Análise de Alternativas para Intervenções Viárias para Reduzir Acidentes com Pedestres e Ciclistas em Rodovias

Andrea Laurindvicius Ribeiro

1. Introdução

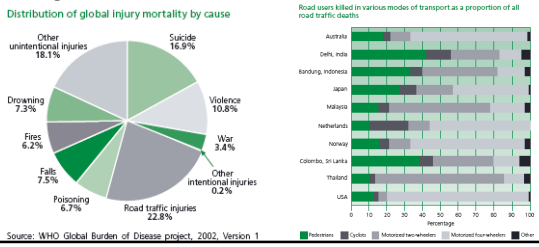
- Objetivo do trabalho
- Justificativa
- Conceituação dos acidentes
- Tipos de medidas
- Contexto de aplicação

Objetivo do Trabalho

- Estudar os dispositivos de segurança para pedestres e ciclistas em rodovias
- Estudar acidentes com pedestres e ciclistas
- Analisar a metodologia para seleção e projeto do tratamento mais adequado para diferentes casos

Acidentes de Trânsito

- Segundo a OMS – Organização Mundial de Saúde, acidentes de trânsito são responsáveis pela maior parte das mortes globais
- Pedestres e ciclistas mortos em acidentes de trânsito chegam a 40% do total de mortes na Índia



Acidentes de Trânsito

- Segundo o DENATRAN, cerca de 40.000 pessoas perdem a vida anualmente em acidentes de trânsito
- Dessas vítimas fatais, cerca de 10.000 são pedestres e cerca de 4.000 são ciclistas
- Os acidentes de trânsito causam um prejuízo anual de R$ 10 bi
  - custos com perdas em produção, custos médicos, previdência social, custos legais, perdas materiais, despesas com seguro e custos com emergências entre outros

  - Fonte: http://www.denatran.gov.br/ em 16/02/2009
  - Anuários do DENATRAN 2002 a 2006

Contexto das Rodovias de SP

- Segundo a ARTESP, nas rodovias o acidente envolvendo pedestre é o que causa mais vítimas fatais
  - 1 a cada 2 dias
- Dados ainda das concessionárias de rodovias do Estado de SP mostram que apesar de apenas 2% do total de acidentes envolver pedestres, cerca de 28% das vítimas fatais são pedestres

Conceituação dos acidentes com Pedestres e Ciclistas

- O Denatran traz as seguintes definições:
- Atropelamento: *É o acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por um veículo (motorizado ou não-motorizado)*
  - *Pode ocorrer na pista ou na calçada. No momento do acidente o pedestre pode estar cruzando a pista, andando pela calçada ou pela pista, ou parado*
- *Colisão com bicicletas:*
  - Colisão: Choque entre dois ou mais veículos
  - Bicicleta: Veículo de propulsão humana, dotado de duas rodas, não sendo, similar à motocicleta, motoneta e ciclomotor
- *Acidente primário x Acidente secundário*
  - *Sequência*
- *Categorias distintas x Características semelhantes*

Conceituação dos acidentes com Usuários Vulneráveis

- *Usuários vulneráveis: Alguns autores colocam pedestres e ciclistas num mesmo grupo, considerando que em caso de envolvimento em acidentes são geralmente a parte mais prejudicada*
- *Outra discussão é a inclusão das motos nesse grupo de usuários vulneráveis*
  - *No caso de acidente entre moto e carro (ou caminhão), o motociclista geralmente é prejudicado*

Dispositivos destinados à melhoria da segurança de pedestres

- Dispositivos em vias de uso compartilhado
  - Acostamentos
  - Canteiros e ilhas divisórias
  - Dispositivos de sinalização
    - Semáforos, Lombadas, Radares
  - Tranquilização de tráfego
- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Calçadas
  - Ciclovias e ciclofaixas
- Dispositivos de segregação em nível
  - Passarela
  - Passagem subterrânea

Acostamentos

- CTB 1997: *Parte da via diferenciada da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos, em caso de emergência, e à circulação de pedestres e bicicletas, quando não houver local apropriado para esse fim*
- Projetados a fim de garantir a segurança e acessibilidade dos pedestres
- Projetados e implantados de forma a não causar riscos de acidentes, minimizando-se as interferências de qualquer natureza
- Devem ainda possibilitar rotas acessíveis para qualquer usuário, concebidas de forma contínua e integrada por convenientes conexões entre destinos e principalmente aos dispositivos de travessia

Canteiros e ilhas de refúgio (para travessia)

- O canteiro ou ilha de refúgio pode ser um dispositivo de segurança muito eficaz:
  - Proporciona um refúgio para os pedestres, que passam a realizar a travessia em etapas, prestando atenção a um fluxo por vez (a proteção dos pedestres em espera nos canteiros e ilhas é um aspecto complementar)
  - Além de diminuir o número de colisões frontais, separando os fluxos opostos, e permitir a instalação de dispositivos de segregação (dificultando a travessia de pedestres onde ela é indesejada)

Sinalização e dispositivos de apoio às travessias de pedestres

- Sinalização voltada ao pedestres:
  - Redutores de velocidade; vibradores ou sonorizadores; sinais e placas (e.g. limites de velocidade mais baixos); lombadas eletrônicas e radares com câmeras;
  - Medidas complementares: melhor iluminação; Apoio das autoridade de trânsito: maior presença policial; melhoria das operações de tráfego (policiais ou civis); e combinações dessas medidas em geral
- Em particular: os semáforos são ainda mais eficientes para os pedestres e muitos deles incluem o estágio verde para pedestres.
  - A sinalização deve dar tempo suficiente para que os mais frágeis e lentos concluam a travessia com tranqüilidade e advertir o condutor do semáforo

Tranquilização de tráfego

- Tranquilizar o tráfego é apaziguar-lo, acalmá-lo, diminuir a agitação e o ruído que ele produz
- Em outras palavras, tranquilização do tráfego motorizado é reduzir seu volume e sua velocidade até torná-lo compatível com as demais funções da via
- Técnicas utilizadas:
  - Melhora da mobilidade do pedestre
    - A fim de eliminar conflitos com os veículos
  - Ajuste da velocidade do tráfego
    - Sinalização
    - Ordenação e hierarquização
    - Alinhamento horizontal
    - Alinhamento vertical
    - Interseções

Alduán, A. (1998)

Tranquilização de tráfego em rodovias

- Tranquilização de tráfego tem sido usado principalmente em áreas urbanas
- No entanto, com a crescente preocupação de resolver problemas em rodovias, medidas de tranquilização de tráfego estão sendo desenvolvidas
- Em consideração as necessidades dos usuários não motorizados (vulneráveis) é importante possibilitar sua travessia e mobilidade ao longo da via
- Principais objetivos
  - Melhora na segurança
  - Proteção ao meio
  - Integração no transporte
  - Melhora na acessibilidade
  - Auxílio ao crescimento econômico

Tranquilização de tráfego em rodovias

- Principais medidas:
  - Gateways
    - Combinação de medidas usadas para indicar ao motorista o início de uma área diferente onde o comportamento do motorista deve mudar
  - Placas, linhas, marcas
  - Superfície colorida
  - Superfície texturizada
  - Mudança nos limites de velocidade
  - Câmeras de segurança
  - Redução na largura da via
  - Medidas de regulamentação de tráfego
    - Proibição ou restricição de circulação
  - Facilidades de travessia para pedestres e ciclistas
  - Deflexão horizontal
  - Deflexão vertical

Segregação e Canalização dos fluxos de pedestres

- Calçada, usual nas áreas urbanizadas e obras de arte
  - CTB 1997: *parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.*
- Dispositivos de segregação: gradis, floreiras
- Função de canalização: Encaminhar os pedestres para que atravessem em locais mais seguros do que normalmente elegeriam

Vias exclusivas ou faixas segregadas para ciclistas e/ou pedestres

- CTB 1997:
  - CICLOFAIXA: Parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica
  - CICLOVIA: Pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum
- A ciclovia e/ou ciclofaixa pode ainda ser de uso compartilhado com pedestres

A Passarela como fator de segurança nas rodovias

- CTB 1997:
  - PASSARELA: Obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres.
  - Uma passarela com rampas pode também servir aos ciclistas, pedalando ou andando.

A Passarela como fator de segurança nas rodovias

- Alguns técnicos de segurança do trânsito:
  - Pedestre não utilizam a passarela voluntariamente,
  - $$ construí-las e mantê-las,
- Principais problemas:
  - Construídas em lugares errados,
  - Mal projetadas,
  - Mal construídas,
  - Manutenção deficiente,
  - Não seguras

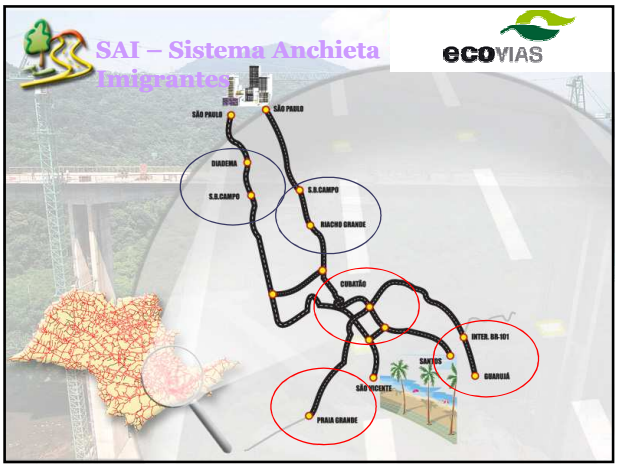
Mesmo assim, muitos pedestres usam as passarelas
Phillip A. Gold

Fatores que diferenciam diferentes contextos das travessias de pedestres

- Contexto urbano / rural
- Rodovias (pista simples ou duplas) e VTRs / Vias locais, coletoras e arteriais

Contexto de Aplicação: Concessionária Ecovias

- Sistema Anchieta-Imigrantes
- 176 km de rodovias
- Liga São Paulo a:
  - Porto de Santos:
    - Maior da América do Sul
  - Pólo petroquímico de Cubatão
  - Prais do litoral paulista



Total de Acidentes

Mês	Acidentes		Mortos	
	2007	2008	2007	2008
Jan	674	633	11	13
Fev	705	533	15	6
Mar	624	543	14	5
Abr	560	568	6	6
Mai	557	634	18	12
Jun	559	562	12	5
Jul	552	480	15	5
Ago	563	552	14	5
Set	694	569	22	10
Out	669	620	9	10
Nov	610	626	9	2
Dez	755	639	11	12
Total	**7.522**	**6.959**	**156**	**91**

Acidentes com ciclistas

- Crescimento gradativo do número de ciclistas nas rodovias
  - Redução da renda,
  - Situação econômica social,
  - Aumento do custo do transporte coletivo
  - Ampliação da malha urbana às margens da rodovia,

Acidentes com ciclistas

Ano	Mês	Vítimas			Ano	Mês	Vítimas		
		Feridos	Mortos	Total			Feridos	Mortos	Total
2007	Janeiro	23	2	25	2008	Janeiro	17	1	18
	Fevereiro	15	5	20		Fevereiro	9	-	9
	Março	19	-	19		Março	13	1	14
	Abril	25	1	26		Abril	27	2	29
	Maio	14	4	18		Maio	10	1	11
	Junho	20	1	21		Junho	21	1	22
	Julho			-		Julho	4	2	6
	Agosto	24	2	26		Agosto	10	1	11
	Setembro	34	2	36		Setembro	5	1	6
	Outubro	22	1	23		Outubro	11	-	11
	Novembro	14	2	16		Novembro	14	1	15
	Dezembro	16	1	17		Dezembro	10	1	11
	Total	**226**	**21**	**247**		**Total**	**151**	**12**	**163**

Acidentes com pedestres

- Crescimento desordenado dos municípios
- Adensamento lindeiro à rodovia
  - Trânsito crescente de pedestres na rodovia
  - O atropelamento é visto como ponto prioritário do Sistema Anchieta-Imigrantes, pois trata-se do maior indutor de vítimas fatais que ocorrem nas rodovias do sistema

Acidentes com pedestres

Ano	Mês	Vítimas			Ano	Mês	Vítimas		
		Feridos	Mortos	Total			Feridos	Mortos	Total
2007	Janeiro	-	2	2	2008	Janeiro	1	6	7
	Fevereiro	-	4	4		Fevereiro	-	1	1
	Março	-	2	2		Março	-	1	1
	Abril	1	3	4		Abril	-	-	-
	Maio	-	3	3		Maio	1	5	6
	Junho	1	7	8		Junho	-	3	3
	Julho	1	5	6		Julho	-	1	1
	Agosto	-	5	5		Agosto	-	3	3
	Setembro	2	6	8		Setembro	-	3	3
	Outubro	-	3	3		Outubro	1	1	2
	Novembro	-	2	2		Novembro	-	-	-
	Dezembro	-	2	2		Dezembro	1	3	4
	Total	**5**	**44**	**49**		**Total**	**4**	**27**	**31**

PRA – Programa de Redução de Acidentes

- Elaborado anualmente, com a implantação e monitoração de ações de segurança, buscando atender ao Edital de Concessão
- Meta 1
  - Redução do índice de mortos
- Meta 2
  - Reduzir em 15% a quantidade de vítimas fatais, no tipo de acidente em que mais ocorrem vítimas fatais
    - Acidentes por atropelamento: 2% do total de acidentes
    - 30% do total de vítimas fatais – vítimas de atropelamento

Metodologia

- Pontos críticos
  - Cálculo dos índices críticos

IA (índice de acidentes) = (A) x (1.000.000) / (VDM) x (E) x (N)

Im (índice de mortalidade) = (AM) x (100.000.000) / (VDM) x (E) x (N)

IM (índice de mortos) = (M) x (100.000.000) / (VDM) x (E) x (N)

IF (índice de feridos) = (F) x (100.000.000) / (VDM) x (E) x (N)

A	= Número de acidentes de qualquer natureza
AM	= Número de acidentes com mortes
E	= Extensão do trecho em quilometros
M	= Número de mortos
F	= Número de feridos
VDM	= Volume diário médio de veículos
N	= Nº de dias do mês

Principais Ações voltadas para os pedestres e ciclistas

- Ações de engenharia:
  - Instalação de tela no canteiro central, implantação de barreiras de concreto no canteiro central e acostamento, implantação de obstáculo para impedir passagem de motos em passarelas,

Principais Ações voltadas para os pedestres e ciclistas

- Ações operacionais:
  - Operação Ciclista
    - Orientações sobre segurança,
    - Distribuição de panfletos explicativos,
    - Colagem de adesivo refletivo nas vicicletas,
  - Operação Pedestre
    - Instruir e conscientizar os pedestres sobre o risco da travessia for a das passarelas

Principais Ações voltadas para os pedestres e ciclistas

- Ações Institucionais:
  - Conscientização das comunidades lindeiras e educação no trânsito para escolas municipais
  - Palestra sobre segurança rodoviária nas empresas lindeiras às rodovias e transportadoras de São Paulo
  - Campanha para pedestres e ciclistas
    - Distribuição de filme institucional
- Ações Coercitivas:
  - Fiscalização de ambulantes

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Trabalhos clássicos que tratam do tema:
  - Manuais de Projeto Viário: quais são as recomendações usuais para projeto de vias e como são considerados os pedestres e ciclistas
  - Manuais de Sinalização Viária: quais as recomendações existentes para pedestres e ciclistas
  - Manuais de Estudos de Acidentes: quais aspectos adicionais são destacados com relação aos pedestres e ciclistas
  - Literatura Técnica: quais aspectos adicionais são destacados com relação aos pedestres e ciclistas
  - Análise Crítica: principais questões e estudos ...
- Estudos científicos e artigos técnicos ...

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Manuais de Projeto:
  - ... metodologia de projeto? ... recomendações? ...
  - DNER/DNIT (1999): Projeto Viário
    ... DENATRAN (1983): Pedestres
    ... GEIPOT (2001): Ciclistas
    tb DERs, CETs ...
  - AASHTO (2004): Projeto Viário
    ... AASHTO (1999): Ciclistas ... HCM (2000) ...
    ... AASHTO (...): Pedestres ... HCM (2000) ...
    tb TAC ...
  - Análise Preliminar: ...

Manual de Projeto Viário – DNER (1999), DNIT (2005)

- O Manual de projeto viário do DNER (1999) e DNIT (2005) não trazem considerações específicas para pedestres ou ciclistas

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Seleção do projeto mais adequado

Como ponderar o nível de segurança?

  - A identificação da necessidade de travessias em áreas rurais e sua localização pode ser feita através da análise das atividades que se desenvolvem ao longo das rodovias e do movimento de pedestres que elas geram ou através das taxas de acidentes
  - Onde essa demanda de travessia gerar conflitos entre pedestres e veículos, um tipo específico de travessia deve ser providenciado
  - A existência ou não do conflito e sua gravidade depende do tipo de pessoa atravessando a rua, das características do tráfego de veículos e das características da via nas proximidades da travessia
  - A relativa segurança com que um pedestre pode atravessar uma rua é função do número de brechas entre ceículos no fluxo de tráfego e de sua extensão.
  - Essas brechas tem de ser de tal modo que permitam ao indivíduo atravessar sem ter que mudar de direção ou alterar sua velocidade
  - Quando o pedestre não encontrar essas condições mínimas, fica sujeito a riscos que podem ser evitado através de medidas que restituam as condições de segurança para a travessia da via
  - A escolha do tipo de dispositivo e sua localização deve garantir que se consiga um aumento de segurança no trânsito local, com a consequente diminuição nos riscos de acidente para pedestres e veículos
  - Minimizar o retardamento total de todas as pessoas afetadas pela implantação da travessia ...

