

Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos

FASCÍCULO 3
Características geométricas
para vias de tráfego
não motorizado

Autoria

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Sandra Vieira

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento,
Tráfego e Segurança

João Lourenço Cardoso

Investigador Principal com Habilitação,
Núcleo de Planeamento, Tráfego e Segurança

Carlos Roque

Bolseiro de Pós-Doutoramento, Núcleo de Planeamento,
Tráfego e Segurança

Elisabete Arsénio

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Planeamento,
Tráfego e Segurança

João Manuel Serra Garcia Ferreira

Bolseiro de Investigação, Núcleo de Planeamento,
Tráfego e Segurança

Colaboração

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES

Cristina Sousa

Técnica Superior

José Pereira Gil

Técnico Superior

Cristina Cabral

Assistente Técnica

Paulo Miranda

Assistente Técnico

Coordenação

POR PARTE DO INSTITUTO DA MOBILIDADE
E DOS TRANSPORTES, I.P.

Ana Cristina Silva

Técnica Superior

João Couto

Técnico Superior

Documento normativo para aplicação a arruamentos urbanos

Guidelines for the design of urban roads

FASCÍCULO 3

Características geométricas para
vias de tráfego não motorizado

BOOKLET 3

*Geometric characteristics of
non-motorized traffic roads*

Resumo Abstract

O presente trabalho insere-se no âmbito de um protocolo entre o IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e destina-se a dar resposta à medida 25.92 do objetivo estratégico Infraestruturas Mais Seguras da Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária - PENSE2020, consistindo na elaboração de uma norma técnica para aplicação a arruamentos urbanos, que possa contribuir para promover a melhoria da rede rodoviária municipal, designadamente através da adoção, no País, de critérios uniformes no dimensionamento do traçado e no ordenamento da envolvente dos arruamentos urbanos, aspetos importantes para a obtenção de rodovias autoexplicativas necessárias para o pretendido Sistema Seguro.

A norma técnica está organizada em quatro fascículos, destinados a contemplar os fundamentos sobre utentes e rede rodoviária, as características geométricas para rodovias com tráfego motorizado e não motorizado e as medidas de acalmia de tráfego aplicáveis a cada tipo de arruamento.

Apresenta-se neste documento o Fascículo III, relativo às características geométricas para vias de tráfego não motorizado, onde se incluem considerações sobre os caminhos pedonais e sobre os percursos para velocípedes. São também apresentadas considerações sobre o estacionamento de veículos não motorizados e as particularidades da conceção das zonas de coexistência.

Palavras-chave: Norma de traçado / Arruamentos urbanos / Ambiente rodoviário

This work refers to the study requested to the National Civil Engineering Laboratory, IP (LNEC) by IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (Institute for Mobility and Transport), aiming at responding to the measure 25.92 of the strategic objective Safer Infrastructures of the National Road Safety Strategy - PENSE2020, and falls within the scope of the protocol between these two institutions. The purpose of the study is to elaborate a technical standard for application to urban streets, which may contribute to promote the improvement of the municipal road network, namely through the adoption of uniform criteria in the dimensioning of the route and the planning of the urban street environment, at the national level. These are essential aspects to obtain self-explanatory roads necessary for the intended Safe System.

The technical standard is organised into four volumes, designed to cover the fundamentals of road users and the road network, the geometric characteristics for motorized and non-motorized roads, and traffic calming measures applicable to each street type.

This document presents Volume III, about the geometric characteristics of non-motorised traffic roads, which includes considerations on footpaths and cycle paths. Considerations on the parking of non-motorised vehicles and the particularities of the design of “woonerf” areas are also presented.

Keywords: Design standard / Urban roads / Streets / Road environment

Lista de Abreviaturas

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials
ACAPO – Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal
 a_{cp} – Aceleração Centrípeta
AIPCR – Association Mondiale de la Route
ANSR – Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
APA – Agência Portuguesa do Ambiente
Austroroads – Organisation of Road Transport and Traffic Agencies in Australia and New Zealand
BRT – Bus Rapid Transit
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CE – Código da Estrada
CEREMA – Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement
CERTU – Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publiques
CROW – Information and Technology Centre for Transport and Infrastructure
CRR – Centre de Recherches Routières
DF – Delimitação de Fronteira
DfT – Department for Transport
DGT – Direção Geral de Transportes de Génève
DGV – Direção-Geral de Viação
DOT – Conjunto de dispositivos de Ordenamento do Tráfego
DV – Distância de visibilidade
DVC – Distância de Visibilidade para Manobra de Contorno
DVD – Distância de Visibilidade de Decisão

DVP – Distância de visibilidade de paragem
DVU – Distância de Visibilidade de Ultrapassagem
ECC – Estações Centrais de Camionagem
 F_{rc} – Força de Reação Centrífuga
 F_{at} – Superfície do Pavimento
 F_{cp} – Força Centrípeta
FHWA – Federal Highway Administration
FPH – Fator de Ponta Horário
 f_{tmin} – Coeficiente de Atrito Transversal mínimo
 f_{tmax} – Coeficiente de Atrito Transversal máximo
 g – Aceleração da Gravidade
HCM – Highway Capacity Manual (Manual de Capacidade de Estradas)
IC – Itinerário Complementar
IHIE – Institute of Highway Incorporated Engineers
IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P.
IMTT, I.P. – Instituto de Mobilidade e Transportes Terrestres, I.P.
InIR – Instituto das Infraestruturas Rodoviárias
IP – Itinerário Principal
ISA – Intelligent Speed Adaptation
ITE – Institute of Transportation Engineers
ITF – International Transport Forum
ITS – Intelligent Transport Systems (Sistemas Inteligentes de Transporte)
JAÉ – Junta Autónoma de Estradas
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P.
 $LR_{máx}$ – Comprimento máximo do alinhamento reto
 $LR_{mín}$ – Comprimento mínimo do alinhamento reto
LRV – Lombas Redutoras de Velocidade

LV – Conjunto de dispositivos para Limitação de Velocidades
M – Massa
MOP – Ministério das Obras Públicas
OE – Outras Estradas
OECD – Organization of Economic Cooperation and Development
ONU – United Nations Organization
P – Peso do Corpo
PDU – Plano de Deslocações Urbanas
PENSE – Plano Estratégico Nacional de Segurança Rodoviária
PIARC – World Road Association
PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território
PRP – Prevenção Rodoviária Portuguesa
PUV – Dispositivos para Passagens para Peões ou Velocípedes
R – Raio de Curvatura
RRN – Rede Rodoviária Nacional
RST – Regulamento de Sinalização e Trânsito
RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios
SA – Standards Australia
SAE – Society of Automotive Engineers
Se – Sobrelevação
SL – Sobrelargura
SMTC Tisséo – Tisséo Voyageurs, Tisséo Collectivités, Tisséo Ingenieire
SNRIPD – Secretariado Nacional de Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência
SWOV – Institute for Road Safety Research
TM – Conjunto de dispositivos para Tráfego Misto

TMD – Tráfego Médio Diário
TMDA – Tráfego Médio Diário Anual
TP – Transporte Público
TRB – Transportation Research Board
UITP – The International Association of Public Transport
V – Velocidade do Veículo
 V_{85} – Percentil 85 da distribuição de velocidades
 V_B – Velocidade Base
VHP – Volume Horário de Projeto
VI – Conjunto de dispositivos para Velocípedes em Intersecções
VLE – Veículos Ligeiros Equivalentes
VSC – Conjunto de dispositivos para Velocípedes em Secção Corrente
VT – Velocidade não impedida
ZDC – Zonas de Coexistência
ZEDL – Zonas de Estacionamento de Duração Limitada

Índice

01. Introdução 16

02. Caminhos pedonais 20

2.1	Enquadramento	20
2.2	Tipologias e seleção	22
2.2.1	Tipologias	22
2.2.2	Seleção do tipo de passagem pedonal	27
2.3	Caraterísticas dimensionais	30
2.4	Outras caraterísticas	31
2.5	Obstáculos	33
2.6	Pontos de descanso	37
2.7	Rampas e escadas	38
2.7.1	Características dimensionais das rampas	38
2.7.2	Características dimensionais das escadas	41
2.8	Passagens para peões	42
2.8.1	Generalidades	42
2.8.2	Atravessamentos pedonais nas proximidades de paragens de transportes coletivos	47
2.8.3	Passagens para peões reguladas por sinais luminosos	48
2.8.4	Passagens de peões desniveladas	49

03. Rodovias com velocípedes 52

3.1	Tipologias	52
3.2	Conceção, seleção e dimensionamento	54
3.2.1	Conceção	54
3.2.2	Seleção	55
3.2.3	Dimensionamento	57
3.3	Configuração e medidas a aplicar em locais específicos	63
3.3.1	Passagem para velocípedes	63
3.3.2	Início e fim de percurso para velocípedes	65
3.3.3	Interseções	67
3.3.4	Acessos a garagens e parques de estacionamento	77

04. Estacionamentos 78

4.1	Tipos	78
4.2	Estacionamento de velocípedes	79
4.3	Estacionamento de trotinetes de uso partilhado	83

05. Zonas de coexistência 84

5.1	Introdução	84
5.1.1	Enquadramento legal	84
5.1.2	Enquadramento histórico	85
5.1.3	Princípios funcionais e integração no Sistema Seguro	88
5.2	Características da rede de arruamentos	90
5.2.1	Tipologias	90
5.2.2	Integração no espaço urbano	90
5.2.3	Portões	92
5.2.4	Parâmetros geométricos dos alinhamentos	93
5.2.5	Outros elementos	96

Referências bibliográficas 100

Anexos 104

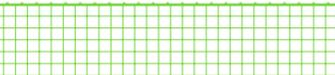
Índice de figuras

Figura 2.1 – Exemplos de zonas de caminhos pedonais	24	Figura 2.10 – Disposição dos avisos em passagem para peões com e sem regulação por sinais luminosos (ACAPO)	36	Figura 2.20 – Refúgio para peões (Marques, 1994)	47	Figura 3.7 – Passagem para peões e velocípedes com sinalização luminosa (adaptado de Austroads, 2017a)	63
Figura 2.2 – Procedimento de escolha da tipologia de passagens pedonais (IMTT, 2011c)	29	Figura 2.11 – Guardas de segurança em refúgio pedonal com largura superior a 2,5 m (ACAPO)	36	Figura 2.21 – Passagens para peões reguladas por sinais luminosos fora de interseções	48	Figura 3.8 – Exemplo de refúgio para velocípedes e peões (adaptado de Austroads, 2017a)	64
Figura 2.3 – Exemplo de distâncias de larguras úteis e de reserva de obstáculos (adaptado de TRB, 2010)	30	Figura 2.12 – Faixas de aproximação para sinalizar lanços de escadas (ACAPO)	37	Figura 2.22 – Passagem de peões superior com rampa (Foto: Cardoso, J. L.)	51	Figura 3.9 – Entrada e saída separadas de pista para velocípedes (adaptado de Austroads, 2017a)	66
Figura 2.4 – Características dimensionais e de disposição dos cravos em pavimentos podotáteis (https://okeenea-produit.com/blogs/accessibilite-erp/norme-bande-podotactile)	33	Figura 2.13 – Rampas em percursos pedonais acessíveis (SNRIPD, 2006)	39	Figura 2.23 – Passagem de peões inferior a arruamento com múltiplas vias (Foto: Cardoso, J. L.)	51	Figura 3.10 – Final de pista para velocípedes (adaptado de CROW, 1998)	66
Figura 2.5 – Planta do piso de alerta posicional cravado, considerando um módulo de 400 x 400 mm e perfil do cravo (ACAPO)	34	Figura 2.14 a e b – Corrimão duplo com elemento preênsil (SNRIPD, 2006)	40	Figura 3.1 – Seleção do tipo de percurso para velocípedes (adaptado de Veidirektoratet, 2000 e CERTU, 1998)	56	Figura 3.11 – Viragem à esquerda em vias de tráfego para velocípedes (adaptado de CROW, 1998)	73
Figura 2.6 – Planta do piso de alerta direcional num módulo de 400 x 400 mm com seis barras achatadas (ACAPO)	34	Figura 2.15 – Prática de rampas recomendada para segurança dos utilizadores mais vulneráveis (SNRIPD, 2006)	40	Figura 3.2 – Impactes dos trainéis na circulação de velocípedes (adaptado de CROW, 1998)	58	Figura 3.12 – Via de viragem à direita para velocípedistas (CROW, 1998)	73
Figura 2.7 – Planta do piso de cautela num módulo de 400 x 400 mm e perfil da barra arredondada (ACAPO)	34	Figura 2.16 – Prática de aplicação rampas recomendada (CROW, 1998)	41	Figura 3.3 – Perfil transversal tipo de vias de tráfego para velocípedes (adaptado de AASHTO, 2012)	59	Figura 3.13 – Interseção na presença de pista para velocípedes – Solução de aproximação (adaptado de CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b, e de CROW, 1998)	74
Figura 2.8 – Zona a sinalizar para o obstáculo – passagem para peões de nível (ACAPO, s.d.)	35	Figura 2.17 – Dimensões recomendáveis para a conceção de passagens para peões (adaptado de IMTT, I. P., 2011c)	43	Figura 3.4 – Perfil transversal tipo de pistas para velocípedes bidirecionais (adaptado de AASHTO, 2012)	60	Figura 3.14 – Interseção na presença de pista para velocípedes – Solução de afastamento (adaptado de CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b, e de CROW, 1998)	75
Figura 2.9 – Sinalização de passagem para peões (ACAPO)	35	Figura 2.18 – Rebaixamento do passeio se a largura do passeio for igual ou superior a 2,00m (adaptado de Teles e Silva, 2018 e ACAPO, s. d.)	44	Figura 3.5 – Corredor fechado partilhado Bus e velocípedes (Centre de Recherches Routières, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b).	62	Figura 3.15 – Via segregada de viragem à direita para velocípedistas (CROW, 1998)	76
		Figura 2.19 – Rebaixamento do passeio se a largura do passeio for inferior a 2,00m (adaptado de Teles e Silva, 2018 e ACAPO, s.d.)	45	Figura 3.6 – Corredor aberto partilhado Bus e velocípedes (CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b).	62		

Índice de quadros

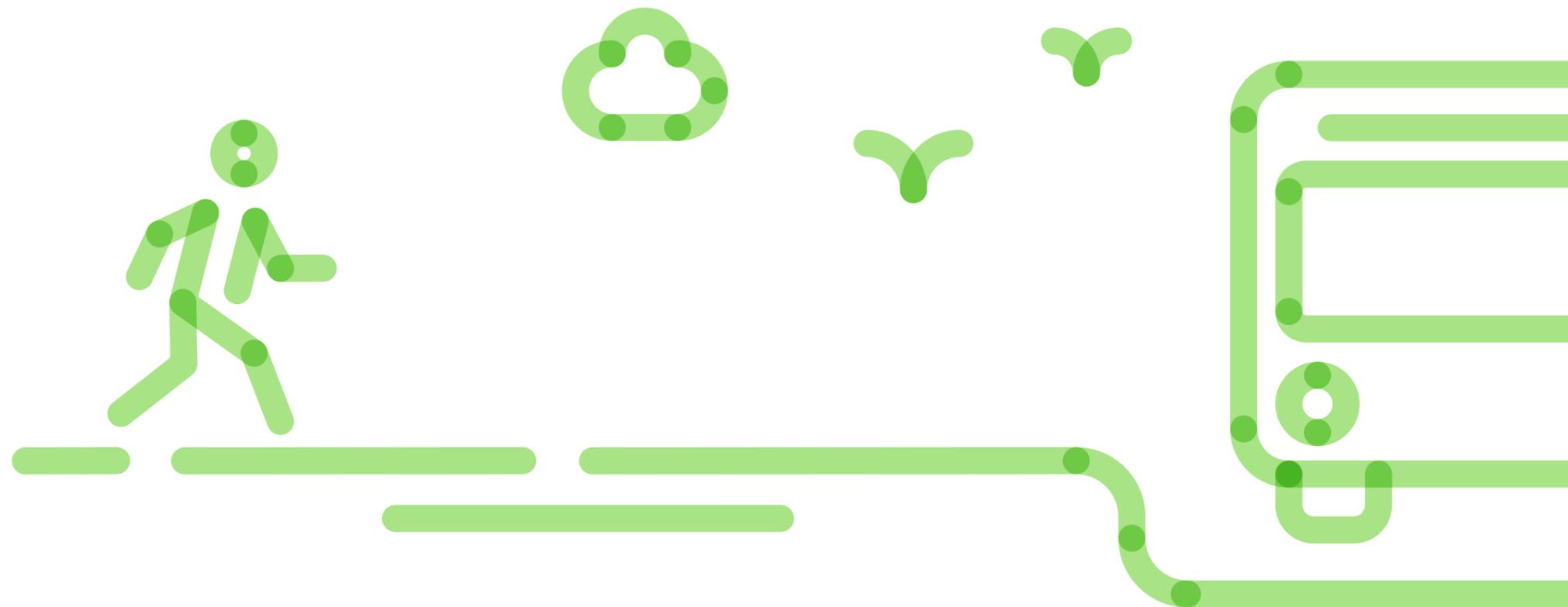
Figura 3.16 – Interseção com sinalização luminosa e via de tráfego para velocípedes (DGT, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b)	77	Figura 5.2 – Inserção de uma ZDC na malha urbana (adaptado de IHIE, 2002)	88	Quadro 2.1 – Medidas de intervenção no âmbito das redes e deslocações pedonais (adaptado de IMTT, I.P., 2011f)	21	Quadro 3.2 – Síntese das tipologias de rodovias cicláveis (adaptado de IMTT, I.P., 2011b; CROW, 1998)	53
Figura 3.17 – Rotunda de média dimensão com pista para velocípedes segregada em que os velocípedistas perdem prioridade (CROW, 1998)	77	Figura 5.3 – Configurações da rede interna em ZDC, para prevenir o tráfego de atravessamento (adaptado de CROW, 1998)	91	Quadro 2.2 – Componentes da rede pedonal (adaptado de CML, 2013)	22	Quadro 3.3 – Requisitos e expectativas dos velocípedistas (adaptado de IMTT, I.P., 2011b; CROW, 1998; Austroads, 2017a)	54
Figura 4.1 – Estacionamento de velocípedes na faixa de rodagem (adaptado de CEREMA, 2016)	79	Figura 5.4 – Localização dos portões de ZDC na rede rodoviária urbana (adaptado de CROW, 1998)	92	Quadro 2.3 – Diferenciação das zonas dos passeios	23	Quadro 3.4 – Tipo de segregação do tráfego motorizado relativamente ao de velocípedes (adaptado de CROW, 1998)	55
Figura 4.2 – Estacionamento de velocípedes em Box (https://www.reliance-foundry.com/bike-parking/bike-lockers)	80	Figura 5.5 – Larguras do caminho de circulação para veículos motorizados, de via única ou dupla	94	Quadro 2.4 – Critérios para análise da configuração de passagens pedonais (Normas VSS – “Association Suisse des professionnels de la route et des transports”, referidas em IMT, 2011c)	28	Quadro 3.5 – Raio mínimo em curva horizontal (Austroads, 2017c)	61
Figura 4.3 – Estacionamento de velocípedes em parques cobertos em edifício (CEREMA, 2014)	80	Figura 5.6 – Diferenciação da superfície do pavimento para tratamento de intersecções	94	Quadro 2.5 – Parâmetros de dimensionamento de passeios (Portaria n.º 1136/2001 de 25 de setembro)	31	Quadro 3.6 – Conflitos “seguros” entre diferentes tipos de tráfego de acordo com a velocidade (CROW, 2016)	70
Figura 4.4 – Suporte para estacionamento de velocípede (CEREMA, 2020)	81	Figura 5.7 – Utilização de estacionamento para integração de desvios no alinhamento do caminho dos veículos motorizados (adaptado de IHIE, 2002)	95	Quadro 2.6 – Aderência e conforto dos materiais para percursos pedonais (CEREMA, 2019)	32	Quadro 3.7 – Síntese dos principais requisitos em intersecções (CROW, 2016)	72
Figura 4.5 – Abrigo para estacionamento de velocípede (DGT, 2014)	81	Figura 5.8 – Sinuosidade através de textura e coloração diferenciada do pavimento (Foto: Cardoso, J.L.)	96	Quadro 2.7 – Velocidades consideradas para o dimensionamento dos tempos de atravessamento dos peões (IMTT, I.P., 2011c)	49		
Figura 4.6 – Dimensões do estacionamento para velocípedes tipo “Sheffield” em Lisboa (CML, 2018)	82			Quadro 2.8 – Tipologia de travessias desniveladas (adaptado de CROW, 1998)	50		
Figura 5.1 – Elementos característicos de um <i>woonerf</i> holandês (adaptado de FHWA, 1994)	86			Quadro 3.1 – Terminologia para rodovias com velocípedes	52		

Legenda gráfica

	Zona verde
	Faixa de rodagem
	Via de tráfego ou pista para velocípedes
	Espaço destinado à separação de zonas de circulação (ilhéus, separadores, etc.) podendo ser em diferentes materiais (vegetação, calçada, betão, etc.)
	Passeio
	Pavimento em blocos
	Sinal em planta (em figuras com corte)
	Linha de corte
	Rampa
	Candeeiro (iluminação direcionada)
	Candeeiro (iluminação a 360°)
	Pilarete
	Peão em planta
	Velocípede em planta
	Veículo ligeiro em planta
	Veículos pesados de passageiros em planta
	Veículo pesado de mercadorias em planta
	Arbusto
	Zona de instalação de dispositivo de limitação de velocidade

01.

Introdução



O presente documento normativo insere-se no âmbito de um protocolo entre o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT) e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), tendo por objetivo a elaboração de uma norma técnica para aplicação a arruamentos urbanos, que possa contribuir para promover a melhoria da segurança da rede rodoviária municipal urbana, designadamente através da adoção, no País, de critérios uniformes no dimensionamento do traçado e no ordenamento da envolvente dos arruamentos urbanos, aspetos importantes para a obtenção de rodovias autoexplicativas e tolerantes, condição necessária para a obtenção do Sistema Seguro visado com a Estratégia Nacional de Segurança Rodoviária - PENSE2020. O trabalho insere-se na medida 25.93 do objetivo estratégico Infraestruturas Mais Seguras desta estratégia.

A consecução de um Sistema Seguro baseia-se na aderência a um conjunto de quatro preceitos bem conhecidos: os seres humanos podem cometer erros que originem acidentes de viação; o corpo humano tem uma capacidade limitada

para suportar as forças geradas num impacto sem sofrer lesões irreversíveis; é uma responsabilidade partilhada entre quem projeta, constrói, gere e usa as rodovias e os veículos, bem como de quem presta assistência pós-acidente, prevenir que possam ocorrer acidentes que provoquem lesões graves ou mortais; todos os elementos do sistema devem ser reforçados para aumentar os seus efeitos, para que, se um elemento falhar, os utentes rodoviários continuem a estar protegidos (ITF, 2008 e ITF, 2016).

Na Holanda, por exemplo, estes preceitos têm correspondência prática em cinco princípios: monofuncionalidade das rodovias, numa rede estruturalmente hierarquizada; homogeneidade de massa, velocidade e direção para velocidades moderadas ou altas; traçados autoexplicativos, para gerarem previsibilidade dos trajetos rodoviários e do comportamento dos utentes; limitação da gravidade das lesões, através de envolvente rodoviária tolerante e da antecipação dos comportamentos de condução; e autoconhecimento do estado dos condutores, dispondo estes da capacidade para avaliar em

cada momento as suas capacidades para realizar a tarefa de condução (Wegman e Aarts, 2006).

Os quatro primeiros princípios referidos são relevantes para o projeto das rodovias urbanas e deles decorre uma recomendação quanto às velocidades máximas (seguras) em situações de tráfego típicas (Cardoso, 2010): 30 km/h em rodovias suscetíveis de ocorrerem conflitos entre veículos motorizados e utentes desprotegidos; 50 km/h, em interseções onde possam verificar-se conflitos laterais entre veículos ligeiros; 70 km/h onde possam ocorrer conflitos frontais entre veículos ligeiros; e 100 km/h ou mais, quando não forem possíveis conflitos laterais ou frontais entre utentes rodoviários.

Os mencionados preceitos e princípios são aplicados na abordagem do traçado de rodovias urbanas adotada na elaboração do presente documento normativo, em consonância com o PENSE 2020.

Esta norma técnica está organizada em quatro fascículos, em que se abordam os fundamentos

sobre utentes e rede rodoviária, as características geométricas para rodovias com tráfego motorizado e não motorizado e as medidas de acalmia de tráfego e outros dispositivos rodoviários aplicáveis a cada tipo de arruamento.

No Fascículo III apresentam-se os elementos relativos às características geométricas para rodovias com tráfego não motorizado, onde se incluem considerações sobre as características dos diferentes tipos de vias, consoante a categoria do utilizador principal e o nível hierárquico, incluindo os caminhos pedonais, as rodovias com velocípedes e as zonas de coexistência. São também apresentados os elementos complementares, específicos para o estacionamento de veículos não motorizados, igualmente relevantes para a conceção das envolventes rodoviárias urbanas.

Os utentes não motorizados partilham uma característica fundamental, decorrente do recurso à força própria para locomoção ou da potência limitada dos motores auxiliares de que dispõem, que é a ausência de um habitáculo de sobrevi-



vência em caso de impacto. Esta particularidade (são utentes desprotegidos) determina que sejam biomecanicamente frágeis e suscetíveis a lesões graves, quer por colisão com outros veículos quer em caso de simples queda, apesar das velocidades baixas a que circulam habitualmente. É pequeno o conhecimento acerca da génese dos acidentes envolvendo apenas utentes não motorizados. Tal é justificado parcialmente por as quedas na via pública não serem consideradas acidentes rodoviários, apesar de serem acidentes de viagem e de originarem uma percentagem importante dos feridos graves (MAIS 3+) e uma parcela não despreciable dos mortos por acidente na via pública (ver Methorst et al., 2016; e Cardoso e Gomes, 2019). Não obstante, sabe-se que nos países em que o transporte por velocípede é importante a infraestrutura está associada a metade dos acidentes corporais envolvendo apenas um destes utentes (ver capítulo 3.2.3).

Assim, na óptica dos utentes vulneráveis a obtenção de um Sistema Seguro depende fortemente da forma como foram abordados em projecto os três tipos de perigos mais relevantes para estes utilizadores: as intersecções das

redes pedonais e para velocípedes com a rede de rodovias para veículos motorizados; a supressão de fatores facilitadores de quedas ou do agravamento das respetivas consequências (obstáculos na zona livre); e as sobreposições dos trajetos para velocípedes com os dos veículos motorizados.

Os elementos disponibilizados neste Fascículo III destinam-se a permitir aos utilizadores do Documento Normativo incluir de forma integrada os tráfegos de peões e velocípedes com os dos transportes públicos e dos outros veículos motorizados, que são tratados nos demais Fascículos, no projeto das rodovias urbanas, conciliando as respetivas visões e propiciando um Sistema Seguro, cuja circulação seja eficiente e sem prejuízo para a qualidade e a legibilidade do ambiente construído.

Neste sentido, para facilitar a obtenção de um sistema que sirva todos os utentes de uma forma equilibrada, é recomendável que o projeto de arruamentos urbanos se inicie pela consideração, sucessiva, dos elementos relativos aos peões, velocipedistas, utentes de transportes públicos, veículos de emergência e serviços,

terminando com os relacionados com os veículos automóveis (DfT, 2007). Desta forma assegura-se que a infraestrutura projetada irá satisfazer os requisitos funcionais de peões, velocipedistas e utentes veículos de transporte público, para além dos associados aos ocupantes dos outros veículos motorizados (CROW, 1998).

Na elaboração do presente documento foram consultadas diversas referências internacionais e nacionais relevantes, conforme lista bibliográfica. Os critérios e metodologias de abordagem dos documentos nacionais não são sempre integralmente congruentes, o que obrigou, por vezes, a acolher apenas as recomendações de um deles. A aderência aos preceitos e princípios do Sistema Seguro acima referidos foi o critério privilegiado para a escolha de parâmetros e metodologias de abordagem recomendados, obrigando, por vezes, a adotar recomendações de documentos internacionais correspondentes, casos que são devidamente assinalados.

A sinalização apresentada nos desenhos é a mínima para se poder compreender o funcionamento do tráfego nos dispositivos. A pormenorização da sinalização tem de ser feita

respeitando o Regulamento de Sinalização do Tráfego (Decreto Regulamentar n.º 6/2019, de 22 de outubro), recomendando-se a consulta dos documentos normativos do InIR/IMT e do manual sinalização urbana publicado pela PRP (Almeida Roque, 2005).

No Capítulo 2 deste Fascículo III abordam-se as características geométricas para caminhos pedonais, designadamente quanto à tipologia, critérios de seleção e características dimensionais das passagens pedonais, bem como aos aspectos relacionados com escadas e rampas. No Capítulo 3 são tratadas as características das rodovias com velocípedes, incluindo a descrição das tipologias correntes e apresentadas orientações para conceção de locais específicos. No Capítulo 4 são examinados os aspetos relacionados com o estacionamento. A finalizar, o Capítulo 5 contém recomendações relativamente ao projecto de Zonas de Coexistência, incluindo as zonas de fronteira com a restante rede rodoviária urbana.



Caminhos pedonais

2.1 Enquadramento

Os aspetos mais importantes a considerar quando se concebem as infraestruturas pedonais, dizem respeito às características dos passeios e dos atravessamentos de ruas (IMTT, I.P., 2011c).

Os espaços para circulação pedonal devem permitir que os peões efetuem percursos em segurança, com conveniência e conforto. No Reino Unido, por exemplo, as infraestruturas pedonais devem satisfazer um conjunto de cinco características comumente designadas por 5 Cs: conectadas, confortáveis, convenientes, conviviais e conspícuas (DETR, 2000). A definição destes espaços deve ter em consideração as necessidades dos utentes mais vulneráveis que apresentam condicionalismos de mobilidade. Eles devem ser projetados para escoar adequadamente os volumes de tráfego existentes e no seu conjunto devem formar um sistema contínuo, homogéneo e articulado, que permita ao peão efetuar o seu percurso sem ter de sair dos locais apropriados. Esta articulação deve estender-se também às paragens da rede

de transportes públicos e aos lugares de estacionamento de veículos particulares, de forma a facilitar as deslocações a pé entre as paragens e estações e os locais de origem ou destino.

A localização dos percursos pedonais é influenciada por diversos fatores a ter em conta (Austroads, 2017c):

- Identificação das linhas de desejo seguidas pelos peões;
- Optar pelo melhor traçado possível para proporcionar uma deslocação confortável e segura, dentro dos recursos disponíveis. O custo das alternativas pode constituir um fator importante para determinar a localização do percurso;
- Localizar os serviços, comércio e equipamentos locais que possam ser de interesse para os utilizadores dos percursos;

Quadro 2.1

Medidas de intervenção no âmbito das redes e deslocações pedonais (adaptado de IMTT, I.P., 2011f)

Área de atuação	Exemplos de medidas
Intervenções físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Definição e hierarquização de uma rede pedonal estruturante contínua, confortável e segura, tendo em consideração as necessidades dos utilizadores mais vulneráveis (especialmente crianças, idosos e pessoas com mobilidade reduzida). • Identificação de zonas a requalificar e de ligações a melhorar, de modo a promover a sua utilização pelo peão, nomeadamente zonas envolventes às interfaces ou estações de Transporte Público (TP), centros dos núcleos urbanos, zonas com elevada concentração de funções urbanas. Esta requalificação pode consistir na afetação de alguns percursos unicamente aos peões e pelo desenvolvimento posterior de projetos de espaço público. • Identificação de zonas onde deveriam ser aplicadas medidas de acalmia de tráfego (por exemplo, zonas 30, zonas de coexistência, redução de largura das vias e passagens para peões sobrelevadas). • Identificação de zonas de interação e de potencial conflito com o tráfego automóvel, onde poderá ser necessário reformular interseções ou atravessamentos pedonais, particularmente junto a grandes geradores de deslocações. • Melhoria da sinalização de orientação, incluindo informação sobre a localização de equipamentos e serviços.
Infraestruturas de apoio	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de percursos onde devem ser implementados meios complementares de apoio à caminhada (por exemplo corrimãos, pontos de descanso, bebedouros) e sugestão dos equipamentos mecânicos mais adequados (designadamente ascensores e escadas rolantes).

- Garantir uma distância visual adequada ao longo do percurso para observar outros utilizadores do percurso;

- Assegurar que a conceção dos caminhos pedonais tem em conta a segurança pessoal dos seus utilizadores, particularmente em zonas relativamente isoladas;

- Facultar o acesso aos veículos de emergência e aos veículos de manutenção nas entradas dos percursos ou noutros pontos estratégicos;

- Promover a manutenção da envolvente, incluindo a remoção da vegetação excedente, mantendo as dimensões adequadas de árvores e arbustos, impedindo a acumulação de detritos ao longo dos percursos e proporcionando um eficiente sistema de drenagem;

- Sempre que possível escolher locais esteticamente agradáveis, para incentivar a utilização.

No projeto da infraestrutura pedonal deve atender-se a que os peões apresentam características heterogéneas e têm diferentes níveis de vulnerabilidade, pelo que é conveniente adotar um desenho urbano universal e inclusivo, que permita satisfazer eficazmente às necessidades de mobilidade para todos¹ (IMTT, I.P., 2011f). Numa óptica de Sistema Seguro, deve garantir-se a segregação dos peões relativamente ao tráfego motorizado, quando o limite de velocidade máxima for não inferior a 30 km/h (Cardoso, 2010).

São diversas as ações que podem ser implementadas com o intuito de promover as deslocações pedonais. No Quadro 2.1 é apresentada uma súmula das medidas mais diretamente relacionadas com intervenção física na infraestrutura (IMTT, I.P., 2011f).

¹Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto

2.2 Tipologias e seleção

2.2.1 Tipologias

Os caminhos pedonais inserem-se no domínio público territorial, disponibilizando uma área específica para as pessoas que viajam a pé, em cadeiras de rodas ou dispositivos de apoio à mobilidade pessoal, como andarilhos.

No presente documento foi considerada apenas a rede de caminhos pedonais formal, ou

seja, aquela que é constituída por passeios ou caminhos pedonais pavimentados e passagens para peões. É de salientar, no entanto, que, sendo a liberdade dos peões elevada, a caminhada destes envolve muitas vezes percursos não pavimentados. Sistematizam-se no Quadro 2.2 as diversas componentes da rede pedonal, desagregada pela sua tipologia.

Quadro 2.2
Componentes da rede pedonal (adaptado de CML, 2013)

Rede de percursos pedonais	Tipo	Características
Rede formal	Passeios/percursos pedonais pavimentados	Quase sempre ladeiam as vias rodoviárias; podem ser outros percursos pedonais alternativos, mas sempre pavimentados com materiais robustos, independentemente do tipo de material e da largura útil. Podem existir também sob viadutos.
	Rua em zona de coexistência	Arruamentos com características de coexistência, com partilha do espaço por diferentes utilizadores, sendo dada proteção especial aos peões e outros utentes desprotegidos face aos modos motorizados, sem atribuição de prioridade a qualquer tipo de utilizador.
	Passagens para peões, de superfície	Marcadas no pavimento da faixa de rodagem, independentemente de serem ou não acessíveis
	Passagens desniveladas (aéreas)	Através de estradas ou rampas sobrelevadas relativamente ao arruamento, que normalmente permitem cruzar estradas com grandes volumes de tráfego
	Passagens desniveladas (subterrâneas)	Através de "túneis" ou passagens inferiores, que normalmente permitem cruzar estradas com grandes volumes de tráfego
Rede informal	Outros tipos de percursos pedonais	Não pavimentados ou com pavimento bastante rudimentar, mas que constituam atalhos ou percursos alternativos/informais inseridos no espaço público e/ou em lotes não edificadas (têm, por isso, carácter provisório)
	Percursos pedonais/atalhos em lotes não edificadas	Não pavimentados ou com pavimento bastante rudimentar, mas que constituam atalhos ou percursos alternativos/informais inseridos em lotes
	Percursos pedonais através de parques de estacionamento (não edificadas)	Utilizam os parques de estacionamento como alternativa para o caminho mais curto
	Passagens através de edifícios	Utilizam entradas e saídas de edifícios e permitem ligar um determinado arruamento a outro
	Percursos pedonais através de lote/espço privado	Utilizam lotes de edifícios públicos e/ou privados
	Escadarias	Permite vencer diferenças de cota
	Entradas para becos/impasses e vias de serviço	Normalmente com alteração de pavimento, em que normalmente, se passa de um percurso em passeio para a via e se volta a entrar no passeio

No âmbito deste capítulo são abordados os passeios e as passagens para peões.

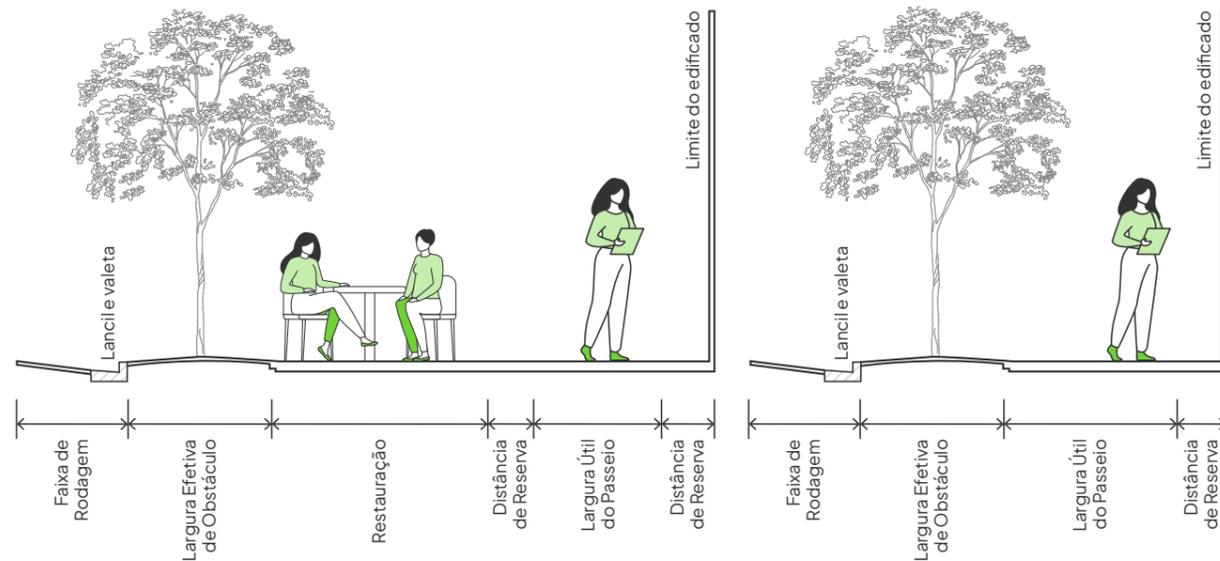
No que se refere aos passeios, é possível distinguir zonas com diferentes ocupações entre o limite da rua e o limite das propriedades e edifi-

cios fronteiros da propriedade adjacente, pelo que importa diferenciar a largura total da largura útil (largura da zona suscetível de ser utilizada pelos peões que circulam nessa zona) (New Zealand Transport Agency, 2009) – ver Quadro 2.3, Figura 2.1 e Figura 2.3.

Quadro 2.3
Diferenciação das zonas dos passeios

Zona	Objetivo
Zona de mobiliário urbano	<ul style="list-style-type: none"> Colocação de elementos como postes de sinalização, colunas de iluminação, tampas de esgoto, colunas de parquímetros, etc. Plantação de pequenas áreas verdes. Criação de um efeito psicológico de proteção entre peões e veículos motorizados. Absorção dos salpicos devidos à projeção hidráulica provocada com a passagem de veículos. Acomodação dos desníveis de acessos rodoviários às propriedades marginais. No caso de bancos, permite o descanso de peões.
Zona de restauração	<ul style="list-style-type: none"> Fornecimento e consumo de refeições.
Zona de passagem (ou largura útil)	<ul style="list-style-type: none"> Área normalmente escolhida pelos peões para caminhar (esta deve ser mantida livre de obstruções). Auxílio à orientação de pessoas com deficiência visual, disponibilizada pelas linhas dos edifícios, em especial em zonas comerciais.

