos laterais, de propriedades privadas ou de parques de estacionamento.

Alguns dos perigos a que estão sujeitos os ciclistas quando circulam em troços uniformes, são:

- Pressão na densidade pedonal, que muitas vezes leva o peão a transitar temporariamente pelo espaço reservado ao trânsito ciclável, ou a atravessar-se

repentinamente para fazer alguma ultrapassagem de outros peões, agravando o risco de danos em choque com o ciclista;

- Saída repentina de um veículo de um lugar de estacionamento lateral, cujo motorista está desatento aos ciclistas por maior preocupação ao tráfego motorizado. O automobilista que preste toda a atenção ao tráfego motorizado, não se apercebe da aproximação do ciclista, principalmente quando na via há tráfego motorizado intenso. Esse risco agrava-se se o tráfego ciclável for diminuto, e agrava-se ainda mais se houver uma visibilidade reduzida sobre os ciclistas;

- Pressão na procura de locais de paragem de veículos motorizados, quer seja para cargas e descargas quer seja para outros fins, e que muitas vezes o fazem sobre o espaço reservado ao trânsito ciclável que, mesmo que por curtos períodos, obriga o ciclista a passar pela faixa de rodagem do trânsito motorizado, pondo-se em risco;

- Despiste do tráfego motorizado para a pista ciclável, normalmente provocado por velocidades excessivas;

- Existência de outros obstáculos à passagem de ciclistas, que os obriguem a abordar a faixa de rodagem de veículos rodoviários ou espaço reservado a peões. Entre esses obstáculos contam-se as patologias acidentais do pavimento; ou grelhas de drenagem ou tampas de infra-estruturas subterrâneas ou outras, acidentalmente levantadas ou mal colocadas; equipamento urbano ou caixotes de lixo acidentalmente deslocados; etc.

3.4. Outras medidas de apoio ao ciclista, na interacção com tráfego motorizado

Para além do atrás exposto, podem também ser tomadas outras medidas complementares de apoio ao trânsito ciclável, algumas das quais passam por condicionar a circulação automóvel.

São exemplo: A aplicação de medidas de acalmia de tráfego que condicionem e reduzam as velocidades de circulação dos automóveis, ou mesmo dos volumes de tráfego que acedem a determinadas zonas mais congestionadas; Alterações aos alinhamentos verticais ou horizontais; O corte ao trânsito automóvel de algumas ruas, mesmo que apenas parcialmente, salvaguardando, no entanto, a passagem de peões, ciclistas e, por vezes, dos

transportes colectivos. Esta última medida tem-se revelado extremamente eficiente no incentivo à utilização da bicicleta como meio de transporte, nomeadamente quando associados a deslocações de pequena duração. (Bastos & Silva, 2006). Na figura 3.10 apresenta-se um bom exemplo prático de uma medida de interdição ao tráfego automóvel sem incomodar o trânsito ciclável.



Fig. 3.10 Medidas complementares de apoio aos ciclistas (FHWA, 2006)

As medidas anteriormente mencionadas também têm aplicabilidade em vias locais, onde haja necessidade de compatibilizar os comportamentos dos diferentes tipos de tráfego que, em simultâneo, utilizam o mesmo espaço. É o caso dos espaços partilhados descritos no ponto 2.2.2., como forma de obrigar o automobilista a adoptar velocidades próximas das praticadas pelos ciclistas. (Bastos & Silva, 2006). Na figura 3.11, são ainda apresentadas algumas situações práticas de técnicas de acalmia de tráfego e redução de volume, com vista à promoção do trânsito ciclável.

Fig. 3.11 Exemplos de situações práticas de técnicas de acalmia de tráfego
(Fehr & Peers, 2009)

Estreitamentos com corte parcial da via



Ilhas



Criar Gincanas



Criar pontos de estreitamentos



Criar separadores centrais materializados



Pavimentos com textura diferenciada



Intersecção sobrelevada com estreitamento



Cruzamentos sobreelevados



4. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA SOBRE TRÂNSITO CICLÁVEL

Como atrás ficou explícito, é frequente o ciclista estar sujeito a vários tipos de perigos face ao automóvel, principalmente nos pontos de conflito. Quando acontece, as causas dos acidentes são quase sempre imputáveis aos ciclistas. Importa, pois, reflectir sobre a legislação portuguesa vigente e quais as suas falhas.

Foi já antes abordado o défice de sinalização de trânsito direccionada a ciclistas, resultando em soluções diversas criadas pelas entidades gestoras das vias, de sinais não regulamentares de acordo com as necessidades surgidas, o que causam uma certa heterogeneidade a nível nacional e confusão nos automobilistas.

Outra falha grave, na legislação portuguesa, está nas regras de trânsito, que carecem de protecção ao ciclista. Eis uma situação que também necessita de ser corrigida.

Por essas razões se achou conveniente constituir este capítulo, onde se analisará, apenas, as regras definidas pelo Código de Estradas que afectam directamente o trânsito ciclável. Note-se que, sempre que aqui é referido algum Art., esse é pertencente ao Código de Estradas (MAI, 2005).

4.1. Definição de velocípede

Antes de mais, registre-se que um ciclista é aquele que se desloca em bicicleta, sendo esse meio de transporte o denominado “velocípede”. Como é descrito no Código de Estradas, velocípede é o veículo com duas ou mais rodas, accionado pelo esforço do próprio condutor por meio de pedais ou dispositivos análogos. Para efeitos da legislação em vigor, são equiparados a velocípedes, as trotinetas e os velocípedes com motor.

4.2. Como devem circular os velocípedes

De acordo com o Art. 90º, esses veículos devem transitar o mais próximo possível das bermas ou passeios, mesmo nos casos em que, no mesmo sentido de trânsito, sejam possíveis duas ou mais filas.

Esta norma vai contra a segurança do ciclista, pois junto das bermas existem grelhas de drenagem de águas pluviais e acumulação de detritos, sendo a manutenção do

pavimento facilmente descurada, o que potencia as quedas, muitas vezes provocadas pela necessidade de mudanças repentinas de direcção; além disso, o ciclista está mais sujeito a obstáculos inesperados, como abertura de portas de carros estacionados, ou saída de veículos da garagem ou lugares de estacionamento. Seria mais conveniente a supressão deste artigo, uma vez que a regulamentação da posição que devem ocupar as bicicletas face aos restantes veículos, já está definida no Art. 13º “Normalmente veículos mais lentos devem-se manter à direita, permitindo veículos mais rápidos ultrapassarem pela esquerda”. Deste modo fica salvaguardado o aspecto fundamental, o da circulação à direita dos veículos mais lentos, mas concede-se alguma liberdade ao ciclista para que este, de forma subjectiva, tome a decisão mais acertada, sempre que necessário, ou seja, de circular sempre à direita, mas a uma distância de segurança dos automóveis e do lancil, o que o torna também mais visível (Alves, 2005).

O Art. 90º impõe ainda uma série de restrições aos ciclistas enquanto utilizadores da via pública. Entre essas restrições, apontam-se algumas que parecem mais pertinentes: os ciclistas só podem tirar a mão do guiador para assinalar qualquer manobra; nunca podem fazer-se rebocar; e não podem seguir a par com outro ciclista, salvo se transitarem em pista especial; e não devem causar perigo ou embaraço para o trânsito.

Ora, por vezes, circular em paralelo torna-se bastante mais seguro do que em fila indiana, sobretudo quando um dos ciclistas é mais inexperiente ou criança, o qual ficará mais protegido circulando à direita do seu companheiro. Acresce, ainda, a vantagem de que o grupo se torna, deste modo, mais facilmente visível pelos restantes condutores (Alves, 2005).

Algumas legislações europeias, nomeadamente a espanhola e belga, também permitem e regulamentam a circulação de ciclistas em grupo, ou seja, mais de dois ciclistas (Alves, 2005).

4.3. A prioridade da bicicleta perante os restantes veículos

Uma das questões que mais preocupação levanta na legislação portuguesa, no que se refere à circulação de bicicletas como meio de transporte seguro, passa pela definição das prioridades.

O Código de Estradas é concreto no que se refere a prioridades, e quanto ao ciclista, este nunca tem prioridade sobre os veículos motorizados conforme o nº4 do Art. 32º, salvo quando em presença de uma das duas situações seguintes:

- Quando o ciclista circula na via pública, tem prioridade perante qualquer veículo que saia de um parque de estacionamento, de uma zona de abastecimento, ou de qualquer outra propriedade privada, conforme o especificado na alínea a) do nº 1 do Art. 31º;

- Quando o ciclista contorna uma rotunda, tem prioridade face ao tráfego que pretende entrar na rotunda, conforme o especificado na alínea b) do nº 1 do Art. 31º, mas não tem prioridade perante o tráfego que contorna a rotunda, ou que sai da rotunda.

Pela reduzida prioridade na via pública, podem-se tirar algumas conclusões de perigo para os ciclistas, impossíveis de contornar à luz da legislação, a não ser com semaforização. Há alguns casos que são bastante recorrentes: O ciclista circula numa via principal e perde sempre a prioridade perante qualquer veículo automóvel que chegue de uma via secundária, à direita ou à esquerda; Ou perde sempre a prioridade perante um veículo em manobras, mesmo que sejam de viragem à direita ou à esquerda; Ou sempre que o ciclista contorna uma rotunda, apesar de ter a prioridade face a um veículo que pretenda entrar, perde a prioridade face a qualquer veículo motorizado que a contorne, ou que pretenda sair da rotunda.

A falta de prioridades do ciclista face ao restante tráfego é uma grave discriminação. Este artigo, que combinado com o Art. 90º, anteriormente mencionado, o qual obriga o ciclista a colocar-se em perigo junto ao passeio, este artigo dá “licença para matar” (Alves, 2005) aos veículos motorizados, em todos os cruzamentos e entroncamentos, e com culpa atribuída ao ciclista, segundo o Código da Estrada português, apesar de muitas vezes circular pela rua principal (Alves, 2005).

É portanto urgente alterar o Código de Estradas de maneira a equiparar o ciclista aos restantes condutores no que respeita a prioridades, sem o discriminar. Ou seja, em cruzamentos não sinalizados, tanto automobilistas como ciclistas devem estar sujeitos à regra da prioridade à direita (Alves, 2005).

Olhando para o caso de Espanha, por exemplo, verifica-se que, desde 2003 está especificado que nos cruzamentos não sinalizados, os ciclistas têm prioridade quando

circulem em ciclovias ou bermas devidamente sinalizadas; quando em presença de um veículo motor que mude de via; e quando os ciclistas circulem em grupo, desde que o primeiro já tenha iniciado o cruzamento ou tenha entrado na rotunda. Nos restantes casos, a lei espanhola especifica que serão aplicadas as normas gerais de prioridade sobre veículos (Alves, 2005).

4.4. Ultrapassagens

Sempre que um ciclista circule na via pública, na faixa destinada a todo o trânsito rodoviário, quando pretenda realizar uma ultrapassagem deve fazê-lo pela esquerda, conforme o nº1 do Art. 36º, com as exceções expressas no Art. 37º. Essas exceções passam pelo caso em que o veículo que se pretende ultrapassar esteja a assinalar devidamente a sua intenção de virar à esquerda, e aí o ciclista pode ultrapassá-lo pela direita.

Também neste caso, de ultrapassagem, o ciclista está em perigo dada a falta de prioridade sobre o tráfego automóvel, ao fazer a manobra de atravessamento da faixa de rodagem da direita para a esquerda.

Até mesmo no caso contrário, a ultrapassagem de ciclistas por parte do trânsito motorizado, resulta em perigo para o ciclista, pois de acordo com o Art. 35º “o condutor só pode efectuar as manobras de ultrapassagem de forma a que da sua realização não resulte perigo ou embaraço para o trânsito”. No entanto, este não estabelece regulamentação adicional quanto às distâncias mínimas na ultrapassagem das bicicletas.

