



DOCUMENTO NORMATIVO PARA APLICAÇÃO A ARRUAMENTOS URBANOS

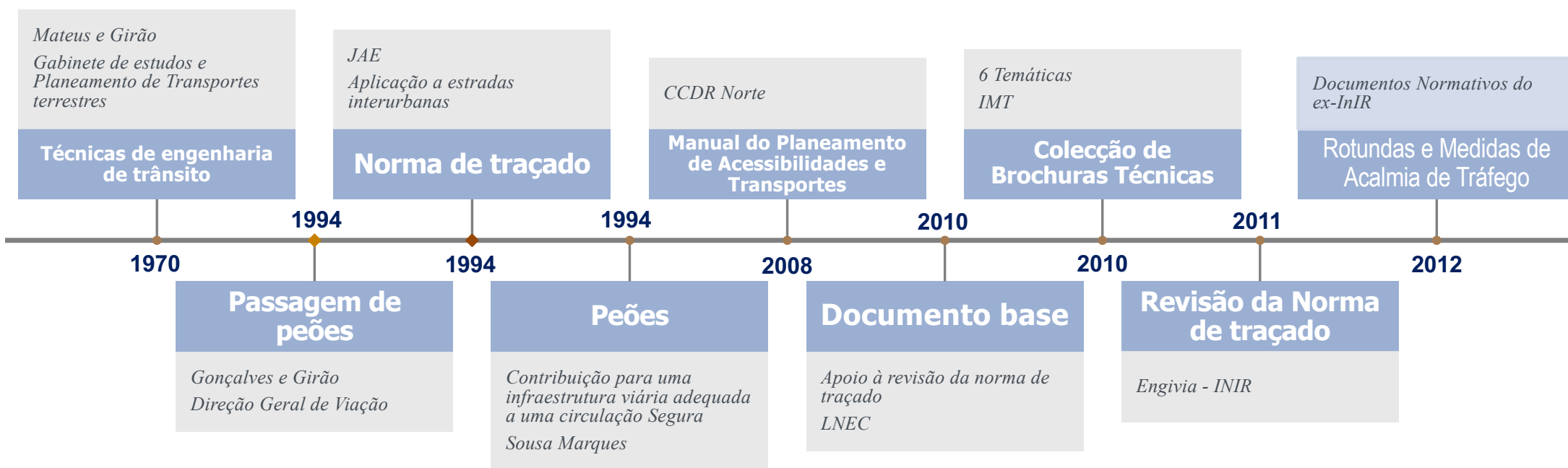
Sandra Vieira Gomes
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Autores:

Sandra Vieira Gomes, João Lourenço Cardoso, Carlos Roque, António Lemonde de Macedo, Elisabete Arsénio, João Ferreira



Os principais marcos na evolução dos documentos orientadores e normativos em matéria relacionada com o projeto de estradas





Medida A25.92

“...elaboração de uma norma técnica para aplicação a arruamentos urbanos, integrada no objetivo operacional tendente à promoção da melhoria da rede rodoviária municipal, no âmbito do objetivo estratégico de promover infraestruturas mais seguras,”



DOCUMENTO NORMATIVO PARA APLICAÇÃO A ARRUAMENTOS URBANOS

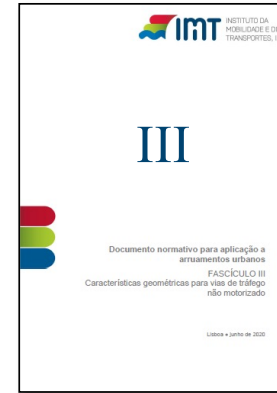
Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos



Fundamentos sobre utentes e rede rodoviária



Características geométricas para rodovias com tráfego motorizado



Características geométricas para rodovias com tráfego não motorizado



Medidas de acalmia e outros dispositivos de tráfego

<http://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Paginas/PENSE2020.aspx>

PRINCÍPIOS BASE

- Sistema Seguro
- Critérios harmonizados na hierarquização dos arruamentos urbanos, no dimensionamento do seu traçado e no ordenamento da respetiva envolvente
- Rodovias autoexplicativas e tolerantes

Abordagem pelo sistema seguro

- Utentes do sistema de tráfego cometem erros que podem originar acidentes de viação e impactos;
- O corpo humano tem capacidade limitada para tolerar as forças geradas pelos impactos sem sofrer lesões irreversíveis;
- Existe uma responsabilidade partilhada entre todos os intervenientes para prevenir que possam ocorrer acidentes que originem lesões graves ou fatais;
- Todas as componentes do sistema devem ser reforçadas e redundantes.