Figura 2.1
Exemplos de zonas de caminhos pedonais



Dada a potencial necessidade para acomodar variadas utilizações nos passeios, o dimensionamento destes deve prever o espaço necessário para vários tipos de atividade pedonal e satisfazer particularidades do espaço que tenham impacto na colocação de mobiliário urbano ou na capacidade de circulação de peões, nomeadamente, na australásia é relevante atender aos seguintes aspetos (Austroads, 2017c):

- Proximidade de lojas – área ou largura adicional necessária para pessoas que transportem sacos de compras;
- Clima – utilização de guarda-chuvas ou mobiliário de proteção climática (como toldos ou avaçados) que necessite de maiores larguras e espaços mais amplos;
- Bagagem/carrinhos de bebé – o espaço deve ser dimensionado para acomodar devidamente a bagagem ou carrinhos de bebé utilizados pelos peões e que afectam o nível de serviço das zonas pedonais – em especial junto a passagens para peões;

- Proximidade de centros de idosos – obrigando a largura e comprimento de armazenamento adicionais, para acomodar dispositivos de mobilidade pessoal.

O tipo de passeio a considerar depende também da hierarquia viária em que se insere (Seco et al., 2008):

- Nas rodovias urbanas de Nível I (com função colectora) é normalmente indesejável a existência de passeios ladeando as vias, já que tal tenderá a induzir a existência de situações de cruzamento pedonal de nível destas vias criando problemas potencialmente graves de insegurança rodoviária.
- Nos arruamentos de Nível II (vias distribuidoras principais) é também essencial a existência de passeios adjacentes a estas vias, devendo, no entanto, ter-se a preocupação de apenas se permitir os atravessamentos pedonais em locais específicos para o efeito.
- Nos arruamentos de Nível III (vias distribuidoras

locais) devem ser sempre instalados passeios laterais, uma vez que o conflito com os veículos motorizados é perigoso.

- Nos arruamentos residenciais de Nível IV (vias de acesso local) justificam-se passeios laterais, sendo que as soluções do tipo “via partilhada” só devem ser adotadas em zonas de coexistência.

No presente documento, em que se adotou a óptica do Sistema Seguro, preconiza-se um conjunto de critérios diferente do acima referido:

- A partilha do espaço de circulação por veículos motorizados e peões só deve ser realizada em zonas onde apenas seja permitida a velocidade de passo.
- A partilha de canal rodoviário por peões e veículos motorizados deve fazer-se em zonas segregadas quando a velocidade máxima permitida for igual ou superior a 30 km/h.
- Os passeios e a faixa de rodagem não devem ser contíguos sempre que a velocidade máxima permitida seja superior a 50 km/h.

As ruas ou zonas pedonais são geralmente caracterizadas por uma maior disponibilidade de espaço, pelo que, ao contrário do que se pretende nos passeios, as preocupações de capacidade não são relevantes (Seco et al., 2008). Algumas zonas pedonais não são exclusivas deste modo de transporte, nuns casos permanentemente, noutros apenas durante alguns períodos do dia, sendo permitida a utilização por veículos motorizados rodoviários ou ferroviários. Do mesmo modo, estes espaços poderão ser destinados a utilização conjunta com a dos velocípedes sem motor. As zonas de partilha permanente do espaço por peões e veículos com e sem motor são designadas por Zonas de Coexistência e são abordadas em detalhe no Capítulo 4.

As passagens pedonais são infraestruturas, localizadas nos cruzamentos da rede pedonal com a de circulação de veículos, fundamentais para a

continuidade da rede pedonal e segurança dos seus utilizadores. No entanto, quando o cruzamento não é desnivelado, constituem áreas de potencial conflito devido à partilha de espaço entre os peões e o tráfego rodoviário. Há por isso que garantir um equilíbrio entre o modo pedonal e o rodoviário no uso destes espaços, regulando-o de forma a proporcionar segurança e mobilidade a ambos os modos.

As passagens para peões podem ser classificadas de acordo com a segregação espacial ou temporal entre os peões e os veículos:

Segregação espacial:

- **Passagens pedonais desniveladas**
O objetivo das passagens pedonais desniveladas é evitar qualquer conflito entre veículos e peões através da separação física dos fluxos de cruzamento, realizando os atravessamentos por cima ou por baixo da faixa de rodagem. A este tipo de passagens estão habitualmente associadas escadas e rampas, utilizadas para fornecer conectividade dos peões a zonas em cotas distintas, mas que podem ser elementos dissuasores da sua utilização. Esta depende da avaliação feita pelos peões entre o ganho previsível de segurança e o esforço adicional necessário para efetuar o atravessamento.
- **Passagens pedonais de nível**
Têm como objetivo disciplinar o comportamento de peões e condutores através de regras claras de atribuição de prioridade aos movimentos conflitantes. Apesar de não separados fisicamente da circulação dos veículos, os movimentos de atravessamento são canalizados para esses locais, visando aumentar a segurança dos peões, embora originando frequentemente aumentos de percurso. Quando estão sinalizadas de modo a conferir prioridade de passagem aos peões (através das marcas M11 ou M11a, eventualmente complementadas pelo sinal H7) tomam a designação de passagem para peões.

Este tipo de passagens pedonais pode ainda ser desagregado em função da atribuição alternada no tempo da prioridade:

- **Passagens pedonais reguladas por sinalização luminosa**

Este tipo de travessias, para além de canalizar os atravessamentos pedonais num único local, define o comportamento adequado de condutores e peões, o qual é determinado pelas cores convencionais dos sinais luminosos que lhes são transmitidas, através de períodos de tempo em que lhes é ou não permitido avançar.

- **Passagens pedonais não reguladas por sinalização luminosa**

Trata-se de soluções de baixo custo, pois apenas têm formalizado o local de atravessamento. Esta solução é apenas recomendada no caso dos volumes de peões e veículos não serem elevados e de a velocidade dos veículos não ser superior a 50 km/h, caso contrário, tanto a capacidade como a segurança são comprometidas. Quando estão sinalizadas de modo a conferir prioridade de passagem aos peões (através da marca M11 ou da marca M11a em presença de regulação por sinalização luminosa, eventualmente complementada com o sinal H7) tomam a designação de passagem para peões.

As passagens pedonais de nível são pontos críticos da rede com maior probabilidade de conflito entre veículos e peões. De forma a minimizar o risco de acidente, estas passagens pedonais devem ser construídas em locais com boas condições de visibilidade e, segundo Seco et al. (2008), de acordo com os seguintes princípios:

- O local de atravessamento deve estar bem iluminado de forma que o peão consiga observar facilmente o movimento dos outros utilizadores e, por outro lado, a sua presença seja notada por eles;

- O trajeto de atravessamento deve ser contínuo, livre de obstruções e, tendencialmente, obrigar ao atravessamento numa só vez de um número limitado de vias de tráfego (ver também o Fascículo II, capítulo 2.1.8 sobre refúgios);

- O tempo de espera para o atravessamento não deve ser excessivo e deve ter um número de oportunidades adequado, para que o peão não adote decisões de comportamentos arriscadas e potencialmente inadequadas.

As passagens para peões devem ser integradas em soluções de acalmia de tráfego, que permitam garantir velocidades de circulação dos veículos motorizados não superiores a 50 km/h. Não é recomendada a instalação de passagens para peões não reguladas por sinalização luminosa em locais onde a velocidade de circulação seja superior a 50 km/h (Silva e Santos, 2011). Em trechos com velocidades permitidas superiores a 50 km/h devem ser previstos passagens pedonais desniveladas e, apenas no caso de manifesta impossibilidade, ponderada a formalização de passagens pedonais de nível, cuja regulação por sinais luminosos deve ser acompanhada por medidas de apoio complementares.

Na conceção geométrica de passagens pedonais são comumente utilizadas outras soluções para proteção dos utentes vulneráveis, como sejam refúgios ou separadores centrais, que visam a divisão do movimento de atravessamento da rodovia em duas etapas.

Seja qual for o tipo de passagem pedonal adotado, devem ser tomadas medidas facilitadoras da sua utilização por peões com mobilidade condicionada, adotando-se as regras estipuladas no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto. Entre estas salientam-se os trainéis das rampas com declives suaves, o rampeamento dos lancis dos passeios para facilitar o acesso à passagem pedonal em cadeira de rodas, e os elementos táteis no pavimento para o guiamento de invisuais.

2.2.2 Seleção do tipo de passagem pedonal

Os locais de atravessamento devem garantir a continuidade dos circuitos locais, respeitando as expectativas dos utilizadores e as regras gerais de segurança, principalmente no que se refere às distâncias de visibilidade (Silva et al., 2011b).

A escolha do tipo de passagem pedonal melhor adaptado a cada local específico depende de várias características, designadamente relacionadas com o volume de tráfego de peões e de veículos e as respetivas relevâncias relativas, com a proximidade de polos geradores de tráfego pedonal, com a tipologia de utentes e, em arruamentos existentes, com a sinistralidade registada no local. É importante ponderar tais características, uma vez que, para as condições prevalentes em cada local, uma determinada tipologia pode não ser justificada e, até, ser desaconselhada. Existem diversos métodos para fundamentar a escolha do tipo de passagem pedonal. No Anexo I apresentam-se alguns exemplos de métodos usados em diversos países, de que se destacam os seguintes:

- Método proposto pelo Institute of Transportation Engineers (ITE, 1998), no qual a decisão é baseada na proporção entre o tráfego de peões e de veículos, diferenciando os locais com predominância de peões relativamente a outros locais;
- Método descrito no Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viárias (Seco et al., 2008), no qual a instalação de uma passagem para peões é recomendada quando se verifica uma série de condições, correspondendo à existência de atravessamentos irregulares, conflitos entre veículos e peões, e pólos geradores ou atratores de peões nas proximidades.

- Metodologia baseada na classe do arruamento onde a passagem pedonal se localiza e na eventualidade de ser ou não desnivelada (adaptado de Austroads, 1988, referido em Seco et al., 2008);

- Metodologia proveniente das Normas Australianas (VTPI, 2002, referida em Seco et al., 2008), na qual a escolha dos vários tipos de passagens pedonais está condicionada à verificação de uma série de condições relacionadas com: o volume de peões, o volume e velocidade de veículos; e a localização junto a escolas. Esta metodologia particulariza também as condições em que se justifica a instalação de sinais luminosos em passagens para peões clássicas, com base no registo histórico da sinistralidade ocorrida na envolvente rodoviária e nos volumes de tráfego.

- A metodologia desenvolvida pelo Institution of Highways and Transportation da Grã-Bretanha (HMSO, 1987) usa o indicador de exposição ao risco PV^2 (P - débito horário de peões que atravessa a faixa de rodagem e V - volume horário dos veículos no conjunto dos 2 sentidos) para sustentar a decisão de instalação e escolha da tipologia de uma passagem para peões.

- No Manual holandês “ASVV - Recommendations for traffic provisions in built up areas” (CROW, 1998) é sugerido que a decisão sobre a colocação de passagens pedonais seja feita com base na análise dos conflitos entre a função tráfego e a função residencial. Caso ambas sejam importantes, a proteção da função residencial relativamente à função de tráfego pode determinar a necessidade de inserir dispositivos para melhorar as condições em que é feito o atravessamento das faixas de rodagem por peões.

A metodologia que se propõe seja adotada neste documento normativo foi desenvolvida na Suíça e considera diversos critérios a ter em consideração na análise da configuração de passagens pedonais (Normas VSS – “Association Suisse des professionnels de la route et des transports”, referidas em IMT, 2011c), sumariamente apresentados no Quadro 2.4.

A escolha da tipologia de uma passagem pedonal pode seguir o procedimento, que se ilustra na Figura 2.2, preconizado nas normas suíças (VSS, 2009, referidas em IMTT, 2011c).

Recomenda-se que, para além do gráfico, seja atendida a importância hierárquica do percurso pedonal, as características da envolvente e

Quadro 2.4

Critérios para análise da configuração de passagens pedonais (Normas VSS – “Association Suisse des professionnels de la route et des transports”, referidas em IMT, 2011c)

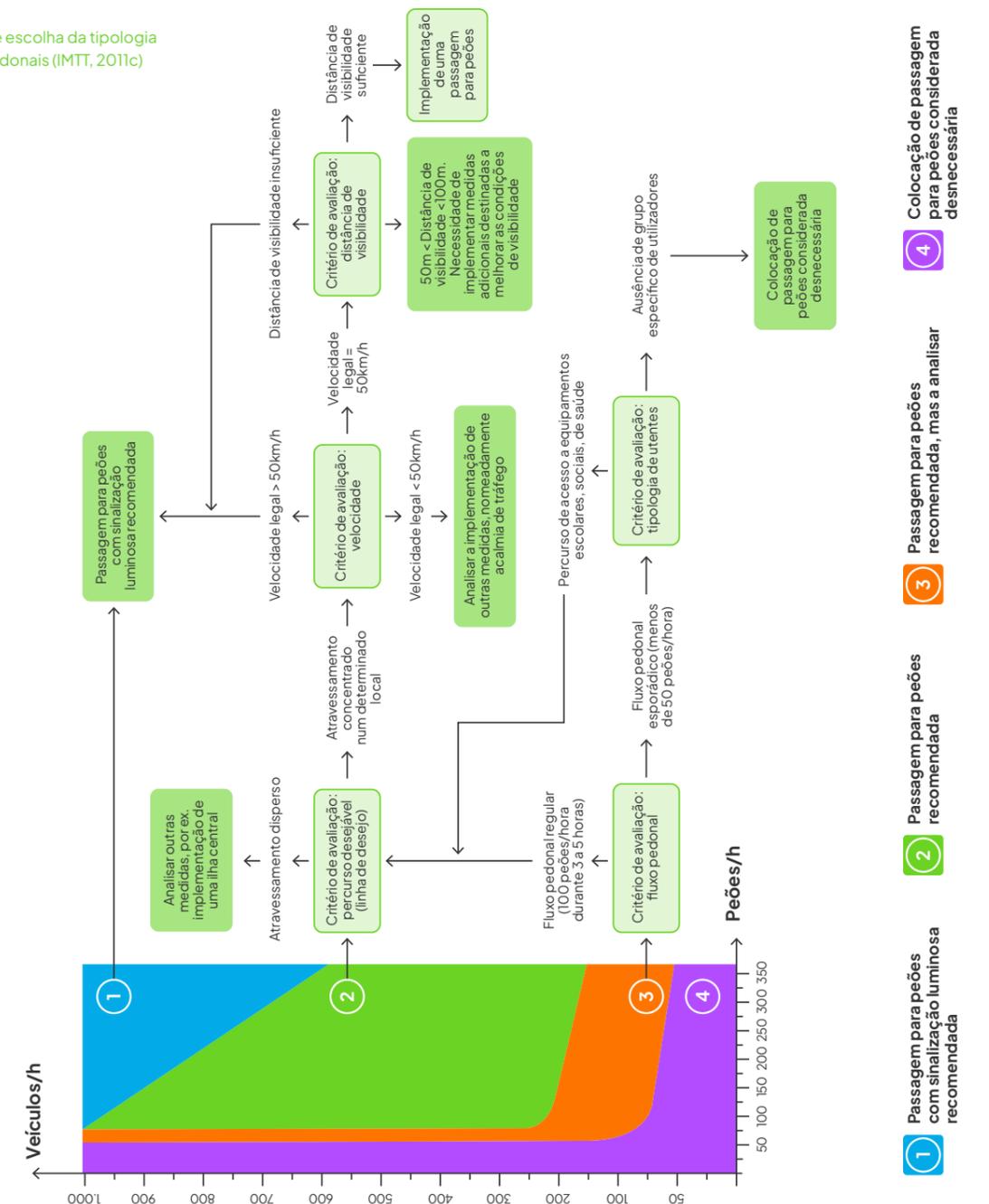
Fluxo pedonal	<ul style="list-style-type: none"> Número de peões que passam num determinado local, num determinado período de tempo. A hora que representa o fluxo mais elevado é determinante.
Fluxo de tráfego motorizado	<ul style="list-style-type: none"> Número de veículos motorizados que passam, numa secção, durante um determinado período de tempo. Considera-se o fluxo horário mais elevado.
Nível de utilização da travessia pedonal	<ul style="list-style-type: none"> Uma travessia pedonal é considerada como utilizada regularmente quando é usada por mais de 100 peões/h durante um período de 3 a 5 horas que apresente fluxos mais elevados.
Tipologia de utentes	<ul style="list-style-type: none"> Características dos utentes que utilizam a travessia pedonal. Este aspecto assume particular relevância quando as travessias se localizam na proximidade de equipamentos escolares, sociais ou de saúde.
Linhas de desejo dos peões	<ul style="list-style-type: none"> Os percursos preferenciais dos peões, ao longo dos passeios e, em particular, nas passagens pedonais, permitem identificar se as suas necessidades são dispersas ou podem ser concentradas num determinado local.
Número de vias de tráfego motorizado	<ul style="list-style-type: none"> Geralmente, uma passagem pedonal que não disponha de sinalização luminosa, não deve ser implementada em arruamentos com mais de uma via de tráfego por sentido.
Velocidade	<ul style="list-style-type: none"> A velocidade de circulação dos veículos motorizados interfere na localização e características das passagens pedonais, uma vez que determina a distância de visibilidade e a qualidade da avaliação dos intervalos disponível para a manobra de atravessamento. Nos arruamentos onde o limite de velocidade seja superior a 50 km/h, devem ser implementadas medidas complementares para garantir as necessárias condições de segurança (segregação temporal ou espacial).
Distância de visibilidade	<ul style="list-style-type: none"> As passagens pedonais e as zonas de espera adjacentes devem ser instaladas em locais bem visíveis pelos condutores e pelos peões e ter boa visibilidade diurna e noturna, em todo o seu comprimento. O seu campo de visão deve estar livre de obstruções à boa visibilidade, como mobiliário urbano, vegetação e veículos estacionados. Os comprimentos das linhas de visada disponibilizadas devem ter em consideração a distância de visibilidade de paragem (ver Fascículo I). Nas normas da VSS suíças (VSS, 2009), referidas em IMTT, 2011c, são preconizados valores de distância de visibilidade de 40 m para a velocidade de 40 km/h, de 55 m, para 50 km/h e de 70 m para 60 km/h. São valores superiores aos mencionados no Fascículo I, o que se justifica pela natureza especial da colisão que se pretende evitar.

da sazonalidade; caso exista, também deve ser considerado o registo histórico de sinistralidade.

Entre os factores que podem justificar o desnívelamento das passagens pedonais, incluem-se os elevados fluxos de peões e de veículos, a falta de instalações alternativas, a topografia favo-

rável do local, os maus registos de acidentes, a hierarquia da estrada e a perspectiva de um bom retorno económico. No essencial, devem ser consideradas em estradas principais com grandes velocidades de aproximação e elevados volumes de tráfego com elevados fluxos de peões, ou onde a separação de peões seja crítica.

Figura 2.2 Procedimento de escolha da tipologia de passagens pedonais (IMTT, 2011c)



2.3 Características dimensionais

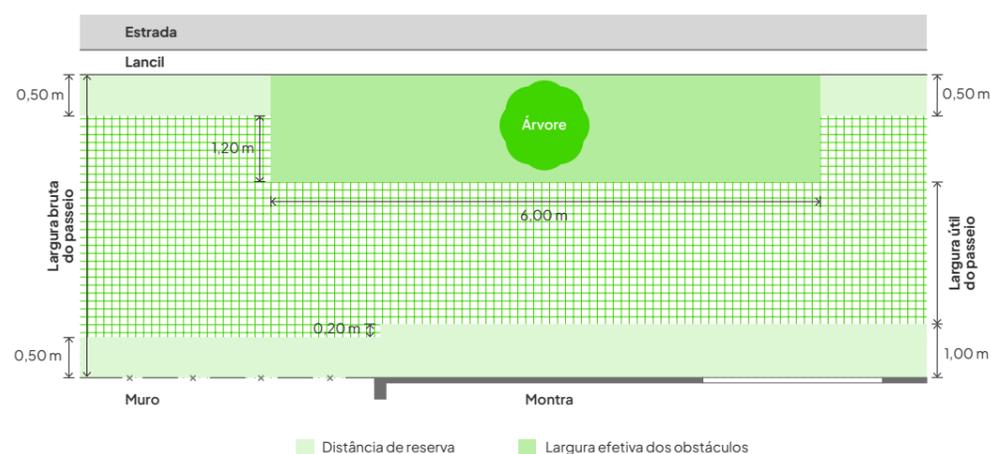
As normas técnicas de acessibilidade em vigor no nosso país aplicam-se também a passeios e outros percursos pedonais pavimentados, para além das várias situações que estão descritas no artigo 2º do Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto. De acordo com o anexo técnico do referido Decreto-Lei, as áreas urbanizadas devem ser servidas por uma rede de percursos pedonais acessíveis, que proporcionem o acesso seguro e confortável das pessoas com mobilidade condicionada a todos os pontos relevantes da sua estrutura ativa, nomeadamente lotes construídos, equipamentos coletivos, espaços públicos de recreio e lazer, espaços de estacionamento de viaturas, locais de paragem temporária de viaturas para entrada/saída de passageiros e paragens de transportes públicos, formando assim uma rede contínua e coerente devidamente articulada com as atividades e funções urbanas.

Na rede de percursos pedonais acessíveis devem ser incluídos os passeios e caminhos de peões, as escadarias e rampas, as passagens de peões, à superfície ou desniveladas, bem como outros espaços de circulação e permanência de peões, sendo que as suas dimensões mínimas devem atender às referidas normas técnicas de acessibilidade. De acordo com o referido Decreto-Lei, os passeios adjacentes a vias principais e vias distribuidoras devem ter uma largura útil (também

designada por largura livre) não inferior a 1,5 m. De acordo com o referido Decreto-Lei, os pequenos acessos pedonais no interior de áreas plantadas, cujo comprimento total não seja superior a 7 m, podem ter uma largura útil não inferior a 0,9 m. No Manual de espaço público da Câmara Municipal de Lisboa (CML, 2018), é recomendado que a largura útil dos passeios seja de 1,8 m para permitir o cruzamento de duas cadeiras de rodas.

Os percursos pedonais devem ter em todo o seu desenvolvimento um canal de circulação contínuo desimpedido de quaisquer obstáculos que são eventuais elementos do mobiliário urbano, elementos arbóreos, armários, caixas ou quadros técnicos de infraestruturas como sejam as elétricas, papelarias, placas de sinalização ou outros que devem ser colocados fora da largura útil do passeio. Este aspeto será desenvolvido na seção 2.5 dedicada aos obstáculos. A largura total do percurso pedonal em zonas pedonais compreende a largura entre fachadas em arruamentos de centros históricos ou entre a faixa de rodagem e as fachadas (de edifícios, muros, etc.), sendo que em arruamentos urbanos com atividade comercial, as fachadas e montras, também contribuem para a redução da largura útil do passeio, conforme se ilustra na Figura 2.3 – ver mais detalhes no capítulo 2.1.3 do Fascículo II, sobre largura de passeios.

Figura 2.3 Exemplo de distâncias de larguras úteis e de reserva de obstáculos (adaptado de TRB, 2010)



Quadro 2.5

Parâmetros de dimensionamento de passeios (Portaria n.º 1136/2001 de 25 de setembro)

Tipos de ocupação	Infra-estruturas – Arruamentos ^(a)
Habitação a.c. hab. > 80% a.c.	Passeio = 1,6 m (x 2). Caldeiras para árvores = [(1,0 m) (x2)] (opcional).
Habitação (se a.c. hab. < 80%), comércio e ou serviços.	Passeios = 2,25 m (x 2). Caldeiras para árvores = [(1,0 m) (x2)] (opcional).
Quando exista indústria e ou armazéns.	Passeios = 1,6 m (x 2). Caldeiras para árvores = [(1,0 m) (x2)] (opcional).

^(a) O perfil tipo inclui a faixa de rodagem e os passeios. Se existirem caldeiras para árvores deve aumentar-se a cada passeio 1 metro.

A altura livre de obstruções em toda a largura dos percursos não deve ser inferior a 2,4 m nos espaços públicos não encerrados (Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto).

De acordo com a Portaria n.º 1136/2001 de 25 de setembro, os parâmetros mínimos de dimensionamento de passeios e outras infraestruturas em função do tipo de ocupação são os que constam no Quadro 2.5. Por exemplo, no caso de a área de construção para habitação (a.c. hab.) ser inferior

a 80% e existir ocupação adicional com comércio e serviços, a dimensão mínima dos passeios (largura total) em cada sentido é de 2,25 m.

A inclinação transversal dos passeios não deve ser superior a 2,5% e a longitudinal não deve ser maior que 5% (ver 5.2.4.2). Os trechos de percursos pedonais com inclinação longitudinal igual ou superior a 5% devem ser considerados rampas e cumprir os requisitos estipulados para as mesmas no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto.

2.4 Outras características

Os materiais de revestimento de percursos urbanos pedonais assumem uma importância elevada uma vez que são determinantes para o conforto e segurança da deslocação do peão. De acordo com CEREMA (2016), os materiais de revestimento dos passeios públicos destinados à circulação de peões devem ter as seguintes características funcionais: serem não escorregadios e apresentar uma rugosidade adequada, confortáveis ao uso (devem ter um suporte liso, regular e bem drenado), qualidade estética, facilidade de reparação, facilidade de limpeza e duráveis (resistirem ao desgaste pela ação da chuva, tráfego pedonal e lavagem frequentes). Para assegurar a qualidade das deslocações, os materiais de revestimento devem proporcionar uma boa aderência e estabilidade, não devendo ser deformáveis sob as ações mecânicas

devidas à circulação em cadeira de rodas ou ao uso de dispositivos de apoio à caminhada. Os revestimentos devem ter uma superfície contínua, sendo que as juntas não devem ter uma largura superior a 0,5 cm. Refere-se neste domínio o Decreto-Lei n.º 163/2006 de 8 de agosto, designadamente no seu capítulo 4.7, sobre pisos e revestimentos, onde se encontra patente o carácter vinculativo das propriedades anteriormente referidas.

As principais características dos materiais de revestimento ou pavimentação usualmente empregues em percursos pedonais urbanos, aderência e conforto, estão ilustradas no Quadro 2.6. A qualificação da aderência da superfície de um pavimento é realizada através de ensaios normalizados de aderência, sob condições de

Quadro 2.6
Aderência e conforto dos materiais para percursos pedonais (CEREMA, 2019)

Material do revestimento	Aderência	Conforto de circulação ou de caminhar
Argamassa de cimento	Boa	Fraco
Betão betuminoso	Boa	Médio
Betão Asfáltico	Média	Bom
Betão de cimento	Boa	Bom
Lajetas de betão	Boa	Médio
Cubos de pedra	Média	Fraco
Solo estabilizado	Média	Fraco a Médio
Complexo à base de resinas	Boa	Bom
Madeira	Fraca	Fraco

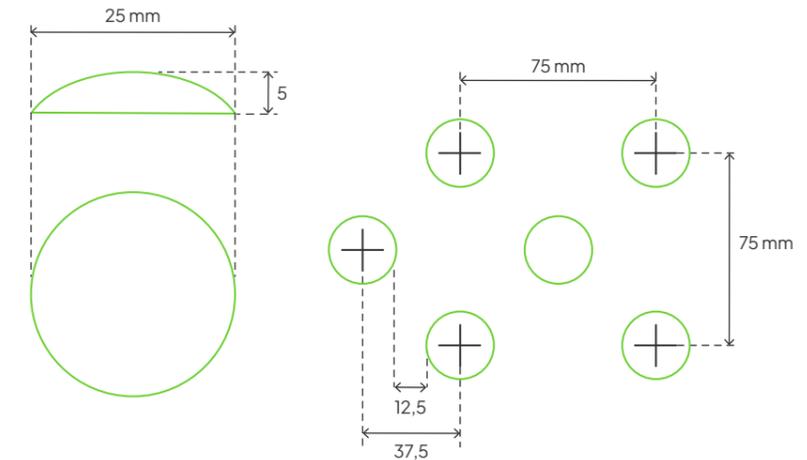
superfície seca ou molhada, havendo também equipamentos para avaliar a sua microtextura, quer pontualmente quer em contínuo.

No projeto de pavimentos impermeáveis de percursos pedonais, as inclinações mínimas são de 2% transversalmente e de 0,5% longitudinalmente, de forma a assegurar uma drenagem adequada (encaminhamento da água superficial para os coletores). Recomenda-se atender ao tipo de pavimento (drenante ou não) e à articulação do projeto nas várias especialidades pois poderá haver drenagem direta para terrenos permeáveis adjacentes.

Alguns materiais de revestimento podem perder propriedades com a sua utilização continuada, como seja a rugosidade, perdendo as suas propriedades de aderência, o que pode comprometer a segurança das deslocações. Assim, recomenda-se que sejam considerados os requisitos de aderência para o tipo de utilização do pavimento, de acordo com a certificação dos materiais.

Para facilitar a caminhada de pessoas com deficiência visual podem ser construídas faixas de alerta com cravos indicando a localização de passagens para peões e a sua largura. Estas faixas de alerta devem ter uma largura mínima de 0,80m e ser constituídas por um material de textura e cor contrastante com o do pavimento do passeio. Na norma francesa NF P98 – 351 (Caminhos - Integração dos deficientes - Ativação da vigilância - Características, ensaios e regras para a implantação no solo de dispositivos podotáteis para ativação da vigilância destinados a pessoas cegas ou amblíopes (NF P98- 351) estão definidos os requisitos sobre materiais, contraste visual e sinalização em pavimentos para peões com incapacidade visual total ou parcial. De acordo com a referida norma, o espaçamento e as características geométricas dos cravos de aço inoxidável a instalar no pavimento estão representados na Figura 2.4, sendo que a altura de cada cravo é de 5 mm e o respetivo diâmetro 25 mm, com um afastamento transversal entre os eixos de 37,5 mm e longitudinal de 75 mm.

Figura 2.4
Características dimensionais e de disposição dos cravos em pavimentos podotáteis (<https://okeenea-produit.com/blogs/accessibilite-erp/norme-bande-podotactile>)



2.5 Obstáculos

Um obstáculo à circulação de peões é todo o elemento físico que impede ou condiciona as deslocações de peões. Se as propriedades dos materiais ou a função de um elemento empregue no percurso pedonal não forem as adequadas, designadamente para o tipo de utilização, o mesmo pode constituir um obstáculo à circulação de peões. Os elementos do mobiliário urbano, elementos arbóreos, armários, caixas ou quadros técnicos de infraestruturas como sejam as elétricas, papeleiras, placas de sinalização ou outros devem ser colocados fora da largura útil do passeio, de forma a não constituírem obstáculos à caminhada.

De acordo com o manual do espaço público da Câmara Municipal de Lisboa (CML, 2018), os obstáculos a considerar incluem a iluminação pública, a sinalização vertical e luminosa, as árvores, as caldeiras e as floreiras sobrelevadas, o mobiliário e equipamento urbano, e todos os outros elementos que possam bloquear ou prejudicar a circulação das pessoas, sendo recomendada a sua colocação numa única faixa para implantação de infraestruturas fora da área de circulação dos peões. A invasão dos passeios por veículos deve ser alvo de medidas de orde-

namento do estacionamento e de fiscalização dado que constituem um obstáculo para todos os peões, em especial para os que tem mobilidade condicionada. O projeto de espaço público urbano deve prever também a introdução de barreiras físicas sustentáveis (por exemplo, arbóreas) como elementos dissuasores desse tipo de comportamentos por parte dos utentes de veículos motorizados.

Embora a eliminação de barreiras arquitetónicas e outras à circulação pedonal tenha sido objeto de Planos de Acessibilidade Pedonal em várias cidades do País, a acessibilidade universal no espaço público de circulação ainda não foi concretizada na maioria das cidades.

O Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto considera as escadas como obstáculo, estipulando o uso de material de revestimento de textura diferente e cor contrastante com a restante superfície do pavimento no espaço público de circulação. Não são especificadas no referido Decreto-Lei as características dos materiais a aplicar nem as características dimensionais dos avisos para os peões com deficiência visual total ou parcial.

A Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal (ACAPO), através do seu núcleo de investigação em acessibilidade, produziu um conjunto de recomendações técnicas na adoção de pavimentos táteis que cobre aspetos omissos no referido Decreto-Lei. De acordo com a ACAPO, é essencial proporcionar um contraste cromático forte com o passeio envolvente e é recomendado utilizar uma cor específica para o pavimento tátil harmonizada ao nível de cada município, sendo que pode haver um código de cores para distinguir zonas históricas de zonas novas. Assim, a cor pode reforçar a informação que é transmitida à pessoa invisual ou com dificuldades visual pelos perfis.

A ACAPO recomenda executar um percurso com módulos de alerta cravados, composto por cravos redondos salientes numa altura de 5 mm e

com diâmetro na base de 25 mm, dispostos segundo um padrão retangular. Considerando o módulo de dimensões de 400 mm por 400 mm, a distância entre os eixos das saliências arredondadas deve ser de 66,8 mm para produzir um padrão 6 x 6, conforme se ilustra na Figura 2.5.

Para o piso de alerta direcional, são recomendadas barras achatadas longitudinais segundo o sentido da marcha do peão, com uma largura de 35 mm e uma altura de 5 mm (+/- 0,5 mm). O intervalo entre as barras é de 45 mm (Figura 2.6).

A ACAPO considera ainda o designado “piso de cautela” em que recomenda considerar barras hemisféricas transversais à direção de marcha dos peões com uma largura de 20 mm, sendo o intervalo entre as barras de 30 mm (Figura 2.7).

Figura 2.5 Planta do piso de alerta posicional cravado, considerando um módulo de 400 x 400 mm e perfil do cravo (ACAPO)

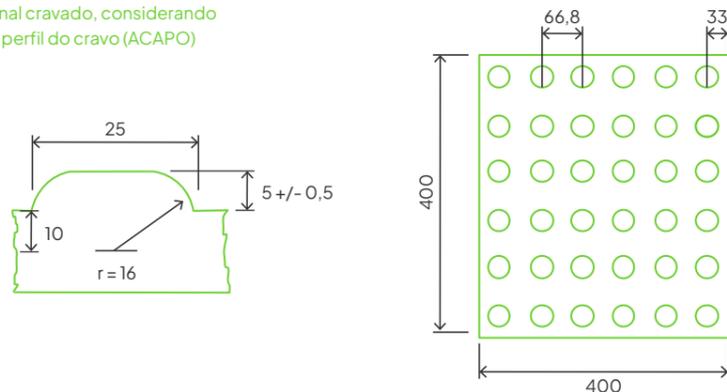


Figura 2.6 Planta do piso de alerta direcional num módulo de 400 x 400 mm com seis barras achatadas (ACAPO)

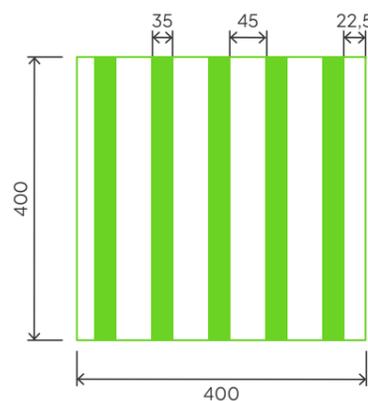
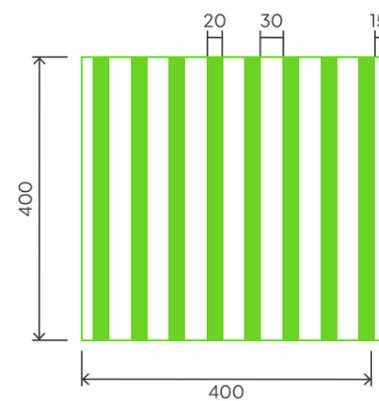


Figura 2.7 Planta do piso de cautela num módulo de 400 x 400 mm e perfil da barra arredondada (ACAPO)

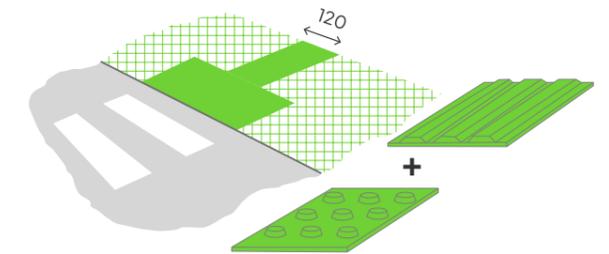


Relativamente às cores e materiais, a ACAPO releva a importância de ser assegurado ao longo do tempo um adequado contraste cromático uma vez que alguns materiais e a aplicação de cores claras podem escurecer com o uso, diminuindo o contraste. Conforme já referido, a harmonização de cores dentro de cada município é importante para completar a informação que é transmitida através do pavimento tátil.

Uma passagem para peões é um obstáculo para um peão invisual ou amblíope. Assim, deve ser utilizada a sinalização tátil no piso dos passeios, demarcando o seu início e fim, sendo que todas as travessias de rodovias devem estar devidamente marcadas. A ACAPO considera que a zona a sinalizar integra duas partes principais (Figura 2.8):

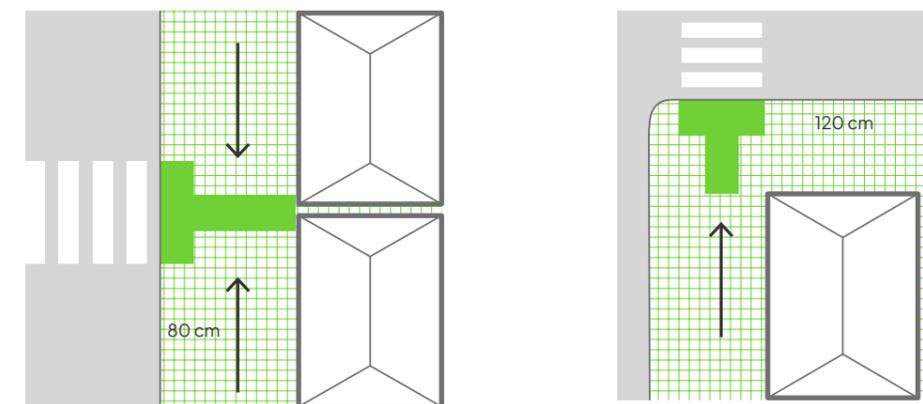
- a) uma zona de aproximação junto ao limite do passeio que informa o peão da proximidade da rodovia; nesta zona de aproximação aplica-se o piso cravado (Figura 2.5).
- b) uma zona de presença, atravessando parte do passeio, que alerta o peão que circula afastado do lancil para a presença da passagem para peões; nesta zona aplica-se o piso direcional (Figura 2.6).

Figura 2.8 Zona a sinalizar para o obstáculo – passagem para peões de nível (ACAPO, s.d.)



De acordo com a ACAPO, o piso de alerta cravado deve ser aplicado em ambas as zonas de sinalização referidas. Junto à rodovia, a largura do pavimento deve ser igual à largura da passagem para peões. Assumindo que os passeios são rebaixados, os planos inclinados laterais são revestidos pelo mesmo material usado no passeio. Quando a passagem para peões é perpendicular ao fluxo de peões, a faixa de aproximação deve projetar-se a um mínimo de 80 cm da rodovia. Se a passagem para peões se localizar na continuidade do fluxo de peões, a faixa de aproximação deve projetar-se a um mínimo de 120 cm da rodovia e deve ter a largura suficiente para ser detetada pelos peões que circulem longe do lancil (Figura 2.9).

Figura 2.9 Sinalização de passagem para peões (ACAPO)



A faixa de presença deve encaminhar o peão para o suporte do botão do comando no caso de a passagem para peões ser regulada por sinais luminosos com botoneira, formando a letra L (Figura 2.10 - b).

A ACAPO recomenda que no caso de um passeio com largura inferior a 2 m, se deve rebaixar toda a largura do passeio e aplicar apenas piso de alerta. Conforme foi referido no subcapítulo 1.3, a largura útil mínima de um passeio seria de 1,8 m para permitir o cruzamento de duas cadeiras de rodas, sendo desejável 2 m sempre que possível.

Na situação em que duas travessias de peões se localizem numa interseção, as faixas de presença podem sobrepor-se, mas deve escolher-se uma

configuração que não induza o peão em erro.

Sempre que a passagem pedonal de nível incluir um refúgio central, este deve ser assinalado com piso de alerta. Se a largura do refúgio central for inferior a 2,5 m o pavimento cravado deve cobrir toda a área do mesmo. Assumindo que a superfície do refúgio está ao nível da faixa de rodagem, a zona de pavimento tátil deve terminar 15 cm antes dos rebordos existentes. Se o refúgio tiver uma largura superior a 2,5 metros, devem aplicar-se duas faixas com 80 cm de largura.