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Travessias em interseções semaforizadas
    - O controle por semáforos nas interseções é a forma mais segura para a travessia de pedestres
    - Semáforo para pedestres em conjunto com semáforo para veículos quando não existem movimentos conflitantes: O tempo de verde para pedestres coincide com o tempo de vermelho para veículos
    - Quando existem movimentos conflitantes de pedestres e veículos:
      - Análise das características do tráfego no local, evitando congestionamento, aumento no tempo de viagem e os retardamentos

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Caso A: Criação de refúgios no local de travessia – permitindo que os pedestres estejam seguros durante a espera de uma brecha entre ceículos, favorável para a travessia, ou de uma mudança de fase do semáforo
  - Caso B: Término antecipado da fase do semáforo que permite o movimento conflitante de veículos
  - Caso C: Adoção de um tempo de vermelho em conjunto para todos os movimentos de veículos ("all red"), com duração suficiente para que os pedestres completem a travessia
  - Caso D: Proibição do movimento de conversão de veículos, desde que seja possível a doção de um caminho alternativo que não traga prejuízos ao tráfego

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Tempo de verde e de vermelho nos semáforos para pedestres
    - Tempo de vermelho, depende do tempo de verde para o movimento conflitante, da necessidade de minimizar o retardamento total para os veículos, da frequência de chegada de pedestres, da inconveniência de ciclos muito longos
    - Tempo de verde constante: Todo o pedestre esperando no meio fio ou chegando ao local, pode iniciar a travessia. Recomendado: 6 segundos
    - Tempo de verde piscando: Pedestre que já iniciou a travesssia pode completá-la. É função da largura da via (L) e da velocidade média do pedestre, admitida 1,3 m/seg. Tempos de verde piscando: L/1,3

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Travessias em interseções não semaforizadas
    - Em intersesões não semaforizadas (baixo volume de pedestres ou veículos), recomenda-se colocar faixa de pedestres
      - Preferência em locais onde existe placa de parada obrigatória
      - Onde não existem movimentos de conversão
      - Caso contrário colocar em todos os acessos, recomendado colocar a faixa numa distância de 15 m da interseção
      - Cor branca
      - Comprimento mínimo: 2 m
      - Largura: 30 a 60 cm
      - Espaçamento: igual a largura, ou igual ao dobro da largura

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Travessias entre intersessões
    - Recomendado semáforo para pedestres com tempo de ciclo fixo ou acionado pelo pedestre
    - Refúgios para pedestres e ilhas
      - Diminuir o tempo de espera por uma brecha entre veículos
      - Vias suficientemente largas
        - Via com 4 faixas (largura mínima de 12 m)
      - Laugura mínima do refúgio: 1,5 m (1,2 m em alguns casos)
      - Proibicão de estacionamento ou parada de veículos
      - Refúgios em série (isolados somente em interseções)

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Faixas para pedestres
    - Cor: branca
    - Comprimento: mínimo de 2 m
    - Largura: 30 a 60 cm
    - Espaçamento entre as faixas: igual ao dobro da largura (60 a 120 cm)
    - Usar os níveis de serviço definidos para calçadas adiante

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em nível
  - Medidas de Apoio Necessárias
    - Proibição de estacionamento e parada de veículos
      - Nos trechos onde haveria obstrução da visibilidade
      - Determinação do comprimento do trecho com proibição:
        - Motorista deve ter visibilidade total da faixa a 30 m desta em vias de mão única (à esquerda do motorista): d = 25 m em vias de mão dupla (à direita do motorista): d = 19 m
        - Visibilidade total da faixa de maneira a poder acionar os freios e parar o veículo no limite da faixa

V (km/h)	Pavimento Seco		Pavimento Molhado	
	d_f (m)	d (m)	d_f (m)	d (m)
30	12	10	15	13
40	23	19	30	25
60	38	31	51	42

V: velocidade do veículo (km/h)
d_f: distância necessária para frear o veículo (em metros)
d: comprimento do trecho com proibição

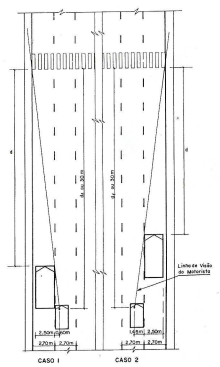


FIGURA III - 12
ESQUEMA UTILIZADO PARA O CÁLCULO DO COMPRIMENTO DO TRECHO COM PROIBIÇÃO DE ESTACIONAMENTO E PARADA DE VEÍCULOS

Travessia de meio de quadra
Não discute interseção

Opção avanço de calçada

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em desnível
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - Vias onde a velocidade dos veículos é mais elevada, vias com alto volume de veículos, onde outro tipo de travessia trariam retardamentos desvantajosos
    - Sua localização deve coincidir com o local onde ocorre maior concentração de travessias de pedestres (rota principal dos pedestres)
      - O pedestre só estará disposto a utilizar a passagem se o tempo dispendido por ele for igual ao tempo para atravessar ao nível da via
    - O distanciamento da passagem da rota principal: definido em função da distância máxima que o pedestre estaria disposto a caminhar

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em desnível
  - Localização da passagem em desnível

d_p: distância da rota principal à escada ou rampa de acesso à passagem em desnível (metres)
a: retardamento sofrido pelo pedestre se escolhida a travessia em nível (segundos)
t: tempo que o pedestre leva para percorrer a distância equivalente à largura da via (segundos)
t_p: tempo que o pedestre leva para percorrer a distância dp (segundos)
t_h: tempo que o pedestre leva para subir ou descer a rampa ou escada de acesso à travessia em desnível (segundos)

$$a + t = 2t_p + 2t_h + t$$

$$a = 2t_p + 2t_h$$

V_p: velocidade do pedestre médio no plano (m/seg)
V_e: velocidade do pedestre médio para descer ou subir uma escada (m/seg)
V_r: velocidade do pedestre médio para percorrer um rampa (m/seg)
H: desnível entre a via e a travessia (metros)
(H mínimo = 5,50 m – ABNT)

$$d_p = \frac{V_p}{2}\left(a - \frac{2H}{V_e \text{ ou } V_r}\right)$$

Espaçamento deve ser no máximo de $2d_p$ em áreas semi-urbanas

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em desnível
- Para condições médias, serão utilizados os seguintes valores para velocidade dos pedestres:
  - No plano: V_p = 1,30 m/seg
  - Em escadas: V_e = 0,15 m/seg
  - Em rampas:

Inclinação	Vr (m/seg)
2%	1,30
4%	1,30
6%	1,26
8%	1,17
10%	1,02
12%	0,93
14%	0,84
16%	0,78
18%	0,72

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Travessias em desnível
  - Medidas complementares
    - Canalizar as travessias para a passagem construída
      - Barreiras podem ser colocadas num trecho, cujo comprimento é no mínimo igual a duas vezes a d_p, e estando a rota preferencial no ponto médio da extensão da barreira
    - Evitar um desnível excessivo
    - Inspirar confiabilidade (estabilidade)
    - Iluminação adequada
    - Acessibilidade
    - Limpeza e manutenção
    - Revestimento do piso nos acessos
    - Grades

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Método de escolha de travessia
  - Etapas;
    1) Determina-se características do local a ser estudado através de pesquisas de campo
    2) Calcula-se o retardamento sofrido por pedestre para travessia sem semáforo e com semáforo (pelo volume de pedestres que utiliza a travesia)
    3) Calcula-se o retardamento sofrido por veículos para cada tipo de travessia
    4) Taxa média de ocupação de cada veículo passando pelo local (pelos dados coletados)
    5) Calcula-se o retardamento sofrido por todos os ocupantes dos veículos
    6) Somando-se 2 e 5, obtem-se o retardamento sofrido por todas as pessoas que passam pelo trecho, para todos os tipos de travessia
    7) Escolhe-se a travessia com menor retardamento total
    8) No caso em que for escolhida a travessia com semáforo de ciclo fixo, deve-se pesquisar a viabilidade de substituí-la por uma passagem em desnível

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Retardamento para pedestres e veículos nos diversos tipos de travessias
  - Retardamento médio por pedestres: a_p
  - Depende: largura da via a atravessar, condições de tráfego do local e fluxo de pedestres no local (no caso de semáforo com botoeira)
  - Retardamento médio por veículo: a_v
  - Depende: do ciclo do semáforo, fluxo de veículos no trecho, capacidade da via no local, composição do tráfego

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

	Pista Simples	Pista Dupla
Travessia com faixa, sem semáforo	$a_p = \frac{e^{ql} - ql - 1}{q}$	$a_p = a_{p1} + a_{p1l}$
Travessia com semáforo de tempo de ciclo fixo	$a_p = \frac{\lvert C - (P - r)\rvert^2}{2C}$	*Em vias de mão única ou dupla existe um único tempo de ciclo C*
Travessia com semáforo acionado pelo pedestre	$a_p = \frac{t_a . 0{,}5 . \lambda . t_b^2 . e^{(\lambda . t_b - \lambda . t_a)}}{1 + \lambda . (t_b + P) . e^{(\lambda . t_b - \lambda . t_a)}}$	

a_p: retardamento médio por pedestre
q: volume de veículos no trecho (veíc/seg)
l: tempo necessário ao pedestre para completar a travessia da rua
l: L/1,3 (seg) (Recomendado)
L: largura da via (metros)
P: duração do período de verde para pedestres
P: L/1,3 + 6 = l + 6
C: duração do ciclo do semáforo (seg)
t_a: tempo amarelo do semáforo (recomendado 2 seg)
t_b: tempo mín de verde para veículos (=C-ta-P = C-P-2)
λ: volume de pedestres atravessando a via na seção considerada (ped/seg)

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

	Pista Simples	Pista Dupla
Travessia com faixa, sem semáforo	*Nulo*	
Travessia com semáforo de tempo de ciclo fixo	$a_v = \frac{0,45.C.(1-g)^2}{1-gX} + \frac{1620.X^2}{q_1.(1-X)}$ $g = \frac{C-P-2}{C}$	$a_v = a_{v1} \mid a_{v2}$
Travessia com semáforo acionado pelo pedestre	$a_v = \frac{0,45.C.(1-g)^2}{1-gX} + \frac{1620.X^2}{q_1.(1-X)}$ $g = \frac{t_b + \frac{1}{\lambda_1}e^{(\lambda.t_b + \lambda.t_a)}}{p + t_b + \frac{1}{\lambda_1}e^{(\lambda.t_b + \lambda.t_a)}}$ $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$	$a_v = a_{v1} + a_{v2}$
Passagens em desnível	*Nulo*	

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

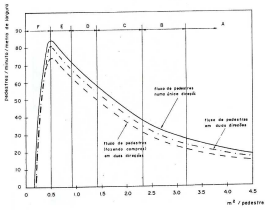
a_v: retardamento médio por veículo
X: Grau de saturação (q'/q^S)
S: fluxo de saturação no trecho (525L ucp/h)
q: volume de veículos no trecho (veíc/seg)
q' : volume equivalente em veículos de passeio no trecho (ucp/h)
P: duração do período de verde para pedestres
g: proporção do ciclo que é efetivamente verde
C: duração do ciclo do semáforo (seg)
t_a: tempo amarelo do semáforo (recomendado 2 seg)
t_b: tempo mín de verde para veículos
(=C-ta-P = C-P-2)
λ: volume de pedestres atravessando a via na seção considerada (ped/seg)

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Deslocamentos ao longo da via
  - Acostamentos
    - Em vias rurais, recomenda-se:
      - Alargamento do acostamento ou sua construção quando inexistente
      - Iluminação
      - Criação de locais adequados para estacionamento
      - Sinalização adequada para pedestres e veículos

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Calçadas
  - A largura do passeio deve ser suficiente para acomodar o volume de pessoas que normalmente passa pelo local, andando a velocidade média do pedestre adulto
  - Largura mínima: 1,80 m
  - A superfície deve ser o mais contínua possível
  - Declividade máxima recomendável: 5%
  - Dimensionamento da largura desejável é baseado no conceito de nível de serviço



Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979) ...

- Deslocamentos ao longo da via
  - Canalização do fluxo de pedestres
    - Barreiras colocadas nos passeios, junto ao meio-fio, mas afastadas destes de pelo menos 30 cm, ou nos canteiros centrais, onde existirem
    - Totalmente visível ao pedestre
    - Resistentes a depredações
    - Altura mínima dos gradis: 1,0 m
    - Altura mínima das jardineiras: 50 cm
    - Comprimento recomendado:
      - 15 m em interseções
      - 10 m, de cada lado de uma travessia para pedestres
    - Em rodovias, com velocidade mais altas, deve-se aumentar a segurança do pedestre implantando-se áreas plantadas, canteiros com grama e plantas, entre o limite da via e o passeio

Manual de Segurança de Pedestres – DENATRAN (1979)

- Pontos de parada do transporte coletivo
  - Função do traçado da via e dos pontos de geração e atração de viagens
  - Preferível colocar após a interseção
    - Não obstruir a visibilidade de motoristas e pedestres
  - Próximo de travessias específicas para pedestres
  - Espaçamento mínimo recomendado: 350 m (550 m para vias importantes com restrição de acesso)

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Visa a promoção da bicicleta como meio de transporte
- Medidas necessárias para elevar sua eficácia pela integração ao sistema geral dos transportes e pelo aumento da segurança e conforto

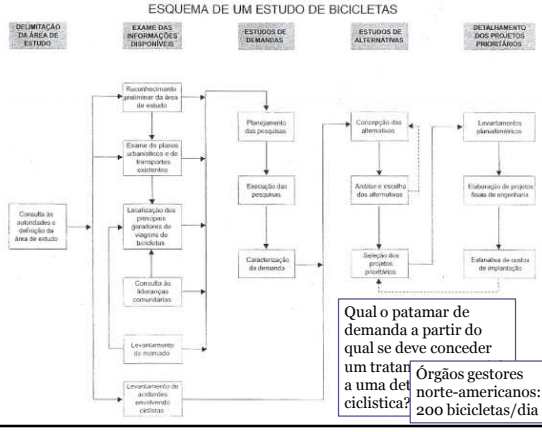
Características Favoráveis:
Baixo custo de aquisição e manutenção
Eficiência energética
Baixa perturbação ambiental
Contribuição à saúde do usuário
Equidade
Flexibilidade
Rapidez
Menor necessidade de espaço público

Características Desfavoráveis:
Raio de ação limitado
Sensibilidade às rampas
Exposição às intempéries e poluição
Vulnerabilidade: A baixa segurança da bicicleta é o maior fator de desestímulo ao uso da bicicleta

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Roteiro básico do planejamento cicloviário
  - Levantamentos e pesquisas diretas para identificação da demanda e dos diversos aspectos físicos, sócio-econômicos, culturais e ambientais

FIGURA 3
ESQUEMA DE UM ESTUDO DE BICICLETAS



Qual o patamar de demanda a partir do qual se deve conceder um tratam a uma det ciclística?

Órgãos gestores norte-americanos: 200 bicicletas/dia

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Análise e Escolha das Alternativas
  - Adequação da demanda
  - Acessibilidade
  - Continuidade física
  - Manutenção de um nível homogêneo de segurança no trajeto
  - Integração com outros modos
  - Qualidade ambiental
  - Viabilidade econômica
  - Oportunidade
  - As medidas a serem priorizadas deverão obedecer primeiramente ao principio de segurança, seguindo-se as que se relacionam ao conforto e à estéstica

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Medidas de curto prazo em favor das bicicletas
  - Medidas operacionais
    - Moderação de tráfego: limitação de acesso e redução de velocidade dos veículos motorizados
    - Ajustes na geometria viária: Redução dos raios de curvatura do meio-fio nas interseções, obrigando os automóveis a reduzir a velocidade
    - Recuperação do pavimento nas rotas ciclísticas
    - Correção das bocas de lobo
    - Sinalização das travessias
    - Arborização
    - Rebaixamento de meio-fios
  - Medidas institucionais
  - Medidas Educaticas

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Estruturação favorável
  - Sistema cicloviário compartilhado (baixo tráfego motorizado e nível de segurança elevado)
  - Sistema cicloviário preferencial (ciclovias ou ciclofaixas, vias deverão sofrer intervenções do tipo traffic calming)
  - Sistema cicloviário de uso misto
  - Quadro 2 e quadro 3

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Pistas e faixas de ciclistas
    - Ciclovias:
      - Separada da pista de veículos por terrapleno, com mínimo de 0,20 m de largura
    - Ciclofaixas:
      - Separada da pista de rolamento por pinturas, dispositivos delimitadores
      - Unidirecional – grantir nível de segurança
      - Aproximação de cruzamentos – ciclovia de pequena extensão

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclofaixas
    - Posição:
      - Ciclofaixa junto ao bordo direito, ao lado do meio fio em vias onde é proibido o estacionamento dos dois lados
      - Entre a área de estacionamento e o bordo do meio fio, ao lado da calçada de pedestres
      - Logo após a ilha de estacionamento (risco dos carros entrando e saindo do estacionamento)
      - Quando a faixa para veículos motorizados do bordo direito apresenta uma sobrelargura (3,5 a 5,0 m)

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclofaixas
    - Largura
      - Largura mínima interna usual: 1,20 m
      - Espaço zebrado de separação: 0,40
      - Faixa separadora do meio-fio: 0,20
      - Total: 1,80 m
      - No caso da posição 3: 2,00 m (abertura de portas dos veículos estacionados)
      - Ciclofaixas implantadas em calçadões de pedestres: 1,20 m
      - Na aproximação de paradas do transporte coletivo: pequeno trecho de ciclovia

FIGURA 13
ARRANJO Nº 1 (COM BAIA DE ÔNIBUS)