De facto, uma das principais razões de acidentes entre ciclistas e veículos motorizados é numa situação de ultrapassagem, em que facilmente o veículo automóvel aperta o ciclista contra o limite da faixa de rodagem (Alves, 2005).

Por essa razão, será conveniente incluir, no código da estrada, regras específicas de protecção ao ciclista como já acontece no código espanhol e na legislação alemã que estabelecem: na ultrapassagem de um ciclista, o veículo motor tem que ocupar na totalidade ou parcialmente a faixa de rodagem contígua da esquerda, cumprindo, no entanto, a distância mínima de segurança de 1,5 metros (Alves, 2005).

4.5. Mudança de direcção para a direita

O ciclista que segue pela faixa de rodagem de todo o tráfego rodoviário, o mais próximo possível do limite direito, deve efectuar a manobra no trajecto mais curto, conforme o Art. 43º.

4.6. Mudança de direcção para a esquerda

De acordo com o nº 1 do Art. 44º, o ciclista que segue pela faixa de rodagem de todo o tráfego rodoviário, o mais próximo possível do limite direito, deve tomar as precauções necessárias com a antecedência devida, para se aproximar o mais possível do limite esquerdo da faixa de rodagem, ou do eixo desta, consoante a via esteja afectada a um ou a ambos os sentidos de trânsito, e efectuar a manobra de modo a entrar na via que pretende tomar pelo lado destinado ao seu sentido de circulação.

Mas também este caso, de mudança da trajectória junto ao limite direito da faixa de rodagem, para junto do limite esquerdo, ou do eixo, resulta em grande perigo para o ciclista, dada a falta de prioridade perante o tráfego automóvel.

4.7. Trajectos especialmente destinados a bicicletas

Sempre que haja marcada e devidamente sinalizada uma pista ou faixa para bicicletas, conforme o Art. 76º, estas não podem ser utilizadas pelo tráfego rodoviário com mais de duas rodas conforme o nº 1 do Art. 77 e nº 3 do Art. 78º, salvo nos casos apontados pelos nºs 2 dos mesmos Art.s, de acessos a garagens ou propriedades privadas ou estacionamento, ou em casos de mudanças de direcção quando a sinalização o permita.

Portanto, como o tráfego ciclável não tem prioridade sobre o tráfego rodoviário num entroncamento ou cruzamento, de acordo com o atrás mencionado, mesmo que esteja a circular numa faixa ou pista reservada para bicicletas, o ciclista tem que ceder a prioridade ao veículo motorizado.

Mais se acrescenta que, de acordo com o nº1 do Art. 78º, quando exista este tipo de circuitos, o trânsito de bicicletas deve fazer-se por aí.

Apesar disso, a experiência aconselha a conceder alguma liberdade ao ciclista, tanto na aproximação a um cruzamento para que o possa fazer integrado no restante tráfego, colocando-se na faixa de viragem apropriada, como no caso de utilizadores menos confiantes, que deverão utilizar as passadeiras de peões, apeados da bicicleta. Alguns dos códigos de estrada europeus permitem ao ciclista a decisão da utilização ou não das ciclovias, mediante a sua avaliação de segurança. No caso holandês existem ciclovias obrigatórias e não obrigatórias, mediante a segurança assim o obrigar ou apenas oferecer maior protecção a ciclistas mais vulneráveis. Pela pouca experiência que existe em Portugal na implementação de ciclovias, muitas das existentes oferecem uma falsa segurança, pondo em perigo o próprio ciclista, pelo que seria melhor retirar do Código da Estrada Português a obrigatoriedade do uso de ciclovias (Alves, 2005).

Refere-se ainda que a maior parte dos códigos da estrada europeus permite aos ciclistas a utilização dos corredores BUS, não acontecendo isso com o português. Acrescenta-se que quase todos os manuais de apoio à decisão relativamente a percursos cicláveis têm recomendações e normativa técnica para a partilha de corredores BUS (Alves, 2005).

4.8. Proposta de alterações à legislação portuguesa

Pelas dificuldades que as próprias regras já impõem ao trânsito ciclável, como se pode ler atrás, seria razoável reflectir sobre propostas concretas que urge serem alteradas na Legislação em vigor no nosso país, nomeadamente o Código de Estradas, no sentido de tornar o velocípede um veículo de transporte urbano ao mesmo nível que os veículos motorizados.

É certo que a bicicleta circula a velocidades pouco elevadas, normalmente inferiores às dos veículos motorizados e, por isso, deve-se ter o cuidado de evitar causar transtorno ao restante tráfego urbano mais rápido. Mas nas questões que se prendem com a sua própria segurança, e a nível de prioridades, a bicicleta não deve ser minorizada relativamente ao tráfego motorizado.

Sem entrar em propostas directas à alteração da sinalização regulamentada, apenas se discriminam, abaixo, no quadro 4.1, as propostas de alterações mais urgentes ao Código de Estradas e que, aliás, já foram abordadas no presente capítulo.

Quadro 4.1 Propostas de alteração da legislação, de urgente necessidade.

Nº ref. no presente capítulo	Art. em referência	Descrição da alteração
4.2.	Art. 90º	Anular a obrigatoriedade de circulação o mais próximo possível do lado direito.
4.2.	Art. 90º	Anular a proibição de seguir a par com outro ciclista.
4.3.	Art. 32º	Anular o nº4 em que o ciclista nunca tem prioridade sobre o veículo motorizado.
4.4.	Novo	Acrescentar que, na ultrapassagem de um ciclista, o veículo motorizado tem que ocupar na totalidade, ou parcialmente, a faixa de rodagem contígua da esquerda, cumprindo, no entanto, a distância mínima de segurança de 1,5 metros.
4.7.	Art. 78º	No nº 1, deve ser retirada a obrigatoriedade do ciclista circular pelo corredor a si destinado, sempre que exista.
4.7.	Novo	Acrescentar a permissão de partilha de alguns corredores BUS com ciclistas.

Como veremos adiante, o simples facto de, em Portugal, o ciclista ter de ceder, sempre, a prioridade ao tráfego motorizado, dificulta ou impede o funcionamento, com segurança, de medidas que funcionam em pleno em outros países.

Importa que os organismos competentes centrem mais a sua atenção no ciclista, criando condições que garantam a sua segurança e fiabilidade, face ao restante tráfego, definindo desde logo as prioridades de intervenção. Sendo assim, parece-nos pertinente, nesta fase do trabalho, fazer uma avaliação da ciclovía, que é, exactamente, o tema do capítulo seguinte.

5. PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DA CICLOVIA

Existem já vários troços rodoviários urbanos com intervenção física no apoio ao ciclista. No entanto, a sua utilização não é ainda muito frequente ou, pelo menos, não o suficiente para pesar, de alguma forma, no ambiente rodoviário em deslocações quotidianas da população. Por isso, é necessário intervir mais, não só ampliar as redes cicláveis existentes, como também avaliar cada circuito ciclável de forma a melhorá-lo, dando mais confiança às pessoas para a utilização da bicicleta nas deslocações do dia a dia.

Como vimos já no início do capítulo 2, a promoção da utilização da rede ciclável passa em grande medida por salvaguardar os 5 princípios fundamentais: **Coerência e acessibilidade; Minimização da extensão dos percursos; Continuidade; Atractividade e conforto; Segurança.** (MDT, 1996) e (Crow, 1998).

Para precisar as condições em que se apresentam as redes cicláveis nas cidades, há pois que adoptar medidas que classifiquem a qualidade dos seus trajectos, de modo que permitam evidenciar as eventuais lacunas, com vista às respectivas correcções. Para esse efeito, foi desenvolvida uma metodologia de avaliação dos percursos cicláveis urbanos, que engloba diferentes parâmetros.

Essa avaliação é de fácil aplicação e permite detectar de forma objectiva as insuficiências conducentes a situações de incomodo e/ou de insegurança dos ciclistas.

5.1. Metodologia de Avaliação

Para a avaliação de um trajecto ciclável, na perspectiva do ciclista, consideram-se os seguintes critérios, que se associam à qualidade com que se processa a circulação: **tipologia, geometria, pavimento, sinalização e segurança, atractividade, conforto, fluidez, continuidade e coerência.** No entanto, a avaliação em cada um destes critérios deverá ser objectiva e integrar as características mais relevantes do percurso, relacionadas com a qualidade oferecida pelas infra-estruturas que lhe são inerentes.

Assim, numa primeira fase, a avaliação incide na análise de cada segmento do percurso relativamente a alguns indicadores, classificados com base em metodologias resultantes de pesquisas aprofundadas em vários domínios distintos.

Nesta proposta de avaliação optou-se por uma classificação qualitativa.

O primeiro passo consiste em determinar o tipo de infra-estrutura que teoricamente deveria ser adoptada no caso em avaliação, e compará-la com a realmente existente no local. A classificação qualitativa será a de “cumprimento” ou “não cumprimento” dos valores mínimos aceitáveis teoricamente. No caso de incumprimento, o avaliador deverá propor soluções que colmatem esses incumprimentos, conforme mostra a figura 5.1.

	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
--	---------------	-------------------	--------------------------

Fig. 5.1 Metodologia de avaliação qualitativa, proposta.

Na determinação do tipo de infra-estrutura que teoricamente deveria ser adoptada para o caso em avaliação, dever-se-ia definir primeiro o tipo de via a ser considerado, tendo em conta a hierarquia da via rodoviária em causa, do acordo com o capítulo 3 ponto 3.1., se via colectora principal, via distribuidora principal, via distribuidora local ou via de acesso local. (CCDRN, 2008)

Sobre essa definição teórica incidirá uma comparação com a situação realmente existente, com a análise de todos os parâmetros necessários, que serão adiante indicados no ponto 5.3, discriminados no ponto 5.4.

Dado que as intersecções são os casos que mais pontos de conflitos trazem aos ciclistas e, conseqüentemente, mais perigos, será seguidamente apresentada uma objectivação dos tipos de intersecções a utilizar em teoria, para uma maior facilidade no seu atravessamento ciclável, maior segurança e maior conforto.

5.2. Objectivação da avaliação das intercepções

Para se objectivar, de uma forma expedita e concreta, a garantia de que a avaliação das medidas já existentes na intersecção se adequam ao próprio cruzamento ou entroncamento, será definida, à partida, a melhor solução para os diferentes tipos de vias que teoricamente deveria ser adoptada, para depois a comparar com a realmente existente.

Consideram-se os diferentes tipos de vias de acordo com as hierarquias mencionadas já no capítulo 3, ponto 3.1., especificados pelos Princípios Básicos de Organização das Redes Viárias do Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária. (CCDRN, 2008)

No quadro 5.1, que se segue, é indicado a melhor solução definida para o respectivo tipo de via a intersectar:

Quadro 5.1. Tipos de intersecção para respectivo tipo de via a intersectar.