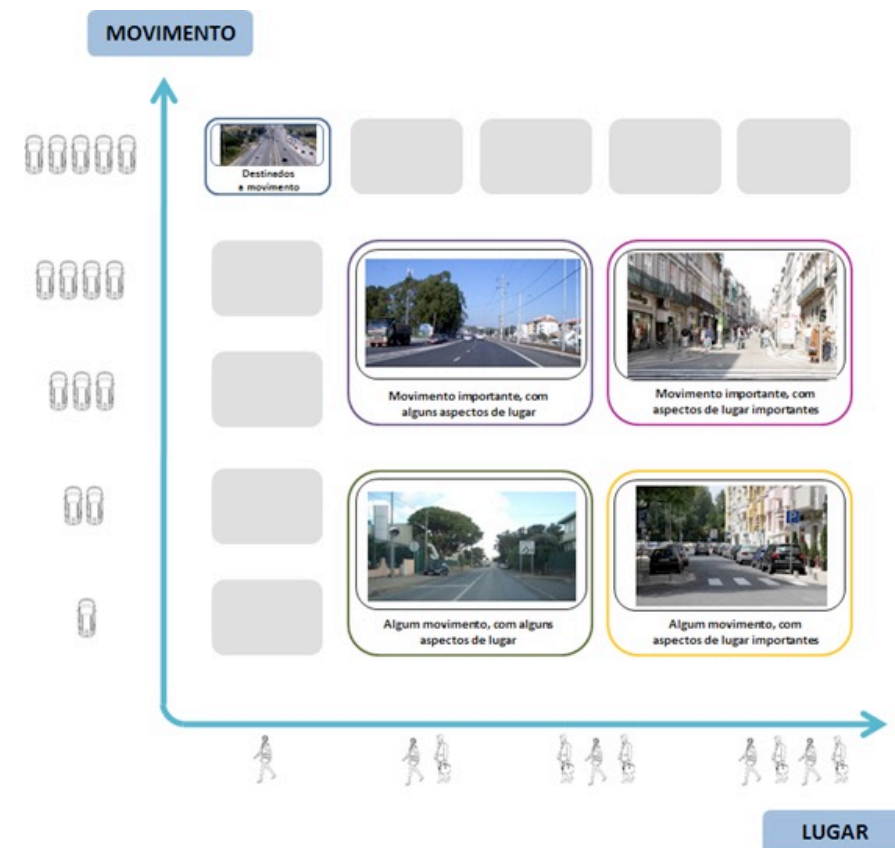
Abordagem pelo sistema seguro

- Monofuncionalidade das rodovias, numa rede estruturalmente hierarquizada;
- Homogeneidade de massa, velocidade e direção para velocidades moderadas ou altas;
- Traçados autoexplicativos, para gerarem trajetos rodoviários e comportamento dos utentes previsíveis;
- Limitação da gravidade das lesões, através de envolvente rodoviária tolerante e da antecipação dos comportamentos de condução;

Organização do espaço urbano

Numa cidade ou em área rural, o espaço é ocupado por:

- Áreas habitacionais – espaços onde as pessoas vivem, trabalham e desfrutam
- Zonas do tráfego – constituídas pelas seções correntes e cruzamentos rodoviários, em que podem ser identificadas duas funções principais
 - Fluxo - a participação no tráfego não envolve interação com a envolvente;
 - Troca - há interação com a envolvente, podem haver manobras bruscas ou descontinuidades no funcionamento.



Fascículo I

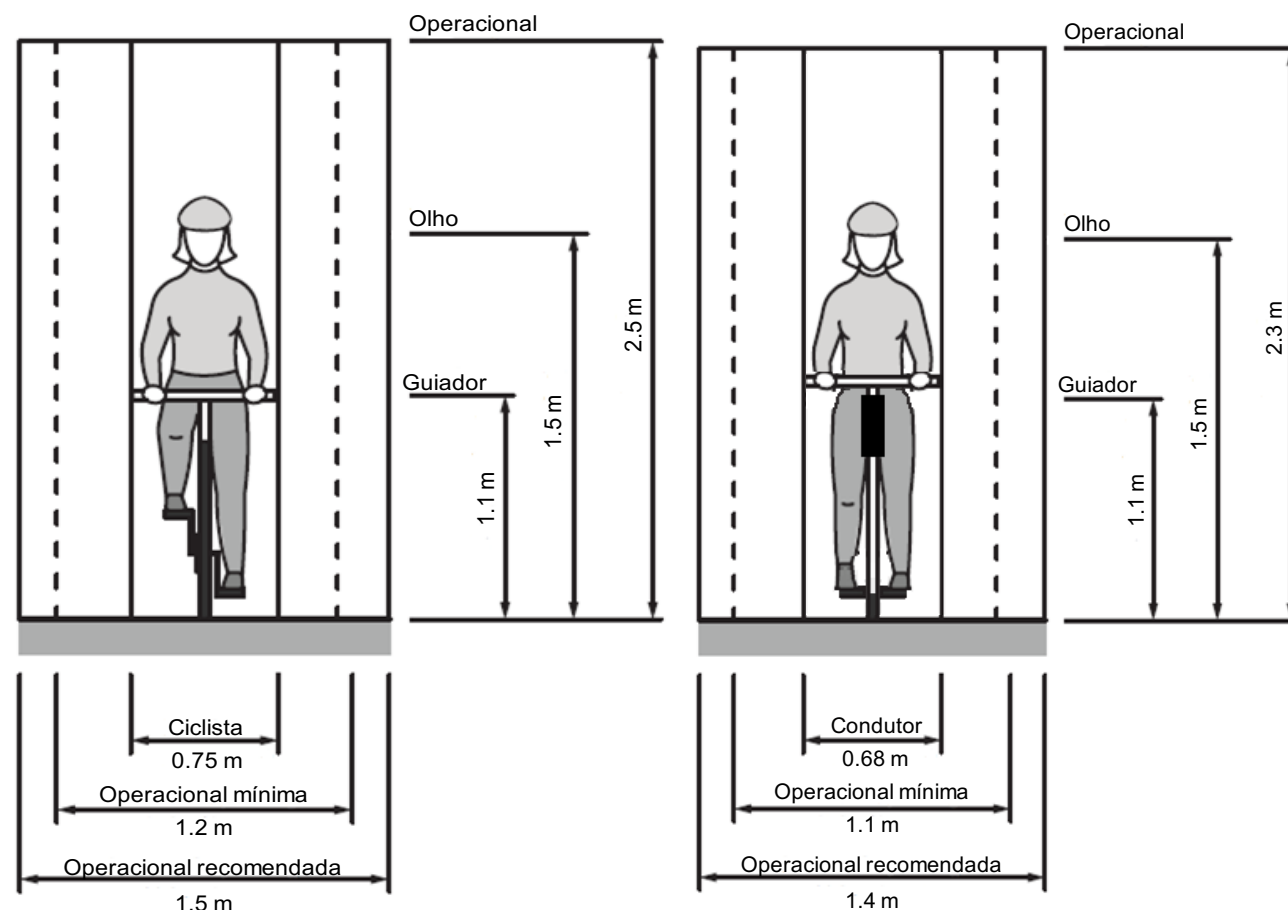
- Categorização das rodovias urbanas
- Caracterização dos elementos do sistema de tráfego