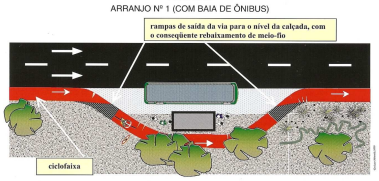
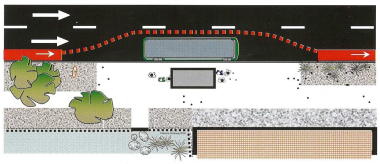


FIGURA 14
ARRANJO Nº 2 (SEM BAIA DE ÔNIBUS)



Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Principal estrutura adotada em benefício do ciclista no território brasileiro
    - Linearidade das ciclovias deve ser quebrada para evitar o ofuscamento do sol

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Largura
      - Pistas unidirecionais
        - Não é comumente utilizada no Brasil
        - França e Holanda: largura mínima = 2,00 m
        - Bordas desniveladas em mais de 0,10 m', acréscimo de 0,50 na largura
        - Em caso de arborização lateral, acréciomo de mais 0,25 m

Tráfego horário (bicicletas por hora)	Largura efetiva
(1) Até 1.000	de 2,00 a 2,50 m
(2) De 1.000 a 2.500	de 2,50 a 3,00 m
(3) De 2.500 a 5.000	de 3,00 a 4,00 m
(4) Mais de 5.000	De 4,00 a 6,00 m

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

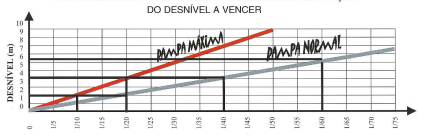
- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Pistas bidirecionais
      - Largo uso no Brasil
      - Largura ideal 3,00 m (aceitável 2,50 m)
      - Desnível lateral superior a 0,10: sobrelargura de 0,50 m

Tráfego horário (bicicletas por hora)	Largura efetiva
(1) Até 1.000	de 2,50 a 3,00 m
(2) De 1.000 a 2.500	de 3,00 a 4,00 m
(3) De 2.500 a 5.000	de 4,00 a 6,00 m
(4) Mais de 5.000	> 6,00 m

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Rampas

FIGURA 19
RAMPAS NORMAIS E RAMPAS MÁXIMAS ADMISSÍVEIS EM FUNÇÃO DO DESNÍVEL A VENCER



Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Raios de curvatura
      - Mesmos que os da rodovia que ela margeia
      - Para reduzir a velocidade dos ciclistas nas aproximações de cruzamentos: 3,00 a 5,00 m
      - Com placas de sinalização adequadas

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Trechos Lineares
    - Áreas urbanas com grande densidade
      - Com automóveis cruzando a ciclovia transversalmente, nas entradas e saídas das propriedades lindeiras
      - Com pedestres que utilizam eventualmente a ciclovia para exercícios
      - Com sujeira acumulada na pista, proveniente de atividades lindeiras
      - Com veículos e pedestres devido a presença de muitos cruzamentos
      - Com objetos expostos por comerciantes, placas de sinalização provisórias
      - Com obras ao longo da via

Elevada (mínimo de 0,20 m)

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Trechos Lineares
    - Áreas urbanas com média e baixa densidade
      - Medidas de traffic calming
      - Estreitamento da pista do tráfego automotor, na aproximação de cruzamentos com ciclovias
      - Elevação da pista na forma de um ressalto redutos de velocidade, em bairros com baixo volume de tráfego
      - Fechamento da passagem direta ao tráfego automotor ??

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Trechos Lineares
    - Áreas de periferia dos grandes aglomerados humanos
      - Desrespeito dos demais usuários da via pública, que invadem a pista
      - Presença de veículos de carga cruzando a pista para acessar construções lindeiras
      - Uso da pista por crianças, em face da boa qualidade do pavimento
      - Reforço no pavimento
      - Campanhas educativas

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Trechos Lineares
    - Trechos laterias às rodovias, em zonas de baixa densidade
      - Mais situações de perigo
      - Deslocamento de ar pela passagem de veículo de carga pesada (desequelíbrio)
      - Deformação solidária do pavimento da ciclovia
      - Aquaplanagem (não absorção de água pluviais pela infra-estrutura rodoviária lateral)
      - Entulhos deixados por caminhões
      - Projeto cicloviário deve ser parte integrante da rodovia

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - Ciclovias
    - Trechos Lineares
    - Canteiros centrais de rodovias urbanas e grandes avenidas
      - Prever colocação de semáforos nos acessos dos ciclistas a pontos determinados da ciclovia
      - Garantir o acesso aos ciclistas pelo menos a cada 300 m
      - Medidas de traffic calming como elevação da pista, estreitamento da via destinada aos veículos motorizados, sinalização intensiva visando melhorar as condições de acesso dos ciclistas e evitar custos com a colocação de semáforos

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- Projeto geométrico
  - A geometria no início e final de ciclovias
    - Início de pista unidirecional
      - Separar-se pouco a pouco da rua, até ingressar em sítio próprio (aparecimento de terrapleno)
    - Final de pista unidirecional
      - Faixa de transição
      - Onde existe espaço, deve-se implantar uma faixa de transição com cerca de 25 m de comprimento

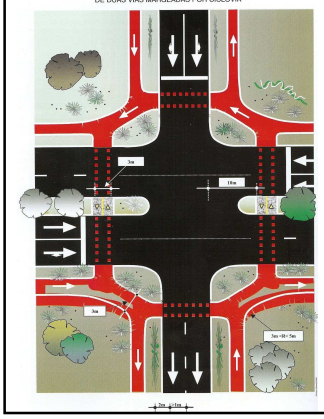
Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Para manter total segurança nos cruzamentos, seria preciso construir passagens em desnível
  - Problemas: custos, dificuldades de ordem física
  - Soluções:
    - Circulação canalizada nos cruzamentos de áreas urbanas com amplo espaço lateral
    - Com pouco espaço lateral
    - Circulação compartilhada nos cruzamentos

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Circulação canalizada nos cruzamentos de áreas urbanas com amplo espaço lateral
    - Grande avenidas, áreas afastadas do centro e em rodovias urbanas
    - Princípios básicos:

FIGURA 26
CIRCULAÇÃO CANALIZADA NUM CRUZAMENTO DE DUAS VIAS MARGEADAS POR CICLOVIA



- Pista perpendicular a rua, antes da travessia (melhor ângulo de visão para o ciclista)
- Passagem da pista de ciclistas de 5 a 10 m recuada do cruzamento (veículos formam pelotões deixando os ciclistas passarem)
- Parte retilínea antes da travessia da rua, com pelo menos 3 m, para que o ciclista possa parar
- A pista descreve uma curva, antes da parte retilínea, com raio de 3 a 5 m (zona perigosa)
- Alteração do revestimento da pista (cor ou rugosidade). Pode permanecer ao longo de toda a travessia
- Colocação de obstáculos físicos (não ultrapassar 0,80 a 1 m de altura)

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Circulação canalizada nos cruzamentos de pouco espaço lateral
    - Áreas muito densas
    - Projetos geométricos devem prever as prioridades de tráfego, dependendo da demanda
    - Princípios básicos:

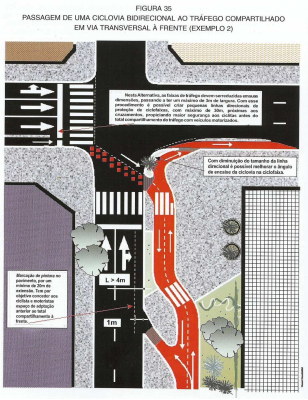


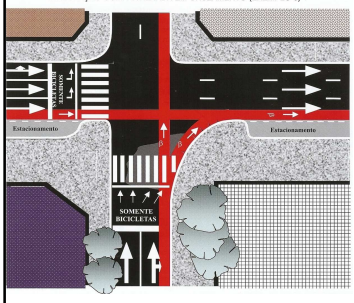
FIGURA 35
PASSAGEM DE UMA CICLOVIA BIDIRECIONAL AO TRÁFEGO COMPARTILHADO EM VIA TRANSVERSAL À FRENTE (EXEMPLO 2)

- Pista de veículos motorizados poderá ser estreitada antes da travessia da rua (acomodar ilha direcional)
- A separação dos fluxos dos ciclistas na ciclovia deverá ocorrer antes da travessia da rua
- A ciclovia deverá ser o mais perpendicula possível em relação a via que será cruzada (melhor visão)
- Cruzamento em etapas
- Ciclista poderá esperar para fazer conversões à esquerda, apoiando o pé sobre a ilha direcional
- Cruzamentos de pedestres deve ser pintado com faixas de pedestres
- A linha de travessia dos pedestres não deve ser interrompida

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Circulação compartilhada nos cruzamentos
    - Permitir aos ciclistas colocarem-se, desde alguns metros antes do cruzamento, à frente aou a direita dos veículos motorizados

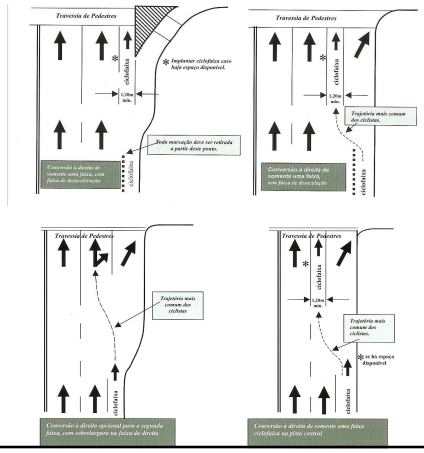
FIGURA 38
CIRCULAÇÃO COMPARTILHADA EM CRUZAMENTO (EXEMPLO 3)



- Aumento no raio das curvas que conduzem a mudança de fluxos
- Diminuição da largura das faixas de tráfego
- Pintura de faixa vermelha, em cruzamentos de ciclovias com faixas de pedestres
- Pintura de bicicletas no solo para orientar ciclistas e motoristas
- Implantação de área de retenção privilegiada para bicicletas à frente da faixa de retenção dos veículos motorizados

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Arranjos esquemáticos de ciclofaixas em aproximações de cruzamentos
    - Bikeway Planning and Design (California State Departament of Transportation)



Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Principais problemas nos cruzamentos

QUADRO 4
PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM CRUZAMENTOS

CARACTERIZAÇÃO	CONSEQUÊNCIA DO CONFLITO	AÇÃO A ADOTAR
Pedestres atravessando a ciclofaixa fora da faixa a eles destinada.	• Atropelamento do pedestre pelo ciclista ou queda do ciclista na tentativa de se desviar do pedestre.	• Canalização do cruzamento, através da colocação de obstáculos físicos vazados; • Criação de terrapleno com jardineira canalizando o fluxo de pedestres.
Ciclista, para fugir à possível dos veículos motorizados, utiliza a calçada.	• Atropelamento de pedestres e choques leves entre pedestres e ciclistas.	• Instalação de placas de trânsito, alertando os ciclistas da proibição de utilização da calçada de pedestres; • Pintura de marcas na calçada de pedestres informando da exclusividade da circulação.
Ciclistas versus veículos motorizados estacionados ao longo do meio-fio ou fazendo ângulo com ele;	• Choque entre ciclistas e veículo saindo da vaga; • Choque de ciclistas c/portas de automóveis se abrindo; • Diminuição da visão panorâmica dos ciclistas na aproximação do cruzamento, diminuindo sua capacidade de percepção e conseqüente preparação de reação para resposta diante de situação de risco.	Em cruzamentos com intensa movimentação de bicicletas e/ou de veículos motorizados, impedir a presença de estacionamento por pelo menos 20m em cada uma dos segmentos das vias que compõem o cruzamento; • Retirada das duas últimas vagas, em cada um dos lados das vias que compõem o cruzamento, realizando arranjo para inclusão de ciclofaixa e acomodação do tráfego de bicicletas.
Ciclistas versus veículos motorizados na conversão à esquerda em via de mão única de direção.	• Ciclista é atingido por trás por veículo motorizado; • Ciclista atinge a lateral de veículo motorizado, quando este avança por seu lado esquerdo; • Ciclista atropela pedestre efetuando cruzamento à frente, na via para a qual fez a conversão; • Ciclista é atropelado por veículo que, em grande velocidade, efetuou o cruzamento vindo do outro lado da via para onde o ciclista convergia.	• Criação de área de estacagem de ciclista à frente da linha de retenção dos veículos motorizados; • Concessão de tempo de semáforo diferenciado, com maior exposição do tempo de amarelo, a fim de permitir a conversão anterior dos ciclistas antes da liberação do fluxo de automóveis à frente e à esquerda no cruzamento; • Criação de cruzamento em diagonal exclusivo para ciclistas, através de marcas vivas no pavimento, desde a lateral direita da via de aproximação até a lateral direita da via para onde o ciclista vai cruzar à esquerda. Esse procedimento requer a criação de duas medidas complementares: a) inserir ilha direcional pintada e definida por "tachas" ou "tachões", fixados no pavimento; b) concessão de tempo especial para os ciclistas efetuarem o

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Principais problemas nos cruzamentos

Ciclistas versus veículos motorizados na conversão à esquerda em via de mão dupla de direção.	• Ciclista esperando a corrente de tráfego contrária abrir espaço para sua conversão à esquerda é atingido por trás por veículo motorizado; • Ciclista é atingido frontalmente por veículo motorizado cruzando a via em sentido contrário; • Ciclista, para se livrar do risco de choque frontal com veículo automotor, pedala mais forte e acaba atingindo pedestre cruzando a via para a qual está fazendo conversão à esquerda; • Ciclista, para se livrar do risco de choque frontal com veículo automotor, pedala mais forte e acaba se chocando com porta ao abrirem de veículo estacionado junto ao meio-fio próximo do cruzamento na via para a qual está fazendo conversão à esquerda.	Este é a pior situação enfrentada pelos ciclistas nos cruzamentos. Por isso, as ações devem ser as mais radicais possíveis, tais como: • Eliminação de mão dupla de direção em vias com grande fluxo de veículos; • Muitas vezes a eliminação da mão dupla não é possível em razão da falta de opções do traçado viário do bairro ou região. Nesses caso deve haver a proibição da conversão à esquerda; • Quando não for possível adotar nenhuma das duas situações anteriores, deve-se prever a criação de ilha física direcional às proximidades do cruzamento, mesmo que para isso sejam necessárias medidas como: a) eliminação de todo estacionamento próximo ao cruzamento, inclusive para carga e descarga; b) diminuição da largura das faixas até o mínimo de 3m; c) implantação de semáforo obrigatório, com fase adicional para conversões à esquerda; d) permitir a conversão à esquerda apenas para uma das vias, no caso de cruzamento ocorrer entre duas vias de mão dupla.
Ciclistas versus veículos motorizados quando de conversão à direita em via de mão única de direção.	• Ciclista no bordo direito do meio-fio com intenção de seguir em frente é fechado por veículo fazendo conversão à direita; • Ciclista fazendo manobra à direita é abalroado por veículo convergindo na mesma direção; • Ciclista, para desviar de automóvel estacionado na via para a qual está fazendo conversão à direita, toma o centro da pista e é atingido por veículo fazendo mesma manobra de direção.	• Eliminação de estacionamento próximo do cruzamento; • Realização de arranjos semelhantes àqueles apresentados nos desenhos anteriormente demonstrados neste manual; • Colocação de linha de retenção de veículos motorizados em posição posterior à linha de retenção para bicicletas antes do cruzamento, visando garantir a passagem dos ciclistas em primeiro lugar; • Concessão de tempo de semáforo diferenciado p/ciclistas e motoristas, permitindo o avanço de ciclistas antes da corrente geral de tráfego.
Ciclistas versus coletivos, em linhas de paradas de ônibus localizadas junto a cruzamentos.	• Queda de ciclista pelo receio de ser atropelado por coletivo se aproximando da área de parada; • Diminuição da visão dos ciclistas acaba por provocar choques com outros veículos motorizados na área do cruzamento	• Soluções segundo o que foi apresentado em desenhos anteriores.
Ciclistas versus pedestres próximos a paradas de coletivos;	• Conflitos generalizados dependendo do volume de passageiros embarcando ou desembarcando na parada.	As medidas têm de ser radicais, como: • o deslocamento da parada para o meio do quarteirão; • a construção de baia para acostamento dos coletivos e pequeno trecho de ciclovia atrás da parada dos ônibus.

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

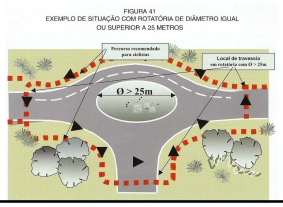
- As Interseções e as Travessias
  - Ilhas direcionais
    - Principal dispositivo de segurança para os ciclistas nos cruzamentos
    - Tipos:
    - Com meio-fio moldado em concreto no local, interios preenchido com areia ou terra, revestimento de lajota, cimento ou grama
      - Mais definitiva, maior segurança
      - Mais onerosa e com maior interfer6encia do tráfego nos cruzamentos

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001) ...

- As Interseções e as Travessias
  - Ilhas direcionais
    - Com pintura no pavimento, tachas ou outro dispositivo refletivo
      - Eficaz
      - Alternativa de baixo custo e baixa interferência na operação do tráfego
      - Distância entre tachas < 0,20 m
    - Com blocos pré-moldados de concreto em forma de prisma
      - Não onerosa e de implantação relativamente rápida
      - Mais agressivo aos automóveis
      - Lado interno da ilha: bloco rebaixado

Manual de Plan.Cicloviário – GEIPOT (2001)

- As Interseções e as Travessias
  - Ilhas direcionais
    - Com cones emborrachados ou de plástico
      - Dispositivos temporários
      - Muita utilidade no lançamento da geometria definitiva
  - Rotatórias



Manual de Projeto Viário - AASHTO (2004) ...

