CADERNO TÉCNICO PARA PROJETOS DE MOBILIDADE URBANA

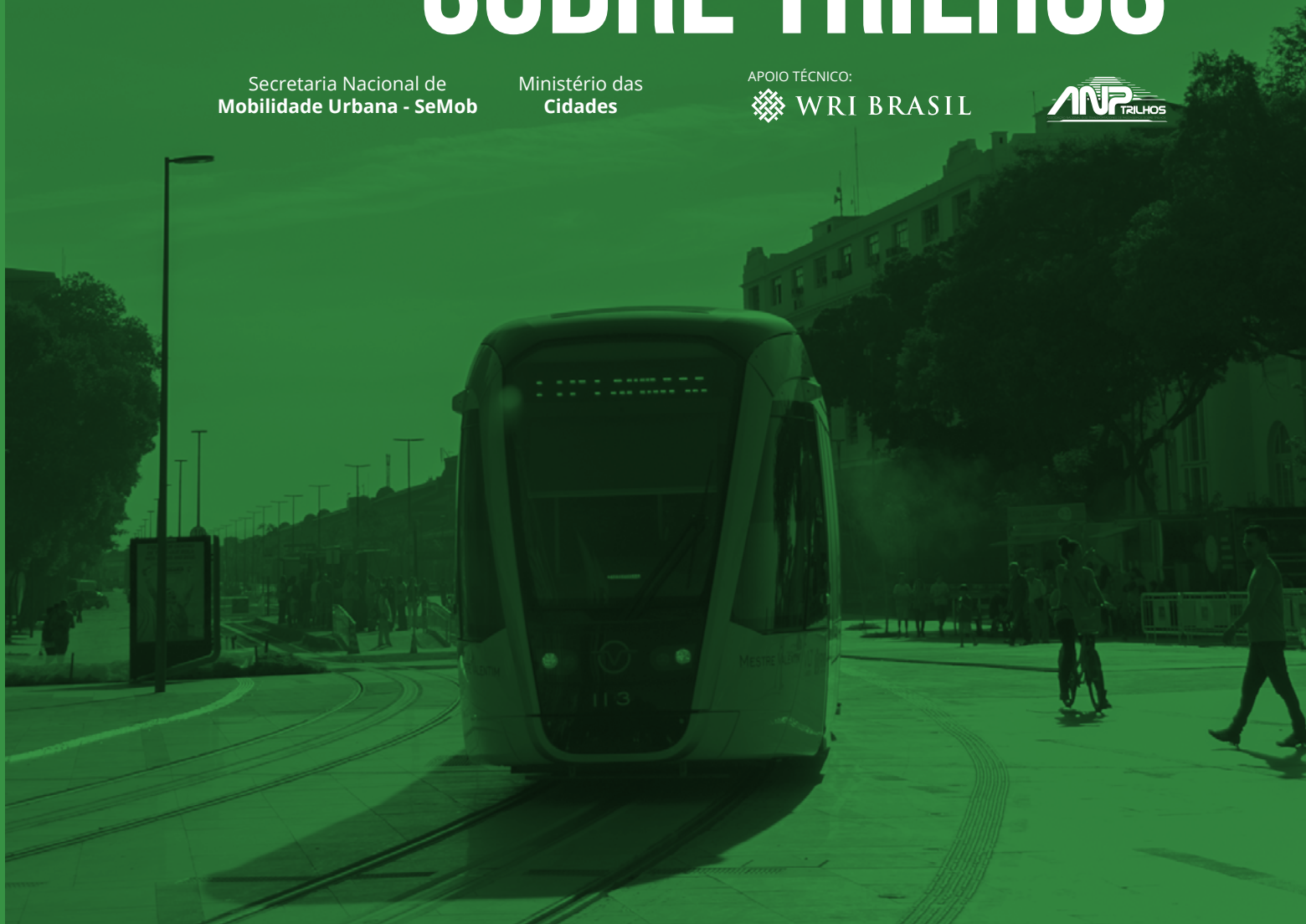
VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS

Secretaria Nacional de
Mobilidade Urbana - SeMob

Ministério das
Cidades

APOIO TÉCNICO:
WRI BRASIL

ANPTRILHOS



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República
Michel Temer

MINISTÉRIO DAS CIDADES

Ministro das Cidades
Bruno Araújo

Secretário Executivo
Luciano Oliva Patrício

SECRETARIA NACIONAL DE MOBILIDADE URBANA

Secretário Nacional de Mobilidade Urbana
José Roberto Generoso

Diretor de Planejamento e Informações
Marco Antonio Vivas Motta

Diretor de Mobilidade Urbana
Cléver Ubiratan Teixeira de Almeida

Diretor de Financiamento à Mobilidade Urbana
Gelson da Silva Mello

Equipe Técnica

Gláucia Maia de Oliveira, *Analista de Infraestrutura*

Marcos Chagas Gomes, *Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental*

Marcos Daniel Souza dos Santos, *Analista de Infraestrutura*

WRI BRASIL CIDADES SUSTENTÁVEIS

Planejamento

Luis Antonio Lindau, *Diretor*

Brenda Medeiros, *Diretora de Mobilidade Urbana*

Rejane D. Fernandes, *Diretora de Relações Estratégicas*

Coordenação

Virginia Tavares, *Analista de Mobilidade Urbana*

Equipe técnica

Ariadne Samios, *Analista de Desenvolvimento Urbano*

Guillermo Petzhold, *Especialista em Mobilidade Urbana*

Pesquisa de imagens

Mariana Gil, *Especialista de Comunicação Visual*

Luísa Schardong, *Analista de Comunicação Visual*

ANPTRILHOS

Coordenação

Conrado Grava de Souza, *Diretor de Planejamento*

Roberta Marchesi, *Superintendente*

Equipe técnica

Augusto Schein, *Conselheiro*

Cristiano Saito, *Conselheiro*

Edgard Toledo Filho, *Conselheiro*

Fernanda Adjuto, *Relações Governamentais e Institucionais*

José Eduardo Ribeiro Copello, *Conselheiro*

Ricardo Sanchez, *Conselheiro*

Projeto gráfico
Néktar Design

Dezembro 2016

O investimento em infraestrutura de mobilidade urbana possui papel fundamental na concretização dos objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Nossas cidades demandam por melhorias na infraestrutura de transporte público coletivo e transporte ativo, para isso é necessário conceber projetos alinhados com a política do setor, com as normas vigentes e que observem as recomendações técnicas.

Instrumentalizar ainda mais os gestores públicos responsáveis pelo planejamento urbano é função do Ministério. Além de fomentar os investimentos em infraestrutura de mobilidade urbana é importante também oferecer mecanismos voltados à concepção de projetos de maior qualidade e que alcancem as necessidades locais.

A coleção Cadernos Técnicos para Projetos de Mobilidade Urbana é uma iniciativa que contribui para que as cidades elejam como prioridade o transporte público coletivo e o transporte ativo e construam soluções que de fato melhorem a mobilidade urbana e a qualidade de vida da população.

Bruno Araújo
Ministro das Cidades

Rio de Janeiro, Brasil.

VEÍCULO LEVE SOBRE TRILHOS

O Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana – Veículo Leve sobre Trilhos apresenta os critérios gerais para a implantação de infraestrutura adequada – via permanente, estações, calçadas e infraestrutura cicloviária – e que garanta segurança e acessibilidade a todas as pessoas. Ao compilar normas técnicas e referências bibliográficas, o caderno oferece subsídios para a concepção, avaliação e aprovação de projetos voltados à infraestrutura qualificada de sistemas VLT.

Destinada a técnicos de órgãos públicos e projetistas que trabalham na elaboração e aprovação de projetos de transporte urbano, esta publicação integra um conjunto de três cadernos:

- Transporte Ativo
- Sistemas de Prioridade ao Ônibus
- Veículo Leve sobre Trilhos

Realizado pela Secretaria Nacional de Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades, este projeto tem o apoio técnico do WRI Brasil e da Associação Nacional dos Transportadores de Passageiros sobre Trilhos – ANPTrilhos.

Os critérios técnicos aqui definidos levam em consideração as leis e as normas vigentes no Brasil, o estado da prática e as recomendações da literatura nacional e internacional. Contribuições ao refinamento do conteúdo técnico são bem-vindas. Comentários e sugestões podem ser enviados para o e-mail cidades@wri.org, com o título “Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana”.

Berna, Suíça.

COMO UTILIZAR

Para fins da aplicação desta publicação, utiliza-se a definição de VLT dada pelo CONTRAN: veículo de mobilidade urbana para transporte coletivo de passageiros, de tração automotora ou elétrica, que se move sobre trilhos e que compartilha a mesma via, concorrendo com pedestres e outros tipos de veículos, em faixas segregadas ou não.

Para facilitar a utilização deste caderno, os critérios foram organizados em oito módulos:

- Via permanente
- Estações, pontos de parada, oficinas e pátios de estacionamento
- Calçadas
- Infraestrutura cicloviária
- Acessibilidade universal
- Segurança viária
- Tecnologias
- Contexto do projeto

Alguns módulos se repetem nos três cadernos. Desta forma um projetista ou avaliador de infraestruturas de sistemas VLT pode ter uma visão completa da integração do projeto com outros temas, como, por exemplo, segurança viária ou acessibilidade universal.

Os critérios técnicos aqui referidos são acompanhados de uma figura ilustrativa para identificação, foto de aplicação real e texto informativo sobre o conceito e sua importância.

Dentro dos critérios, alguns decorrem de exigências estabelecidas pela legislação brasileira e devem ser obrigatoriamente atendidos, outros são recomendações para a maior qualificação do projeto. Alguns critérios possuem um intervalo no qual devem estar inseridos, outros avaliam a sua aplicação ou não ao projeto. Dependendo da natureza do projeto, alguns módulos ou critérios não se aplicam.

Nas figuras ilustrativas, os textos nas cores branca e preta se referem aos critérios em si. Já os textos na cor verde, presentes em alguns casos, se referem a outros elementos que devem ser observados durante a elaboração de projetos.

Além dos módulos, o caderno conta com capítulos de glossário, referências e, no final, um apêndice contendo as tabelas com os critérios técnicos de cada um dos módulos, seu intervalo de aplicação e sua natureza (exigência legal ou recomendação).

Strasbourg, França.

MÓDULOS

1 VIA PERMANENTE P. 10

2 ESTAÇÕES, PONTOS DE PARADA, OFICINAS E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO P. 22

3 CALÇADAS P. 36

4 INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA P. 50

5 ACESSIBILIDADE UNIVERSAL P. 76

6 SEGURANÇA VIÁRIA P. 92

7 TECNOLOGIAS P. 118

8 CONTEXTO DO PROJETO P. 126

Dresden, Alemanha.

VIA PERMANENTE

Este módulo contempla as principais características de projeto geométrico de uma via permanente.

CRITÉRIOS

GERAIS

- TRILHO EMBUTIDO
- VIA SEGREGADA PARA O VLT OU COMPARTILHADA APENAS COM TRANSPORTE ATIVO
- REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS NO TRAÇADO DA VIA
- MULTIDUTOS

PROJETO GEOMÉTRICO

- BITOLA
- LARGURA
  - Via singela
  - Via dupla
- RAIO DE CURVA
  - Ao longo da via
  - Nos pátios de estacionamento
- GREIDE
  - Ao longo da via
  - Nos pátios de estacionamento
  - Nas estações
- LIMITE DE VELOCIDADE

Via compartilhada entre VLT e transporte ativo. Amsterdã, Holanda.

GERAIS

TRILHO EMBUTIDO

• O trilho embutido permite o cruzamento com as vias de tráfego misto, além de facilitar a travessia de pedestres.

• O revestimento da superfície pode variar. As opções comumente utilizadas são: grama, concreto, asfalto e bloco intertravado de concreto. Grama favorece a permeabilidade do solo, mas requer manutenção com maior frequência que as demais. Em cruzamentos do VLT com o tráfego misto, é importante que o revestimento seja resistente de forma a suportar o fluxo de todos os veículos.

VIA SEGREGADA PARA O VLT OU COMPARTILHADA APENAS COM TRANSPORTE ATIVO

• A via do VLT pode ser separada fisicamente por meios-fios, barreiras, tachões, ou desníveis em relação ao tráfego misto. Porém é importante compatibilizar separações com travessias de veículos e pedestres. A altura da segregação deve ser suficiente a fim de impedir a invasão da via permanente por outros veículos.

• No caso de vias estreitas ou de locais onde não se pretende segregar fisicamente, recomenda-se que o VLT seja compartilhado somente com transporte ativo.

Material de apoio:

TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS NO TRAÇADO DA VIA

• A tubulação longitudinal de serviços – telefonia, iluminação, óleo, gás, água, esgoto, etc. – deve ser remanejada, pois não pode coincidir com o traçado da via permanente devido à necessidade de fácil acesso para execução de serviços de manutenção.

• Cruzamentos transversais devem estar de acordo com normas técnicas específicas quanto a profundidades, alturas mínimas e métodos construtivos.

MULTIDUTOS

• O projeto da via permanente deve considerar a alocação dos multidutos, que servem de caminho para os cabos de energia e sistemas necessários ao funcionamento do VLT*.

**Ver mais em Tecnologias.*

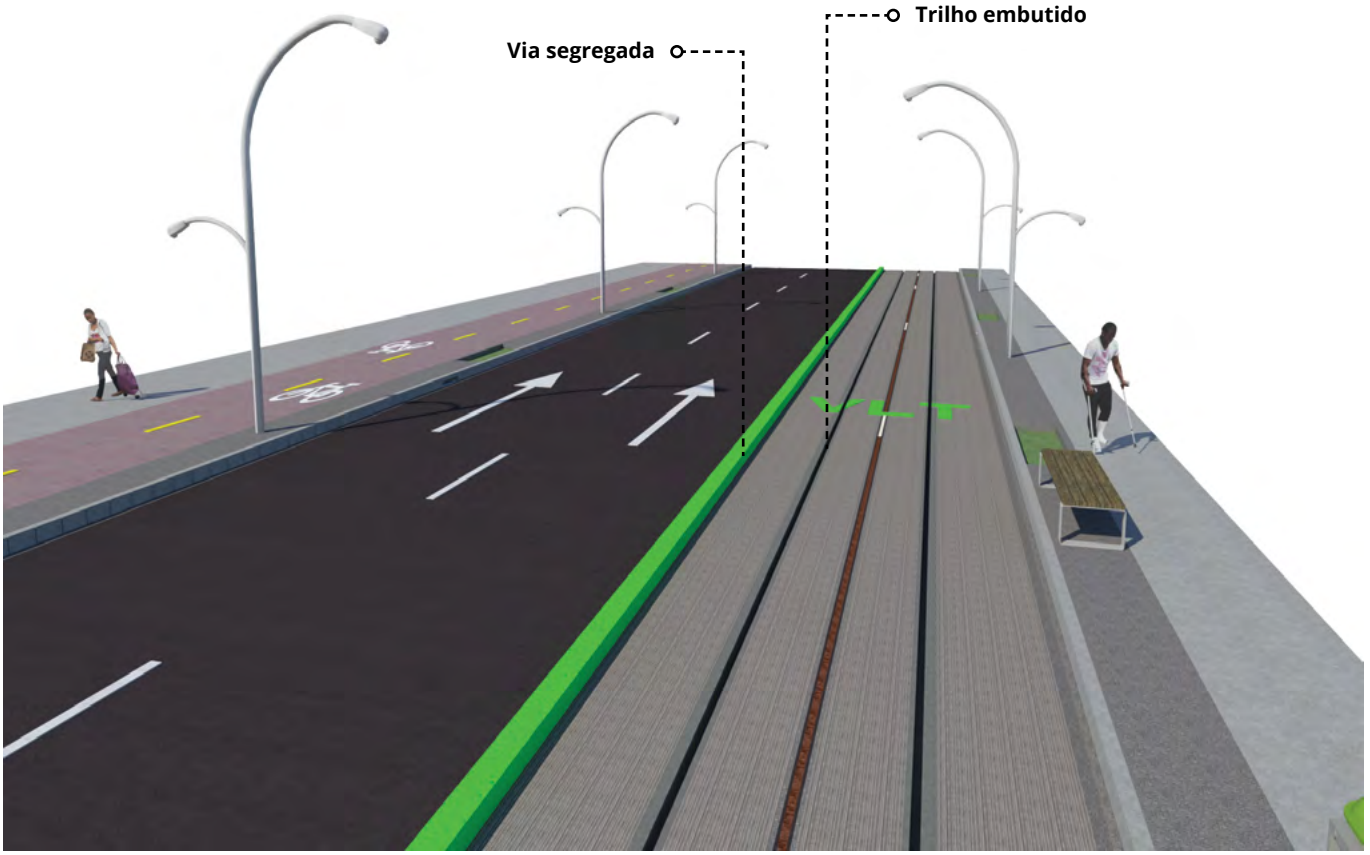
Material de apoio:

ABNT (2005a) NBR 14039: instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV

ABNT (2008b) NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

VLT com via segregada, trilho embutido e revestimento em grama. Reims, França.


Via segregada
Trilho embutido

Via singela do VLT. Rio de Janeiro, Brasil.

PROJETO GEOMÉTRICO

BITOLA

- A bitola tradicionalmente utilizada em sistemas VLT é a padrão de 1,435 m.

LARGURA

- A largura da via permanente deve ser de, no mínimo, 3,15 m para **via singela** e de, no mínimo, 6,50 m para **via dupla**.

- A largura da via precisa ser compatível com a largura do veículo, seu gabarito dinâmico, as sinalizações viária e ferroviária e com o poste da catenária (se ela for a forma de alimentação elétrica do sistema).

- Devido ao gabarito dinâmico do veículo, devem-se adotar larguras maiores nas curvas.

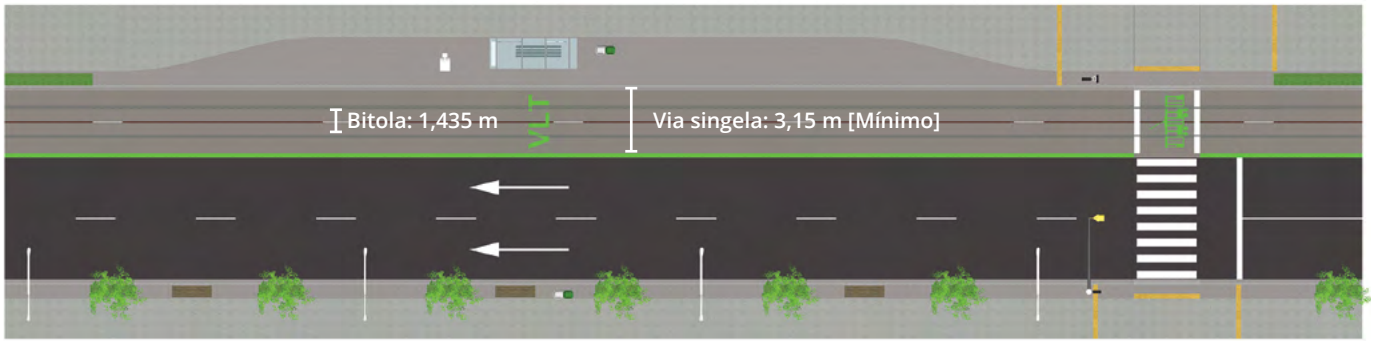
- Em caso de via dupla, também é necessário considerar a instalação de aparelhos de mudança de via ao longo do percurso que possibilitem ao VLT desviar para o trilho adjacente.

Material de apoio:

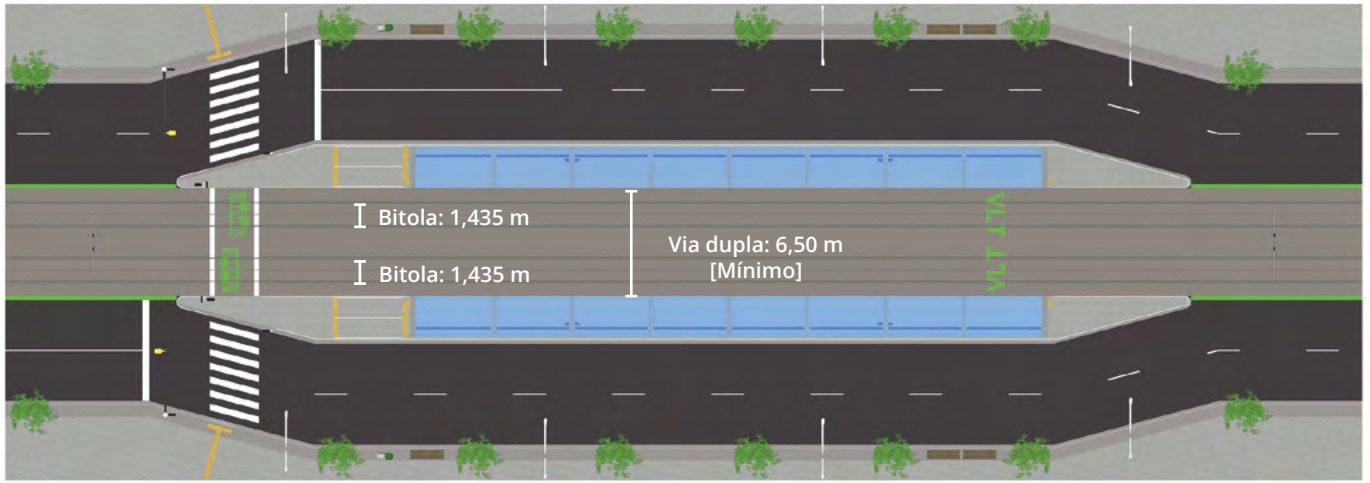
TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

Largura da via singela e bitola



Largura da via dupla e bitola



RAIO DE CURVA

Material de apoio:

TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

• Está diretamente associado às condicionantes urbanas, à velocidade de projeto e às características físicas do veículo. Esses devem ser os fatores preponderantes para o cálculo do raio de curva.

• Referências indicam raio de curva mínimo de 30 m ao **longo da via** e de 20 m para o **pátio de estacionamento**.

• É importante que o raio de curva garanta a estabilidade do veículo e o conforto dos passageiros.

VLT realizando o raio de curva. Rio de Janeiro, Brasil.

30 m [Mínimo ao longo da via]
20 m [Mínimo em pátio de estacionamento]

VLT em via inclinada.
Seattle, Estados Unidos.

GREIDE

- É limitado pelo sistema de propulsão e frenagem do veículo e tende a ser de, no máximo, 7% ao **longo da via**.

- Para as **estações e pátios**, recomenda-se que o greide seja zero. Caso estações necessitem estar localizadas em áreas com inclinação, recomenda-se que o greide não ultrapasse 1%.

LIMITE DE VELOCIDADE

- A composição não deve superar a velocidade de 50 km/h, a fim de atender as recomendações de segurança viária para áreas urbanas.

Material de apoio:

EMBARQ Brasil (2015) Impactos da Redução dos Limites de Velocidade em Áreas Urbanas

TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit

7% [Máximo ao longo da via]
1% [Máximo em estações e pátios de estacionamento]

Rio de Janeiro, Brasil

ESTAÇÕES, PONTOS DE PARADA, OFICINAS E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO

Este módulo aborda características e componentes que devem estar presentes em projetos de estações, pontos de parada, oficinas e pátios de estacionamento de sistemas VLT.

CRITÉRIOS

GERAIS

- QUALIFICAÇÃO DO ENTORNO
- ÁREA DE EMBARQUE, DESEMBARQUE E CIRCULAÇÃO LIVRE DE OBSTÁCULOS
- INFRAESTRUTURA ADEQUADA A PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA
- PREVISÃO DE ATERRAMENTO ELÉTRICO
- ALTURA DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE
- MOBILIÁRIO URBANO
  - Abrigo contra intempéries
  - Assento ou banco semissentado
  - Lixeira
  - Iluminação
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS

PONTOS DE PARADA

- LARGURA

ESTAÇÕES

- LARGURA
  - Estação unidirecional
  - Estação bidirecional

OFICINAS DE MANUTENÇÃO E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO

- *LAYOUT* DA OFICINA
- EQUIPAMENTOS DE PÁTIO

Qualificação do entorno de sistema VLT. Montpellier, França.

GERAIS

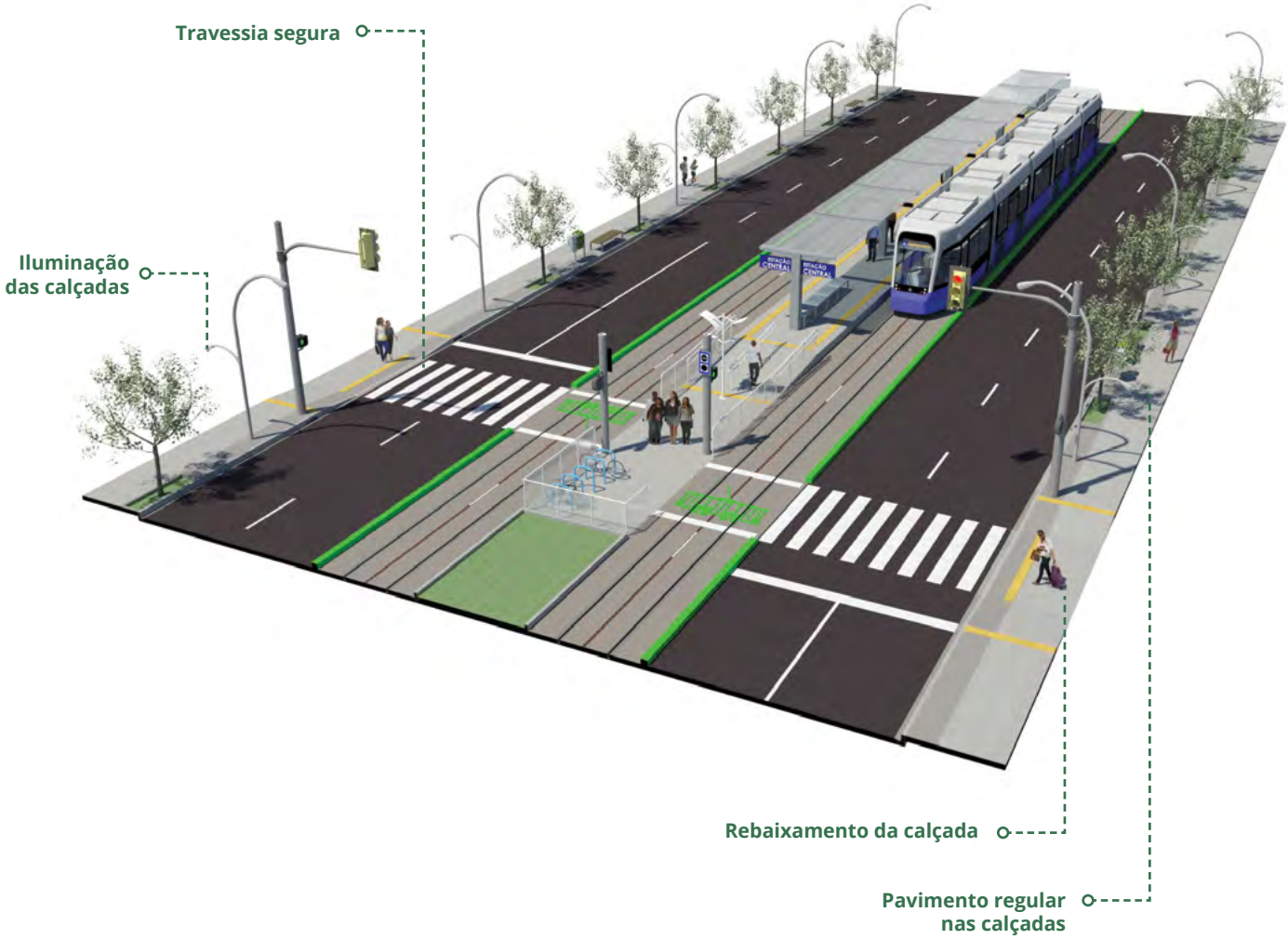
QUALIFICAÇÃO DO ENTORNO

• Um bom projeto de sistema VLT deve prever travessias seguras que conduzam às estações e aos pontos de parada, boa qualidade do pavimento, iluminação das calçadas e acessibilidade universal*.