Condutores / peões / veículos não motorizados / veículos motorizados / pavimentos

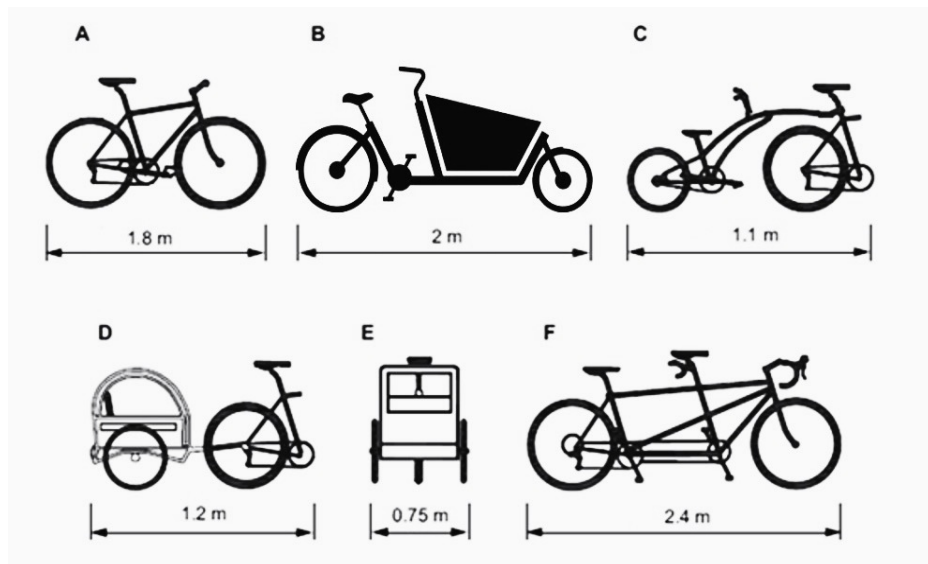
- Elementos básicos de projeto

Velocidades / tráfego rodoviário / tráfego não motorizado / distâncias de visibilidade

- Principais parâmetros de projeto



Características das bicicletas e da sua deslocação



A. Bicicleta de adulto

B. Bicicleta de carga

C. Comprimento adicional para bicicleta-atrelado

D. Comprimento adicional para reboque para crianças

E. largura para reboque para crianças ou compartimento de carga

F. Bicicleta tandem de adulto

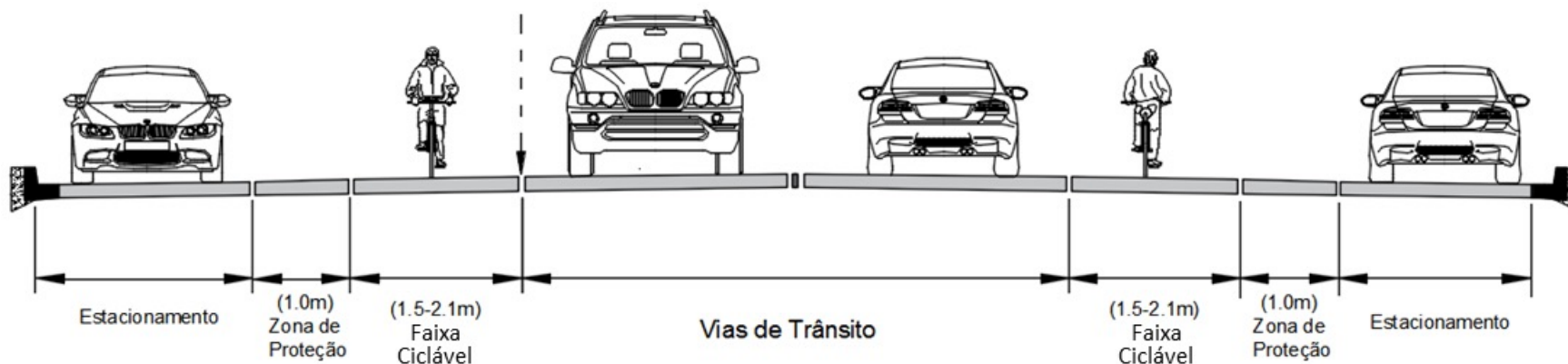
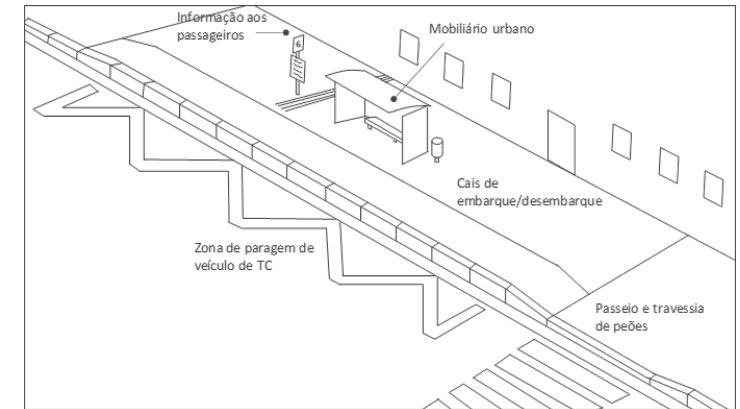
Dimensões das bicicletas