- Cap. 2 – Design Controls and Criteria
  Cap. 4 – Cross Section Elements
- Seleção do projeto mais adequado
  - Interação de pedestres com o tráfego é uma consideração de extrema importância no projeto e design de rodovias
  - Pedestres são parte do meio de qualquer rodovia, e deve-se prestar atenção a sua presença assim como nas áreas urbanas
  - A bicicleta tem se tornado um elemento importante a ser considerado no projeto de rodovias
  - No projeto de dispositivos de segurança para pedestres, deve-se considerar as características de deficientes físicos

Manual de Projeto Viário - AASHTO (2004) ...

- Dispositivos em vias de uso compartilhado
  - Acostamentos
    - Recomendações de segurança de baixo custo:
      - As vias devem ter acostamento pavimentado para não causar desconforto para os pedestres e especialmente para os ciclistas
      - Quando a via for desprovida de acostamento, a faixas de rolamento devem ser mais largas (mínimo 4,2m)
      - Grelhas de drenagem seguras para o ciclista

Manual de Projeto Viário - AASHTO (2004) ...

- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Calçadas
    - Justificativas para a construção de calçadas depende do potencial de conflitos entre veículos e pedestres
    - Volume de tráfego – necessidades dos pedestres, para calçadas ao longo de rodovias não foram estabelecidos
    - Em geral, sempre que as condições de desenvolvimento do entorno e do solo afetarem o movimento regular dos pedestres ao longo da rodovia, uma calçada deve ser providenciada
    - Como prática geral, calçadas devem ser construídas ao longo de qualquer rua ou rodovia desprovida de acostamento, mesmo que o tráfego de pedestres seja baixo
    - Quando calçadas são construídas em rodovias de velocidades altas, deve ser providenciada uma área de separação entre ela e a via

Manual de Projeto Viário - AASHTO (2004) ...

- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Ciclovia ou Ciclofaixa
    - Em certas vias é recomendado construir uma via separada para ciclistas, de uso exclusivo ou não
    - De acordo com *AASHTO Guide for the Development of Bicicle Facilities*
    - O design deve ser familiar às dimensões das bicicletas, características operacionais e necessidades
  - Canalização dos fluxos de pedestres
    - Locais onde não é segura a travessia recomenda-se equipá-los com cercas ou barreiras para levar o pedestre a realizar a travessia no ponto de segurança

Manual de Projeto Viário - AASHTO (2004) ...

- Dispositivos de segregação em nível
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - Travessias diferentes de veículos e pedestres devem ser providenciadas quando o volume de pedestres, volume de tráfego e condições das interseções forem favoráveis a seu uso
    - Localização e design específicos devem ser estudados individualmente
    - Elas podem ser necessárias onde:
      - Houver pico de travessia de pedestres em conjunto com tráfego moderado a pesado
      - Puder haver risco ou inconveniências aos pedestres
    - Quando houver via marginal, de tráfego leve e relativamente lento, não é necessário estender a passagem em desnível pela via marginal
    - Recomendado largura mínima de 2,4 m
    - O pedestre geralmente é mais relutante em utilizar passagens subterrâneas do que passarelas
    - Todas as passagens de pedestres devem ser providas de rampas além das escadas
    - Deve ser providenciada uma estrutura que iniba que os pedestres arremessem objetos na pista, da passarela

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Cap. 1 Planning
  Cap. 2 Design
  Cap. 3 Operation and Maintenance
- Tipos de Dispositivos
  - Vias de uso compartilhado (sem sinalização de bicicletas)
  - Vias de uso compartilhado sinalizadas
    - Prover continuidade para outros dispositivos (em gerla, ciclovias)
    - Designar rotas preferíveis em corredores de alta demanda
  - Ciclovias
    - Marcação de solo e sinalização apropriadas a fim de melhorar as condições para os ciclistas
    - Prover movimentos mais previsíveis
    - Aumento na capacidade da via de uso compartilhado
  - Caminhos de uso compartilhado
    - Prover oportunidade não oferecidas pelo sistema viário
    - Ao longo de rios, em frente ao mar canais, utility rights-of-way, former ou active railroad rights-of-way, campos de universidades ou em parques
  - Calçadas
    - Geralmente, não utilizadas para os ciclistas

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Seleção do projeto mais adequado
  - Deve ser feito um inventário das condições existentes
  - Elaboração de plano de melhorias
  - A seleção do dispositivo depende de muitos fatores, incluindo a habilidade dos usuários, condições específicas dos corredores e custo
    - Nível de habilidade dos usuários
      - Avançados ou experientes
      - Básicos ou adultos menos confiantes
      - Crianças
    - Estacionamento de veículos
      - Vagas perpendiculares ou em diagonal nào são compatíveis comm dispositivos para ciclistas (distância de visibilidade)
    - Barreiras
      - Rios, trilhos ou vias expressas
      - Dispositivo para transpor a barreira
    - Redução de acidentes
      - Redução ou prevenção de acidentes envolvendo ciclistas
    - Directness
      - Conectar geradores de tráfego
      - Localizada em uma linha direta de viagem conveniente aos usuários

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Seleção do projeto mais adequado
  - Acessibilidade
    - Prover acesso frequente e conveniente nos polos geradores de tráfego
  - Estética
    - Propósito recreacional
    - Árvores – condições mais frescas
  - Segurança pessoal
  - Paradas
    - Evitar paradas frequentes
  - Conflitos
    - Bicicletas e automóveis
    - Bicicletas e pedestres
    - Vias e interseções
  - Manutenção
    - Projetos que facilitem a manutenção aumentam o uso e segurança
  - Qualidade das superfícies pavimentadas
    - Irregularidades, buracos
    - Dispositivos de drenagem – se possível for a do caminho experado
  - Tráfego de caminhões e ônibus
    - Largura excessiva
    - Paradas de ônibus

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Seleção do projeto mais adequado
  - Volume de tráfego e velocidade
    - Se há largura suficiente em vias movimentadas pode ser mais desejável desenvolver essas vias
    - Quando a opção é desenvolver uma via adjacente deve-se tomar cuidado para não desviar o tráfego motorizado
  - Pontes
    - Prover acesso através de barreiras
    - Algumas restringe ou proíbe o tráfego de bicicletas (redução na largura, parapeitos baixos, juntas de expansão)
  - Condições de interseção
    - Acidentes com bicicletas
    - Dispositivos de travessia devem ser construído a fim de minimizar os cruzamentos
  - Custos/Investimentos
    - Análise de custo das alternativas
    - Investimentos disponíveis podem limitar as alternativas
    - Uma quantidade de investimento não pode levar a soluções pobres de projeto e construção
    - Soluções de baixo custo como remoção de barreiras e aprimoramento da via
  - Leis locais e estaduais
    - Não devem encorajar os ciclistas a irem contra as leis

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado (sem sinalização)
    - Bicicletas serão utilizada sonde forem permitidas
    - Como muitas vias foram construídas sem considerar as bicicletas, melhorias podem ser feitas para acomodar as bicicletas com mais segurança
    - Largura é a variável mais crítica (Faixas mais largas, acostamento pavimentado)
    - Acostamento pavimentado
      - Áreas rurais
      - Aumentar a vida de serviço da superfície da via
      - Quando o investimento é limitado
      - Largura mínima: 1,2 m
        - Quando não é possível qualquer largura de acostamento é melhor que nenhum
      - Largura recomendada quando há barreiras/interferências laterais (?): 1,5 m
      - Mais largura quando:
        - Grande volume de ciclistas
        - Velocidade dos veículos excede 80 km/h
        - Grande porcentagem de caminhões e ônibus
      - Marcas no pavimento somente recomendado quando:
        - 0,3 m da faixa de demarcação ao caminho de viagem ???
        - 1,2 m da faixa de demarcação até a lateral
        - 1,2 m da faixa de demarcação até a barreira lateral

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado (sem sinalização)
    - Maior largura de faixa
      - Onde não há acostamento (áreas urbanas)
      - Não é necessário os motoristas mudarem de faixa para ultrapassagem
      - Largura recomendada para a faixa da direita: 4,2 m
      - 4,5 m onde é necessário maior quantidade de manobras ou obstáculos na direita da via
      - Onde não há esses problemas, larguras de 4,5 m pode levar dois veículos a utilizarem a mesma faixa
      - Quando a largura disponível é maior que 4,5 m é preferível optar por faixas exclusivas para bicicletas ou acostamentos

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado (sem sinalização)
    - Estacionamento na via
      - Potencial conflito entre veículos e ciclistas
      - 3,6 m mínimo espaço combinado de estacionamento e tráfego de bicicletas
    - Qualidade da superfície do pavimento
      - O pavimento deve ser uniforme em toda largura
      - Irregularidades e buracos podem causar perda de controle, levando o ciclista a adentras a faixa de veículos motorizados, ou mesmo instabilidade devido a velocidade reduzida
    - Dispositivos de drenagem
      - Grades de segurança devem ser projetadas a fim de minimizar o número de manobras dos ciclistas
      - Solução temporária: soldar tiras de aço perpendicular as barras existentes, numa distância máxima de 100 mm (centro a centro)

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

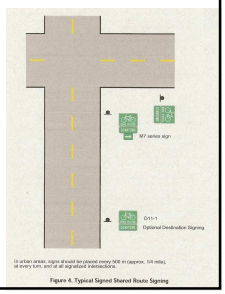
- Projeto
  - Vias de uso compartilhado sinalizadas
    - Os seguintes critérios são utilizados para sinalizar uma via:
      - A rota provê viagens através e diretas nos corredores de demanda de bicicletas
      - A rota se estende ao longo de vizinhanças locais, que levam a um destino como parque, escola ou distrito comercial
      - A rota conecta segmentos discontinuoas de calçadas de uso compartilhado, ciclovias ou outros dispositivos
      - Feito ajuste de controle de tráfego (semáforos, sinais de pare) para dar prioridade aos ciclistas na rota, ao contrário de vias alternativas
      - Estacionamento na via foi removido ou restrito em áreas com larguras críticas
      - A superfície é uniforme (sem irregularidades de pavimento, dispositivos de drenagem adequados)
      - A via apresenta manutenção suficiente
      - A faixa da direita é mais larga comparada a outras vias

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado sinalizadas
    - Designando Calçadas como vias sinalizadas para ciclistas
      - Em geral não é uma solução satisfatória
      - Larguras excessivas levam a velocidades altas e potencial de conflito com pedestres ou veículos nas interseções aumenta
      - Deve ser usada para:
        - Prover continuidade para as bicicletas em vias de alta velocidade ou alto fluxo de veículos, sem espaço adequado para as biciletas, com longos trechos sem interrupções
        - Em pontes longas e estreitas
      - Quando ocorrer:
        - Remover obstáculos desnecessários
        - Prover rampas adequadas para as bicicletas acessarem
      - Ciclistas não devem ser encorajados pela sinalização a utilizar um dispositivo sem condições adequadas

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado sinalizadas
    - Sinalizando vias de uso compartilhado
      - A fim de prover continuidade e destinar os ciclistas
      - Em áreas urbanas deve ser colocado a cada 500 m, em todas as curvas e e em interseções



Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Ciclovias
    - Dispositivo de 1 sentido, no mesmo sentido do tráfego de veículos adjacente
    - Ciclovias do lado esquerdo da via devem ser consideradas após avaliação cuidadosa quando:
      - Tráfego pesado de ônibus
      - Alta demanda de conversão a esquerda por parte dos ciclistas

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Ciclovias
    - Largura de ciclovias

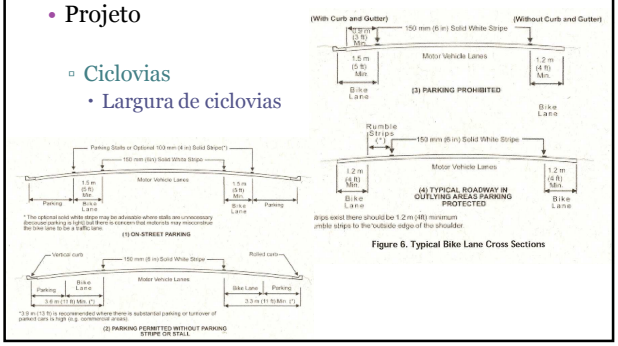


Figure 6. Typical Bike Lane Cross Sections

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Ciclovias
    - Ciclovias nas interseções
      - Interseção sem pontos de ônibus
      - Interseções com pontos de ônibus próximos
      - Interseções com pontos de ônibus distante

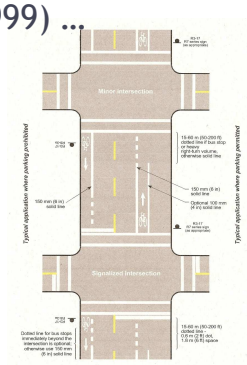


Figure 7. Typical pavement markings for bike lane on two-way street

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Ciclovias
    - Ciclovias nas interseções em T

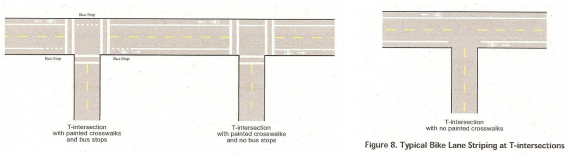
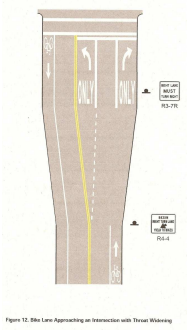


Figure 8. Typical Bike Lane Striping at T-intersections

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Ciclovias
    - Ciclovias e faixas de conversão
      - MUTCD
      - Tráfego compartilhado de ciclistas e veículos que farão a conversão



Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - À direita da via
    - Mínimo cruzamento do fluxo de veículos
    - Em geral, bidirecional
    - Similaridade em critérios de projeto de rodovias (alinhamento horizontal, distâncias de visibilidade, sinalização)
    - Por outro lado, critérios como estrutura do pavimento, clareza horizontal e vertical, são relacionados à bicicleta

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Separação entre vias de uso compartilhado (com pedestres e outros) e rodovias
      - Bidirecionais, há fluxo de ciclistas na direção oposta ao tráfego
      - Ao final da via, o ciclista continuará viajando no sentido contrário
      - Nas interseções, os motoristas poderão não ver os ciclistas, pois não esperam fluxo oposto
      - Esses ciclistas não conseguem ver a sinalização para os veículos
      - Quando há espaço é desejável prover separação física entre os dois fluxos
      - Quando não há espaço, sugere-se colocar barreira de no mínimo 1,1 m de altura

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Largura e clareza
      - Largura mínima para via bidirecional: 3 m
      - 2,4 m aceitável, quando:tráfego de bicicletas é baixo, uso de pedestres é ocasional, bom alinhamento vertica e horizontal
      - Largura mínima para via unidirecional: 1,8 m

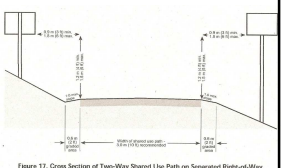


Figure 17. Cross Section of Two-Way Shared Use Path on Separated Right-of-Way

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Velocidade de projeto
      - Depende de vários fatores
        - Tipo de bicicleta, propósito da viagem, condição e localização da via, velocidade e direção do vento, número e tipo de usuários da via, condição física dos ciclistas
      - Em geral, velocidade mínima: 30 km/h
      - Quando há descida, ou muito vendo: 50 km/h
      - Em vias não pavimentadas: 25 km/h

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Alinhamento Horizontal
    - θ: 15º-20º para a maioria dos usuários

For Metric Units:

$$R = \frac{0.0079\,V^2}{\tan\theta}$$

Where:
R = Minimum radius of curvature (m)
V = Design Speed (km/h)
θ = Lean angle from the vertical (degrees)

For Metric Units:

$$R = \frac{V^2}{127\left(\frac{e}{100} + f\right)}$$

Where:
R = Minimum radius of curvature (m)
V = Design Speed (km/h)
e = Rate of bikeway superelevation (percent)
f = Coefficient of friction

θ > 20º

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Alinhamento Horizontal

Table 1. Desirable Minimum Radii for Paved Shared Use Paths Based on 15° Lean Angle

Design Speed (V)		Minimum Radius (R)	
km/h	(mph)	m	(ft)
20	(12)	12	(36)
30	(20)	27	(100)
40	(25)	47	(156)
50	(30)	74	(225)

Table 2. Minimum Radii for Paved Shared Use Paths Based on 2% Superelevation Rates and 20° Lean Angle

Design Speed (V)		Friction Factor (f) (paved surface)	Minimum Radius (R)	
km/h	(mph)		m	(ft)
20	(12)	0.31	10	(30)
30	(20)	0.28	24	(90)
40	(25)	0.25	47	(155)
50	(30)	0.21	86	(260)

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Grade
      - Não é recomendado grades superiores a 5%
      - Caso seja necessário:

5-6%	for up to 240 m (800 ft)
7%	for up to 120 m (400 ft)
8%	for up to 90 m (300 ft)
9%	for up to 60 m (200 ft)
10%	for up to 30 m (100 ft)
11+%	for up to 15 m (50 ft)

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Distância de visibilidade

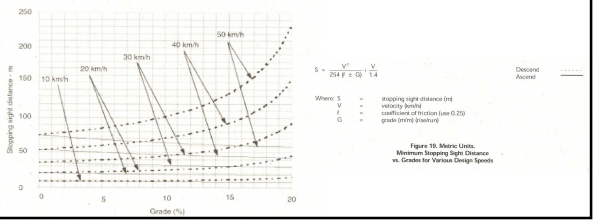


Figure 19. Metric Units. Minimum Stopping Sight Distance vs. Grades for Various Design Speeds