No caso de separadores centrais com travessias de peões desfasadas devem existir guardas metálicas para guiar os peões com deficiência visual, conforme se ilustra na Figura 2.11.

Figura 2.10 Disposição dos avisos em passagem para peões com e sem regulação por sinais luminosos (ACAPO)

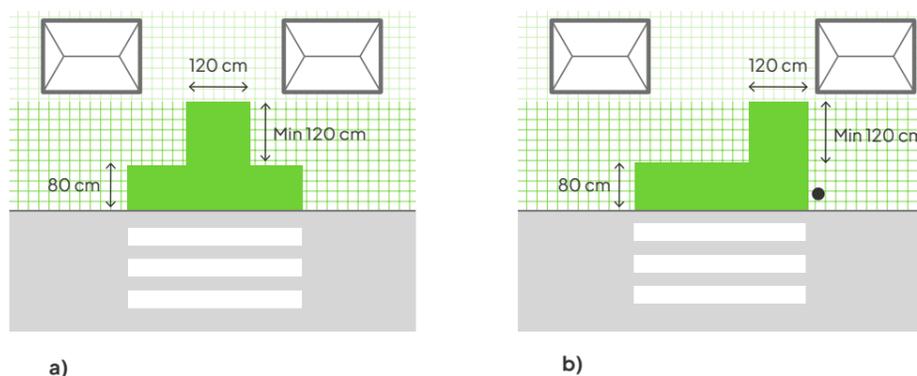
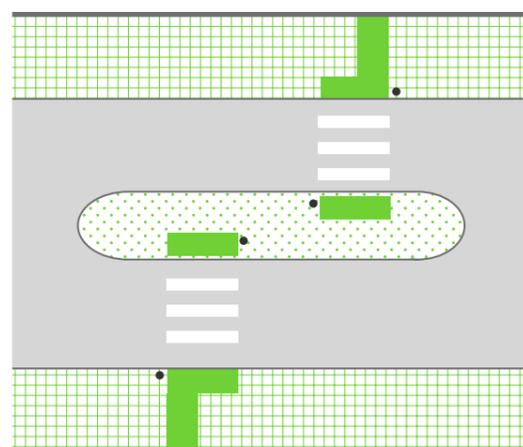


Figura 2.11 Guardas de segurança em refúgio pedonal com largura superior a 2,5 m (ACAPO)



As escadas constituem outro tipo de obstáculos aos peões com mobilidade condicionada. De acordo com a ACAPO, devem ser assinaladas com piso de cautela (Figura 2.7) no topo e no início em toda a largura. Se a escada é perpendicular ao fluxo pedonal, a faixa de aproximação deve projetar-se a um mínimo de 80 cm da escada, mas se for na continuidade do fluxo

de peões deve ter a largura mínima de 120 cm, conforme se ilustra na Figura 2.12.

No caso das rampas, de forma a informar os peões com deficiência visual da sua presença, devem ser aplicadas faixas de cautela no início e fim das mesmas, sendo que a regra para definir a sua largura é similar à referida no caso das escadas.

2.6 Pontos de descanso

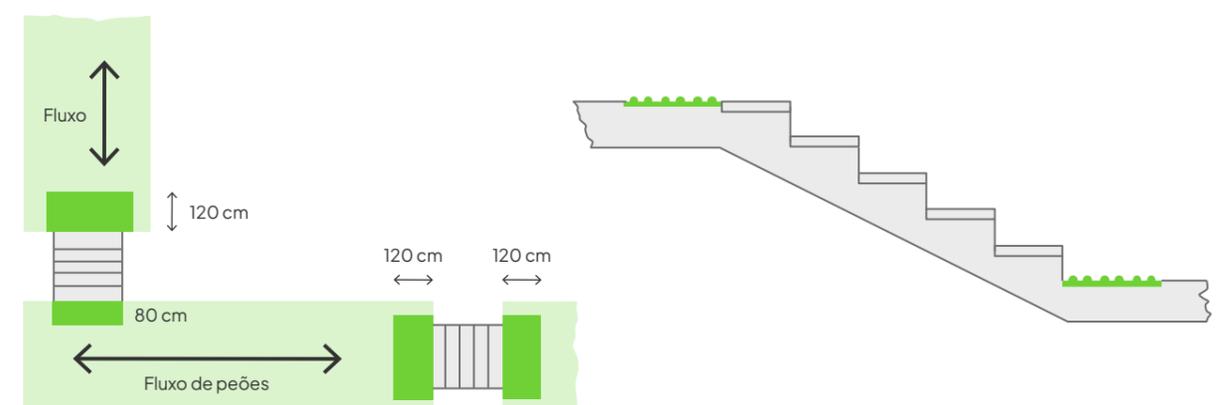
Na rede de percursos pedonais devem ser incluídos não só espaços de circulação, mas também pontos de descanso e zonas para usufruto do espaço público, incluindo áreas de lazer, como pequenos espaços ajardinados, praças ou outras zonas similares favoráveis à sociabilização e permanência no espaço exterior.

Para o efeito deve ser disponibilizado mobiliário urbano de estadia e descanso para peões, como por exemplo bancos, bebedouros e fontes, sombreamento, cinzeiros e papeleiras. Estes elementos urbanos desempenham um papel importante na definição do espaço público na medida em que contribuem para a criação de espaços acessíveis, seguros e legíveis, onde os peões possam permanecer (Teles e Silva, 2018).

Tanto o tipo como a localização do mobiliário urbano devem obedecer a um planeamento cuidado. Assim, devem ser utilizados materiais de qualidade, optando por aqueles de maior durabilidade e de fácil manutenção, uma vez que estão sujeitos às intempéries e ao uso intenso e que, portanto, devem ter grande resistência a esforços e à fadiga, salvaguardando formas e revestimentos que conservem a parte estética. Também devem ser observados fatores ergonómicos e de segurança que proporcionem o bem-estar dos utentes.

Os vários elementos de mobiliário urbano, sem prejuízo do aspeto visual das vias e da sua funcionalidade, não devem ser obstáculos à circulação pedonal (ANSR, 2019a).

Figura 2.12 Faixas de aproximação para sinalizar lanços de escadas (ACAPO)



Os passeios e, em especial, os pontos de permanência de peões, devem ser visíveis a qualquer hora do dia e, portanto, essencialmente por razões de segurança, deve dar-se especial importância à iluminação, pelo que a aplicação de candeeiros pedonais é absolutamente necessária em praças e outros espaços similares (ANSR, 2019b).

Nas áreas em que se incluam os pontos de descanso, bem como nos espaços de circulação, a drenagem das águas pluviais deve ser assegurada, através de disposições técnicas e construtivas que garantam o rápido escoamento e secagem dos pavimentos (DL n.º 163/2006).

A disposição dos elementos de mobiliário urbano nos pontos de descanso deve ter em atenção as pessoas com mobilidade condicionada, conforme descrito no Fascículo I.

2.7 Rampas e escadas

Alterações significativas do declive em distâncias relativamente curtas apresentam dificuldades para todos os peões, porque é necessária mais energia quando se sobe, e o controlo é mais difícil ao descer. Na maioria das circunstâncias, as rampas e escadas são a única forma prática de lidar com estas diferenças de declive.

As rampas permitem ultrapassar os principais obstáculos à mobilidade de todos os peões, incluindo pessoas com mobilidade reduzida ou que transportem bagagem, ou carrinhos de bebé.

Por outro lado, às rampas pode corresponder uma distância adicional a um percurso, quando comparadas com as escadas.

No entanto, as escadas não são facilmente acessíveis para as pessoas com mobilidade reduzida, designadamente aquelas que se desloquem em cadeira de rodas.

Assim, devem instalar-se sempre que possível rampas, pois estas proporcionam uma maior

acessibilidade, qualquer que seja a condição do peão (New Zealand Transport Agency, 2009).

As escadas devem ser instaladas onde não seja tecnicamente viável colocar uma rampa, ou quando a distância adicional resultante de uma rampa é tão excessiva que é pouco provável que a mesma seja utilizada.

Podem colocar-se rampas e escadas em simultâneo quando tal solução se mostre adequada para servir diferentes utentes.

2.7.1 Características dimensionais das rampas

As rampas inseridas em percursos acessíveis devem ter as características dimensionais estipuladas no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto.

De acordo com este documento, as rampas devem ter a menor inclinação possível para tornar o percurso confortável aos utilizadores com deficiência motora. Devem satisfazer uma das seguintes situações ou valores interpolados dos indicados (Figura 2.13):

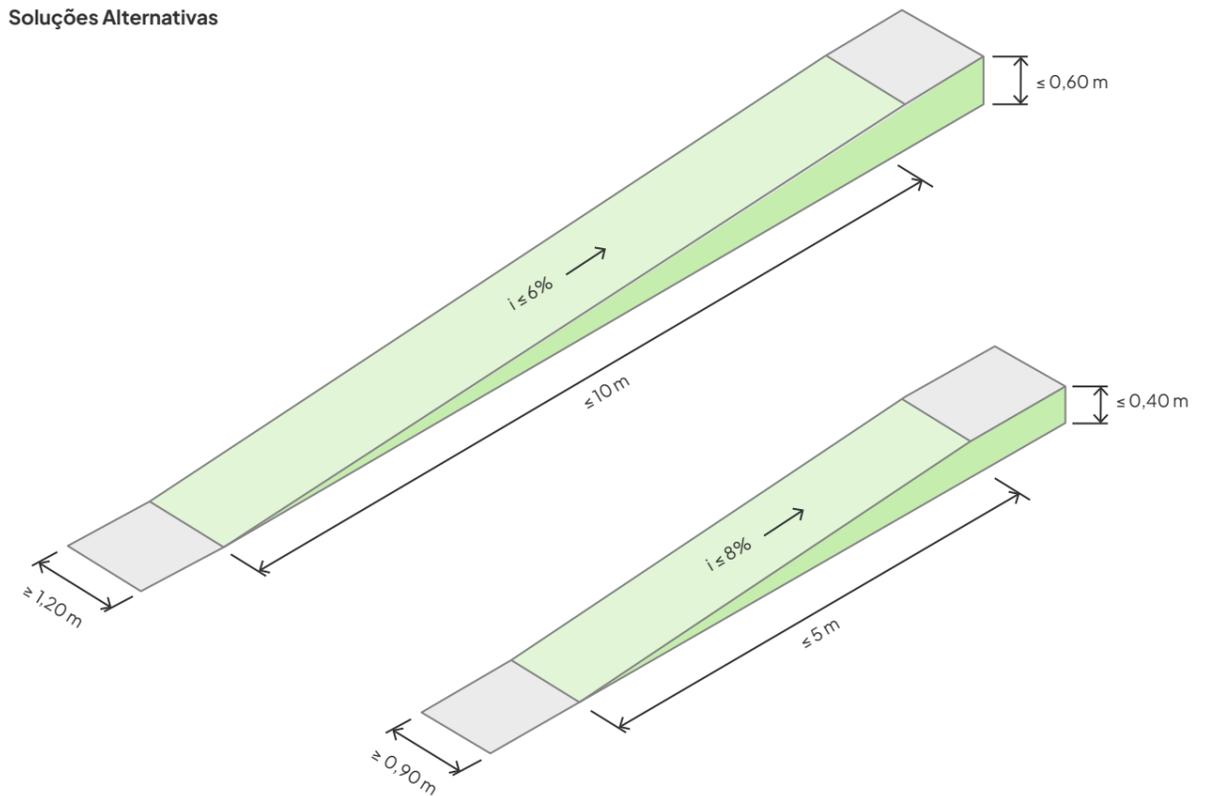
- Ter uma inclinação não superior a 6%, vencer um desnível não superior a 0,6 m e ter uma projeção horizontal não superior a 10m;
- Ter uma inclinação não superior a 8%, vencer um desnível não superior a 0,4 m e ter uma projeção horizontal não superior a 5 m.

No caso de ser necessário instalar rampas em curva, o raio de curvatura não deve ser inferior a 3 m, medido no perímetro interno da rampa, e a inclinação não deve ser superior a 8%. A largura mínima recomendável da rampa é de 1,5 m.

As rampas devem possuir plataformas horizontais de descanso na base e no topo de cada lanço. As plataformas horizontais de descanso devem ter uma largura não inferior à da rampa e ter um comprimento não inferior a 1,5m.

Figura 2.13 Rampas em percursos pedonais acessíveis (SNRIPD, 2006)

Soluções Alternativas



As rampas devem possuir corrimãos de ambos os lados. De acordo com (SNRIPD, 2006), exceção-se as seguintes condições: se vencerem um desnível não superior a 0,2 m ou se vencerem um desnível entre 0,2 m e 0,4 m e não tiverem uma inclinação superior a 6%, situação em que podem apenas ter corrimão de um dos lados. Os corrimãos das rampas devem prolongar-se pelo menos 0,3 m na base e no topo da rampa, devem ser contínuos ao longo dos vários lanços e patamares de descanso e paralelos ao piso da rampa.

Em rampas com uma inclinação não superior a 6%, o corrimão deve ter pelo menos um elemento preênsil e uma altura compreendida entre 0,85 m e 0,95 m (Figura 2.14 - a). No caso de as rampas terem uma inclinação superior a 6%, o corrimão deve ser duplo, com um elemento preênsil a uma altura compreendida entre 0,9 m

e 0,95 m (Figura 2.14 - b).

Para salvaguarda da segurança dos utilizadores vulneráveis (crianças, idosos, pessoas com mobilidade condicionada, etc.), SNRIPD (2006) recomenda que sejam aplicadas no projeto as seguintes larguras em relação aos elementos de proteção, conforme se ilustra na Figura 2.15:

- Paredes ou muretes sem interrupções com extensão superior a 0,12 m;
- Guardas de segurança com um espaçamento entre elementos verticais superior a 0,12 m.

O revestimento do piso das rampas, no seu início e fim, deve ter faixas com diferenciação de textura e cor contrastante relativamente ao pavimento adjacente.

Figura 2.14 a e b
Corrimão duplo com elemento preênsil (SNRIPD, 2006)

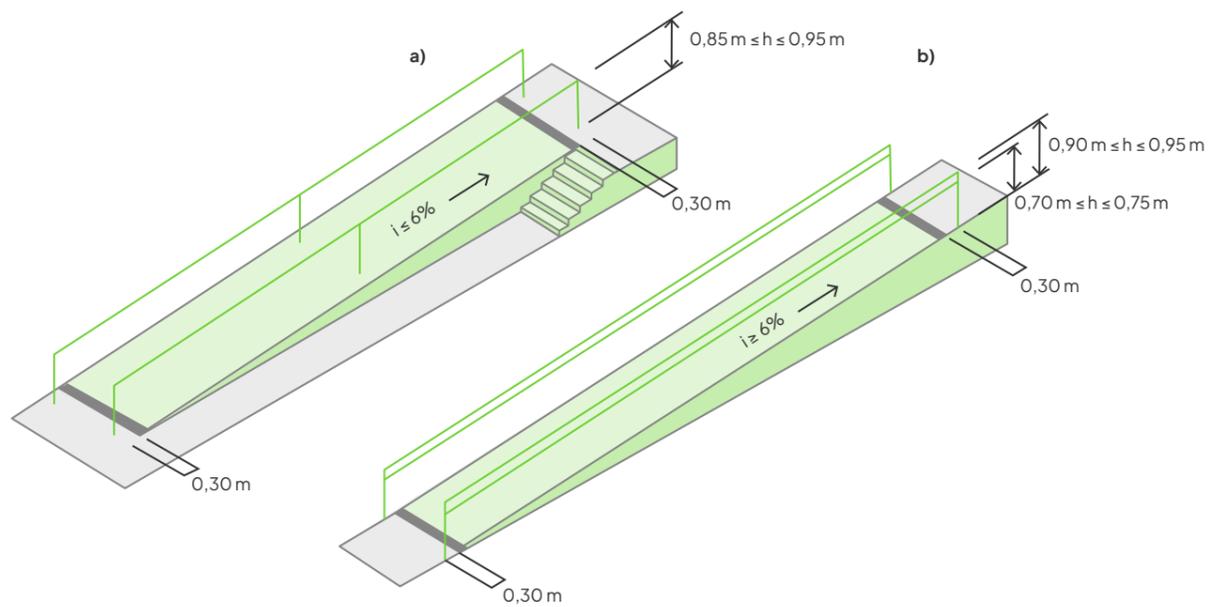


Figura 2.15
Prática de rampas recomendada para segurança dos utilizadores mais vulneráveis (SNRIPD, 2006)

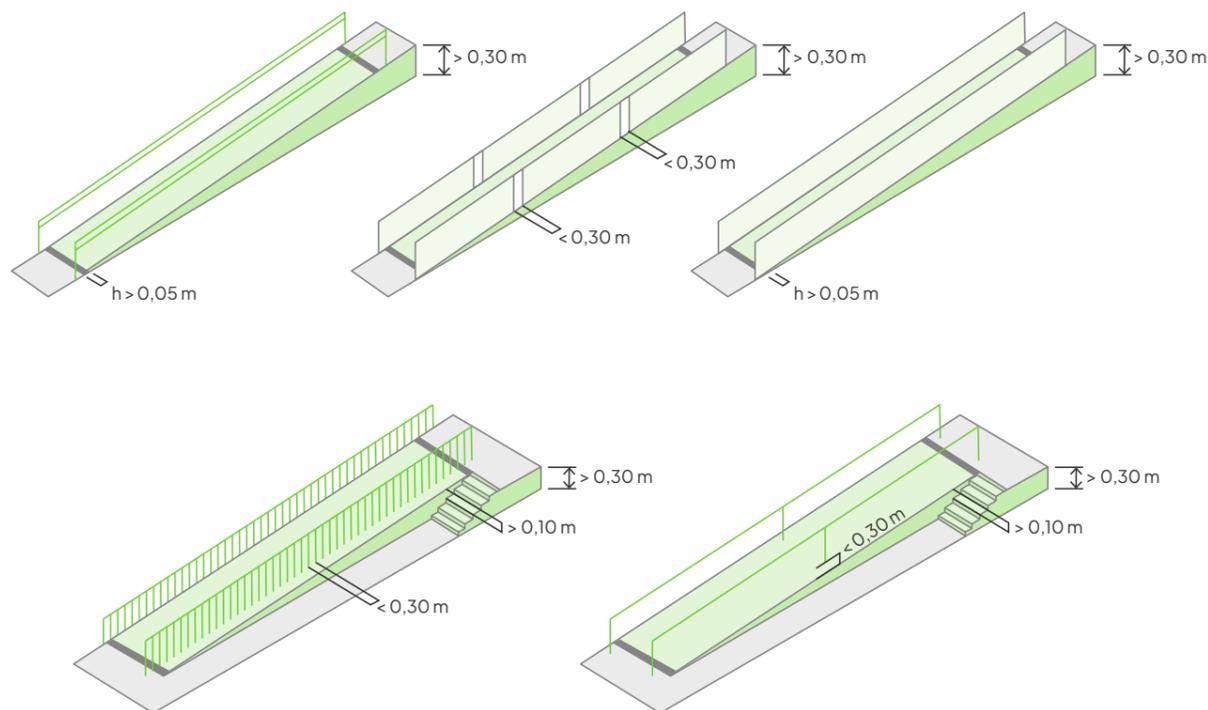
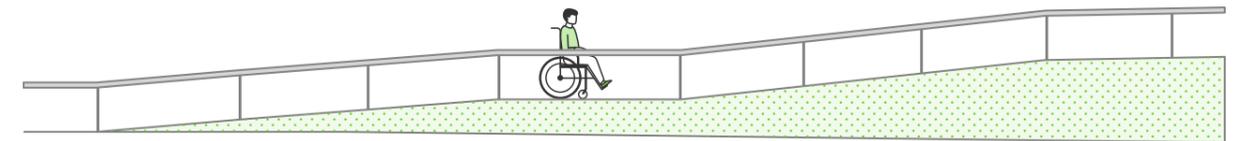


Figura 2.16
Prática de aplicação rampas recomendada (CROW, 1998)



De acordo com (SNRIPD, 2006), as rampas e plataformas horizontais de descanso com desníveis relativamente aos pisos adjacentes superiores a 0,1 m e que vençam desníveis superiores a 0,3 m devem ser ladeadas, em toda a sua extensão (Figura 2.15). Devem ser utilizados um dos seguintes tipos de elementos de proteção:

- Rebordos laterais com uma altura não inferior a 0,05 m;
- Paredes ou muretes sem interrupções com extensão superior a 0,3 m;
- Extensão lateral do pavimento da rampa com uma dimensão não inferior a 0,3 m do lado

2.7.2 Características dimensionais das escadas

As escadas inseridas em percursos acessíveis devem ter as seguintes características dimensionais conforme estipulado no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto (SNRIPD, 2006):

- A largura dos lanços, patins e patamares das escadas não deve ser inferior a 1,2 m;
- Os patamares superiores e inferiores devem ter uma profundidade, medida no sentido do movimento, não inferior a 1,2 m;
- Os patins intermédios devem ter uma

exterior ao plano do corrimão;

- Outras barreiras com uma distância entre o pavimento e o seu limite mais baixo não superior a 0,05 m.

De acordo com CROW (1998), se o desnível a vencer em percursos pedonais for superior a 0,10 m, recomenda-se que o dimensionamento da rampa (inclinação) seja no máximo de 1:20. Se o desnível a vencer for superior ou igual a 0,10 m, o dimensionamento da rampa segue a regra de 1:10. Em qualquer situação é desejável a aplicação de uma sequência de rampas com patamares intermédios, com a mesma inclinação, conforme se ilustra na Figura 2.16.

profundidade, medida no sentido do movimento, não inferior a 0,7 m, se os desníveis a vencer, medidos na vertical entre o pavimento imediatamente anterior ao primeiro degrau e o cobertor do degrau superior, forem superiores a 2,4 m.

- Os degraus devem ter uma profundidade (cobertor) não inferior a 0,28 m e uma altura (espelho) não superior a 0,18 m;
- As dimensões do cobertor e do espelho devem ser constantes ao longo de cada lanço;

- A aresta do focinho do degrau deve ser boleada com um raio de curvatura compreendido entre 0,005 m e 0,01 m;
- Os degraus devem ter faixas antiderrapantes e de sinalização visual com uma largura não inferior a 0,04 m;
- As faixas antiderrapantes devem ser encastradas junto ao focinho dos degraus.
- As escadas destinadas a vencer desníveis superiores a 0,4 m devem possuir corrimãos de ambos os lados. Adicionalmente, a altura dos corrimãos, medida verticalmente entre o focinho dos degraus e o bordo superior do elemento preênsil, deve estar compreendido entre 0,85 m e 0,9 m. Os corrimãos devem prolongar-se no topo das escadas, pelo menos 0,3 m para além do último degrau do lanço;

- Os patamares superior e inferior devem ter uma faixa de aproximação constituída por um material de revestimento de textura diferente e cor contrastante com o restante piso. Como boa prática, é recomendável que a faixa de aproximação às escadas tenha uma largura de 0,6 m e esteja afastada do primeiro degrau da escada de 0,5 m.

De acordo com (CEREMA, 2016), se existir um muro lateral à escada, a largura mínima dos lanços é de 1,30 m, sendo que se existirem dois muros laterais, a largura mínima deve ser de 1,40 m. Se a largura total dos lanços for igual ou superior a 4,2 m deve ser colocado a meio do lanço. Em qualquer situação, a altura máxima dos degraus (espelho) é de 16 cm, que é mais 1 cm do que o valor máximo estipulado no Decreto-Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto.

2.8 Passagens para peões

2.8.1 Generalidades

As passagens para peões, constituem infraestruturas fundamentais, na medida em que permitem a continuidade e promovem a segurança dos percursos pedonais. No entanto, constituem áreas de conflito entre os peões e o tráfego motorizado, pelo que a localização das mesmas deve assegurar o equilíbrio entre o modo pedonal e o rodoviário, proporcionando segurança e funcionalidade. Importa referir que muitos peões podem optar por caminhos mais curtos, ainda que menos seguros, sempre que a utilização de passagens para peões os obrigar a percorrer um percurso demasiado longo.

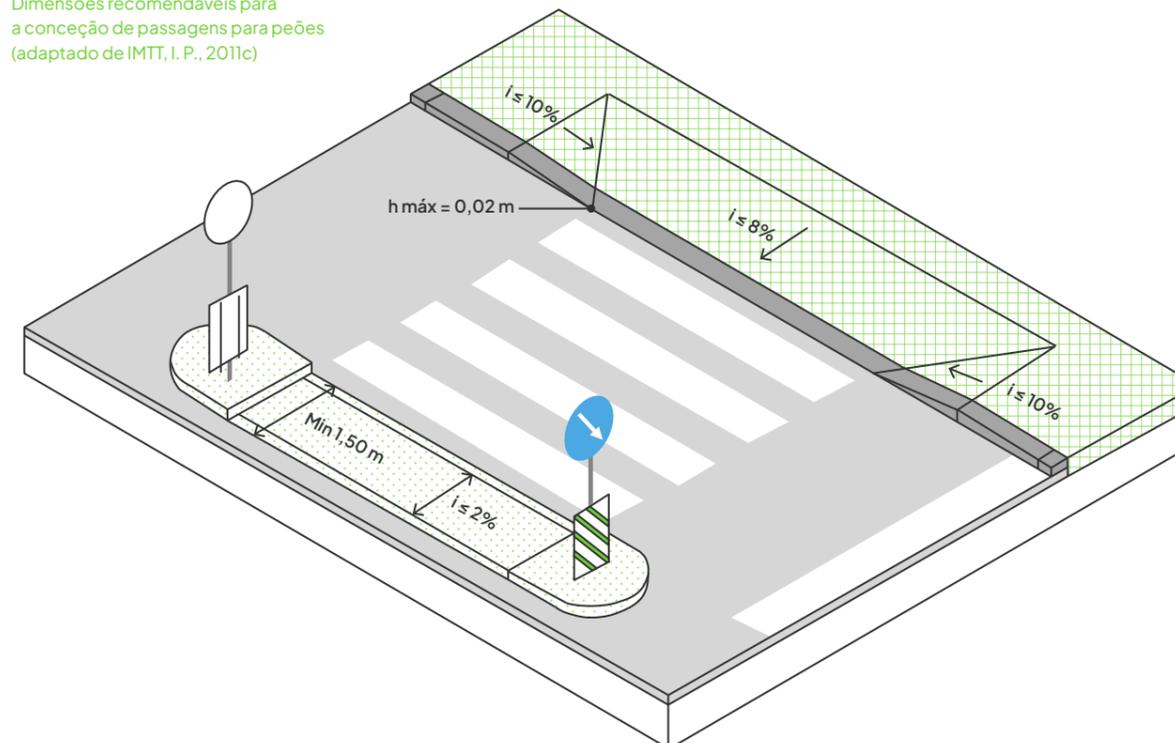
De acordo com o Manual da Câmara Municipal de Lisboa no âmbito do desenho da rua e do espaço público (CML, 2018), a implantação ou adaptação de uma passagem para peões deve ser antecedida de uma ponderação que considere a necessidade ou as vantagens das seguintes ações:

- Reconfigurar a passagem para peões, se esta já existir, de forma a estarem asseguradas condições de acessibilidade e segurança;
- Substituir a passagem para peões pela continuidade do passeio;
- Efetuar arranjos ou melhoramentos complementares na passagem para peões ou na sua envolvente.

A reconfiguração da passagem para peões acima descrita pode envolver a sua relocalização, a sua reorientação (alterar a direção do seu eixo), o seu redimensionamento (alterar a sua largura ou comprimento) e fasear o seu atravessamento por parte dos peões se necessário através da implementação de refúgios.

A ausência de rebaixamento para a passagem para peões dificulta a acessibilidade a esta, es-

Figura 2.17
Dimensões recomendáveis para a conceção de passagens para peões (adaptado de IMTT, I. P., 2011c)



pecialmente a peões com mobilidade condicionada, podendo configurar uma barreira intransponível. A boa prática recomenda que o passeio esteja devidamente nivelado com a rodovia, de modo a que a deslocação se proceda de forma confortável, segura e sem ressalto abrangendo toda a largura da passagem para peões e implantado ao longo de todo o atravessamento, incluindo ambos os extremos da passagem para peões e, quando existam, as intersecções com separadores, ilhas e refúgios (CML, 2013).

Para tal, é aconselhável a introdução de uma zona de rampa, imediatamente adjacente à passagem para peões (Figura 2.17) (IMTT, I.P., 2011c).

Por outro lado, o Decreto – Lei n.º 163/2006, de 8 de agosto, recomenda que seja executado o rebaixamento do lancil ao nível da rodovia e que “a altura do lancil em toda a largura das passagens de peões não deve ser superior a 0,02 metros”.

Um rebaixamento incorretamente executado poderá funcionar como um degrau, o que dificultará a acessibilidade a peões.

Quando o rebaixamento não acompanha toda a extensão da passagem para peões, a fluidez no acesso a toda a extensão da passadeira fica comprometida, diminuindo a sua capacidade.

As passagens para peões com rebaixamento dos passeios devem ter uma largura mínima de 4,0 metros, de forma a ser bem visível ao mesmo tempo que possibilita o atravessamento por um maior número de utentes, o lancil deve estar nivelado ao longo de toda a extensão da passagem do passeio para a passagem para peões.

A inclinação do rebaixamento do passeio para a passagem para peões depende da largura do passeio.

Assim, se a largura do passeio for igual ou superior a 2,00 m o rebaixamento deve ter uma inclinação inferior a 8% na direção da passagem para peões e 10% na direção do lancil do passeio ou caminho de peões, de forma a estabelecer uma concordância entre o nível do pavimento do passeio e o nível do pavimento da faixa de rodagem – ver Figura 2.18 (Teles e Silva, 2018).

A sinalização do rebaixamento em pavimento táctil (revestimento específico com cor contrastante e textura diferenciada do piso envolvente), constituído por uma linha em pavimento direcional articulada com uma faixa de pavimento de perigo (ou alerta), permite que os utentes com limitações visuais se apercebam da existência, localização exata e largura total da passagem para peões.

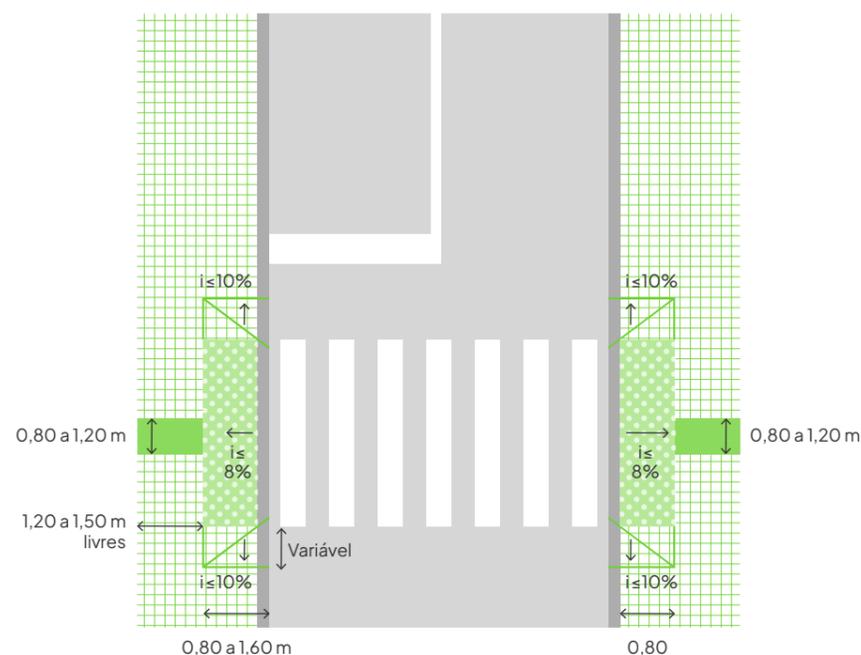
Para tal aplica-se uma linha de encaminhamento, que permite ao peão detetar a presença da passagem e perceber a direção de atravessamento, no sentido transversal ao fluxo com uma largura compreendida entre 0,80 m e 1,20 m que encaminha o peão para a área rampeada de atravessamento da passagem para peões.

A linha de encaminhamento pode ser colocada em forma de “T” invertido, no caso de se tratar de uma passagem para peões sem sinalização luminosa, encaminhando assim o peão para e pelo seu eixo, ou em forma de “L” no caso de se tratar de uma passagem com sinalização luminosa e, neste caso, encaminha o peão até ao semáforo para lhe permitir o uso da botoneira.

A área rampeada de aproximação à via deve ser pavimentada com pavimento de perigo com uma largura compreendida entre 0,80 m e 1,60 m e deve ser aplicada a toda a largura do rebaixamento de forma a indicar a dimensão transversal da passagem para peões (Teles e Silva, 2018).

Se a largura do passeio for inferior a 2,00 m, o rebaixamento deve ser efetuado a toda a sua largura, suavemente no sentido da marcha, impondo uma inclinação igual ou inferior a 5% na direção da circulação pedonal. A zona rebaixada deve ser à mesma cota da via (Figura 2.19) (Teles e Silva, 2018).

Figura 2.18 Rebaixamento do passeio se a largura do passeio for igual ou superior a 2,00m (adaptado de Teles e Silva, 2018 e ACAPO, s. d.)



Relativamente à sinalização para peões com limitações visuais, é aconselhável que a área de passeio rebaixada possua informação tátil de apoio ao atravessamento antes e depois da interceção com a passagem para peões.

A linha guia em piso direcional colocada em forma de “T” invertido deve ter uma largura que pode variar entre 0,80 m a 1,20 m, a indicar a existência e o eixo da passagem para peões ou, nas passagens de peões com sinalização luminosa, colocada em forma de “L” a indicar a localização dos semáforos. Esta faixa deve ser colocada apenas até 0,40 m do limite do passeio, preenchendo o restante com pavimento de perigo com pelo menos 0,80 m de largura, definindo a dimensão total da zona de atravessamento (Teles e Silva, 2018).

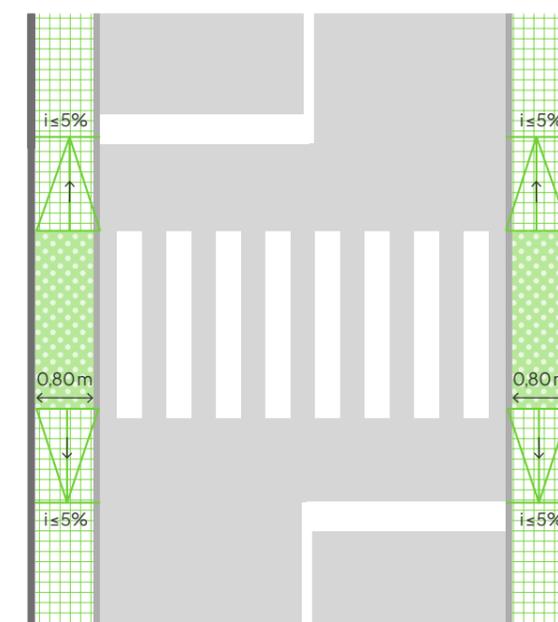
Existem, ainda, outros fatores determinantes para a acessibilidade e segurança das passagens para peões:

- Visibilidade: As passagens para peões devem ser implementadas de forma a proporcionar

ao peão e ao condutor boas condições de visibilidade (ver Fascículo II).

- Drenagem: O sistema de drenagem das águas pluviais deve ser eficaz, de forma a impedir a acumulação de água à superfície, sobre a passagem para peões passagem e zona adjacente no passeio, permitindo tempos de secagem rápidos.
- Iluminação: Os elementos de iluminação pública devem destacar a passagem para peões do ambiente rodoviário e, simultaneamente, iluminar os peões, para que os condutores os consigam avistar.
- Para tal, os elementos de iluminação devem estar perto das passagens para peões, sem obstáculos que os encubram, tais como árvores ou painéis publicitários, iluminando os peões pelo lado de aproximação dos veículos.
- Pavimento: A superfície do pavimento na passagem para peões deve ser desempenada e proporcionar boa aderência. Assim, deve ser

Figura 2.19 Rebaixamento do passeio se a largura do passeio for inferior a 2,00m (adaptado de Teles e Silva, 2018 e ACAPO, s. d.)



evitada a aplicação de paralelepípedos nas passagens para peões.

- Sinalização Rodoviária: A passagem para peões deve ser sinalizada por marca rodoviária (M11 ou M11a), sendo recomendável

2.8.1.1 Passagens para peões associadas a elementos de acalmia de tráfego

A passagem para peões pode ser implementada associada a um elemento de acalmia de tráfego, por exemplo uma plataforma sobrelevada trapezoidal, que se estende ao longo de um trecho, em que a parte superior é plana permitindo a circulação dos peões o que resultará no nivelamento da rodovia pela cota do lancil do passeio. Nas extremidades desta plataforma é recomendável a execução de um revestimento de pavimento de textura diferente e cor contrastante (IMTT, I.P., 2011c).

Pontualmente e em função de algumas especificidades (como por exemplo a proximidade de uma escola), as passagens para peões sobrelevadas podem ser precedidas por lombas redutoras de velocidade. Estas não devem ser colocadas a uma distância inferior a 30 m ou superior a 150m da passagem para peões (ANSR – Instalação e sinalização de LRV, 2007).

As plataformas sobrelevadas são mais indicadas para vias locais, ou seja, arruamentos residenciais de nível IV, onde exista um significativo número de atravessamentos de peões, e onde se verifica o risco de existirem velocidades excessivas. (Silva e Santos, 2011).

As rodovias com cota ao nível dos passeios proporcionam um efeito similar ao resultante da aplicação de plataformas sobrelevadas, mas desenvolvem-se ao longo de um arruamento. Como os passeios ficam à mesma cota das faixas de rodagem, não se verifica segregação entre o modo pedonal e o motorizado, pelo que só são possíveis em Zonas de Coexistência (ver Capítulo 5). Esta solução incute nos condutores a

complementá-la pelo sinal H7. A marca M11a apenas pode ser usada em passagens para peões reguladas por sinalização luminosa, sendo recomendável que seja apenas esta a marca usada nessas situações, por motivos de uniformidade.

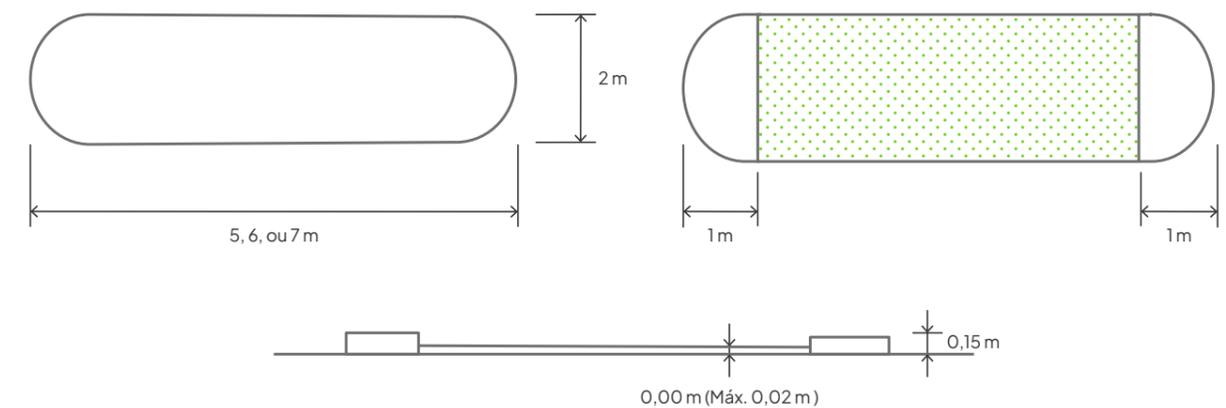
sensação de que estes se encontram numa zona destinada essencialmente aos peões e, por conseguinte, devem adaptar a sua forma de condução à sua presença (Silva e Santos, 2011). Podem aplicar-se pavimentos diferenciadores dos espaços afetos à circulação dos diferentes utentes.

Os ilhéus separadores são também elementos físicos de acalmia de tráfego, podendo estar associados a passagens para peões (refúgios). Estes elementos, contribuem para a redução de velocidade dos veículos motorizados, através da redução da largura da via e do respetivo efeito visual. Esta solução cria um espaço suplementar para refúgio dos peões no atravessamento (ver também o Capítulo 2 do Fascículo II). Nesta solução o atravessamento é efetuado em duas fases, com uma paragem no eixo da via, o que permite ao peão percorrer uma distância mais reduzida em cada fase, gerir o conflito com apenas um sentido de trânsito e encontrar refúgio seguro entre fases consecutivas.