Tipo de via interceptado pelo trajecto ciclável	Características da intersecção na via.	Intersecção tipo
Nas vias colectoras	cruzamentos desnivelados	Intersecção desnivelada. Fig. 5.2
	e acessos na mão	Intersecção na mão Fig. 5.3
Nas vias distribuidoras principais	cruzamentos semaforizados	Intersecção semaforizada. Fig. 5.4
	e rotundas	Rotundas com pista própria. Fig. 5.5
Nas vias distribuidoras locais	cruzamentos devidamente sinalizados	Intersecção devidamente sinalizada. Fig. 5.6
	e rotundas	Rotundas com tráfego partilhado. Fig. 5.7
Vias de Acesso local	Cruzamentos com pouca necessidade de sinalização. Regra da prioridade à direita	Tráfego partilhado

De seguida apresentam-se desenhos representativos das intersecções tipo, mencionadas no quadro anterior:

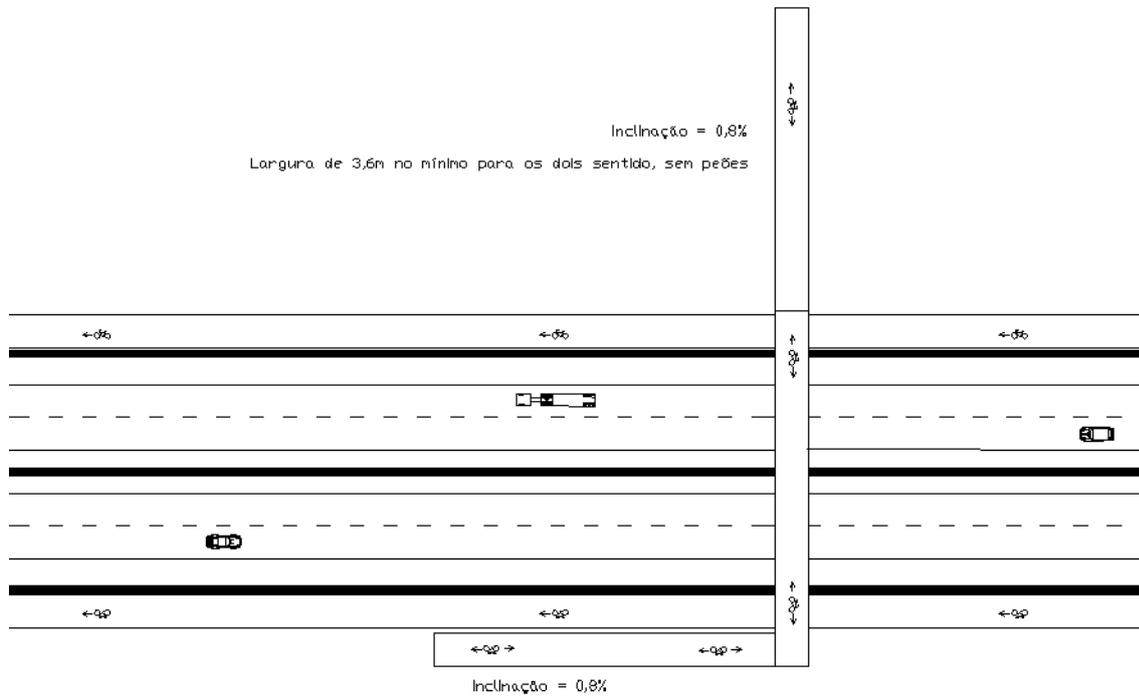


Fig. 5.2 Intersecção desnivelada superior – Vias coletoras.

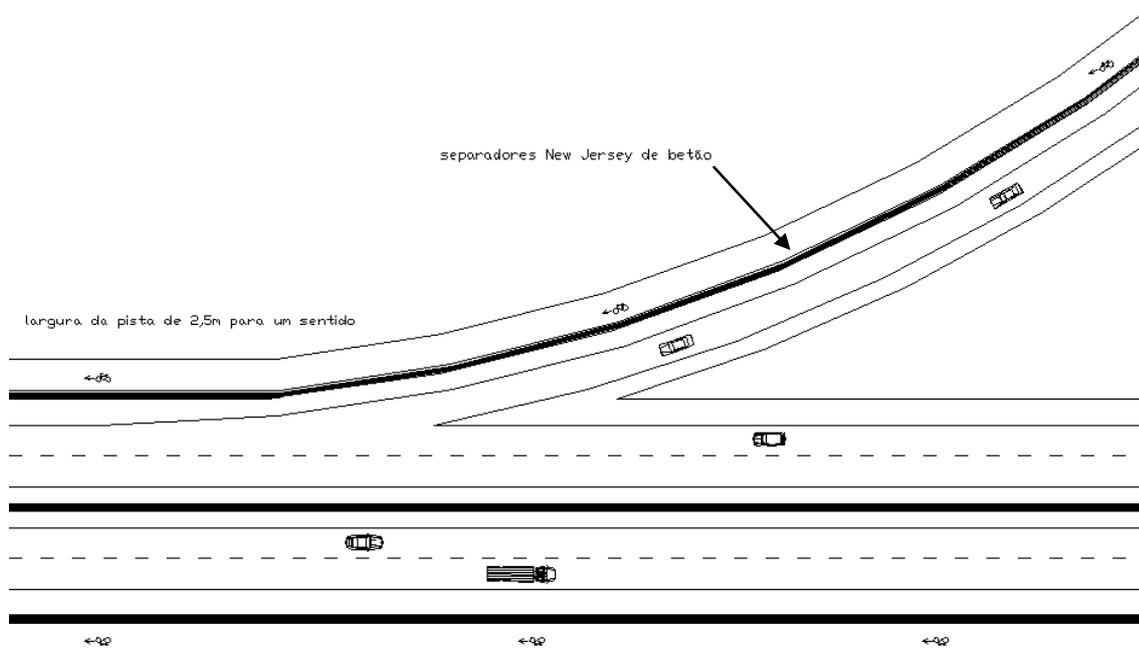


Fig. 5.3 Intersecção na mão – Vias colectoras.

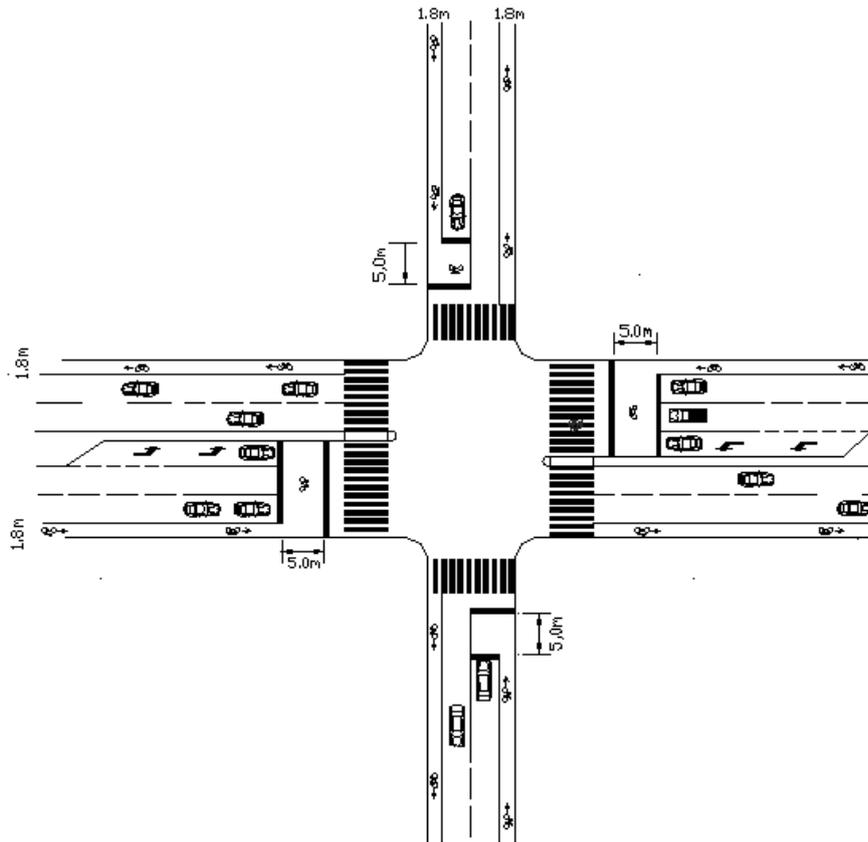


Fig. 5.4 Intersecção semaforizada - Vias distribuidoras principais.

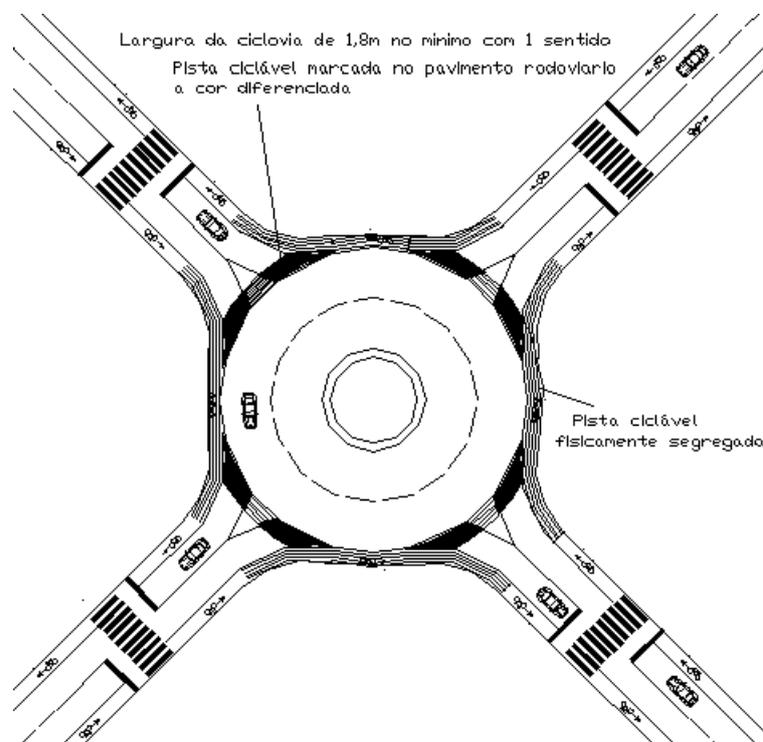


Fig. 5.5 Rotundas com pista própria – Vias distribuidoras principais.

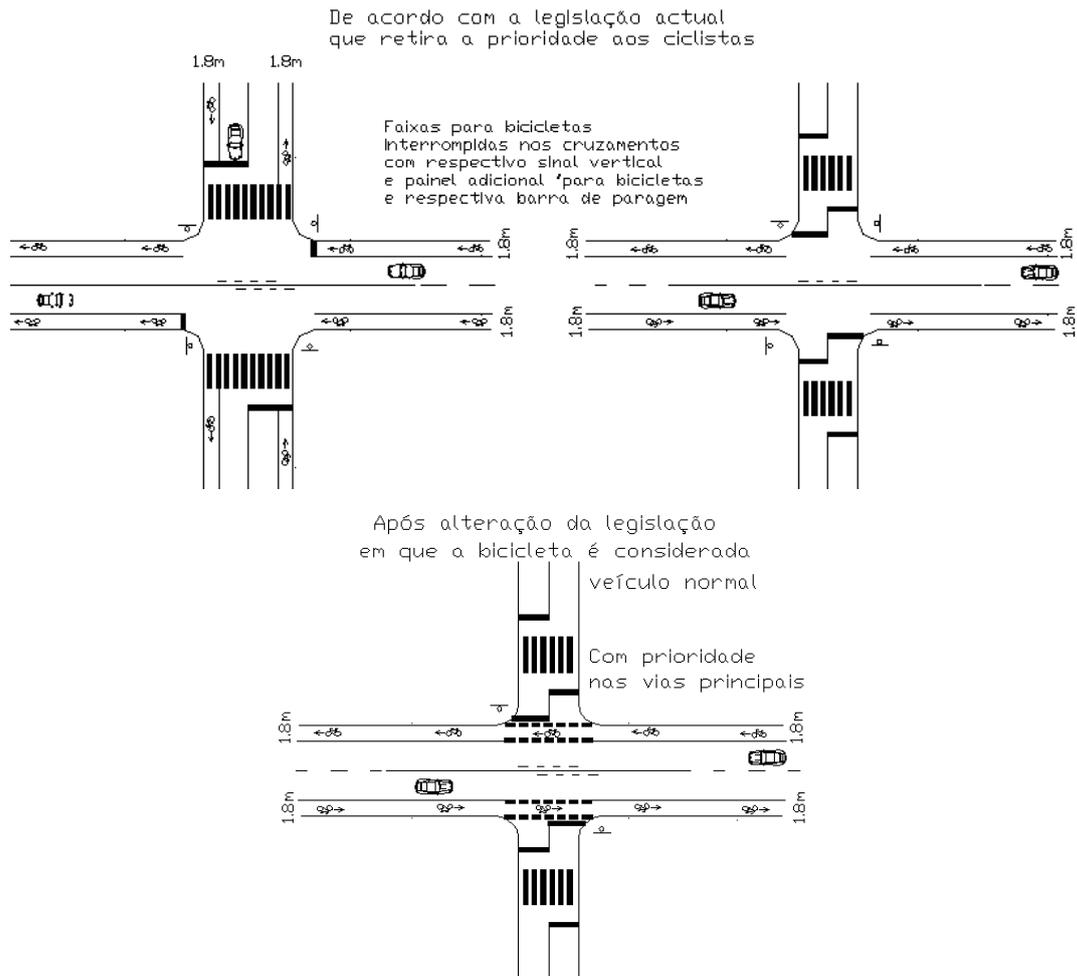


Fig. 5.6 Intersecção devidamente sinalizada - Vias distribuidoras.