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Interseções
      - Meio de quadra
      - Adjacentes a cruzamentos
      - Complexas

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Interseções
      - Meio de quadra
        - Distantes dos cruzamentos

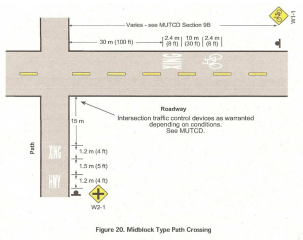


Figure 20. Midblock Type Path Crossing

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Interseções
      - Meio de quadra

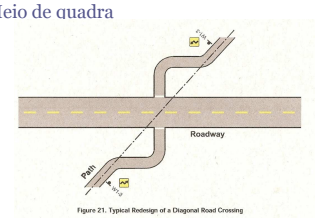


Figure 21. Typical Redesign of a Diagonal Road Crossing

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Interseções
      - Adjacente a cruzamentos

- A: Proibir cruzamento a esquerda com alto volume de veículos e/ou bicicletas
- B: Reduzir o raio da curva a fim de reduzir a velocidade dos veículos
- C e D: proibir conversão à direita no vermelho
- E: Uma fase de vermelho total para proteger os usuários da via

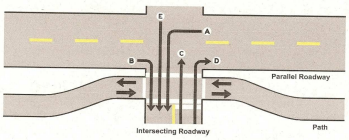


Figure 22. Example of Adjacent Path Intersection

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Interseções
      - Complexas
        - Demais tipos
        - Analizado caso por caso
        - Alternativas:
        - Mover a travessia
        - Instalar semáforo
        - Mudar o tempo do semáforo
        - Prover uma ilha de refúgio para dividir a travessia

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Vias de uso compartilhado com pedestres e outros
    - Outros problemas de projeto de interseções
    - Semáforos/Sinais de pare
    - Zonas de transição
    - Distância de visibilidade
    - Distância de visibilidade de parada
    - Tratamentos de aproximação
    - Largura das rampas
    - Ilhas de refúgio

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Bicicletas em rodovias
    - Se há uma rota alternativa não deve ser utilizada a rodovia
    - Para determinar se melhor a rodovia ou uma rota alternativa, o critério é segurança
    - Fatores a serem considerados:
      - Número ou frequência de interseções
      - Largura do acostamento na rodovia e nas obras de arte especiais
      - Volumes de tráfego
      - Velocidades dos veículos
      - Volumes de ônibus e caminhões
      - Grades
      - Tempo de viagem

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Bicicletas em vias expressas
    - Caso a via expressa seja a melhor alternativa:
      - Largura do acostamento pavimentado (mínimo de 1,5 m de espaço livre)
      - Condições da superfície do acostamento (dispositivos de drenagem, juntas de expansão)
      - Número e localização de rampas de acesso
      - Volume de tráfego nessas rampas
      - Volume de caminhões
      - Grades
    - Alternativas devem ser melhoradas
    - Prover uma via separada para o tráfego de ciclistas

Manual de Projeto para Ciclistas - AASHTO (1999) ...

- Projeto
  - Interseções Semaforizadas

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Cap. 19: Bicycles
  - Avaliação da capacidasde e nível de serviço de dispositivos para usos de bicicletas
  - Fluxo contínuo:
    - Dispositivos exclusivos e de uso compartilhado com pedestres, separados fisicamente do fluxo de veículos
  - Fluxo Descontínuo
    - Faixas de bicicletas que passam por interseções (sinalizadas e não sinalizadas)

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Dispositivos exclusivos
  - Dispositivos unidirecionais: v_o=0
  - Assumindo distribuição normal da velocidade das bicicletas:
    - Velocidade média = 18 km/h e desvio padrão = 3 km/h

$$F_p = 0.188v_s$$

$$F_m = 2v_o$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

F_p = number of passing events (with bicyclists in same direction) (events/h);
F_m = number of opposing events (with bicyclists in opposing direction) (events/h);
F = total number of events on path (events/h), with a weighting factor of 0.5 for meeting events;
v_s = flow rate of bicycles in subject direction (bicycles/h); and
v_o = flow rate of bicycles in opposing direction (bicycles/h).

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Dispositivos exclusivos

EXHIBIT 19-1. LOS CRITERIA FOR EXCLUSIVE BICYCLE PATHS

LOS	Frequency of Events, 2-Way, 2-Lane Paths[a] (events/h)	Frequency of Events, 2-Way, 3-Lane Paths[b] (events/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notes:
a. 2.4-m-wide paths. Also used for on-street bicycle lanes.
b. 3.0-m-wide paths.

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Dispositivos de uso compartilhado com modos não motorizados
  - A presença de pedestres prejudica a capacidade e NS para os ciclistas
- Assumindo distribuição normal com médias:
  - Pedestres: 18 km/h
  - Ciclistas: 4,5 km/h

$$F_p = 3v_{ps} + 0.188v_{bs}$$

$$F_m = 5v_{po} + 2v_{bo}$$

$$F = 0.5F_m + F_p$$

F, F_p, F_m are as previously defined,
v_{ps} = flow rate of pedestrians in subject direction (p/h),
v_{bs} = flow rate of bicycles in subject direction (bicycles/h),
v_{po} = flow rate of pedestrians in opposing direction (p/h), and
v_{bo} = flow rate of bicycles in opposing direction (bicycles/h).

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Dispositivos de uso compartilhado com modos não motorizados

EXHIBIT 19-2. LOS CRITERIA FOR SHARED OFF-STREET PATHS

LOS	Frequency of Events, 2-Way, 2-Lane Paths[a] (events/h)	Frequency of Events, 2-Way, 3-Lane Paths[b] (events/h)
A	≤ 40	≤ 90
B	> 40–60	> 90–140
C	> 60–100	> 140–210
D	> 100–150	> 210–300
E	> 150–195	> 300–375
F	> 195	> 375

Notes:
a. 2.4-m-wide paths.
b. 3.0-m-wide paths.

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Faixas para ciclistas
  - Separada das demais por pintura no pavimento
  - Uso é moderado a alto
  - Fluxo em uma direção
  - Quando a acostamento disponível, as bicicletas podem utilizá-lo como faixa exclusiva
  - Largura: varia entre 1,2 m (faixas) e 3,0 (acostamento pavimentado)
  - Afetam o NS das bicicletas:
    - Tráfego adjacente de veículos motorizados, tráfego de veículos pesados, estacionamento, entre outros

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Faixas para ciclistas

EXHIBIT 19-3. EFFECT OF BICYCLE MEAN AND STANDARD DEVIATION OF SPEEDS ON EVENTS FOR ONE-WAY ON-STREET BICYCLE FACILITIES

$$\text{Number of Events} = \frac{2 * \text{Bicycle Flow Rate} * \text{Standard Deviation}}{\text{Mean Bicycle Speed} * \sqrt{\pi}}$$

Bicycle Flow Rate (bicycles/h)	Standard Deviation[a] (km/h)	Bicycle Mean Speed (km/h)								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
100	1.5	14	13	12	11	11	10	9	9	8
	3.0	28	26	24	23	21	20	19	18	17
	4.5	42	39	36	34	32	30	28	27	25
200	1.5	28	26	24	23	21	20	19	18	17
	3.0	56	52	48	45	42	40	38	36	34
	4.5	85	78	73	68	63	60	56	53	51
300	1.5	42	39	36	34	32	30	28	27	25
	3.0	85	78	73	68	63	60	56	53	51
	4.5	127	117	109	102	95	90	85	80	76

Notes:
a. Standard deviation of bicycle speeds. If standard deviation data are unavailable, use the following default values:
1.5 km/h for facilities used primarily by commuters
3.0 km/h for facilities used by various user types
4.5 km/h for facilities used primarily for recreational purposes.

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Interseções Semaforizadas
  - Largura típica da faixa de ciclista: 1,2 a 1,8 m
  - Fluxo de saturação: 2000 bic/h
    - Onde há muito movimento de conversão a direita esse fluxo pode não ser aceitável, sendo recomendável observações locais nesses locais

$$c_b = s_b \frac{g}{C} = 2000 \frac{g}{C}$$

c_b = capacity of bicycle lane (bicycles/h),
s_b = saturation flow rate of bicycle lane (bicycles/h),
g = effective green time for bicycle lane (s), and
C = signal cycle length (s).

$$d_b = \frac{0.5C\left(1-\frac{g}{C}\right)^2}{1-\left[\frac{g}{C}\min\left(\frac{v_b}{c_b},1.0\right)\right]}$$

d_b = control delay (s/bicycle), and
v_b = flow rate of bicycles in one-direction bicycle lane (bicycles/h).

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Interseções Semaforizadas

EXHIBIT 19-4. LOS FOR BICYCLES AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

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

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Interseções Não Semaforizadas
  - A expressão de atraso utilizada é a mesma de veículos em interseções
  - Cap 17

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Interseções Não Semaforizadas

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000) ...

- Vias urbanas
  - Definir os limites
  - Via é segmentada
  - Cada segmento consiste em uma interseção sinalizada e um segmento
  - Velocidade média recomendada em via arteriais: 25 km/h

$$S_{ats} = \frac{L_T}{\left(\Sigma \frac{L_i}{S_i} + \frac{\Sigma d_j}{3600}\right)}$$

S_{ats} = bicycle travel speed (km/h),
L_T = total length of urban street under analysis (km),
L_i = length of segment i (km),
S_i = bicycle running speed over segment i (km/h), and
d_j = average bicycle delay at intersection j (s).

Análise da Operação p/Ciclistas - HCM (2000)

- Vias Urbanas

EXHIBIT 19-5. LOS CRITERIA FOR BICYCLE LANES ON URBAN STREETS

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

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Objetivo: Prover informação útil em como identificar necessidades de mobilidade e segurança e melhorar as condições para os pedestres
- Selecionando melhorias de segurança para os pedestres
  - Métodos para identificar locais de risco
    - O primeiro passo para melhoria da segurança dos pedestres é identificar locais ou áreas onde existem problemas de acidentes com pedestres
    - Outro método para identificar locais com problemas de pedestres é o cálculo do nível de serviço

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Total de 49 medidas de segurança para pedestres
  - 47 medidas de engenharia
  - 2 de educação
- 12 tipos de acidentes com pedestres

Pedestre Surpresa em Meio de Quadra

CRASH GROUP	Midblock Dart/Dash	Multiple Threat	Midblock Mailbox Etc.	Failure to Yield (Unsignalized)	Bus-Related	Turning Vehicle At Intersection	Through Vehicle At Intersection	Walking Along Roadway	Working/ Playing in Road	Not in Road	Backing Vehicle	Crossing Expressway
COUNTERMEASURES												
1. Sidewalk/Walkway					•			•	•	•	•	
2. Curb Ramp				•	•	•	•	•				
3. Crosswalk Enhancements	•	•		•	•	•	•					
4. Transit Stop Treatments	•	•		•	•	•	•					
5. Roadway Lighting	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6. Overpass/Underpass	•	•		•		•	•					•
7. Street Furniture	•				•			•				
8. Bike Lane/Shoulder	•	•	•	•	•			•	•	•		
9. Road/Lane Narrowing	•	•	•	•				•	•			
10. Fewer Lanes		•		•	•			•				
11. Driveway Improvement										•	•	
12. Raised Median	•	•	•	•		•	•					
13. One-Way Street						•	•					
14. Smaller Curb Radius				•		•				•		
15. Right-Turn Slip Lane						•						
16. Modern Roundabout						•	•					
17. Modified T-Intersection						•						
18. Intersection Median Barrier		•		•		•	•					
19. Curb Extension	•	•		•	•	•	•			•	•	
20. Choker	•			•								
21. Pedestrian Crossing Island	•	•		•	•	•	•					
22. Chicane	•		•	•					•			
23. Mini-Circle						•	•		•			
24. Speed Humps	•		•	•					•			
25. Speed Table	•	•	•	•					•			
26. Raised Intersection				•		•	•					

CRASH GROUP	Midblock Dart/Dash	Multiple Threat	Midblock Mailbox Etc.	Failure to Yield (Unsignalized)	Bus-Related	Turning Vehicle At Intersection	Through Vehicle At Intersection	Walking Along Roadway	Working/ Playing in Road	Not in Road	Backing Vehicle	Crossing Expressway
COUNTERMEASURES												
27. Raised Ped. Crossing	•	•		•	•	•	•				•	
28. Gateway	•		•	•					•			
29. Landscape Options				•						•	•	
30. Paving Treatments				•		•	•					
31. Driveway Link/Serpentine	•			•					•			
32. Woonerf	•								•			
33. Diverter	•					•	•		•			
34. Full Street Closure	•					•	•		•			
35. Partial Street Closure	•					•	•		•			
36. Pedestrian Street	•			•					•			
37. Traffic Signal	•	•		•	•	•	•					
38. Pedestrian Signal	•	•		•	•	•	•					
39. Pedestrian Signal Timing						•	•					
40. Signal Enhancement	•					•	•					
41. RTOR Restriction						•						
42. Advanced Stop Lines		•			•	•	•					
43. Sign Improvement	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
44. School Zone Improvement	•	•		•	•	•	•	•		•		
45. Identify Neighborhood	•		•	•				•	•			
46. Speed-Monitoring Trailer	•		•	•			•	•	•			
47. Parking Enhancement	•		•	•	•	•	•			•	•	
48. Ped./Driver Education	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
49. Police Enforcement	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Medidas de segurança
  - Projeto dos dispositivos
  - Projeto de vias
  - Projeto de interseções
  - Traffic Calming
  - Gerenciamento de tráfego
  - Semáforos e sinais
  - Outras medidas

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projeto dos dispositivos
  - Calçadas e vias de pedestres
    - Objetivo: Melhorar a segurança do pedestres dramaticamente
    - Considerações:
      - ITE recomenda largura mínima de 1,5 m (permite ultrapassagem, ou duas pessoas andando lado a lado)
      - Largura maiores: perto de escolas, pontos de ônibus, em áreas com alta concentração de pedestres
      - Contínuas e acessíveis a todos os pedestres
      - Área de separação (*buffer zone*) de 1,2 a 1,8 m (carros estacionados ou ciclovias)

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projeto dos dispositivos
  - Rampas de acesso
    - Objetivo: Prover acesso a todos os tipos de usuários
    - Considerações:
      - Deve ser instalada em todas as interseções e em locais onde existe a travessia de pedestres
      - Segundo ADA (Americans with Disabilities Act)
      - Grade máximo: 8,33%
      - Avisos tácteis

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projeto dos dispositivos
  - Faixas de pedestres
    - Objetivos:
      - Alertar motoristas sobre a presença de pedestres
      - Indicar rotas preferenciais de travessia
    - Considerações:
      - Geralmetne instaladas em interseções semaforizadas
      - Em conjunto com outras medidas, como estensão de calçadas, principalmente em vias de múltiplas faixas com VDM acima de 10.000 veículos
      - Marcação segundo MUTCD

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projeto dos dispositivos
  - Pontos de ônibus
    - Objetivos:
      - Prover segurança, conveniencia e acesso aos usuários
    - Considerações:
      - Localizados a intervalos convenientes para os pedestres
      - Sistema completo de calçadas é essencial assim como travessias convenientes
      - Pontos localizados logo antes da faixa de pedestres pode bloquear a visão do pedestre e dos motoristas
      - Pontos localizado logo após a faixa de pedestres, são mais seguros

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projeto dos dispositivos
  - Melhoria na iluminação
    - Objetivo: Melhorar a visibilidade e segurança
    - Considerações:
      - Boa qualidade e localização
      - Deve ser instalada nos dois lados da via
      - Níveis uniformes de iluminação
      - Locais de travessia: iluminação adicional ou mais clara

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos dos dispositvos
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - Objetivo: Prover separação completa entre pedestres e fluxo de tráfego
    - Considerações:
      - Mais apropriada em rodovias de alta velocidade e alto volume e em locais com barreiras naturais
      - Estudos mostram que pedestres não utilizarão se houver uma rota mais direta
      - Luzes, drenagem e segurança são essencias em passagens subterrâneas
      - Alto custo
      - Geralmente é preferível usar medias de traffic calming ou semáforo de pedestres

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos dos dispositvos
  - Mobiliário
    - Objetivo: Melhorar o ambiente
    - Considerações:
      - Colocados de maneira a criar um caminho sem obstáculo para os pedestres e não atrapalhar sua visão

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Ciclovias
    - Objetivo:
      - Criar uma via exclusiva para os ciclistas
      - Estreitar a via, reduzindo a velocidade dos veículos
      - Separação adicional entre os pedestres e o tráfego motorizado
      - Reduzir a distância que o pedestre deve enfrentar para cruzar a via de veículos motorizados
    - Considerações:
      - Todas as vias deveriam ser avaliadas para criação de ciclovias
      - Prover espaço suficiente quando houver carros estacionados

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Estreitamento da via
    - Objetivo: Benefícios múltiplos com redução de velocidade, aumento na segurança e redistribuição do espaço para outros usuários
    - Considerações:
      - Largura das vias podem se reduzidas (para 3,0 ou 3,4 m) e o espaço adicional servir de acostamento ou ciclovia/ciclofaixa
      - Faixas podem ser removidas
      - Vias podem ser estreitadas aumentando a calçada ou o paisagismo, ou ainda permitindo o estacionamento

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Reduzindo o número de faixas
    - Objetivo:
      - Remediar uma situação onde há excesso de capacidade
      - Prover espaço para ciclistas, pedestres e carros estacionados
      - Reduzir a distância de travessia
    - Considerações:
      - Operação da via e segurança devem ser avaliadas antes da redução de faixas