**Ver mais em Acessibilidade universal e Segurança viária.*

Material de apoio:

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual


Travessia segura
Iluminação das calçadas
Rebaixamento da calçada
Pavimento regular nas calçadas

ÁREA DE EMBARQUE, DESEMBARQUE E CIRCULAÇÃO LIVRE DE OBSTÁCULOS

• A área correspondente ao embarque, desembarque e circulação de passageiros deve estar livre de obstáculos que interfiram na circulação das pessoas, inclusive daquelas com mobilidade reduzida.

INFRAESTRUTURA ADEQUADA A PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA

• É fundamental que as estações e pontos de parada tenham infraestrutura adequada a pessoas com mobilidade reduzida. Para isso, deve-se garantir que o piso tátil, as rampas e o guarda-corpo estejam em conformidade com a norma de acessibilidade*.

**Ver mais em Acessibilidade universal.*

Infraestrutura adequada a pessoas com mobilidade reduzida. Rio de Janeiro, Brasil.

Material de apoio:

ABNT (2005b) NBR 14021: transporte - acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual

PREVISÃO DE ATERRAMENTO ELÉTRICO

• Para garantir a segurança das pessoas, o projeto deve prever o aterramento elétrico das estações e pontos de parada.

ALTURA DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE

• O nivelamento entre a plataforma de embarque e desembarque e o piso do veículo proporciona maior rapidez ao sistema e possibilita a eliminação dos degraus, que constituem um grande empecilho para pessoas com mobilidade reduzida.

• Dependendo do material rodante utilizado no sistema, as plataformas de embarque e desembarque devem ter entre 25 e 35 cm (em relação ao topo do trilho) de forma a propiciar o embarque em nível.

MOBILIÁRIO URBANO

• O mobiliário a ser implementado em terminais, estações e pontos de parada deve conter, no mínimo, **abrigo contra intempéries, assentos ou bancos semissentados, lixeiras e iluminação**.

Material de apoio:

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual

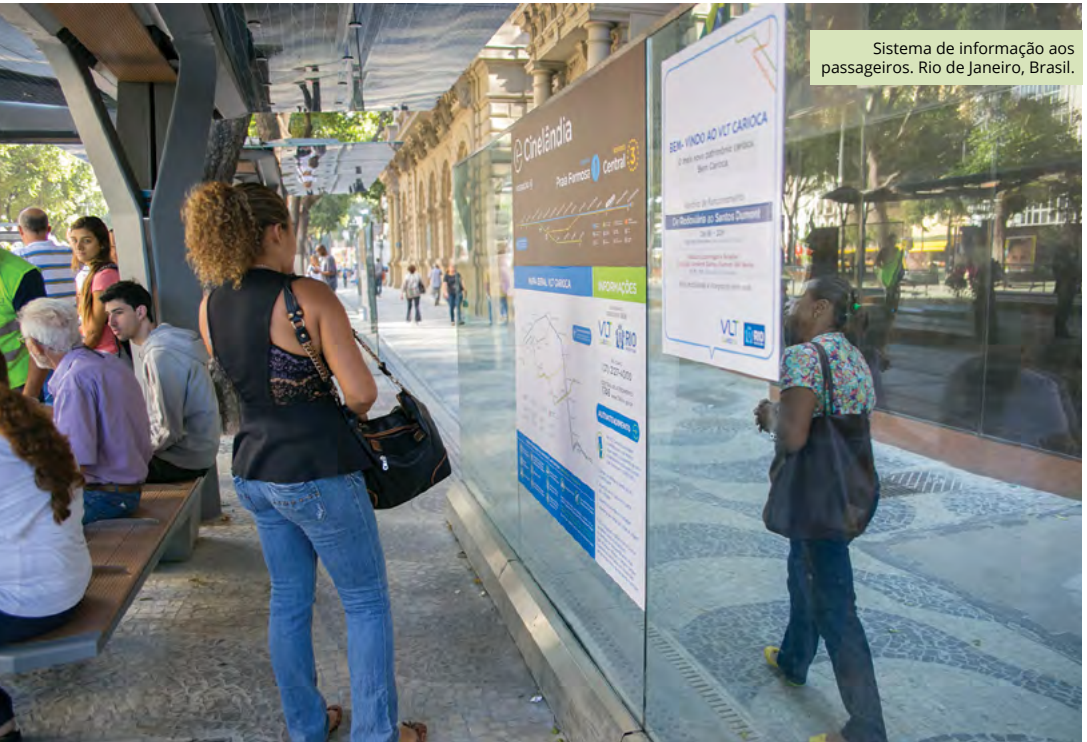
SISTEMA DE INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS

• Sistemas de informação aos passageiros auxiliam na compreensão do funcionamento do serviço de transporte. Estações e pontos de parada devem contar com um sistema de informação que pode ser estático ou dinâmico.

• O sistema estático garante informação de forma simples e direta. Exemplos incluem: mapas do terminal e do entorno acessível por caminhada, tabelas horárias, tabelas de frequência e itinerários das linhas contextualizados nos pontos de interesse da cidade.

• O sistema dinâmico de informação contempla desde painéis eletrônicos até aplicativos *on-line*. Informações em tempo real usualmente contemplam os horários de chegada dos próximos veículos e destinos, bem como avisos sobre interrupção no sistema.

• É importante que também haja informações em outros locais, como dentro dos próprios veículos e em um *site* institucional do órgão público responsável pela gestão do sistema de transportes.



Sistema de informação aos passageiros. Rio de Janeiro, Brasil.

Material de apoio:

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual

Ponto de parada . Portland, Estados Unidos.

PONTOS DE PARADA

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

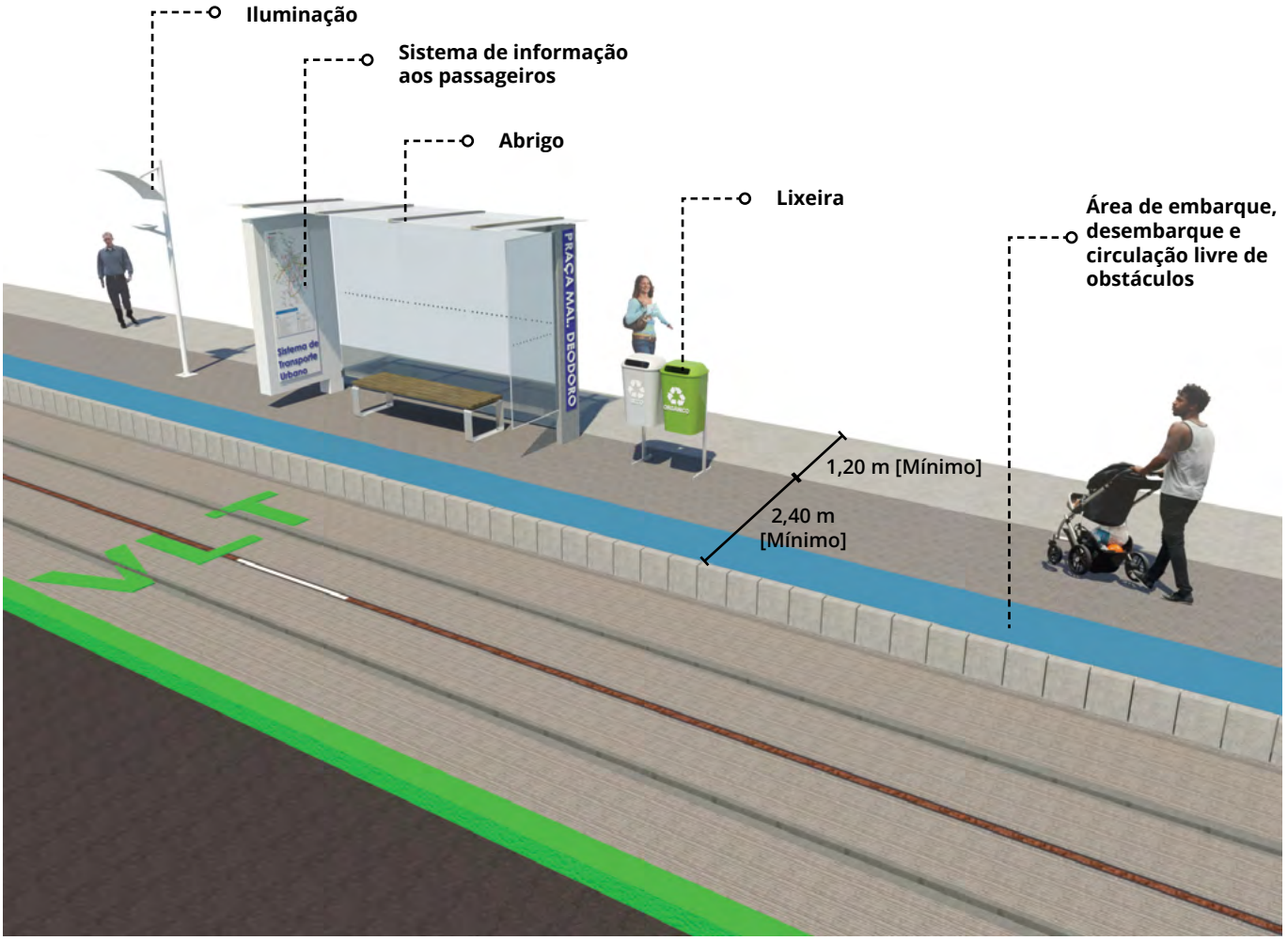
TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual

LARGURA

- Os pontos de parada devem ter largura mínima de 2,40 m, sendo 1,20 m destinado à instalação do abrigo e 1,20 m de espaço para o embarque e desembarque de passageiros, bem como para a projeção da cobertura do abrigo.

- É necessário garantir 1,20 m de largura da faixa livre para circulação atrás dos pontos de parada*.

** Ver mais em Calçadas.*


Iluminação
Sistema de informação aos passageiros
Abrigo
Lixeira
Área de embarque, desembarque e circulação livre de obstáculos
1,20 m [Mínimo]
2,40 m [Mínimo]
VLT
Sistema de Transporte Urbano
PRAÇA MAL. DEODORO

Estação unidirecional.
Reims, França.

ESTAÇÕES

LARGURA

- Recomenda-se que as **estações unidirecionais** tenham largura mínima de 2,65 m, para garantir a instalação do mobiliário e a circulação dos passageiros.

- Em **estações bidirecionais**, recomenda-se que a largura mínima seja de 3,45 m. Além das instalações, essa largura considera a circulação dos passageiros no interior da estação, prevendo espaço para que pessoas esperem por sua linha enquanto outras embarcam e desembarcam.

- Deve-se ressaltar que a largura dos pontos de paradas e estações está diretamente associada à circulação e à acomodação de pessoas na hora-pico, e esse deve ser o fator preponderante no dimensionamento. Métodos de dimensionamento de estações encontram-se no material de apoio.

- Além disso, as plataformas das estações e pontos de parada devem ser compatíveis com o comprimento do veículo*.

**Ver mais em Contexto do projeto.*

Material de apoio:

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

2,65 m [Mínimo]

SENTIDO BAIRRO
5 MINUTOS
SENTIDO CENTRO
2 MINUTOS
3,45 m
[Mínimo]

Santos, Brasil.

OFICINAS DE MANUTENÇÃO E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO

LAYOUT DE OFICINA

- O *layout* das oficinas de manutenção deve contemplar vias de manutenção pesada (via com fossa e via com passarela), constituição, reconstrução, montagem, reparação e renovação de equipamentos, ferramentas e utensílios da via permanente.

EQUIPAMENTOS DE PÁTIO

- Contemplam as vias para estacionamento das composições que não estejam circulando e para os veículos de manutenção, as instalações para limpeza diária interna dos carros, lavagem externa mecanizada, sopragem dos carros, bem como as vias para testes dinâmicos.
- É necessário considerar a disponibilidade de espaço para localização do pátio. Ele deve ter posição facilitada em relação à linha a fim de facilitar a injeção de trens e a tomada de serviço dos condutores.

Pátio de estacionamento. Viena, Áustria.

Material de apoio:

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology

Rio de Janeiro, Brasil.

CALÇADAS

Este módulo contempla as principais características para a qualificação de calçadas em projetos de sistemas VLT.

CRITÉRIOS

DIMENSIONAMENTO DE CALÇADAS

- LARGURA
  - Faixa de serviço
  - Faixa livre
  - Faixa de transição

QUALIFICAÇÃO DE CALÇADAS

- PAVIMENTO
- INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM
- ILUMINAÇÃO DEDICADA
- CONFORTO CLIMÁTICO
  - Vegetação
- MOBILIÁRIO URBANO
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO
- CONTINUIDADE DA CALÇADA
  - Desníveis que não necessitam tratamento especial
  - Desníveis tratados como rampa com 50% de inclinação máxima

DIMENSIONAMENTO DE CALÇADAS

LARGURA

• Na **faixa de serviço** (ou de mobiliário), adjacente ao meio-fio, devem estar localizados o mobiliário urbano (pontos de parada do transporte coletivo, vasos, caixas de correio, bancas de revista, etc.), os postes de luz, a sinalização vertical, as tampas de inspeção e a vegetação. A largura mínima para a faixa de serviço deve ser de 0,70 m, excluindo a dimensão do meio-fio.

• A **faixa livre** (ou passeio), dedicada à circulação exclusiva de pedestres, deve medir, pelo menos, 1,20 m (recomendável um mínimo de 1,50 m) e ser desobstruída e isenta de interferências e obstáculos que reduzam sua largura e dificultem o fluxo de pessoas. Para melhor organização visual, é recomendável que seja destacada visualmente, em termos de cores e texturas, em relação às demais faixas.

• A faixa livre deve ser dimensionada de forma a oferecer um bom nível de serviço aos usuários. Desse modo, deve-se considerar a quantidade de pessoas que utilizam a calçada. A tabela indica as larguras de faixa livre adequadas para diferentes capacidades (fluxos máximos de pedestres).

Largura mínima da faixa livre [m]	Capacidade [pedestres por hora]	
	Em um sentido	Em ambos os sentidos
1,50	1220	800
2	2400	1600
2,50	3600	2400
3	4800	3200
4	6000	4000

Material de apoio:

AASHTO (2010) Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras

METROPLAN (2012) Caderno de Soluções Padronizadas

TRB (2010) Highway Capacity Manual

• A **faixa de transição** (ou de acesso) localiza-se entre a faixa livre e a testada da edificação ou lote, possibilitando a transição principalmente em áreas de recuo pequeno ou inexistente e em locais de comércio e serviços. Eventualmente pode ser usada para alocar alguns elementos de mobiliário temporário, como mesas e cadeiras, anúncios, entre outros. A largura mínima recomendada é de 0,45 m.

**Ver mais em Contexto do projeto.*

• Nos casos em que a calçada de vias consolidadas não apresentarem as larguras mínimas exigidas, deve-se buscar o redimensionamento das faixas de rolamento*.

• Em casos de VLT com catenária, deve-se atentar para a largura total da calçada, visto que podem existir exigências do Corpo de Bombeiros em relação à distância entre o fio de contato e as fachadas dos imóveis.

Calçada com as três faixas caracterizadas. Porto Alegre, Brasil.

Faixa de serviço:
0,70 m [Mínimo]
Faixa livre:
1,20 m [Mínimo]
Faixa de transição:
0,45 m [Mínimo]

Qualificação de calçadas. Santarém, Brasil.

QUALIFICAÇÃO DE CALÇADAS

PAVIMENTO

• O pavimento deve oferecer condições adequadas para os pedestres. O material deve ser regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição. As faixas livre e de transição devem possuir revestimentos uniformes e contínuos, como concreto moldado *in loco*, concreto permeável, asfalto, ladrilho hidráulico e blocos intertravados. Deve ser observada a manutenção necessária na escolha do pavimento. Faixas de serviço, além desses tipos de pavimento, podem ter cobertura vegetal.

• A estabilidade do pavimento das calçadas é importante para garantir a segurança do pedestre e também para evitar que elementos de construção se soltem e se desloquem para os trilhos, causando risco de descarrilamento do veículo.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

DOT-NY (2015) Street Design Manual

INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM

• A calçada deve possuir inclinação transversal para garantir a drenagem e evitar poças de água. A faixa livre deve ter declividade transversal máxima de 3% para que usuários possam transitar com conforto.

• As faixas de serviço e transição podem ter declividade transversal distinta, conforme necessidades de acesso, como rampas de garagens nas faixas de serviço e compatibilidade com a entrada de edificações na faixa de transição.

• O escoamento da água pode ser direcionado para jardins de chuva, instalados junto à faixa de serviço da calçada, o que permite maior absorção da água pelo solo, atenuando o volume escoado para o sistema de drenagem pluvial.

Jardim de chuva. Portland, Estados Unidos.

Material de apoio:

ABCP e FCTH (2013) Projeto Técnico: jardins de chuva

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

DOT-NY (2015) Street Design Manual

ILUMINAÇÃO DEDICADA

Material de apoio:

ABNT (2012a) NBR 15129: luminárias para iluminação pública

ABNT (2012b) NBR 5101: iluminação pública

DOT-NY (2015) Street Design Manual

• Além de aumentar a segurança pública, uma boa iluminação facilita a movimentação, a orientação e a identificação de obstáculos pelos pedestres.

• Deve-se projetar a iluminação priorizando as necessidades dos pedestres, e não as do tráfego veicular.

• O projeto deve evitar que a vegetação encubra a iluminação das calçadas. Maiores diretrizes podem ser encontradas nos materiais de apoio.

Calçada com pavimento adequado, iluminação dedicada e vegetação. Salvador, Brasil.

CONFORTO CLIMÁTICO

• Recomenda-se que o projeto de calçadas contemple áreas para **vegetação**, visto que elas tornam o ambiente mais agradável visualmente e promovem o conforto climático local. Deve-se atentar para as potenciais dimensões da vegetação escolhida e sua manutenção, levando em conta que a altura mínima livre de obstruções aéreas na faixa livre é de 2,10 m. Além disso, o tipo de vegetação escolhido deve ter raízes que não danifiquem o pavimento das calçadas, e seus galhos não devem invadir o gabarito do VLT.

• Deve ser dada preferência para a utilização de materiais de cor clara para o revestimento das calçadas. Essa medida também auxilia no conforto climático, refletindo a luz solar e evitando a formação de ilhas de calor.

MOBILIÁRIO URBANO

• O mobiliário urbano deve estar localizado unicamente na faixa de serviço, de forma a não obstruir o percurso dos pedestres. É importante que a faixa de serviço conte com lixeiras e bancos.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

DOT-NY (2015) Street Design Manual

TfL (2007) A Prototype Wayfinding System for London

SISTEMA DE INFORMAÇÃO

• Recomenda-se a adoção de um sistema dedicado de informação para orientar os pedestres quanto à sua localização no ambiente urbano.

• Informações em pontos estratégicos, como ruas com intenso fluxo de pedestres e terminais de transporte, podem incluir, por exemplo, destinos e serviços disponíveis em um raio de 15 minutos de caminhada, mostrando as rotas mais apropriadas para acessá-los.

• O sistema de informação pode utilizar, por exemplo, placas e totens com setas indicativas de sentido, mapas, fotos e tempos de caminhada. Informações por meios digitais também são muito úteis na orientação aos pedestres.

Sistema de informação para pedestres. Rio de Janeiro, Brasil.

Material de apoio:

DOT-NY (2015) Street Design Manual

TfL (2007) A Prototype Wayfinding System for London

Conforto climático
Mobiliário urbano
Sistema de informação

CONTINUIDADE DA CALÇADA

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível

• Calçadas não podem ter degraus e devem acompanhar a declividade do leito carroçável. Eventuais **desníveis longitudinais com até 5 mm de altura não necessitam de tratamento especial**. Para garantir a continuidade da calçada, **desníveis entre 5 e 20 mm devem ser tratados como rampa, admitindo-se inclinação máxima de 50%**. Desníveis acima de 20 mm são considerados degraus e devem atender às instruções da norma técnica de acessibilidade*.

• As calçadas devem formar uma rede contínua para os pedestres, incentivando as viagens a pé e contribuindo para deslocamentos ativos.

**Ver mais em Acessibilidade universal.*

Antes

Depois

Requalificação de calçada para viabilizar a continuidade e priorizar o pedestre. São Paulo, Brasil.

Salvador, Brasil.

Rio de Janeiro, Brasil.

INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

Este módulo apresenta as principais características para a implantação de uma infraestrutura cicloviária qualificada e integrada com o sistema VLT.

CRITÉRIOS

NÍVEL DE SEGREGAÇÃO

- CICLOVIA EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA IGUAL OU SUPERIOR A 60 KM/H

CICLOVIAS E CICLOFAIXAS

- LARGURA
  - Ciclovia/ciclofaixa unidirecional
  - Ciclovia/ciclofaixa bidirecional
- DISTÂNCIA ENTRE LINHAS DE RETENÇÃO NOS CRUZAMENTOS RODOCICLOVIÁRIOS
- MARCAÇÃO DE CRUZAMENTOS RODOCICLOVIÁRIOS
- CONTINUIDADE JUNTO AOS PONTOS DE PARADA
- INTEGRAÇÃO COM O TRANSPORTE COLETIVO

CICLORROTAS

- SINALIZAÇÃO HORIZONTAL
- LIMITE DE VELOCIDADE

QUALIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

- PAVIMENTO
- INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM
- ILUMINAÇÃO DEDICADA
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO

ESTACIONAMENTO DE BICICLETAS

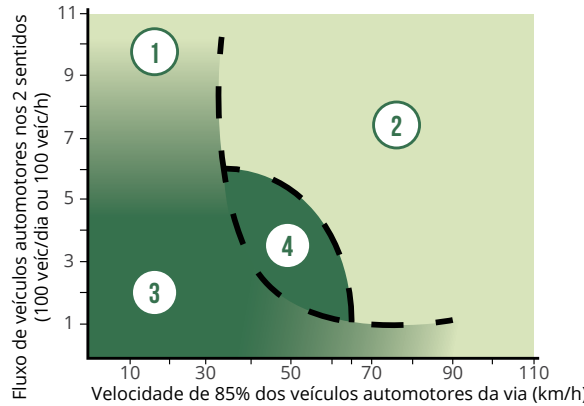
- PRESENÇA DE PARACICLOS E BICICLETÁRIOS
  - Nos terminais
  - Nas estações e pontos de parada
- DIMENSÕES DO PARACICLO
  - Diâmetro
  - Altura
  - Largura
- DIMENSÕES PARA INSTALAÇÃO
  - Distância entre paraciclos instalados paralelamente
  - Distância do meio-fio para paraciclos instalados paralelamente
  - Distância entre paraciclos instalados em linha
  - Distância do meio-fio para paraciclos instalados em linha

NÍVEL DE SEGREGAÇÃO

CICLOVIA EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA IGUAL OU SUPERIOR A 60 KM/H

• A adoção de ciclovias ou ciclofaixas depende da velocidade e do fluxo de veículos motorizados. O gráfico indica o nível de segregação que deve ser adotado para que a infraestrutura cicloviária seja compatível com as características da via.

• Em vias com velocidade máxima superior a 60 km/h, salvo em casos de fluxo de veículos muito baixo, devem ser adotadas ciclovias.



1. **Vias congestionadas:** inapropriadas para tráfego de ciclistas. O ideal é incentivar a escolha por vias adjacentes com menor fluxo de veículos motorizados.

2. **Ciclovias:** estrutura recomendada para vias com velocidades veiculares elevadas, onde é inapropriada a utilização da bicicleta junto à faixa de rolamento. É fisicamente segregada da via.

3. **Vias compartilhadas:** locais sem segregação, onde o ciclista compartilha a via com outros modos de transporte.

4. **Ciclofaixas:** estrutura demarcada por pintura e/ou elementos de baixa segregação, como tachões. Deve-se fiscalizar para garantir que veículos motorizados não estacionem sobre elas.

Material de apoio:

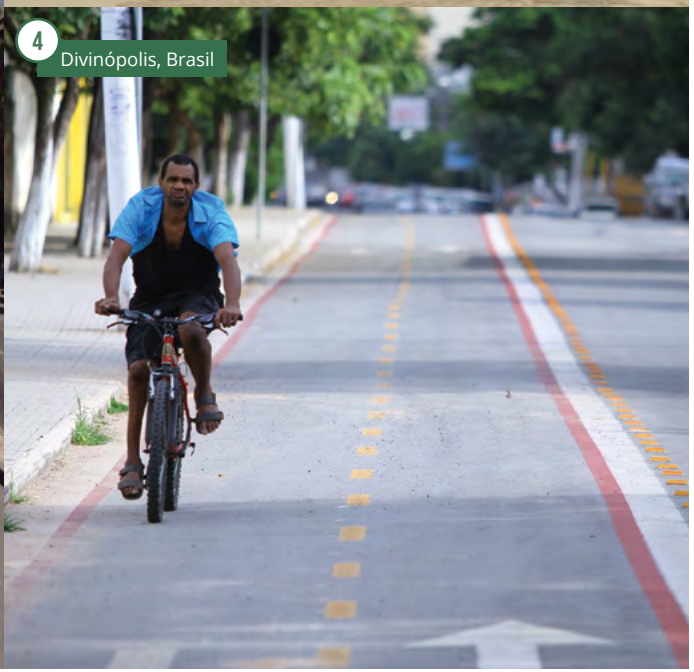
EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

Transport Scotland (2011) Cycling by Design 2010

1
São Paulo, Brasil

3
Rio de Janeiro, Brasil

2
Rio de Janeiro, Brasil


4
Divinópolis, Brasil

Ciclovia bidirecional. São Paulo, Brasil.