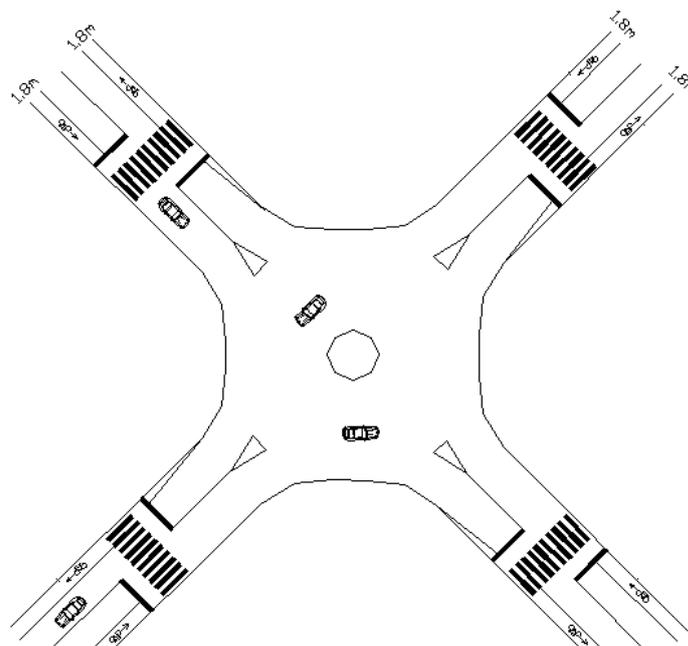


Fig. 5.7 Rotundas com tráfego partilhado. - Vias distribuidoras

Na avaliação de cada intersecção real, e mediante os casos, ela deve ser comparada com a respectiva proposta teórica antes indicada, com a análise de todos os parâmetros necessários que se propõem e que, a seguir, se indicam.

5.3. Parâmetros de avaliação propostos

A opção dos parâmetros teve em conta os diferentes segmentos dos percursos cicláveis, bem como os respectivos desempenhos, pretendendo-se que fossem os mais representativos da qualidade oferecida aos ciclistas. Espera-se que a avaliação de cada parâmetro seja facilmente qualificada.

Como já atrás foi visto, a principal causa de conflito em cada troço e que mais interfere com a segurança dos ciclistas são os conflitos que se verificam nas intersecções com outros tipos de tráfego, como ilustra a figura 5.8 abaixo exposta, pelo que se opta, como imprescindível, por avaliar as intersecções em separado.



Fig. 5.8 O conflito entre o ciclista e o tráfego motorizado é bem evidente (Pucher, 2008)

Sendo assim, serão estudados dois grandes grupos de avaliação que requerem atenção bastante distinta, nomeadamente **troços uniformes** e **intersecções**.

Claro que um percurso poderá passar por várias intersecções, sendo que quanto mais intersecções houver por quilómetro, mais penalizado deverá ser esse percurso e, naturalmente, quanto menos qualidade tiver cada intersecção, maior será a penalização do percurso.

Na figura 5.9, abaixo, representa-se o esquema a considerar na avaliação de um percurso ciclável, com a indicação dos parâmetros respectivos.

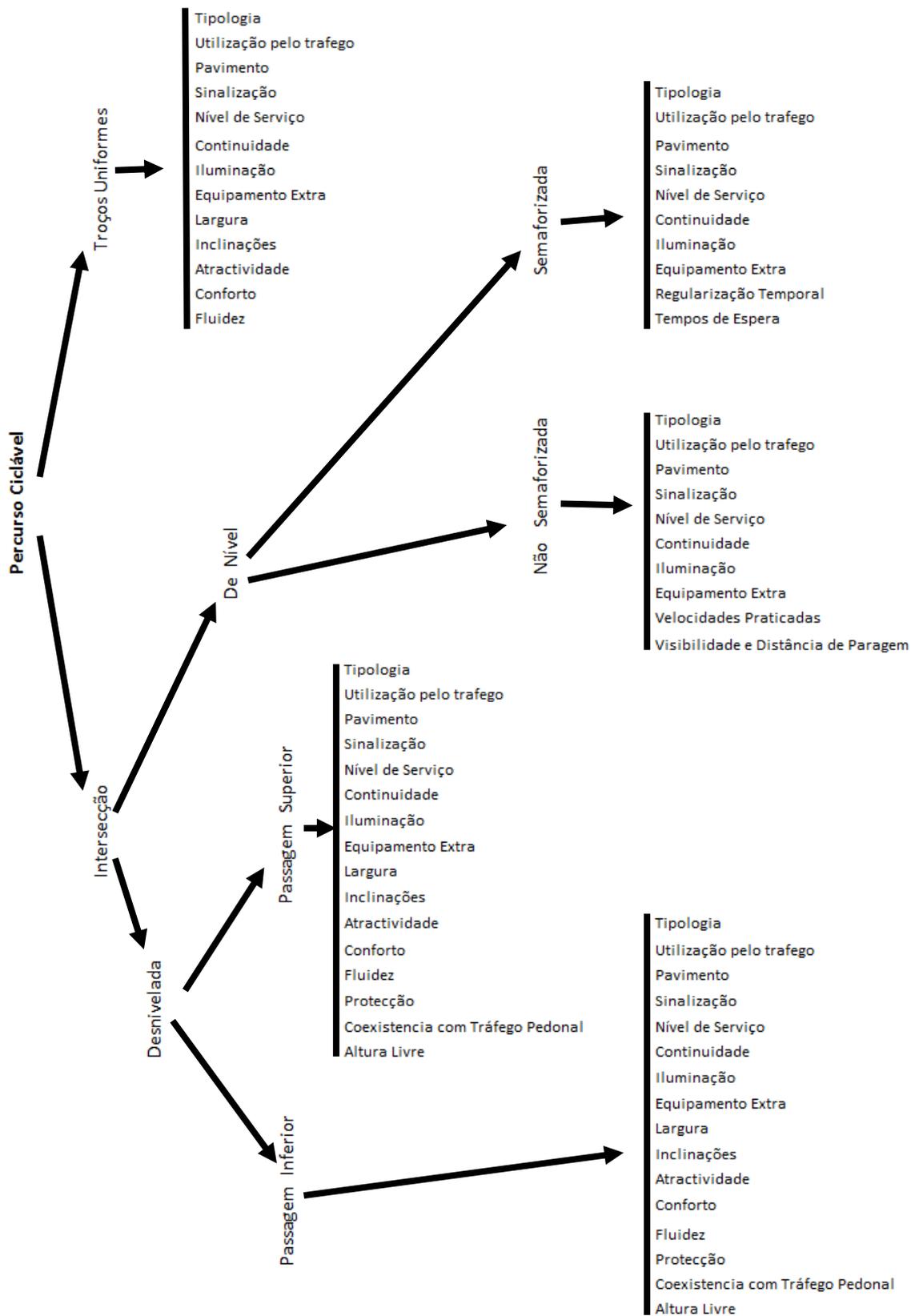


Fig. 5.9 Parâmetros dos diferentes segmentos do percurso ciclável a serem considerados na respectiva avaliação.

Como se verifica, existem várias repetições dos parâmetros a considerar nos diferentes segmentos de um percurso ciclável, pelo que podem ser agrupados para maior simplicidade no acto de avaliação. O quadro 5.2 indica esses agrupamentos de parâmetros:

Quadro 5.2. Parâmetros dos diferentes segmentos do percurso ciclável a serem considerados na respectiva avaliação, agrupados por semelhanças.

<u>Tipo de Segmento em Avaliação</u>	<u>Parâmetros de Avaliação</u>
<u>Todos os Tipos de Segmentos</u> Todas as partes de um percurso ciclável devem ser avaliadas quanto aos indicadores:	Tipologia Utilização pelo tráfego Pavimento Sinalização Nível de Serviço Continuidade Iluminação Equipamento extra
<u>Troços Uniformes e Passagens Desniveladas</u>	Largura Inclinações Atractividade Conforto Fluidez
<u>Passagens Desniveladas</u>	Protecção Coexistência com Tráfego Pedonal Altura Livre
<u>Passagens Semaforizadas</u>	Regularização Temporal Tempos de Espera
<u>Passagens Não Semaforizadas</u>	Velocidades Praticadas Visibilidade e Distância de Paragem

Ou seja, tendo em conta o quadro acima, os indicadores de desempenho a serem considerados na avaliação de cada um dos segmentos dos percursos devem ser os indicados nas linhas que em seguida se referem:

Troço Uniforme - considerados os indicadores mencionados nas linhas 1 e 2

Passagem desnivelada - considerados os indicadores mencionados nas linhas 1, 2 e 3

Passagem Semaforizada - considerados os indicadores mencionados nas linhas 1 e 4

Passagem Não Semaforizada - considerados os indicadores mencionados nas linhas 1 e 5

5.4. Descrição dos parâmetros de avaliação

Descriminam-se, de seguida, todos os parâmetros de avaliação, com descrição completa dos detalhes a ter em conta na avaliação, quanto ao parâmetro respectivo.

5.4.1 Tipologia

Num percurso ciclável é fundamental que cada infra-estrutura existente para o ciclista seja a mais apropriada tendo em conta as condições locais prevalecentes.

Tanto num troço uniforme como numa intersecção, o tipo de infra-estrutura deve ser o tipo mais indicado, conforme já atrás se viu, quer no ponto 5.2 como em todo o capítulo 2 e 3, pois só assim estará satisfeito este parâmetro. No entanto, cada caso é um caso, sendo admitido que o avaliador possa optar por manter a tipologia, ou modificá-la ligeiramente.

5.4.2. Utilização pelo Tráfego

Deve ser considerado todo o tráfego que utiliza a infra-estrutura onde assenta a parte da ciclovia a avaliar, cuja volumetria e velocidades devem ser medidas, e definidos os valores médios em horas de ponta.