Os refúgios para peões (Figura 2.20) devem obedecer, sempre que possível, às seguintes recomendações (Seco et al., 2008):

- Comprimento mínimo de 3 metros;
- Largura desejável 2,00 m, mínima recomendável de 1,50 m de modo a garantir protecção adequada aos peões (o mínimo referido no Dec-Lei 163/2006 é de 1,20 m);
- Existência de sinal vertical de contorno de obstáculo;

Figura 2.20 Refúgio para peões (Marques, 1994)



- Existência de uma boa iluminação do local;
- Verificação das necessidades de manobra dos veículos pesados;
- Largura das faixas de rodagem não inferior a 3,00 m;
- Junto aos cruzamentos considerar um afastamento não inferior a 3,00 m da linha de cedência de passagem;
- Não colocação junto a paragens de BUS, pois pode impedir as ultrapassagens, provocando assim um possível bloqueio da via;
- Eventualmente dever-se-á proibir o estacionamento na zona;
- Pode ser instalada isoladamente ou em conjunto com passagens para peões ou semáforos

2.8.2 Atravessamentos pedonais nas proximidades de paragens de transportes coletivos

As passagens para peões localizadas na proximidade de paragens de transportes públicos devem ser implantadas de acordo com as recomendações do Capítulo 5.1 do Fascículo II (ver também recomendações do Fascículo IV). As paragens de transportes públicos devem estar em articulação direta com a rede pedonal.

A sua localização deve ter em atenção os seguintes fatores (Seco et al., 2011b):

- Proximidade dos principais polos geradores de passageiros;
- Assegurar as melhores condições de segurança e de visibilidade;
- Facilidade de proceder às manobras de paragem e arranque;
- Optar pela proximidade com uma passagem para peões já existente em detrimento da necessidade de criar uma nova passagem para peões;
- Integração num trecho provido de passagem para peões, pelo que, caso os mesmos não existam, deverão ser previstos numa extensão de comprimento mínimo, compreendido entre o abrigo e a zona de atravessamento pedonal;
- A necessidade de sinalização luminosa deve ser avaliada de acordo com os critérios

apresentados no subcapítulo 2.2.2.

2.8.3 Passagens para peões reguladas por sinais luminosos

A regulação e controlo de tráfego através de sinalização luminosa tem como objetivos melhorar a segurança, resolvendo eventuais conflitos entre fluxos de tráfego motorizado e de peões, aumentar a fluidez de circulação, reduzindo os tempos de percurso e, simultaneamente, evitar os congestionamentos. Desta forma, pretende-se salvaguardar os direitos de todos os utentes da rede viária.

As passagens para peões reguladas por sinais luminosos podem existir integradas nos planos de regulação de tráfego nos cruzamentos com sinalização luminosa, ou afastadas destes num trecho da faixa de rodagem.

A geometria da passagem para peões regulada por sinais luminosos em locais fora dos cruzamentos depende principalmente do comprimento do atravessamento e, portanto, da existência ou não de placa central de refúgio dos peões.

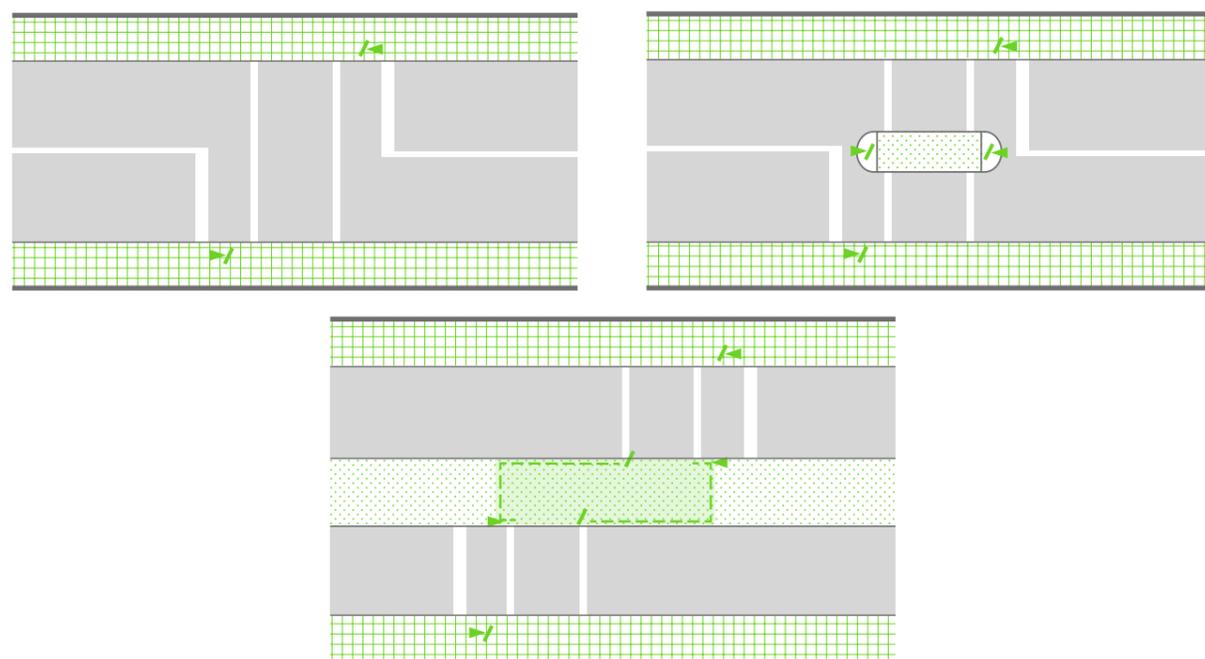
Na Figura 2.21 mostram-se esquematicamente as passagens para peões alinhadas com e sem refúgio onde o atravessamento deverá ser tanto quanto possível contínuo, e as passagens escalonadas à direita. Nas passagens alinhadas com refúgio a fase de verde deve ser comum. Não se recomendam passagens para peões escalonadas à esquerda pois obrigam os peões a estar de costas para o tráfego que vão atravessar.

Em qualquer caso não deverá ser permitido o estacionamento junto ao local de travessia e, pelo menos em relação às passagens para peões escalonadas, devem existir guarda-corpos para encaminhamento dos peões.

Os semáforos instalados nas passagens para peões, devem obedecer aos seguintes critérios (DL n.º 163/2006):

- Nos casos de accionamento manual, o dispositivo de accionamento deve estar localizado a uma altura compreendida

Figura 2.21 Passagens para peões reguladas por sinais luminosos fora de interseções



- O sinal verde deve estar aberto o tempo suficiente para permitir a travessia, a uma velocidade de 0,4 m/s, de toda a largura da via ou até ao separador central, quando ele exista²;
- Os semáforos que sinalizam a travessia de peões instalados em vias com grande volume de tráfego de veículos ou intensidade de uso por pessoas com deficiência visual devem ser equipados com mecanismos complementares que emitam um sinal sonoro quando o sinal estiver verde para os peões.

Alguns países europeus (Bélgica, França e Suíça) estipulam que para o cálculo do tempo total de atravessamento dos peões há que ter em conta o "tempo de verde" (tempo em que o sinal está verde para os peões), o "tempo de limpeza"

(tempo que decorre entre o final do sinal verde para os peões e o início do sinal verde para o tráfego motorizado, de forma a que a via fique liberta de veículos antes de iniciar uma nova fase) e ainda, o "tempo de segurança", em que todos os semáforos para os peões e tráfego motorizado, apresentam o sinal vermelho. O cálculo destes parâmetros ("tempo de verde" e "tempo de limpeza") é efetuado em função da velocidade de deslocação de um peão considerada. No Quadro 2.7 apresentam-se as velocidades consideradas para o dimensionamento (IMTT, I.P., 2011c).

A colocação de temporizadores em contagem decrescente informando os peões do tempo remanescente de espera ou de passagem pode fomentar o respeito pelos sinais luminosos para peões (Teles e Silva, 2018).

2.8.4 Passagens de peões desniveladas

As passagens de peões desniveladas são estruturas aéreas ou subterrâneas que permitem separar o tráfego pedonal do rodoviário, processando-os a níveis diferentes.

O desempenho das passagens para peões pode ser prejudicado por problemas de deslocaliza-

ção (desajustamento das linhas de desejo dos peões), de configuração (escadas sem alternativa acessível, rampas mal dimensionadas), de manutenção (meios mecânicos fora de serviço, falta de limpeza) ou de perceção de insegurança (pouca iluminação, pouca visibilidade, vandalismo, principalmente nas passagens subterrâneas).

Quadro 2.7 Velocidades consideradas para o dimensionamento dos tempos de atravessamento dos peões (IMTT, I.P., 2011c)

	Velocidade considerada para o cálculo do tempo de verde (m/s)	Velocidade considerada para o cálculo do tempo de limpeza (m/s)
Bélgica	1,2 m/s	1,2 m/s
França	1 m/s	1 m/s
Suíça	1 m/s	1,5 m/s
Portugal (DL 163/2006)	0,4 m/s	Não é feita referência a este parâmetro

² Na generalidade dos países europeus utiliza-se para dimensionamento da fase de verde para peões uma velocidade de atravessamento superior à referida e mais próxima do percentil 85 da distribuição de velocidades de peões adultos, conforme referido no capítulo 3.2.3 do Fascículo 1.

Uma passagem de peões desnivelada pode ser indispensável, por exemplo, para atravessamento de rodovias urbanas de nível I, de corredores de BRT ou de ferrovias, situações em que este tipo de passagem é a única maneira de efetuar a ligação. Noutros casos, esta é uma medida opcional, havendo outras formas de proteger o peão (e.g., semaforização com radar ou acalmia de tráfego).

As passagens de peões superiores não são recomendadas em arruamentos urbanos locais (níveis III e IV), apenas devendo ser ponderadas nos outros dois níveis, dependendo do contexto (ver Quadro 2.8).

O projeto das passagens de peões desniveladas tem de atender à segurança dos utilizadores da infraestrutura, incluindo os que têm mobilidade condicionada. Por outro lado, devem conter soluções de projeto que impeçam atos de vandalismo, como por exemplo, arremesso de objetos sobre os veículos.

A aplicação de passagens de peões desniveladas obriga a um enquadramento urbanístico e inserção no espaço cuidados para satisfazer os requisitos funcionais de conforto e segurança pessoal necessários para que sejam atrativos (ver Figura 2.22 e Figura 2.23).

Quadro 2.8
Tipologia de travessias desniveladas (adaptado de CROW, 1998)

Tipo de Travessia Desnivelada	Área de aplicação	Dimensionamento
Travessia desnivelada inferior em túnel	Interseções com elevados volumes de tráfego motorizado (rodovias urbanas de nível I e arruamentos de nível II) e relevantes para a circulação de peões, configurando uma situação em que o seu atravessamento de nível não seja adequado por questões de segurança.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura da travessia acima da superfície do pavimento $\geq 2,50$ m; • Largura mínima da travessia: 3,0 m; • Regra de Dimensionamento (inclinação transversal) $< 1:20$; • Assegurar iluminação adequada, condições de visibilidade e drenagem.
Travessia desnivelada inferior em semitúnel	Interseções com elevados volumes de tráfego motorizado (rodovias urbanas de nível I e arruamentos de nível II) e relevantes para a circulação de peões, configurando uma situação em que o seu atravessamento de nível não seja adequado por questões de segurança.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura da travessia acima da superfície do pavimento $\geq 4,50$ m; • Largura mínima da travessia: 3,0 m; • Regra de Dimensionamento (inclinação transversal) $< 1:20$; • Assegurar drenagem adequada, sendo que a iluminação pública nesta situação conferirá condições de visibilidade noturna aos peões.
Travessia desnivelada superior	Interseções com elevados volumes de tráfego motorizado (rodovias urbanas de nível I e arruamentos de nível II) e relevantes para a circulação de peões, configurando uma situação em que o seu atravessamento de nível não seja adequado por questões de segurança. Necessita de meios mecânicos para permitir a travessia de peões em cadeira de rodas (elevadores para subida e descida).	<ul style="list-style-type: none"> • Altura da travessia acima da superfície do pavimento \geq altura máxima do veículo que circula na rodovia; • Largura mínima da travessia pedonal superior $\geq 2,5$ m; • Regra de Dimensionamento (inclinação transversal) $< 1:20$; • Assegurar a segurança dos peões e dos utilizadores da rodovia, através de design adequado que impeça o arremesso de eventuais objetos;

Para garantir a acessibilidade e segurança das passagens desniveladas há que atender aos seguintes requisitos (New Zealand Transport Agency, 2009, referido em CML, 2013):

- Dotar este tipo de passagens de rampas ou de meios mecânicos;
- Instalar iluminação adequada e meios de vigilância permanente para evitar atos de vandalismo;
- Assegurar a limpeza e conservação, bem como a reparação de quaisquer anomalias, logo que estas surjam, a fim de evitar a sua degradação;
- Nas passagens subterrâneas deve haver claraboias;
- Os peões devem sempre poder ver todo o percurso sem nenhum tipo de obstruções, recantos ou curvas;
- Sempre que possível, os peões devem poder avistar todo o percurso a partir de um ponto

exterior, de preferência afastado, de modo a que à medida que se aproximam do início da passagem possam tomar a decisão com confiança;

- O percurso deve incluir sinalização direcional para peões.

Uma passagem desnivelada obriga o peão a realizar o esforço adicional de subir ou descer para além de poderem corresponder a grandes desvios e se não forem tratadas convenientemente, poderem criar sentimento de insegurança. Este sentimento pode ser mitigado no caso das passagens superiores através de dispositivos que garantam a visibilidade dos percursos (ver Figura 2.22) e no caso das passagens subterrâneas através da previsão de dimensões generosas no espaço de atravessamento (ver Figura 2.23).

A construção de passagens de peões desniveladas deve ser acompanhada de medidas destinadas a prevenir o atravessamento das rodovias para veículos motorizados pelos peões e velocípedes.

Figura 2.22
Passagem de peões superior com rampa (Foto: Cardoso, J. L.)



Figura 2.23
Passagem de peões inferior a arruamento com múltiplas vias (Foto: Cardoso, J. L.)



03.

Rodovias com velocípedes

3.1 Tipologias

De acordo com o artigo 112.º do Código da Estrada, velocípede é o veículo com duas ou mais rodas acionado pelo esforço do próprio condutor por meio de pedais ou dispositivos análogos. Assim, e para efeitos do Código da Estrada, as bicicletas são classificadas como velocípedes. Da mesma forma, os velocípedes com motor, as trotinetas com motor bem como os dispositivos de circulação com motor elétrico, autoequilibrados e automotores ou outros meios de circulação análogos com motor são equiparados a velocípedes.

Verifica-se nos documentos nacionais que estabelecem a terminologia técnica rodoviária (Vocabulário de Estradas e Aeródromos, Especificação

LNEC E280-1973 a E286-1973) a existência de escassas referências a termos relacionados com as rodovias com velocípedes. Verifica-se também que os termos utilizados na maior parte dos documentos consultados não estão ajustados ao Código da Estrada nem utilizam a terminologia técnica estabelecida nas especificações acima mencionadas. Tal situação cria incerteza relativamente às características das categorias de rodovias com velocípedes nelas definidas, bem como ao tipo de veículos que nelas podem circular (por exemplo, o termo “faixa ciclável” usado em IMTT, I.P., 2011b). Assim, no Quadro 3.1 apresenta-se uma síntese dos termos relevantes para este tipo de rodovias utilizados no presente documento.

Quadro 3.1 Terminologia para rodovias com velocípedes

Rodovia com Velocípedes		
Vias de tráfego	Via para Velocípedes	
	Vias de tráfego para velocípedes	Pistas para velocípedes
Zona longitudinal da faixa de rodagem destinada ao trânsito de uma única fila de veículos (motorizados ou não motorizados)	Via de tráfego destinada ao trânsito de velocípedes separada das restantes vias de tráfego apenas através de marca rodoviária	Parte da estrada especialmente preparada para o trânsito de velocípedes, separada fisicamente das restantes faixas de rodagem

Em virtude do disposto no Código da Estrada, nas vias para velocípedes (via de tráfego para velocípedes e pista para velocípedes) mencionadas no Quadro 3.1, a circulação não está restringida a bicicletas. Na ótica do Sistema Seguro, apenas devem ser autorizados a circular nos percursos referidos, veículos com velocidade limitada a 25 km/h.

A escolha da tipologia aplicável está associada à forma como se pretende resolver os conflitos entre veículos motorizados e velocípedes, a qual depende da relevância do tráfego motorizado e do tráfego de velocípedes (CROW, 1998). No caso das vias de tráfego, os velocípedes partilham o espaço com os veículos motorizados, não havendo reserva de espaço mediante marcação rodoviária.

No caso das vias de tráfego para velocípedes, existe um espaço destinado à circulação (unidirecional) de velocípedes, e que faz parte da faixa de rodagem, sendo delimitado através de mar-

cas rodoviárias. As larguras das vias de tráfego para velocípedes devem ser determinadas pelo contexto e pelo uso previsto para a envolvente (AASHTO, 2012). O volume de tráfego motorizado, a sua composição (designadamente em termos do volume de tráfego de veículos pesados), as velocidades de circulação previstas e a função principal da rodovia afetam significativamente a segurança e o conforto dos velocípedistas e a necessidade do seu afastamento lateral face aos veículos motorizados.

Finalmente, as pistas para velocípedes constituem um canal de circulação segregado do tráfego motorizado (com separação física do espaço rodoviário), podendo a circulação ser uni ou bidirecional.

No Quadro 3.2 são apresentadas as principais características, campo de aplicação, vantagens e desvantagens das diferentes tipologias de rodovias com velocípedes.

Quadro 3.2 Síntese das tipologias de rodovias cicláveis (adaptado de IMTT, I.P., 2011b; CROW, 1998)

	Vias de tráfego	Vias de tráfego para velocípedes	Pistas para velocípedes
Características	O velocípedista partilha o espaço com os veículos motorizados.	O velocípedista dispõe de espaço próprio de circulação na faixa de rodagem, delimitado por marcas rodoviárias (separação visual)	O velocípedista é afastado dos veículos motorizados, mediante uma infraestrutura para velocípedes dedicada e fisicamente segregada (separação física)
Campo de aplicação	Interior da malha urbana, nos bairros e áreas centrais. Partilha da faixa de rodagem pelos modos, que circulam a velocidade inferior a 50 km/h.	Nas ligações entre bairros e em meio urbano	Em zonas periurbanas ou entre aglomerados urbanos; Junto a rodovias urbanas de nível I Em eixos com número reduzido de intersecções
Vantagens	Aproveitamento de infraestrutura existente, sem reserva de espaço próprio Possibilidade de aplicação temporária Baixo custo	Boa integração em intersecções (velocípedista visível) Custo moderado Consumo reduzido de espaço Facilidade de manutenção	Separação física para velocípedes Conflitos com o tráfego motorizado apenas nas intersecções Promotor de novos utilizadores de velocípedes
Desvantagens	Limitado a arruamentos com velocidade de circulação inferior a 50 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 velocípedes.	Possibilidade de invasão do espaço (ex.: estacionamento) Proximidade com o tráfego motorizado sem restrições significativas de velocidade	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.

3.2 Conceção, seleção e dimensionamento

3.2.1 Conceção

A conceção de uma rede para velocípedes adequada deve ter em consideração os requisitos e

expectativas dos velocípedistas, os quais podem ser caracterizados pelos aspetos descritos no Quadro 3.3.

Quadro 3.3
Requisitos e expectativas dos velocípedistas (adaptado de IMTT, I.P., 2011b; CROW, 1998; Austroads, 2017a)

Requisito	Descrição
Conectividade e adequabilidade	<p>A rede para velocípedes deve oferecer ligações diretas e contínuas entre os principais polos geradores e atratores de deslocações, tais como equipamentos coletivos, interfaces de transportes, áreas habitacionais, áreas comerciais e de serviços bem como locais de lazer.</p> <p>A rede deve ser configurada em função da orografia, da malha e da vivência urbanas e, ainda, das necessidades dos velocípedistas, tendo em consideração os fluxos existentes e potenciais.</p> <p>Os percursos para velocípedes devem estar desimpedidos de quaisquer obstáculos, nomeadamente mobiliário urbano.</p> <p>A rede para velocípedes deve articular-se com as restantes redes de transportes, e em particular, com o transporte coletivo.</p> <p>O tempo de espera para velocípedistas deve ser minimizado nas interseções reguladas por sinalização luminosa.</p> <p>Deve ser dada particular atenção às infraestruturas de estacionamento e de apoio, que devem ser adequadas, seguras e estar convenientemente localizadas, próximo dos principais locais de destino, como interfaces de transporte, equipamentos escolares e desportivos e outros polos de atividades.</p>
Acessibilidade	<p>A rede para velocípedes deve assegurar acessos aos locais estruturantes, em particular, às interfaces de transporte público, assegurando a existência de infraestruturas de estacionamento para os velocípedes.</p> <p>Devem ser promovidos percursos para velocípedes em zonas onde existam restrições de acesso a veículos motorizados, como parques urbanos ou zonas alvo de medidas de acalmia de tráfego (e.g., zonas 30 e zonas de coexistência).</p>
Segurança rodoviária	<p>Nos canais não segregados fisicamente deve ser promovida a redução dos volumes de tráfego de veículos motorizados e a limitação da velocidade de circulação a valores inferiores a 50 km/h.</p> <p>Devem ser minimizados os conflitos potenciais entre velocípedistas e peões e veículos motorizados.</p>
Segurança pessoal	<p>A conceção dos percursos para velocípedes deve garantir o contacto visual entre todos os utentes e permitir criar espaços que sejam bem iluminados, especialmente em túneis, pontes, zonas verdes e locais isolados.</p> <p>As infraestruturas de estacionamento devem ser instaladas em locais bem visíveis, devidamente iluminados e onde exista presença regular de pessoas.</p>
Legibilidade	<p>A rede para velocípedes deve estar devidamente assinalada para garantir a sua fácil leitura e compreensão, sendo sinalizada de acordo com o Regulamento de Sinalização do Trânsito.</p>
Conforto	<p>A rede para velocípedes deve dispor de equipamentos e infraestruturas de apoio, tais como pontos de água potável.</p> <p>A superfície do pavimento da via para velocípedes deve ser desempenada e nivelada, sem juntas evidentes entre os diferentes materiais que a compõem.</p> <p>Deve ser evitada a presença de sumidouros na superfície do pavimento. Caso seja absolutamente necessário, a orientação da grelha do sumidouro deve ser perpendicular à direção do fluxo habitual.</p> <p>A conceção de infraestruturas de estacionamento deve ter em conta a proteção relativamente à chuva e ao vento.</p>

3.2.2 Seleção

A escolha da tipologia a aplicar está associada à forma como se pretende resolver os conflitos entre veículos motorizados e velocípedes, a qual depende da relevância da função tráfego motorizado e da função velocípede. No Quadro 3.4 apresenta-se o método de escolha recomendado na Holanda (CROW, 1998).

O tráfego motorizado primário corresponde a volumes de tráfego de 600 a 700 veículos ligeiros equivalentes por hora (vle/h) no período de ponta em cidades de média dimensão (800 a 1200 vle/h em cidades grandes); o tráfego motorizado moderado corresponde a 200 a 250 vle/h no período de ponta; o tráfego motorizado limitado corresponde a menos de 200 a 250 vle/h no período de ponta; e o tráfego motorizado inexistente corresponde a canais sem tráfego de veículos ligeiros, podendo eventualmente ter tráfego de autocarros urbanos.

Relativamente ao tráfego de velocípedes, as rotas para velocípedes correspondem a canais com volumes de tráfego de velocípedes superiores a 300 velocípedes por hora (no período de ponta); sendo secundárias as restantes situações.

Na Figura 3.1 apresentam-se os critérios preconizados na Dinamarca (Veidirektoratet, 2000) e em França (CERTU, 2008, citado em IMTT, I.P., 2011b) para seleção do tipo de percurso para velocípedes mais adequado.

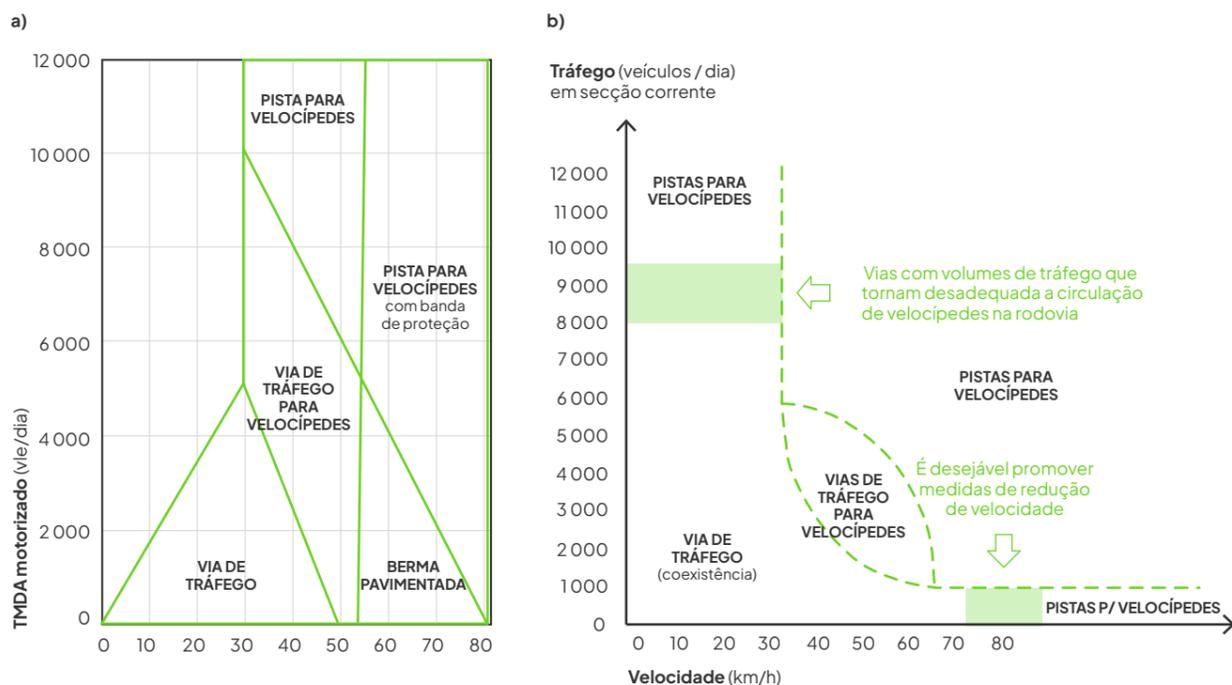
Os critérios de seleção holandês (Quadro 3.4) e dinamarquês (Figura 3.1a) estão relativamente bem alinhados com os princípios do Sistema Seguro (ver capítulo 1 e também capítulo 2.1 do Fascículo I), o que não acontece nos critérios do CERTU (Figura 3.1b), que, por isso, não se recomendam para Portugal.

Quadro 3.4
Tipo de segregação do tráfego motorizado relativamente ao de velocípedes (adaptado de CROW, 1998)

	Importância do tráfego		Tipo de segregação		
	Velocípede	Motorizado	Física	Visual	Ausente
Rota para velocípedes	Primário		Recomendada	Desaconselhada	Desaconselhada
	Moderado		Exequível	Recomendada	Desaconselhada
	Limitado		Desaconselhada	Exequível	Recomendada
	Inexistente*		Recomendada	Exequível	Desaconselhada
Secundário	Primário		Recomendada	Exequível	Desaconselhada
	Moderado		Exequível	Recomendada	Exequível
	Limitado		Desaconselhada	Desaconselhada	Recomendada
	Inexistente*		Desaconselhada	Desaconselhada	Desaconselhada

* Apenas tráfego de autocarros e veículos lentos (logística).

Figura 3.1
Seleção do tipo de percurso para velocípedes (adaptado de Veidirektoratet, 2000 e CERTU, 1998)



Com efeito, a partilha de espaço entre velocípedes e veículos motorizados apenas deve ocorrer onde a velocidade destes esteja limitada – fisicamente – a 50 km/h. Exceto nas zonas de coexistência, em que a velocidade está limitada “à velocidade de passo”, ou onde o volume de tráfego motorizado seja muito baixo, é conveniente segregar a circulação de velocípedes.

Devem ser disponibilizadas ao longo das faixas de rodagem bandas de terreno, contíguas, livres de obstáculos perigosos (designadas de zona livre), que permitam a recuperação do controlo de viaturas desgovernadas, cujas largura desejável e restantes características dependem dos volumes de tráfego e das velocidades de circulação (Cardoso e Roque, 2001). A existência de zona livre também é necessária no caso de faixas e pistas para velocípedes, como o demonstram as estatísticas de sinistralidade internacionais baseadas em registos hospitalares (Schepers et al., 2015), onde a maioria dos velocípedistas vítimas corporais admitidos em hospital ocorrem por efeito

de quedas e não de colisões com veículos motorizados³. No caso das faixas e pistas para velocípedes adjacentes a faixas de estacionamento de viaturas motorizadas, é recomendável reservar uma faixa com 1 m de largura, para prevenir a ocorrência de colisões, por abertura intempestiva das portas, e atropelamentos de ocupantes de veículos motorizados recém-saídos dos mesmos.

A escolha da tipologia de percurso para velocípedes deve ainda ter em conta as características do tráfego (na presença de autocarros ou veículos pesados, a necessidade de introduzir uma segregação visual ou física aumenta), a orografia (para desníveis de 3% a 4%, é necessário prever uma segregação na subida, uma vez que a velocidade do velocípedista diminui e a deriva aumenta) e a densidade de intersecções (em que o potencial de segurança associado à pista para velocípedes pode ser posto em causa pelo perigo causado pelo excesso de intersecções ou de entradas e saídas de parques de estacionamento ou garagens) (IMTT, I.P., 2011b).

³ É de referir que na Holanda cerca de 60% dos feridos graves eram ciclistas (2015). Segundo o instituto holandês SWOV, no período de 1996 a 2014, 21% dos mortos em acidentes resultaram de quedas de velocípede (19%) ou choques com obstáculos (2,4%). Mais de metade (52%) das quedas de velocípede que originaram tratamento hospitalar resultaram de deficiências na infraestrutura.

3.2.3 Dimensionamento

Em termos de traçado em planta e perfil longitudinal, os parâmetros geométricos adotados para servir as necessidades do tráfego motorizado são, normalmente, satisfatórios para deslocamentos em velocípedes, desde que as características dos velocípedistas sejam tidas em conta pelos projetistas (Austroads, 2017a).

Os velocípedistas são particularmente sensíveis à inclinação dos trainéis dos arruamentos devido ao esforço necessário para vencer subidas, pelo que, para o minimizar, escolhem normalmente o itinerário mais plano. Ao subir trainéis íngremes, os velocípedistas executam um movimento transversal oscilatório (deriva). Em situações em que um declive íngreme é inevitável, deve ser prevista uma largura de pavimento adicional para permitir esta característica operacional (ver capítulo 3.3.1 do Fascículo I). Na determinação da inclinação máxima de trainéis em pistas para velocípedes bidirecionais, há que ter ainda em conta que o risco potencial para os velocípedistas, devido às elevadas velocidades atingidas em descidas de trainéis íngremes, é tão relevante quanto a dificuldade de subir esses mesmos trainéis.

Os trainéis com inclinação ascendente relativamente ao sentido de circulação aumentam o desconforto dos utentes de modos ativos de transporte, pelo que é recomendável limitar os valores da respetiva inclinação e comprimento.

Para velocípedes, os trainéis ascendentes ininterruptos devem corresponder a um máximo de 5 m de desnível, sendo recomendável que após essa variação de cota exista um trecho em patamar com 25 m de extensão antes do trainel sucessivo (CROW, 1998). Importa salientar que as dificuldades relacionadas com a inaptidão dos declives acentuados para a deslocação ciclável têm vindo a ser ultrapassados através do progresso tecnológico dos velocípedes, nomeadamente através da leveza dos materiais, da desmultiplicação do esforço mediante mu-

danças e, em particular, pelo recurso a motores elétricos de apoio (IMTT, I.P., 2011b).

Na Figura 3.2 apresentam-se as velocidades estimadas de velocípedes em função da inclinação dos trainéis (parte a) e as relações entre diferença de cota e inclinação de trainel para tráfego de velocípedes (parte b), de acordo com a experiência holandesa. Anota-se que vento fraco corresponde à velocidade de 1,4 ms⁻¹, vento normal a 4,3 ms⁻¹ e o vento forte a 8,8 ms⁻¹.

Após um trainel descendente onde os velocípedistas atinjam velocidades elevadas deve ser previsto um trecho em patamar; nessas zonas não deve haver intersecções reguladas por sinais luminosos nem intersecções onde os velocípedes não tenham prioridade.

As questões relacionadas com a drenagem são referidos no Fascículo I (subcapítulo 5.6.4). No caso particular dos velocípedes, e de forma a assegurar uma drenagem que não ponha em risco a sua segurança, recomenda-se que as grelhas dos dispositivos de drenagem sejam dispostas de modo a evitar que as rodas dos velocípedes fiquem presas. A grelha deve ainda estar disposta de nível com a superfície do pavimento.

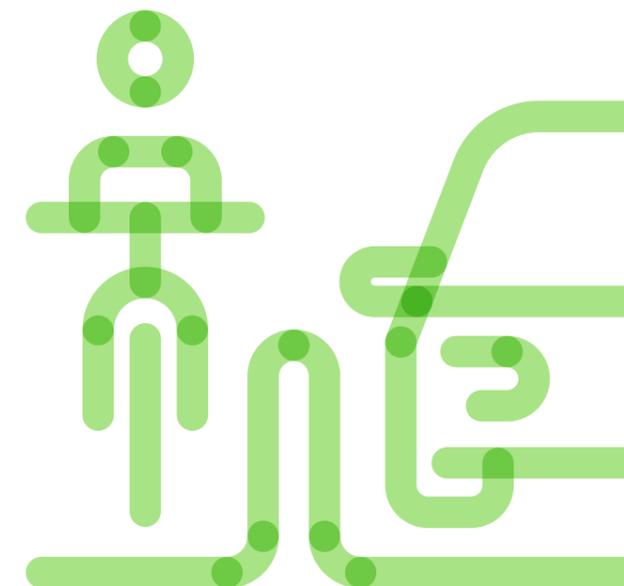
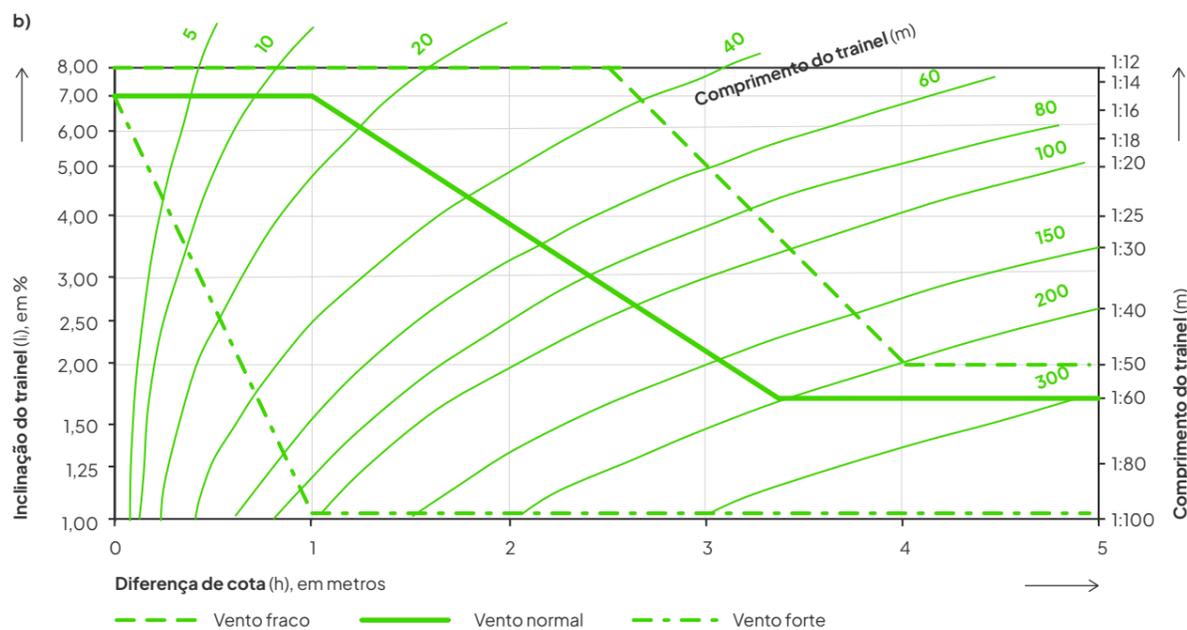
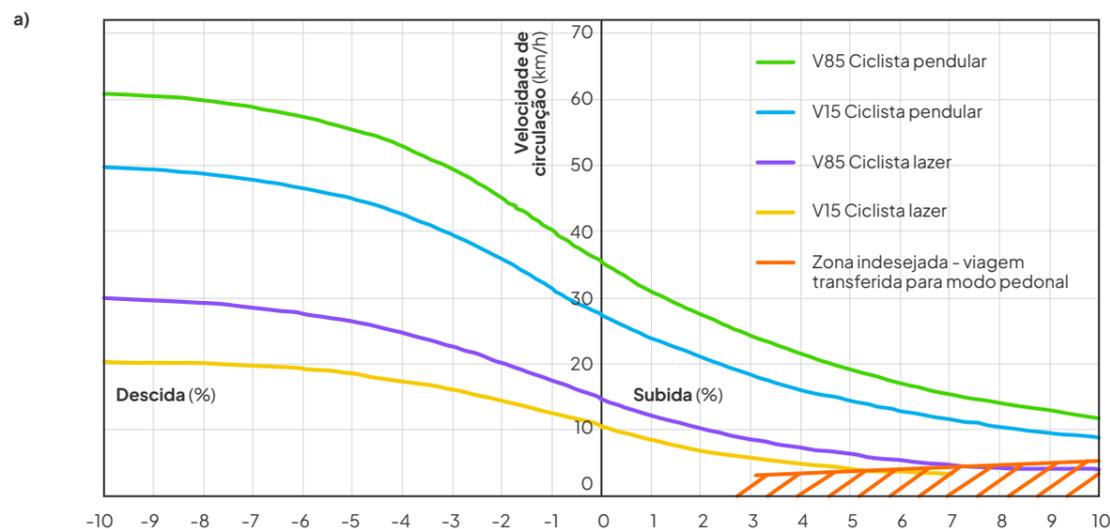


Figura 3.2 Impactes dos trainéis na circulação de velocípedes (adaptado de CROW, 1998)



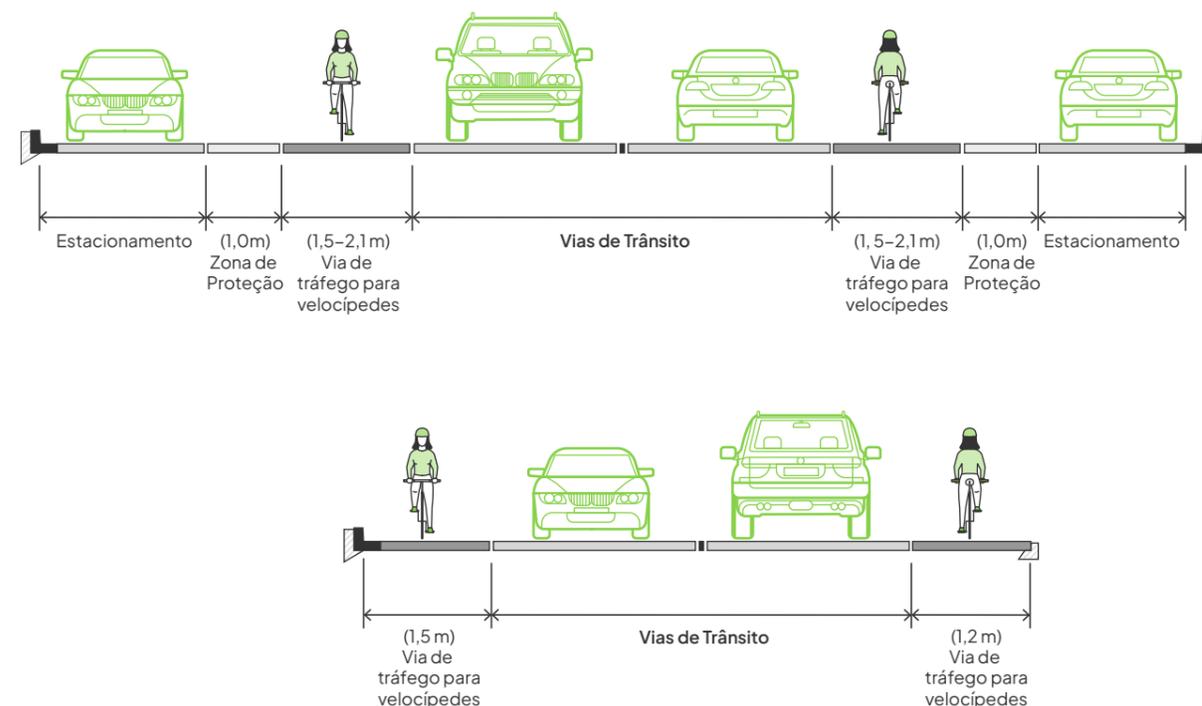
3.2.3.1 Vias de tráfego

No caso das vias de tráfego, os velocípedes circulam na mesma faixa de rodagem que os veículos motorizados, não havendo reserva de espaço mediante marcação rodoviária ou de dispositivos. As características destas vias são apresentadas no Fascículo I (subcapítulo 5.6) e no Fascículo II (subcapítulo 2.1).