CICLOVIAS E CICLOFAIXAS

LARGURA

- As **ciclovias** e **ciclofaixas unidirecionais** devem ter largura mínima de 1,20 m. Já as **ciclovias** e **ciclofaixas bidirecionais** devem ter largura mínima de 2,50 m. Essas medidas consideram exclusivamente a largura para a movimentação de ciclistas, não considerando a segregação física (tachões e/ou pintura) nem a sarjeta da via.

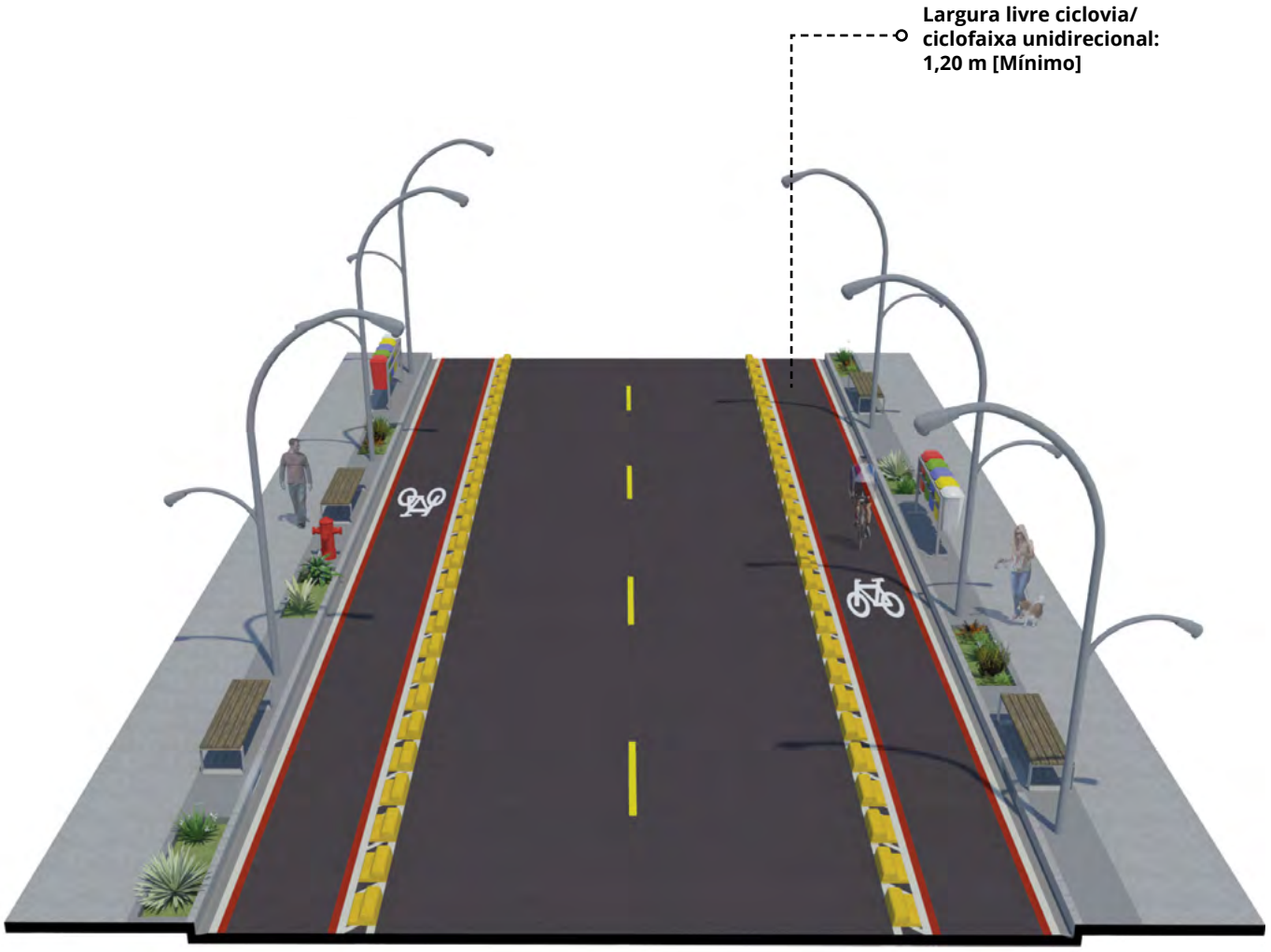
- Uma bicicleta em movimento requer uma largura média de 1 m. No entanto é importante que a infraestrutura dedicada leve em consideração uma folga de 10 cm de cada lado.

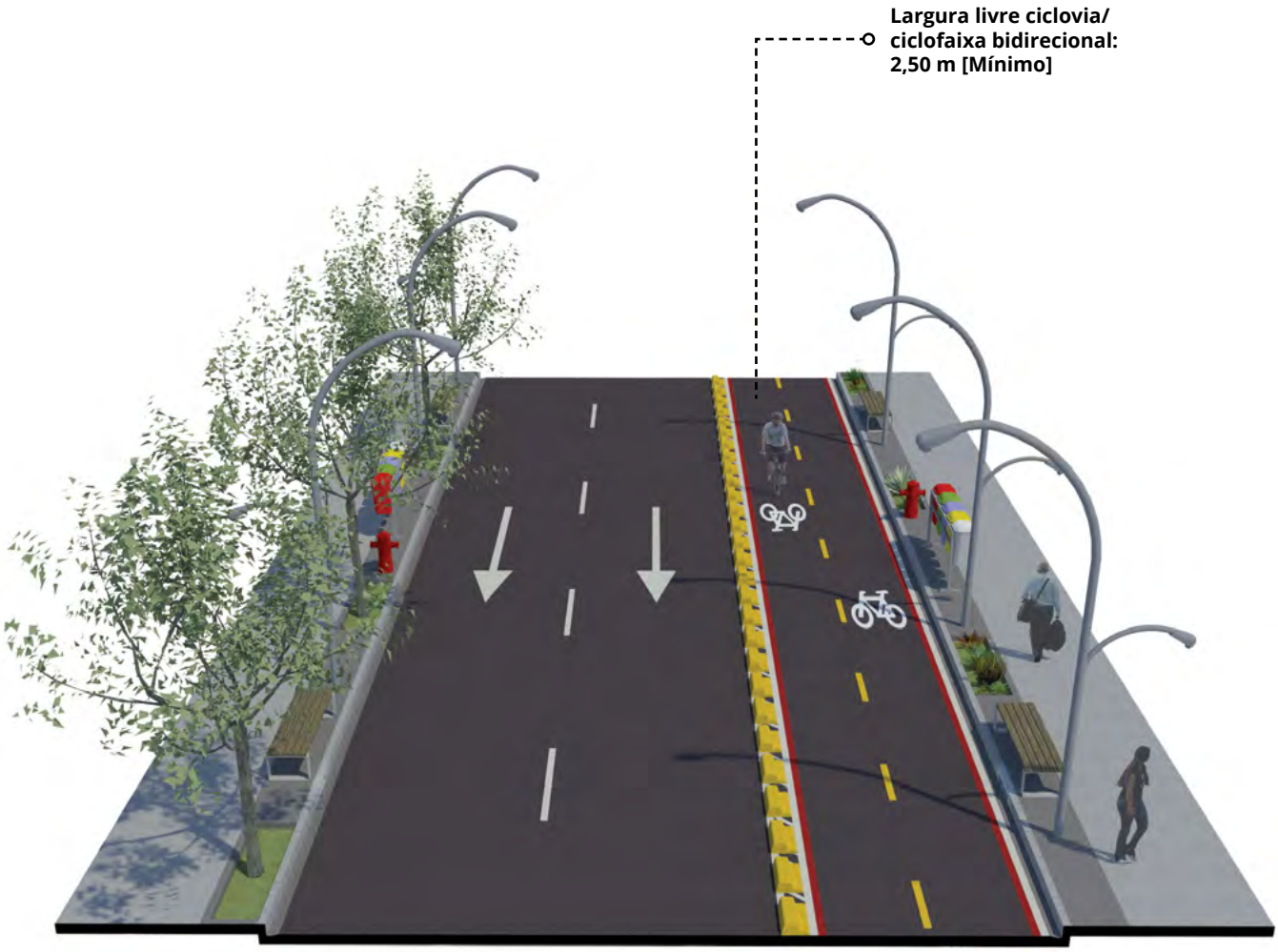
- Ciclovias e ciclofaixas unidirecionais são preferíveis, uma vez que proporcionam uma circulação de ciclistas no mesmo fluxo dos demais veículos e, consequentemente, movimentos mais previsíveis pelos outros usuários da via; essas ações diminuem a possibilidade de colisões e atropelamentos nas interseções.

Material de apoio:

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades


Largura livre ciclovia/
ciclofaixa unidirecional:
1,20 m [Mínimo]


Largura livre ciclovia/
ciclofaixa bidirecional:
2,50 m [Mínimo]

DISTÂNCIA ENTRE LINHAS DE RETENÇÃO NOS CRUZAMENTOS RODOCICLOVIÁRIOS

• A linha de retenção para veículos motorizados deve ser implantada 5 m antes da linha de retenção para bicicletas nos cruzamentos rodocicloviários. Essa medida permite que os condutores tenham uma visão mais ampla da interseção, fato especialmente importante para os veículos que fazem a conversão.

Distância entre as linhas de retenção da ciclovia e das faixas de tráfego motorizado. Porto Alegre, Brasil.

Material de apoio:

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

City of Copenhagen (2014) Focus on Cycling

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

METROPLAN (2012) Caderno de Soluções Padronizadas

NACTO (2012b) Urban Bikeway Design Guide

Material de apoio:

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

City of Copenhagen (2014) Focus on Cycling

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

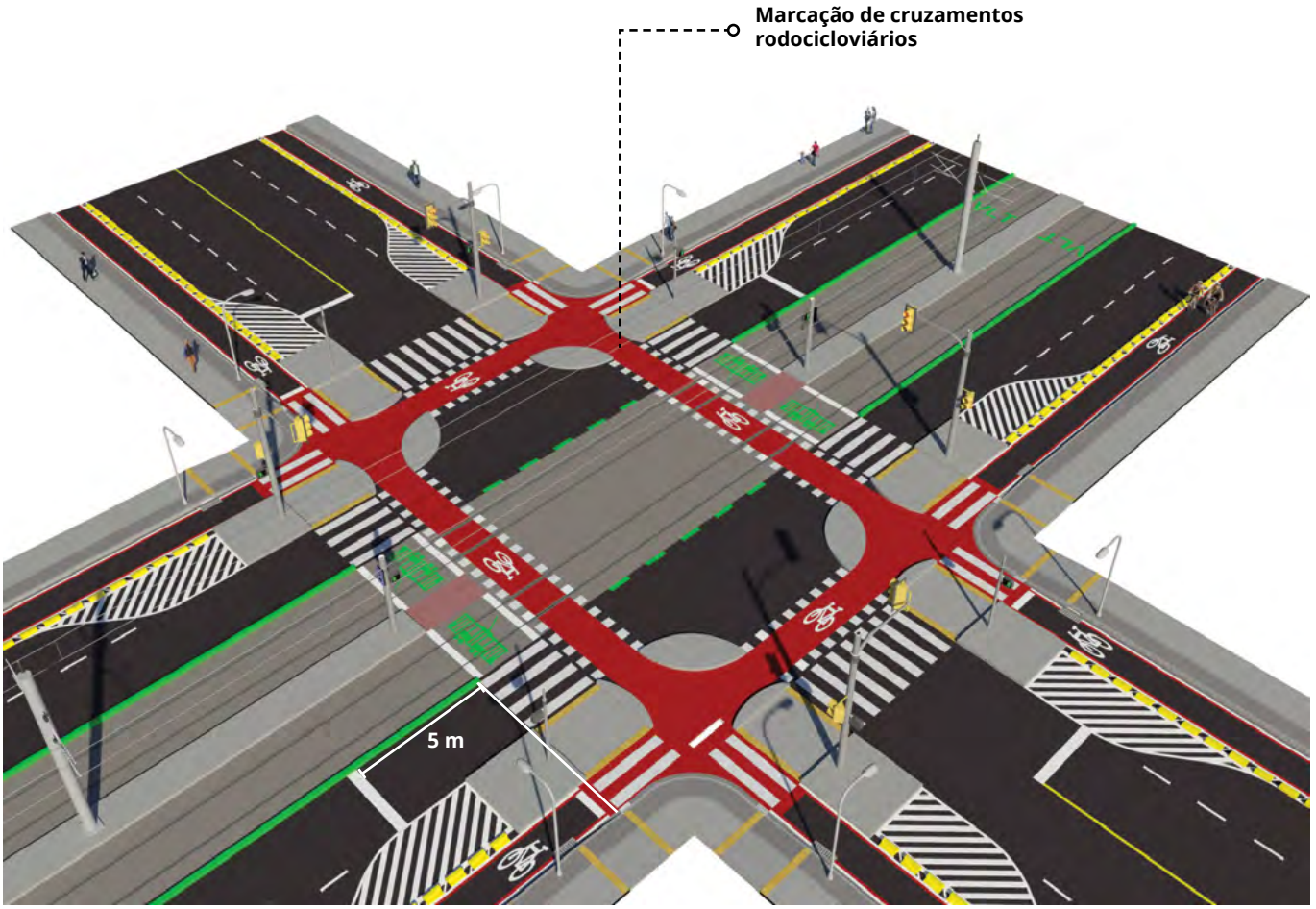
METROPLAN (2012) Caderno de Soluções Padronizadas

NACTO (2012b) Urban Bikeway Design Guide

- A sinalização horizontal em interseções é fundamental para diminuir o risco de acidentes entre bicicletas e veículos motorizados. As interseções devem ser destacadas com pintura vermelha no pavimento, linhas paralelas constituídas por paralelogramos brancos (patas de elefante) e sinalização indicando o sentido de circulação das bicicletas.

- Em interseções complexas e não semaforizadas, é importante evidenciar, por meio das marcações, a prioridade que pedestres e ciclistas têm em relação aos demais veículos. A sinalização nessas interseções deve orientar os motoristas a fim de evitar conflitos e acidentes.

Priorização do transporte ativo em rotatórias. Enschede, Holanda.


Marcação de cruzamentos
rodocicloviários
5 m

CONTINUIDADE JUNTO AOS PONTOS DE PARADA

• A transposição das paradas de transporte coletivo é um dos aspectos mais críticos para ciclovias e ciclofaixas. O percurso destinado aos ciclistas deve ter continuidade junto aos pontos de parada para reduzir conflitos entre ciclistas, veículos e os passageiros que embarcam e desembarcam do transporte coletivo.

• O abrigo não deve obstruir a visibilidade entre ciclistas e pedestres. Também deve haver espaço suficiente na calçada para que os passageiros não tenham de esperar pelo transporte sobre a ciclovia/ciclofaixa ou sobre o leito da via. A largura da faixa livre* da calçada também deve ser atendida.

• Para a transposição dos pontos de parada, deve-se dar preferência a calçadas partilhadas, onde uma faixa é demarcada somente para o tráfego de bicicletas e outra para o de pedestres*.

• Em casos em que a largura não seja suficiente, pode-se adotar a calçada compartilhada. Nesses espaços, é fundamental a sinalização comunicando o compartilhamento entre ciclistas e pedestres para evitar acidentes.

**Ver mais em Calçadas.*

Continuidade da ciclovia junto aos pontos de parada. Fortaleza, Brasil.

Material de apoio:

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

Brasil (2015a) Cartilha do Ciclista

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

METROPLAN (2012) Caderno de Soluções Padronizadas

NACTO (2012b) Urban Bikeway Design Guide

• Um dos aspectos inibidores do uso da bicicleta é a falta de infraestrutura, seja para circulação, seja para estacionamento. A rede de transportes urbanos deve integrar diferentes modos de transporte. Por isso pontos de parada, estações e terminais devem estar conectados com ciclovias e ciclofaixas e dispor de estacionamentos de bicicletas.

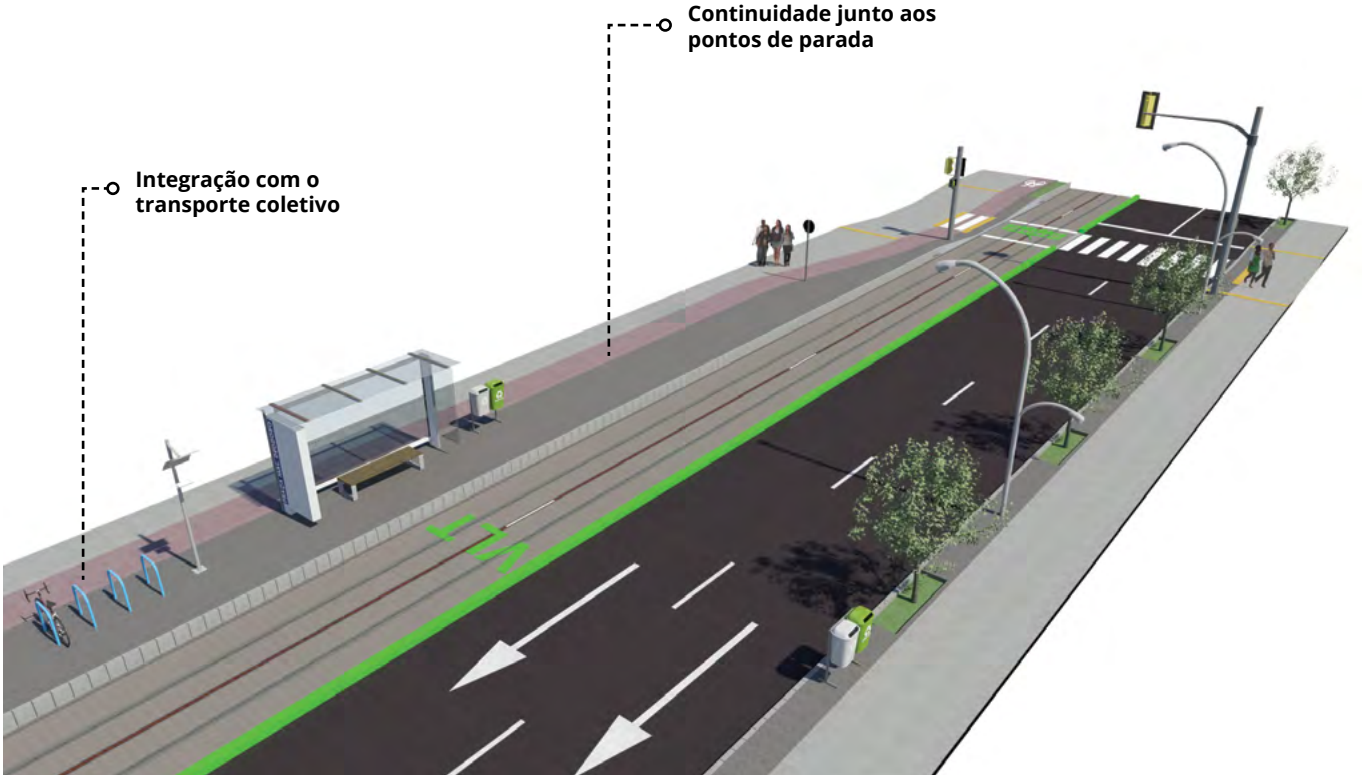
• O plano cicloviário como um todo deve prever a existência de bicicletários e paraciclos em vias e calçadas estratégicas em conjunto com a implantação de ciclovias e ciclofaixas, de forma a potencializar o uso da bicicleta como modo de transporte.

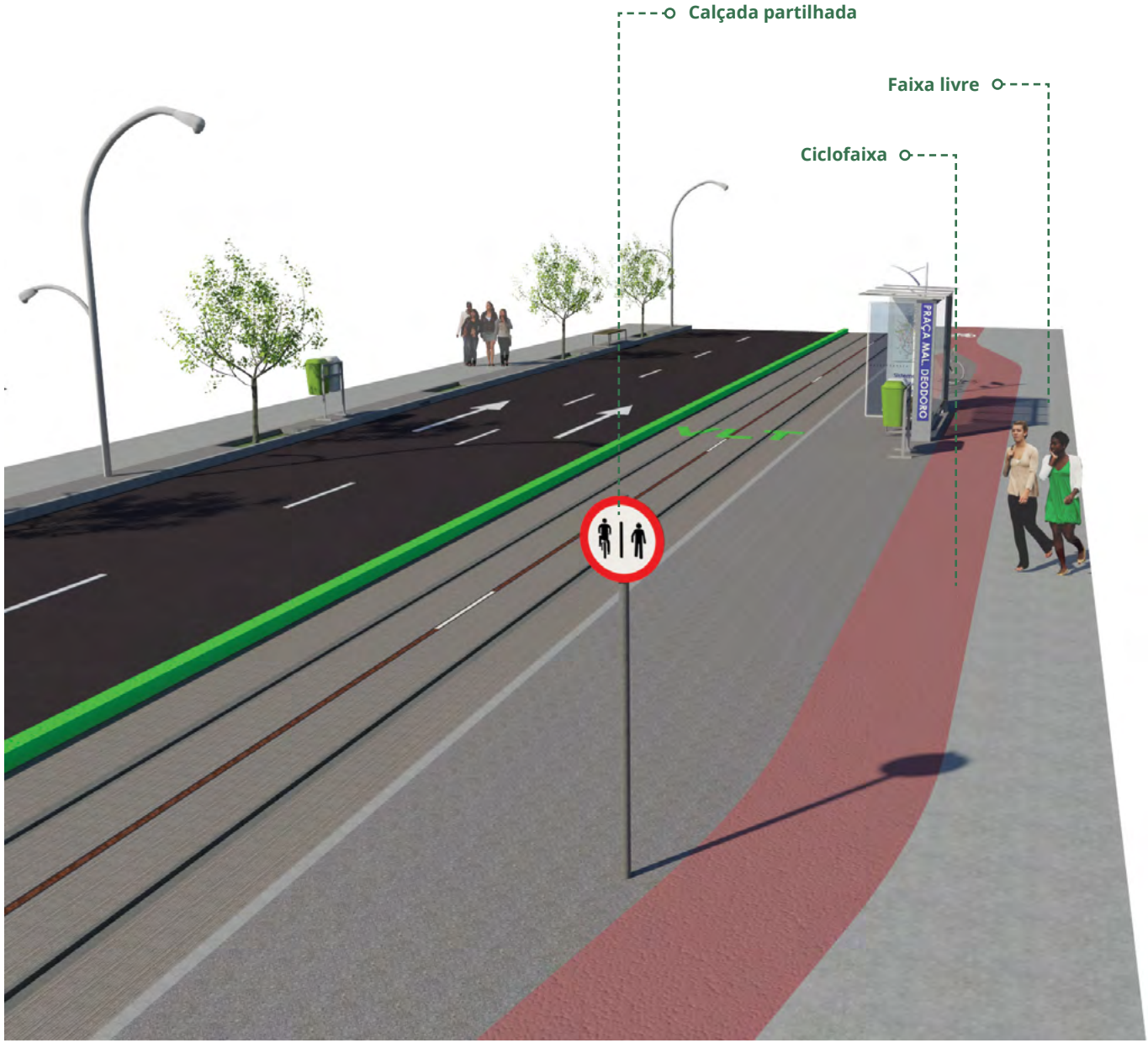
Material de apoio:

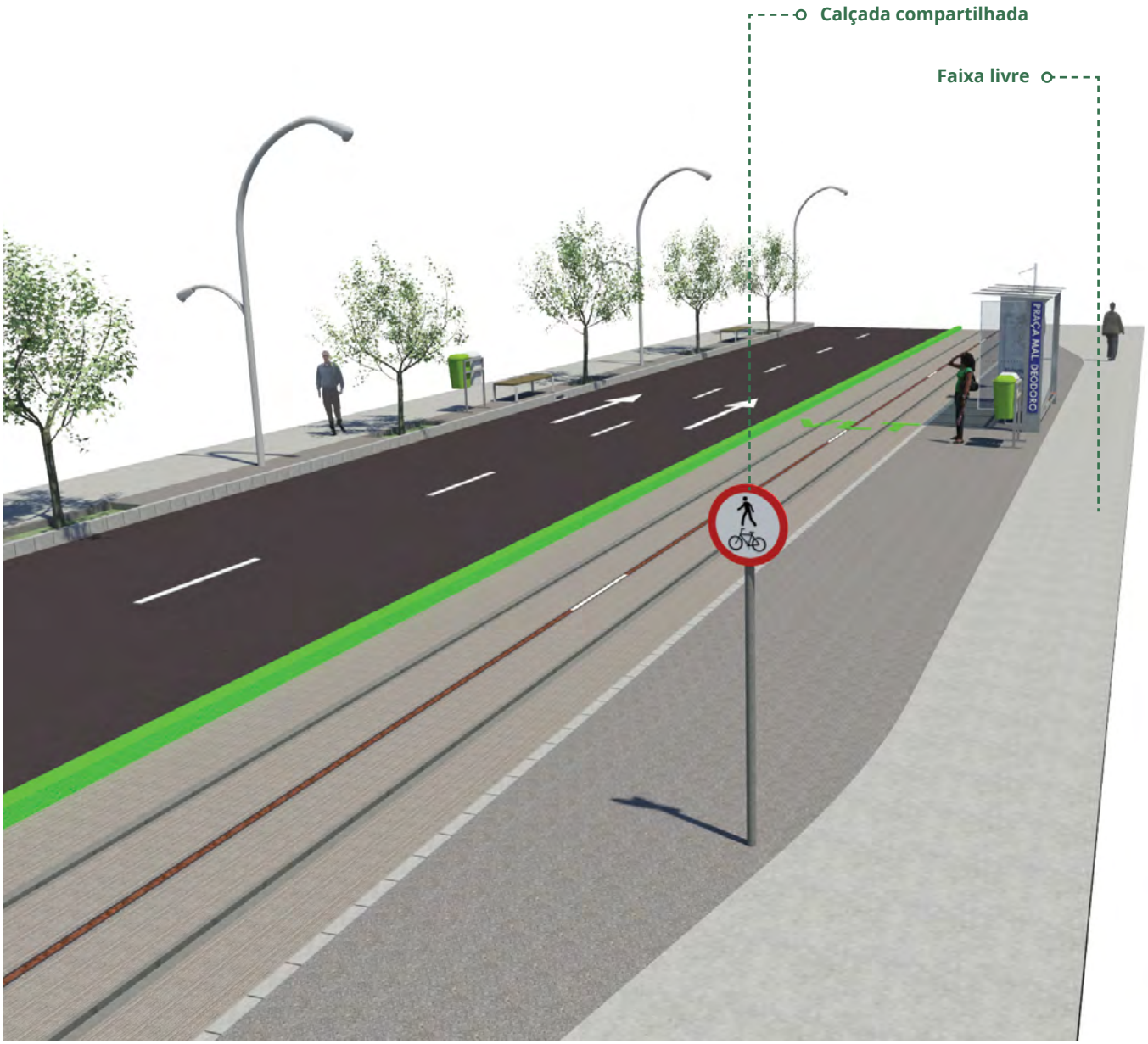
Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

Brasil (2008) Manual de BRT: guia de planejamento

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades




Calçada partilhada
Faixa livre
Ciclofaixa
PRAÇA MAL. DEODORO


Calçada compartilhada
Faixa livre
PRAÇA MAL DEODORO

Sinalização horizontal de ciclorrotas. Washington, Estados Unidos.