Ciclista adulto típico em posição vertical	Valor
Característica	
Velocidade em patamar e em superfície pavimentada	13-24 km/h
Velocidade em descida	32 - 50 ou mais km/h
Velocidade em subida	8 - 19 km/h
Tempo de perceção-reação	1,0 – 2,5 s
Nível de aceleração	0,5 – 1,5 m/s ²
Coeficiente de atrito longitudinal, em patamar e em superfície pavimentada	3,14 m/s ²
Nível de desaceleração (em patamar, piso seco)	4,8 m/s ²
Nível de desaceleração (piso molhado)	2,4 – 3,0 m/s ²



Fascículo II

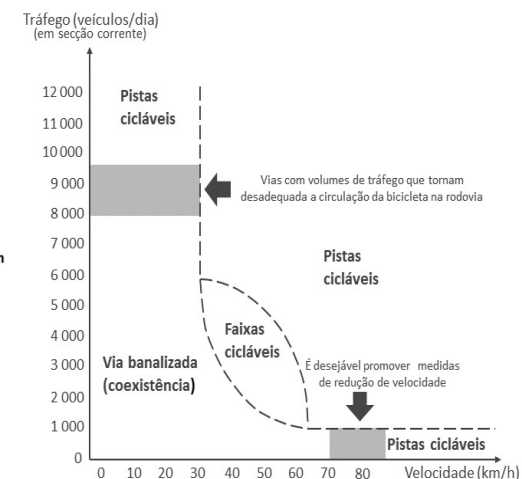
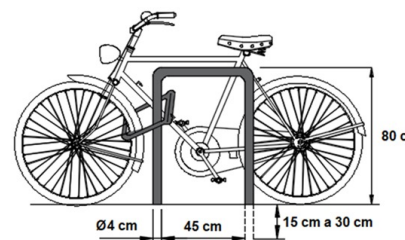
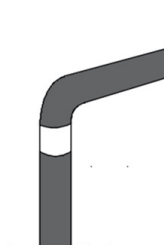
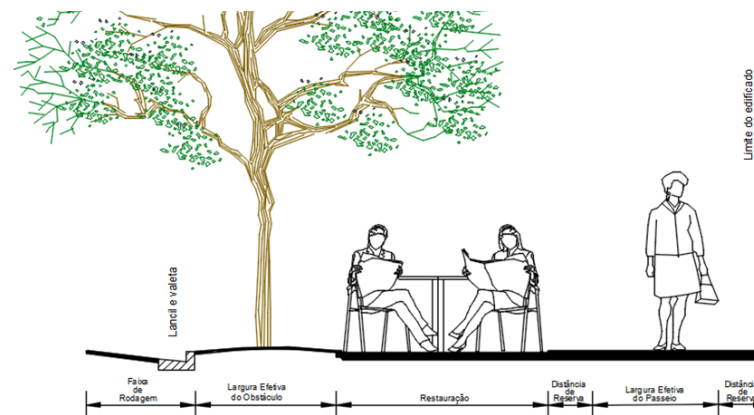
- Características geométricas para rodovias com tráfego motorizado
- Atravessamentos de povoação por estradas interurbanas
- Zonas de 30 km/h
- Transporte público (autocarros, elétricos e táxis)
- Estacionamento



Fascículo III

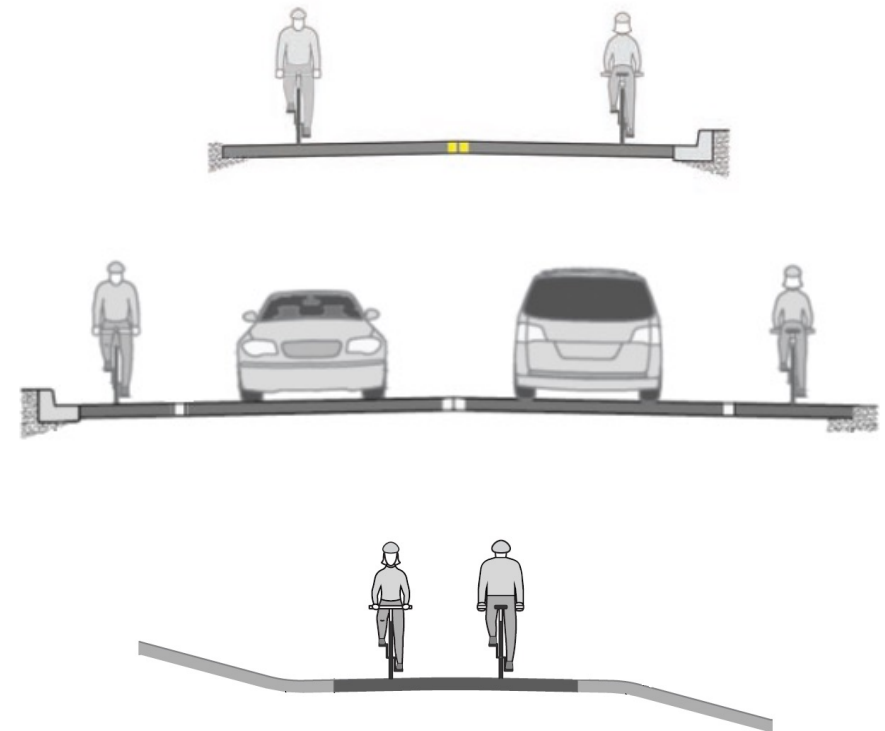
Caraterísticas geométricas para rodovias com tráfego não motorizado