Não haverá satisfação deste parâmetro nos seguintes casos:

- a) O volume de tráfego ciclável e respectivas velocidades leva a usuais ultrapassagens entre ciclistas, ou frequentemente gera acumulação de bicicletas que extravase a zona a si destinada;
- b) As velocidades dos ciclistas são elevadas, pondo em risco a sua segurança;
- c) O volume do tráfego pedonal é elevado, ameaçando extravasar para a ciclovia pondo em risco a segurança dos ciclistas;
- d) O movimento dos peões é rápido e pouco atento aos ciclistas, pondo em risco a sua segurança.
- e) O volume do tráfego motorizado é elevado, ameaçando extravasar para a via ciclável, pondo em risco a segurança dos ciclistas;
- f) As velocidades do tráfego motorizado são elevadas, havendo risco de algum descuido e conseqüente despiste para a ciclovia, pondo em perigo a segurança dos ciclistas;

g) Em casos de intersecções não sinalizadas, o volume do tráfego que intersecta a ciclovia é tão elevado que obriga a grandes períodos de espera para o ciclista, prejudiciais à fluidez desse tráfego.

5.4.3. Pavimento

Deve ser analisado o pavimento existente e verificado o cumprimento das boas normas da superfície do pavimento dos circuitos cicláveis, nomeadamente quanto a:

a) Regularidade da superfície, com inexistência de covas, depressões, ou mesmo grelhas de sumidouros na mesma direcção de circulação, etc;

b) Rugosidade necessária à segurança dos ciclistas em cada caso;

c) Cor do pavimento ou outra relevância que o diferencie do pavimento de outro tipo de trânsito, se for o caso;

d) Uma correcta drenagem de águas pluviais, quer no que respeita a infra-estruturas de drenagem como inclinações transversais do pavimento.

5.4.4. Sinalização

Este indicador consiste em verificar a conformidade dos elementos de sinalização com o Regulamento de Sinalização de Trânsito, Decreto Regulamentar n.º22-A/98 de 1 de Outubro com as alterações introduzidas pelo n.º 41/2002 de 28 de Fevereiro (MAI, 2002) e o Código de Estradas, Decreto-Lei n.º44-2005 (MAI, 2005). A conformidade ou não do presente parâmetro consiste na:

a) Existência de toda a sinalização necessária, vertical e horizontal;

b) Condições de instalação em conformidade com a legislação em vigor;

c) Respectivo estado de conservação em boas condições.

5.4.5. Nível de serviço

O nível de serviço tem a ver com os tempos de atraso dos ciclistas nos seus percursos, dependendo dos obstáculos encontrados. Deve ser avaliada a velocidade média

para percorrer o percurso em análise, e compará-la com a velocidade média aceitável. Os desvios padrão das velocidades de bicicleta a considerar são (HCM - Bicycles, 2000):

- b) 1,5 km / h, para as instalações utilizadas principalmente por viajantes;
- b) 3,0 km / h, para as instalações utilizadas por diferentes tipos de usuários;
- c) 4,5 km / h, para as instalações utilizadas principalmente para fins recreativos.

As velocidades variam em diversos Níveis de Serviço, dispostos no quadro seguinte 5.3, denominados por LOS, que são as iniciais do termo em inglês “Level Of Service”:

Quadro 5.3 Velocidades admissíveis para bicicletas nas ciclovias, em áreas urbanas
(HCM - Bicycles, 2000)

LOS	Bicycle Travel Speed (km/h)
A	> 22
B	> 15–22
C	> 11–15
D	> 8–11
E	≥ 7–8
F	< 7

Em todos os casos urbanos, consideramos como velocidade mínima admissível, a de 7km/h com o respectivo desvio padrão. Caso seja inferior, o respectivo parâmetro não é cumprido.

Deve ser medido o tempo médio dos ciclistas que atravessam o percurso em análise, ou o segmento do percurso, e a distância em linha recta desde o ponto de início respectivo, até ao fim, e daí calcular a velocidade, conforme a equação 1 a seguir exposta.

$$v = d / t \tag{1}$$

v = velocidade de deslocação (m/s)

d = distância (m), medida em linha recta entre o ponto de partida e ponto de chegada

t = tempo (s), medido no local, que ciclistas demoram a vencer a distância

Caso a velocidade calculada com as medições efectuadas in situ seja inferior aos valores mínimos acima considerados, o presente parâmetro não é cumprido, pelo que se torna essencial intervir no percurso ou segmento de percurso em análise.

O nível de serviço abrange também todos os tipos de intersecções que o percurso atravessa; no entanto, cada intersecção deve também ser avaliada individualmente e, também, relativamente a este parâmetro.

Na aplicação do presente parâmetro em intercepções, as metodologias de apreciação seguem linhas divergentes para as passagens desniveladas, e de nível.

No caso de passagens desniveladas, a metodologia é semelhante à de um percurso, medindo em linha recta a distância que separa o início dos respectivos desvios para acesso à infra-estrutura, contando o tempo que demora a percorrer.

5.4.6. Continuidade

Deve-se verificar se existe continuidade para as duas ou mais extremidades do segmento do percurso ciclável em análise, a não ser que esse percurso tenha o objectivo único de chegar a um ponto exacto, seja ele estação de interface de transportes públicos, complexo desportivo, instituição de ensino ou outra. No caso de falta de continuidade, o parâmetro não é cumprido.

5.4.7. Iluminação

É essencial que em todo o percurso ciclável não haja dificuldade de visibilidade de nenhuns detalhes importantes por falta de iluminação, capazes de causar perigo para o ciclista. Sejam eles detalhes de alguma sinalização, algum obstáculo, algum veículo, peão ou outro agente de tráfego, ou seja mesmo o próprio ciclista que precisa de estar bem visível para todos, de forma a beneficiar a sua segurança. Caso haja algum detalhe de difícil visibilidade por falta de iluminação, o percurso em análise não cumpre o presente parâmetro.

5.4.8. Equipamento Extra

Caso haja mais algum equipamento extra, o avaliador deve valorizar a situação, procedendo da mesma forma no caso contrário. Ou seja, caso haja necessidade de algum equipamento extra que não exista no local, o avaliador deve considerar o não cumprimento

deste parâmetro. Os exemplos de equipamentos extras que se sugerem são: perfis rodoviários elevados, radares de velocidade, bandas cromáticas, visualização do tempo restante de passagem dos ciclistas em intersecções semaforizadas, etc.

5.4.9. Largura

Deve ser medida a largura da faixa de rodagem destinada a bicicletas e, conforme o tipo de via de que se estiver a tratar, verificar se cumpre ou não a largura mínima necessária, segundo os limites já anteriormente descritos e mediante o tráfego que o avaliador verificar em cada caso. As larguras mínimas admissíveis de acordo com o tipo de infra-estrutura, para o cumprimento do presente parâmetro, podem ser:

- a) Pista ciclável independente e fora do alcance de veículos automóveis, a largura mínima deve ser de 3m para os dois sentidos, ou então 1,5m para um sentido apenas;
- b) Faixa segregada para ciclistas, a largura mínima deve ser de 1,8m para um sentido, com ou sem estacionamento lateral. Caso seja com estacionamento, deve estar reservada uma largura para o estacionamento longitudinal de 2,4m no mínimo;
- c) Aproveitamento de bermas, essa berma para ciclista deve ter uma largura de 1,8m para um sentido, no mínimo, e a faixa de veículos motorizados 3,6m de largura mínima para um sentido, quando previsto o trânsito de veículos pesados;
- d) Largura adicional da faixa de rodagem, deve ser no mínimo de 4,2m;
- e) Também pode acontecer o caso da faixa de rodagem ser partilhada entre ciclistas e automobilistas.

5.4.10. Inclinações

Devem ser verificadas todas as inclinações de um percurso ciclável. Nos casos de inclinações superiores a 5% deve ser medida a extensão do troço com essa inclinação e, comparativamente com o quadro 2.2 do Guia AASHTO, verificar se cumpre ou não cumpre. O limite máximo das extensões é de 240m com inclinações “i” entre os 5% e os 6%, $5 < i < 6\%$; 120m com $6 < i < 7\%$; 90m com $7 < i < 8\%$; 60m com $8 < i < 9\%$; 30m com $9 < i < 10\%$; 15m com $i > 11\%$ (AASHTO, 1999). Também podem ser consideradas aceitáveis extensões ligeiramente superiores às indicadas anteriormente, desde que sejam tomadas

algumas medidas adicionais, tais como acrescentar uma largura de 0,5m e colocar previamente sinalização que avise sobre a aproximação dessas inclinações, tal como o descrito no ponto 2.1.1.

5.4.11. Atractividade

Na avaliação da atractividade deve-se ter em conta a verificação da integração do circuito num todo coerente que ligue os principais pontos de origem e destino com interesse para os ciclistas, como: espaços de lazer, escolas, interfaces modais, centros históricos, de serviço/comércio, museus, bibliotecas, etc.

Este parâmetro está directamente relacionado com a hierarquia da via ciclável abordado no ponto 2.1.2, dependendo da natureza do seu uso (Quotidiano; Cultural e de recreio; ou Qualidade ambiental), e a respectiva classificação atribuída (Percurso de: 1ª; 2ª; ou 3ª Ordem) (CEAP, 2007). No entanto, o circuito deve ter a capacidade de ligar esses pontos de interesse de uma forma directa, suave e sem recorrer a percursos demasiado extensos, nomeadamente quando comparados com as vias de extensão mais curta. O avaliador deve definir se este parâmetro é cumprido ou não.

5.4.12. Conforto

Relativamente ao conforto conseguido num circuito ciclável, devem ser considerados vários indicadores. É conveniente verificar:

- a) Se o espaço envolvente é ou não paisagisticamente agradável;
- b) Se o circuito não tem descontinuidades, ou caso existam, elas nunca deverão ocorrer em espaços com segurança deficiente ou pouco agradáveis;
- c) Se é provocado no ciclista um sentimento real ou induzido de segurança pessoal, quer ao nível da circulação quer de estacionamento das bicicletas. A garantia do conforto de circulação passa por limitar o número de pontos onde o ciclista deve ceder o direito de passagem, o que requer um reduzido número de pontos de conflito entre ciclistas e o tráfego motorizado;
- d) Se há condições uniformes de circulação, evitando características geométricas que resultem em variações acentuadas da velocidade.

Tendo em conta o atrás exposto, o avaliador deve considerar se o circuito em análise cumpre este parâmetro ou não, e caso não cumpra, definir as medidas para melhorá-lo, de forma a levá-lo ao seu cumprimento.

5.4.13. Fluidez

Deve ser verificado se o percurso permite uma fluidez total do tráfego que o percorre, ou se há algum ou alguns pontos onde essa normal fluidez seja interrompida, caso em que o parâmetro não será cumprido. É o caso de:

- a) Estrangulamento no corredor destinado a ciclovias;
- b) Variações bruscas na inclinação,
- c) Defeitos no pavimento;
- d) Invasão frequente do trajecto ciclável por peões ou outro tipo de tráfego;
- e) Ou qualquer outro obstáculo que impeça a fluidez do tráfego ciclável, ou trave as velocidades, causador de maior acumulação de ciclistas nesse ponto.

5.4.14. Protecção

A passagem desnivelada cumpre o presente parâmetro se verificada a existência de protecções verticais, tais como rails, muros, gradeamentos ou outras, com uma altura mínima de 1,1m, de preferência 1,4m.

5.4.15. Coexistência com Tráfego Pedonal.

Verificar se a passagem desnivelada cumpre as larguras mínimas, sem incluir a sua utilização pelo tráfego pedonal. Caso haja coexistência com tráfego pedonal, à largura mínima necessária para as bicicletas, é necessário acrescentar a largura mínima necessária para o tráfego pedonal, 1,2m. Só assim haverá o cumprimento do parâmetro.

5.4.16. Altura Livre

A passagem desnivelada deve ter uma altura desimpedida de 2,6m para uma boa visibilidade por parte dos ciclistas, ou caso contrário, o parâmetro não é cumprido.