CICLORROTAS

SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

• Ciclorrotas são vias que não possuem infraestrutura dedicada para bicicleta, mas devem ter sinalização horizontal para advertir os demais usuários da via sobre o compartilhamento do espaço entre veículos motorizados e bicicletas.

• As ciclorrotas interligam pontos de interesse, ciclovias e ciclofaixas, e a indicação do compartilhamento do espaço entre veículos motorizados e bicicletas melhora as condições de segurança na circulação.

• Um dos principais objetivos de uma ciclorrota é garantir o direito de circulação às bicicletas, pois predominará o compartilhamento de ciclistas/motoristas no mesmo espaço, respeitando-se as prioridades do trânsito.

Material de apoio:

Brasil (2015a) Cartilha do Ciclista

CET-SP Definições

LIMITE DE VELOCIDADE

• A velocidade dos veículos motorizados nas vias demarcadas para ciclorrotas não deve ultrapassar 30 km/h. Medidas de moderação de tráfego* devem ser adotadas em ciclorrotas para que o compartilhamento da via aconteça com segurança.

**Ver mais em Segurança viária.*

QUALIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

PAVIMENTO

Material de apoio:

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil

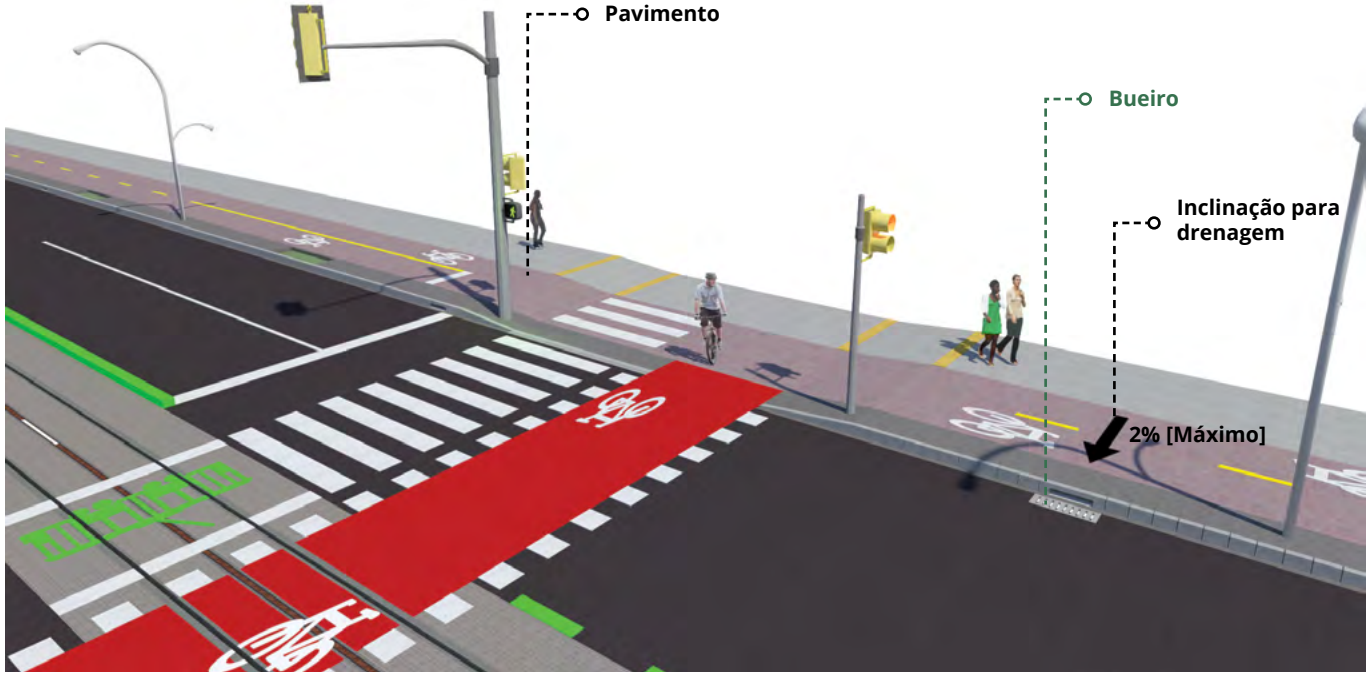
EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

- O pavimento utilizado na infraestrutura cicloviária deve ser regular, impermeável, antiderrapante e de aspecto agradável, para que seja atrativo e confortável aos usuários.

- Revestimentos uniformes e moldados *in loco*, como concreto e asfalto, são recomendados.

- Blocos intertravados ou outros materiais que causem trepidação devido a juntas recorrentes não são recomendados.

- Nos casos em que o pavimento for pintado, é importante que a tinta utilizada seja antiderrapante, resistente a rupturas e de boa qualidade de modo a manter a coloração original.



INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM

- A declividade transversal de ciclovias e ciclofaixas é determinante para o escoamento eficiente das águas pluviais. Essa inclinação deve ser de 2% para favorecer a drenagem e deve estar direcionada para as faixas de tráfego motorizado de forma a aproveitar o sistema de drenagem pluvial existente.

- As fendas das grades de bueiros devem formar um ângulo reto com a direção do fluxo de bicicletas.

ILUMINAÇÃO DEDICADA

- Recomenda-se a instalação de iluminação apropriada e dedicada em termos de qualidade, posicionamento e suficiência para melhorar a experiência dos ciclistas. Além da iluminação ao longo da ciclovia/ciclofaixa, é fundamental que interseções e locais com maior volume de ciclistas sejam bem iluminados.

Ciclovia com pavimento adequado e iluminação dedicada. Porto Alegre, Brasil.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO

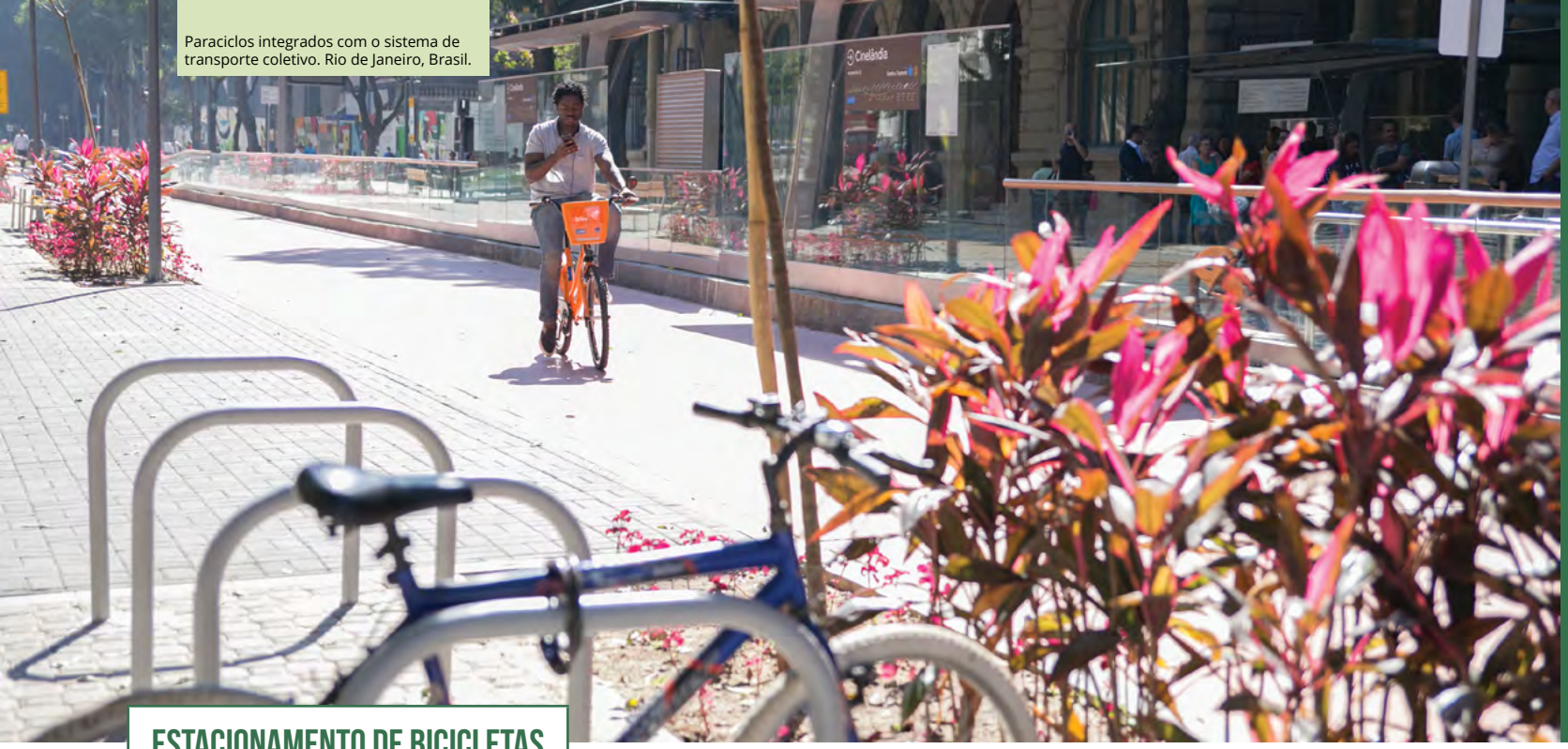
• Além de contar com sinalização horizontal, vertical e semafórica específica, recomenda-se que a infraestrutura cicloviária possua um sistema de informação para guiar ciclistas ao longo do seu percurso.

• O sistema de informação pode utilizar placas e totens informativos com mapas, fotos, tempo de pedalada, setas indicativas de sentido, entre outros dados. Informações por meios digitais também são muito úteis na orientação aos ciclistas.

• As informações devem estar localizadas em pontos estratégicos, como grandes interseções, áreas comerciais e terminais de transporte. Elas podem incluir, por exemplo, destinos e serviços disponíveis em um raio de 15 minutos de pedalada, mostrando as rotas mais apropriadas para acessá-los.

Material de apoio:

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades



Paraciclos integrados com o sistema de transporte coletivo. Rio de Janeiro, Brasil.

ESTACIONAMENTO DE BICICLETAS

PRESENÇA DE PARACICLOS E BICICLETÁRIOS

- Devem-se construir espaços seguros para o estacionamento de bicicletas, especialmente em locais que promovam a integração entre modos. É importante disponibilizar essa infraestrutura em **terminais, estações** e **pontos de parada** do transporte coletivo, nos quais as pessoas possam optar por realizar um primeiro ou último deslocamento por bicicleta.

- Recomenda-se que os estacionamentos de bicicleta funcionem, pelo menos, no mesmo horário do sistema de transporte coletivo e que estejam posicionados em locais visíveis, com fluxo de pessoas, ou que possuam vigilância para aumentar a segurança.

Material de apoio:

CET-SP (2015) Manual para Instalação de Paraciclos na Cidade de São Paulo

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

Presença de paraciclos
e bicicletários
ESTAÇÃO CENTRAL
ESTAÇÃO CENTRAL

DIMENSÕES DO PARACICLO

• Os paraciclos devem ser feitos com material resistente, que não possa ser cortado ou deformado com facilidade. Recomenda-se que o paraciclo tenha 5 cm de **diâmetro, altura** entre 75 e 90 cm e **largura** entre 60 e 100 cm.

• Os paraciclos devem apoiar a bicicleta em, pelo menos, dois lugares, permitindo que o quadro da bicicleta e uma ou duas rodas sejam presas com uma trava segura.

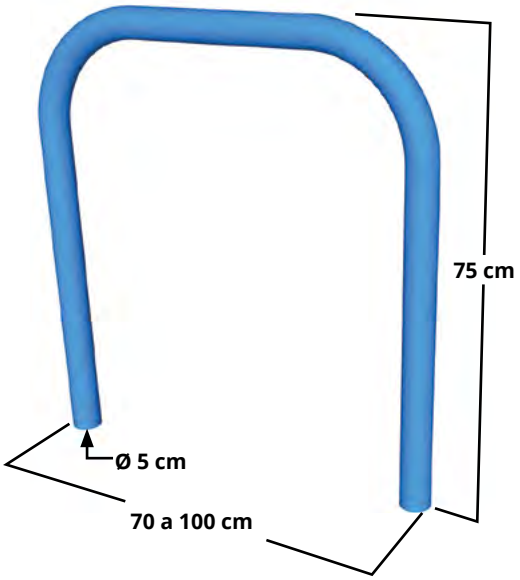
• No espaço ocupado por uma vaga de estacionamento de carro, com aproximadamente 12,50 m², é possível instalar até sete paraciclos paralelos que acomodam 14 bicicletas.

Material de apoio:

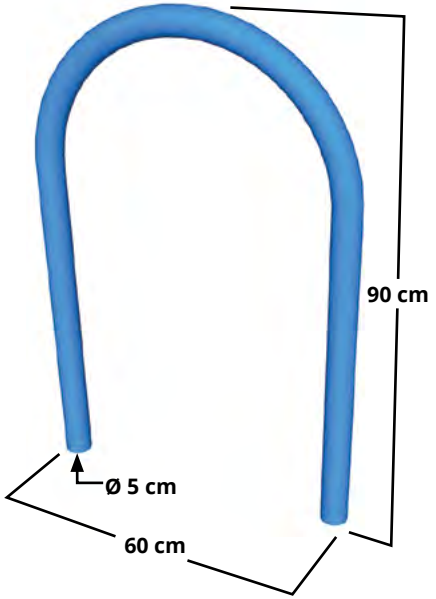
CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades

Modelo Sheffield



Modelo "U" invertido



Paraciclo. Nova York, Estados Unidos.

Paraciclo com design diferenciado. Porto Alegre, Brasil.

• Os paraciclos podem ter formatos tradicionais, como o modelo *Sheffield* ou em "U" invertido. Porém, para atrair a atenção para o espaço onde os paraciclos estão instalados, eles podem ter um *design* moderno ou incluir publicidade, desde que atendam à funcionalidade e às dimensões apropriadas, essenciais para prender a bicicleta corretamente.

DIMENSÕES PARA INSTALAÇÃO

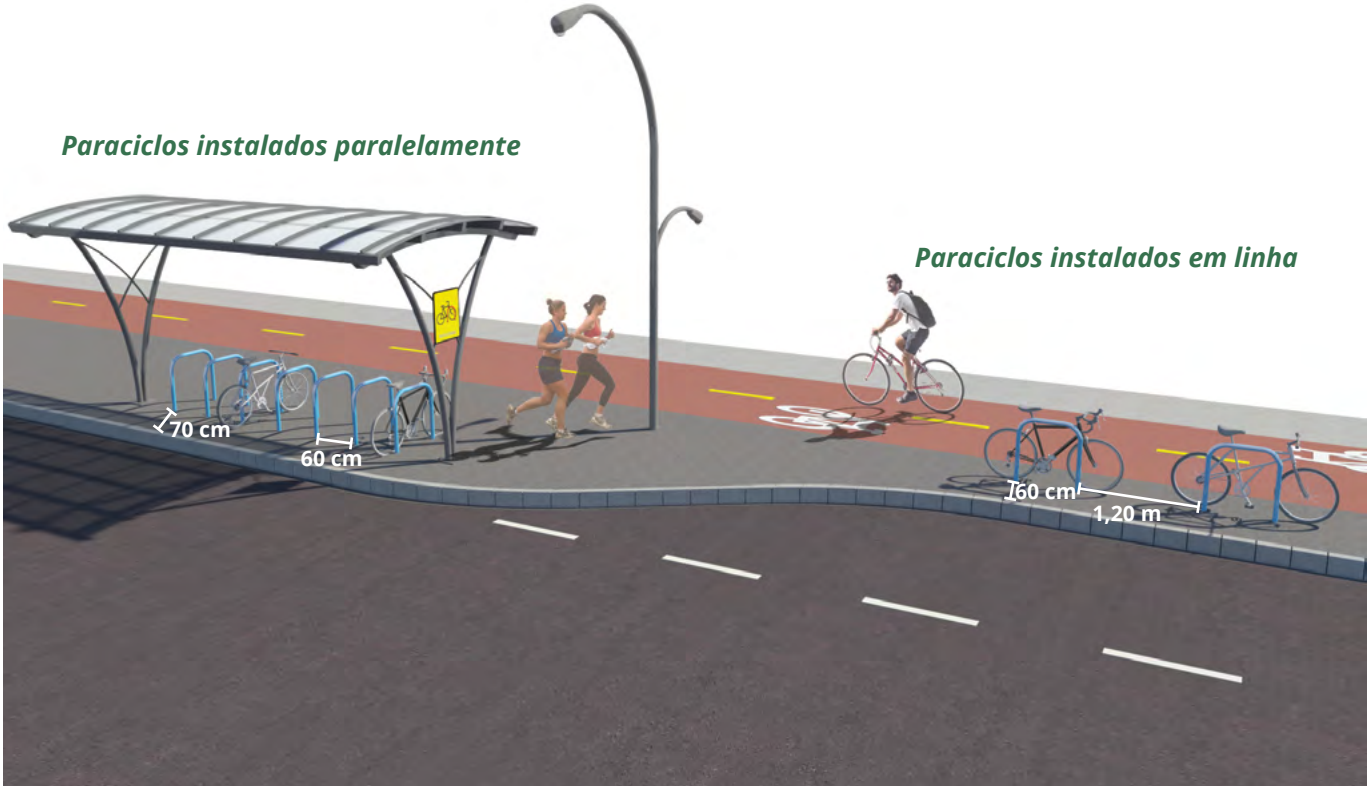
- A distância mínima entre **paraciclos instalados paralelamente** é de 60 cm, sendo recomendada uma distância de 80 cm para maior comodidade do ciclista. Entre o **paraciclo e o meio-fio** ou parede adjacente, recomenda-se que a distância seja de 70 cm.

- Para **paraciclos instalados em linha**, recomenda-se uma distância de 1,20 m entre paraciclos. A distância mínima entre o **paraciclo e o meio-fio** ou parede adjacente deve ser de 60 cm.

Material de apoio:

CET-SP (2015) Manual para Instalação de Paraciclos na Cidade de São Paulo

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades



Rio de Janeiro, Brasil.

ACESSIBILIDADE UNIVERSAL

Este módulo apresenta características de desenho urbano que possibilitam o deslocamento com autonomia e segurança para todas as pessoas.

CRITÉRIOS

REBAIXAMENTO DE CALÇADA

- LARGURA DA FAIXA LIVRE JUNTO AOS REBAIXAMENTOS
- LARGURA
  - Rebaixamento perpendicular ao meio-fio
  - Rebaixamento paralelo ao meio-fio
- INCLINAÇÃO
- REBAIXAMENTOS ALINHADOS COM A FAIXA DE PEDESTRES
- SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA

RAMPAS

- INCLINAÇÃO
  - Desnível de até 1,50 m
  - Desnível de até 1 m
  - Desnível de até 0,80 m
- LARGURA LIVRE
- SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA

ESCADARIAS

- LARGURA LIVRE
- ALTURA DOS ESPELHOS
- LARGURA DOS PISOS
- SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA
- EXISTÊNCIA DE RAMPAS E/OU ELEVADORES PARA ACESSO

PASSARELAS

- LARGURA LIVRE

GUARDA-CORPO

- ALTURA
- INEXISTÊNCIA DE BARRAS LATERAIS

CORRIMÃOS

- VÃO ENTRE CORRIMÃOS
- ALTURA
- PROLONGAMENTO ANTES DO INÍCIO E DEPOIS DO FIM DE RAMPAS E ESCADAS

REBAIXAMENTO DE CALÇADA

LARGURA DA FAIXA LIVRE JUNTO AOS REBAIXAMENTOS

- As calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias sinalizadas de pedestres. Além da área ocupada pelo rebaixamento perpendicular ao meio-fio da calçada, deve ser garantida uma faixa livre na calçada de, no mínimo, 1,20 m, sendo recomendável 1,50 m.

- O rebaixamento total (paralelo ao meio-fio) deve ser utilizado onde a largura da calçada não for suficiente para acomodar o rebaixamento perpendicular e a faixa livre.

LARGURA

- A largura mínima dos rebaixamentos, sem incluir as abas laterais, deve ser de 1,50 m.

INCLINAÇÃO

- A inclinação deve ser constante e inferior ou igual a 8,33%. As medidas dos elementos do rebaixamento da calçada devem ser rigorosamente respeitadas. Inclinações maiores, larguras insuficientes e faixas livres estreitas se tornam obstáculos já que dificultam ou impedem a circulação de pessoas com mobilidade reduzida.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Brasil (2004) Decreto nº 5.296

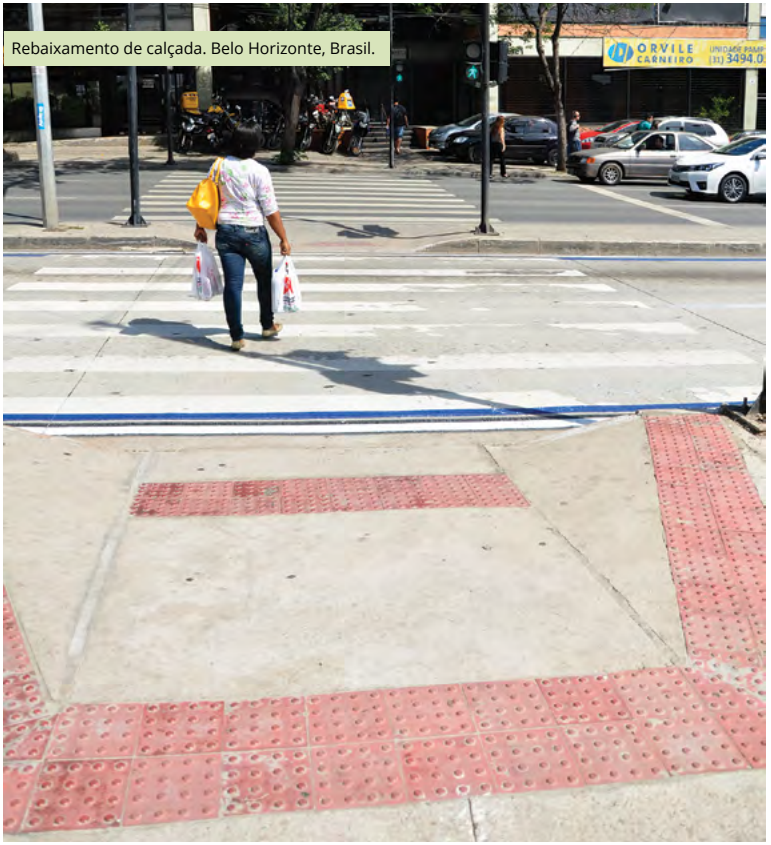
Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível

REBAIXAMENTOS ALINHADOS COM A FAIXA DE PEDESTRES

- Os rebaixamentos nos dois lados da via devem ser alinhados entre si e com a faixa de pedestres.

SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA

- A sinalização tátil de alerta deve ser aplicada nos rebaixamentos conforme instruções das normas atuais.



Rebaixamento de calçada. Belo Horizonte, Brasil.