3.2.3.2 Vias de tráfego para velocípedes

As larguras das vias de tráfego para velocípedes devem ser determinadas pelo contexto e pelo uso do solo previsto para a envolvente (AASHTO, 2012). O volume de tráfego, a sua composição (designadamente em termos de veículos pesados), as velocidades de circulação previstas e a função principal da via afetam significativamente

Figura 3.3 Perfil transversal tipo de vias de tráfego para velocípedes (adaptado de AASHTO, 2012)



te o conforto dos velocípedistas e a necessidade de afastamento lateral face a outros veículos. A largura adequada das vias de tráfego para velocípedes deve levar em conta as características de desenho urbano a partir do seu limite direito, tais como a presença de passeio nivelado com a faixa de rodagem, lancil galgável ou não galgável, estacionamento ou guarda-corpos. A Figura 3.3 ilustra dois locais típicos para as vias de tráfego para velocípedes em relação ao resto da faixa de rodagem, e as larguras associadas a esta tipologia de percurso.

Conforme mencionado em 3.3.1 do Fascículo I, a largura operacional recomendável para acomodar a deslocação da maioria dos velocípedes é de 1,5 m. Assim, na maioria das circunstâncias, a largura recomendada para as vias de tráfego para velocípedes é de 1,5 m. Vias de tráfego para velocípedes mais largas podem ser desejáveis nas seguintes condições (AASHTO, 2012):

- Junto a estacionamento longitudinal com elevada rotatividade (e.g., na proximidade de restaurantes, lojas ou locais de entretenimento).

Nesta situação recomenda-se uma largura da via de tráfego para velocípedes de 2,5 m, a qual proporciona mais espaço para os velocípedistas (1,0 m de zona de proteção), evitando a circulação na área de abertura das portas dos veículos.

- Em áreas com elevado tráfego de velocípedes e sem a presença de estacionamento. Neste caso, preconiza-se uma largura da via de tráfego para velocípedes entre 1,8 m e 2,4 m, para possibilitar que dois velocípedistas andem lado a lado sem sair da faixa.
- Em rodovias urbanas de Nível I com limite de velocidade não superior a 50 km/h e elevado volume de tráfego motorizado (em particular de veículos pesados), vias de tráfego para velocípedes mais largas proporcionam separação lateral adicional entre veículos motorizados e velocípedes, para minimizar o efeito, e.g., da deslocação do ar provocada pelos veículos motorizados ou por rajadas de vento.

Para ruas com limite de velocidade não superior a 50 km/h, sem lancis ou valetas e sem presença de estacionamento, a largura mínima de uma via de tráfego para velocípedes é de 1,2 m.

Para ruas onde a via de tráfego para velocípedes é imediatamente adjacente a um lancil, guarda-corpos ou outra superfície vertical, a largura mínima da ciclovia é de 1,5 m (ver Figura 3.3b). Existem duas exceções a esta largura mínima (AASHTO, 2012):

- Em locais com velocidades de circulação elevadas, onde é utilizada uma valeta (com pano interior de pequena inclinação) de 0,6 m de largura, a largura recomendável da faixa é de 1,8 m, incluindo a valeta.
- Em ruas de largura bastante reduzida e com baixas velocidades de circulação, com lancil, mas sem valeta, sempre que a largura recomendável da via de tráfego para velocípedes não possa ser atingida, e todas as vias de trânsito tenham a largura mínima, pode ser usada uma via de tráfego para velocípedes com 1,2 m de largura.

Em arruamentos onde o estacionamento longitudinal é permitido, a via de tráfego para velo-

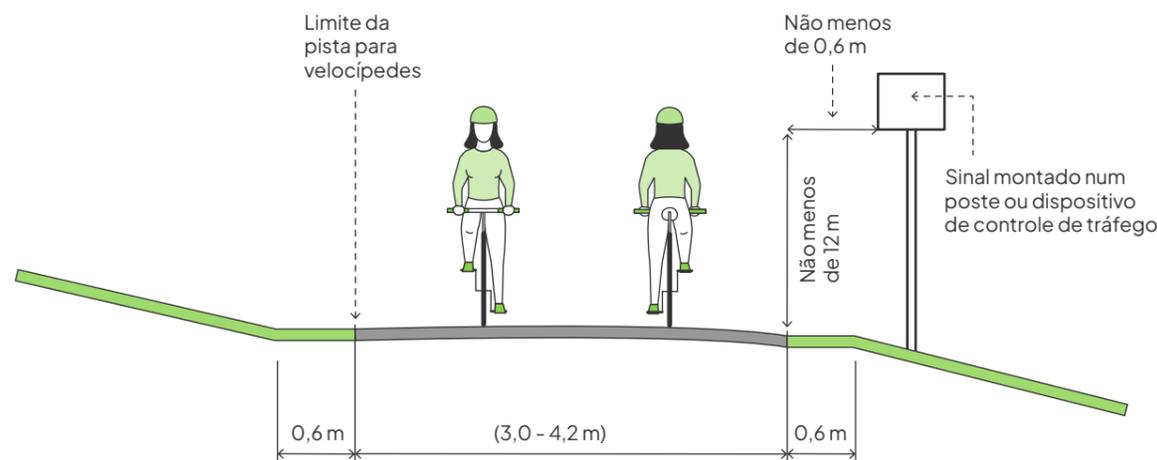
cípedes deve ser colocada entre o estacionamento e a via de trânsito (ver Figura 3.3). A largura operacional mínima na presença de estacionamento longitudinal é de 2,2 m e a recomendável é de 2,5 m.

3.2.3.3 Pistas para velocípedes

As pistas para velocípedes constituem um canal de circulação segregado relativamente ao tráfego motorizado (com separação física relativamente ao espaço rodoviário destinado a veículos motorizados). Nelas a circulação pode ser uni ou bidirecional.

A largura pavimentada apropriada para uma pista para velocípedes depende do contexto, do volume de tráfego e da composição dos seus utilizadores. A largura mínima pavimentada para uma pista para velocípedes bidirecional é de 3,0 m (CROW, 1998; AASHTO, 2012). Normalmente, esta largura pode variar entre 3,0 e 4,3 m, sendo os valores mais elevados aplicáveis em áreas com elevada utilização ou maior variedade de grupos de utilizadores (com velocidades de circulação diferentes). A Figura 3.4 mostra uma secção transversal típica de pista para velocípedes bidirecional.

Figura 3.4 Perfil transversal tipo de pistas para velocípedes bidirecionais (adaptado de AASHTO, 2012)



A largura de uma pista para velocípedes bidirecional pode ser reduzida para 2,4 m quando estiverem reunidas as seguintes condições:

- O tráfego de velocípedes é previsivelmente baixo, mesmo em dias de maior procura ou durante as horas de ponta.
- Não é expectável a utilização da pista por peões.
- Os alinhamentos horizontal e vertical proporcionam oportunidades de ultrapassagem e existem zonas de descanso frequentes e bem dimensionadas.
- A pista não será submetida regularmente à passagem de veículos de manutenção que possam causar danos no pavimento, em particular junto aos seus limites.

A largura de 2,4 m numa pista para velocípedes bidirecional é aceitável numa distância curta, quando motivada por restrições físicas pontuais (por exemplo, o pilar de ponte ou uma árvore).

Conforme referido no capítulo 3.3.1 do Fascículo I, as larguras operacionais mínima e recomendável para acomodar a deslocação de um velocípedista são de 1,2 m e 1,5 m, respetivamente.

Dada a elevada probabilidade da presença de obstáculos (contínuos ou pontuais) na envolvente das pistas para velocípedes (postes, muros, árvores, sinalização vertical, etc.), a largura mínima pavimentada de pistas unidirecionais é de 1,75 m, sendo recomendável uma largura de 2,0 m (CROW, 1998).

Em termos de traçado em planta, os parâmetros geométricos a adotar em pistas para velocípedes devem ser generosos (i.e., com alinhamento retos e curvas de grande raio), desde que a sua localização não seja limitada pela topografia ou por outras características físicas. Um traçado com estas características permite condições de visibilidade adequadas, as quais são essenciais para a segurança e conforto dos velocípedistas (Austroads, 2017c). Curvas de raio diminuto devem ser evitadas, uma vez que alguns dos velocípedistas, em curva, tendem a utilizar toda a largura da pista, aumentando a probabilidade de conflito entre utilizadores da pista. Deste problema resultará a necessidade subsequente de intervir na área correspondente ao interior das curvas (com um custo adicional), a fim de restringir os movimentos de velocípedistas, evitando trajetórias inadequadas.

No Quadro 3.5 apresentam-se os valores para os raios mínimos a utilizar em pistas para velocípedes em função da sobrelevação.

Quadro 3.5 Raio mínimo em curva horizontal (Austroads, 2017c)

Velocidade base (km/h)	Sobrelevação (%)					
	0	2	3	4	5	6
	Raio mínimo (m)					
20	10	10	9	9	9	9
30	25	24	23	22	21	21
40	50	47	45	43	42	41
50	94	86	82	79	76	73

3.2.3.4 Corredor Bus

Para além das tipologias descritas em 3.1, existe ainda a possibilidade de utilização partilhada dos corredores Bus pelos velocípedes, situação em que é necessário assegurar condições especiais para garantir a segurança dos velocípedistas, designadamente, limitação da velocidade de circulação a 30 km/h ou menos, de acordo com os princípios do Sistema Seguro. Nesta alternativa, que é permitida em Portugal pelo artigo 77º (Vias de trânsito reservadas) do Código da Estrada (Lei n.º 72/2013, 2013), são de considerar os seguintes parâmetros e características (adaptado de IMTT, I.P., 2011b):

Corredor fechado (ver Figura 3.5)

- Largura recomendável: 3,25 m;
- Os autocarros e táxis não podem ultrapassar velocípedes;
- Aplicável apenas para trechos relativamente curtos;

- Marcação do corredor com linha branca contínua (M7), completada pelo símbolo de velocípede (Quadro XXXVIII do RST), aposto no início do corredor e repetido logo após os cruzamentos ou entroncamentos.

Corredor aberto (ver Figura 3.6)

- Largura recomendável: 3,25 m;
- Os autocarros e táxis podem ultrapassar os velocípedes, desde que ocupem parcialmente a via adjacente ao corredor
- Marcação do corredor com linha branca descontínua (M7a), completada pelo símbolo de velocípede (Quadro XXXVIII do RST), marcado no início do corredor e repetido logo após os cruzamentos ou entroncamentos.

Na ótica do Sistema Seguro não é recomendável a adopção deste tipo de corredores.

Figura 3.5 Corredor fechado partilhado Bus e velocípedes (Centre de Recherches Routières, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b)

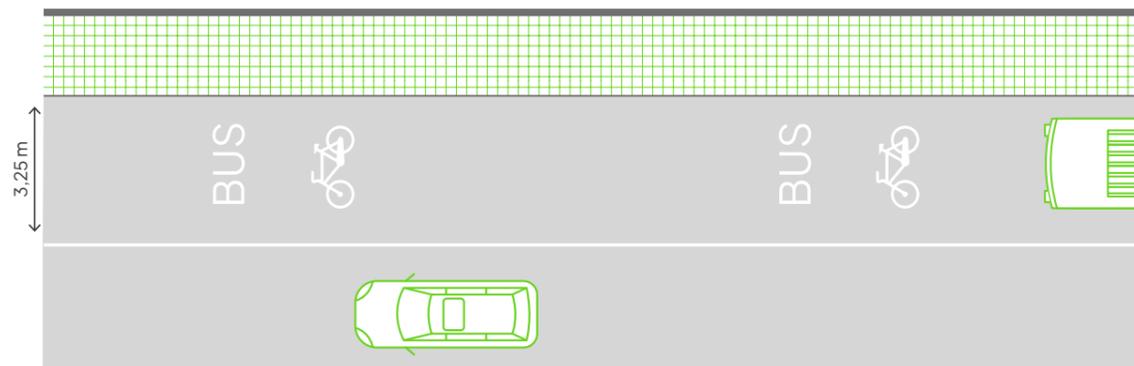
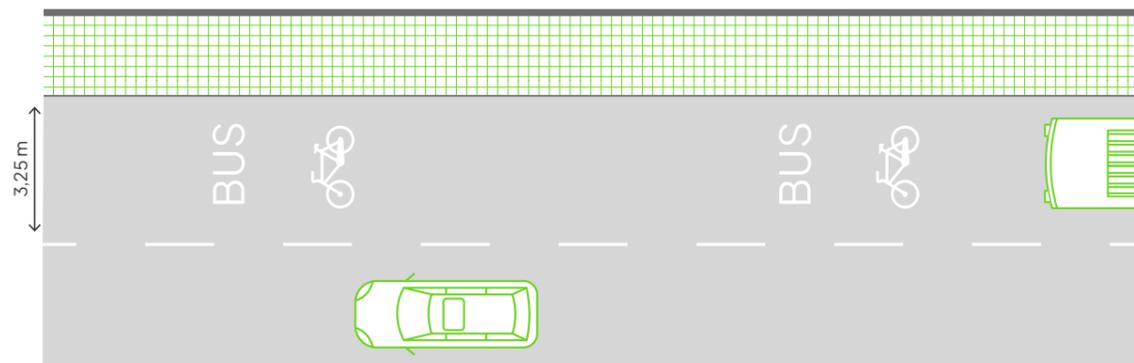


Figura 3.6 Corredor aberto partilhado Bus e velocípedes (CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b).



3.3 Configuração e medidas a aplicar em locais específicos

3.3.1 Passagem para velocípedes

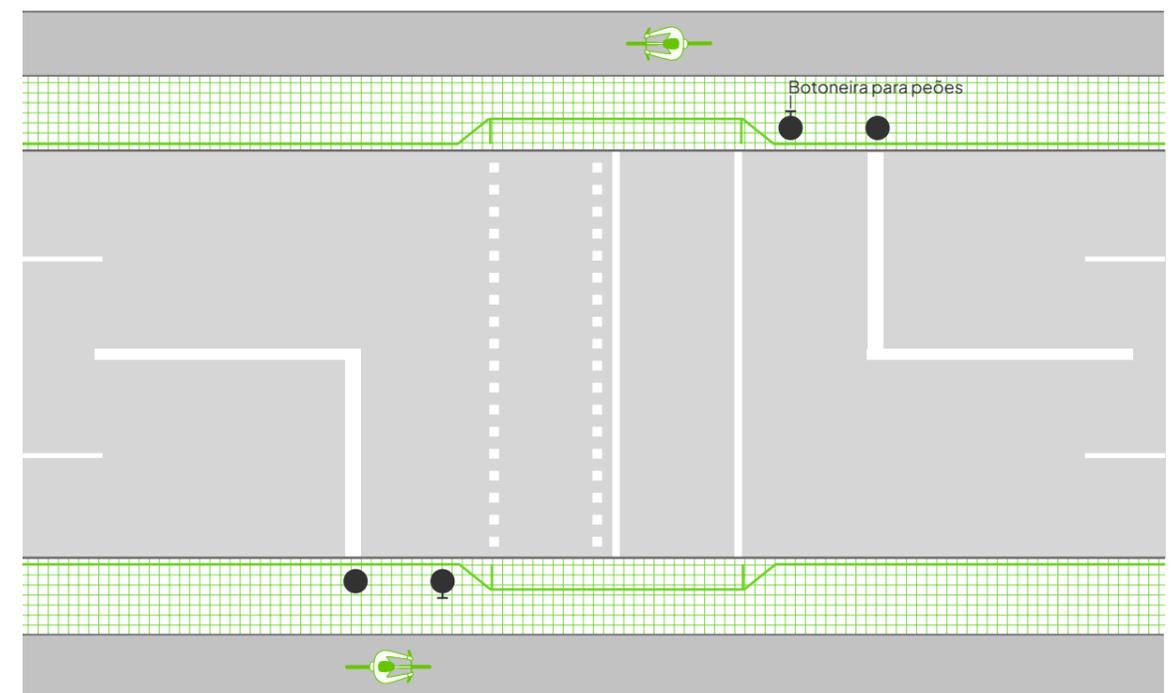
Sempre que uma rodovia com velocípedes se cruze com um arruamento é necessário promover os movimentos de atravessamento sejam seguros e cómodos para os velocípedistas. A tipologia adequada da travessia deve ser determinada com base nos critérios usados para as passagens para peões, considerando a procura combinada de velocípedes e de peões (Austroads, 2017a).

As passagens para velocípedes podem ser coordenadas com as passagens para peões. Quando um percurso para velocípedes atravessa um arruamento numa passagem com regulação por sinalização luminosa atuada por botoneiras, deve assegurar-se que essas botoneiras estejam localizadas de modo a evitar que a trajetória dos velocípedistas entre em conflito com a dos utentes que se deslocam em sentido contrário. Devem ainda ser facilmente

alcançáveis por um velocípedista em posição vertical. Em alternativa, podem ser instaladas espiras de indução ou outros dispositivos para deteção da aproximação de velocípedes (Austroads, 2017a). Sempre que a travessia sirva simultaneamente peões e velocípedistas de uma pista para velocípedes, deve ser instalada sinalização luminosa específica para velocípedes (sinal S3 do RST).

Quando os volumes de peões e velocípedes são simultaneamente elevados, deve ser considerada a separação de velocípedistas e peões, conforme ilustrado na Figura 3.7 mediante marcação de passagens separadas para cada um dos tipos de utentes. De outro modo há tendência para os peões se deslocarem para a frente e bloquearem a circulação dos velocípedistas que também utilizam a travessia.

Figura 3.7 Passagem para peões e velocípedes com sinalização luminosa (adaptado de Austroads, 2017a)



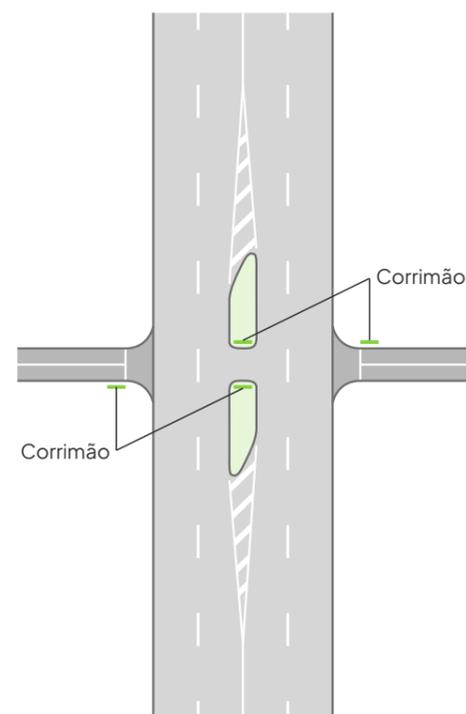
Quando uma pista para velocípedes atravessa um arruamento estruturante da rede urbana ou um arruamento com elevado volume de tráfego, em zona afastada de um cruzamento, pode ser necessário prever medidas para promover um atravessamento seguro pelos velocípedistas. Estas medidas podem assumir a forma de passagens controladas por sinais luminosos, como descrito acima, ou de refúgios (quando os volumes de tráfego de peões e velocípedes são baixos – ver Figura 2.2). A implantação de uma placa central de refúgio para velocípedes permite que um atravessamento possa ser feito em duas fases, aumentando as condições de segurança, ao diminuir a necessidade de avaliação das condições de circulação em ambos os sentidos.

Esta solução é recomendada para volumes de tráfego superiores a 3000 veículos por dia (Austroads, 2017a). A Figura 3.8 ilustra um refúgio típico para uma pista para velocípedes que atravessa um arruamento com dois sentidos e quatro vias de trânsito. Se for possível disponibilizar espaço suficiente, podem ser previstas zonas separadas no interior do refúgio para velocípedes e peões, o que permite disponibilizar um refúgio comprido, com acentuado efeito promotor de baixas velocidades de circulação dos veículos motorizados. Em alternativa, o uso do refúgio pode ser reservado exclusivamente aos velocípedes.

Para acomodar um velocípede, que tem normalmente 1,8 m de comprimento (ver Fascículo I), é desejável que um refúgio tenha pelo menos 2 m de largura. No entanto, 1,85 m pode ser suficiente em situações com restrições de espaço. Quando a procura de velocípedes se encontra concentrada em determinados períodos do dia (por exemplo, no caso de escolas secundárias), poderá ser necessária uma área de armazenamento mais ampla e mais longa no interior do refúgio para proporcionar o espaço adicional necessário para áreas separadas para velocípedes e peões.

Os refúgios podem ser equipados com uma guarda que permita que um velocípedista imobilizado permaneça sentado no velocípede dentro do refúgio. As guardas devem estar situadas fora da pista, exceto para pistas com largura superior a 2 m, onde as guardas podem estar instaladas no interior da pista, do lado direito. Tal como o atravessamento de que fazem parte, os refúgios deverão igualmente dispor de iluminação pública adequada para melhorar a visibilidade do refúgio e dos velocípedistas que o utilizam durante a noite. A instalação destas guardas deve respeitar a dimensão da zona livre para os veículos motorizados.

Figura 3.8
Exemplo de refúgio para velocípedes e peões
(adaptado de Austroads, 2017a)



3.3.2 Início e fim de percurso para velocípedes

Em determinadas situações, por exemplo quando uma pista para velocípedes intersecta uma estrada, pode ser necessário um tratamento da zona terminal dessa pista. Os tratamentos da zona terminal das pistas para velocípedes permitem restringir o acesso ilegal dos condutores de veículos motorizados, a fim de evitar danos nas infraestruturas para velocípedes (por exemplo, no pavimento e em pontes) que tenham sido concebidos para utilização exclusiva de velocípedes e peões.

Estes dispositivos são perigosos para os velocípedistas, pelo que só devem ser instalados sob condições específicas (Austroads, 2017a):

- Quando o acesso não autorizado de veículos motorizados puder danificar as estruturas dos percursos para velocípedes ou pedonais.
- Quando existam provas claras de acesso não autorizado e indesejável de veículos motorizados.
- Quando estiver demonstrada a eficácia do dispositivo para excluir tais veículos, não sendo o mesmo facilmente contornável.

Quando se justifica a sua instalação, os tratamentos terminais devem ser concebidos e instalados de forma a servirem o fim a que se destinam e a não serem um perigo inaceitável para os velocípedistas. Os velocípedistas devem ser capazes de (Austroads, 2017a):

- Passar com facilidade pela entrada da pista.
- Concentrar a atenção no restante tráfego, nos peões, no pavimento e em eventuais rampas.
- Não se distraírem com barreiras excessivamente restritivas.

A Figura 3.9 mostra o tratamento preferencial de um terminal para restringir o acesso e para avisar os velocípedistas da necessidade de reduzirem a sua velocidade. Este tratamento equivale ao de um ilhéu separador num cruzamento rodoviário, com benefícios semelhantes no que respeita ao alerta a velocípedistas e à canalização dos movimentos do tráfego. Por um lado, proporciona orientação suficiente aos velocípedistas alertando-os para a aproximação a uma estrada e, por outro, não coloca um obstáculo (como um poste) na trajetória dos velocípedistas.

Na Figura 3.10 apresenta-se uma solução para o final de uma pista para velocípedes que termine num arruamento de Nível II ou III. Esta solução (ver pormenorização no Fascículo IV) permite que os velocípedistas fiquem posicionados dentro do campo de visão dos condutores dos veículos motorizados, sendo garantida a proteção da retaguarda dos velocípedes.

Figura 3.9
Entrada e saída separadas de pista para velocípedes (adaptado de Austroads, 2017a)

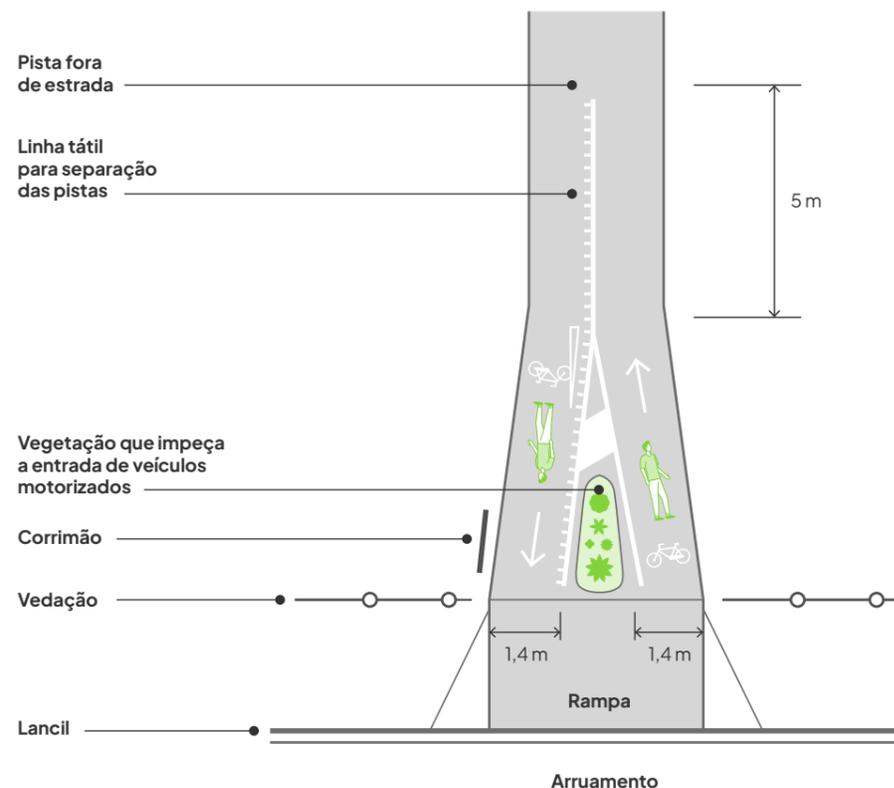
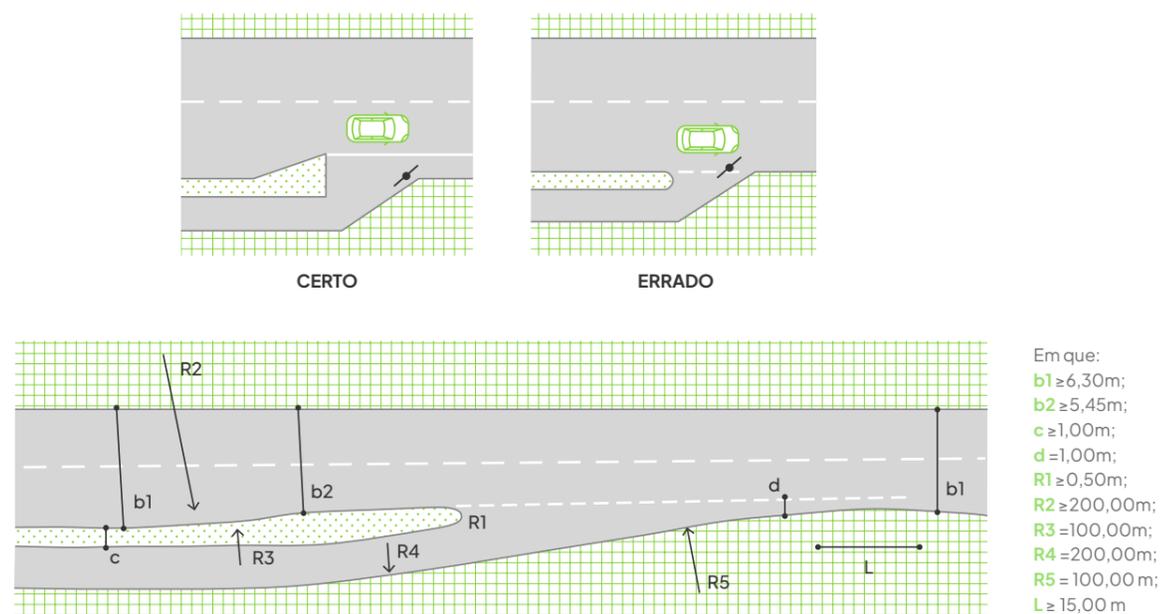


Figura 3.10
Final de pista para velocípedes (adaptado de CROW, 1998)



3.3.3 Interseções

Uma interseção é uma zona comum às faixas de rodagem de duas ou mais estradas que se cruzam de nível, tendo por função permitir o cruzamento do tráfego que neles circula. Numa interseção, o tráfego tem a oportunidade de virar ou atravessar. Em termos de segurança rodoviária, quanto menor for o número de interseções, melhor, uma vez que nestes locais é grande a frequência de interações com ângulos elevados. No entanto, um menor número de interseções significa que a rede será menos permeável.

A conceção geométrica de uma interseção deve servir de forma ótima a função de cruzamento e deve ser compreensível para os utentes da estrada. A melhor forma de atingir este objetivo é criar uma solução clara para os percursos autorizados com um número mínimo de pontos de conflito. O princípio fundamental de ter o menor número possível de pontos de conflito pode ser incompatível com outros objetivos, por exemplo, em termos de fluxo de tráfego. Se, por essa razão, forem criadas vias de trânsito adicionais, tal poderá resultar numa solução de compreensão (legibilidade) difícil e poderá ser recomendável disponibilizar "ajudas" adicionais (tais como semáforos). Não sendo soluções desejáveis, são comuns na prática, pelo que são aqui discutidas.

É fundamental minimizar a velocidade dos diferentes utentes da estrada quando se trata de interseções, o que é especialmente importante quando os tráfegos em presença incluem valores significativos de utentes vulneráveis. As hipóteses de sobrevivência quando se é atropelado por um automóvel a baixa velocidade são consideravelmente maiores do que se o automóvel circular a alta velocidade. A investigação (Kim et al., 2007) mostra que a probabilidade de ferimentos graves e mortais entre os velocípedistas começa a aumentar substancialmente quando a velocidade do tráfego motorizado ultrapassa os 30 km/h.

3.3.3.1 Requisitos para uma interseção

A qualidade funcional de uma interseção pode ser analisada sob três vertentes: direita, segurança e conforto (CROW, 2016).

3.3.3.1.1 Direitura

A direitura de um trajeto contribui para minorar o tempo de viagem, facilitando o tráfego de velocípedes e promovendo os seus benefícios. Tal como no caso da plena via, quando se trata de interseções, pode ser feita uma distinção entre a direitura em termos de tempo e em termos de distância.

No que se refere ao tempo, a direitura corresponde à possibilidade de atravessar a interseção sem constrangimentos. A direitura (i.e., a mitigação de atrasos) pode ser alcançada fornecendo, na medida do possível, a prioridade aos fluxos de tráfego de velocípedes que passam no cruzamento. Em alternativa, pode minimizar-se a probabilidade de os velocípedistas terem de esperar, por exemplo, introduzindo um ilhéu separador com largura suficiente na estrada a atravessar. No caso de interseções semaforizadas, o recurso a planos de regulação preferenciais e a disponibilização de uma boa distância de visibilidade (por exemplo, com deteção avançada) contribuem para melhorar a direitura em termos de tempo para os velocípedistas.

Para os cruzamentos em geral e para os cruzamentos que fazem parte da rede para velocípedes principal em particular, a probabilidade de o velocípedista ter de parar deve ser minimizada. Cada paragem corresponde, aproximadamente, ao dispêndio da quantidade de energia necessária para percorrer 100 metros de velocípede. No caso de semáforos com regulação favorável aos velocípedes, o tempo médio ou máximo perdido no cruzamento serve como critério de otimização. Isto significa que os requisitos são definidos em termos de facilidade de atravessamento; e no caso da semaforização, também em

termos do tempo de ciclo do sistema de controlo de tráfego e dos tempos de espera média e máxima para os velocípedes.

O nível de facilidade de atravessamento de uma rodovia é determinado pelo tempo de espera. Nos cruzamentos prioritários, este tempo de espera depende do comprimento da travessia e da distribuição de intervalos entre veículos do fluxo de tráfego a ser atravessado.

O tempo de travessia é o quociente entre o comprimento da travessia (m) e a velocidade do velocípedista que atravessa. Se necessário, deverá ser considerado o tempo de aceleração para recuperar a velocidade original. Para poder atravessar, é necessário que haja um intervalo entre veículos no fluxo de tráfego a ser atravessado, pelo menos, tão grande (ou longa) quanto o tempo de travessia necessário, acrescido de uma margem de segurança. Encurtar o comprimento da travessia e utilizar um ilhéu separador (de largura suficiente) pode melhorar drasticamente a transitabilidade. No caso de uma distribuição uniforme do tráfego, para um fluxo de tráfego com distribuição de Poisson e para uma estrada com uma faixa de rodagem e duas vias (1x2 vias), em zona urbana, e considerando uma velocidade do velocípede de 1 m/s, aplica-se o seguinte:

- Para volumes inferiores a 800 UVL/hora, a transitabilidade será razoável sem um ilhéu separador.
- De 800 a cerca de 1600 UVL/hora, a transitabilidade será razoável se for possível atravessar em duas fases (ou seja, com um ilhéu separador).
- De 1600 a cerca de 2000 UVL/hora, a transitabilidade com ilhéu separador será moderada a baixa.
- Acima de 2000 UVL/hora, a transitabilidade com ilhéu separador será baixa a muito baixa.

Se um velocípedista se aproximar sem ter de parar ou travar, a velocidade será bastante superior (cerca de 5 m/s), melhorando a transitabilidade. Para efeitos de avaliação, no entanto, deve ser sempre considerada a aceleração e a velocidade média dos velocípedistas que tiveram de parar na aproximação da travessia.

Em interseções semaforizadas de grandes dimensões, os velocípedes terão, frequentemente, de virar à esquerda em várias fases. Tal situação poderá resultar num tempo de espera significativo, em particular nas passagens para velocípedes bidirecionais. Em cruzamentos de menores dimensões, as viragens à esquerda podem ser antecipadas, por exemplo, através da materialização de uma linha de paragem avançada. Importa salientar que esta solução não está prevista no Regulamento de Sinalização de Trânsito, pelo que não tem cobertura legal em Portugal.

Além de um nível adequado de facilidade de atravessamento, a direitura em termos de tempo pode também ser fomentada pela opção por uma velocidade de projeto elevada nos ramos de rodovia para velocípedes. O uso de raios de curvatura e valores de zona livre suficientemente amplos permitem que os velocípedes possam mudar de direção sem diminuir a velocidade.

Os velocípedistas devem ser capazes de seguir o percurso mais direto possível em interseções. Tal poderá ser um problema em situações em que as rodovias com velocípedes se situam no exterior das interseções ou em situações em que as manobras sejam realizadas em várias etapas (em interseções semaforizadas). No caso de pistas para velocípedes, por razões de segurança, são preconizadas passagens para velocípedes situadas entre 2,00 e 5,00 m da faixa de rodagem para tráfego motorizado.

3.3.3.1.2 Segurança

A maioria das colisões envolvendo velocípedes ocorre em interseções (CROW, 2016). As colisões laterais são a forma mais comum de colisão entre veículos ligeiros de passageiros e velocípedes nas interseções. Segundo o CROW (2016), em mais de metade das colisões laterais, o condutor do veículo ligeiro não consegue travar, sendo a velocidade do tráfego motorizado o fator determinante no risco de acidente e na gravidade das lesões daí resultantes. Por outro lado, os veículos pesados de mercadorias são os principais responsáveis pelas colisões fatais em interseções, incluindo acidentes relacionados com o ângulo morto.

As interseções são locais de conflitos de tráfego com grandes ângulos, dada a sua função de promotor de mudanças de direção. A configuração de uma interseção influencia significativamente o número e a natureza desses conflitos. Cruzamentos desnivelados eliminam conflitos com o tráfego motorizado. Contudo, tal solução é muitas vezes inviável. Em cruzamentos de nível (interseções), é necessário que todos os utentes da rodovia sejam capazes de compreender a interseção atempadamente (legibilidade da interseção). Além disso, o tráfego que interseja deve ter uma visão adequada do fluxo de tráfego a ser intercetado (distâncias de visibilidade do cruzamento, ver subcapítulo 4.4.3 do Fascículo I).

Importa igualmente minimizar conflitos parciais. Os conflitos laterais podem ser parcialmente convertidos em conflitos longitudinais (geralmente menos graves), quando se transforma um cruzamento numa rotunda. As pistas para velocípedes ao longo das rodovias urbanas de Nível I devem estar a uma distância de 2,00 a 5,00 m da faixa de rodagem. Desta forma, é possível criar um espaço de espera para um automóvel que faça a curva, mantendo os velocípedes fora do ângulo morto do tráfego de viragem. Em ruas laterais poderá prever-se a

aplicação de lombas ou de outros dispositivos de tráfego, de modo a reduzir a velocidade de aproximação do tráfego rodoviário e a diminuir o risco para os velocípedes.

Por outro lado, uma parte significativa dos acidentes que ocorre em interseções envolve o problema do ângulo morto, especialmente em veículos pesados de mercadorias. Em interseções semaforizadas, deve considerar-se uma regulação do controlo que impeça conflitos entre fluxos de tráfego de automóveis e velocípedes ou um tempo de verde inicial exclusivo para velocípedes e uma linha de paragem avançada para estes. Importa salientar, uma vez mais, que marcação de linhas de paragem avançada carece de alteração do RST. Estes acidentes podem também ser mitigados através do afastamento entre a faixa de rodagem e a pista para velocípedes (pelo menos 5,00 m). A proibição de viragem à direita para veículos pesados de mercadoria é outra solução possível.

Para reduzir a velocidade em pontos de conflito numa interseção, a diferença de velocidade entre os vários tipos de tráfego deve ser minimizada, dado o elevado número de potenciais conflitos (sobretudo laterais). A velocidade dos velocípedes (20 a 30 km/h) deve ser tomada como ponto de partida para este efeito.

Em ruas onde a vertente Movimento para veículos motorizados e a vertente Lugar para peões e tráfego de velocípedes tenham níveis equivalentes, é frequente a possibilidade de conflitos longitudinais e/ou laterais entre tráfego motorizado e utentes vulneráveis. Nesses casos, a velocidade do tráfego motorizado deve ser ajustada para um valor seguro de 30 km/h. Para tal, é necessário, simultaneamente, modificar o traçado da rua e sinalizar um limite de velocidade local adequado. Estas medidas reduzirão a probabilidade de ocorrência de acidentes e, caso eles ocorram, a probabilidade de ferimentos graves.

Quadro 3.6

Conflitos “seguros” entre diferentes tipos de tráfego de acordo com a velocidade (CROW, 2016)

Velocidade “segura” do tráfego motorizado (km/h)	Conflitos (em plena via, em passagens ou em interseções)	Situação
30	Peões (lateral)	-
	Velocípedes/ciclomotores (lateral)	-
	Velocípedes/ciclomotores (longitudinal)	Velocípedes e ciclomotores na faixa de rodagem
	Tráfego motorizado (lateral)	-
	Tráfego motorizado (frontal)	-
50	Velocípedes/ciclomotores (longitudinal)	Velocípedes fisicamente segregados Ciclomotores na faixa de rodagem
	Tráfego motorizado (lateral)	Cedência de passagem regulada
	Tráfego motorizado (frontal)	No mínimo, é necessária marcação da separação dos sentidos de circulação
70 ou mais	Tráfego motorizado (lateral)	-
	Tráfego motorizado (frontal)	Separação física das faixas de rodagem

Nos locais onde possam ocorrer conflitos graves, a velocidade do tráfego motorizado deve ser ajustada à velocidade dos velocípedes e a velocidade do tráfego de velocípedes deve também ser reduzida. A minimização das diferenças de velocidade reduzirá as probabilidades de acidente e de ferimentos graves (ver Quadro 3.6).