- Caminhos pedonais
 - Tipologias e seleção, caraterísticas dimensionais, obstáculos, pontos de descanso, rampas e escadas, passagens para peões
- Rodovias cicláveis
 - Tipologias, conceção, seleção e dimensionamento, configuração e medidas a aplicar em locais específicos (passagem ciclável, início e fim de via ciclável, interseções, acessos a garagens e parques de estacionamento)
- Estacionamentos
 - Tipos, estacionamento de bicicletas, estacionamento de trotinetes de uso partilhado
- Zonas de coexistência
 - Princípios funcionais e integração no Sistema Seguro, elementos fundamentais e características da rede de arruamentos



Rodovias cicláveis - Tipologias

- Três tipologias de percursos para ciclistas:
 - Via banalizada
 - Faixa ciclável
 - Pista ciclável
- A escolha da **tipologia aplicável** está associada à forma como se pretende resolver os conflitos entre veículos motorizados e bicicletas, a qual **depende da relevância do tráfego motorizado e do tráfego ciclista.**

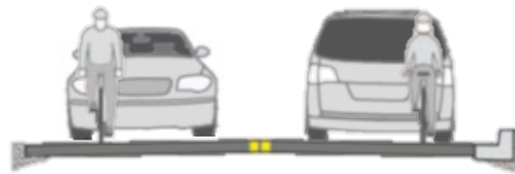


Tipo de percurso ciclável

Vias banalizadas

O ciclista partilha o espaço com os veículos motorizados

Interior da malha urbana, nos bairros e áreas centrais



Aproveitamento de infraestrutura existente

Possibilidade de aplicação temporária

Baixo custo

Limitado a arruamentos com velocidade de circulação até 30 km/h

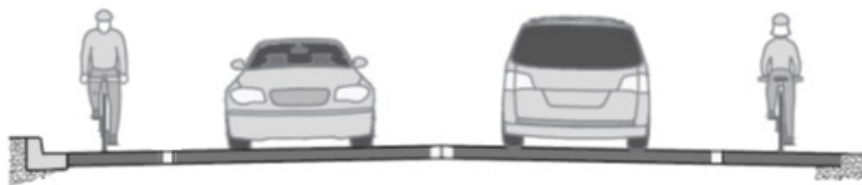
Necessidade de estrito cumprimento de regras de trânsito e acalmia de tráfego

Necessidade de campanhas de informação e sensibilização junto dos condutores dos veículos motorizados e dos ciclistas

Faixas cicláveis

O ciclista dispõe de espaço próprio de circulação na faixa de rodagem, delimitado por marcação rodoviária (separação visual)

Nas ligações entre bairros e em meio urbano



Boa integração em intersecções (ciclista visível)

Custo moderado

Consumo reduzido de espaço

Facilidade de manutenção

Possibilidade de invasão do espaço (e.g., estacionamento)

Proximidade com o tráfego motorizado sem restrições significativas de velocidade

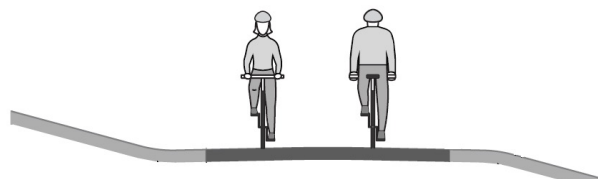
Pistas cicláveis

O ciclista é afastado dos veículos motorizados, mediante uma infraestrutura ciclável dedicada e fisicamente segregada (separação física)

Em zonas periurbanas ou entre aglomerados urbanos

Junto a vias urbanas de Nível I
Em eixos com número reduzido de intersecções

Estradas urbanas que asseguram ligações intermunicipais e regionais: correspondem a vias-rápidas urbanas, com limites de velocidade máxima de 80 km/h, exceccionalmente até 100 km/h



Separação física para ciclistas

Conflitos com o tráfego motorizado apenas nas intersecções

Promotor de novos utilizadores da bicicleta

Custos de construção e manutenção elevados

Dificuldade em disponibilizar espaço em meio urbano consolidado

Conflitos com veículos motorizados em intersecções e saídas

Conflitos com peões.

Seleção

Tipo de segregação do tráfego motorizado relativamente ao de velocípedes

		Importância do tráfego	Tipo de segregação		
volumes de tráfego de ciclistas superiores a 300 bicicletas por hora (no período de ponta)	Bicicleta	Motorizado	Pistas cicláveis	Faixas cicláveis	Vias banalizadas
	Itinerário ciclista	Primário	Recomendada	Desaconselhada	Desaconselhada
		Moderado	Exequível	Recomendada	Desaconselhada
		Limitado	Desaconselhada	Exequível	Recomendada
		Inexistente	Recomendada	Exequível	Desaconselhada
Restantes situações	Secundário	Primário	Recomendada	Exequível	Desaconselhada
		Moderado	Exequível	Recomendada	Exequível
		Limitado	Desaconselhada	Desaconselhada	Recomendada
		Inexistente	Recomendada	Desaconselhada	Desaconselhada

volumes de tráfego de 600 a 700 vle/h no período de ponta (800 a 1200 vle/h em cidades grandes)