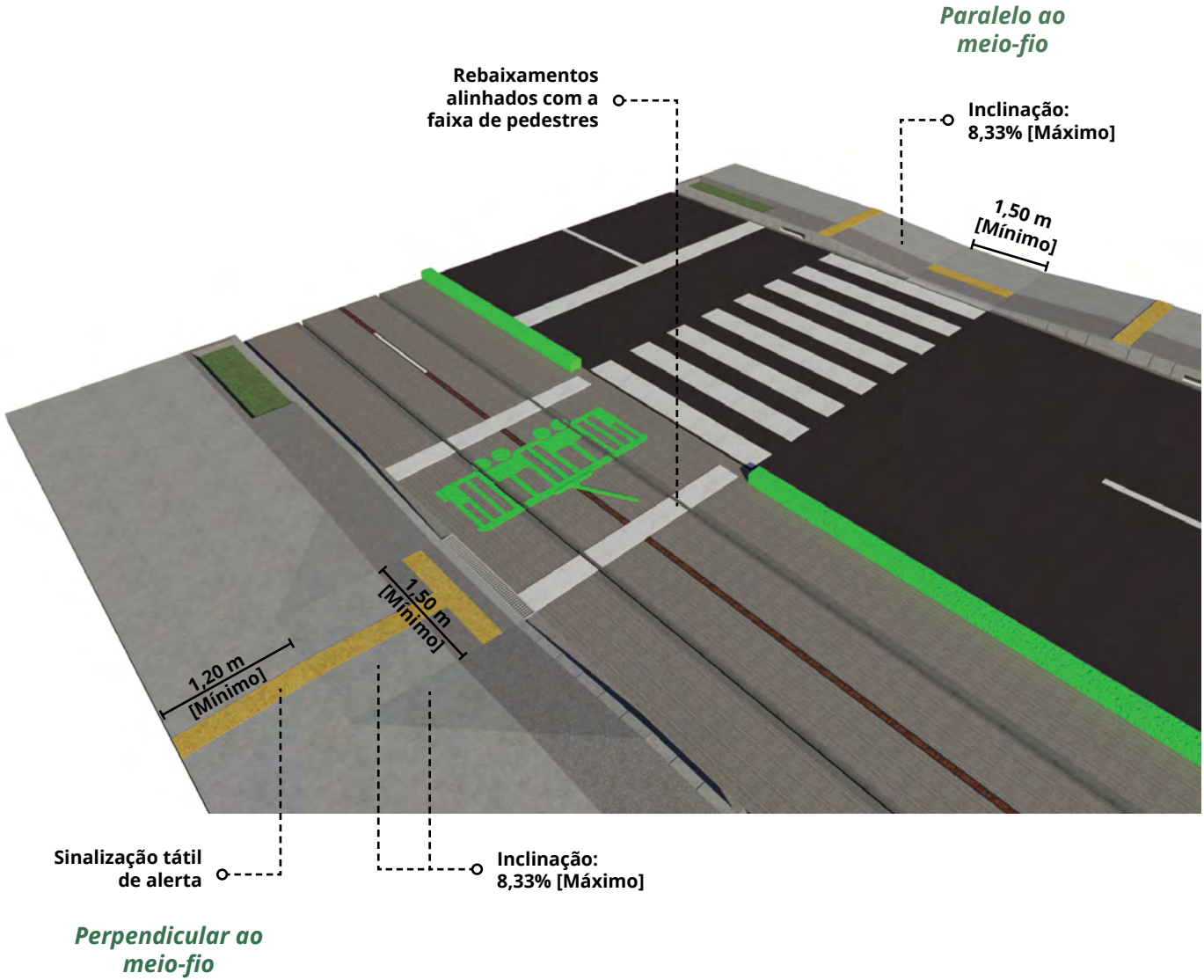
Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

ABNT (2016) NBR 16537: acessibilidade - sinalização tátil no piso - diretrizes para elaboração de projetos e instalação

Brasil (2004) Decreto nº 5.296

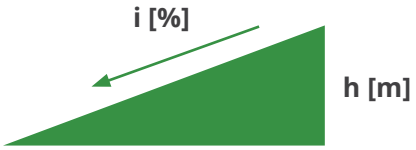
Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível


Paralelo ao meio-fio
Rebaixamentos alinhados com a faixa de pedestres
Inclinação: 8,33% [Máximo]
1,50 m [Mínimo]
1,50 m [Mínimo]
1,20 m [Mínimo]
Sinalização tátil de alerta
Inclinação: 8,33% [Máximo]
Perpendicular ao meio-fio

RAMPAS

INCLINAÇÃO

• A inclinação das rampas varia de acordo com os desníveis a serem vencidos. Para desníveis superiores a 1,50 m ou rampas com mais de 50 m de comprimento, devem ser adotados patamares de descanso. Muitas pessoas com mobilidade reduzida não têm força física suficiente para vencer rampas longas ou com inclinação superior à recomendada. A norma impõe, ainda, que as rampas sejam dotadas de corrimãos.



Inclinação admissível em cada segmento de rampa [%] (i)	Desnível máximo de cada segmento de rampa [m] (h)
5 (1:20)	1,50
5 (1:20) < i ≤ 6,25 (1:16)	1
6,25 (1:16) < i ≤ 8,33 (1:12)	0,80

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Brasil (2004) Decreto nº 5.296

Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

ABNT (2016) NBR 16537: acessibilidade - sinalização tátil no piso - diretrizes para elaboração de projetos e instalação

Brasil (2004) Decreto nº 5.296

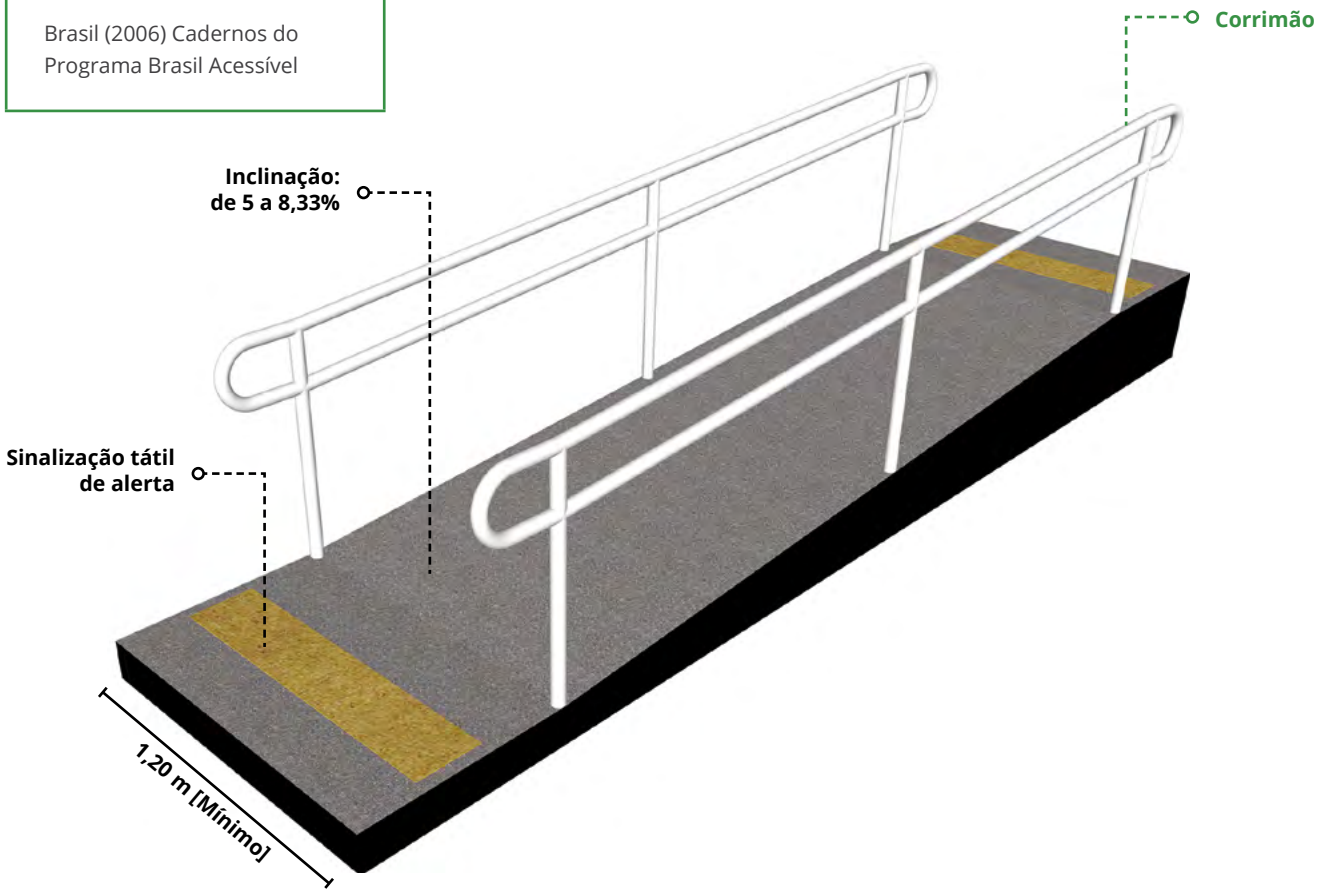
Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível

LARGURA LIVRE

- A largura livre das rampas deve ser de, no mínimo, 1,20 m.

SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA

- A sinalização tátil de alerta deve ser instalada no início e no término das rampas.



Rio de Janeiro, Brasil.

ESCADARIAS

LARGURA LIVRE

- A largura livre das escadarias deve ser de, no mínimo, 1,20 m.

ALTURA DOS ESPELHOS

- A altura do espelho do degrau deve estar entre 16 e 18 cm.

LARGURA DOS PISOS

- A largura do piso do degrau deve estar entre 28 e 32 cm.

SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA

- A sinalização tátil de alerta deve ser instalada no início e no término das escadarias.

EXISTÊNCIA DE RAMPAS E/OU ELEVADORES PARA ACESSO

- As escadarias não devem ser a única alternativa de acesso a passarelas, terminais, estações e outros locais. O projeto deve prever rampas e/ou elevadores para atender a pessoas com mobilidade reduzida.

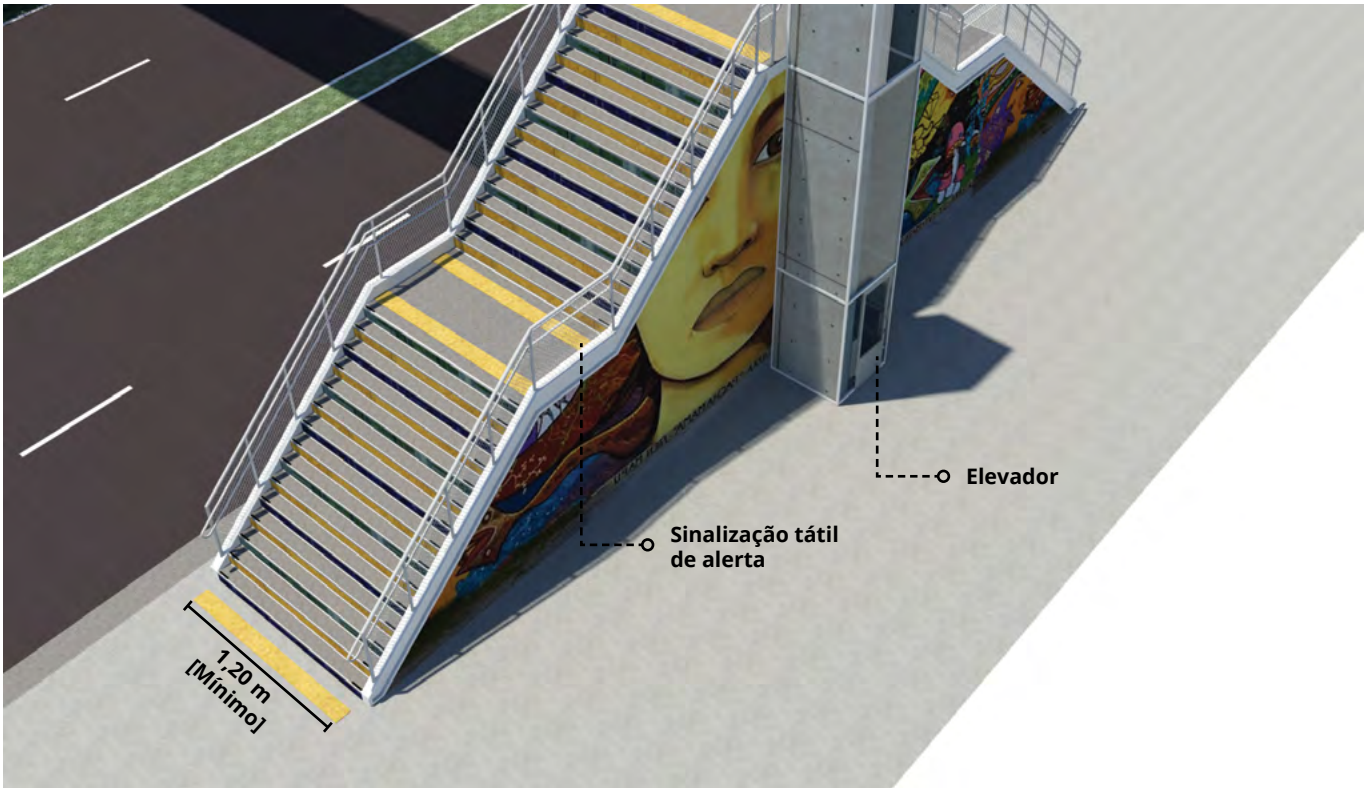
Material de apoio:

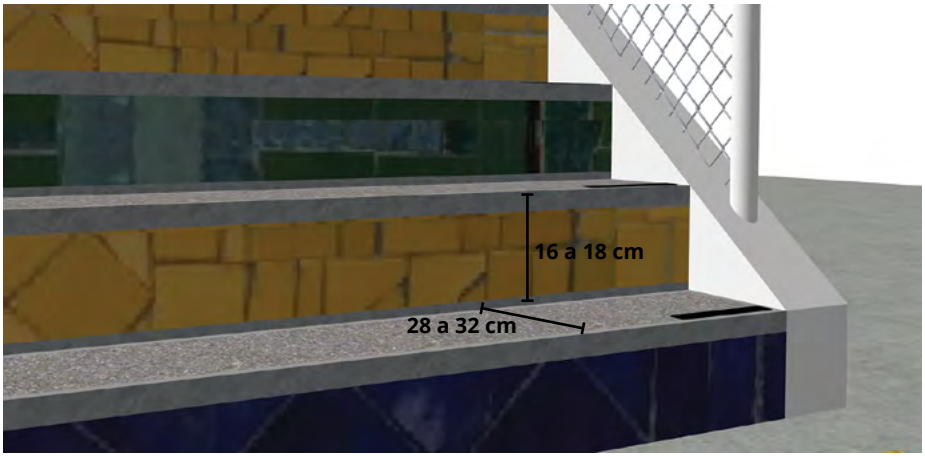
ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

ABNT (2016) NBR 16537: acessibilidade - sinalização tátil no piso - diretrizes para elaboração de projetos e instalação

Brasil (2004) Decreto n° 5.296

Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível


Elevador
Sinalização tátil
de alerta
1,20 m
[Mínimo]


16 a 18 cm
28 a 32 cm

Passarela. Rio de Janeiro, Brasil.

PASSARELAS

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Brasil (2004) Decreto nº 5.296

Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível

LARGURA LIVRE

- A largura livre das passarelas deve ser de, no mínimo, 1,20 m.

- Passarelas podem ser associadas a locais perigosos. Para torná-las mais seguras e atrativas durante a noite, recomenda-se que sejam providas de iluminação.

- Deve ser prevista a instalação de gradis ou o plantio de vegetação arbustiva (com aproximadamente 1 m de altura) no nível da via para direcionar os pedestres para a travessia na passarela*. Essa medida evita a travessia em locais não regulados.

**Ver mais em Segurança viária.*

GUARDA-CORPO

ALTURA

• Passarelas, escadas e rampas que não forem isoladas das áreas adjacentes por paredes devem dispor de guarda-corpo com altura mínima de 1,05 m. Guarda-corpos requerem a instalação de corrimãos.

• Em sistemas com catenária, o guarda-corpo também deve proteger o risco de contato elétrico com o fio condutor, sendo assim necessária uma altura suficiente para impedir o contato (mesmo em caso de utilização de outros objetos) ou o fechamento total.

INEXISTÊNCIA DE BARRAS LATERAIS

• É importante analisar o desenho dos corrimãos e dos guarda-corpos para que eles cumpram suas finalidades: delimitar espaços, proteger e dar apoio às pessoas. É vedada a utilização, na face interna do guarda-corpo, de componentes como ornamentos e barras que possam ser utilizados como degraus facilitando a escalada por crianças.

Material de apoio:

ABNT (2008a) NBR 14718: guarda-corpos para edificações

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Tavares, V. B. (2015) Estações BRT: análise das características e componentes para sua qualificação

CORRIMÃOS

VÃO ENTRE CORRIMÃOS

• A presença de corrimãos bem dimensionados em ambos os lados de rampas e escadas é importante no auxílio às pessoas com mobilidade reduzida. O vão livre entre corrimãos deve respeitar a largura mínima de 1,20 m. Em escadas ou rampas com largura superior a 2,40 m, devem ser instalados corrimãos intermediários.

ALTURA

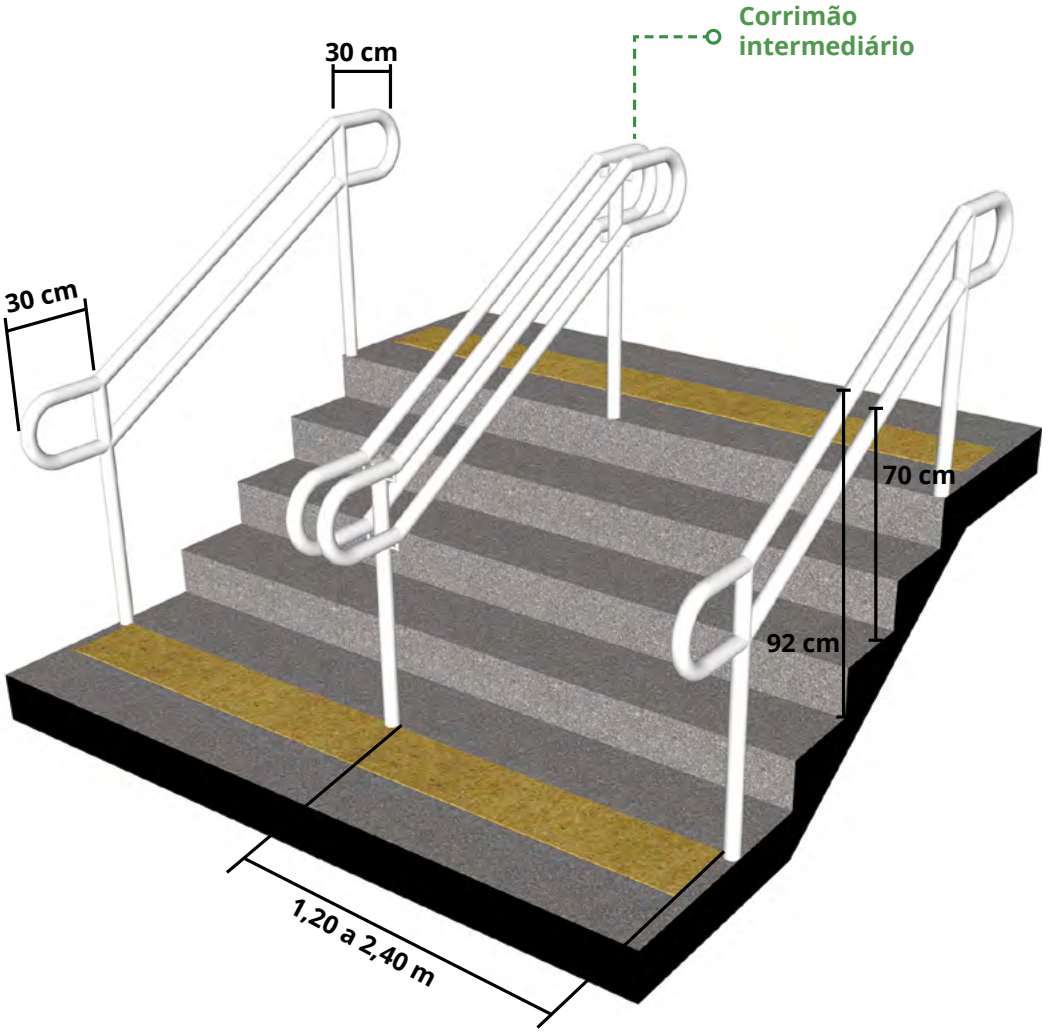
• O corrimão deve ser instalado em duas alturas, um a 92 cm e outro a 70 cm do piso, medidas a partir do piso até o topo do corrimão.

PROLONGAMENTO ANTES DO INÍCIO E DEPOIS DO FIM DE RAMPAS E ESCADAS

• Os corrimãos laterais devem possuir prolongamento de, pelo menos, 30 cm antes do início e depois do fim de escadas e rampas. Essa medida não deve interferir nas áreas de circulação ou impedir o fluxo de pessoas.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos


Corrimão
intermediário
30 cm
30 cm
70 cm
92 cm
1,20 a 2,40 m

Rio de Janeiro, Brasil.

SEGURANÇA VIÁRIA

Este módulo aborda características de configurações viárias e medidas de moderação de tráfego para implantação de áreas seguras para o sistema VLT.

CRITÉRIOS

CRUZAMENTOS

- CRUZAMENTO DO VLT COM O TRÁFEGO MISTO DEVE SER SEMAFORIZADO

FAIXA DE PEDESTRES

- LARGURA
- LINHA DE RETENÇÃO
- JUNTO A ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA
- ILUMINAÇÃO
- PASSARELAS OU PASSAGENS SUBTERRÂNEAS EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA SUPERIOR A 60 KM/H

ILHA DE REFÚGIO PARA PEDESTRES

- VIAS DE MÃO DUPLA E, PELO MENOS, DUAS FAIXAS POR SENTIDO
- DIMENSÕES
  - Comprimento
  - Largura

CONTRAFLUXO

- NÃO HÁ CONTRAFLUXO ENTRE FAIXAS DE TRÁFEGO E VIA DO TRANSPORTE COLETIVO

MEDIDAS DE MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

- LIMITE DE VELOCIDADE

- FAIXAS ELEVADAS DE PEDESTRES
  - Altura
  - Largura da plataforma
  - Inclinação da rampa
  - Inclinação para drenagem
  - Linha de retenção
- PLATÔS
  - Altura
  - Comprimento
  - Inclinação da rampa
  - Inclinação para drenagem
  - Dispositivo para delimitação do espaço de circulação dos veículos
- LOMBADAS
  - Tipo A
    - Limite de velocidade
    - Comprimento
    - Altura
  - Tipo B
    - Limite de velocidade
    - Comprimento
    - Altura
- CHICANAS
  - Largura do campo de visão
  - Comprimento da mudança de alinhamento
    - Para automóveis
    - Para ônibus
  - Comprimento do acréscimo
- EXTENSÃO DO MEIO-FIO
  - Largura
  - Comprimento

RUAS COMPARTILHADAS

- LIMITE DE VELOCIDADE
- DISPOSITIVO PARA DELIMITAÇÃO DO ESPAÇO DE CIRCULAÇÃO DOS VEÍCULOS

Semáforo em cruzamento do VLT com o tráfego misto. Rio de Janeiro, Brasil.

CRUZAMENTOS

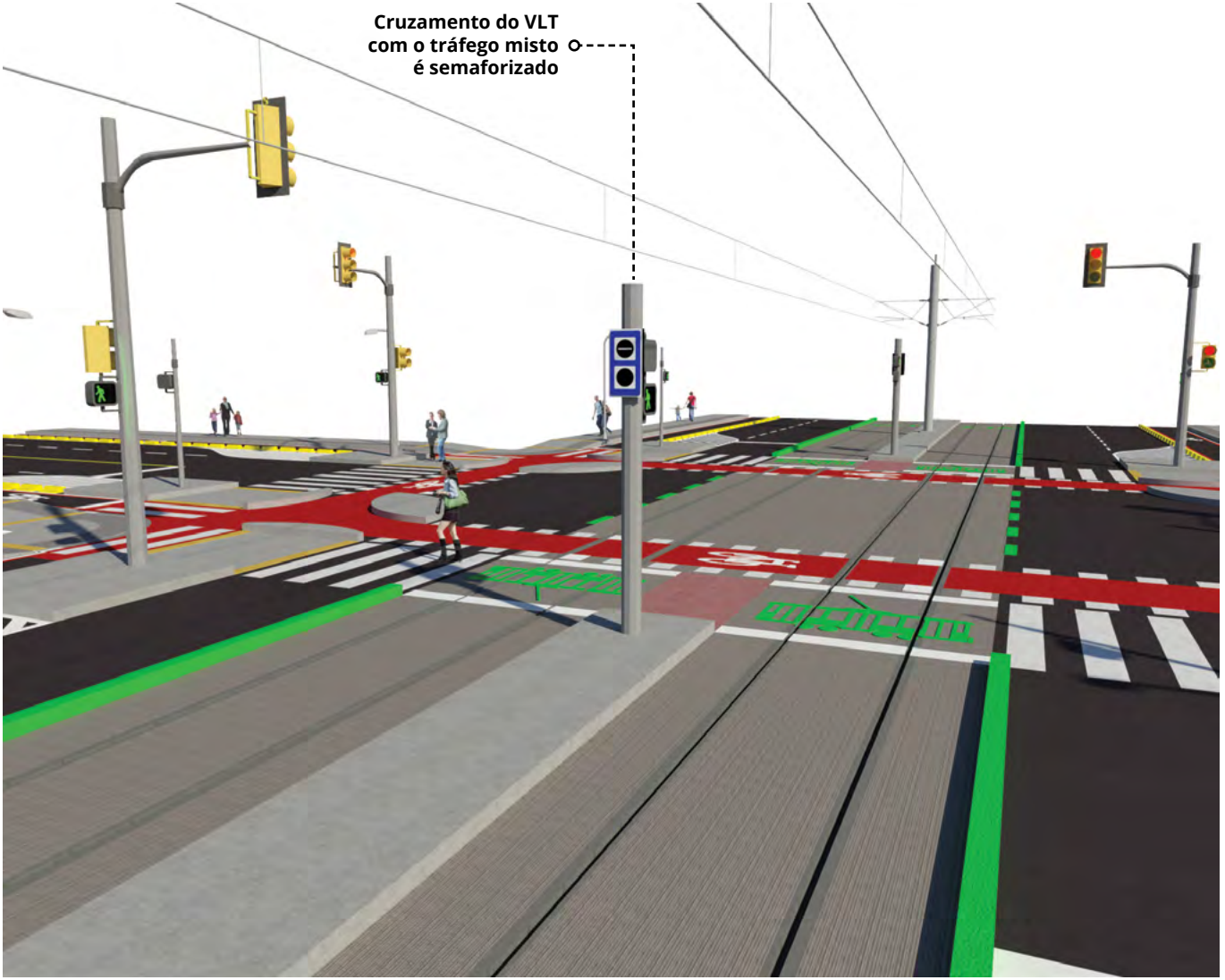
CRUZAMENTO DO VLT COM O TRÁFEGO MISTO DEVE SER SEMAFORIZADO

• Cruzamentos são locais com muitos pontos de conflito que envolvem veículos e pedestres. Recomenda-se que a movimentação nesses locais seja regulada por meio de controle semafórico em todos os cruzamentos do VLT com tráfego misto, priorizando, sempre que possível, a passagem do VLT.