5.4.17. Regulação Temporal

Neste caso, a utilizar exclusivamente nas intersecções semaforizadas, a apreciação é obtida através da percentagem de ciclistas que atravessa na respectiva permissão de atravessamento, de cor verde, e do tempo de limpeza, de cor amarela. O Parâmetro é cumprido, se verificadas as duas situações seguintes:

- Se a percentagem de ciclistas que atravessam na cor verde for de 100%;

- Se o tempo de limpeza é suficiente para o atravessamento dos ciclistas mais lentos. Atendendo que se trata do período que decorre entre o momento em que o ciclista deixa de ter permissão para iniciar a travessia e o momento em que é cedida a passagem aos veículos, averigua-se se este é suficiente para permitir o atravessamento em segurança dos ciclistas mais lentos. Opta-se por se considerar que a velocidade dos ciclistas mais lentos, é idêntica à velocidade máxima adoptada para peões em travessias, ou seja 2,4m/s. (Macedo, Costa, & Seco, 2008)

5.4.18. Tempos de espera

Elevados tempos de espera em cor vermelha para ciclistas, muitas vezes tornam-se desrespeitados. Há que verificar no local o seu cumprimento. À semelhança dos períodos de atraso médio de peões em semáforos, também no caso de ciclistas deve ser calculado o valor médio de atraso, que é determinado conforme a equação 2 a seguir exposta: (Macedo, Costa, & Seco, 2008)

$$d = \frac{0,5(C - g)^2}{C} \quad (2)$$

d = atraso médio do ciclista (seg.)

g = tempo útil de verde para o ciclista (seg.)

C = duração do ciclo (seg.)

À semelhança do que se passa com peões, também no caso de ciclistas se considera que, para atrasos superiores a 30 segundos, os ciclistas começam a impacientar-se, aceitando, por isso, correr riscos maiores.

Adoptando o definido no quadro 5.4, considera-se o nível D como o nível de serviço máximo admissível para ciclistas, ou seja, 40 segundos como tempo máximo de atraso médio por ciclista.

Quadro 5.4 Nível de serviço para ciclistas em cruzamento semaforizado
(HCM - Bicycles, 2000)

LOS	Control Delay (s/bicycle)
A	< 10
B	≥ 10–20
C	> 20–30
D	> 30–40
E	> 40–60
F	> 60

LOS é o termo em inglês “Level Of Service”

Caso o atraso médio do ciclista “d” seja igual ou inferior a 40 segundos, o parâmetro é cumprido ou, caso contrário, não é cumprido.

5.4.19. Velocidades praticadas

Há que considerar não só as velocidades dos ciclistas, como também, as velocidades do tráfego motorizado nas vias adjacentes.

a) Caso as velocidades do tráfego motorizado verificadas no local sejam superiores às velocidades pretendidas, devem ser tomadas medidas de acalmia de tráfego, ficando só assim cumprido o parâmetro, quanto a esta alínea.

b) No caso das velocidades dos ciclistas, deve ser achada a velocidade média para percorrer o troço em análise, medida no local, após o que deverá ser aplicada a equação 3 a seguir exposta: (HCM - Bicycles, 2000)

$$S_{ats} = \frac{L_t}{\left(\sum \frac{L_i}{S_i} + \frac{\sum d_j}{3600}\right)} \quad (3)$$

S_{ats} = Velocidade de deslocamento de bicicleta (km / h),

L_t = Comprimento total da via urbana em análise (Km),

L_i = Comprimento do segmento i (Km).

S_i = Velocidade da bicicleta sobre o segmento (Km / h),

S_j = Atraso médio do ciclista, conforme equação indicada em 5.4.18. No caso de passagens não semaforizadas, o tempo médio de atraso é medido no local, em hora de ponta.

O cumprimento do parâmetro relativamente às velocidades dos ciclistas, mantendo a sua segurança, será alcançado se a aplicação da fórmula respeitar a velocidade mínima aceitável no percurso em análise. Consideramos como aceitável a velocidade mínima de 7 Km/h no percurso, de acordo com o quadro 5.3 antes indicado, com o respectivo desvio padrão máximo indicado no ponto 5.4.5.

5.4.20. Visibilidade e distância de paragem

Neste indicador compara-se a distância de paragem com a distância de visibilidade do condutor.

A distância de paragem é calculada através da equação de Robinsos R., abaixo indicada como equação 4, conhecendo algumas características do local: velocidade máxima e distância de travagem, que estão directamente relacionadas com a inclinação da rodovia, e ainda com o tipo de pavimento tendo em conta a respectiva aderência (Robinsos R. & Thagesen B., 2003):

$$D_2 = \frac{v^2}{2 \times g \times f_1} = \frac{v^2}{2 \times 3,6^2 \times g \times f_1} = \frac{v^2}{254 \times f_1} \quad (m) \text{ e } V(Km/h) \quad (4)$$

D_2 = distância de paragem

f_1 = Coeficiente de atrito longitudinal

$P \times f_1$ = Força tangencial desenvolvida na travagem

Em que f_1 depende:

- da velocidade
- do traçado da via em planta
- da natureza e estado do pavimento
- das condições de desgaste dos pneus

A distância de visibilidade é estimada tendo em conta elementos que condicionam a visão entre o ciclista e o condutor motorizado, ou entre o ciclista e o peão, como sejam as curvas em planta e em perfil, e as edificações existentes que impedem essa visibilidade em toda a largura dos corredores destinados ao respectivo tráfego.

Para o cálculo da distância de visibilidade, é necessário somar à distância de paragem, a distância percorrida durante o tempo de percepção e reacção. Essa última calcula-se pela equação 5 (Robinsos R. & Thagesen B., 2003):

$$D_I = \frac{V \times t}{3,6} \quad (5)$$

D_I = distância percorrida durante o tempo de percepção e reacção

V = Velocidade em Km/h

t = tempo em segundos

Adopta-se $t \approx 2$ segundos que demora a reagir

Assim, chegamos à Distância de visibilidade, calculada pela equação 6 (Robinsos R. & Thagesen B., 2003):

$$D_{visibilidade} = D_{reacção} + D_{paragem} \quad (6)$$

A existência de objectos no interior do triângulo de visibilidade, os quais podem limitar o contacto visual entre o ciclista e o tráfego que intercepta, não pode cortar a visibilidade perfeita na distância que permite ao ciclista abrandar ou parar, dependendo da velocidade que leva. Caso contrário, o parâmetro não é cumprido. Considera-se obstáculos à visibilidade, aqueles que forem de altura superior a 0,70m.

Na figura 5.10 estão representados três exemplos de triângulo de visibilidade, em que a “distância de visibilidade e paragem” deve ser, no mínimo, igual à distância de paragem da bicicleta para a velocidade considerada máxima a que esta possa levar.

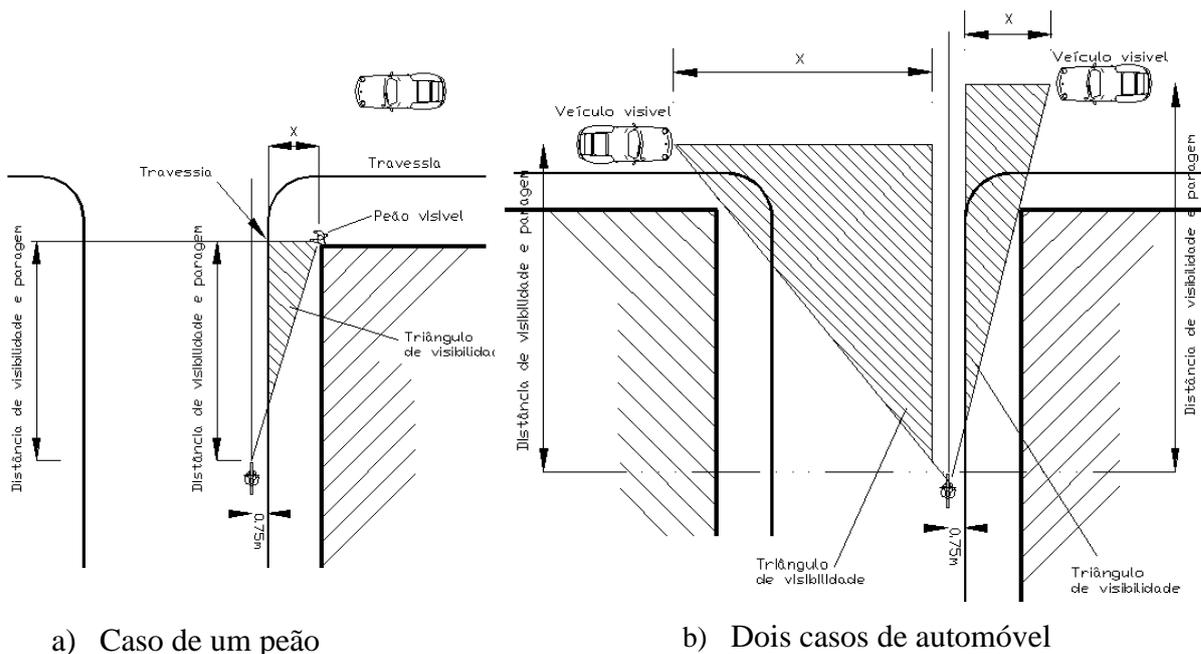


Fig. 5.10 Representação de triângulo de visibilidade – Adaptado de (Marques, 1994)

Nos casos em que a distância de paragem respectiva de cada ciclista, contando que circula à velocidade máxima possível no local, seja superior à distância de visibilidade, significa que esse ciclista não dispõe de distância suficiente para parar pelo que o parâmetro não é cumprido.

5.5. Tratamento da Informação

Para uma rápida e fácil apresentação da avaliação dos percursos cicláveis, ou segmentos de percurso, propõe-se que o avaliador utilize o quadro 5.5, adiante destacado.

Esse quadro está preparada para a avaliação de todos os tipos de segmentos, tanto troços uniformes, como intersecções desniveladas, intersecções de nível com ou sem semáforos, estando para isso indicado em cada linha o destino a que corresponde o parâmetro respectivo.

Com a aplicação do quadro, procura-se uma simplificação e rapidez no trabalho.

Espera-se que, com a avaliação dos trajectos cicláveis, se consigam definir prioridades na intervenção das ciclovias urbanas, de forma a mais rapidamente serem alcançadas soluções práticas que promovam a utilização da bicicleta como meio de transporte urbano preferencial em pequenas deslocações.

Quadro 5.5. Avaliação dos troços.

Nome do segmento a avaliar: _____

<u>Parâmetros de Avaliação</u>	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
Tipologia Todos			
Utilização pelo tráfego Todos			
Pavimento Todos			
Sinalização Todos			
Nível de serviço Todos			
Continuidade Todos			
Iluminação Todos			
Equipamento extra Todos			
Largura Troços Uniformes Passagens Desniveladas			
Inclinações Troços Uniformes Passagens Desniveladas			
Atractividade Troços Uniformes Passagens Desniveladas			
Conforto Troços Uniformes Passagens Desniveladas			
Fluidez Troços Uniformes Passagens Desniveladas			
Protecção Passagens Desniveladas			
Coexistência com tráfego pedonal Passagens Desniveladas			
Altura livre Passagens Desniveladas			
Regularização temporal Passagens SemafORIZADAS			
Tempos de espera Passagens SemafORIZADAS			
Velocidades praticadas Passagens Não SemafORIZADAS			
Visibilidade e distância de paragem Passagens Não SemafORIZADAS			

5.6. Aplicação prática de avaliação de uma ciclovía

5.6.1. Pontos de início e fim do percurso a avaliar.

Para testar a metodologia de avaliação proposta, foi elaborado um caso prático, de avaliação de uma ciclovía de ligação da Universidade de Aveiro ao Hospital Infante D. Pedro.

Dada a dimensão da Universidade, que inclui alguns arruamentos para livre utilização rodoviária pública, optou-se por considerar o ponto de início junto ao acesso principal do edifício da Reitoria, mostrado na Fig. 5.11.