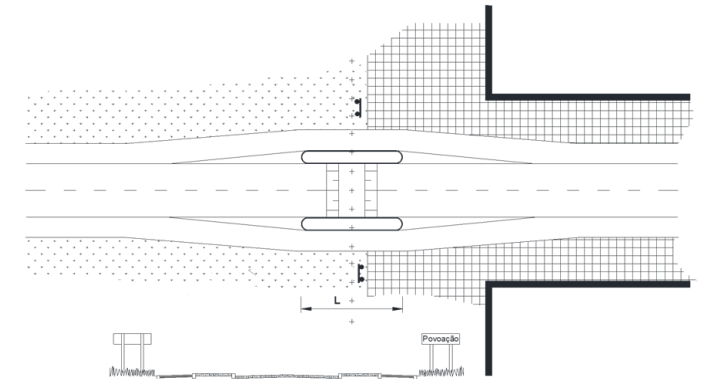
volumes de tráfego de 200 a 250 vle/h no período de ponta

volumes de tráfego < 200 a 250 vle/h no período de ponta

sem tráfego de veículos ligeiros, podendo ter tráfego de autocarros urbanos

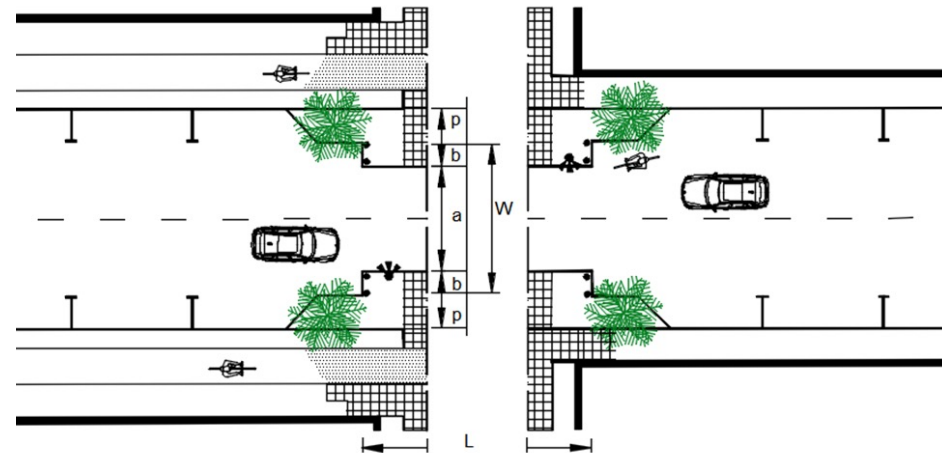
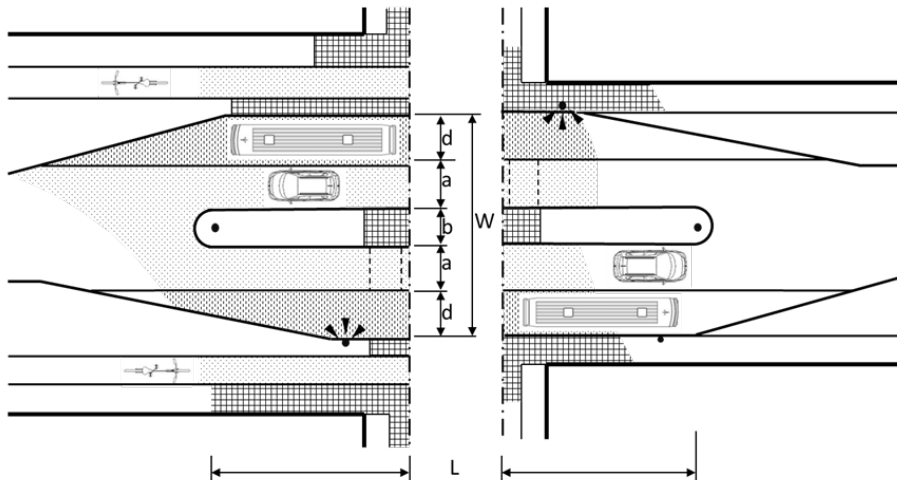
Fascículo IV

- Medidas de acalmia de tráfego e demais dispositivos de tráfego
- (adequados ao tráfego de peões, de velocípedes, de transportes públicos e de outros veículos motorizados)



(1) Ciclista em pista

(2) Ciclista em faixa de rodagem



Características a considerar por categoria hierárquica da rede

1. Zonas de coexistência
2. Zonas de 30 km/h
3. Atravessamento de localidades
4. Arruamentos com limite de velocidade não inferior a 50 km/h

Nas **Zonas 30 e nas ZDC** a **velocidade** desejada dever resultar naturalmente da **configuração do traçado e da envolvente da rua**. Caso isto não seja possível, devem ser instalados dispositivos de limitação de velocidade espaçados no máximo de 50 m.

Quando se pretenda não limitar o acesso a utentes vulneráveis em atravessamentos ou arruamentos com limite de velocidade não inferior a 50km/h, é recomendável que o tráfego de peões e o de ciclistas sejam segregados, mediante instalação de passeios e faixas ou pistas para ciclistas.