Material de apoio:

Brasil (1997) Código de Trânsito Brasileiro

TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit


Cruzamento do VLT
com o tráfego misto
é semaforizado

FAIXA DE PEDESTRES

Material de apoio:

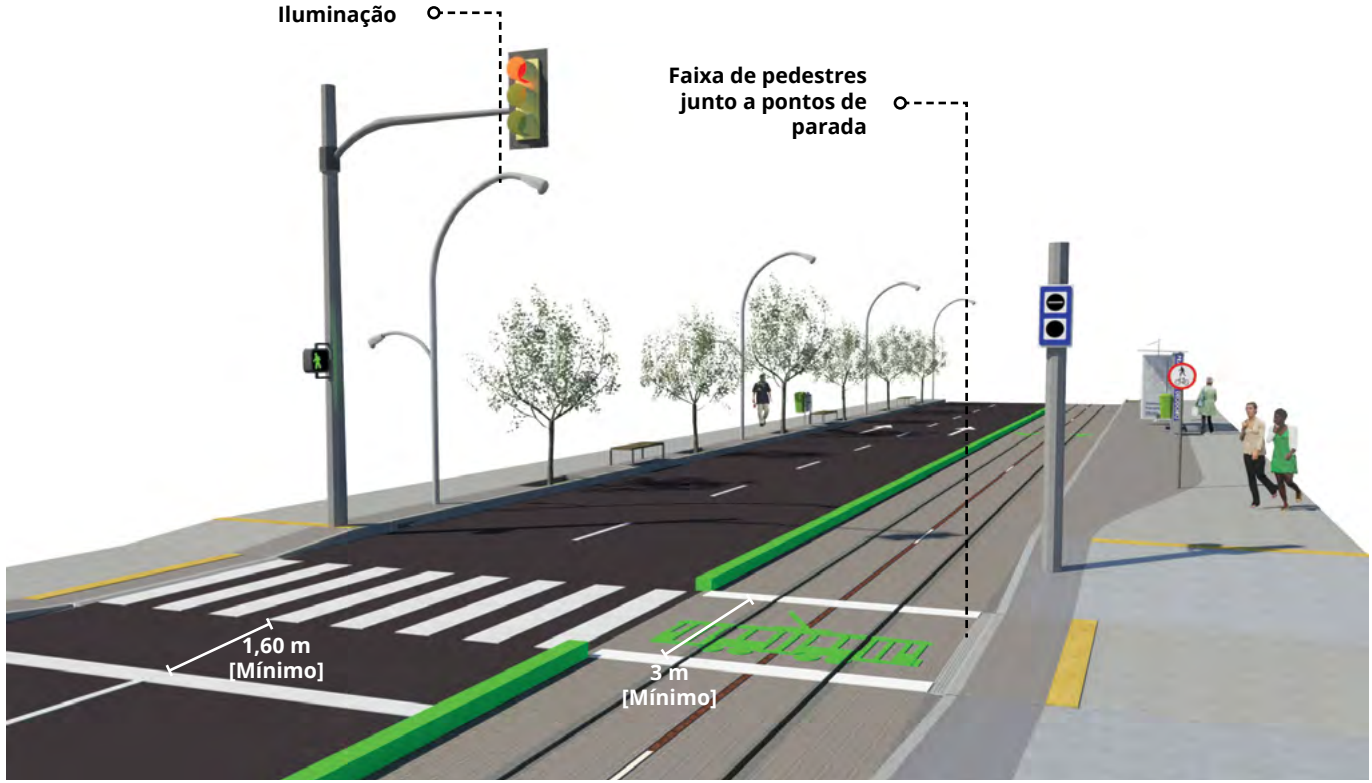
CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

CONTRAN (2016a) Resolução 585

TRB (2010) Highway Capacity Manual

LARGURA

- A faixa de pedestres deve ter largura mínima de 3 m, sendo recomendados 4 m. Larguras maiores devem ser adotadas conforme o fluxo de pedestres.



LINHA DE RETENÇÃO

- A linha de retenção para os veículos deve estar localizada a uma distância mínima de 1,60 m da faixa de pedestres.

JUNTO A ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA

- Em sistemas de transporte coletivo, é importante oferecer faixas de pedestres imediatamente antes ou depois de estações e pontos de paradas.

ILUMINAÇÃO

- As faixas de pedestres devem ser iluminadas para proporcionar boa visibilidade do pedestre. Sinalizações adicionais, como iluminação específica e sinalização vertical, ajudam a reforçar a prioridade do pedestre nesses locais.

Sinalização da faixa de pedestres no sistema VLT. Rio de Janeiro, Brasil.

Passarelas. Rio de Janeiro, Brasil.

PASSARELAS OU PASSAGENS SUBTERRÂNEAS EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA SUPERIOR A 60 KM/H

Material de apoio:

CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

EMBARQ (2015) Segurança Viária em Sistemas Prioritários para Ônibus

EMBARQ Brasil (2015) Impactos da Redução dos Limites de Velocidade em Áreas Urbanas

- Em vias com limite de velocidade superior a 60 km/h, não deve haver faixa de pedestres em nível. Nesses casos, devem ser adotadas passarelas ou passagens subterrâneas, com gradis guiando os pedestres até esses pontos de travessia.

- Entretanto soluções de travessia em desnível devem ser evitadas, pois, ao estender os percursos para os pedestres, muitas vezes não são utilizadas.

- Sempre que possível, deve-se priorizar os pedestres e reduzir o limite das velocidades urbanas, de forma a propiciar travessias em nível. As chances de sobrevivência em um atropelamento a 60 km/h são quase nulas.

ILHA DE REFÚGIO PARA PEDESTRES

VIAS DE MÃO DUPLA E, PELO MENOS, DUAS FAIXAS POR SENTIDO

- Ilhas de refúgio devem ser utilizadas em vias de mão dupla e nas que tenham duas ou mais faixas por sentido.

- Elas são importantes para reduzir acidentes de trânsito com pedestres. Além de dividir a distância de travessia, as ilhas de refúgio configuram um local seguro para que os pedestres possam perceber os diferentes sentidos do tráfego.

- Ilhas de refúgio podem ser instaladas em canteiros divisores de pista existentes. Áreas do canteiro divisor que não devem ser utilizadas como refúgio de pedestres necessitam contar com gradis ou vegetação arbustiva (com aproximadamente 1 m de altura).

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Ilha de refúgio. Rio de Janeiro, Brasil.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

DIMENSÕES

• As ilhas de refúgio devem estar no nível da via, ter, no mínimo, 1,50 m de **comprimento**, e **largura** igual à da faixa de pedestres, com, no mínimo, 3 m. Recomenda-se dimensionar as ilhas de refúgio conforme o fluxo esperado de pedestres no local. Além disso, deve-se atentar a locais com travessia de ciclistas para que a dimensão da ilha de refúgio posso comportar uma bicicleta, sendo recomendado uma dimensão mínima de 1,80 m.

CONTRAFLUXO

NÃO HÁ CONTRAFLUXO ENTRE FAIXAS DE TRÁFEGO E VIA DO TRANSPORTE COLETIVO

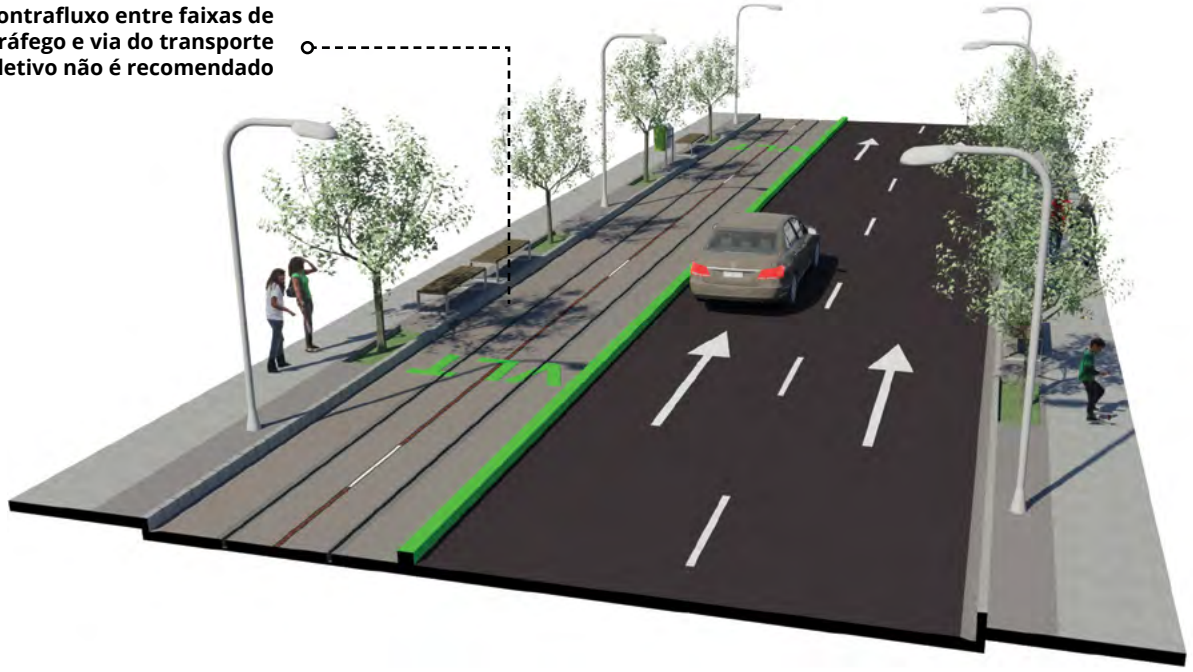
- Não é recomendada a utilização de contrafluxo devido ao alto risco de acidentes.

- A configuração viária com faixas em contrafluxo é a mais perigosa, pois aumenta em, pelo menos, 74% a probabilidade de ocorrência de acidentes, especialmente em locais onde há grande movimentação de pedestres. Ao tentar atravessar a via, os pedestres estarão intuitivamente atentos a um sentido de circulação, podendo ser surpreendidos pelos veículos em contrafluxo.

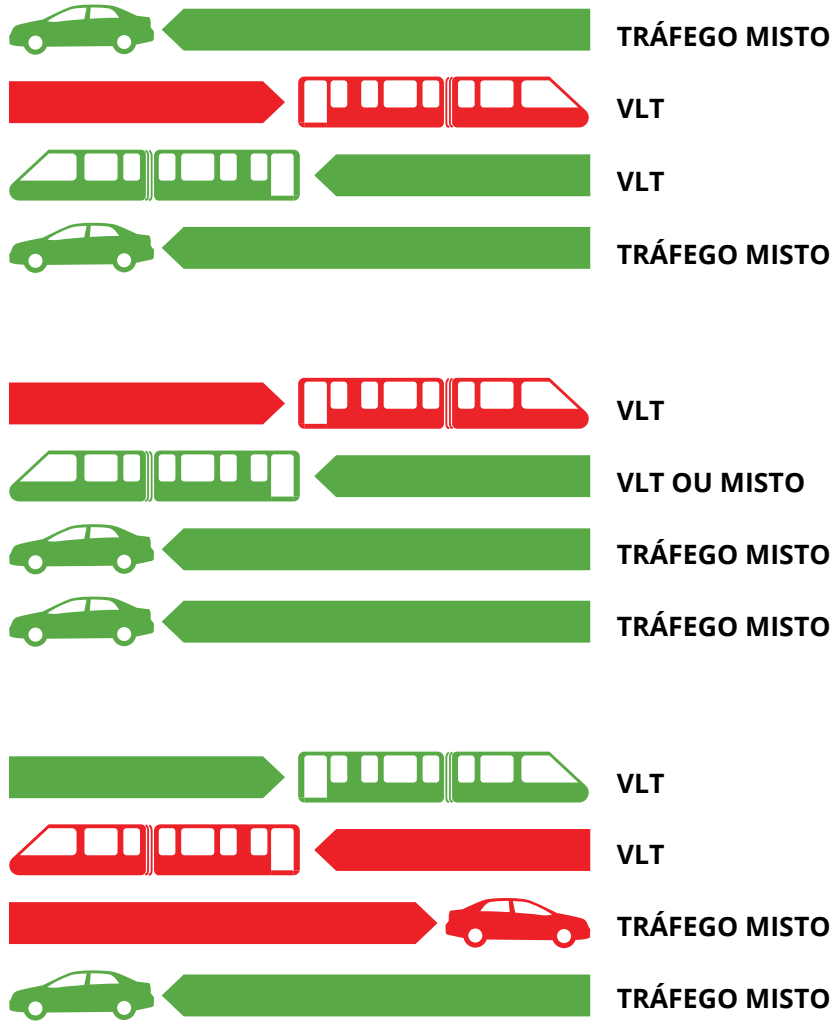
Material de apoio:

EMBARQ (2015) Segurança Viária em Sistemas Prioritários para Ônibus

Contrafluxo entre faixas de tráfego e via do transporte coletivo não é recomendado



Exemplos de configurações em contrafluxo



Faixa elevada de pedestres. Fortaleza, Brasil.

MEDIDAS DE MODERAÇÃO DE TRÁFEGO

LIMITE DE VELOCIDADE

- As medidas de moderação de tráfego devem ser utilizadas em vias projetadas ou readequadas para tráfego com velocidade de 40 km/h ou menos. Essas vias podem dispor de intervenções geométricas, como faixas elevadas de travessia de pedestres, platôs, lombadas, chicanas e extensões de meio-fio.

- Recomenda-se que as medidas de moderação de tráfego não sejam aplicadas em rotas de altas frequências de transporte coletivo ou de veículos de grande porte, pois podem impactar a operação do sistema, o conforto dos passageiros e a mecânica dos veículos.

- As medidas moderadoras de tráfego podem promover o acesso seguro ao sistema de transporte coletivo ao serem aplicadas nas faixas de tráfego misto.

Material de apoio:

BHTrans (2013) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego

CONTRAN (2014b) Resolução 495

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras

FAIXAS ELEVADAS DE PEDESTRES

- As faixas elevadas de pedestres devem permitir que a **altura** da travessia seja igual à da calçada, desde que não exceda 15 cm.

- A **largura da plataforma** de uma faixa elevada de pedestres deve variar entre 4 e 7 m. Larguras maiores devem ser justificadas pelo órgão responsável pelo trânsito da cidade.

- A **inclinação da rampa** de entrada do tráfego motorizado às faixas elevadas de pedestres deve variar entre 5 e 10%.

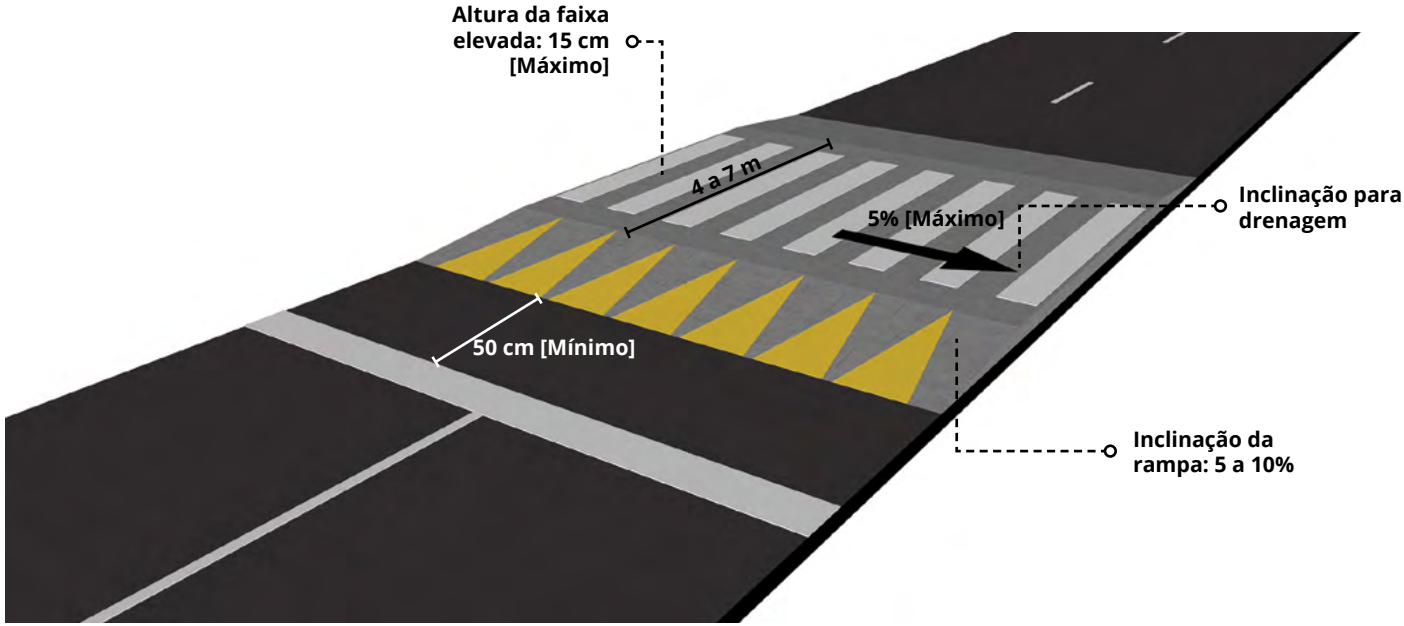
- A plataforma da faixa elevada deve ter uma **inclinação para drenagem** de, no máximo, 5% do centro da travessia para a sarjeta da rua. É importante prever um sistema de drenagem que garanta o escoamento da água de forma a evitar empoçamentos. Destaca-se a importância de manutenção periódica para o bom funcionamento da drenagem.

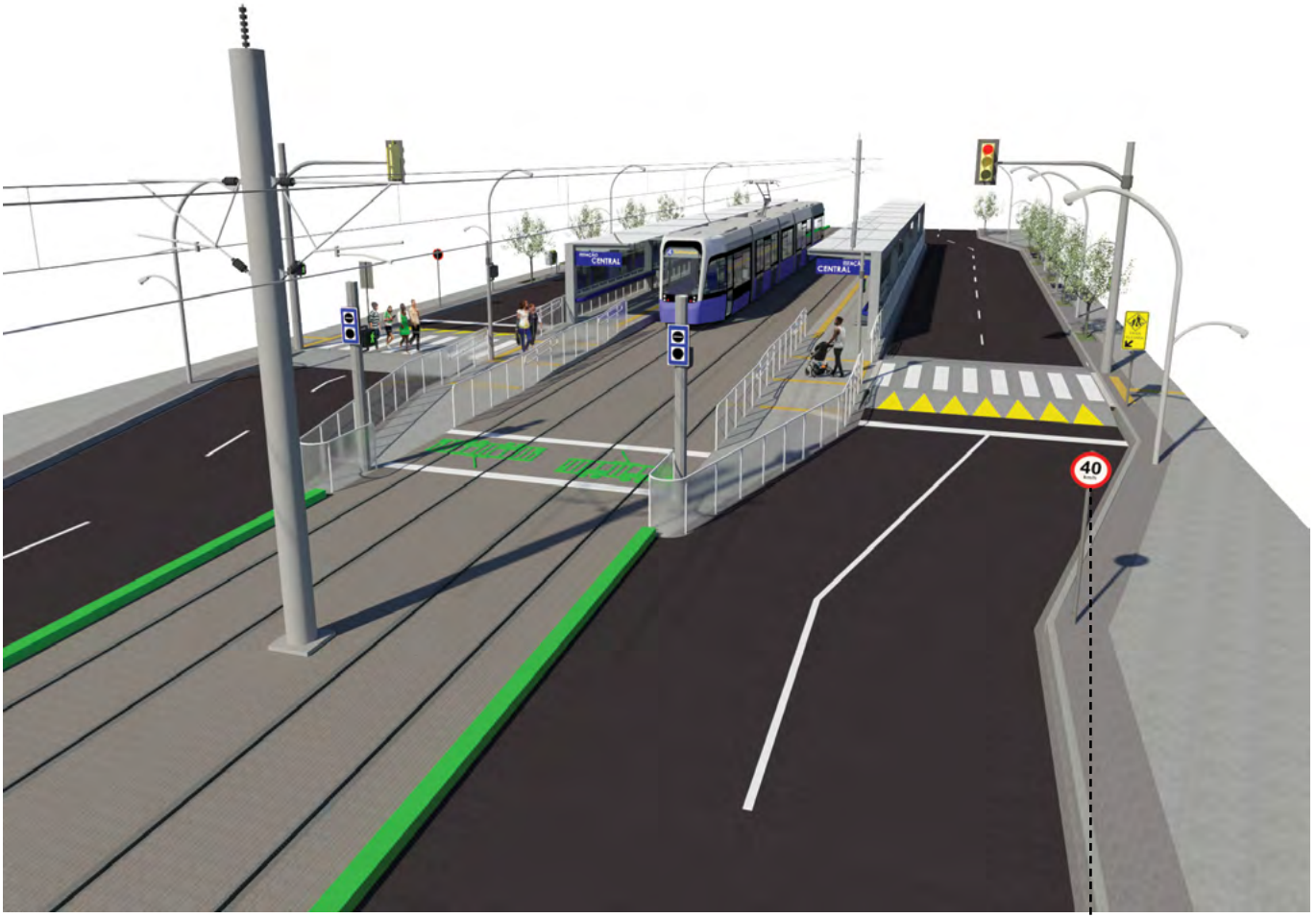
- A **linha de retenção** deve ser implantada a uma distância mínima de 50 cm do início da rampa.

Material de apoio:

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

CONTRAN (2014b) Resolução 495




CENTRAL
CENTRAL
40
Limite de velocidade

PLATÔS

- Platôs contemplam áreas da interseção que são elevadas ao mesmo nível do pavimento do entorno e devem ter, no máximo, 15 cm de **altura**.

- Os platôs devem ter entre 5 e 20 m de **comprimento**. Em vias onde é permitido o tráfego de veículos longos, como ônibus, os platôs devem ter comprimento mínimo de 6 m. Esse comprimento deve ser de 9 m caso ônibus articulados circulem no local, a fim de evitar danos mecânicos.

- A **inclinação das rampas** de entrada para o tráfego motorizado deve variar de 5 a 10%.

- O platô deve ter uma **inclinação para drenagem** de, no máximo, 5%. É importante prever um sistema de drenagem que garanta o escoamento da água de forma a evitar empoçamentos. Destaca-se a importância de manutenção periódica para o bom funcionamento da drenagem.

- Recomenda-se a aplicação de **dispositivos para delimitação do espaço de circulação dos veículos** para que as áreas destinadas aos pedestres sejam preservadas. Isso pode ser feito por meio de pilaretes, postes de luz, tachões, vasos de plantas ou da utilização de pavimento com rugosidade e/ou coloração diferenciada.

- Nas interseções, os platôs forçam os condutores a trafegar em velocidades reduzidas, aumentando a percepção da presença de pedestres.

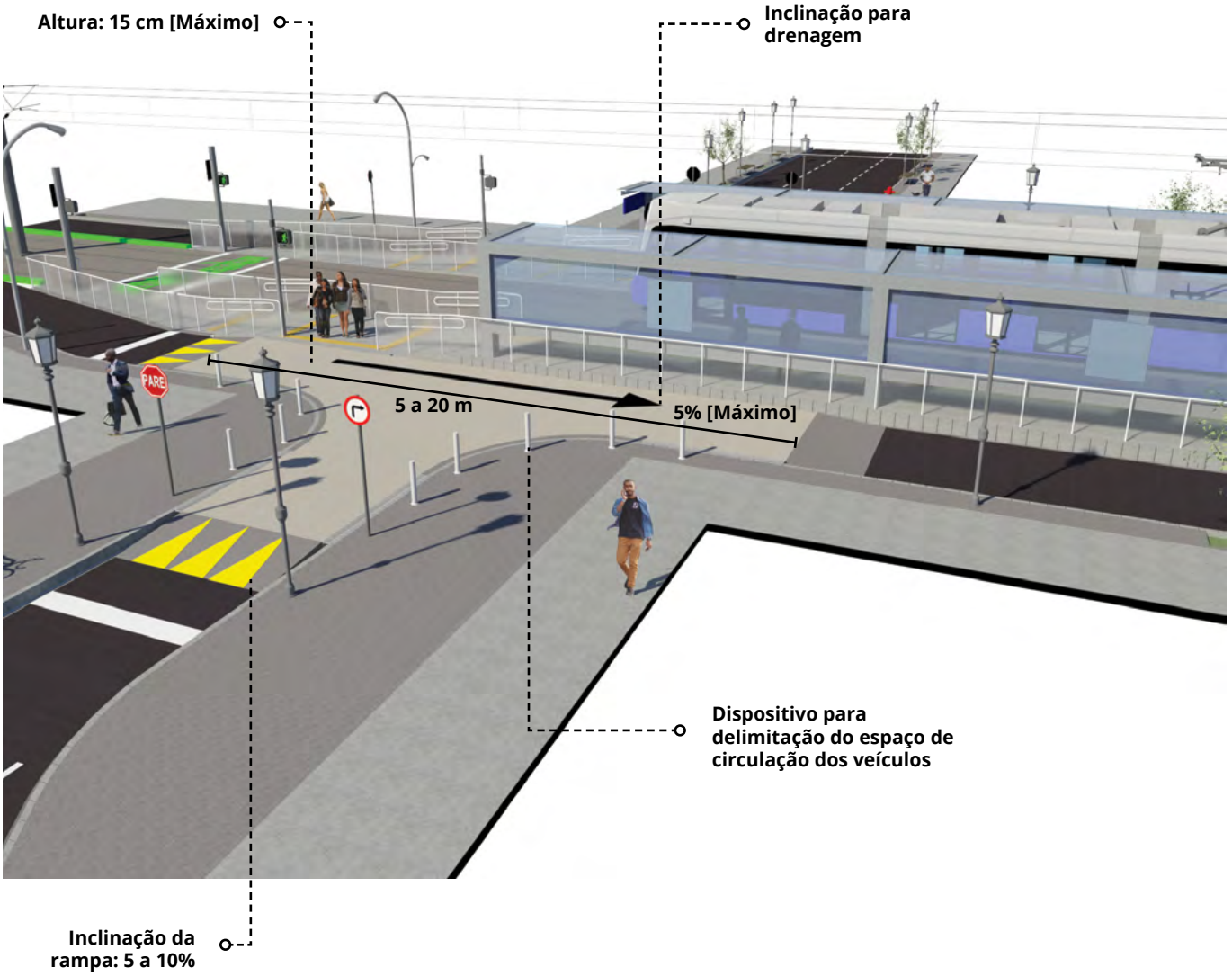
- Essa medida é ideal para interseções com altos volumes de pedestres, como na proximidade de escolas, hospitais e áreas comerciais.

Platô. Fortaleza, Brasil.

Material de apoio:

BHTrans (2013) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras


Altura: 15 cm [Máximo]
Inclinação para drenagem
5 a 20 m
5% [Máximo]
Dispositivo para delimitação do espaço de circulação dos veículos
Inclinação da rampa: 5 a 10%

LOMBADAS

- As lombadas são elevações artificiais do pavimento para reduzir a velocidade. Apesar de muito usadas, são funcionalmente menos interessantes que platôs e faixas elevadas.