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Acessos de estacionamentos (garagens)
    - Objetivo:
      - Reduzir conflitos entre pedestres e veículos acessando ou deixando o estacionamento
    - Considerações:
      - Conflitos possíveis: larguras excessivas, rampas muito elevadas, veículos esperando por uma brecha no fluxo de tráfego
      - Quando cruzar calcadas, deve ser mantido o nível de calçada através do acesso ao estacionamento

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

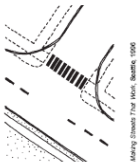
- Projetos da via
  - Canteiro central
    - Objetivo:
      - Movimentos de conversão a esquerda com maior segurança
      - Ilha de refúgio para pedestres
    - Considerações:
      - Paisagismo não deve obstruir a visão do pedestres
      - Canteiros centrais muito extensos não são recomendados pois podem levar ao aumento na velocidade
      - Mais usual em vias de alto volume a alta velocidade

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Vias unidirecionais/bidirecionais
    - Objetivo: Reduzir conflitos
    - Considerações:
      - Vias unidirecionais podem simplificar a travessia para pedestres
      - No entato, vias bidirecionais transformadas em unidirecioanis podem ter a velocidade dos veículos aumentada
      - Vias unidirecionais operam melhor em pares, separados por não mais que 4 km
      - Conversão de vias bidirecionais em unidirecionais podem reduzir a velocidade praticada

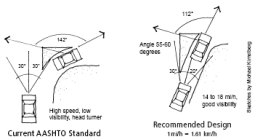
Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Redução do raio nas esquinas
    - Objetivo:
      - Projeto de interseção mais seguro
      - Redução da distância de travessia
      - Melhoria no tempo de semáforo
    - Considerações:
      - Assegurar que veículos de grande porte, como caminhões, ônibus e veículos de emergência conseguem realizar a manobra
      - Apropriado:
        - 4,6 m
        - 7,6 m em vias com alto volume de veículos pesados



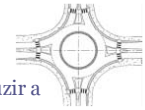
Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos da via
  - Melhoria no projeto da faixa de conversão à direita
    - Objetivos: Reduzir a velocidade para conversão à direita
    - Considerações:
      - Provê ilhas de refúgio entre a interseção e a faixa de conversão
      - Projeto deve melhorar a visibilidade e reduzir a velocidade



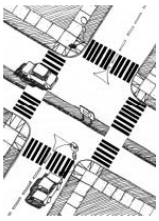
Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos de interseções
  - Rotatórias
    - Objetivos: Substituir o semáforo, reduzir a velocidade na interseção
    - Considerações:
      - Deve acomodar pedestres e ciclistas
      - Projeto deve prever a redução da velocidade
      - Ilhas de refúgio na aproximação da rotatória reduz a velocidade dos veículos e divide a travessia dos pedestres
      - Recomendado 01 faixa de tráfego na aproximação
      - Ciclofaixas em rotatórias não são seguras



Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Projetos de interseções
  - Interseções com barreiras centrais
    - Objetivos: Reduzir cruzamentos um ruas de bairro
    - Considerações:
      - Beneficia a travessia de pedestres
      - Veículos não devem ser obrigados a realizar trajetos muito longos



Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Traffic Calming
  - Curb extensions
  - Chockers
  - Crossing Islands
  - Chicanes
  - Mini-rotatórias
  - Lombadas (Speed humps)/ Platô (Speed tables)
  - Raised intersections/Raised pedestrian crossings
  - Gateways
  - Paisagismo
  - Tratamentos específicos do pavimento
  - Design de serpentina
  - Woonerf

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Gerenciamento de Tráfego
  - Diverters
  - Full street closure
  - Partial street closure
  - Calçadões de pedestres

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Semáforos
    - Objetivo: Prover intervalos na corrente de tráfego veicular para os pedestres atravessarem com segurança
    - Considerações:
      - Onde o fluxo de pedestres é regular e frequente, utilizar fase de pedestres
      - Semáforo com botoeira deve ser apenas utilizado onde o fluxo de pedestres é intermitente
      - Permitir tempo adequado de travessia de pedestres (1,1 m/s ou menos se houver crianças e/ou idosos)

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Sinalização de pedestres

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Melhoria/modificação do tempo do semáforo de pedestre

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Traffic signal enhancements

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Conversões à direita proibidas no vermelho

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

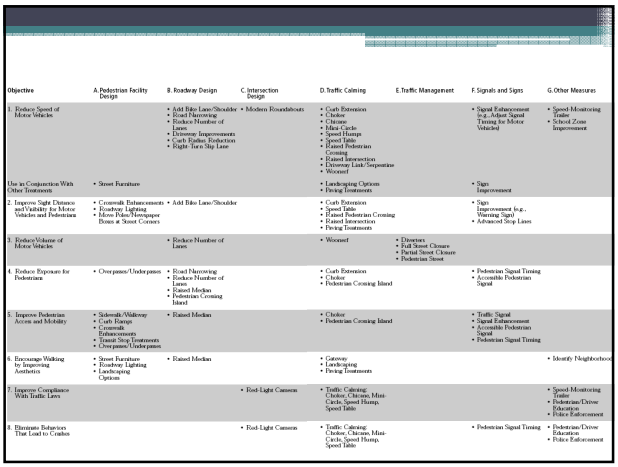
- Semáforos e Sinalização
  - Linhas de parada avançadas

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Semáforos e Sinalização
  - Adicionar/modificar sinalização

Pedestrian Facilities Users Guide - FHWA (2002) ...

- Outras medidas
  - Melhoria em zonas escolares
  - Identificar o bairro
  - Trailer monitor de velocidade
    - Medida de educação,
    - Não substitui medidas de engenharia
  - Estacionamento
    - Efeito positivo (diminui a distância de travessia, reduz a velocidade, área de transição entre veículos e pedestres) ou negativo (barreira visual) para os pedestres
    - Travessia de pedestres: 6 m de estacionamento deve ser removido
    - Interseções: 9 a 15 m de estacionamento deve ser removido



Objective	A. Pedestrian Facility Design	B. Roadway Design	C. Intersection Design	D. Traffic Calming	E. Traffic Management	F. Signals and Signs	G. Other Measures
1. Reduce Speed of Motor Vehicles		• Add Bike Lane/Shoulder • Road Narrowing • Reduce Number of Lanes • Driveway Improvements • Curb Radius Reduction • Right-Turn Slip Lane	• Modern Roundabouts	• Curb Extension • Choker • Chicane • Mini-Circle • Speed Bumps • Speed Table • Raised Pedestrian Crossing • Raised Intersection • Driveway Link/Serpentine • Woonerf		• Signal Enhancement (e.g., Adjust Signal Timing for Motor Vehicles)	• Speed-Monitoring Trailer • School Zone Improvement
Use in Conjunction With Other Treatments	• Street Furniture			• Landscaping Options • Paving Treatments		• Sign Improvement	
2. Improve Sight Distance and Visibility for Motor Vehicles and Pedestrians	• Crosswalk Enhancements • Roadway Lighting • Move Poles/Newspaper Boxes at Street Corners	• Add Bike Lane/Shoulder		• Curb Extension • Speed Table • Raised Pedestrian Crossing • Raised Intersection • Paving Treatments		• Sign Improvement (e.g., Warning Sign) • Advanced Stop Lines	
3. Reduce Volume of Motor Vehicles		• Reduce Number of Lanes		• Woonerf	• Diverters • Full Street Closure • Partial Street Closure • Pedestrian Street		
4. Reduce Exposure to Pedestrians	• Overpasses/Underpasses	• Road Narrowing • Reduce Number of Lanes • Raised Median • Pedestrian Crossing Island		• Curb Extension • Choker • Pedestrian Crossing Island		• Pedestrian Signal Timing • Accessible Pedestrian Signal	
5. Improve Pedestrian Access and Mobility	• Sidewalk/Walkway • Curb Ramps • Crosswalk Enhancements • Transit Stop Treatments • Overpasses/Underpasses	• Raised Median		• Choker • Pedestrian Crossing Island		• Traffic Signal • Signal Enhancement • Accessible Pedestrian Signal • Pedestrian Signal Timing	
6. Encourage Walking by Improving Aesthetics	• Street Furniture • Roadway Lighting • Landscaping Options	• Raised Median		• Gateway • Landscaping • Paving Treatments			• Identify Neighborhood
7. Improve Compliance With Traffic Laws			• Red-Light Cameras	• Traffic Calming: Choker, Chicane, Mini-Circle, Speed Hump, Speed Table			• Speed-Monitoring Trailer • Pedestrian/Driver Education • Police Enforcement
8. Eliminate Behaviors That Lead to Crashes			• Red-Light Cameras	• Traffic Calming: Choker, Chicane, Mini-Circle, Speed Hump, Speed Table		• Pedestrian Signal Timing	• Pedestrian/Driver Education • Police Enforcement

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Tipos de dispositivos
  - Calçadas e vias exclusivas de pedestres
  - Áreas de espera (fila) de pedestres
  - Vias de uso compartilhado separada dos veículos
  - Travessias de pedestres
  - Dispositivos em áreas urbanas
  - Avaliar :
    - Efeitos das bicicletas e dos semáforos
    - Efeitos do volume de pedestres no fluxo e NS

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinação da velocidade do pedestre
  - Depende da proporção de idosos (acima de 65 anos)
    - 0 a 20% 1,2 m/s
    - > 20% 1,0 m/s
    - Um aumento de 10% reduz a velocidade em 1 m/s

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinação da largura efetiva da via de pedestre

$$W_E = W_T - W_o$$

W_E = effective walkway width (m),
W_T = total walkway width (m), and
W_o = sum of widths and shy distances from obstructions on the walkway (m).

EXHIBIT 18-2. PREEMPTION OF WALKWAY WIDTH[a]

Obstacle	Approx. Width Preempted (m)
Street Furniture	
Light pole	0.8–1.1
Traffic signal poles and boxes	0.9–1.2
Fire alarm boxes	0.8–1.1
Fire hydrants	0.8–0.9
Traffic signs	0.6–0.8
Parking meters	0.6
Mail boxes (0.5 m x 0.5 m)	1.0–1.1
Telephone booths (0.8 m x 0.8 m)	1.2
Waste baskets	0.9
Benches	1.5
Public Underground Access	
Subway stairs	1.7–2.1
Subway ventilation gratings (raised)	1.8+
Transformer vault ventilation gratings (raised)	1.5+
Landscaping	
Trees	0.6–1.2
Planter boxes	1.5
Commercial Uses	
Newsstands	1.2–4.0
Vending stands	variable
Advertising displays	variable
Store displays	variable
Sidewalk cafes (two rows of tables)	2.1
Building Protrusions	
Columns	0.8–0.9
Stoops	0.6–1.8
Cellar doors	1.5–2.1
Standpipe connections	0.3
Awning poles	0.8
Truck docks (trucks protruding)	variable
Garage entrance/exit	variable
Driveways	variable

Note:
a. To account for the avoidance distance between pedestrians and obstacles, 0.3 to 0.5 m must be added to the preemption width for individual obstacles. Widths are from curb to edge of object, or building face to edge of object.
Source: Pushkarev and Zupan (2).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Fluxo contínuo
  - Única interrupção é a interação com pedestres e, em vias de uso compartilhado, com outros modos não motorizados de transporte
- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Acomoda o maior número de pedestres em fluxo contínuo e melhos NS

$$v_p = \frac{v_{15}}{15 * W_E}$$

v_p = pedestrian unit flow rate (p/min/m),
v_{15} = peak 15-min flow rate (p/15-min), and
W_E = effective walkway width (m).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Volume/Capacidade pode ser obtido assumindo:
    - Capacidade = 75 ped/min/m

EXHIBIT 18-3. AVERAGE FLOW LOS CRITERIA FOR WALKWAYS AND SIDEWALKS

LOS	Space (m^2/p)	Flow Rate (p/min/m)	Speed (m/s)	v/c Ratio
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7–5.6	> 16–23	> 1.27–1.30	> 0.21–0.31
C	> 2.2–3.7	> 23–33	> 1.22–1.27	> 0.31–0.44
D	> 1.4–2.2	> 33–49	> 1.14–1.22	> 0.44–0.65
E	> 0.75–1.4	> 49–75	> 0.75–1.14	> 0.65–1.0
F	≤ 0.75	variable	≤ 0.75	variable

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Efeitos de pelotões

EXHIBIT 18-4. PLATOON-ADJUSTED LOS CRITERIA FOR WALKWAYS AND SIDEWALKS

LOS	Space (m^2/p)	Flow Rate[a] (p/min/m)
A	> 49	≤ 1.6
B	> 8–49	> 1.6–10
C	> 4–8	> 10–20
D	> 2–4	> 20–36
E	> 1–2	> 36–59
F	≤ 1	> 59

Note:
a. Rates in the table represent average flow rates over a 5- to 6-min period.

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Escadas

EXHIBIT 18-5. LOS CRITERIA FOR STAIRWAYS

LOS	Space (m^2/p)	Flow Rate (p/min/m)	Average Horizontal Speed (m/s)	v/c Ratio
A	> 1.9	≤ 16	> 0.53	≤ 0.33
B	> 1.6–1.9	> 16–20	> 0.53	> 0.33–0.41
C	> 1.1–1.6	> 20–26	> 0.48–0.53	> 0.41–0.53
D	> 0.7–1.1	> 26–36	> 0.42–0.48	> 0.53–0.73
E	> 0.5–0.7	> 36–49	> 0.40–0.42	> 0.73–1.00
F	≤ 0.5	variable	≤ 0.40	variable

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Fluxo cruzando
    - NS A a D: Exhibit 18-3 ou 18-4

EXHIBIT 18-6. LOS CRITERIA FOR PEDESTRIAN CROSS FLOWS

LOS	Space (m^2/p)	Flow[a] (p/min/m)	Speed (m/s)	Density (p/m^2)
E	≥ 1.25	≤ 75	≥ 1.0	≤ 0.8

Note:
a. Total of the major and minor flows.

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias exclusivas de pedestre e calçadas
  - Áreas de espera (fila)

EXHIBIT 18-7. LOS CRITERIA FOR PEDESTRIAN QUEUING AREAS

LOS	Space (m^2/p)
A	> 1.2
B	> 0.9–1.2
C	> 0.6–0.9
D	> 0.3–0.6
E	> 0.2–0.3
F	≤ 0.2

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias de uso compartilhado
  - Bicicleta spodem te rum efeito negativo na capacidade e NS de pedestres
  - NS é baseado no comceito de "impedimento"
  - Frequência de ultrapassagens e encontros
  - Vias de 2,4 m

$$F_p = Q_{sb}\left(1 - \frac{S_p}{S_b}\right)$$

$$F_m = Q_{ob}\left(1 + \frac{S_p}{S_b}\right)$$

$$F = F_p + 0.5\,F_m$$

F_p = number of passing events (events/h),
F_m = number of opposing events (events/h),
Q_{sb} = bicycle flow rate in the same direction (bicycles/h),
Q_{ob} = bicycle flow rate in the opposing direction (bicycles/h),
S_p = mean pedestrian speed on the path (m/s), and
S_b = mean bicycle speed on the path (m/s).

F = total number of events on the path (events/h),
F_p = number of passing events (events/h), and
F_m = number of meeting events (events/h).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Vias de uso compartilhado
  - Velocidade média dos pedestres: 1,5 m/s
  - Velocidade média dos ciclistas: 6,0 m/s
  - Volume de bicicletas para via bidirecional (50/50) e largura de 2,4 m

EXHIBIT 18-8. PEDESTRIAN LOS CRITERIA FOR SHARED TWO-WAY PATHS[a]

Pedestrian LOS	Number of Events/h[b]	Corresponding Bicycle Service Volume per Direction[c] (bicycles/h)
A	≤ 38	≤ 28
B	> 38–60	> 28–44
C	> 60–103	> 44–75
D	> 103–144	> 75–105
E	> 144–180	> 105–131
F	> 180	> 131

Notes:
a. Path 2.4 m wide.
b. An "event" is a bicycle meeting or passing a pedestrian.
c. Assuming 50/50 directional split of bicycles.

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Fluxo descontínuo
- Interseções semaforizadas

$$d_p = \frac{0.5(C-g)^2}{C}$$

d_p = average pedestrian delay (s),
g = effective green time (for pedestrians) (s), and
C = cycle length (s).

EXHIBIT 18-9. LOS CRITERIA FOR PEDESTRIANS AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

LOS	Pedestrian Delay (s/p)	Likelihood of Noncompliance
A	< 10	Low
B	≥ 10–20	
C	> 20–30	Moderate
D	> 30–40	
E	> 40–60	High
F	> 60	Very High

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Interseções semaforizadas
  - Área de pedestres requerida em esquinas
    - Área de cisrculação: pedestres atravessando na fase verde, pedestres se juntando para atravessar na fase vermelha, circulando na calçada atravessar
    - Área dos pedestres esperando para atravessar na fase vermelha
    - A análise compara tempo e espaço disponível ocm a demanda de pedestres

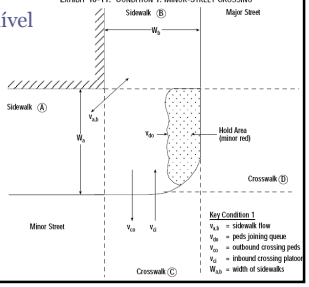
Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinando tempo-espaço em esquinas
  - Tempo-espaço disponível

$$TS = C(W_a W_b - 0.215R^2)$$

TS = available time-space (m^2-s),
W_a = effective width of Sidewalk a (m),
W_b = effective width of Sidewalk b (m),
R = radius of corner curb (m), and
C = cycle length (s).