Reduzir o risco de acidentes envolvendo unicamente um velocípede e promover situações de trânsito uniformes, são outros requisitos fundamentais em interseções. Para minimizar a probabilidade de acidentes envolvendo unicamente um velocípede, são estabelecidos

requisitos em termos de características superficiais do pavimento, raios de curvatura em planta e localização de obstáculos. A regularidade é fundamental para a operacionalidade da superfície da estrada. Tal como no caso da plena via, uma superfície irregular com buracos e ressaltos pode provocar quedas. Além disso, os velocipedistas têm de prestar especial atenção ao tráfego (de cruzamento) nas interseções, sendo de evitar que tenham de focar a sua atenção nas irregularidades de uma superfície do pavimento inadequada. Quando chove, formam-se poças de água nas zonas de superfície irregular que, se congelar, pode originar deslizamentos e quedas dos velocípedes,

especialmente em curvas. A superfície da estrada deve ter resistência à derrapagem suficiente, tanto no inverno como noutras estações do ano, dada a frequente necessidade de travar e acelerar dos velocípedes nas interseções.

A regularidade tem também uma estreita relação com o principal requisito de conforto; os velocipedistas preferem circular em rodovias com superfície regular.

Em curvas, os raios de curvatura dos ramos devem ser de, pelo menos, 5 m. Por outro lado, as curvas e os limites da faixa de rodagem devem ser sempre bem visíveis nas interseções. Finalmente, os carris dos elétricos merecem atenção especial.

No que diz respeito a obstáculos, o princípio fundamental é o da utilização do menor número possível de obstáculos e de elementos de projeto (por exemplo, postes) nas interseções. Com efeito, é sobretudo nas interseções que os obstáculos podem passar despercebidos, já que a atenção dos velocipedistas está concentrada no tráfego e na seleção do ramo para onde se dirigem. Se não for possível eliminar os obstáculos, estes devem ser visíveis, colocados a uma distância adequada da zona da interseção, não obstruir o caminho dos velocípedes e deixar espaço suficiente para o seu atravessamento. Devem ser evitados pilaretes (sem cobertura legal em Portugal) na envolvente imediata de uma interseção. Se forem indispensáveis, devem ser colocados a uma distância mínima de 12,50 m da interseção.

Por outro lado, é necessário garantir categorias de rodovias reconhecíveis e promover situações de tráfego uniformes (estrada autoexplicativa). A utilização de um número limitado de tipos de interseções para cada categoria viária de estrada permitirá que a configuração da interseção contribua para o reconhecimento de uma categoria de rodovia. Os utentes do espaço

terão assim uma ideia muito clara sobre os comportamentos esperados (deles e dos restantes utentes).

É possível adotar soluções de regulação semelhantes para interseções com configurações semelhantes. A uniformidade refere-se predominantemente à utilização de regras (cedência de passagem), sinalização vertical e horizontal e princípios de dimensionamento. Se estes elementos forem utilizados de forma uniforme, resultará uma interseção cujo traçado será compreensível, autoexplicativo e, conseqüentemente, seguro para os utentes do espaço.

3.3.3.1.3 Conforto

A superfície do pavimento das interseções deve satisfazer requisitos de regularidade e aderência. Neste sentido, as ligações entre as estradas principais e secundárias são fundamentais, merecendo a ligação entre as rodovias com velocípedes e a área das interseções especial atenção. Se estes elementos forem compostos por materiais distintos, ocorrerão irregularidades nas transições, especialmente com a passagem do tempo. Conseqüentemente, não é aconselhável utilizar materiais diferentes. Por outro lado, a presença de carris de elétricos é incómoda e aumenta o risco de acidentes, devendo ser evitada, principalmente em perfis transversais estreitos.

É igualmente necessário minimizar perturbações do tráfego. As perturbações do tráfego nas interseções referem-se principalmente a obstruções ao tráfego de atravessamento de velocípedes por parte de veículos motorizados parados ou de outros velocípedes que esperam intervalos aceitáveis no tráfego conflituante para, por exemplo, poderem atravessar a interseção. Tais obstruções devem ser evitadas, por exemplo, criando caixas (marca M17b de acordo com o RST) na área (ou em parte) da interseção e garantindo a suficiente distância de visibilidade nos pontos desejados de espera.

Quadro 3.7
Síntese dos principais requisitos em interseções (CROW, 2016)

Requisito principal	Elemento	Observações
Direitura	Direitura em termos de tempo	A direitura em termos de tempo diz respeito à velocidade de projeto e corresponde a prevenir atrasos. Estes podem ser limitados minimizando a probabilidade de paragem (prioridade máxima) e minimizando os tempos de espera. A direitura temporal pode ser favorecida através de medidas como a utilização de ilhéus separadores ou planos de regulação semafórica favoráveis aos velocípedes.
	Direitura em termos de distância	É importante prevenir a possibilidade de os velocípedes terem de fazer manobras ilógicas ou de serem desviados das interseções.
Segurança	Probabilidade de conflitos (graves)	O número de conflitos com o tráfego motorizado deve ser minimizado. Sempre que existam diferenças significativas em termos de velocidade e/ou massa, e volumes de tráfego elevados, as manobras de cruzamento devem ser desniveladas. Em caso de cruzamento de nível, as diferenças de velocidade serão reduzidas ao mínimo. Serão minimizados os casos de velocípedes que circulam nas zonas de ângulo morto dos camiões. Os princípios de conceção e os princípios fundamentais devem ser aplicados uniformemente, conforme a função das vias de intersecção. As intersecções devem ser suficientemente legíveis, mesmo de noite. Para isso, a iluminação deve ser adequada, mas também o contrastando as discontinuidades. A visibilidade do tráfego que se aproxima deve ser suficiente.
	Probabilidade de acidente envolvendo unicamente um velocípede	Os requisitos em termos de regularidade e resistência à derrapagem da superfície dos pavimentos deverão ser satisfeitos. Os obstáculos, como estreitamentos e pilaretes, devem ser de preferencialmente evitados e suficientemente perceptíveis.
	Regularidade da superfície	O revestimento superficial deve ser suficientemente regular. Na medida do possível, deve ser evitada a utilização de diferentes tipos de revestimento.
	Evitar perdas de tempo	A probabilidade de ter de esperar deve ser minimizada (ver "Direitura").
Conforto	Fluxo	Os raios das curvas foram ajustados à velocidade de projeto adequada à função. O tráfego de velocípedes no cruzamento não será impedido por velocípedistas ou veículos parados.
	Perturbações de tráfego	Devem ser evitadas as perturbações do tráfego motorizado sobre os velocípedes. Em situações de tráfego intenso com grande quantidade de emissões e ruído, deverão ser feitos esforços para segregar os tráfego dos velocípedes.

Figura 3.11
Viragem à esquerda em vias de tráfego para velocípedes (adaptado de CROW, 1998)

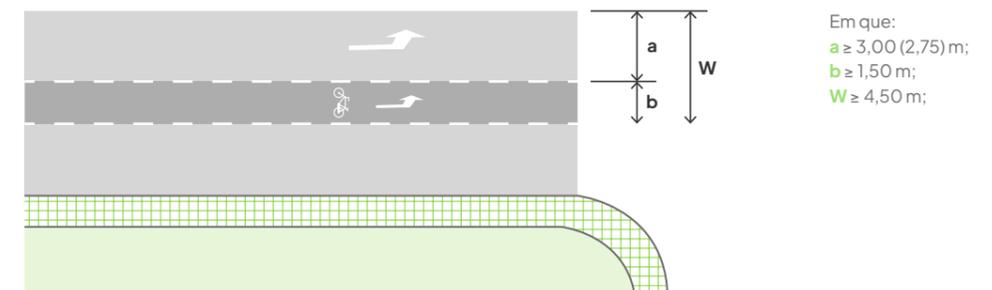
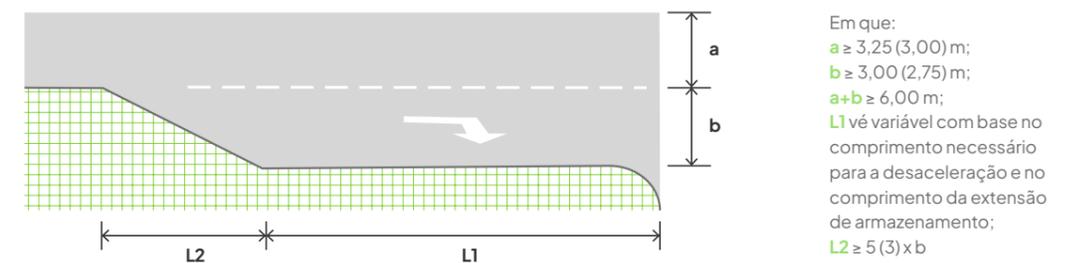


Figura 3.12
Via de viragem à direita para velocípedistas (CROW, 1998)



3.3.3.2 Interseções com cedência de passagem à direita

No caso de vias de tráfego para velocípedes, recomenda-se a interrupção da marcação rodoviária da via de tráfego para velocípedes (marcas longitudinais M7 ou M7a do RST) antes da inter-

secção (antes da passagem para peões, caso exista) e a sua retoma após a intersecção. Deverá ser aposto no pavimento, logo após o cruzamento, o símbolo de velocípede (IMTT, I.P., 2011b).

3.3.3.3 Interseções com sinalização de cedência de passagem ou "stop"

No caso de uma via de tráfego para velocípedes que se situe numa via com prioridade, recomenda-se o prolongamento da marcação da via de tráfego para velocípedes ao longo da intersecção devendo ser ainda ser aposto no pavimento o símbolo de velocípede (IMTT, I.P., 2011b). Poderá ainda ser implementada uma zona de espera para a viragem à esquerda de modo que o velocípedista possa parar e realizar a viragem em dois momentos (ver Figura 3.11).

No caso de interseções com sinalização de cedência de passagem ou "STOP", em que a via de tráfego para velocípedes se situe na via sem prioridade, recomenda-se a interrupção da marcação rodoviária da via de tráfego para velocípedes (marcas longitudinais M7 ou M7a do RST) antes da intersecção (antes da passagem para peões, caso exista) e a sua retoma após a intersecção. Deverá ser aposto no pavimento, logo após o cruzamento, o símbolo de velocípede (IMTT, I.P., 2011b).

Na Figura 3.12 é apresentada uma solução de conceção de uma via de viragem à direita para velocípedistas (CROW, 1998). O seu detalhe é apresentado nas soluções incluídas no Fascículo IV.

No caso das pistas para velocípedes, existem várias formas de reduzir o risco para os velocípedistas. Para melhorar o contacto visual entre velocípedistas e condutores, a pista para velo-

cípedes pode aproximar-se da rodovia, na zona da intersecção (IMTT, I.P., 2011b). Neste caso, a aproximação deve iniciar-se entre 15 m e 25 m a montante da intersecção (onde será feito o atravessamento da rodovia) e o seu afastamento ser feito 15 m a 30 m a jusante da mesma (ver Figura 3.13).

A travessia deve ser assinalada através da marcação no pavimento de passagem para velocípedes (M10 ou M10a do RST) e de passagem para peões, se for o caso. No caso de pistas bidirecionais, deve ainda colocar-se o símbolo de velocípede no início da pista para velocípedes, antes e após a intersecção, para assinalar a direção a seguir. No caso de pistas unidirecionais o referido símbolo deve ser colocado após a intersecção. A pista para velocípedes deve ainda ser rebaixada ao nível da rodovia, no máximo com uma diferença de nível de 2 cm. Deve ser igualmente prevista sinalização vertical adequada.

Em alternativa à opção de aproximar a pista para velocípedes da intersecção, quando as condições de visibilidade necessárias não estejam garantidas, deverá afastar-se a pista para velocípedes da intersecção e efetuar o atravessamento na via lateral, a montante da intersecção.

Para tal, o atravessamento da pista para velocípedes deverá ser afastado da intersecção numa distância mínima que pode variar entre 5 m e 20 m (ver Figura 3.14). Deverá materializar-se o atravessamento para velocípedes através da marcação no pavimento da passagem para velocípedes (M10 ou M10a do RST), ao qual pode estar associada uma passagem para peões, se necessário. Deve ser colocada sinalização de cedência de passagem para a pista para velocípedes.

No caso de pistas bidirecionais, deve ainda colocar-se o símbolo de velocípede no início da pista para velocípedes, antes e após a intersecção, para assinalar a direção a seguir. No caso de pistas unidirecionais o referido símbolo deve ser colocado após a intersecção. A pista para velocípedes deve ainda ser rebaixada ao nível da rodovia, no máximo com uma diferença de nível de 2 cm. Deve ser igualmente prevista sinalização vertical adequada.

No Fascículo IV são ainda detalhados exemplos de soluções de continuidade do pavimento da faixa ou pista para velocípedes junto a intersecções, de acordo com o definido no Manual holandês “ASVV – Recommendations for traffic provisions in built up areas” (CROW, 1998).

Figura 3.13 Intersecção na presença de pista para velocípedes – Solução de aproximação (adaptado de CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b, e de CROW, 1998)

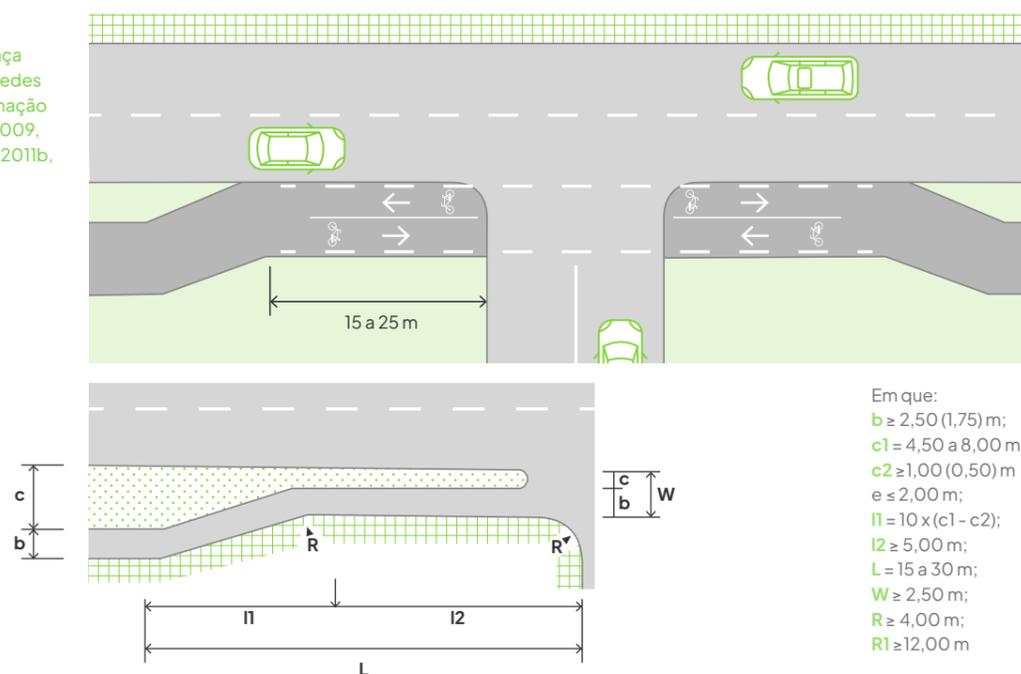
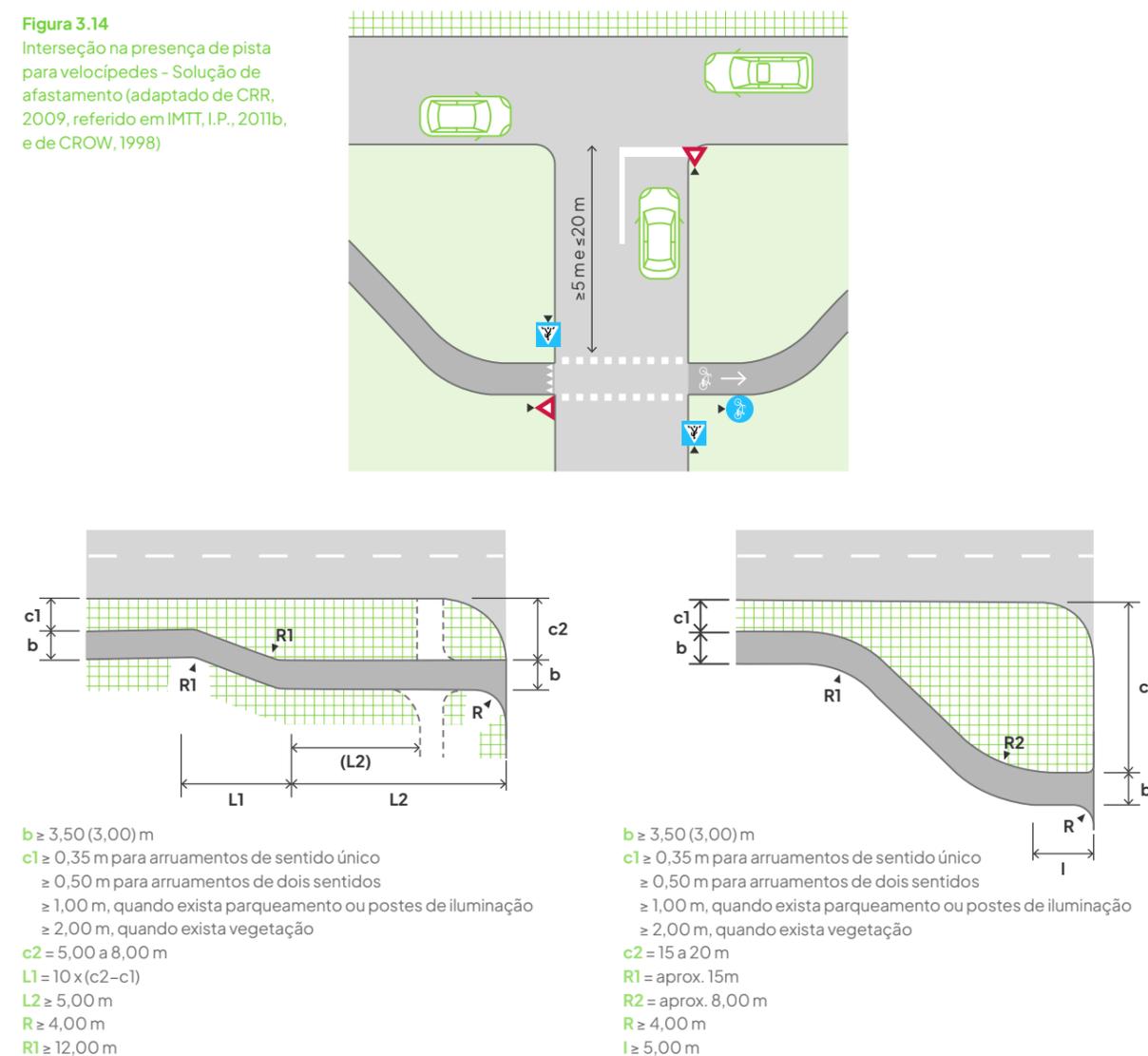


Figura 3.14 Intersecção na presença de pista para velocípedes – Solução de afastamento (adaptado de CRR, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b, e de CROW, 1998)



3.3.3.4 Intersecções com sinalização luminosa

Em intersecções com sinalização luminosa devem ser criadas vias segregadas de viragem à direita para velocípedistas, sempre que haja espaço e que o volume de viragens à direita por parte dos velocípedistas o justifique (ver Figura 3.15). Estas vias permitem que os velocípedistas não tenham de esperar pela luz verde que autoriza a entrada na zona regulada pela sinalização luminosa.

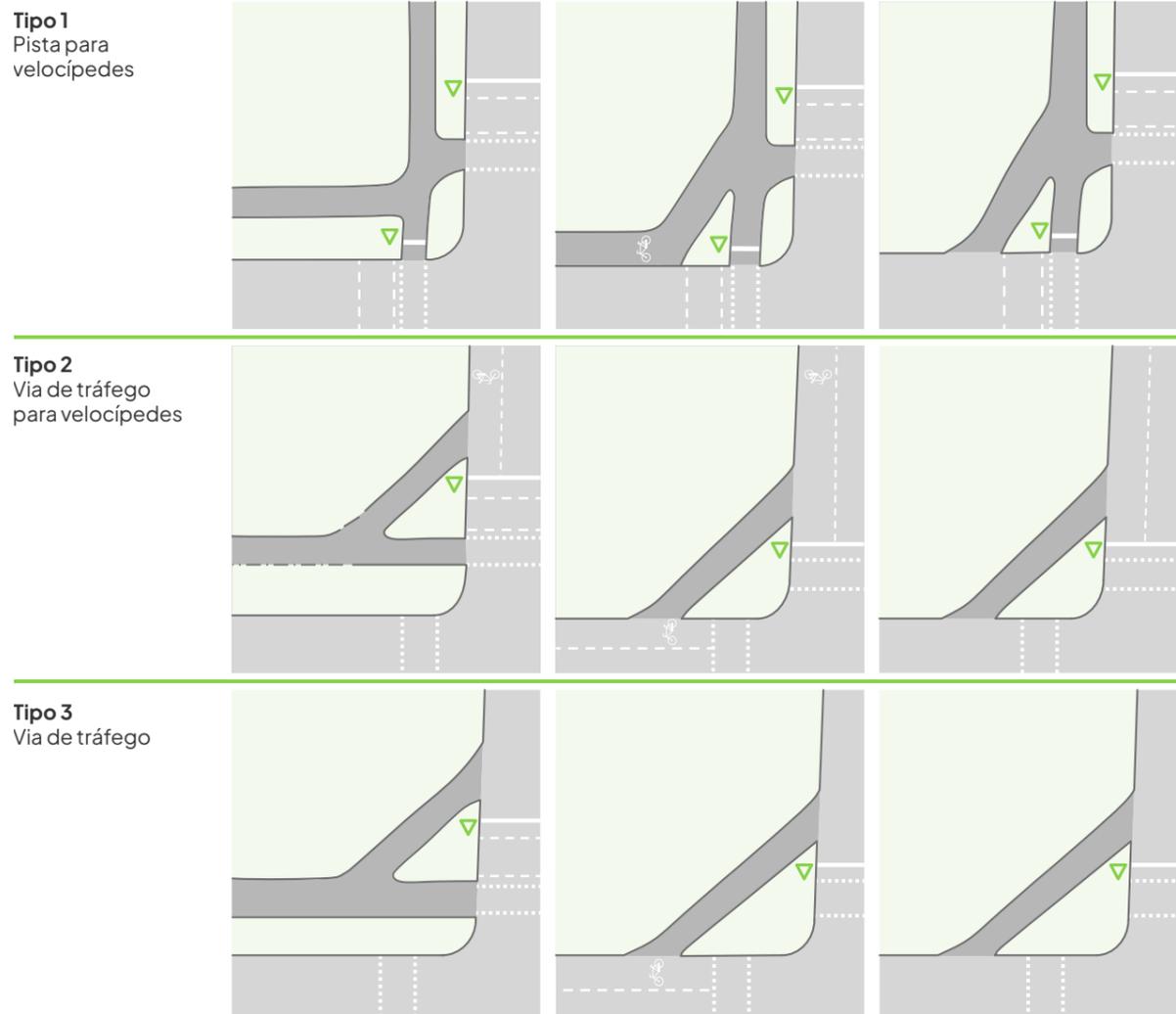
Nos casos em que é permitida a viragem à esquerda, recomenda-se igualmente a marcação de uma barra de paragem avançada para velocípedistas (relativamente à barra de paragem dos

veículos motorizados), o que cria uma zona de paragem destinada aos velocípedes (“caixa para velocípedistas”), cujo comprimento pode variar entre 3 m e 5 m (ver Figura 3.16). Este dispositivo tem a desvantagem de poder ser ocupado por motociclistas.

Importa salientar que esta solução não está prevista no Regulamento de Sinalização de Trânsito, pelo que não tem cobertura legal em Portugal.

No caso de vias de tráfego o acesso aquela caixa pode ser facilitado através da marcação de

Figura 3.15
Via segregada de viragem à direita para velocípedistas (CROW, 1998)



uma via de tráfego para velocípedes de referência com uma largura mínima de 1,10 m e um comprimento mínimo de 15 m, para larguras da via de trânsito não inferiores a 2,50 m (ver Figura 3.16).

O funcionamento da sinalização luminosa, nomeadamente no que diz respeito ao cálculo do tempo de limpeza, deverá ter por base a velocidade de circulação de um velocípedista entre 10 km/h e 12 km/h.

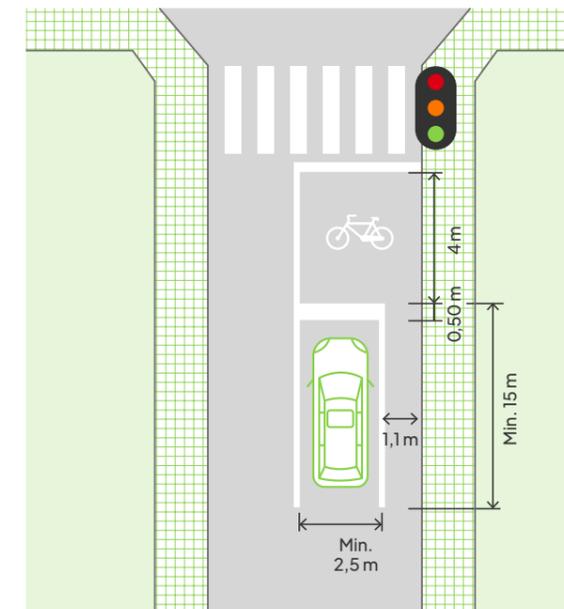
No Fascículo IV são detalhadas soluções de viragem à esquerda de forma indireta, aplicáveis quer a interseções com sinalização luminosa como a outros tipos de interseções, de acordo com o definido no Manual holandês “ASVV – Re-

commendations for traffic provisions in built up areas” (CROW, 1998).

3.3.3.5 Rotundas

Neste tipo de interseções, a diferença de comportamentos de condução e de velocidades entre velocípedistas e automobilistas bem como a dificuldade da tarefa de condução na interseção traduzem-se tendencialmente na menor disponibilidade dos condutores para ceder a prioridade aos velocípedes, designadamente junto às entradas das rotundas. Também as zonas da saída da rotunda constituem espaços com frequência de conflitos particularmente elevada.

Figura 3.16
Interseção com sinalização luminosa e via de tráfego para velocípedes (DGT, 2009, referido em IMTT, I.P., 2011b)



A prevenção deste tipo de conflitos passa habitualmente pela adoção de dois tipos de medidas complementares: utilização de sinalização específica de pré-aviso e garantia dos vários critérios de visibilidade e, sobretudo, pela segregação possível de infraestruturas, afetando-lhes corredores próprios (Silva e Seco, 2008). A tipologia de ordenamentos é vasta, centrando-se particularmente na criação de pistas unidirecionais para velocípedes por alargamento do anel de circulação ou pela sua integração em tratamentos paisagísticos, atrativos e funcionais, que circundam exteriormente a rotunda e encaminham os velocípedistas para atravessamentos em passagens para velocípedes e peões (ver Capítulo 2 e Capítulo 4.4.4 do Fascículo IV).

As passagens para peões com atribuição de prioridade formal ao peão e as passagens para velocípedes devem localizar-se nos ramos de acesso e a cerca de 10 a 15 metros da rotunda, não sendo admissível a sua marcação radial ao anel de circulação (Silva e Seco, 2008).

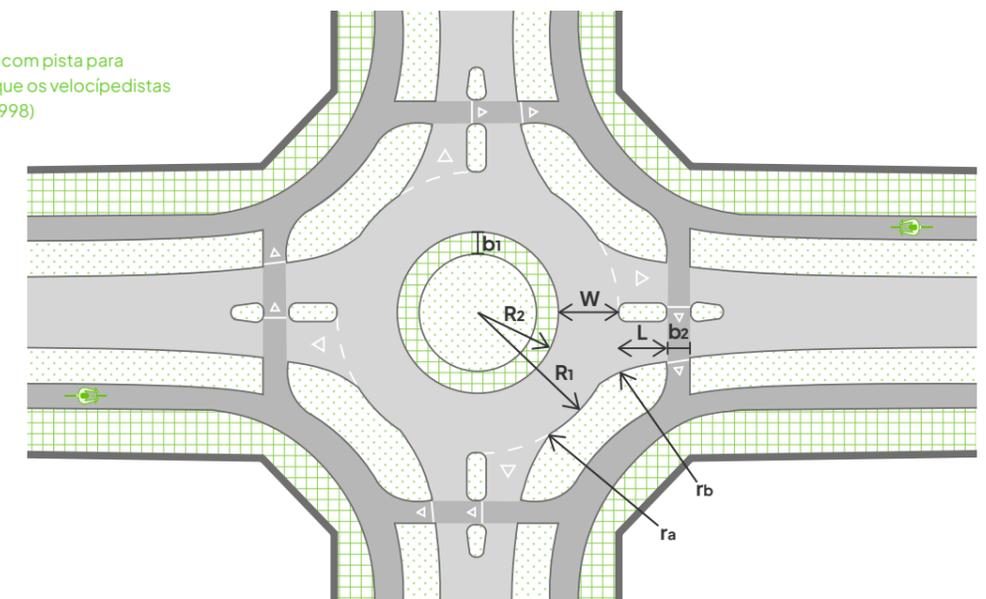
3.3.4 Acessos a garagens e parques de estacionamento

Os acessos a garagens e parques de estacionamento são equiparados a zonas de transição para trechos com limites de velocidade mais baixos, como é o caso das interseções de en-

trada e saída de zonas 30 e de zonas de coexistência. No capítulo 3.3.3 do Fascículo II apresentam-se alguns exemplos.

Figura 3.17
Rotunda de média dimensão com pista para velocípedes segregada em que os velocípedistas perdem prioridade (CROW, 1998)

- R1 = 12,50 a 20,00 m
- R2 = 6,50 a 15,00 m
- ra = 12,00 m, com ilha de tráfego central;
- ra = 8,00 m, sem ilha de tráfego central
- rb = 15,00 m, com ilha de tráfego central;
- rb = 12,00 m, sem ilha de tráfego central
- W = 5,00 a 6,00 m (sem ilha de tráfego central, dependendo de R1 e R2)
- b1 = 1,50 (1,00) m
- b2 = 2,00 m
- L = 5,00 m



04.

Estacionamentos

4.1 Tipos

O estacionamento é um elemento importante do sistema de transportes e da política de mobilidade urbana. No que se refere a veículos não motorizados, assume especial importância o estacionamento de velocípedes de utilização individual ou partilhada. Tal como já referido no Fascículo 2, a oferta de estacionamento adequado para velocípedes é um aspeto fundamental na conceção de uma rede para velocípedes. A falta de condições de estacionamento adequadas, designadamente de equipamentos para esse fim nos locais de destino, é um fator dissuasor da utilização do velocípede (APA Eds., 2010). Outros veículos não motorizados como as trotinetes elétricas partilhadas, que surgiram recentemente nas cidades portuguesas, exigem também regulamentação específica do respetivo estacionamento.

De acordo com CEREMA (2016), o estacionamento para velocípedes pode classificar-se segundo os seguintes tipos:

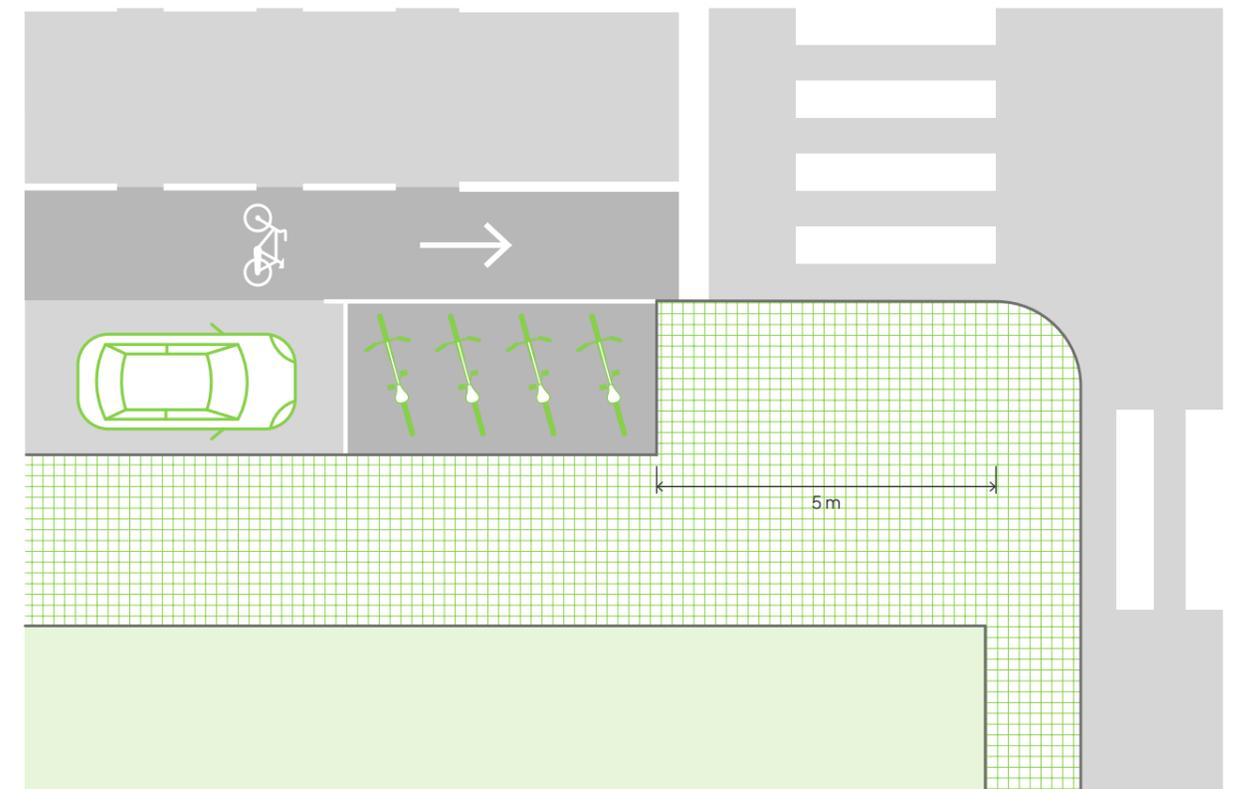
- Zona de estacionamento na via pública junto à faixa de rodagem: entre seis e oito velocípedes podem estacionar num lugar de

estacionamento de veículo ligeiro de passageiros⁴;

- Estacionamento em Caixa fechada (ou “Bike locker” na terminologia anglo-saxónica): localizam-se usualmente junto a equipamentos educativos, estações ou paragens de transporte coletivo, permitindo uma utilização segura e a proteção do velocípede relativamente a intempéries, embora nem sempre seja viável devido ao consumo de espaço, exigindo por isso soluções de estacionamento complementares;
- Estacionamento em parques cobertos mistos: o estacionamento de velocípedes faz-se em lugares assinalados em parques de estacionamento (edifícios) para os vários tipos de veículos motorizados e não motorizados.
- Zona de estacionamento no passeio: os locais podem incluir praças e zonas de descanso, tendo em conta a integração da rede para velocípedes com a pedonal e outros polos geradores e atratores de deslocações.

⁴ Na óptica do Sistema Seguro em que uma das formas de moderar a velocidade é disponibilização de vias de tráfego estreitas, deve evitar-se que o espaço destinado a estacionamento possa ser confundido com uma via de tráfego quando vários lugares estão vagos.

Figura 4.1 Estacionamento de velocípedes na faixa de rodagem (adaptado de CEREMA, 2016)



4.2 Estacionamento de velocípedes

O estacionamento dos velocípedes pode ser previsto em zona na via pública junto a faixa de rodagem tal como referido na seção 1.1. Na Figura 4.1 mostra-se a configuração possível de estacionamento de bicicletas. De acordo com o Código da Estrada, o estacionamento longitudinal de veículos motorizados deve ser suprimido na proximidade de cruzamentos de arruamentos, com uma distância livre de 5 metros, de forma a permitir o atravessamento seguro dos peões, garantido uma adequada visibilidade. Por este motivo, na referida distância também não deve haver estacionamento de velocípedes. A distância recomendada entre velocípedes nos espaços para o seu estacionamento é de 1 m em CEREMA (2016).

Existem diversas soluções modulares do tipo Caixa para estacionamento de velocípedes. Podem combinar-se várias unidades, consoante o modelo, em resposta à procura, podendo as mesmas ser inseridas de forma fácil em locais a selecionar ao longo de percursos para velocípedes, tendo em consideração a sua articulação com os percursos pedonais e outros polos atratores de deslocações em velocípede. Uma disposição de um módulo por exemplo (altura: 1,219 m; comprimento: 2,032 m; largura na frente: 0,914 m; largura no tardo: 0,279 m) a 90 graus permite o estacionamento de 5 velocípedes, sendo que a disposição a 360 graus tem capacidade para o estacionamento de 20 velocípedes (Figura 4.2).

Figura 4.2
Estacionamento de velocípedes em Box
(<https://www.reliance-foundry.com/bike-parking/bike-lockers>)

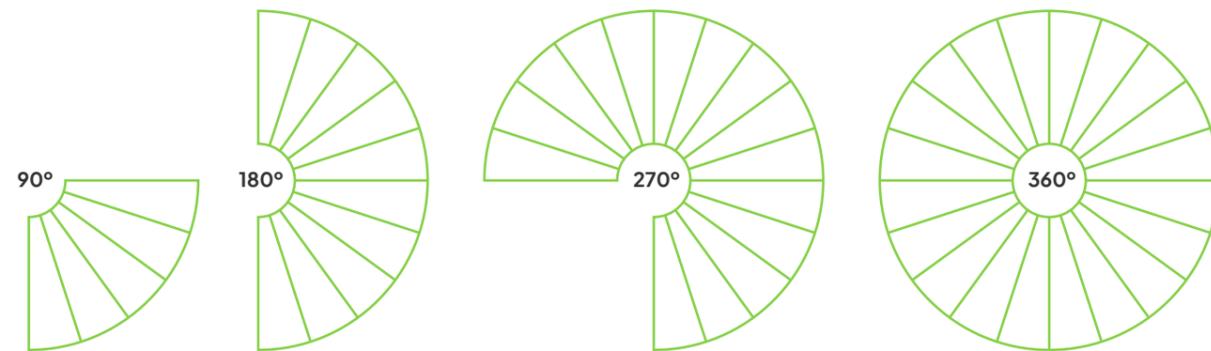
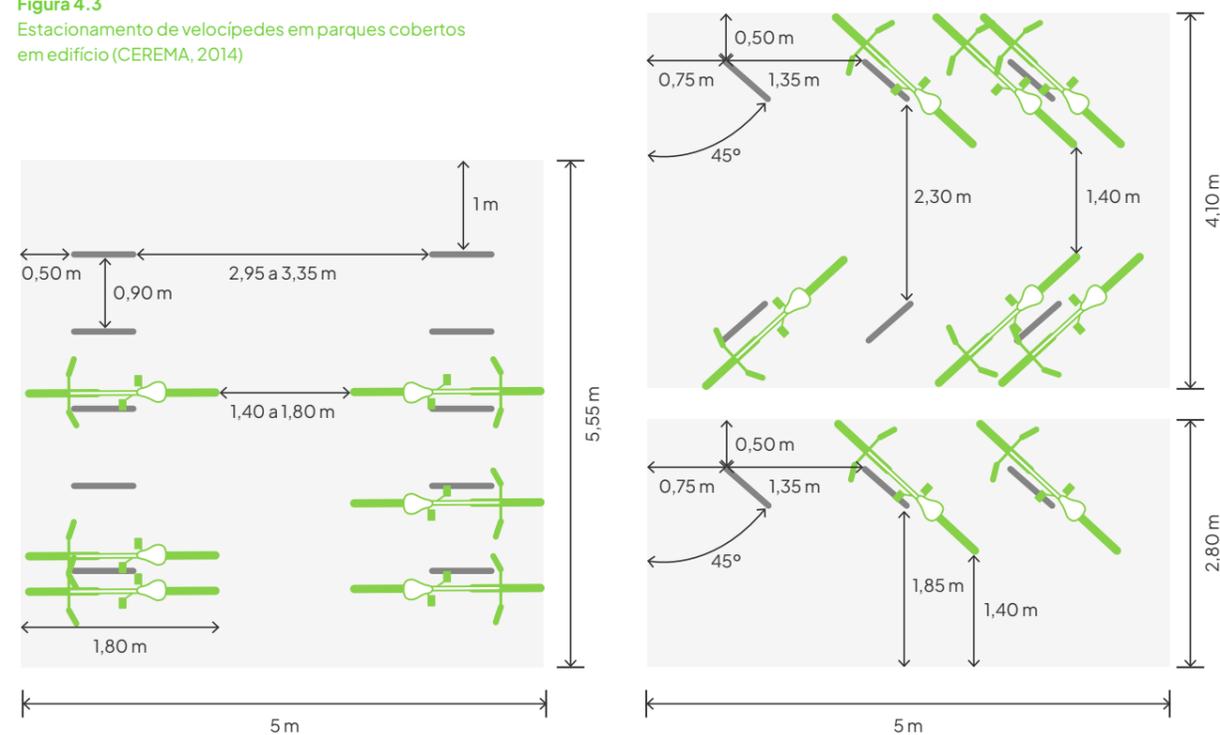


Figura 4.3
Estacionamento de velocípedes em parques cobertos em edifício (CEREMA, 2014)



O estacionamento de velocípedes em parques cobertos deve seguir requisitos de dimensionamento claros e estar devidamente ordenado de forma a prevenir conflitos entre as manobras de parqueamento de velocípedes e outros utentes. Na Figura 4.3 esquematiza-se o dimensionamento dos respetivos espaços.