Fig. 5.11 Edifício da Reitoria, UA

A área do hospital está vedada, sem livre acesso rodoviário público, pelo que se considera como ponto de chegada, a entrada principal para o recinto do hospital que se mostra na figura 5.12, que é confinante com uma rotunda.



Fig. 5.12 Hospital Infante D. Pedro.

Foi analisado o percurso para preenchimento do quadro respectivo para cada tipo de troço uniforme, e para cada tipo de intersecção. Apresenta-se o percurso em planta, na fotografia aérea da Fig. 5.13.

a) No início da viagem, o ciclista circula por um troço uniforme, em pista ciclável com dois sentidos de trânsito. (segmento avaliado pelo quadro 5.6).

Fig. 5.15 Pista de ciclistas.



A pista ciclável intersecta com tráfego pedonal por duas vezes.

Fig. 5.16 Intersecção da pista com tráfego pedonal, passagem de peões.



b) O ciclista intersecta com tráfego motorizado, ao atravessar a rua com dois sentidos de trânsito. (segmento avaliado pelo quadro 5.7).

Fig. 5.17 Intersecção de nível com tráfego motorizado.



c) O ciclista segue por uma via rodoviária de trânsito partilhado, troço uniforme, com estacionamento longitudinal. (segmento avaliado pelo quadro 5.8).

Fig. 5.18 Troço ciclável em partilha com tráfego motorizado.



d) O ciclista intersecta o tráfego motorizado, ao atravessar uma rotunda de via distribuidora principal, com marcações horizontais que incluem também uma faixa para ciclistas. (segmento avaliado pelo quadro 5.9).



Fig. 5.19 Rotunda do Hospital.

O ciclista chega ao acesso ao Hospital Infante D. Pedro, onde encontra um estacionamento para bicicletas com entrada estrangulada, pouco apelativo e, por isso, com uma utilização reduzida.



Fig. 5.20 Parqueamento para bicicletas na entrada para o Hospital.

5.6.3. Apresentação dos quadros de avaliação

Apresentam-se, de seguida, os quadros de avaliação de cada segmento do troço, conforme o anteriormente descrito. As indicações dos tipos de infra-estruturas a que se destina cada linha são apresentadas em iniciais apenas, para uma maior simplificação do quadro, sendo essas iniciais as seguintes:

TU =Troço Uniforme

PN S =Passagem de Nível Semaforzada

PD =Passagem Desnivelada

PN NS =Passagem de Nível Não Semaforzada

Quadro 5.6 – a) Troço uniforme em pista ciclável com dois sentidos de trânsito.

Nome do segmento a avaliar: TU – pista ciclável na UA

Parâmetros de Avaliação	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
Tipologia Todos	X		
Utilização pelo tráfego Todos		X	Não existe qualquer aviso de passagens de peões, pelo que o aparecimento repentino do peão pode causar perigo. A solução passa por anular as passagens de peões, visto que no outro lado da rua não há nada que as justifique.
Pavimento Todos	X		
Sinalização Todos		X	Sinalizar verticalmente a pista reservada a ciclistas. Anular as passadeiras.
Nível de serviço Todos	X		
Continuidade Todos	X		
Iluminação Todos	X		
Equipamento extra Todos	X		
Largura TU PD		X	A largura existente de 2m, deve ser alargado para 3m com a ocupação do canteiro confinante, de um dos lados.
Inclinações TU PD	X		
Atractividade TU PD	X		
Conforto TU PD	X		
Fluidez TU PD	X		
Protecção PD			
Coexistência c/ pedonal PD			
Altura livre PD			
Regulariz. temporal PN S			
Tempos de espera PN S			
Velocidades PN NS			
Visibilidade/distância de Paragem PN NS			

Quadro 5.7 – b) Intersecção de nível com faixa de rodagem de tráfego motorizado.

Nome do segmento a avaliar: PN NS – pista ciclável na UA junto ao parque de estacionamento

<u>Parâmetros de Avaliação</u>	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
Tipologia Todos	X		
Utilização pelo tráfego Todos	X		
Pavimento Todos		X	O pavimento é diferenciado, mas demasiado irregular, pelo que deve ser substituído por outro mais regular.
Sinalização Todos		X	Acrescentar obrigatoriedade de cedência de prioridade do ciclista face ao veículo motorizado. Deve ser avisado o tráfego motorizado do perigo de saída de ciclistas.
Nível de serviço Todos	X		
Continuidade Todos		X	Não há continuidade, pelo que deve ser continuada. (Vai-se considerar como havendo continuidade em via partilhada com tráfego motorizado).
Iluminação Todos	X		
Equipamento extra Todos	X		Tem a vantagem de lombas reductoras de velocidade para o tráfego motorizado.
Largura TU e PD			
Inclinações TU e PD			
Atractividade TU e PD			
Conforto TU e PD			
Fluidez TU e PD			
Protecção PD			
Coexistência com tráfego pedonal PD			
Altura livre PD			
Regulariz. temporal PN S			
Tempos de espera PN S			
Velocidade praticada PN NS	X		
Visibilidade e distância de paragem PN NS		X	O arvoredo, não podado, existente nos canteiros, quebra a visibilidade, pelo que deve ser aparado.

Quadro 5.8 – c) Troço uniforme de trânsito partilhado com tráfego motorizado.

Nome do segmento a avaliar: TU – partilhado, UA / rotunda do H

<u>Parâmetros de Avaliação</u>	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
Tipologia Todos		X	Tem estacionamento longitudinal, e acede a uma rotunda bastante movimentada, passando por acessos a um grande parque de estacionamento. Devem ser implementadas faixas para bicicletas.
Utilização pelo tráfego Todos	X		
Pavimento Todos		X	O pavimento betuminoso é bastante degradado, com covas, depressões várias, e com os inertes a desagregar. Deve ser reparado.
Sinalização Todos		X	Falta de sinais verticais para automobilistas, de perigo de saída de ciclistas. Falta de marcações horizontais.
Nível de serviço Todos	X		
Continuidade Todos	X		
Iluminação Todos	X		
Equipamento extra Todos	X		
Largura TU e PD	X		
Inclinações TU e PD	X		
Atractividade TU e PD		X	O ciclista sente-se desconfortável e inseguro, pelo pavimento degradado, estacionamento lateral e aproximação de rotunda bastante movimentada. Devem ser atendidas essas lacunas.
Conforto TU e PD		X	Pelas razões atrás mencionadas
Fluidez TU e PD	X		
Protecção PD			
Coexistência com tráfego pedonal PD			
Altura livre PD			
Regulariz. temporal PN S			
Tempos de espera PN S			
Velocidade pratic. PN NS			
Visibilidade e distância de paragem PN NS			

Quadro 5.9 – d) Intersecção em rotunda de via distribuidora principal, com marcações horizontais de faixa para ciclistas.

Nome do segmento a avaliar: Rotunda do H

<u>Parâmetros de Avaliação</u>	<u>Cumpre</u>	<u>Não Cumpre</u>	<u>Soluções a Propor</u>
Tipologia Todos	X		
Utilização pelo tráfego Todos		X	Tráfego motorizado intenso e rápido, que exige grande atenção dos condutores. A rotunda deve ser modificada para permitir aos automobilistas prestar atenção a outros factores que não apenas os outros automóveis, como sejam, os ciclistas.
Pavimento Todos	X		
Sinalização Todos		X	Falta de marcações horizontais; e de sinais verticais para automobilistas, de perigo de saída de ciclistas.
Nível de serviço Todos	X		
Continuidade Todos	X		
Iluminação Todos		X	A iluminação à noite é fraca, pelo que deveria ser reforçada.
Equipamento extra Todos	X		
Largura TU e PD		X	A largura da faixa para bicicletas é de 1m e deveria ser 1,8m.
Inclinações TU e PD	X		
Atractividade TU e PD		X	O ciclista sente-se desconfortável e inseguro, pelo rápido e intenso movimento rodoviário desatento ao ciclista. Devem ser criadas medidas mais apertadas de apoio ao ciclista nas travessias das vias convergentes. Um ciclista menos ágil deve apelar-se e atravessar a rotunda pelas passadeiras e passeios.
Conforto TU e PD		X	Pelas razões atrás mencionadas
Fluidez TU e PD	X		
Protecção PD			
Coexistência c traf ped PD			
Altura livre PD			
Regulariz. temporal PN S			
Tempos de espera PN S			
Velocidade pratic. PN NS			
Visibilidade e d p PN NS			

Congratulamo-nos por verificar que, aplicando o método de avaliação proposto, se torna mais fácil definir prioridades de investimentos nas intervenções a fazer no percurso ciclável, de modo a otimizar as suas condições e, conseqüentemente, melhorar a segurança e conforto do ciclista.

5.6.4. Conclusões a tirar pela análise da avaliação do percurso ciclável.

As conclusões a que podemos chegar, através da análise dos quadros que foram sumariamente preenchidos, são as que, de seguida, se discriminam, por segmento do percurso:

a) Pista ciclável:

- A pista deve ser alargada, no mínimo, mais um metro, ocupando-se o canteiro confinante de um dos lados da pista. Deve ser lembrado que, os três metros de largura devem ser livres de quaisquer obstáculos, sejam candeeiros de iluminação pública, sinais de trânsito, árvores ou quaisquer outros obstáculos;

- Devem ser anuladas as passadeiras existentes que atravessam a pista ciclável, dado que são desnecessárias por não haver, no lado oposto da rua, nada apelativo que justifique o acesso a peões, nem tão pouco lugares de estacionamento, visto que nessa rua o estacionamento é proibido. A existência das passadeiras não beneficia ninguém; estas só ameaçam situações de perigo para ciclistas e peões;

- Deve ser colocada sinalização vertical que indique ser aquela uma pista ciclável.

b) Passagem de nível:

- Deve ser colocada sinalização vertical: para o trânsito ciclável, o sinal de cedência de prioridade antes da intersecção; para o trânsito motorizado, o sinal de perigo de saída de ciclistas;

- Deve ser aparado o arvoredo dos canteiros, de forma a permitir melhor visibilidade, e respeitado um plano de manutenção que garanta que o seu crescimento não impeça a boa visibilidade;

- Deve ser dada continuidade de um trajecto seguro e cómodo para o ciclista. (Considerar-se-á que há continuidade em via partilhada com tráfego motorizado).

- O Pavimento deve ser modificado para um pavimento igualmente diferenciado mas mais regular, que dê comodidade ao ciclista e que não lhe cause perigo de desequilíbrio e queda;

c) Troço uniforme de trânsito partilhado com tráfego motorizado:

- O pavimento betuminoso deve ser reparado, pois apresenta elevada degradação, com covas, depressões várias e com os inertes a desagregar;

- Dever-se-á proibir o estacionamento longitudinal, e marcar faixas para bicicletas com 2m de largura, ou 1,8m no mínimo, com pavimento diferenciado e devidamente sinalizadas horizontal e verticalmente;

d) Intersecção em rotunda de via distribuidora principal, com marcações horizontais de faixa para ciclistas:

- A Rotunda deve ser modificada, simplificando-a na sua forma geométrica e sem estrangulamentos para o tráfego, permitindo assim a todos os utilizadores a circulação com menor pressão e, por isso, mais disponíveis para dar atenção a outros factores que não só o restante tráfego motorizado. Assim os automobilistas prestarão mais atenção aos ciclistas, o que lhes trará maior segurança;

- Essa nova rotunda deve ser construída com pistas cicláveis segregadas, devidamente sinalizadas nos atravessamentos das artérias convergentes da rotunda. A sinalização deve estar também direccionada para o automobilista, avisando-o do perigo de saída de ciclistas;

- Enquanto não é levada a cabo a construção da nova rotunda alterada, a faixa para bicicletas deve ser alargada para 1,8m no mínimo. Nesse caso, devem, também, ser criadas condições para que os ciclistas menos ágeis, como idosos, crianças, ou pessoas de mobilidade mais reduzida, sejam encaminhados para circularem a pé, pelo passeio, e atravessarem nas passadeiras;

- Deve ser reforçada a sinalização nocturna no local.