Dispositivos de tráfego

Os dispositivos de tráfego foram organizados em conjuntos, adaptados ao tipo de situação de tráfego urbano a tratar e organizados para que as desvantagens de uns sejam mitigadas pelas vantagens de outros

Classe de conjunto de dispositivos	Abreviatura	Número de conjuntos
Velocípedes em secção corrente	VSC	9
Velocípedes em intersecções	VI	5
Passagens para utentes vulneráveis	PUV	16
Limitação de velocidades	LV	8
Delimitação de fronteira	DF	1
Ordenamento do tráfego	DOT	1
Tráfego misto	TM	4

Seleção de dispositivos de tráfego

Na base das recomendações apresentadas está o caráter bidimensional dos arruamentos na **vertente movimento e lugar**

A vertente movimento pode ser classificada em quatro categorias:

- *Principal* (volumes de tráfego não inferiores a 500 VLE por hora de ponta em localidades pequenas, a 700 VLE por hora de ponta em vilas médias e a 1200 VLE por hora de ponta em cidades grandes)
- *Moderada* (volume de tráfego inferior aos valores atrás referidos mas superior a 200 VLE por hora de ponta)
- *Pequena* (volumes de tráfego inferiores a 250 VLE por hora de ponta)
- *Ausente* (trechos sem tráfego permanente de veículos motorizados)

	Lugar		Movimento	
Velocidade máxima	Velocidade de caminhada	30 km/h	50 km/h	50 ~ 70 km/h
Estacionamento	Lugares marcados	Preferencialmente em lugares marcados	Preferencialmente em lugares marcados	Fora da faixa de rodagem
Controlo de acessos	Não	Não	Por estrada ou cruzamento principal	Por estrada ou cruzamento principal
Separação de contra fluxos	Não	Não	Sim, quando existe espaço	Sim
Cruzamentos	Interseções	Interseções	Interseções	Interseções ou nós
Sinais luminosos	Não	Não	Geralmente não	Geralmente sim
Transporte coletivo	Nenhum	Presença ocasional	Sem objeção	Sem objeção
Paragens de autocarro ou elétrico	Não	Em linha ou avançada	Localização depende do volume e da frequência	Fora da faixa de rodagem
Circulação longitudinal de ciclistas	Com o restante tráfego	Via banalizada	Faixa ou pista ciclável	Faixa ciclável
Circulação longitudinal de ciclomotores	Com o restante tráfego	Via banalizada	Faixa ou pista ciclável	Faixa ciclável
Circulação longitudinal de peões	Com o restante tráfego	Passeio	Passeio	Passeio
Travessia de peões e ciclistas	Dispersa	Dispersa ou em passagem para peões de nível	Passagem para peões de nível	Em passagens para peões desniveladas ou com sinais luminosos
Zona de jogos para crianças	Com o restante tráfego	Passeio	De preferência afastada da estrada	Afastada da estrada
Dispositivos de controlo da velocidade	Necessário	Necessários	Apenas em locais onde é desejável diminuir a velocidade para valores inferiores	Nenhum

Dispositivos de tráfego

Seleção de conjuntos de dispositivos para velocípedes em secção corrente

Vertente movimento	Carros	Principal	X							
		Moderada			X					
		Pequena					X			
		Ausente							X	
Velocípedes	Rota (trajeto importante)	X		X		X		X		
	Trajeto corrente		X		X		X		X	
Segregação	Pista ciclável	VSC01	VSC01	VSC02	VSC02					
	Faixa ciclável		VSC05	VSC06	VSC06	VSC07				
	Via banalisada				VSC11	VSC12	VSC12			
	Outra							VSC13	VSC14	

VSCx – Código dos conjuntos de dispositivos para velocípedes em secção corrente

Recomendado
Possível
Desaconselhado

Seleção de conjuntos de dispositivos para velocípedes em interseções

Tipo de segregação no ramo de aproximação	Conjunto de dispositivos
Separação física:	
Pista ciclável à direita	VI 01
Pista ciclável à esquerda	VI 02
Separação visual	VI 03
Vias banalizadas e ZDC:	
Perfil transversal tipo habitual	VI 04
ZDC	Saída
Outra:	
Pista ciclável	VI 05
Rua sem veículos ligeiros	Saída
Via de bus paralela a pista ciclável	VI 01
Via de bus paralela a faixa ciclável	VI 03
Com sinais luminosos	*

* Desaconselhado

VIx – Código dos conjuntos de dispositivos para velocípedes em interseções

Dispositivos para circulação de velocípedes em secção corrente

Segregação	Sentidos	Estacionamento	Conjunto de dispositivos		
			VSC01	VSC06	VSC12
Pista ciclável	1 sentido	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.3	-	-
	2 sentidos	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.3	-	-
Faixa ciclável	1 sentido	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.2	-
	2 sentidos	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.2	-
	Bicicleta em sentido inverso	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.2	-
Via banalizada	1 sentido	Ausente	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Na faixa de rodagem	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Faixa específica	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
	2 sentidos	Ausente	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Na faixa de rodagem	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Faixa específica	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
	Sentido inverso bicicleta	Ausente	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Na faixa de rodagem	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
		Faixa específica	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
Rodovia distribuidora paralela	-	Ausente	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	-	-
	-	Na faixa de rodagem	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	-	-
	-	Faixa específica	Fasc. III Cap. 3.2.3.1	-	-
ZDC	Residencial	-	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1
	Comercial	-	-	-	Fasc. III Cap. 3.2.3.1

Conjuntos de dispositivos para circulação de velocípedes em interseções

Tipo de conflito	Conjunto de dispositivos						
	VI01	VI02	VI03	VI04	VI05	VI06	VI07
A 	FIV-4.4-12 (*)	-	FIV-4.4-12 (*)	(*)	-	VI01 VI03	FIV-4.1-18 VI04
B 	FIV-4.4-12 (*)	FIV-4.4-12 (*)	FIV-4.4-12 (*)	(*)	FIV-4.4-12 (*)	-	-
C 	FIV-4.2-25 FIV-4.4-12 (*)	-	FIV-4.2-20 FIV-4.2-25 FIV-4.4-12	FIV-4.2-20 FIV-4.2-25	-	-	-
D 	(*)	-	FIV-4.4-13 (*)	FIV-4.4-13 (*)	-	-	-
E 	FIV-4.2-25	-	FIV-4.2-20 FIV-4.2-25	FIV-4.2-20 FIV-4.2-25	-	-	-
F 	-	FIV-4.2-25	-	-	-	-	-
G 	-	(*)	-	-	-	-	-
H 	-	FIV-4.4-12 (*)	-	-	-	-	-
I 	-	FIV-4.4-12 (*)	-	-	-	-	-
J Sem conflitos específicos	-	-	-	FIV-4.4-09	-	-	-

* Ver também Fasc. III.