Existem atualmente no mercado vários equipamentos ou suportes para apoio ao estacionamento dos velocípedes, sendo um dos mais simples o representado na Figura 4.4.

Figura 4.4
Suporte para estacionamento de velocípede (CEREMA, 2020)

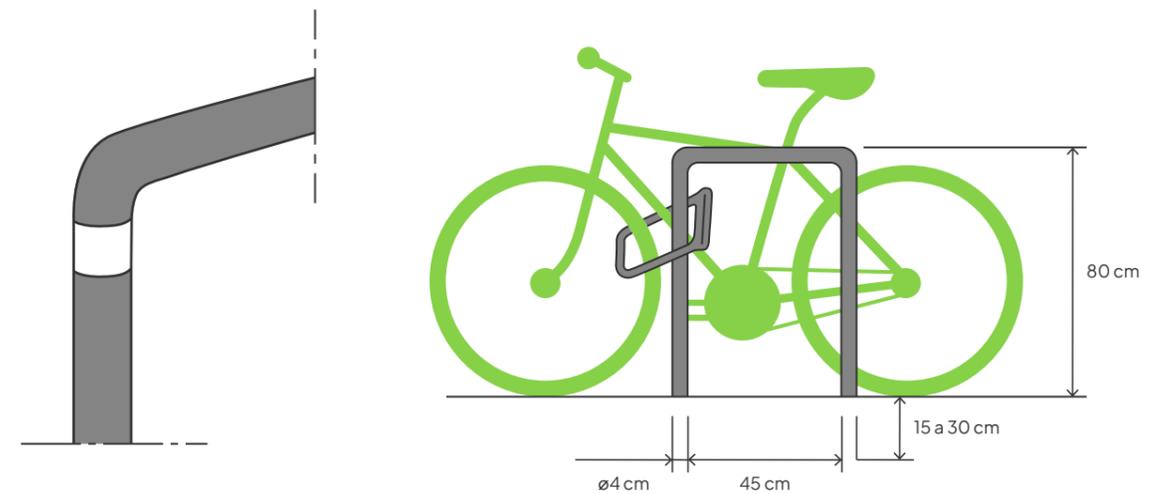
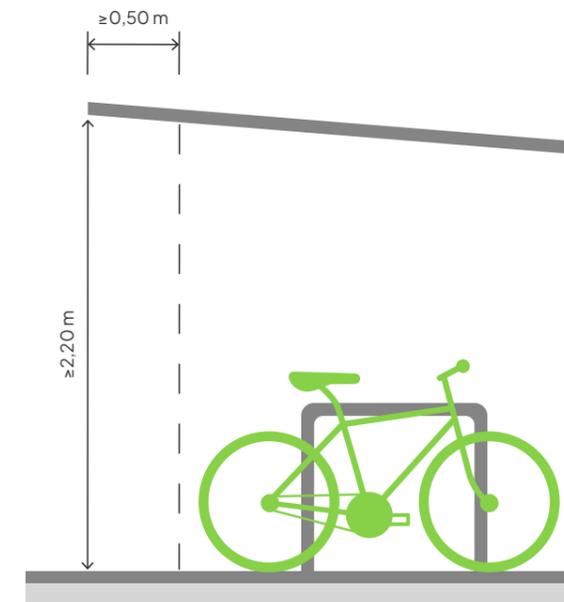


Figura 4.5
Abrigo para estacionamento de velocípede (DGT, 2014)



De acordo com o Guia de estacionamento da Direção Geral de Transportes de Génève (DGT, 2014), os abrigos para velocípede têm as dimensões que constam na Figura 4.5. Estes abrigos são similares a um abrigo para transporte coletivo adaptado ao parqueamento de velocípedes.

De acordo com o manual do espaço público da Câmara Municipal de Lisboa (CML, 2018), os suportes a utilizar nesta cidade em estacionamentos de velocípedes são do tipo “Sheffield” (Figura 4.6) e devem obedecer às seguintes características:

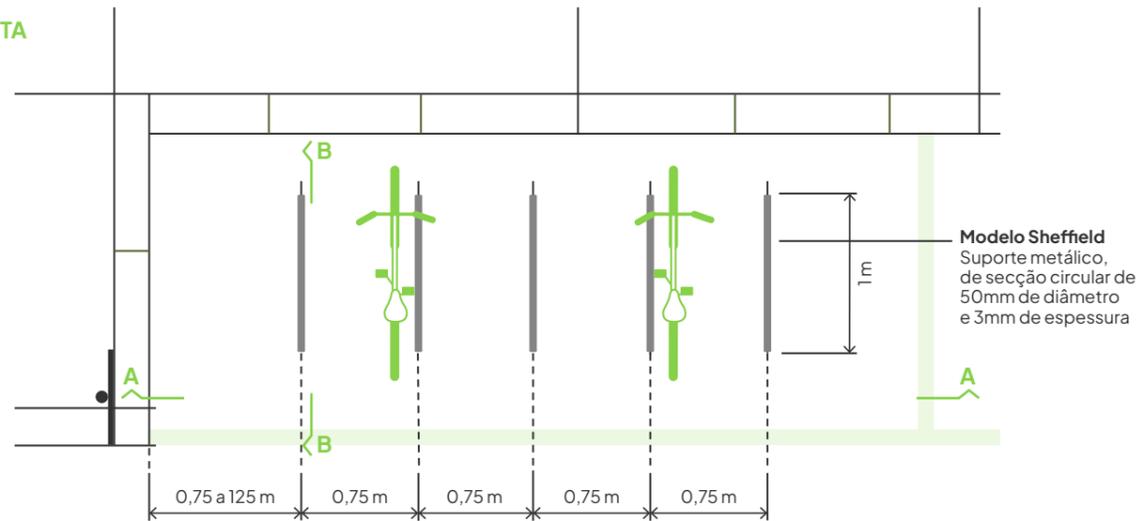
- Permitirem que tanto o quadro como ambas as rodas do velocípede sejam fixas ao suporte;
- Permitirem que a fixação do quadro e de ambas as rodas do velocípede possa ser feita com cadeados do tipo “U” ou “D”;
- Permitirem o apoio do quadro no suporte em pelo menos dois pontos;
- Garantirem que se evitem situações de fixação em que a roda dianteira possa rodar sobre si própria;
- Disporem de barra de segurança/detecção para invisuais, quando os suportes forem colocados no passeio, sendo obrigatório apenas para os que se situarem nas extremidades do conjunto;
- Serem fabricados em material resistente ao corte;

- Serem suscetíveis de fixação ao pavimento de forma a que seja impossível removê-los do local.

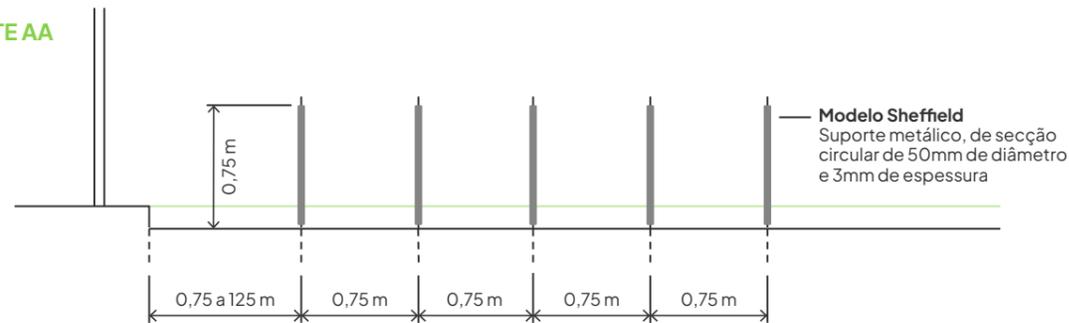
Para fomentar a multimodalidade e a utilização combinada do velocípede com o transporte coletivo, recomenda-se o estacionamento de velocípede em parques cobertos junto a interfaces.

Figura 4.6 Dimensões do estacionamento para velocípedes tipo "Sheffield" em Lisboa (CML, 2018)

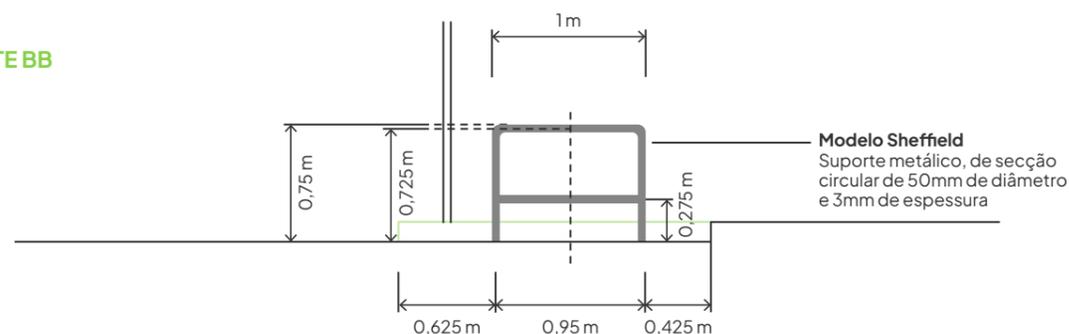
PLANTA



CORTE AA



CORTE BB



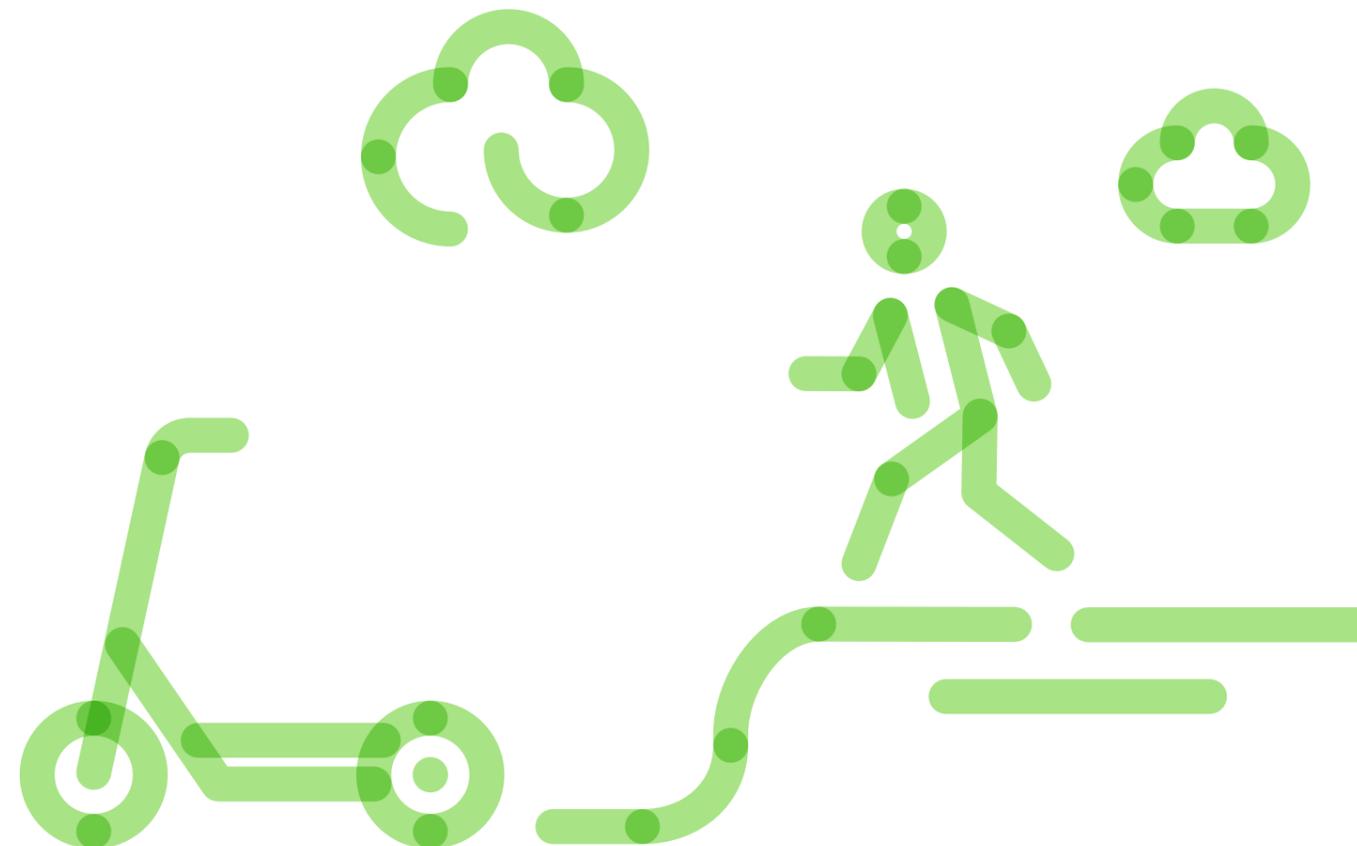
4.3 Estacionamento de trotinetes de uso partilhado

As trotinetes elétricas de utilização partilhada são ainda modos muito recentes nas cidades portuguesas. Todavia, têm tido uma adesão significativa pelo público mais jovem e turistas dada a sua fácil utilização.

Os locais de estacionamento de trotinetes devem estar interligados com as necessidades de deslocação e acesso a atividades pelos seus utilizadores, devendo também ordenar adequadamente o estacionamento de cada veículo, nomeadamente delimitando a zona reservada para estacionamento e o local de cada veículo. A prática recente de utilização deste tipo de veículos, mostra que, havendo mera indicação dos

locais preferenciais para largada das trotinetes, a falta de ordenamento e o carácter informal dessas zonas facilita a largada dos veículos fora das zonas assinaladas. Os veículos largados desta forma constituem obstáculos para os utentes dos passeios, sendo especialmente perigosos para os que têm mobilidade condicionada.

Em algumas cidades europeias, é recomendado que o estacionamento das trotinetes possa ser realizado em zonas de estacionamento na via pública junto à faixa de rodagem, por substituição de um lugar de estacionamento para veículos ligeiros de passageiros que comporta 9 trotinetes.



05.

Zonas de coexistência

5.1 Introdução

5.1.1 Enquadramento legal

As zonas de coexistência (ZDC) são definidas no artigo 1º do Código da Estrada⁵, como as parcelas da via pública especialmente concebidas para utilização partilhada por peões e veículos, onde vigoram regras especiais de trânsito e que estão sinalizadas como tal, mediante os correspondentes sinais do Regulamento de Sinalização do Trânsito (Decreto Regulamentar n.º 6/2019, de 22 de outubro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 60-A/2019, de 20 de dezembro) conforme definidos no seu artigo 34º.

A entrada nas zonas de coexistência é definida através do sinal H46 – Zona residencial ou de coexistência; a saída é assinalada através do sinal H47 – Fim de zona residencial ou de coexistência.

De acordo com o Código da Estrada (CE), as ZDC situam-se dentro de localidades e no seu artigo 27º é definido o limite geral de velocidade máxima de 20 km/h para todos os utentes.

No artigo 78ºA do CE é definido um regime de circulação próprio, sujeito a regras específicas:

- Os utilizadores vulneráveis podem utilizar toda a largura da via pública;
- É permitida a realização de jogos na via pública;
- Os condutores não devem comprometer a segurança ou a comodidade dos demais utentes da via pública, devendo parar se necessário;
- Os utilizadores vulneráveis devem abster-se de atos que impeçam ou embaracem desnecessariamente o trânsito de veículos;
- É proibido o estacionamento, salvo nos locais onde tal for autorizado por sinalização;
- O condutor que saia de uma zona de coexistência deve ceder passagem aos restantes veículos.

No mesmo artigo 78ºA do CE são definidas linhas orientadoras para o planeamento destas

zonas e projeto da sua configuração, estabelecendo regra para os responsáveis pelo planeamento urbano e de transportes bem como para os projetistas do espaço urbano e os engenheiros de tráfego. Assim, genericamente, na “regulamentação das zonas de coexistência devem observar-se as regras fundamentais de desenho urbano da via pública a aplicar nas referidas zonas, tendo por base os princípios do desenho inclusivo, considerando as necessidades dos

utilizadores vulneráveis”. Mais especificamente, é preconizada a “definição de uma plataforma única, onde não existam separações físicas de nível entre os espaços destinados aos diferentes modos de deslocação”, que, no presente documento, se interpreta como correspondendo à recomendação para a inexistência de diferenciação abrupta (lancis) longitudinalmente contínua entre os planos da banda de circulação dos veículos e a dos peões.

5.1.2 Enquadramento histórico

A importância da existência de áreas de proteção do ambiente e de áreas pedonais para a qualidade de vida nos espaços urbanos e da correspondente necessidade de acalmia do tráfego em zonas selecionadas desses espaços foi evidenciada por Buchanan (1963), datando da mesma década as primeiras aplicações práticas de desenho urbano conformes com essa preocupação, na Holanda com a noção de *Woonerf* (“pátio” residencial) e na Alemanha com a restrição ao tráfego pedonal de áreas comerciais do centro das cidades.

No caso da Alemanha, os objetivos visaram a obtenção de um desenho urbano moderno e de uma imagem atrativa para as zonas centrais das cidades, melhores condições de segurança rodoviária e de circulação do tráfego, permitindo a utilização do centro para lazer, especialmente para uso noturno, atrair clientes das zonas rurais circundantes, diminuir o ruído e a poluição, preservar a paisagem urbana histórica e evitar a perda de comércio para as cidades concorrentes. A experiência demonstrou que a pedonalização das áreas comerciais, quando bem concebida e localizada, beneficia o volume de negócios do comércio a retalho (OECD, 1978, Robert, 1990 e Monheim, 1990).

A noção de *woonerf*, promovida pelo urbanista holandês Niek de Boer e aplicada primeiramente na cidade holandesa de Delft em 1963, corresponde à criação de uma rua integrando, em coexistência pacífica, tráfego motorizado, peões,

velocípedes e crianças a brincar, no espaço comumente partilhado de uma rua residencial, de modo sobrevalorizar a vertente de vivência do espaço público, relativamente à de ligação.

Para esse efeito, foi estabelecido no CE holandês um conjunto de 14 requisitos legais a cumprir pelas zonas suscetíveis da sua instalação, de que se destacam:

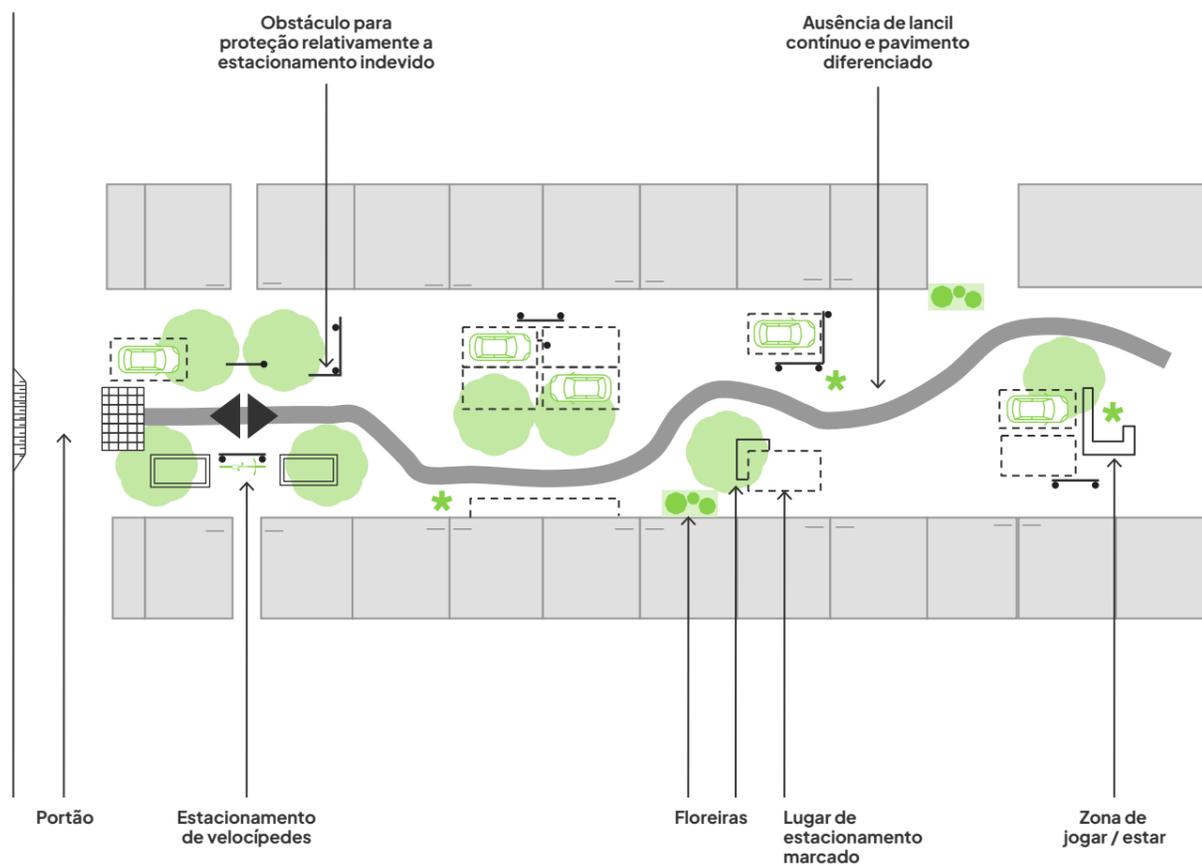
- Impedimento da perceção de o espaço estar dividido entre passeio e rua para veículos motorizados. O que pode ser obtido através da ausência de elementos longitudinais contínuos diferenciados, com interrupção (evidente para os motoristas) a cada 25 m dos elementos no perfil transversal tipo que pudessem conferir a aparência de passeio;
- Instalação no espaço a utilizar pelos veículos motorizados de elementos que limitem a velocidade de todas as categorias de veículos, distanciadas não mais de 50 m;
- Disposição dos elementos limitadores de velocidade de modo a prevenir que os veículos possam circular muito próximo dos edifícios fronteiros à rua;
- Instalação de iluminação noturna suficiente para que o espaço da rua e, sobretudo, os elementos limitadores da velocidade sejam perfeitamente visíveis à noite;

⁵ Conceito introduzido pela Lei n.º 72/2013 de 3 de setembro, correspondente à décima terceira alteração ao Código da Estrada, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 114/94, de 3 de maio.

- Garantia de que nas ruas elegíveis o volume de tráfego de atravessamento é baixo;
- Garantia de as ruas terem circulação nos dois sentidos, com zonas de cruzamento, onde necessário;
- Garantia de acesso de veículos de emergência e de serviços, como os da recolha de lixo.

A construção de *woonerf* foi acompanhada pelo estabelecimento de nova regulamentação de tráfego, semelhante à que veio a ser estabelecidas em 2013 no CE português (ver 5.1.1). No entanto, originalmente, o CE holandês limitava a velocidade do tráfego motorizado em *woonerf* à velocidade de caminhada (o que corresponde a 5–8 km/h)⁶; também não era atribuída prioridade a qualquer utente, havendo o dever geral de especial cuidado com os outros utentes do espaço.

Figura 5.1
Elementos característicos de um *woonerf* holandês (adaptado de FHWA, 1994)



⁶ Posteriormente, por decisão anterior do Supremo Tribunal Holandês foi atribuído o valor de 15 km/h à velocidade de caminhada e, desde 2013 o artigo 45º do CE dos Países Baixos limita a velocidade a 15 km/h.

Nas zonas onde foi aplicado o conceito de *woonerf* foram observadas diminuições de 50% no número de acidentes corporais e registadas velocidades médias de circulação entre 13 km/h e 25 km/h (Kray e Bakker, 1984).

Apesar do sucesso obtido com a aplicação do conceito *woonerf*, as regras de aplicação originais revelaram algumas desvantagens: a reconversão de zonas existentes era muito cara; os requisitos de traçado eram muito exigentes, por vezes impossíveis de cumprir; os peões eram confrontados frequentemente com incerteza relativamente à sua zona de circulação (por ausência de passeios) e ao caminho a seguir; e o conceito não era aplicável em zonas não residenciais.

Em resultado da avaliação da prática à data em 1988, as regras de traçado originais foram substituídas por um conjunto de seis princípios gerais, suscetíveis de aplicação a “pátios” residenciais (*woonerven*) e comerciais (*winklerven*), bem como nos centros de vilas (*doorpserven*). Assim:

1. A principal função do “pátio” deve ser de caráter interno. As ruas dentro da área do “pátio” estão vocacionadas apenas para o tráfego a ele destinado ou dele proveniente. A intensidade do tráfego não deve ser superior a 100 veículos por hora em zonas residenciais ou a 300 veículos por hora em zonas comerciais. As condições do pátio devem ser ótimas para caminhar, brincar, fazer compras, etc. Os motoristas são apenas convidados.
2. A aparência e o estado da rua devem evidenciar a necessidade de circular lentamente, para efetiva acalmia do tráfego. Não é obrigatória a instalação de dispositivos de redução da velocidade, podendo o projetista utilizar outras formas igualmente eficazes de indução de velocidades baixas.
3. Não deve ser criada a impressão de a rua estar dividida em faixa de rodagem e passeios.

Assim, não deve haver diferenças contínuas de altura na secção transversal nas ruas de um “pátio”. Desde que esta condição seja cumprida, poderá ser criado um caminho para os peões e instalada uma proteção física não contínua, através de elementos de delimitação ou árvores.

4. As entradas e saídas de um “pátio” devem ser facilmente identificáveis, através de portões, a instalar preferencialmente numa intersecção com arruamento ou, quando necessário, a mais de 20 m de uma intersecção.
5. A zona do pavimento destinada ao estacionamento de um ou mais veículos deve ser marcada pelo menos nos seus cantos. A marcação dos lugares e a letra “P” devem distinguir-se do resto da superfície da rua. Em zonas de coexistência comerciais podem ser previstos espaços para carga e descarga, bem como o estacionamento de curta duração com limites de permanência.
6. Podem ser associados ao sinal internacional de “pátio” painéis adicionais informando o tipo de “pátio” em causa.

O conceito *woonerf* foi sendo progressivamente adotado por outros países europeus, embora muitas vezes sujeito a modificações locais. Por exemplo, no Reino Unido, nas zonas correspondentes (denominadas de Zonas Residenciais⁷) é dada especial ênfase à segurança e ao tráfego rodoviário, não havendo a primazia da vertente de vivência do espaço que é primordial nos Países Baixos. No entanto, as duas noções incluem a definição de espaços formais e informais para atividades sociais e destinados a crianças. Segundo o manual do IHIE britânico, as Zonas Residenciais são ruas em que o espaço rodoviário é partilhado entre os condutores de veículos automóveis e outros utentes da rodovia, tendo em mente as necessidades dos residentes, incluindo pessoas que andam a pé e de velocípede, bem como crianças (IHIE, 2002).

⁷ Home Zone, em inglês.

Igualmente no Reino Unido, mas também noutros países surgiu a ideia de espaço partilhado⁸, a qual, no entanto, não foi ainda objeto de uma definição clara e relativamente à qual corresponde ainda apenas um conjunto de imagens e de ideias vagamente descritas, uma vez que ainda se verifica a ausência de um enquadramento teórico devidamente formalizado e estruturado.

A experiência tem permitido verificar que a completa indiferenciação do espaço pode criar

5.1.3 Princípios funcionais e integração no Sistema Seguro

As ZDC destinam-se a assegurar unicamente funções de acessibilidade e de usufruto do seu espaço, o qual pode ter uso preferencial residencial, comercial, de lazer, etc.

A sua configuração e ligações ao restante espaço urbano devem limitar a dimensão do trajeto interno dos veículos motorizados e impedir que possam ser usadas por tráfego motorizado de atravessamento.

Deve ser assegurada a continuidade dos percursos pedonais e em velocípede de cada ZDC com as correspondentes redes nas áreas de fronteira. No que se refere ao tráfego motorizado, as ZDC devem estar preferencialmente ligadas a arruamentos residenciais de Nível IV integrados em Zonas 30 (ver Capítulo 4 do Fascículo II).

As ZDC têm a dimensão limitada superiormente pelo volume de tráfego motorizado que geram (ver subcapítulo 5.2). Numa ótica de Sistema Seguro, as ZDC e as Zonas 30 devem estar integradas e ter uma área tão grande quanto possível, face ao desenvolvimento urbano, aos volumes de tráfego gerados e ao arranjo da área urbana. Frequentemente, será impossível realizar a remodelação de uma grande área urbana, caso em

dificuldades de navegação adicionais a utentes com limitações de mobilidade ou sensoriais e sensação de perigo nos utentes vulneráveis, em especial nos locais de elevado volume de tráfego de veículos e de peões, como sejam ruas principais e os centros das cidades (HCWEC, 2016), havendo recomendações para avaliar a necessidade de diferenciação formal deste tipo de espaços de modo a garantir a desejada utilização inclusiva (CIHT, 2018).

que poderá ser adotado um procedimento faseado; nesta eventualidade é mais fácil reabilitar pequenas zonas, o que deve ser feito de acordo com um plano global e não deve corresponder à utilização de soluções *ad hoc* de conveniência – suscetíveis de necessidade de revisão posterior.

Figura 5.2 Inserção de uma ZDC na malha urbana (adaptado de IHIE, 2002)



⁸ Shared space, em inglês.

As ZDC são constituídas por uma área de entrada de veículos (portão) e um conjunto de ruas e praças sem lances contínuos e com um arranjo espacial inclusivo que proporcione condições de usufruto pelas pessoas (peões, velocípedistas e ocupantes de veículos motorizados) e induza velocidades de circulação muito baixas, sem prejuízo da circulação de veículos de emergência e de serviços.

Cada portão deve ser dotado dos sinais H46 (no sentido de entrada) e H47 (no sentido de saída), que estabelecem, respetivamente, o início e o fim da zona com regime de circulação especificado no Art.º n.º 78A do CE. Os portões devem ser dotados de tratamento especialmente vincado, que permita aos condutores aperceberem-se da alteração do regime de circulação do espaço das ZDC relativamente às ruas confinantes.

As ruas e praças devem ser configuradas para impedir a escolha de velocidades elevadas pelos condutores, permitir o usufruto do espaço, com realização de atividades correspondentes aos usos a que a área se destina, ter um paisagismo e equipamento urbano que contribuam para a amenidade do espaço e a acalmia do tráfego e disponibilizar lugares de estacionamento para os veículos. Estes lugares devem ser facilmente identificáveis e em número estritamente suficiente para as necessidades do uso da área.

No interior das ZDC o espaço onde é permitida a circulação dos veículos motorizados não deve ser segregado.

Os princípios acima referidos estão em linha com os princípios gerais orientadores descritos no Manual de Apoio às Zonas Residenciais e de Coexistência (ANSR, 2019a).

Como se referiu, as regras definidas no CE português para o regime de circulação dentro de ZDC são semelhantes às que vigoravam originalmente nas correspondentes zonas holandesas, com a diferença de nos Países Baixos ter existido uma indicação apenas qualitativa

da velocidade permitida aos veículos motorizados (velocidade da caminhada). Presentemente também é definido no CE holandês um limite quantitativo para esta velocidade (15 km/h), ao qual corresponde menos 44% de energia cinética do que no caso português.

Como se viu em 1.1.2, a fruição, de forma despreocupada mas segura, do espaço pelos cidadãos é garantida se os veículos circularem a velocidades não superiores a 10 km/h; esta é, também, uma velocidade em que a maioria das colisões entre um veículo motorizado e um utente vulnerável – criança ou idoso – não originam ferimentos graves e em que é mais provável evitar o esmagamento sequente a uma queda para a frente do veículo. Numa ótica de Sistema Seguro esta deve ser a velocidade alvo a atender no projeto de traçado dos trajetos dos veículos motorizados e na disposição e tipologia dos dispositivos de acalmia de tráfego a instalar nas ZDC.

A questão da disponibilização de distâncias de visibilidade em ZDC não tem uma resposta consensual, devido às muito baixas velocidades pretendidas, o que não é compatível com linhas de visada ininterruptas longas ou grandes larguras de faixa de rodagem. Assim, por um lado é importante assegurar uma visibilidade suficiente para que um condutor atento possa imobilizar a viatura perante uma ação súbita de um peão; por outro lado, a distância de visibilidade tem de ser limitada superiormente, para não induzir o condutor a escolher uma velocidade demasiado elevada. Dadas as características de fruição de espaço pretendidas nas ZDC, os elementos limitadores da visibilidade a considerar para os condutores não se restringem às características perenes do espaço (por exemplo, muros, paredes e vegetação) mas devem incluir os obstáculos temporários suscetíveis de existirem em algum momento no espaço, como veículos estacionados, de entre os quais possam surgir, repentinamente, por exemplo, crianças. No cálculo da distância de visibilidade de paragem para os veículos motorizados deve ser empregue como velocidade de referência o

valor limite legalmente estabelecido: 20 km/h. Genericamente, as linhas de visada e a visibilidade para destinos ou pontos intermédios são importantes para a identificação dos percursos dos peões e para a segurança pessoal, sendo também auxiliares para pessoas com deficiências cognitivas.

Para condutores, em ZDC apenas é relevante a distância de visibilidade de paragem, que no interior das ZDC deve estar compreendida num intervalo de valores (ver 5.2.4.1) e nos portões deve garantir a inserção segura no tráfego exterior, designadamente através de triângulos de visibilidade adequados naqueles que se situam em intersecção.

Nos trechos em que se prevê circulação bidirecional alternada, há, ainda, que assegurar a continuidade das linhas de visada entre ambas as extremidades do percurso alternado, de modo a que os condutores possam consensualizar a prioridade sem necessidade de recurso à marcha atrás – manobra cujas condições de visibilidade são sempre deficientes.

Nas ZDC o espaço é partilhado pelos vários

utentes, o que não impede que o arranjo espacial possa ser moldado para incentivar a organização dos usos. Numa ótica de Sistema Seguro, os elementos usados na configuração das ZDC devem conferir a estas zonas características diferenciadoras de outro tipo de áreas urbanas, em especial das Zonas 30 e das Zonas Pedonais.

A sinalização de um conjunto de arruamentos como ZDC está sujeita à verificação prévia do conjunto de requisitos da configuração da infraestrutura descritos no ponto 5.2, seguintes, destinados a assegurar que a envolvente rodoviária é indutora da escolha das baixas velocidades de circulação compatíveis com a partilha do espaço por veículos motorizados e utentes vulneráveis e com o usufruto do mesmo pelas pessoas.

Preferencialmente, as ZDC deverão constituir impasses que impossibilitem o atravessamento, dotados de tratamento de “portão” vincado na entrada. Informação adicional acerca do desenho urbano das ruas em ZDC e do processo da sua implementação é indicada no “Manual de Apoio às Zonas Residenciais e Coexistência” (ANSR, 2019a).

5.2 Características da rede de arruamentos

5.2.1 Tipologias

As ZDC podem integrar uso eminentemente residencial, comercial ou de lazer. Agrupadas no mesmo regime de circulação do Código da Estrada, as ZDC residenciais e comerciais estão sujeitas a requisitos técnicos de projeto viário e de desenho urbano diferenciados, em virtude da vertente “espaço” que devem satisfazer.

5.2.2 Integração no espaço urbano

Dentro de uma ZDC os arruamentos cumprem apenas funções de acessibilidade e usufruto do espaço urbano.

A conceção de uma ZDC deve ser desenvolvida de forma devidamente coordenada com as áreas circundantes, designadamente assegurando a continuidade física com as redes pedonal e para velocípedes envolventes e impedindo a utilização por tráfego motorizado de atravessamento não destinado ou originário na zona.

Os percursos pedonais e em velocípede de cada ZDC devem ser ligados às correspondentes redes nas áreas que com ela fazem fronteira.

Nas ZDC, o comprimento dos trajetos pedonais até uma paragem de autocarro não deve ser superior a 400 m (IHIE, 2002), valor de referência para percursos pedonais, apesar das condições nas ZDC serem especialmente aprazíveis.

No que se refere ao tráfego motorizado, as ZDC devem estar preferencialmente ligadas a arruamentos residenciais de Nível IV integrados em Zonas 30 (ver Capítulo 4 do Fascículo II), o que garante que as velocidades de aproximação à ZDC já são baixas e próximas da velocidade alvo no seu interior. Excepcionalmente, o acesso pode ser feito a partir de arruamentos de Nível III (ver Fascículo I), neste caso em trechos configurados para a velocidade máxima de 30 km/h.

O uso das ZDC pelo tráfego motorizado deve estar limitado ao tráfego local, sendo de evitar a circulação de veículos pesados, excetuando-se os de emergência ou de serviços (por exemplo, recolha de lixo).

É recomendável que no interior das ZDC não haja circulação de autocarros.

Para prevenir fenómenos de impaciência dos condutores de veículos ligeiros, tendentes à escolha de velocidades superiores à desejada, o comprimento dos trajetos rodoviários deve situar-se no intervalo de 200 a 400 m, no caso de ter uma única entrada, e entre 400 e 600 m, no caso de haver duas entradas (CROW, 1998).

Para proporcionar adequada satisfação da função de usufruto do espaço urbano, os volumes de tráfego previstos devem ser baixos, estando limitados aos valores máximos a seguir indicados:

- Zonas residenciais ou de lazer: fluxos inferiores a 100 veículos ligeiros por hora no período de ponta;

- Zonas comerciais: fluxos inferiores a 300 veículos ligeiros por hora.

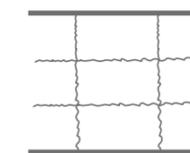
O acesso dos veículos motorizados às ZDC deve ser efetuado em locais especificamente configurados para assinalar de forma inequívoca a fronteira do espaço onde vigora o regime de circulação próprio, designados de portões (ver 5.2.3).

Preferencialmente, apenas deve existir um portão por ZDC.

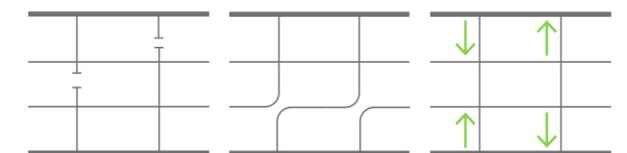
Excepcionalmente, quando existam dois portões, a disposição espacial da rede interna de caminhos para veículos motorizados deve ser descontínua, de modo a impedir o atravessamento. Na Figura 5.3 apresentam-se exemplos de soluções possíveis para obter essa descontinuidade. No Fascículo IV apresentam-se dispositivos que permitem aplicar essa descontinuidade

Figura 5.3 Configurações da rede interna em ZDC, para prevenir o tráfego de atravessamento (adaptado de CROW, 1998)

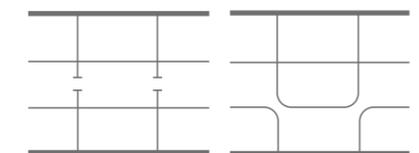
Aumentar tempo de percurso



Aumentar extensões dos trajectos



Bloquear caminhos de atravessamento



dos circuitos de veículos motorizados salvaguardando a continuidade dos percursos para velocípedes e peões.

Nos casos em que o comprimento do percurso dos veículos seja superior a 150 m, o espaço deverá ser dotado com medidas de acalmia de tráfego espaçadas de modo a que a velocidade máxima desejada pelos condutores seja próxima da velocidade da caminhada.