- Lombadas do **tipo A** devem ser instaladas para limitar a velocidade em 30 km/h. Devem ter largura igual à da pista, comprimento de 3,70 m e altura entre 8 e 10 cm.

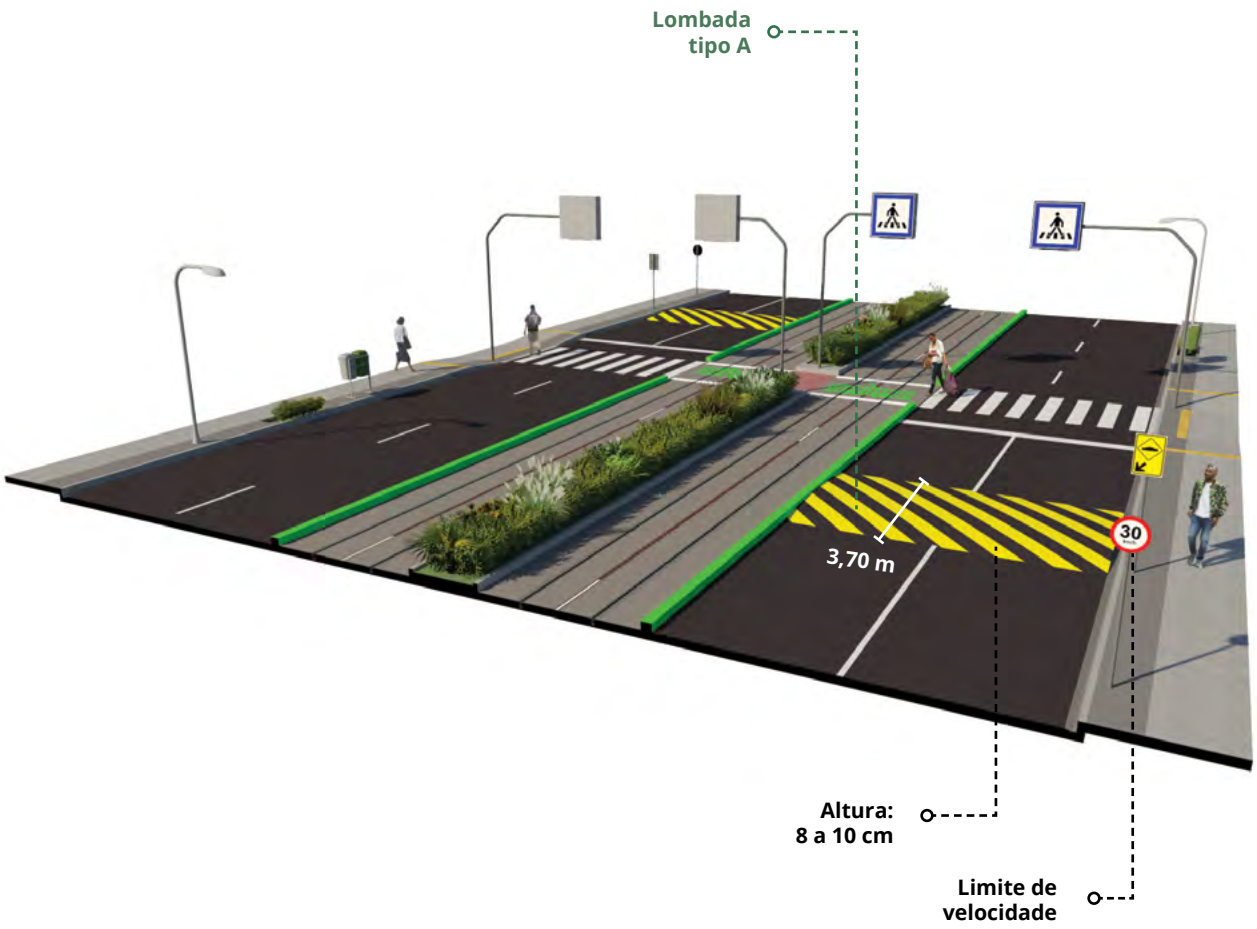
- Lombadas do **tipo B** devem ser instaladas para limitar a velocidade em 20 km/h. Devem ter largura igual à da pista, comprimento de 1,50 m e altura entre 6 e 8 cm. Essa lombada não deve ser adotada onde circulam linhas regulares de ônibus.

Lombada. São Paulo, Brasil.

Material de apoio:

CONTRAN (2016b) Resolução 600

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras


Lombada
tipo A
3,70 m
30
Altura:
8 a 10 cm
Limite de
velocidade

CHICANAS

• As chicanas são desvios artificiais criados para alterar a trajetória retilínea dos condutores com o objetivo de desacelerar o tráfego motorizado. Configurações tipo zigue-zague despertam a atenção dos condutores e os forçam a reduzir a velocidade.

• Recomenda-se que a **largura do campo de visão** esteja entre +1 m e -1 m. Relações entre as larguras adotadas (da via e do campo de visão) e a velocidade que se deseja obter podem ser encontradas no material de apoio.

• O **comprimento da mudança de alinhamento** deve estar entre 5 e 9 m para automóveis e entre 12 e 30 m para ônibus, e o **comprimento do acréscimo** deve estar entre 5 e 10 m.

Chicana. Istambul, Turquia.

Material de apoio:

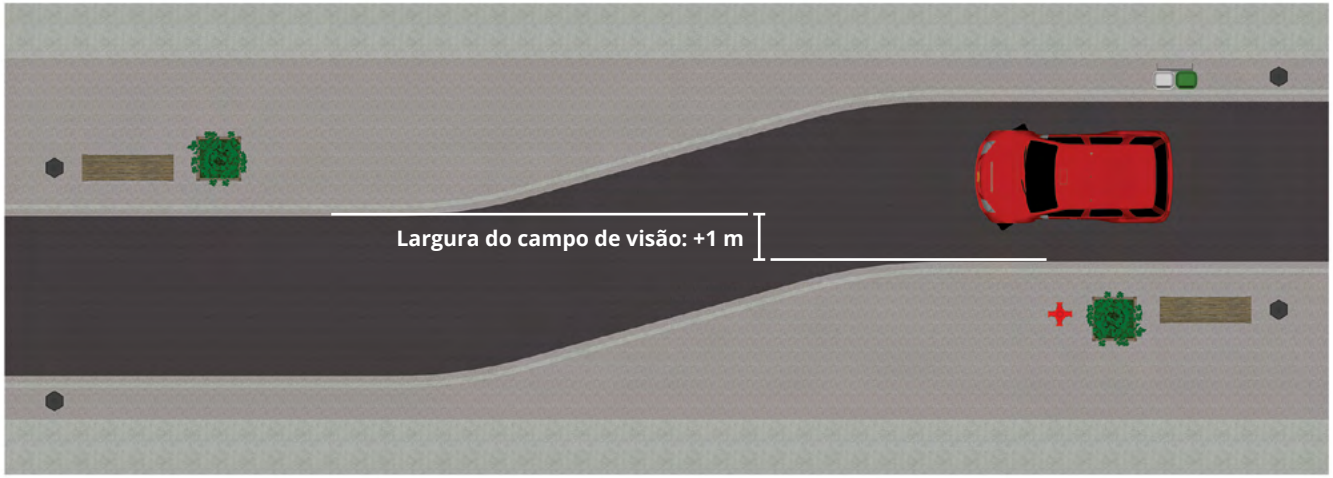
BHTrans (2013) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego

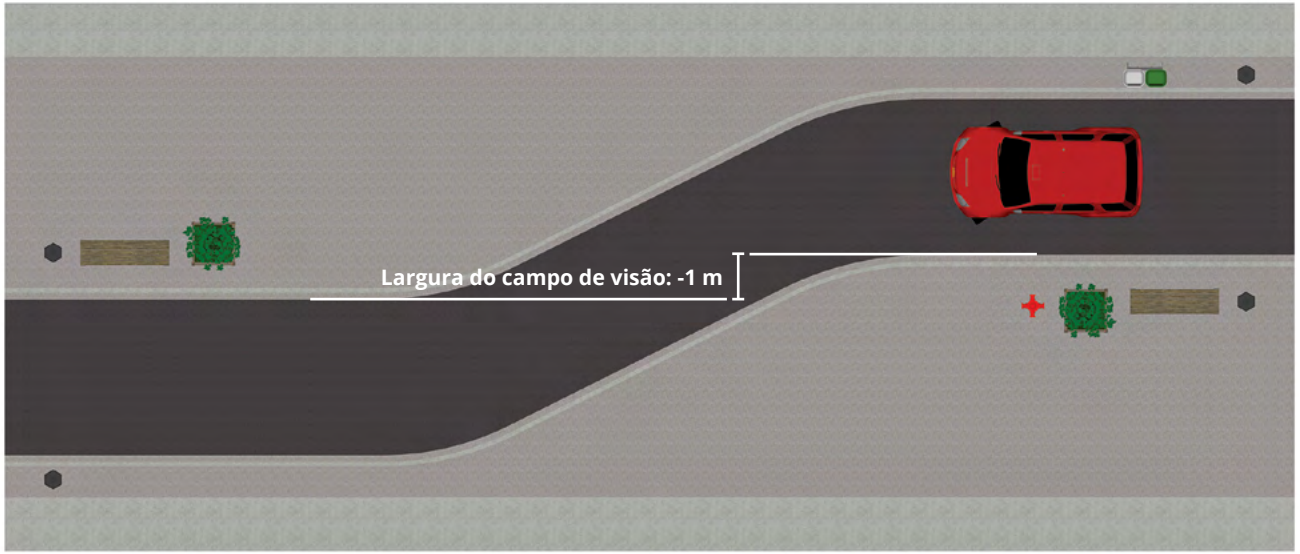
Department for Transport (1994) Horizontal Deflections

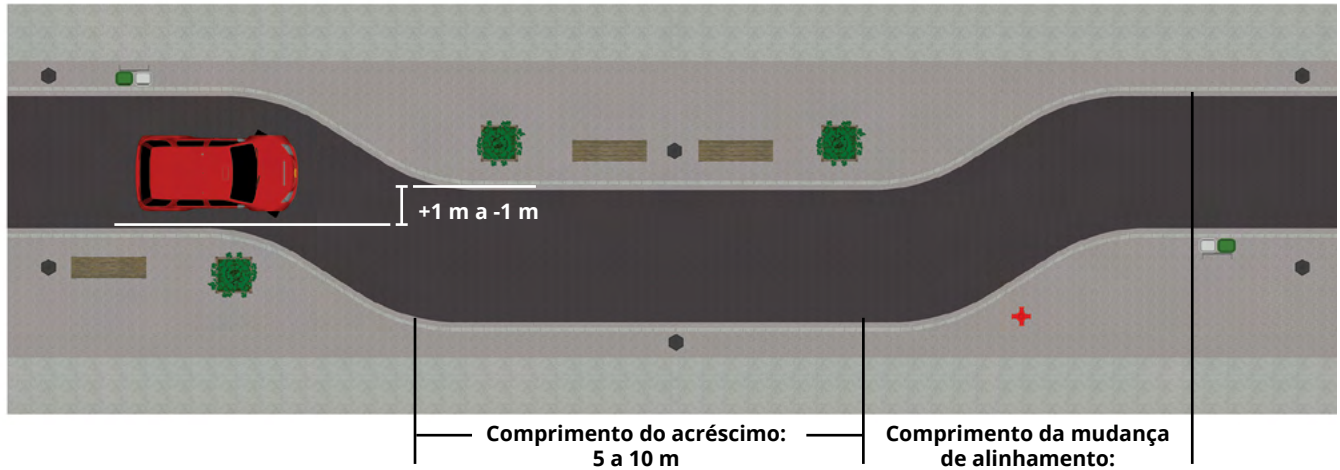
Department for Transport (2007) Traffic Calming

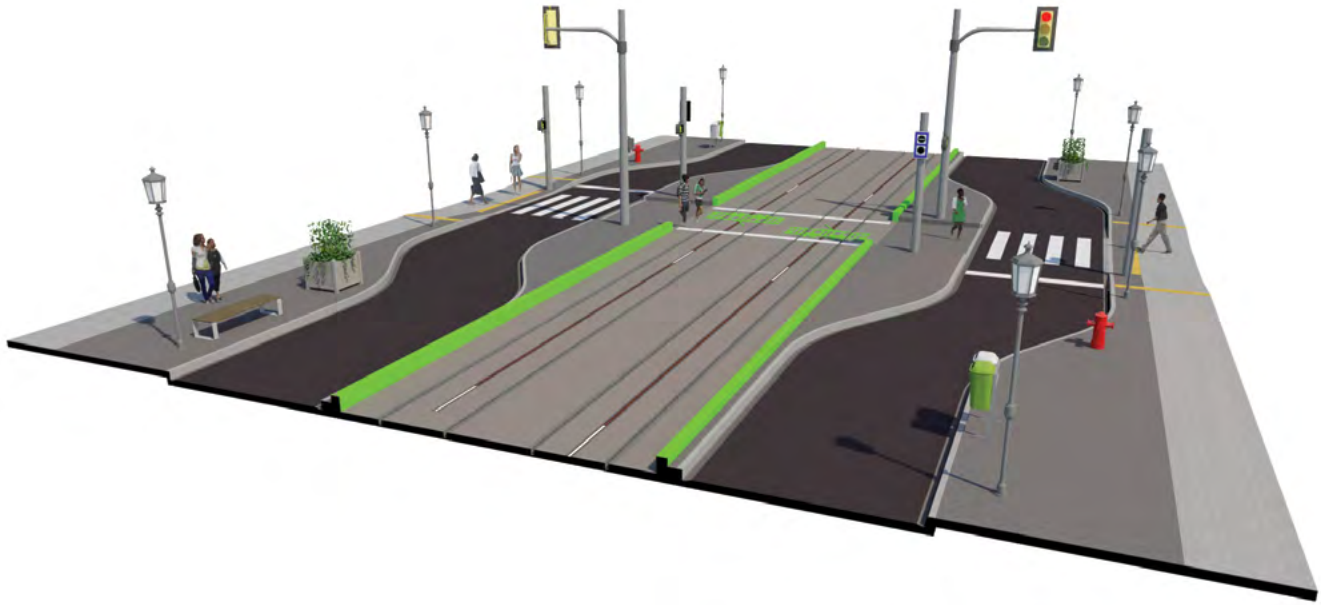
EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras

NACTO (2012a) Urban Street Design Guide


Largura do campo de visão: +1 m


Largura do campo de visão: -1 m


+1 m a -1 m
Comprimento do acréscimo:
5 a 10 m
Comprimento da mudança
de alinhamento:
5 a 9 m [para carros]
12 a 30 m [para ônibus]



EXTENSÃO DO MEIO-FIO

- As extensões do meio-fio são avanços da calçada - geralmente em interseções - que reduzem a distância de travessia, diminuindo assim a exposição dos pedestres. Além disso, elas previnem fisicamente o estacionamento irregular perto das interseções e travessias.

- A **largura** da extensão do meio-fio deve variar entre 2,20 e 2,70 m, acompanhando a largura das faixas de estacionamento.

- O **comprimento** da extensão deve ser de, no mínimo, 10 m.

Material de apoio:

BHTrans (2013) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego

CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

DoELG et al. (2003) Traffic Management Guidelines

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras

NACTO (2012a) Urban Street Design Guide

Rua compartilhada. Reims, França.

RUAS COMPARTILHADAS

LIMITE DE VELOCIDADE

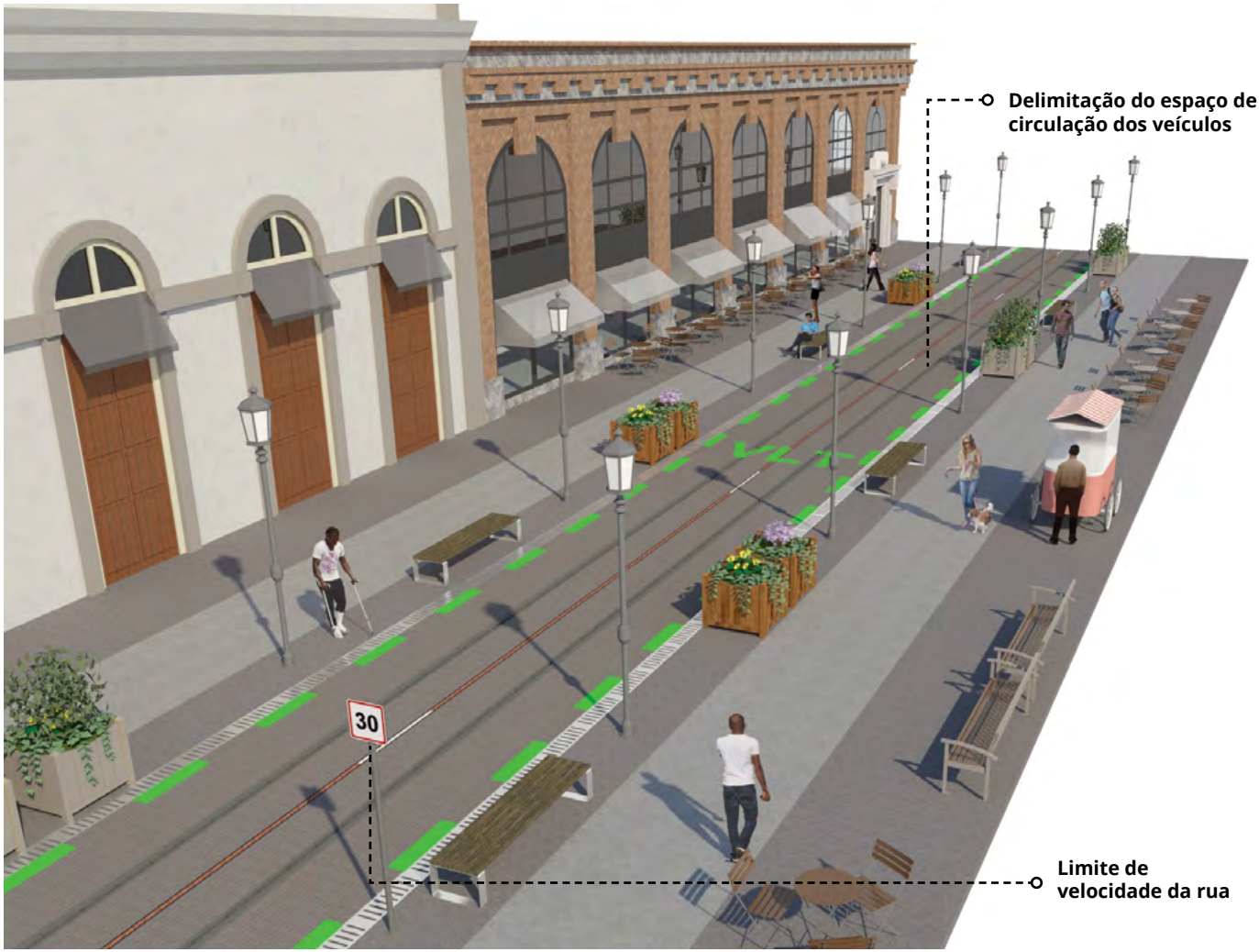
- O limite de velocidade em ruas compartilhadas deve ser de, no máximo, 30 km/h.

DISPOSITIVO PARA DELIMITAÇÃO DO ESPAÇO DE CIRCULAÇÃO DOS VEÍCULOS

• Recomenda-se o uso de dispositivos para a delimitação do espaço de circulação dos veículos. Isso pode ser feito por meio de pilaretes, postes de luz, tachões, uso de vasos de plantas ou da utilização de pavimento com rugosidade e/ou coloração diferenciada.

Material de apoio:

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras



Rio de Janeiro, Brasil.

TECNOLOGIAS

Este módulo abrange as principais características para que sistemas VLT alcancem níveis maiores de eficiência, segurança e conforto através da utilização de sistemas inteligentes de transporte (ITS). Sua aplicação compreende desde processos de planejamento, programação tática e operacional e gestão do sistema até bilhetagem eletrônica e informação aos usuários.

CRITÉRIOS

BILHETAGEM ELETRÔNICA

- INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA
  - Entre diferentes modos de transporte
  - Tecnologia compatível entre sistema urbano e metropolitano
- PROPRIEDADE, ABERTURA E TRANSPARÊNCIA DOS DADOS DE BILHETAGEM ELETRÔNICA

CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

- INTEGRADO A DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE E SERVIÇOS PÚBLICOS
- DUTOS PARA FIBRA ÓPTICA
- MONITORAMENTO E REGULAÇÃO DA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL
  - Informações ao usuário
  - Regulação e fiscalização da operação
  - Contato com os condutores
  - Circuito fechado de TV
- CONTROLE CENTRALIZADO DOS SEMÁFOROS

FORNECIMENTO DE ENERGIA

- SUBESTAÇÃO PRÓPRIA PARA O SISTEMA

BILHETAGEM ELETRÔNICA

INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA

• Para facilitar a **integração entre modos de transportes** (VLT, metrô, trem, ônibus, sistema de aluguel de bicicletas, etc.) e entre **sistemas urbanos e metropolitanos**, recomenda-se a adoção de tecnologias compatíveis com os sistemas de bilhetagem eletrônica já implantados, por exemplo, através da utilização de protocolos abertos.

PROPRIEDADE, ABERTURA E TRANSPARÊNCIA DOS DADOS DE BILHETAGEM ELETRÔNICA

• Os dados do sistema de bilhetagem eletrônica fornecem informações importantes para o planejamento do sistema de transporte coletivo e da cidade como um todo. Por isso é essencial que o município tenha a posse desses dados e os disponibilize. Através deles é possível inferir, entre outros: carregamentos, arrecadação, origem e destino de viagens, índice de gratuidades e integrações.

Sistema de bilhetagem eletrônica. Santos, Brasil.

Material de apoio:

ABNT (2011) NBR 14813: sistemas inteligentes de transportes

ANTP (2007) Caderno Técnico: integração nos transportes públicos – volume 5

ANTP (2012) Caderno Técnico: sistemas inteligentes de transporte – volume 8

Oliveira, G. T. de (2016) Caracterização da Demanda de Sistemas de Transporte Público a Partir de Dados de Sistemas de Bilhetagem Eletrônica: um ensaio sobre três aspectos – tempo, comportamento e espaço

Centro de controle operacional. São Paulo, Brasil.

CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL

INTEGRADO A DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE E SERVIÇOS PÚBLICOS

- O Centro de Controle Operacional (CCO) deve ser integrado com serviços de utilidade pública (PM, SAMU, Bombeiros, Defesa Civil, etc.) e CCO de outras modalidades.
- Para facilitar a imediata atuação no caso de incidentes, recomenda-se a elaboração de Planos de Contingência por parte do CCO.

Material de apoio:

ABNT (2011) NBR 14813: sistemas inteligentes de transportes

ANTP (2012) Caderno Técnico: sistemas inteligentes de transporte – volume 8

7

DUTOS PARA FIBRA ÓPTICA

- É importante considerar no projeto a oportunidade de instalação de dutos de fibra óptica ao longo do sistema VLT. Ela é necessária para conectar as estações com o CCO para o envio de imagens, informações de bilhetagem eletrônica e para o fornecimento de rede *Wi-Fi*.

MONITORAMENTO E REGULAÇÃO DA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL

- A existência de um CCO permite qualificar o transporte coletivo através de:
  - **informações em tempo real aos usuários**, tanto via painéis eletrônicos nos pontos de embarque e desembarque quanto via internet, celulares e aplicativos. Esses dados são obtidos via equipamentos de GPS existentes em toda a frota;
  - **regulação da operação** do sistema através de **contato com os condutores** para avisos de imprevistos, assim como recebimento de informações sobre as condições da via e incidentes; e
  - **fiscalização** através de um **circuito fechado de TV**, particularmente no que se refere ao aumento da segurança pessoal.

Material de apoio:

ABNT (2011) NBR 14813: sistemas inteligentes de transportes

ANTP (2012) Caderno Técnico: sistemas inteligentes de transporte – volume 8

- Recomenda-se a priorização da circulação do VLT através da atuação semafórica pelos veículos e da coordenação pelo CCO.

Semáforo do sistema VLT. Rio de Janeiro, Brasil.

Material de apoio:

ABNT (2011) NBR 14813: sistemas inteligentes de transporte

ANTP (2012) Caderno Técnico: sistemas inteligentes de transporte – volume 8

Brasil (1997) Código de Trânsito Brasileiro

Sistema VLT alimentado por catenária. Remis, França.

FORNECIMENTO DE ENERGIA

SUBESTAÇÃO PRÓPRIA PARA O SISTEMA

- O sistema deve ter subestações retificadoras próprias para garantir seu funcionamento em alimentação elétrica. A potência nominal e o afastamento entre as subestações depende da composição dos carros e do *headway* de operação visando manter estável a tensão fornecida.

- A alimentação da energia de tração pode ser fornecida por catenária, por sistema tipo APS (Alimentação Pelo Solo) ou por sistemas de alimentação discreta com autonomia (VLT é alimentado apenas em estações, armazenando a energia em bateria ou supercapacitores e andando com autonomia entre estações).

Material de apoio:

METRO (2007) Design Criteria Manual

Rio de Janeiro, Brasil.

CONTEXTO DO PROJETO

Este módulo aborda aspectos gerais de projetos de VLT, bem como introduz os projetos complementares necessários para a sua qualificação. Também apresenta parâmetros de dimensionamento de faixas viárias com objetivo de questionar o espaço dedicado ao transporte individual motorizado. A priorização do transporte coletivo em caixas viárias consolidadas passa por recuperar parte do que foi entregue ao automóvel, sem questionamento, no passado.

CRITÉRIOS

DECORRÊNCIA DO PROJETO

- DEFINIDO NO PLANO DIRETOR
- DEFINIDO NO PLANO DE MOBILIDADE URBANA

PROJETOS E ANÁLISES COMPLEMENTARES

- PROJETO DA VIA PERMANENTE
  - Infraestrutura
  - Superestrutura
- PROJETO DE ILUMINAÇÃO
- PROJETO DE SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA
- PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA
  - Sinalização vertical
  - Sinalização horizontal
  - Semafórica
- ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL RODANTE
- COMPATIBILIDADE ENTRE O MATERIAL RODANTE E A INFRAESTRUTURA
- INFRAESTRUTURA COMPATÍVEL COM OPERAÇÃO EM MARCHA À VISTA
- ANÁLISE DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

FAIXAS DE ROLAMENTO

- NÃO HÁ AUMENTO DE FAIXAS PARA O TRÁFEGO MISTO
- LARGURA
  - Tráfego misto
  - Faixa de estacionamento

Sistema VLT. Rio de Janeiro, Brasil.