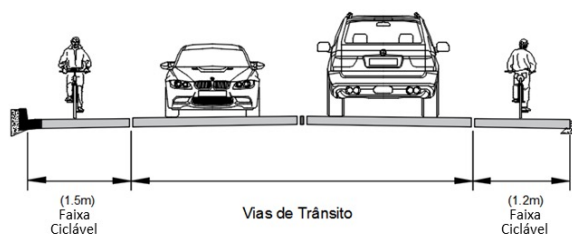
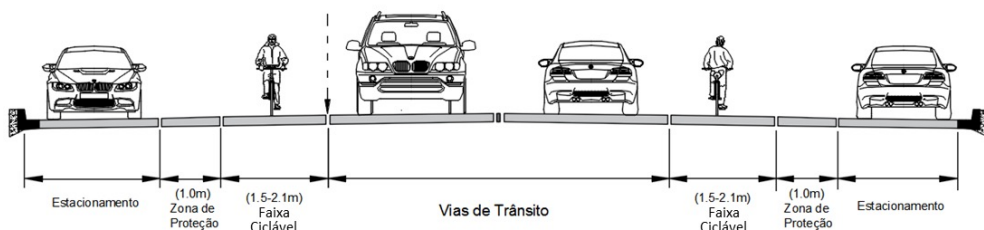
Legenda:

Velocípede
 Veículo motorizado

Código de cores:

Recomendado
 Possível

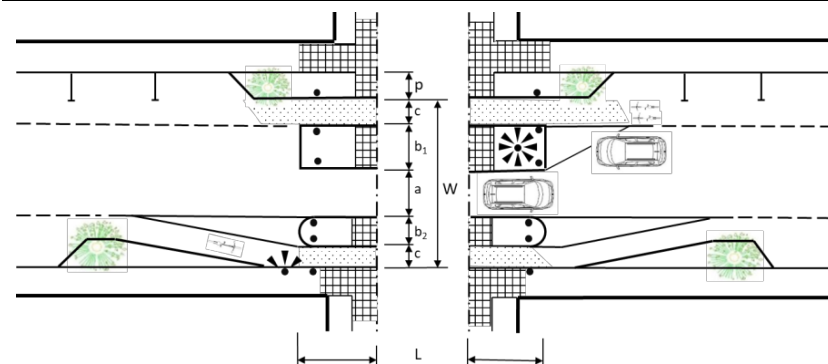
Fascículo III – Cap. 3.2.3.2



Perfil transversal tipo de faixas cicláveis

FIV-4.2-12

LABORATÓRIO NACIONAL
ENGENHARIA CIVIL



Dimensões:

$a = 2,75$ a $3,25$ m

$b_1 \geq 2,25$ m

$b_2 \geq 1,50$ m

$c = 1,35$ m

p = largura do estacionamento

$L = 5,00$ a $10,0$ m

Bisel de afastamento das faixas cicláveis $\leq 1:5$

Quando aplicado repetidamente no mesmo trecho, a distância entre dispositivos deverá permitir que dois veículos pesados se cruzem sem problemas.

Campo de aplicação:

$W \geq 9,20$ m

Volume de tráfego < 400 a 600 VLE/hora de ponta

$V_{85} < 50$ km/h

Dois sentidos de circulação com uma distribuição equilibrada entre sentidos

Não aplicável em arruamentos de nível hierárquico I e II (consultar o capítulo 2.5 do Fascículo I para detalhes sobre a hierarquia de rede)

Vantagens:

Redução da distância de atravessamento e atravessamento em fases

Excelente visibilidade mútua entre condutores, peões e ciclistas

Redução moderada a elevada da velocidade, dependendo do volume de tráfego

Circulação segura e confortável de ciclistas

Prioridade natural aos veículos que se deslocam numa das vias quando encontram veículos em sentido contrário

Desvantagens:

Limitada capacidade de armazenamento de ciclistas nas pistas laterais

Pode influenciar a escolha de itinerário

Redução do número de lugares de estacionamento

Fascículo IV

Medidas de acalmia de tráfego e demais dispositivos de tráfego

Organizadas em cinco grupos:

- Zonas de fronteira entre diferentes perfis transversais e diferentes tipos de tráfego;
- Alterações nos alinhamentos horizontais (estrangulamentos, estreitamentos nas entradas das interseções, gincanas);
- Alterações nos alinhamentos verticais (pré-avisos, lombas, plataformas e passagens para peões elevadas, interseções elevadas e vias ao nível dos passeios);
- Cruzamentos (interseções convencionais e rotundas);
- Outros elementos (árvores, candeeiros, encerramentos parciais ou totais de vias, marcação e tratamento do pavimento).

Foi considerada uma codificação dos dispositivos de forma orientar o leitor para a sua localização que contém um identificador de fascículo, de capítulo e de sequência.

FIV-4.4-01: é apresentado no **Fascículo IV**, no capítulo **4.4**, e aparece em **primeiro lugar (01)**.

Obrigada

Sandra Vieira Gomes

sandravieira@lnec.pt