5.2.3 Portões

O acesso dos veículos motorizados a ZDC deve ser realizado através de portão.

Os portões podem situar-se na continuidade de arruamento em Zona 30 (preferencial) ou de arruamento residencial de Nível IV com limite de velocidade máxima de 30 km/h. Nestes arruamentos, os portões também podem ser instalados em intersecções, a distância não inferior a 1 m do limite da faixa de rodagem da rua intersectada.

Excepcionalmente, poderá ser instalado portão em continuidade de arruamento intersetante de arruamento de Nível III (limite de velocidade de 50 km/h), a não menos de 20 m da intersecção. Neste caso, o arruamento de acesso deve estar condicionado ao limite de velocidade máxima de 30 km/h, devendo a correspondente sinalização ser visível da rua principal, para constituir

O tipo de dispositivos de acalmia de tráfego a adotar para o fim acima referido e a respetiva estruturação espacial são descritos no Fascículo IV.

Se bem dimensionados e posicionados, os dispositivos de acalmia tornam supérflua a afixação de limites de velocidade, a qual está estabelecida no CE português com o valor de máximo de 20 km/h.

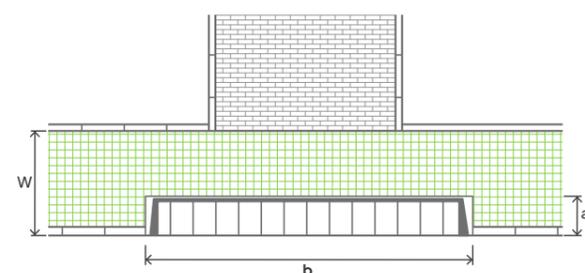
elemento afetando as escolhas ao nível da tarefa de navegação. Os portões devem integrar os seguintes elementos:

- Sinais regulamentares de início e de fim de ZDC;
- Dispositivo de acalmia de tráfego apropriado (ver Fascículo IV);
- Rampa para nivelar caminho com passeio e para reduzir a velocidade;
- Iluminação pública e elementos verticais evidenciadores da transição.

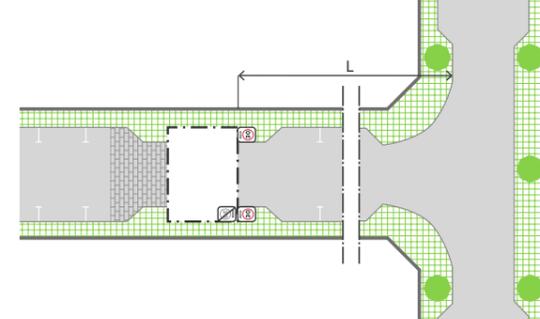
Os elementos dos portões situados em intersecções não devem interferir com a configuração da infraestrutura dos caminhos de peões e de velocípedes na rua intersectada.

Figura 5.4 Localização dos portões de ZDC na rede rodoviária urbana (adaptado de CROW, 1998)

Portão em intersecção



Portão em alinhamento



5.2.4 Parâmetros geométricos dos alinhamentos

As ruas nas ZDC não devem ter delimitação vertical contínua dos caminhos de circulação de veículos motorizados, separando-os do restante espaço. Tal não impede que, para facilitar a circulação de pessoas com deficiências cognitivas, mobilidade reduzida ou visão deficiente, sejam adotadas disposições favorecendo a navegação no espaço da ZDC, as quais podem ser contínuas se estiverem niveladas com a restante superfície do pavimento (diferenciação de material, cor, textura ou orientação) ou descontínuas se corresponderem a dispositivos verticais (delineadores, mecos, pequenas rampas).

5.2.4.1 Caminhos para veículos motorizados e velocípedes

O traçado dos caminhos destinados à circulação de veículos motorizados e velocípedes deve ser concebido de modo a ter geometria curvilínea, propiciadora de baixas velocidades, e integrada no espaço da ZDC.

Os velocípedes (com e sem motor) partilham os caminhos com os veículos motorizados.

Os caminhos dos veículos motorizados devem guardar uma distância mínima relativamente às fachadas dos edifícios fronteiras, que será superior a 0,60 m relativamente a residências e de 2,50 m relativamente a montras comerciais.

A largura a adotar para os caminhos dos veículos motorizados depende do tipo de ZDC:

ZDC residencial:

- 2,75 ou 3,00 m em trechos de via única;

ZDC comercial ou de lazer:

- 3,00 m ou 3,50 m em trechos unidirecionais ou bidirecionais alternados, de via única;
- 5,00 m em trechos bidirecionais, de dupla via.

Nos trechos bidirecionais de via única devem ser instaladas praças de cruzamento com 20 m de comprimento e largura dependente do tipo de tráfego expectável. A distância entre praças de cruzamento deve ser inferior a 40 m.

Ao longo dos caminhos devem ser instalados dispositivos de acalmia de tráfego distanciados não mais de 40 m⁹, tendentes a garantir a escolha de uma velocidade compatível com o passo, e recorrendo preferencialmente à deflexão em planta de trajetórias. O volume expectável de tráfego de velocípedes com motor e de motociclos é um fator relevante na seleção e configuração dos dispositivos de acalmia de tráfego a instalar.

A visibilidade é uma característica importante para garantir a perceção atempada de situações de interação entre utentes de ZDC, prevenindo que possam constituir conflito, e para impedir a escolha de velocidades inapropriadamente elevadas numa ZDC, pelos condutores de veículos motorizados.

Assim, o traçado dos caminhos deve ser concebido para garantir que as linhas de visada sejam inferiores a 30 m e que seja disponibilizada a distância de visibilidade de paragem de 14 m (correspondente à velocidade máxima legal de 20 km/h – ver Quadro 4.5, no Fascículo I).

Para prevenir situações de conflito com crianças surgindo subitamente no caminho dos veículos motorizados, os objetos verticais com largura não inferior a 0,5 m ou altura não inferior a 0,75 m deverão estar a uma distância não inferior a 1,5 m do caminho dos veículos.

Nas intersecções, as distâncias de visibilidade nas aproximações devem ser asseguradas para um observador com recuo de 2 m, relativamente ao início do cruzamento.

⁹ A pertinência do valor preconizado deve ser verificada regularmente mediante observação, uma vez que depende das características da população, designadamente no que se refere à aceleração. Na Holanda é preconizada a distância de 50 m (CROW, 1998); no Reino Unido 30 m (IHIE, 2002).

No interior das ZDC vigora a regra geral de ceder a passagem, pelo que não é necessária colocação de sinalização específica nesses locais. Para facilitar a identificação do ponto de descontinuidade, é conveniente assinalar as intersecções através do uso localizado de pavimento diferenciado das zonas adjacentes, da aplicação de mini-rotundas ou da instalação de canteiros que condicionem a escolha das trajetórias (ver Figura 5.6).

Nas praças de cruzamento entre trechos bidirecionais de via única deve ser possível obter uma linha de visada que abranja a totalidade do percurso até ao próximo local de cruzamento a jusante, de modo a prevenir a necessidade de efetuar manobras de marcha atrás.

Nas curvas e chicanas deve atender-se aos requisitos da largura de varredura dos veículos pesados de serviços (lixo) e de emergência (bombeiros), bem como dos veículos pesados previstos (por exemplo, para entregas de produtos em ZDC comerciais). Para este fim, é recomendável a utilização de programas de cálculo automático de apoio ao desenho assistido por computador ou de cérceas adequadas, para definir as áreas de varredura que deverão estar livres de obstáculos verticais.

Em locais onde possa haver grande pressão do estacionamento para ocupar espaço livre destinado à realização de manobras esporádicas, como intersecções, praças e zonas de cruzamento, podem ser usados dispositivos verticais (mecos, delineadores ou similares) para evitar a sua invasão e ocupação abusiva, salvaguardando a circulação contínua dos peões, incluindo cadeiras de rodas (ANSR, 2019a).

Os caminhos dos veículos motorizados devem ter a altura livre habitual de 5.0 m, definida no capítulo 5.6.2 do Fascículo I.

Figura 5.5
Larguras do caminho de circulação para veículos motorizados, de via única ou dupla

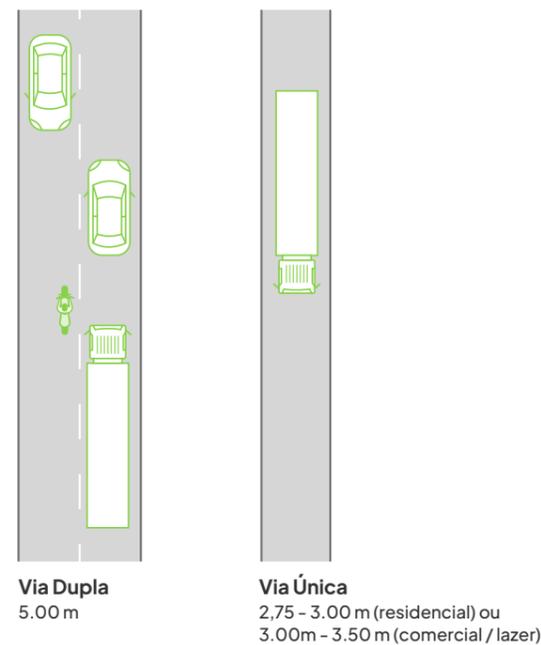
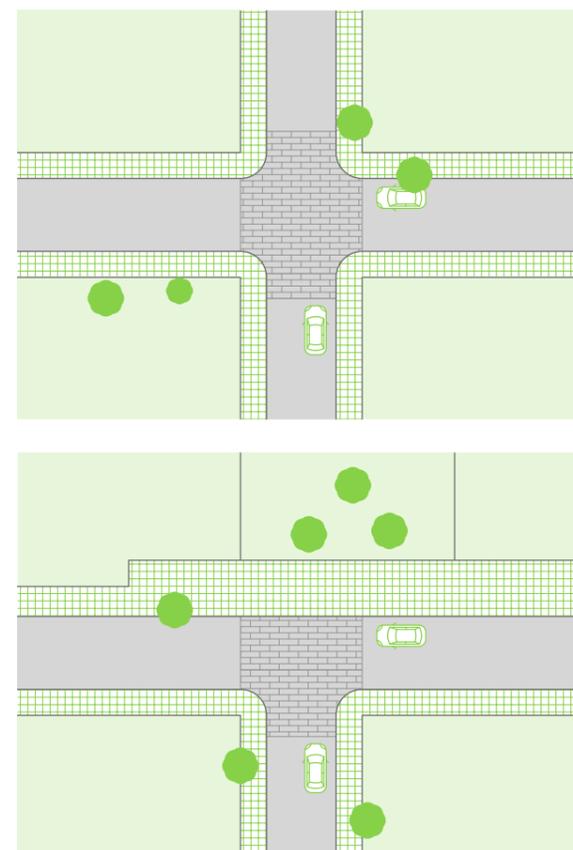


Figura 5.6
Diferenciação da superfície do pavimento para tratamento de intersecções



5.2.4.2 Zonas para peões e velocípedes

Para assegurar trajetos eficazes, as zonas especialmente destinadas à caminhada dos peões e os acessos às portas dos edifícios e serviços devem ter uma largura livre mínima de 1,50 m. No interior de áreas plantadas essas zonas poderão ter a largura livre não inferior a 0,9 m, desde que o respetivo comprimento não seja superior a 7,0 m (DL 163/06 Agosto).

Em novas construções, as inclinações longitudinais dos trajetos dos peões não deverão ser

5.2.4.3 Estacionamentos

O tratamento do estacionamento é uma componente do projeto de uma ZDC, devendo por isso ser resolvido de forma integrada, desde a fase inicial do mesmo.

Os lugares de estacionamento devem ser claramente definidos no projeto, podendo ser usados para apoiar o condicionamento da escolha de velocidades, designadamente como forma natural de moldar o traçado da diretriz do caminho de circulação dos veículos motorizados (ver Figura 5.7).

No dimensionamento do estacionamento numa ZDC deve procurar-se que este permita promover a atividade urbana e o apoio aos visitantes, serviços e distribuição, procurando-se que o es-

superiores a 5%. A inclinação transversal dos trajetos dos peões não deve ser superior a 2,5%, valor obrigando os utentes em cadeiras de rodas ou canadianas a esforço adicional incómodo.

Nas zonas de circulação de peões deve ser disponibilizada uma altura livre não inferior a 2,40 m, exceto nos sinais de trânsito que, de acordo com o RST devem ser colocados a altura não inferior a 2,20 m.

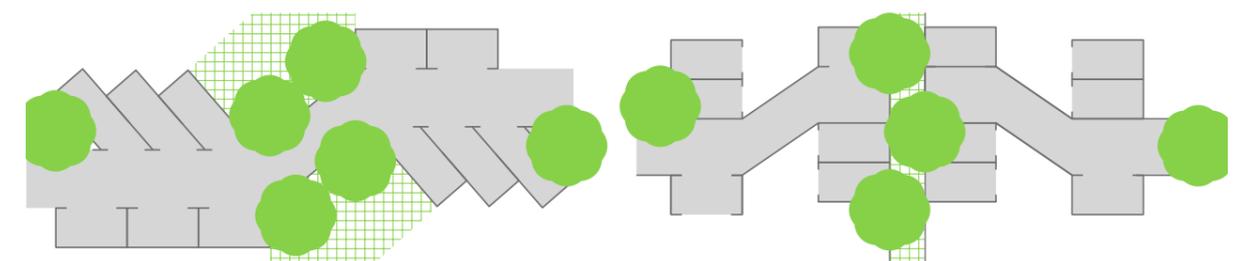
tacionamento residente se faça em logradouros traseiros ou laterais às habitações (ANSR, 2019a).

Os locais de estacionamento devem ser demarcados perto das habitações e destinados maioritariamente a visitantes.

A demarcação dos lugares de estacionamento para veículos ligeiros deve ser feita por recurso a tipo de pavimento diferenciado dos caminhos de circulação e do restante espaço, sebes de pequena dimensão, floreiras, canteiros, pilaretes, mecos ou apoios para estacionamento de velocípedes.

Devem ser previstas zonas de estacionamento para motociclos, ciclomotores e velocípedes.

Figura 5.7
Utilização de estacionamento para integração de desvios no alinhamento do caminho dos veículos motorizados (adaptado de IHIE, 2002)



A orientação e as dimensões dos lugares de estacionamento a adotar são indicadas no Capítulo 6 do Fascículo II. Anota-se que, nas situações em que apenas exista estacionamento de um dos lados do caminho de circulação de veículos motorizados, este não necessita de ser alargado para o valor de desfogo necessário para a realização da manobra, a qual pode ser realizada por utilização do espaço livre adjacente. Igualmente se recomenda a utilização de programas de cálculo automático de larguras de varredura para calcular a zona de caminho de circulação que necessita de alargamento, de modo a poder-se restringir a essa área a zona de caminho alargado.

O estacionamento paralelo ao eixo do caminho em contínuo deve ser evitado, optando-se preferencialmente por dividi-lo em grupos de quatro a seis lugares sequenciais (IHIE, 2002).

5.2.4.4 Praças

A criação de pequenas praças pode contribuir para assegurar a realização de movimentos de cruzamento entre veículos, quando situadas a meio dos alinhamentos, ou de manobras de retorno. No Fascículo IV apresenta-se o dimensionamento dos caminhos de circulação para manobra de retorno, em condições normais e sob restrições de espaço.

5.2.5 Outros elementos

5.2.5.1 Iluminação

A iluminação pública é indispensável para salvarguardar a segurança pessoal nos períodos noturnos, devendo por isso abranger toda a ZDC.

Os portões de entrada e os locais onde se instalem dispositivos de condicionamento da escolha de velocidades devem ser objeto de iluminação específica, para aumentar a conspicuidade dessas zonas e melhorar as condições de visibilidade.

Atendendo à relevância da cor na diferenciação dos espaços numa ZDC, a cor da iluminação deve ser objeto de escolha criteriosa, para salvarguardar as características de diferenciação cromática sob condições noturnas.

5.2.5.2 Pavimentos

Nas ZDC o emprego uso de materiais de coloração e textura diferenciados permite salientar aspetos relevantes do espaço, distinguir de forma não intrusiva diferentes usos do espaço e contribuir para a escolha de velocidades de circulação de veículos ligeiros moderadas, designadamente através de efeitos percetivos de sinuosidade ou de estreitamento (Figura 5.8).

A seleção dos materiais a utilizar deverá ter em conta as suas características técnicas, os níveis de aderência e resistência ao polimento, o aspeto visual, a facilidade de manutenção e de substituição, bem como a disponibilidade na região.

Figura 5.8
Sinuosidade através de textura e coloração diferenciada do pavimento (Foto: Cardoso, J.L.)



Os materiais betuminosos devem ter uso restrito às zonas pedonais e de lazer, caso em que é recomendável o uso de aditivos colorantes.

Como mencionado atrás, é recomendável usara alteração da orientação da estereotomia do pavimento como forma de delimitação de zonas, prescindindo, assim, de grandes contrastes de cor ou a padrões complexos, de difícil perceção imediata.

Nos lugares de estacionamento o recurso a materiais de elevada permeabilidade, não só permite obter a diferenciação pretendida como diminui de forma natural os caudais de escorrência superficial.

Genericamente, o pavimento circulável das ZDC deve ter os atributos exigidos a um passeio (ver também capítulo 2.4), o que inclui declives longitudinais e transversais suaves, superfícies desempenadas e bem conservadas, continuidade e boa aderência mesmo quando molhado. No capítulo 3.5.1 do Fascículo I são referidos valores de 0,54 para o coeficiente de atrito mínimo disponibilizado aos veículos motorizados e de 45 BPN (pêndulo britânico e patim de borracha 96) para passeios.

5.2.5.3 Drenagem

A manutenção de uma superfície preferencialmente desempenada entre as fachadas fronteiras da rua não é fator impeditivo de uma drenagem superficial eficiente. As infraestruturas de drenagem superficial devem impedir a água de atingir as habitações e a superfície do pavimento livre de águas superficiais.

A colocação de canais de drenagem constituídos por valetas pouco profundas, se estrategicamente concebida de forma integrada, pode contribuir também para disponibilizar pistas de orientação acerca dos caminhos de peões. Tais valetas podem ser instaladas na delimitação do limite do caminho de circulação dos veículos motorizados.

Os locais de colocação de sumidouros e sarjetas devem ser escolhidos de forma a não conflitarem com a caminhada dos peões, utentes com necessidades especiais e velocípedistas. A pormenorização, quer da orientação das grelhas de escoamento dos sumidouros quer da modelação do terreno junto a sumidouros e sarjetas, deve ser especialmente cuidada.

As infraestruturas de drenagem pluviais devem ser localizadas de modo a que as intervenções de manutenção não impeçam a circulação de veículos e peões, fator especialmente relevante no caso dos dispositivos de visita (com maior frequência de intervenção) e nos arruamentos com via única e circulação motorizada bidirecional.

5.2.5.4 Paisagismo e mobiliário urbano

A plantação criteriosa de árvores e arbustos contribui para fomentar a identidade de uma ZDC, conferir-lhe atratividade, promover a funcionalidade do espaço para atividades de rua, bem como complementar e sublinhar o efeito dos dispositivos de moderação de velocidade.

A plantação de árvores contribui para o reconhecimento da geometria das ruas e para a sensação de redução aparente da sua largura, podendo ser também usada para quebrar as linhas de visada excessivamente longas.

Os elementos do mobiliário urbano, se colocados em locais estrategicamente estudados, também podem constituir barreiras físicas à circulação automóvel e percetivas à escolha de velocidades, contribuindo assim para a vivência do espaço urbano onde são instalados. Estes elementos não devem, no entanto, constituir um obstáculo aos trajetos dos peões, particularmente invisuais, em cadeiras de rodas ou com carrinhos de bebé.

Assinaturas

Lisboa, LNEC,
março de 2021 (1ª versão)
e abril de 2024 (versão revista)

VISTO



António Carlos Faria Lemonde de Macedo
O Diretor do Departamento de Transportes

AUTORIA



Sandra Vieira
Investigadora Auxiliar



João Lourenço Cardoso
Investigador Principal com Habilitação



Carlos Roque
Bolseiro de Pós-Doutoramento



Elisabete Arsénio
Investigadora Auxiliar



João Manuel Serra Garcia Ferreira
Bolseiro de Investigação

Referências bibliográficas

ACAPO, s.d. – **Como criar pisos táteis mais acessíveis**, Volume 7 das Recomendações do Núcleo de Estudos e Investigação em Acessibilidade da ACAPO. Associação dos Cegos e Amblíopes de Portugal.

ANSR, 2019a – **Manual de apoio às zonas residenciais e de coexistência**. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Oeiras.

ANSR, 2019b – **Manual de apoio à implementação de zonas 30**. Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, Oeiras.

APA, 2010 – **Projeto Mobilidade Sustentável**. Agência Portuguesa do Ambiente (Eds.)

AUSTROADS, 1995 – **Guide to Traffic Engineering Practice** – Austroads, Sydney. Em: Austroads, Pedestrians. Sydney.

AUSTROADS, 2017a – **Cycling Aspects of Austroads Guides**. Third Edition. Sydney, Australia.

AUSTROADS, 2017c – **Guide to Road Design Part 6A: Paths for Walking and Cycling**. Third Edition. Sydney, Australia.

CARDOSO, J.L., 2010 – **Recomendações para definição e sinalização de limites de velocidade máxima**. Prevenção Rodoviária Portuguesa. Lisboa, ISBN978-972-98080-4-3

CARDOSO, J. L.; GOMES, S. V., 2019 – **Mobilidade sustentável. A vertente do sistema seguro como elemento a integrar para abordagem holística dos problemas dos utentes vulneráveis**. Comunicação ao 9º Congresso Rodoviário Português, Lisboa.

CE, 2020 – **Código da Estrada** – 2020, Decreto Lei nº 2-2020

CEREMA, 2016 – **Voirie urbaine**. Guide d'aménagement, Lyon, France.

CEREMA, 2019 – **Adhérence des revêtements pour des cheminements piétons confortables et sûrs**. Fiche nº 17, juin 2019.

CERTU, 2008 – **Recommandations pour les aménagements cyclables**.

CML, 2013 – **Plano de Acessibilidade Pedonal de Lisboa**, Via Pública – Volume 2 – Área operacional via pública, Lisboa.

CROW, 1998 – **Recommendations for traffic provisions in built-up areas – ASVV**. Record 15, Den Haag, The Netherlands.

CROW, 2016 – **Design Manual for Bicycle Traffic**. CROW-Fietsberaad. ISBN 978 90 6628 659 7

CRR, 2009 – **Guide de bonnes pratiques pour les aménagements cyclables**. Centre de Recherches Routières 2009, Bélgica.

DECRETO DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA N.º 94-A/2009, 2009 – **Convenção sobre a Sinalização Rodoviária**, adoptada em Viena em 8 de novembro de 1968. Diário da República n.º 188/2009, 1º Suplemento, Série I de 2009-09-28.

DECRETO-LEI N.º 163/2006, 2006 – **Normas técnicas de acessibilidade e regras para a sua aplicação às edificações e espaços públicos**. Diário da República n.º 152/2006, Série I de 2006-08-08.

DETR, 2000 – **Encouraging walking: advice to local authorities**, Department of the Environment Transport and the Regions.

DfT, 2007 – **Manual for Streets**. Department for Transport, London, UK.

DGT, 2014 – **Guide Genevois du Stationnement Vélo**, Geneve. Direction General des Transport. <https://www.cerema.fr/system/files/product/publication/2017/07/1101TI.PDF>

FHWA, 1994 – **National Bicycling and Walking Study. Case Study No. 19. Traffic calming, auto-restricted zones and other traffic management techniques** – their effects on bicycling and pedestrians. Federal Highway Administration, USA.

HMSO, 1987 – **Roads and Traffic in Urban Areas**. London: Institution of Highways and Transportation.

IHIE, 2002 – **Home zone. Design guidelines**. Institute of Highway Incorporated Engineers, UK.

IMTT, I.P., 2011b – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Rede Ciclável – Princípios de Planeamento e Desenho**. Lisboa.

IMTT, I.P., 2011c – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Rede Pedonal – Princípios de Planeamento e Desenho**. Lisboa.

IMTT, I.P., 2011f – **Colecção de Brochuras Técnicas/Temáticas: Guia para a elaboração de Planos de Mobilidade e Transportes**. Lisboa.

ITE, 1998 – **Design and Safety of Pedestrian Facilities: A Recommended Practice of the Institute of Transportation Engineers**, Institute of Transportation Engineers, Publication N.ºRP-026A, Washington D.C.

ITF, 2008 – **Towards zero: ambitious road safety targets and the safe system approach**. OECD Publishing, Paris, ISBN 978-92-821-0195-7.

ITF, 2016 – **Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System**, OECD Publishing, Paris.

KIM, J.; KIM, S.; ULFARSSON, G.F.; PORRELLO, L.A., 2007 – **Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents**, Accident Analysis & Prevention 39 (2), 238-251.

KRAAY, J.H.; BAKKER, M.G., 1984 – **Experimenten in verblijfsruimten; Verslag van onderzoek naar de effecten van infrastructurele maatregelen op verkeersongevallen**. R-84-50. SWOV, Leidschendam.

METHORST, R.; EENINK, R.; CARDOSO, J. L.; MACHATA, K.; MALASEK, J., 2016 – **Single unprotected road user crashes: Europe we have a problem!** Transportation Research Procedia, Elsevier B. V., 18-Abril-2016. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.246>

MONHEIM, R., 1990 – **The Evolution and Impact of Pedestrian Areas in the Federal Republic of Germany**, In Tolley, R.S., The Greening of Urban Transport, pp 244-254, Belhaven Press, UK.

NEW ZEALAND TRANSPORT AGENCY, 2009 – **Pedestrian Planning and design guide**. Land Transport New Zealand, Wellington, New Zealand

NF P98-351 Cheminements – **Insertion des handicapés – Éveil de vigilance** - Caractéristiques, essais et règles d'implantation des dispositifs podo-tactiles au sol d'éveil de vigilance à l'usage des personnes aveugles ou malvoyantes.

OECD, 1978 – **Results of Questionnaire Survey on Pedestrian Zones**. Organization of Economic Cooperation and Development (OCED), Paris.

ROBERT, J., 1990 – **The Economic Case for Green Modes**, In Tolley, R.S., The Greening of Urban Transport, pp 244-254, Belhaven Press, UK.

SCHEPERS, P., AGERHOLM, N., AMOROS, E., BENINGTON, R., BJØRNSKAU, T., DHONDT, S., ... NISKA, A., 2015 – **An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share**. Injury Prevention, 21, e138-e143.

SECO, A., MACEDO, J., PIRES DA COSTA, A., 2008 – **Manual do Planeamento de Acessibilidades e Transportes – Peões**, CCDR Norte.

SILVA, A. B. E SANTOS, S., 2011 – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 1 – Medidas Individuais aplicadas em Atravessamento de Localidades**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa.

SILVA, A. B., SECO, A., SANTOS, S., 2011b – **Medidas de Acalmia de Tráfego, Volume 3 – Tratamento de zonas de Aproximação e Transição**. Instituto de Infra-estruturas Rodoviárias, I. P., Lisboa.

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

TELES, P. E SILVA, P., 2018 – **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável – Município de Guimarães – Fase III**, MPT- Mobilidade e Planeamento do território, Porto.

VTPI, NJ., 2002 – **Traffic Calming Evaluation and Monitoring**. Voorhees Transportation Policy Institute, Plainsboro Township. New Jersey, EUA.

VSS, 2009 – **Trafic piétonnier; norme de base**. Norme SN-640070, Association Suisse des Professionnels de la Route et des Transports, Zurich, Suíça.

WEGMAN E AARTS, 2006 – **Advancing Sustainable Safety**. National Road Safety Outlook for 2005-2020. SWOV, The Netherlands. ISBN-13: 978-90-807958-7-7.

Anexo I

Metodologias para decisão de implementação de passagem para peões ou escolha da respetiva tipologia

1. A proposta pelo Institute of Transportation Engineers (ITE, 1998), não recomenda a instalação de passagens para peões nas seguintes condições:

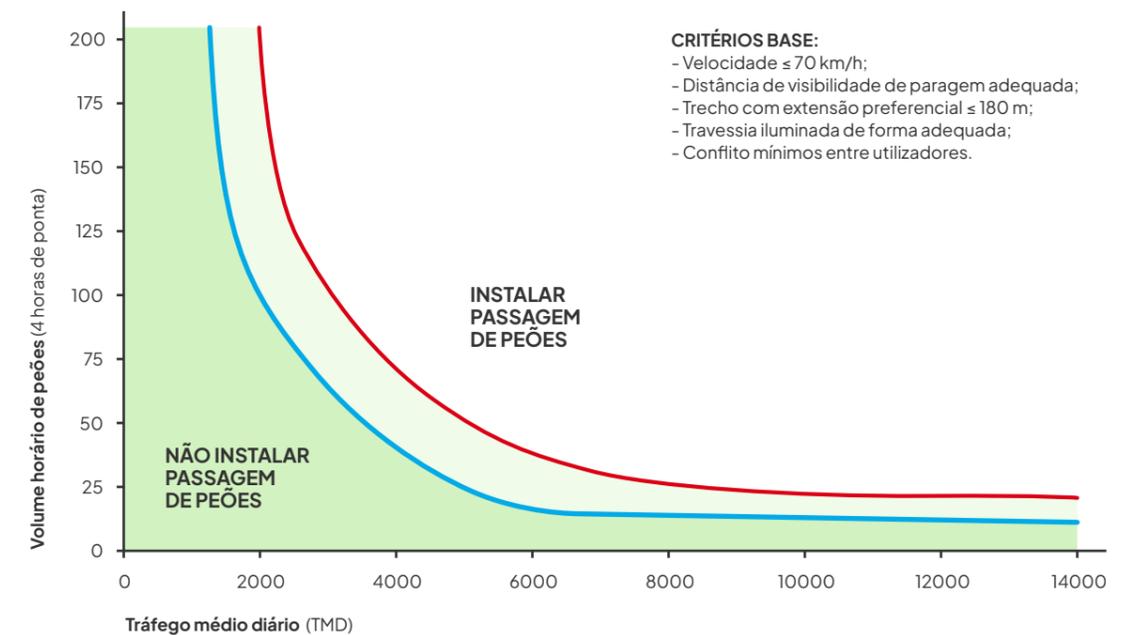
- a) Quando os volumes de peões na hora de ponta são muito baixos (< 25 peões/hora em 4 horas);
- b) Quando o volume de tráfego de veículos é muito baixo (TMDA < 2000 veic./dia). Para os casos de volumes de peões extremamente baixos (na ordem dos 15 peões/h no período das 4 horas), justifica-se a formalização de uma passagem para peões desde que o TMDA ultrapasse os 6000 veículos (ver Figura 1).

2. Segundo Seco et al. (2008), a instalação de uma passagem pedonal é recomendada quando se verificar uma das seguintes condições:

- a) Se houver atravessamentos significativos irregulares e perigosos numa extensão superior a 100 metros;
- b) Se houver um número elevado de conflitos entre veículos e peões, com menos de uma oportunidade de atravessamento por minuto por parte do peão;
- c) Se houver um importante pólo gerador ou atrator de peões, em particular se se tratar de escolas, hospitais e lares da 3ª idade.

Os mesmos autores referem ainda critérios adicionais condicionantes ao desempenho da travessia, nomeadamente, os atrasos de veículos e peões, a velocidade dos veículos, os volumes de peões e veículos, os intervalos de tempo entre veículos, o número de acidentes e ou conflitos graves, a proteção de crianças ou idosos, a continuidade do percurso pedonal, etc.

Figura 1
Domínio de aplicação de travessias pedonais formalizadas (adaptado de ITE, 1998)



Nota: Se se utilizar a hora de ponta, o limite deve ser majorado de 1,5

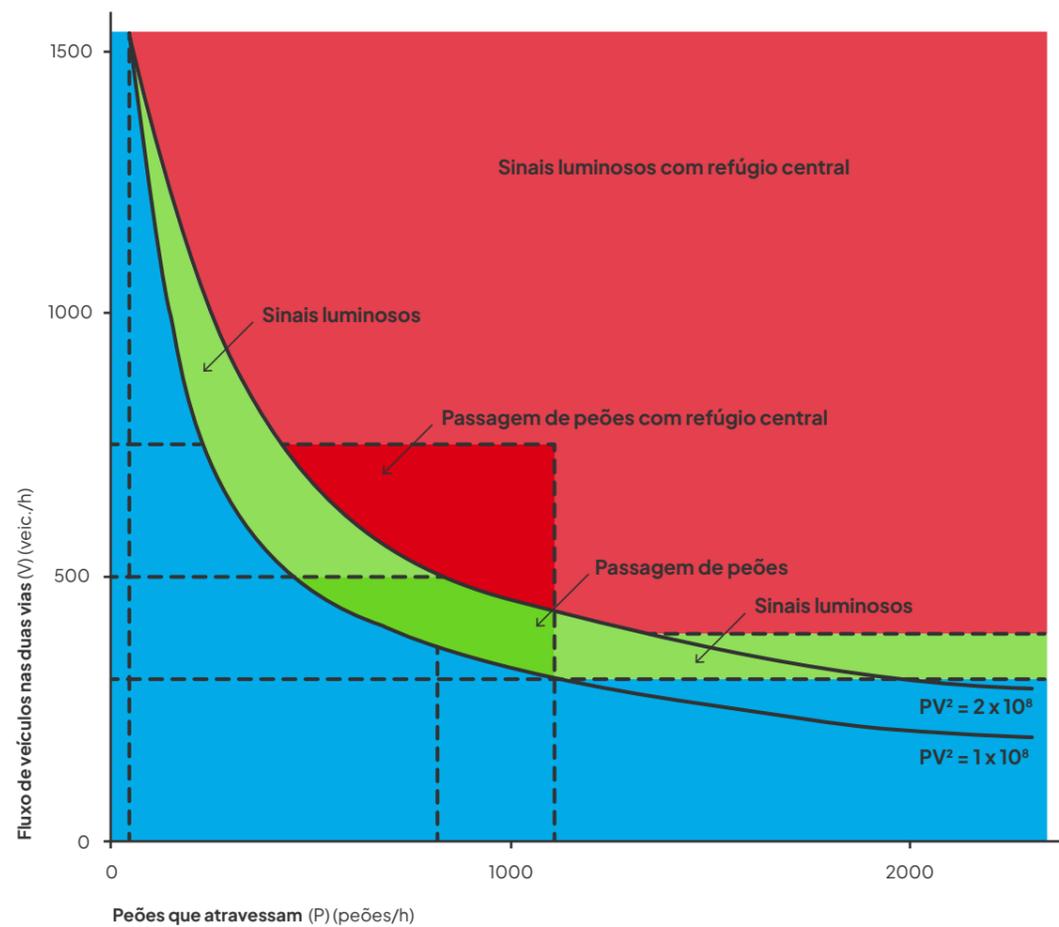
A escolha da tipologia de atravessamento mais adequada também deve ser devidamente analisada. Uma das metodologias possíveis de utilização para a escolha da tipologia de atravessamento pedonal de nível, foi desenvolvida na Grã-Bretanha (HMSO, 1987) e usa o indicador de exposição ao risco PV2, com as seguintes características:

- P - débito horário de peões que atravessa a faixa de rodagem (medidos numa extensão de 100 m centrada no local previsto para a travessia);
- V - volume horário dos veículos no conjunto dos 2 sentidos;

- Estes valores são obtidos pela média das 4 horas do período de ponta.

Se o valor de PV2 for superior a 108, é recomendada a instalação de uma travessia, sendo que deve se o mesmo for superior ao dobro deste valor, devem ser incluídos separadores centrais. É ainda apresentada a recomendação de cingir a adoção de passagens para peões a locais onde a velocidade de circulação seja inferior a 50 km/h. As situações intermédias podem ser analisadas na Figura 2.

Figura 2
Domínio de aplicação de diferentes tipologias de travessias pedonais (HMSO, 1987)



Considerações adicionais sobre a definição de tipologias de atravessamento incluem:

- Em presença de baixos volumes de peões e TMDA de veículos inferiores a 8000 deve ser sempre equacionada a colocação de separador central;
- Para valores de TMDA superiores a 8000 veículos é recomendável que o atravessamento seja efetuado recorrendo a um sistema de sinais luminosos atuado por botoneira.

Uma segunda metodologia para a escolha da tipologia de passagem para peões a adotar baseia-se na classe do arruamento onde a mesma se localizará, como apresentado no Quadro 1.

3. Metodologia de escolha da tipologia de passagem para peões proveniente das Normas Australianas (referido em Seco et al., 2008), na qual a adoção de uma travessia pedonal semaforizada fora dos cruzamentos deve estar condicionada à verificação de uma das seguintes condições:

- i. Volume de peões superior a 350 peões/h e volume de veículos superior a 600 veic./h no

conjunto dos 2 sentidos, ou 1000 veic./h no caso de existir uma placa central de refúgio para peões. Estes valores devem observar-se num período de 3 horas de um dia normal da semana.

ii. Para cada uma das 8 horas de um dia normal:

- Volume de peões superior a 175 peões/h;
- Volume de veículos superior a 600 veic./h em ambos os sentidos ou 1000 veic./h no caso de existir separador central de refúgio de peões;

- Não existir outra travessia pedonal nas proximidades.

iii. Em frente a uma escola se em 2 períodos distintos de 1 hora de um dia normal de aulas ocorrer simultaneamente:

- Volume de peões superior a 50 peões/h;
- Volume de veículos superior a 600 veic./h;
- Produto do volume de peões pelo volume de veículos superior a 40000 peões x veic./h.

Quadro 1
Tipo de travessia função da classe do arruamento (adaptado de Austroads, 1988, referido em Seco et al., 2008)

Classe da estrada	Tipo de travessia		
	Travessia Desnivelada	Travessia de Nível	
		Zebra	Sinais Luminosos
Colectoras	I	na	II
Distribuidoras Principais	II	II	I
Distribuidoras Locais	na	I	II
Acesso Local	na	I	a

I - normalmente recomendável; II - parcialmente recomendável; III - normalmente não recomendado; na - não aplicável

iv. A travessia existente não semaforizada tem um nível de perigosidade elevado devido ao comprimento do atravessamento, ou a velocidades ou volume de tráfego elevados.

v. Na travessia pedonal existente não semaforizada ou próximo dela, tiverem ocorrido 2 ou mais acidentes em 3 anos, suscetíveis de serem evitados com sinalização luminosa.

vi. Na travessia pedonal existente a simultaneidade de volumes elevados de peões e veículos provocar atrasos excessivos aos veículos.

Adicionalmente é ainda recomendada a instalação de sinais luminosos em passagens pedonais próximas de importantes pólos geradores de tráfego de peões ou quando se pretenda proteger peões com características especiais (peões de mobilidade reduzida, idosos, etc.).

Os critérios de segurança também podem justificar alterações nas tipologias do atravessamento pedonal. De acordo com a norma Australiana (Austroads, 1995), recomenda-se a instalação de semaforização em passagens de peões clássicas, quando se tenham registado 2 ou mais acidentes em 3 anos na sua envolvente, desde que os mesmos possam ser evitados por sinalização luminosa.

É recomendado, como medida de proteção dos utentes vulneráveis, a adoção de atravessamentos semaforizados nas proximidades de escola, caso ocorram pelo menos em duas horas (não simultâneas), as seguintes condições:

- Volume de peões superior a 50 peões/h;
- Volume de veículos superior a 600 veíc./h;
- Produto do volume de peões pelo volume de veículos superior a 40000 peões x veíc./h.

4. A exposição ao risco, deve também ser analisada, sendo que, neste contexto, depende da distância a atravessar, do TMDA e da velocidade de operação (VTPI, 2002, referido em Silva et al., 2011d). De forma a controlá-lo, recomenda-se a intervenção corretiva quando se registre a condição a) ou simultaneamente b) e c):

- a) O atravessamento abranger 3 ou mais vias no mesmo sentido de circulação, ou 4 ou mais vias no conjunto dos dois sentidos;
- b) A velocidade máxima legal ou o percentil 85 da distribuição das velocidades seja superior a 50 km/h;
- c) O volume horário de veículos (no conjunto dos dois sentidos) ser superior a 600 veíc./h, ou o TMDa (no conjunto dos dois sentidos) seja igual ou superior a 8000 veículos.





**IMT - Instituto da Mobilidade
e dos Transportes, I.P.**
Avenida Elias Garcia, 103
1050-098 Lisboa



**Mobilidade
Ativa**

**FUNDO
-AMBIENTAL**

www.imt-ip.pt