5.6.5. Expectativas alcançadas

Parece estar no bom caminho o alcance das expectativas que estiveram na origem da concepção deste método de avaliação. Pelo exemplo que aqui foi exposto, constatou-se uma fácil e rápida avaliação das condições de um percurso ciclável, o que de imediato alertou para algumas necessidades urgentes para garantir segurança e conforto ao ciclista, de forma a servir de atractivo para a utilização desse meio de transporte nessa zona da cidade de Aveiro, de elevada importância académica e hospitalar.

Com este método de avaliação espera-se também atrair a atenção dos governantes para o potencial do modo ciclável nas cidades, e ajudar nas decisões de prioridades de investimento.

B. CONCLUSÃO

Com este trabalho espera-se contribuir para uma correcta definição de melhores condições para o tráfego ciclável urbano, e, apresentando uma metodologia de avaliação das infra-estruturas de percursos existentes, facilitar a determinação de prioridades em investimentos na sua melhoria, de modo a incrementar o uso da bicicleta nos trajectos urbanos em pequenas e médias distâncias, conseguindo assim um melhor ambiente rodoviário nas cidades e, conseqüentemente, proporcionar melhores condições de vida aos seus habitantes.

É certo que, actualmente, a bicicleta é utilizada, mas é-o, fundamentalmente, como transporte de lazer. Com efeito, quem gosta de pedalar vê nisso uma fonte de prazer e um meio de exercício físico. Há mesmo quem se disponha a fazer «mapas roteiros para aparelhos GPS dos melhores trajectos para viajar de bicicleta no país», como noticia o Expresso de 21 de Maio de 2011. Mas pretende-se ir mais longe e introduzir a bicicleta como meio de transporte privilegiado no uso diário urbano.

Encontrar as correctas infra-estruturas necessárias à segurança e conforto do ciclista dentro das cidades é um passo importante para a promoção do modo ciclável no ambiente rodoviário, tornando-o uma alternativa fácil, rápida e saudável, que contribua para uma maior fluidez de tráfego.

Com pequenos investimentos em infra-estruturas a nível autárquico em conjugação com empregadores de certa dimensão e com órgãos directivos de escolas, poder-se-á incentivar o uso sistemático da bicicleta. Ganha o seu utilizador em benefícios para a saúde e vantagens económicas, ganha a cidade e os seus habitantes, e ganha o ambiente.

Depois de uma larga abordagem às boas técnicas de preparação das infra-estruturas viárias que garantam segurança e conforto aos ciclistas, recorrendo às experiências já adquiridas noutros países mais desenvolvidos na área; e depois de analisados os perigos a que o ciclista está sujeito quando em interacção com o restante

tráfego, recorrendo á análise da legislação nacional em vigor e, mesmo, propondo alterações; chegamos à avaliação qualitativa dos percursos cicláveis urbanos já existentes, para melhor se poder concretizar quais as necessidades para o ciclista em cada situação, respectivo grau de gravidade e assim determinar prioridades de investimento.

B.1. Perspectivas futuras

Como consequência deste trabalho, espera-se conseguir uma incrementação do sistema de avaliação de vias cicláveis, como uma importante ferramenta para investimentos de apoio ao tráfego urbano de ciclistas.

No que me respeita, como técnico superior interessado na área, procederei a frequentes avaliações de troços cicláveis já existentes, fomentando um crescente interesse pelo modo ciclável principalmente junto do poder político, com maior proximidade aos órgãos autárquicos respectivos.

Sei que muito haverá a desenvolver, mesmo no que toca a avaliação de percursos cicláveis, sendo este trabalho um ponto de partida para novas formas de avaliação, esperando eu poder elaborar futuramente um novo método de avaliação, mais desenvolvido, e que possibilite, até, quantificar os graus de gravidade de cada situação, de cada parâmetro, de cada segmento.

Conheço também a importância da necessidade de investimentos em parqueamentos de bicicletas, seguros e funcionais, tema que não foi incluído neste trabalho, mas que espero poder eu colmatar futuramente.

C. BIBLIOGRAFIA

- AASHTO, Guia de American Association Of State Highway And Transportation Officials. (1999). Guia AASHTO - Guide Of The Development Of Bicycle Facilities, from www.aashto.org (Nov./2010)
- Alves, Mário. (2005). Licença para matar: o direito dos ciclistas e a necessidade de revisão do Código da Estrada Retrieved from www.massacriticapt.net/?q=system/files/licenca_para_matar_v1.81.pdf (fev./2011)
- APBP, Association of Pedestrian and Bicycle Professionals. (2002). Association of Pedestrian and Bicycle Professionals, from www.apbp.org (Nov./2010)
- Bastos, Ana & Silva, João Pedro. (2006). A Bicicleta como Modo de Transporte Sustentável Eng., Universidade de Coimbra e Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria Coimbra e Leiria. Retrieved from webserv.dec.uc.pt/weboncampus/course/LEC/2005-2006/bicicletas.pdf (Out./2010)
- CCDRN, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte. (2008). Princípios Básicos de Organização das Redes Viárias (Vol. 13º), from www.ccdr-n.pt/manualdeacessibilidades/ (Jan./2011)
- CEAP, Centro de Estudos de Arquitectura Pasagista. (2007). GEAP - Rede Ciclável de Lisboa, from www.isa.utl.pt/ceap/ciclovias/lisboa (Nov./2010)
- CEAP, Centro de Estudos de Arquitectura Pasagista. (2008). GEAP - Rede Ciclável de Lisboa, from www.isa.utl.pt/ceap/ciclovias/new_page_1531111.htm (Nov./2010)
- Christianini, Camila. (2000). Webventure, from webventureuol.uol.com.br/corridadeaventura/conteudo/noticias/index/id/284/secao/corridadeaventura (Nov./2010)
- Crow. (1998). Information and Technology centre for Transport and Infrastructure, (Vol. Record No 15).
- DOT, Minesota. (1996). Bicycle Transportation Planning and Design Guidelines Retrieved from www.dot.state.mn.us/sti/mg1004.pdf (Mar./2011)
- ECF, European Cyclists Federation. (2004). Eurovelo News
- Fehr & Peers. (2009). U.S. Traffic Calming Manual now available, from www.trafficcalming.org (Fev./2011)
- FHWA, Federal Highway Administration. (1999). Implementing Bicycle Improvements At The Local Level. US.
- FHWA, Federal Highway Administration. (2006). University Course on Bicycle and Pedestrian Transportatio. US.
- FS, Futuro Sustentável. (2007). Guia de Boas Praticas Para a Concepção de Ciclovias. Mobilidade e Qualidade do Ar, from www.futurosustentavel.org/fotos/plano/Pages_from_Pages_from_plano_mobilidade_F_SII_final_parteIV_a.pdf (Out./2010)
- HCM - Bicycles, Highway Capacity Manual. (2000). Bicycles - Chapter 19 Highway Capacity Manual
- JAE, Junta Autónoma de Estradas. (1995). Norma de Marcas Rodovárias. Lisboa.
- K-Lite, Industrial Co., Ltd. (2010). K-Lite (Shanghai) Industrial Co., Ltd. , from portuguese.alibaba.com/product-cgs/road-studs-road-markers-cat-eye-reflectors-plastic-cat-eyes--205868024.html (Nov./2010)
- Koorey, Glen. (2003). Cycle Paths and Shared Facilitie.
- Leden. (1989). Safety of cycling children – Effect of the street environment. 55 (ISBN 951-938-3436-3430).

- Macedo, Joaquim Miguel Gonçalves; Costa, Américo Henrique Pires da & Seco, Álvaro Jorge da Maia. (2008). 08 - Peões. In comissão CCDRN (Ed.), Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes. Retrieved from www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/vasconcelos/Documentos/ManualdeAcessibilidades/ManuaisCCDRNmiole_AF/08Peoes_AF.pdf. (Mai./2011)
- MAI, Ministério da Administração Interna. (1997). Assecibilidades a pessoas de mobilidade condicionada - Decreto Lei nº 123/97 de 22 de Maio. Lisboa: Retrieved from www.idesporto.pt/DATA/DOCS/LEGISLACAO/doc001.pdf. (Fev./2011)
- MAI, Ministério da Administração Interna. (2002). Regulamento de sinalização de Trânsito (Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de Outubro, com as alteração pelo Decreto Regulamentar nº 41/2002 de 20 de Agosto). Lisboa: Retrieved from dre.pt/pdf1sdip/1998/10/227B01/00020119.pdf ; dre.pt/pdf1sdip/2002/02/050A00/16451664.pdf. (Nov./2010)
- MAI, Ministério da Administração Interna. (2005). Código de Estradas, Dec Lei nº 44/2005 de 23 de Fevereiro Lisboa: Retrieved from www.mai.gov.pt/data/areas_accao/Prevencao_seg_rodoviaria/codigo_estrada.pdf. (Mar./2011)
- Marques, Sousa (Ed.). (1994). Peões: Contribuição para uma Infra-estrutura Viária Adequada a uma Circulação Segura. Lisboa.
- MDT, Minnesota Department of Transportation. (1996). Minnesota Bicycle Transportation Planning and Design Guidelines, from www.nextstep.state.mn.us/res_detail.cfm?id=103 (Out./2010)
- MFE, Ministério do Fomento Espanhol. (1999). La bicicleta en la ciudad.
- Moore, An Foras Forbatha. (1975). The Bicycle: A Study of Efficiency Usage and Safety.
- Neves, André, Magalhães, Manuela Raposo, & Mata, Duarte d'Araújo da. (2005). Componente Cultural do Plano Verde de Sintra, Estrutura Viária – Percursos. Excerto do Plano Verde de Sintra (1ª fase)
- Numa, Fábio Satoshi. (2000). Faróis e sinalização noturna. Webventure, from webventureuol.uol.com.br/corridadeaventura/conteudo/noticias/index/id/284/secao/corridadeaventura (Nov/2010)
- ODT, Oregon Department of Transportation. (1995). Oregon bicycle and pedestrian plan – An Element of the Oregon Transportation Plan.
- Passigato, Mauro, Ghiacci, Sílvia, & Cozzi, Mauro. (1999). Piste Ciclabili, ed. II Sole 24 ORE, from marco.passigato.free.fr/manu.htm (Nov./2010)
- Peel, Howard. (2002). Cycle Campaigning pages: Off-Road cycle paths. UK, from www.thebikezone.org.uk (Nov./2010)
- Premark. (2010). catálogo.
- Pucher, John and Buehler, Ralph. (2008). Bicycle Rush Hour Utrecht (Netherlands) III, Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. Netherlands. from www.youtube.com/watch?v=n-AbPav5E5M (Mai./2011)
- Rasanen, & Summala. (1998). The Safety Effect of Sight Obstacles and Road Markings at Bicycle Crossings.
- Robinsos R., Thagesen B. (2003). Engineering For Development. Londres.
- Schnull, & Alrutz. (1993). Safety of Cyclists at Urban Junctions.
- Summala, Pasanen, Räsänen, Sievänen. (1996). Accident Analysis and Prevention. Bicycle accidents and driver's visual search at left and right, turns, 28/2, from www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8703272 (Fev./2011)
- Wachtel & Lewiston. (1994). Risk Factors for Bicycle - Motor Vehicle Collisions at Intersections. Journal of the Institute of Transportation Engineers, pp 30-35