EXHIBIT 18-11. CONDITION 1: MINOR-STREET CROSSING



Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Tempo de espera

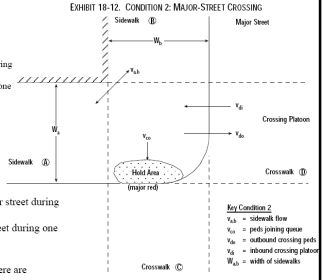
$$Q_{tdo} = \frac{v_{do} R_{mj}^2}{2C}$$

Q_{tdo} = total time spent by pedestrians waiting to cross the major street during one cycle (p-s);
v_{do} = the number of pedestrians waiting to cross the major street during one cycle, $\frac{p}{15\,\text{min}} * \frac{1\,\text{min}}{60\,\text{s}} * C$ (p/cycle);
R_{mj} = the minor-street red phase, or the Don't Walk phase if there are pedestrian signals (s); and
C = cycle length (s).

$$Q_{tco} = \frac{v_{co} R_{mj}^2}{2C}$$

Q_{tco} = total time spent by pedestrians waiting to cross the minor street during one cycle (p-s);
v_{co} = the number of pedestrians waiting to cross the minor street during one cycle, $\frac{p}{15\,\text{min}} * \frac{1\,\text{min}}{60\,\text{s}} * C$ (p/cycle);
R_{mj} = the major-street red phase, or the Don't Walk phase if there are pedestrian signals (s); and
C = cycle length (s).

EXHIBIT 18-12. CONDITION 2: MAJOR-STREET CROSSING



Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinando tempo-espaço de circulação

$$TS_c = TS - [0.5(Q_{tdo} + Q_{tco})]$$

TS_c = total time-space available for circulating pedestrians (m^2-s),
TS = total time-space available (m^2-s),
Q_{tdo} = total time spent by pedestrians waiting to cross the major street during one cycle (p-s), and
Q_{tco} = total time spent by pedestrians waiting to cross the minor street during one cycle (p-s).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Espaço dos pedestres

$$M = \frac{TS_c}{4v_{tot}}$$

M = circulation area per pedestrian (m^2/p);
TS_c = total time-space available for circulating pedestrians (m^2-s); and
v_{tot} = total number of circulating pedestrians in one cycle = $v_{ci} + v_{co} + v_{di} + v_{do} + v_{a,b}$, as shown in Exhibits 18-11 and 18-12 (p/cycle).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinando tempo-espaço da calçada

$$TS = LW_E\left((WALK + FDW) - \frac{L}{2S_p}\right) \quad or$$

$$TS = LW_E\left(G - \frac{L}{2S_p}\right) \quad when\ WALK + FDW\ is\ not\ installed$$

where

TS = time-space (m^2-s);
L = crosswalk length (m);
W_E = effective crosswalk width (m);
$WALK + FDW$ = effective pedestrian green time on crosswalk (s);
S_p = average speed of pedestrians (m/s); and
G = green time for phase, if WALK + FDW is not installed (s).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Fluxo de pedestres atravessando

$$N_{ped} = \frac{v(C - G)}{C}$$

N_{ped} = number of pedestrians crossing during an interval (p);
v = pedestrian volume on the subject walkway (p/15-min);and
G = green time for phase, if WALK + FDW is not installed.

$$t = 3.2 + \frac{L}{S_p} + \left(0.81\frac{N_{ped}}{W}\right) \quad for\ W > 3.0\ m$$

$$t = 3.2 + \frac{L}{S_p} + (0.27\,N_{ped}) \quad for\ W \le 3.0\ m$$

t = total crossing time (s),
L = crosswalk length (m),
S_p = average speed of pedestrians (m/s),
N_{ped} = number of pedestrians crossing during an interval (p),
W = crosswalk width (m), and
3.2 = pedestrian start-up time (s).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Tempo de ocupância da calçada

$$T = (v_i + v_o)t$$

T = total crosswalk occupancy time (p-s),
v_i = inbound pedestrian volume for the subject crosswalk (p/cycle),
v_o = outbound pedestrian volume for the subject crosswalk (p/cycle), and
t = total crossing time from Equation 18-12 (s).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Espaço de circulação

$$M = \frac{TS}{T}$$

M = circulation area per pedestrian (m^2/p),
TS = time-space (m^2-s), and
T = total crosswalk occupancy time (p-s).

$$TS_{tv} = 12 N_{tv} W_E$$

TS_{tv} = time-space occupied by turning vehicles (m^2-s),
N_{tv} = number of vehicles during the green phase (veh), and
W_E = effective width of crosswalk (m).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Determinando tempo efetivo de verde para pedestre
  - Teoria das ondas de choque e observação
  - Atrasos podem ser calculados como anteriormente
  - O tempo efetivo de verde é igual ao intervelo andando mais os primeiros 4 s do piscante (Não ande)

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Interseções não sinalizadas
  - Cálculo da brecha crítica (para um único pedestre)

$$t_c = \frac{L}{S_p} + t_s$$

t_c = critical gap for a single pedestrian (s),
S_p = average pedestrian walking speed (m/s),
L = crosswalk length (m), and
t_s = pedestrian start-up time and end clearance time (s).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Interseções não semaforizadas
  - Distribuição espacial

$$N_p = INT\left[\frac{0.75(N_c - 1)}{W_E}\right] + 1$$

N_p = spatial distribution of pedestrians (p),
N_c = total number of pedestrians in the crossing platoon (p),
W_E = effective crosswalk width (m), and
0.75 = default clear effective width used by a single pedestrian to avoid interference when passing other pedestrians.

$$N_c = \frac{v_p e^{v_p t_c} + v e^{-vt_c}}{(v_p + v)e^{(v_p - v)t_c}}$$

N_c = size of a typical pedestrian crossing platoon (p),
v_p = pedestrian flow rate (p/s),
v = vehicular flow rate (veh/s), and
t_c = single pedestrian critical gap (s).

$$t_G = t_c + 2(N_p - 1)$$

t_G = group critical gap (s),
t_c = critical gap for a single pedestrian (s), and
N_p = spatial distribution of pedestrians (p).

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Interseções não semaforizadas
  - Atraso

$$d_p = \frac{1}{v}\left(e^{vt_G} - vt_G - 1\right)$$

d_p = average pedestrian delay (s),
v = vehicular flow rate (veh/s), and
t_G = group critical gap from Equation 18-19 (s).

EXHIBIT 18-13. LOS CRITERIA FOR PEDESTRIANS AT UNSIGNALIZED INTERSECTIONS

LOS	Average Delay/Pedestrian (s)	Likelihood of Risk-Taking Behavior[a]
A	< 5	Low
B	≥ 5–10	
C	> 10–20	Moderate
D	> 20–30	
E	> 30–45	High
F	> 45	Very High

Note:
a. Likelihood of acceptance of short gaps.

Análise da Operação p/Pedestres - HCM (2000) ...

- Calçadas para pedestres em áreas urbanas
  - Fluxo contínuo e descontínuo
  - Segmentos e interseções

$$S_A = \frac{L_T}{\sum \frac{L_i}{S_i} + \sum d_j}$$

L_T = total length of the urban street under analysis (m),
L_i = length of Segment i (m),
S_i = pedestrian walking speed over Segment i (m/s),
d_j = pedestrian delay at Intersection j (s), and
S_A = average pedestrian travel speed (m/s).

EXHIBIT 18-14. LOS CRITERIA FOR PEDESTRIAN SIDEWALKS ON URBAN STREETS

LOS	Travel Speed (m/s)
A	> 1.33
B	> 1.17–1.33
C	> 1.00–1.17
D	> 0.83–1.00
E	≥ 0.58–0.83
F	< 0.58

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Manuais de Sinalização Viária:
  - ... recomendações para pedestres e ciclistas? ...
  - Manual Brasileiro de sinalização Viária (1999) ... Manual de Semáforos do DENATRAN (1984)
  - MUTCD (2004):

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação
  - A sinalização vertical de regulamentação tem por finalidade transmitir aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias urbanas e rurais. Assim, o desrespeito aos sinais de regulamentação constitui infrações, previstas no capítulo XV do Código de Trânsito Brasileiro - CTB

CTB/1997: 5 novas

Res.160/2004: 8 novas

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação
  - Preferência de passagem
  - Velocidade
  - Sentido de circulação
  - Movimentos de circulação
  - Normas especiais de circulação
    - Proibido Trânsito de biciletas
    - Circulação exclusiva de bicicletas
  - Controle das características dos veículos que transitam na via
  - Estacionamento
  - Trânsito de pedestres e ciclistas

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Normas Especiais de Circulação

R-
PROIBIDO TRÂNSITO
DE BICICLETAS

- Significado:
  - Assinala ao ciclista a proibição de transitar de bicicleta a partir do ponto sinalizado na área, via/pista ou faixa
- Princípios de utilização:
  - O sinal R-12 deve ser utilizado para proibir o trânsito de bicicletas por motivo de segurança ou fluidez
  - Quando utilizado para regulamentar a proibição em determinada(s) faixa(s) deve vir acompanhado de informação complementar
  - Pode vir acompanhado de informação complementar, tal como horário, dia da semana e/ou seta de controle de faixa
  - O sinal R-12 tem validade a partir do ponto onde é colocado
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no início do trecho da restrição, a direita, ou a esquerda ou em ambos os lados, conforme o caso
  - Em vias urbanas ou rurais, a placa deve ser colocada no mínimo a 2,0 m e no máximo a 5,0 m do prolongamento do meio-fio ou bordo da via/pista transversal ou canteiro central

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Normas Especiais de Circulação

R-34
CIRCULAÇÃO EXCLUSIVA
DE BICICLETAS

- Significado:
  - Assinala que a área, trecho de via/pista ou faixa(s) é de circulação exclusiva de bicicletas
- Princípios de utilização:
  - O sinal R-34 deve ser utilizado quando se deseja restringir o uso de uma área, via/pista ou faixa à circulação exclusiva de bicicletas
  - Quando utilizado para regulamentar a circulação exclusiva em determinada(s) faixa(s), deve vir acompanhado de informação complementar
  - Pode vir acompanhado de informação complementar tal como horário, dia da semana faixa e seta de controle de faixa

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Normas Especiais de Circulação

R - 34
CIRCULAÇÃO EXCLUSIVA DE BICICLETAS

- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no início do trecho da circulação exclusiva, à direita, ou à esquerda, ou em ambos os lados, conforme o caso
  - Em vias urbanas ou rurais, a placa deve ser colocada no mínimo a 2,0m e no máximo a 5,0m do prolongamento do meio-fio ou bordo da via/pista transversal ou canteiro central
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - Pode ser antecedido de sinalização especial de advertência, indicando a área, via/pista ou faixa exclusiva
  - O sinal R-34 pode vir acompanhado de sinalização horizontal como marcas longitudinais, transversais, canalização, inscrições no pavimento, símbolo "BICICLETA" e dispositivos auxiliares

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Trânsito de Pedestres e Ciclistas

R - 29
PROIBIDO TRÂNSITO DE PEDESTRES

- Significado:
  - Assinala ao pedestre a proibição de transitar na via ou área com restrição
- Princípios de utilização:
  - O sinal R-29 deve ser utilizado para proibir a entrada ou passagem de pedestres em uma área ou via, quando se verificar que isso pode ser prejudicial à sua segurança e a do trânsito em geral
  - O sinal R-29 tem validade a partir do ponto onde é colocado
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no início da restrição, de frente ao
  - caminhamento do pedestre, de forma a oferecer boa visibilidade
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - O sinal R-29 pode vir antecedido de sinalização especial de advertência para pedestres informando sobre a restrição à frente e/ou placas de orientação indicando rotas alternativas

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Trânsito de Pedestres e Ciclistas

R - 30
PEDESTRE ANDE PELA ESQUERDA

R - 31
PEDESTRE ANDE PELA DIREITA

- Significado:
  - Assinalam ao pedestre a obrigatoriedade de andar pelo lado esquerdo (R-30) ou direito (R-31) da área ou via
- Princípios de utilização:
  - Devem ser utilizados para ordenar o fluxo de pedestres em locais que apresentem problemas de segurança ao trânsito destes tais como:
    - Inexistência ou insuficiência de calçada em vias, pontes, viadutos ou túneis
    - Em situações de obras e obstáculos
    - Em eventos especiais
  - Podem vir acompanhados de mensagem complementar "Pedestre, ande pela esquerda" (R-30) ou "Pedestre, ande pela direita" (R-31)
  - Os sinais R-30 e R-31 tem validade a partir do ponto onde são colocados

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Trânsito de Pedestres e Ciclistas

R - 30 PEDESTRE ANDE PELA ESQUERDA — R - 31 PEDESTRE ANDE PELA DIREITA

- Posicionamento na via:
  - As placas devem ser colocadas no início da restrição, de frente ao caminhamento do pedestre, de forma a oferecer boa visibilidade
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - Os sinais R-30 e R-31 podem ser acompanhados de sinalização vertical e/ou horizontal de travessia de pedestres adequados às necessidades do local

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Trânsito de Pedestres e Ciclistas

R -35a CICLISTA, TRANSITE À ESQUERDA — R -35b CICLISTA, TRANSITE À DIREITA

- Significado:
  - Assinalam ao ciclista a obrigatoriedade de transitar pelo lado esquerdo (R-35a) ou direita (R-35b) da área, via/pista
- Princípios de utilização:
  - Devem ser utilizados para ordenar o fluxo de ciclistas em locais que apresentem problemas de circulação e segurança do trânsito
  - Os sinais R-35ª e R-35b têm validade a partir do ponto onde são colocados
- Posicionamento na via
  - As placas devem ser colocadas no início da restrição de frente ao(s) acesso(s) dos ciclistas, à direita, ou à esquerda, ou em ambos os lados, de forma a oferecer boa visibilidade

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Trânsito de Pedestres e Ciclistas

R -36a CICLISTA À ESQUERDA, PEDESTRE À DIREITA — R -36b PEDESTRE À ESQUERDA, CICLISTA À DIREITA

- Significado:
  - Regulamenta o trânsito de ciclistas à esquerda e pedestres à direita (R-36a) e ciclistas a direita e pedestres à esquerda (R-36b) da área, via/pista
- Princípios de utilização:
  - Devem ser utilizados quando se deseja regulamentar o lado da circulação de ciclistas e pedestres na faixa, via/pista ou passeio
  - Os sinais R-36ª e R-36b têm validade a partir do ponto onde são colocados
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no início da regulamentação de frente para pedestres e ciclistas, à direita, ou à esquerda, ou em ambos os lados, garantindo a visibilidade de ambos
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - O sinal R-36a pode ser acompanhado de sinalização horizontal e/ou dispositivos auxiliares

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Volume II – Sinalização vertical de advertência
  - A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes a ela, indicando a natureza dessas situações à frente, quer sejam permanentes ou eventuais
  - Uma sinalização especial de advertência pode ser desenvolvida, quando não for possível utilizar estes sinais

CTB/1997: 4 novas

Res.160/2004: 7 novas

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Volume II – Sinalização vertical de advertência
  - Curvas Isoladas
  - Seqüência de Curvas
  - Interseções
  - Controle de tráfego
  - Interferência de transporte
  - Condições da superfície da pista
  - Perfil longitudinal
  - Traçado da pista
  - Obras
  - Sentido de circulação
  - Situações de risco eventual
  - Pedestres e ciclistas
  - Restrições de dimensões e peso de veículos

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Pedestres e Ciclistas

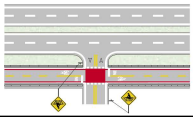
  - Significado:
    - O sinal A-30a adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de trecho de pista ao longo do qual ciclistas circulam pela via ou cruzam a pista
  - Princípios de utilização:
    - Deve ser utilizado sempre que ocorrer circulação freqüente ou travessia não sinalizada de ciclistas na via
  - Posicionamento na via:
    - A placa deve ser colocada no lado direito da via/pista
    - Em pista com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda
  - Relacionamento com outras sinalizações
    - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Pedestres e Ciclistas

A - 30b
PASSAGEM SINALIZADA DE CICLISTAS

- Significado:
  - O sinal A-30b adverte os condutores da existência, adiante, de faixa sinalizada para travessia de ciclistas
- Princípios de utilização:
  - Deve ser utilizado em vias interceptadas por ciclovias ou ciclofaixas não semaforizadas
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no lado direito da via/pista
  - Em pistas com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação

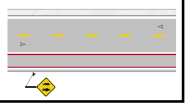


Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Pedestres e Ciclistas

A - 30c
TRÂNSITO COMPARTILHADO POR CICLISTAS E PEDESTRES

- Significado:
  - O sinal A-30c adverte o ciclista e o pedestre da existência, adiante, de trecho de via com trânsito compartilhado.
- Princípios de utilização:
  - Pode ser utilizado quando ocorrer circulação compartilhada de ciclista e pedestre, na mesma pista, acostamento, canteiro central ou calçada
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada de forma a garantir visibilidade para ciclistas e pedestres
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação
  - Quando necessário, podem ser utilizados dispositivos auxiliares, previstos em resolução vigente do CONTRAN que trata de sinalização de trânsito

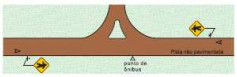


Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

- Pedestres e Ciclistas

A - 32a
TRÂNSITO DE PEDESTRES

- Significado:
  - O sinal A-32a adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de trecho de via com trânsito de pedestres
- Princípios de utilização:
  - Deve ser utilizado quando necessário alertar o condutor sobre existência de trecho de via com trânsito de pedestres
- Posicionamento na via:
  - A placa deve ser colocada no lado direito da via/pista
  - Em pistas com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda
- Relacionamento com outras sinalizações:
  - Pode anteceder o sinal R-19 – "Velocidade máxima permitida" quando se deseja informar ao usuário o motivo da redução de velocidade



Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

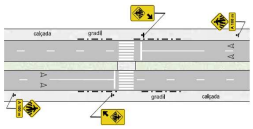
A - 32b
PASSAGEM SINALIZADA DE PEDESTRES

- Pedestres e Ciclistas
  - Significado:
    - O sinal A-32b adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de local sinalizado com faixa de travessia de pedestres
  - Princípios de utilização:
    - Deve ser utilizado:
      - Área rural: sempre que a faixa de travessia de pedestres for demarcada na via/pista;
      - Área urbana: quando a faixa de travessia de pedestres for de difícil percepção pelo condutor ou que possa comprometer a segurança dos usuários da via
  - Posicionamento na via:
    - A placa deve ser colocada no lado direito da via
    - Em pista com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

A - 32b
PASSAGEM SINALIZADA DE PEDESTRES

- Pedestres e Ciclistas
  - Relacionamento com outras sinalizações:
    - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação
    - Quando necessário, podem ser utilizados dispositivos auxiliares, previstos em resolução vigente do CONTRAN que trata de sinalização de trânsito



Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

A - 33a
ÁREA ESCOLAR

- Pedestres e Ciclistas
  - Significado:
    - O sinal A-33a adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de trecho de via com trânsito de escolares
  - Princípios de utilização:
    - Deve ser utilizado nas proximidades de área escolar ou em trechos de via que compõem o percurso de escolares
  - Posicionamento na via:
    - A placa deve ser colocada no lado direito da via
    - Em pista com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda
  - Relacionamento com outras sinalizações:
    - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação
    - Pode anteceder o sinal A-33b, indicando ao condutor que ele se encontra em área escolar

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

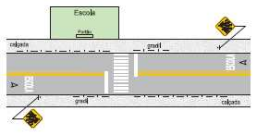
A - 33b
PASSAGEM SINALIZADA DE ESCOLARES

- Pedestres e Ciclistas
  - Significado:
    - O sinal A-33b adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de local sinalizado com faixa de travessia de pedestres com predominância de escolares
  - Princípios de utilização:
    - Deve ser utilizado quando a faixa de travessia de pedestres, com predominância de escolares, for de difícil percepção pelo condutor ou que possa comprometer a segurança dos usuários da via
  - Posicionamento na via:
    - A placa deve ser colocada no lado direito da via
    - Em pista com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

A - 33b
PASSAGEM SINALIZADA DE ESCOLARES

- Pedestres e Ciclistas
  - Relacionamento com outras sinalizações
    - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação
    - Quando necessário, podem ser utilizados dispositivos auxiliares, previstos em resolução vigente do CONTRAN que trata de sinalização de trânsito
    - Pode ser precedido de sinal A-33a, indicando ao condutor que ele se encontra em área escolar



Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (2007) ...

A - 34
CRIANÇAS

- Pedestres e Ciclistas
  - Significado:
    - O sinal A-34 adverte o condutor da existência, adiante, de área adjacente utilizada para o lazer de crianças
  - Princípios de utilização:
    - Deve ser utilizado junto às áreas de recreação infantil, tais como: parques, quadras de esportes, jardins etc., quando essas forem próximas à via e desprovidas de barreira física, podendo acarretar a travessia repentina de crianças
  - Posicionamento na via
    - A placa deve ser colocada no lado direito da via
    - Em pista com sentido único de circulação, em que o posicionamento da placa à direita não apresente boas condições de visibilidade, este sinal pode ser repetido ou colocado à esquerda
  - Relacionamento com outras sinalizações:
    - Nas situações que exijam a redução de velocidade, pode ser utilizada sinalização conforme critérios estabelecidos nos Manuais de Sinalização Horizontal e Vertical de Regulamentação

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Manuais de Análise de Acidentes:
  - Qual a metodologia de análise?
  - Quais as recomendações?
  - DNER/DNIT (...): ...
    tb DERs, CETs ...
  - FHWA (2007): FHWA-SA-07-2007 ...
    tb ...
  - ...
- Análise Preliminar ...

Guia de Redução de Acidentes DNER ...

- Cap. 2 – Análise e Diagnóstico
  Solução de acidentes a partir de problemas típicos
  Cap.3 – Proposição de Melhorias
  Soluções de baixo custo – medidas típicas
- Seleção do projeto mais adequado
  - Travessias urbanas
    - Quando a rodovia atravessa uma área urbana, resultado do crescimento desordenado ao longo do eixo da rodovia
    - É comum encontrar o tráfego local misturado com o tráfego de passagem e altos volumes de pedestres e ciclistas
  - Interseções
    - Rodovias não deveriam ter interseções em nível, entretanto as rodovias brasileiras possuem muitas interseções
    - Muitas vezes as interseções ligam áreas urbanas e/ou industriais situadas em lados opostos da rodovia: conflitos de veículos trafegando pela rodovia com pedestres e ciclistas, cruzando a via ou percorrendo-a ao longo do acostamento ou meio fio

Guia de Redução de Acidentes DNER

- Dispositivos de segregação em nível
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - Nos locais onde há concentração de pedestres (áreas urbanas) sem condições adequadas para a travessia
    - Embora não seja uma medida de baixo custo, em trechos urbanos, esses dispositivos podem representar, às vezes, a única solução para uma travessia segura

Guia de Redução de Acidentes DNER ...

- Soluções de grande porte
  - Separação física de todos os fluxos, construção de vias marginais, viadutos, passarelas e passagens subterrâneas
- Soluções de baixo custo
  - Rapidez na elaboração e implantação
  - Resultado imediato
  - Índices altos de custo benefício
- Diagnóstico: Com base no conhecimento adquirido do segmento (análise dos acidentes, inspeção em campo) faz-se a identificação de medidas específicas para solucionar e/ou amenizar os problemas

Guia de Redução de Acidentes DNER ...

- Dispositivos em vias de uso compartilhado
  - Acostamentos
    - Para vias desprovidas de acostamento:
      - Baixo custo: Reduzir a velocidade com sinalização de advertência e dispositivos especiais
      - Grande porte: Construir acostamento
    - Para vias com acostamento estreito:
      - Baixo custo: Reduzir a velocidade com sinalização de advertência e dispositivos especiais
      - Grande porte: Recompor acostamento
  - Dispositivos de sinalização
    - Redutores de velocidade
      - Reduzir a velocidade dos veículos onde aumenta o fluxo de pedestres
      - Na ausência temporária de uma solução de maior porte, pode aumentar a segurança sem interromper completamente o fluxo de tráfego

Guia de Redução de Acidentes DNER ...

- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Ciclovia ou ciclofaixa
    - Fluxo de bicicleta no acostamento ou na pista
    - Separação do fluxo, de preferência com barreira física
    - A implantação de trechos de ciclovia pode reverter a tendência perigosa de utilização do acostamento pelas bicicletas
  - Canalização dos fluxos de pedestres
    - Quando há fluxo de pedestres ao longo da pista por falta de alternativa
    - Deve ser utilizada para evitar conflito entre veículos e pedestres que trafegam pelo acostamento
    - Implantação de defensa e sinalização vertical pode canalizar a travessia dispersa de pedestres para uma passarela ou outro lugar adequado

Auditoria de Segurança - FHWA (2007) …

- A incluir …
  - …
    - …

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Textos Clássicos:
  - Qual a metodologia de análise?
  - Quais as recomendações?
  - Brasil: Gold (1998): … tb …
  - Exterior: Ogden (1996): tb …
  - …
- Análise Preliminar …

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) …

- Cap. 10 – Técnicas de intervenções exixtentes
- Seleção do projeto mais adequado
  - A eleição de uma ou outra técnica depende da análise e do diagnóstico das causas dos acidentes ocorridos no local e dos recursos disponíveis para investimentos na redução de acidentes

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Dispositivos em vias de uso compartilhado
  - Canteiro:
    - Vias que possuam travessia dispersa ao longo de seu percurso
    - Vias com largura mínima de 14,0m
    - Evita movimentos indesejáveis dos veículos, como conversões e ultrapassagens
    - Largura mínima: 1,0m
  - Ilhas de refúgio:
    - A existência de brechas (espaço vazio entre dois grupos de veículos) em uma via constitui o critério para a instalação do refúgio e não de outras técnicas como o semáforo ou a passarela
    - Recomendado para vias de duplo sentido com largura superior a 12,0m
    - Locais com concentração de travessia de pedestres
    - Dispositivo relativamente barato
    - Reduz pouco a capacidade viária, mantendo o mesmo número de faixas
    - Largura mínina: 1,0m com linha de bordo, faixa de segurança de 0,30m de cada lado, entre a linha de bordo e o refúgio
    - Em refúgios espaçados: sinalização contínua entre refúgios, reforçada por tachões

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Dispositivos de sinalização
  - Semáforos
    - A implantação de semáforos para pedestres deve ser precedida de uma avaliação de critérios sobre a necessidade real de sua instalação
    - O Manual de Semáforos (CET/CONTRAN/DENATRAN. 1978) recomenda os seguintes volumes mínimos:
      - 250 pedestres por hora em ambos os sentidos da travessia
      - 600 automóveis por hora para via de sentido duplo sem divisor central
      - 1.000 veículos por hora para via com divisor central
    - Pode haver casos que requeiram a instalação de um semáforo com volumes inferiores, como o caso do volume de veículos contínuo e sem brechas (semáforo de ativação manual)
    - A localização deve ser na linha natural de travessia dos pedestres
      - Os pedestres tendem a não caminhar até uma faixa de pedestres deslocada, longe de sua travessia habitual

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Lombadas
  - Entre os dispositivos redutores de velocidade, as lombadas se revelam as mais eficazes, se implantadas com sinalização de advertência e o perfil adequado
  - Reduz tanto a velocidade média quanto a máxima
  - Em vias de alta velocidade, é imprescindível instalar tachões ou sinalizadores, para avisar aos motoristas que irão se deparar com o obstáculo
  - A sinalização de advertência deve ser implantada alguns dias antes do dispositivo
  - Deve-se pintar a lombada com sinalização de fácil visibilidade
  - A distância ideal entre lombadas é de 50 a 100 m
  - A drenagem pode ser feita através da construção de um prolongamento tipo grelha na parte superior da lombada até o meio fio, a fim de evitar por em risco a segurança dos pedestres

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Lombadas Eletrônicas
  - Principais vantagens:
    - Permite fixar a velocidade máxima desejada
    - Não prejudica a circulação de veículos de emergência
    - Pode ser autofinanciado por meio de multas
  - Principais desvantagens
    - A redução de velocidade se limita às áreas imediatamente antes e depois do dispositivo
    - Não elimina a possibilita de altas velocidades
    - Exige mais manutenção
- Radares – Pardais
  - Enquanto a lombada eletrônica é altamente visível, procura-se esconder a localização exata dos pardais, para que os motoristas mantenham as velocidades abaixo do limite permitido em toda a extensão do trecho

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Canalização dos fluxos de pedestres
    - Encaminhar os pedestres para que atravesem em locais mais seguros do que aqueles que elegeriam normalmente
    - Deve ser associada à implantação de sinalização vertical de orientação de pedestres
    - Deve ser executada em ambos os lados das vias
    - Não deve ser instalado em canteiros divisores de trânsito com largura menor que 1,50m
    - Altura recomendada: 1,10 m
    - Flexível ou rígido (aconselhável rígido)

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998) ...

- Dispositivos de segregação em nível
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - Quando se deve considerar instalar uma passarela?
      - Quando há pedestres que precisam cruzar um fluxo perigoso de veículos sem que haja uma alternativa segura,
      - Quando ocorreram atropelamentos, mesmo que a análise do fluxo de tráfego não indique que as condições de tráfego são perigosas,
    - Uma passarela deve ser usada quando não há nenhuma alternativa mais barata para proporcionar condições satisfatoriamente seguras ao movimento necessário de pedestre
    - As passagens em desnível geralmente supõem um aumento de tempo de percurso dos pedestres
      - É portanto fundamental que estejam localizadas nas trajetórias desejadas pelos pedestres

Referências Clássicas: Gold, P.A. (1998)

- Vantagens da passarela
  - Não interferem com os serviços públicos subterrâneos
  - Para os pedestres, são esteticamente mais agradáveis além de serem mais agradáveis
  - Melhor segurança pessoal
  - Mais econômicas que as passagens subetrrâneas
- Vantagens da passagem subterrânea
  - Menor desnível a ser percorrido pelo pedestre
  - Menores inconvenientes estéticos
  - Mais confortáveis em condições climatológicas adversas

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996) ...

- Cap. 14 – Vulnerable road users
- Seleção do projeto mais adequado
  - Pedestres, ciclistas e outros usuários vulneráveis requerem considerações específicas no projeto e administração do tráfego
  - No livro, são avaliados os tipos de medidas e tratamentos disponíveis para facilitar a mobilidade segura de usuários vulneráveis

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996) ...

- Dispositivos em vias de uso compartilhado
  - Ilhas de refúgio:
    - Esse dispositivo é apropriado onde travessias de pedestres são concentradas, mas os números não justificam uma passagem de pedestre
    - Deve ser desenhado para assegurar largura necessária para cadeira de rodas, carrinho de bebê, etc; com rampas dos dois lados
    - Só podem ser instalados onde a largura da via é adequada
    - Estudos em Londres (Ward, 1992) mostraram que :
      - Em locais de geração de travessia de pedestres houve redução de 60% dos acidentes
      - Próximo a interseções, instalados por questões de segurança a redução observado foi de 13%
      - Em locais onde foi instalado por outra razão que não segurança, foi observado um aumento no número de acidentes

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996) ...

- Dispositivos de sinalização
  - Semáforos
    - Deve haver algumas vezes conflitos entre capacidade de tráfego e fase de pedestres em semáforos
    - Zegeer, Opiela e Cynecki (1982) chamam atenção para que semáforos sem o estágio exclusivo de pedestres não são mais seguros que aqueles com esse estágio
    - Zegeer (1993) sugere que estágios exclusivos devem ser previstos quando:
      - O semáforo dos veículos não é visível para os pedestres
      - Quando há fases exclusivas de conversão, e dessa forma o tempo não é claro
      - Na travessia de escolas
      - Quando uma fase de pedestres para movimento em qualquer direção é providenciada

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996) ...

- Vias exclusivas ou faixas segregadas
  - Calçadas
    - Esse tipo de dispositivo de segurança é geralmente desejável, com exceção onde:
      - O fluxo de pedestres é muito baixo
      - O fluxo de veículos é muito baixo
      - Há uma política bem estabelecidada de integração entre veículos e pedestres
  - Ciclovias ou Ciclofaixas
    - Faixas exclusivas para bicicletas
      - Adequado em vias onde a velocidade exceda 80 km/h e o fluxo de tráfego exceda 3000 vei/dia (Austroads, 1993)
    - A largura da faixa varia de acordo com o número de ciclistas e o volume de tráfego (em especial caminhões)
    - Austroads (1993) sugere que:
      - 1,2 m é o mínimo admissível, embora seções de 1,0 m possam ser providencias em trechos curtos
      - Em locais onde o tráfego adjacente chega a 100 km/h deve ser 2,0 m de largura

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996)

- Canalização dos fluxos de pedestres
  - Em locais de intensa atividade de pedestres é geralmente necessário utilizar algum tipo de barreira ou cerca para controlar o movimento dos pedestres
    - Travessias indesejadas
    - Tráfego de pedestres ao longo da via
  - Estudos em Londres (Ward, 1992) mostraram redução de 27% dos acidentes onde foram instaladas cercas
    - Maior eficiência para comprimentos longos

Referências Clássicas: Ogden, K.W. (1996)

- Dispositivos de segregação em nível
  - Passarelas e passagens subterrâneas
    - São apropriadas quando há alta velocidade e/ou alto fluxo de veículos
    - Onde há atraso considerável de pedestres ou grande problema de acidentes
    - Sua eficiência depende da escolha dos pedestres em usar ou não o dispositivo
    - Pesquisa no Estados Unidos (Zegeer, 1993) mostra que:
      - 95% das pessoas usam a passarela se não há aumento no tempo de viagem
      - "Quase ninguém utiliza" quando há um aumento de 50% no tempo da viagem
    - Passagens subterrâneas são menos utilizada sque as passarelas provavelmente devido a percepção de redução de segurança

Análise Crítica

- As obras revisadas trazem informações superficiais sobre as medidas de segurança para pedestres
- Não é claro os critérios de utilização de cada medida
  - Explicitando apenas sua finalidade ou eficiência na segurança
- Medidas são tratadas em grande escala para o contexto urbano e pouco para as rodovias
- Tenta-se em geral resolver o problema, ou seja, atuar onde há um número elevado de acidentes, sendo pouco explorado na fase de projeto
- Próximo passo: Buscar essas informações em referências mais específicas de pedestres e ciclistas

2. Metodologias para seleção e projeto do tratamento mais adequado

- Trabalhos Científicos:
  - Como ponderar segurança e operação?
    Elvik ...
  - Como avaliar qualidade da operação?
    Botma ...
  - Qdo a travessia em nível é inadequada?
    Turner ...
  - Como avaliar segurança?
    Turner
    Ming ...
  - ...
- Análise Preliminar ...

Referências Principais

- AASHTO (2001) – A Policy on Geometric Design of Highways and Streets
- Ministério dos Transportes, DNER (1998) – Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo
- Gold, P.A. (1998) – Segurança de Trânsito Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes
- Ogden, K.W. (1996) – Safer Roads: A Guide to Road Safety Engeneering