DECORRÊNCIA DO PROJETO

• O projeto do VLT deve se inserir no contexto de uma rede multimodal integrada, alinhada com as estratégias de mobilidade estabelecidas pelo **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**, e que atenda requisitos definidos por um **Plano de Mobilidade Urbana**. No caso de regiões metropolitanas, é importante que os planos municipais sejam compatíveis com um plano de abrangência regional.

Material de apoio:

Brasil (2012) Política Nacional de Mobilidade Urbana

Brasil (2015b) Estatuto da Metrópole

Sistema APS e grelha para drenagem. Rio de Janeiro, Brasil.

PROJETOS E ANÁLISES COMPLEMENTARES

PROJETO DA VIA PERMANENTE

- O projeto de **infraestrutura** da via permanente deve englobar o traçado geométrico das vias, os projetos de terraplenagem, drenagem e pavimentação. O projeto de drenagem é necessário para evitar o acúmulo de água no trilho (risco de descarrilamento e aquaplanagem) e danos aos equipamentos e trens. Além disso, a drenagem da via permanente deve ser conectada à macrodrenagem urbana.

- O projeto de **superestrutura** da via permanente compreende a escolha do tipo de trilho, seu suporte e fixação, forma de encapsulamento, localização de aparelhos de mudança de via e espaçamento entre dormentes.

PROJETO DE ILUMINAÇÃO

- Deve contemplar a iluminação das vias, calçadas, travessias, estações e pontos de parada.

PROJETO DE SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA

- O projeto de sinalização ferroviária deve ser elaborado de forma a garantir a segurança de circulação do VLT.

PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA

- O projeto de sinalização viária deve ser elaborado de modo a alertar os outros usuários da via sobre o sistema VLT. A sinalização vertical, horizontal e semafórica* deve ser compatível e integrada com a sinalização ferroviária.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL RODANTE

- Define as características básicas e os requisitos fundamentais que as composições devem apresentar.

**Ver mais em Segurança viária.*

Iluminação do sistema VLT. Rio de Janeiro, Brasil.

COMPATIBILIDADE ENTRE O MATERIAL RODANTE E A INFRAESTRUTURA

- Deve-se garantir que a infraestrutura da via permanente e das plataformas de embarque e desembarque seja compatível com as características das composições.
- Caso o plano de evolução da rede preveja operação de trens mais compridos, ou em unidade múltipla, as plataformas devem ser projetadas de modo a ser possível a adequação com os novos trens.

INFRAESTRUTURA COMPATÍVEL COM OPERAÇÃO EM MARCHA À VISTA

- De forma a possibilitar a operação em marcha à vista, elementos que possam atrapalhar a visibilidade do condutor – como postes, bancas, vegetação, placas de publicidade, etc. – não devem ser implantados ao longo da via.
- A implantação das faixas de pedestres*, assim como de qualquer sinalização na via, deve ser feita de modo a garantir a visibilidade do condutor do VLT.

ANÁLISE DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

- A análise de resiliência deve contemplar a adaptação dos componentes do projeto a situações decorrentes de eventos climáticos extremos.

Material de apoio:

Brasil (2016) Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

CONTRAN (2007b) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização vertical de regulamentação

CONTRAN (2014a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização semafórica

CONTRAN (2016a) Resolução 585

**Ver mais em Segurança viária.*

Sistemas de transporte devem estar adaptados a eventos climáticos. Frankfurt, Alemanha.

Caixa viária com faixas de tráfego misto e via permanente. Paris, França.

FAIXAS DE ROLAMENTO

NÃO HÁ AUMENTO DE FAIXAS PARA O TRÁFEGO MISTO

• De acordo com a Lei Federal nº 12.587/2012, os projetos de mobilidade urbana devem priorizar: (i) transporte não motorizado (ativo), (ii) transporte coletivo e (iii) transporte privado, nesta ordem. Nesse contexto, nos projetos de VLT, o número de faixas para o tráfego misto (incluindo o estacionamento) deve diminuir ou, no máximo, permanecer igual.

LARGURA

• As faixas de **tráfego misto** devem possuir larguras entre 2,70 e 3,50 m.

• Faixas com 3,50 m de largura devem ser utilizadas apenas para vias expressas ou quando há fluxo intenso de caminhões e/ou ônibus.

• Larguras inferiores a 3 m devem ser preferencialmente utilizadas em vias residenciais de acesso local.

Material de apoio:

AASHTO (2001) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Brasil (2012) Política Nacional de Mobilidade Urbana

CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal

NACTO (2012a) Urban Street Design Guide

- Para vias coletoras e arteriais, larguras entre 3 e 3,30 m podem ser utilizadas sem que haja prejuízo no fluxo de veículos. Faixas mais estreitas induzem a velocidades mais baixas, aumentando, assim, a segurança viária*.

- As **faixas de estacionamento** em via pública devem possuir entre 2,20 e 2,70 m de largura.

- Recomenda-se que as faixas para estacionamento não reduzam o espaço de infraestrutura para pedestres, ciclistas e sistemas de transporte coletivo. Faixas de estacionamento não devem ser adjacentes à via do VLT, pois, ao abrir as portas, os veículos estarão invadindo a faixa do VLT.

** Ver mais em Segurança viária.*

Amsterdã, Holanda.

GLOSSÁRIO

• **Acessibilidade:** possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive de seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida.

• **Aparelhos de mudança de via:** dispositivo que permite assumir outra via para a circulação do trem. É acionado por um conjunto eletromecânico telecomandado denominado máquina de chave, podendo ser colocado em funcionamento por motor ou manualmente.

• **Assento:** local onde as pessoas podem sentar enquanto aguardam ou utilizam o transporte coletivo.

• **Banco semissentado:** local onde as pessoas podem se apoiar enquanto aguardam ou utilizam o transporte coletivo.

• **Bicicletário:** estacionamento de longa duração para bicicletas, com grande número de vagas e controle de acesso, podendo ser público ou privado.

• **Bitola:** distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, tomada na linha normal a essas faces, 16 mm abaixo do plano constituído pela superfície superior do boleto.

• **Calçada:** 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 elementos como mobiliário, sinalização e vegetação.

• **Calçada compartilhada:** parte da via, normalmente segregada e em nível diferente do tráfego misto, de uso comum, devidamente sinalizada e regulamentada para a circulação de pedestres, cadeirantes e ciclistas montados, sem que haja prejuízo do conforto e da segurança de seus usuários.

• **Calçada partilhada:** espaço exclusivo para circulação de ciclos sobre parte da calçada, com segregação visual do tráfego de pedestres, podendo ter piso diferenciado e devidamente sinalizado no mesmo plano.

• **Catenária:** cabo de aço suspenso em postes destinado a sustentar o fio condutor da corrente elétrica em uma altura constante.

• **Centro de controle operacional:** infraestrutura dotada de equipamentos que permitem gerenciar de forma centralizada o sistema de transporte.

• **Chicanas:** desvios artificiais criados em uma rua para desviar os condutores da trajetória retilínea com o objetivo de desacelerar o tráfego motorizado.

• **Ciclo:** veículo de, pelo menos, duas rodas à propulsão humana.

• **Ciclofaixa:** parte da pista de rolamento da via urbana destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica.

• **Ciclorrotas:** sinalização cicloviária específica em pista de rolamento compartilhada entre todos os veículos, onde as características de volume e velocidade do trânsito na via possibilitam o uso de vários modos de transporte sem a necessidade de segregação. Esse conceito deve ser aplicado obedecendo ao princípio da continuidade e orientação, especialmente em complementação às ciclovias e às ciclofaixas.

• **Ciclovia:** pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego veicular comum.

• **Composição:** conjunto de carros e/ou vagões de um trem, formado segundo critérios de capacidade, tonelagem, tipos de mercadorias, etc.

• **Cruzamento rodocicloviário:** cruzamento em nível, entre a pista de rolamento e uma ciclovia ou ciclofaixa.

• **Dormente:** peça de madeira, concreto, concreto protendido ou ferro, onde os trilhos são apoiados e fixados e que transmite ao lastro parte dos esforços e vibrações produzidos pelos trens.

• **Embarque em nível:** alinhamento vertical entre o piso da plataforma da estação e a soleira da porta de embarque/desembarque do veículo.

• **Encapsulamento:** peças de borracha sintética (neoprene) que proporcionam elasticidade aos trilhos e baixa emissão de ruídos. Envolvem trilhos e/ou dormentes.

• **Estação:** locais de parada do transporte coletivo para embarque e desembarque de passageiros. Têm infraestrutura mais qualificada em relação aos pontos de parada, podendo ser fechados ou não.

• **Extensão do meio-fio:** avanços da calçada, geralmente em interseções, que reduzem a distância de travessia, diminuindo, assim, a exposição dos pedestres.

• **Faixa de pedestres:** faixa delimitada indicando a área de travessia de pedestres.

• **Faixa de rolamento:** área com largura suficiente para acomodar o tráfego veicular resultante da subdivisão longitudinal de uma pista de tráfego.

• **Faixa de serviço (ou de mobiliário):** parte da calçada onde é alocado o mobiliário urbano.

• **Faixa de transição (ou de acesso):** parte da calçada destinada a locais onde ocorrem conflitos entre o fluxo de pedestres, como vitrines e entradas e saídas de edificações. Além disso, também pode ser utilizada pelo comércio, para a colocação de mesas, cadeiras, cavaletes com propaganda e sinalização do estabelecimento.

• **Faixa elevada:** faixa de pedestre elevada ao nível da calçada com coloração contrastante à da via de tráfego.

• **Faixa livre (ou passeio):** parte da calçada ou da pista de rolamento – neste último caso separada por pintura ou elemento físico, livre de interferências – destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas.

• **Fluxo:** número total de veículos, pedestres ou ciclistas que passam em um determinado ponto durante um dado intervalo de tempo.

• **Gabarito dinâmico:** considera os deslocamentos mais desfavoráveis do sistema de suspensão do veículo sob qualquer causa (força centrífuga, superelevação, movimentos anormais, etc.). Não deve ser transposto pelo material rodante em circulação nas condições mais desfavoráveis da via.

• **Greide:** inclinação longitudinal de uma via.

• **Guarda-corpo:** proteção a meia altura, em gradil, balaustrada, alvenaria, entre outros, que resguarda as faces laterais de escada, terraço, balcão, rampa, varanda, sacada ou vão em função de desnível de pisos ou de ambientes mais altos em relação aos outros.

• **Ilhas de refúgio:** parte da via, devidamente sinalizada e protegida, destinada ao uso de pedestres durante a sua travessia.

• **Largura do campo de visão:** largura entre extensões do meio-fio em chicanas.

• **Linha de retenção:** indica ao condutor o local-limite em que deve parar o veículo ou bicicleta antes de interseções semaforizadas, cruzamentos, faixas de pedestres e outros locais onde houver necessidade por questões de segurança.

• **Material rodante:** frota de veículos de transporte ferroviário.

• **Medidas de moderação de tráfego:** dispositivos utilizados para reduzir as velocidades desenvolvidas pelos veículos e aumentar a segurança viária.

• **Mobiliário urbano:** todos os equipamentos integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados.

• **Multidutos:** estruturas (normalmente embutidas na via) que servem de caminho para os cabos de energia e sistemas necessários ao funcionamento do VLT.

• **Nível de serviço:** medida que representa a qualidade do serviço de transporte. Existem seis níveis de serviço, que vão de A a F. Nível de serviço A representa as melhores condições de funcionamento do ponto de vista do usuário e o nível de serviço F, as piores.

• **Paraciclo:** dispositivo utilizado para a fixação de bicicletas, podendo ser instalado em áreas públicas ou áreas privadas. Possui número reduzido de vagas, sem controle de acesso e difere substancialmente do bicicletário.

• **Passarela:** infraestrutura destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres.

- **Pessoa com mobilidade reduzida:** aquela que, temporária ou permanentemente, tem limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo.

- **Platô:** seção elevada da via com altura igual às calçadas adjacentes, compreendendo toda a interseção, construída com perfil plano e rampas. Pode ser implementado em trechos de vias com uma extensão maior que a de uma ondulação ou faixa elevada.

- **Ponto de parada:** locais de parada do transporte coletivo para embarque e desembarque de passageiros.

- **Rampa:** inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhamento, com declividade igual ou superior a 5%.

- **Rebaixamento da calçada:** rampa construída ou implantada na calçada ou passeio, destinada a promover a concordância de nível com a faixa de rolamento.

- **Ruas compartilhadas:** frequentemente chamadas de "vias prioritárias para pedestres", são vias compartilhadas por todos os usuários e projetadas para proporcionar segurança viária através da adoção de medidas de moderação de tráfego.

- **Sarjeta:** escoadouro para as águas das chuvas que, nas ruas e praças, beira o meio-fio das calçadas.

- **Segregador físico:** elemento físico de dimensões reduzidas que serve como separador entre faixas e também como inibidor da invasão do espaço viário destinado ao transporte coletivo por outros veículos.

- **Sistemas inteligentes de transporte:** conjunto de tecnologias que visam melhorar a qualidade do serviço do transporte coletivo. Esses sistemas envolvem veículos, condutores, passageiros, operadores do sistema, gestores e a interação entre eles e o meio ambiente.

• **Testes dinâmicos:** testes realizados após a manutenção dos carros, em linhas auxiliares não operacionais e sob condições reais de marcha, para verificar a conformidade e a suficiência dos serviços executados.

• **Transporte ativo:** modo de transporte à propulsão humana.

• **Via dupla:** formada por duas vias onde os trens circulam em sentidos opostos.

• **Via permanente:** conjunto de instalação e equipamentos que compõem a infra e a superestrutura da ferrovia.

• **Via singela:** formada por uma via única onde os trens circulam somente em um sentido.

Antuérpia, Bélgica.

REFERÊNCIAS

AASHTO (2001) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D. C. Disponível em: <http://nacto.org/docs/usdg/geometric_design_highways_and_streets_aashto.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2016.

AASHTO (2010) Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D. C.

ABCP e FCTH (2013) Projeto Técnico: jardins de chuva. Associação Brasileira de Cimento Portland e Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Disponível em: <http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/04/AF_Jardins-de-Chuva-online.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

ABNT (2005a) NBR 14039: instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2005b) NBR 14021: transporte - acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2008a) NBR 14718: guarda-corpos para edificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2008b) NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2011) NBR 14813: sistemas inteligentes de transportes. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2012a) NBR 15129: luminárias para iluminação pública. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2012b) NBR 5101: iluminação pública. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2015) NBR 9050: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (2016) NBR 16537: acessibilidade - sinalização tátil no piso - diretrizes para elaboração de projetos e instalação. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ANTP (2007) Caderno Técnico: integração nos transportes públicos – volume 5. Associação Nacional de Transportes Públicos, Brasília/DF. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2016/02/24/844ED48C-AD51-4C8E-A50C-15B4E13548EE.pdf>. Acesso em: 21 set. 2016.

ANTP (2012) Caderno Técnico: sistemas inteligentes de transporte – volume 8. Associação Nacional de Transportes Públicos, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/03/18/9AB9A3EB-97DC-4711-9751-162AD361D7F0.pdf>. Acesso em: 28 set. 2014.

BHTrans (2013) Manual de Medidas Moderadoras de Tráfego. Disponível em: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/BHTRANS/manual-traffic-calming-2013/manual_traffic_calming.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Brasil (1997) Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503. Presidência da República, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em: 12 jul. 2016.

Brasil (2004) Decreto n° 5.296. Presidência da República, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 1 out. 2014.

Brasil (2006) Cadernos do Programa Brasil Acessível. Ministério das Cidades, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/publicacoes.html >. Acesso em: 1 out. 2015.

Brasil (2007) Coleção Bicicleta Brasil. Ministério das Cidades, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroBicicletaBrasil.pdf>. Acesso em: 1 out. 2015.

Brasil (2008) Manual de BRT: guia de planejamento. Ministério das Cidades, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/ManualBRT.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Brasil (2012) Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei nº 12.587. Presidência da República, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm>. Acesso em: 14 jun. 2016.

Brasil (2015a) Cartilha do Ciclista. Ministério das Cidades, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosCidades/ArquivosPDF/Publicacoes/cartilhaciclista.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2016.

Brasil (2015b) Estatuto da Metrópole. Lei nº 13.089. Presidência da República, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm>. Acesso em: 14 jun. 2016.

Brasil (2016) Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Volume 2: estratégias setoriais e temáticas. Ministério do Meio Ambiente, Brasília/DF. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/LIVRO_PNA_Plano%20Nacional_V2.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2016.

CET-SP (2015) Manual para Instalação de Paraciclos na Cidade de São Paulo. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/404326/manualparaciclos.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CET-SP Definições. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo. Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/consultas/bicicleta/definicoes.aspx>. Acesso em: 23 mar. 2016.

City of Copenhagen (2014) Focus on Cycling: Copenhagen guidelines for the design of road projects. Technical and Environmental Administration Traffic Department. The Bicycle Programme, Copenhagen.

CONTRAN (2007a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização horizontal. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF.

CONTRAN (2007b) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização vertical de regulamentação. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF.

CONTRAN (2014a) Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: sinalização semafórica. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF.

CONTRAN (2014b) Resolução 495. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF..

CONTRAN (2016a) Resolução 585. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF.

CONTRAN (2016b) Resolução 600. Conselho Nacional de Trânsito, Brasília/DF.

Department for Transport (1994) Horizontal Deflections. Traffic Advisory Leaflet 9/94. Disponível em: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20090505152230/http://www.dft.gov.uk/adobepdf/165240/244921/244924/TAL_9-94>. Acesso em: 4 mai. 2016.

Department for Transport (2007) Traffic Calming. Local Transport Note 1/07. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/329454/ltn-1-07_Traffic-calming.pdf>. Acesso em: 4 mai. 2016.

DoELG, DoT e DTO (2003) Traffic Management Guidelines. Department of the Environment and Local Government (DoELG), the Department of Transport (DoT) and the Dublin Transportation Office (DTO), Dublin. Disponível em: <https://www.nationaltransport.ie/downloads/archive/traffic_management_guidelines_2003.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

DOT-NY (2015) Street Design Manual, updated second edition. Department of Transportation, New York City. Disponível em: <http://www.nyc.gov/html/dot/downloads/pdf/nycdot-streetdesignmanual-interior-lores.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

EMBARQ (2015) Segurança Viária em Sistemas Prioritários para Ônibus. Disponível em: <http://wricidades.org/research/publication/seguran%C3%A7a-vi%C3%A1ria-em-sistemas-priorit%C3%A1rios-para-%C3%B4nibus>. Acesso em: 15 mar. 2016.

EMBARQ (2016) O Desenho de Cidades Seguras. World Resources Institute. Disponível em: <http://wricidades.org/research/publication/o-desenho-de-cidades-seguras>. Acesso em: 6 jul. 2016.

EMBARQ Brasil (2014) Manual de Projetos e Programas para Incentivar o Uso de Bicicletas em Comunidades. Disponível em: <http://thecityfixbrasil.com/files/2014/05/final_relat%C3%B3rio_embarq_maio2014_wireo_site.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

EMBARQ Brasil (2015) Impactos da Redução dos Limites de Velocidade em Áreas Urbanas. Disponível em: <http://wricidades.org/research/publication/impactos-da-redu%C3%A7%C3%A3o-dos-limites-de-velocidade-em-%C3%A1reas-urbanas>. Acesso em: 15 abr. 2016.

METRO (2007) Design Criteria Manual. Metro Light Rail Transit Projects.

METROPLAN (2012) Caderno de Soluções Padronizadas. Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS.

NACTO (2012a) Urban Street Design Guide. National Association of City Transportation Officials, New York. Disponível em: <http://nacto.org/usdg/lane-width/>. Acesso em: 15 mar. 2016.

NACTO (2012b) Urban Bikeway Design Guide. National Association of City Transportation Officials, New York. Disponível em: <http://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Oliveira, G. T. de (2016) Caracterização da Demanda de Sistemas de Transporte Público a Partir de Dados de Sistemas de Bilhetagem Eletrônica: um ensaio sobre três aspectos – tempo, comportamento e espaço. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE.

Tavares, V. B. (2015) Estações BRT: análise das características e componentes para sua qualificação. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TfL (2007) A Prototype Wayfinding System for London. Legible London, Transport for London, Londres. Disponível em: <http://content.tfl.gov.uk/ll-yellow-book.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

Transport Scotland (2011) Cycling by Design 2010. Glasgow, Scotland. Disponível em: <http://www.transport.gov.scot/system/files/uploaded_content/documents/tsc_basic_pages/Environment/Cycling_by_Design_2010__Rev_1__June_2011_.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

TRB (2010) Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C.

TRB (2012) Track Design Handbook for Light Rail Transit. TCRP Report 155. Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program, Washington, D. C. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tcrp_rpt_155.pdf >. Acesso em: 16 jul. 2016.

TRB (2013) Transit Capacity and Quality of Service Manual. TCRP Report 165. Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program, Washington, D. C. Disponível em: <http://www.trb.org/TCRP/Blurbs/169437.aspx>. Acesso em: 16 set. 2014.

Vuchic, V. (2007) Urban Transit Systems and Technology. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Rio de Janeiro, Brasil.

APÊNDICE

VIA PERMANENTE

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
GERAIS - P. 13				
TRILHO EMBUTIDO				x
VIA SEGREGADA PARA O VLT OU COMPARTILHADA APENAS COM TRANSPORTE ATIVO				x
REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS NO TRAÇADO DA VIA				x
MULTIDUTOS				x
PROJETO GEOMÉTRICO - P. 16				
BITOLA	1,435	m		x
LARGURA				
Via singela	mínimo 3,15	m		x
Via dupla	mínimo 6,50	m		x
RAIO DE CURVA				
Ao longo da via	mínimo 30	m		x
Nos pátios de estacionamento	mínimo 20	m		x
GREIDE				
Ao longo da via	máximo 7	%		x
Nos pátios de estacionamento	zero	%		x
Nas estações	máximo 1	%		x
LIMITE DE VELOCIDADE	50	km/h		x

ESTAÇÕES, PONTOS DE PARADAS E PÁTIOS

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
GERAIS - P. 25				
QUALIFICAÇÃO DO ENTORNO				x
ÁREA DE EMBARQUE, DESEMBARQUE E CIRCULAÇÃO LIVRE DE OBSTÁCULOS				x
INFRAESTRUTURA ADEQUADA A PESSOAS COM MOBILIDADE REDUZIDA			x	
PREVISÃO DE ATERRAMENTO ELÉTRICO				x
ALTURA DA PLATAFORMA DE EMBARQUE E DESEMBARQUE	entre 25 e 35	cm		x
MOBILIÁRIO URBANO				
Abrigo contra intempéries				x
Assento ou banco semissentado				x
Lixeira				x
Iluminação				x
SISTEMA DE INFORMAÇÃO AOS PASSAEIROS			x	
PONTOS DE PARADA - P. 30				
LARGURA	mínimo 2,40	m		x
ESTAÇÕES - P. 32				
LARGURA				
Estação unidirecional	mínimo 2,65	m		x
Estação bidirecional	mínimo 3,45	m		x
OFICINAS DE MANUTENÇÃO E PÁTIOS DE ESTACIONAMENTO - P. 35				
LAYOUT DE OFICINA				x
EQUIPAMENTOS DE PÁTIO				x

CALÇADAS

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
DIMENSIONAMENTO DE CALÇADAS - P. 39				
LARGURA				
Faixa de serviço	mínimo 0,70	m	x	
Faixa livre	mínimo 1,20	m	x	
Faixa de transição	mínimo 0,45	m		x
QUALIFICAÇÃO DE CALÇADAS - P. 42				
PAVIMENTO			x	
INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM	máximo 3	%	x	
ILUMINAÇÃO DEDICADA				x
CONFORTO CLIMÁTICO				
Vegetação				x
MOBILIÁRIO URBANO				x
SISTEMA DE INFORMAÇÃO				x
CONTINUIDADE DA CALÇADA				
Desníveis que não necessitam tratamento especial	máximo 5	mm	x	
Desníveis tratados como rampa com 50% de inclinação máxima	entre 5 e 20	mm	x	

INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
NÍVEL DE SEGREGAÇÃO - P. 54				
CICLOVIA EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA IGUAL OU SUPERIOR A 60 KM/H				x
CICLOVIAS E CICLOFAIXAS - P. 56				
LARGURA				
Ciclovia/ciclofaixa unidirecional	mínimo 1,20	m		x
Ciclovia/ciclofaixa bidirecional	mínimo 2,50	m		x
DISTÂNCIA ENTRE LINHAS DE RETENÇÃO NOS CRUZAMENTOS RODOCICLOVIÁRIOS	5	m		x
MARCAÇÃO DE CRUZAMENTOS RODOCICLOVIÁRIOS			x	
CONTINUIDADE JUNTO AOS PONTOS DE PARADA				x
INTEGRAÇÃO COM O TRANSPORTE COLETIVO				x
CICLORROTAS - P. 66				
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				x
LIMITE DE VELOCIDADE				x
QUALIFICAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA - P. 68				
PAVIMENTO				x
INCLINAÇÃO PARA DRENAGEM	máximo 2	%		x
ILUMINAÇÃO DEDICADA				x
SISTEMA DE INFORMAÇÃO				x

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
ESTACIONAMENTO DE BICICLETAS - P. 71				
PRESENÇA DE PARACICLOS E BICICLETÁRIOS				
Nos terminais	100	%		x
Nas estações e pontos de parada	mínimo 50	%		x
DIMENSÕES DO PARACICLO				
Diâmetro	5	cm		x
Altura	entre 75 e 90	cm		x
Largura	entre 60 e 100	cm		x
DIMENSÕES PARA INSTALAÇÃO				
Distância entre paraciclos instalados paralelamente	mínimo 60	cm		x
Distância do meio-fio para paraciclos instalados paralelamente	mínimo 70	cm		x
Distância entre paraciclos instalados em linha	mínimo 1,20	m		x
Distância do meio-fio para paraciclos instalados em linha	mínimo 60	cm		x

ACESSIBILIDADE UNIVERSAL

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
REBAIXAMENTO DE CALÇADA - P. 80				
LARGURA DA FAIXA LIVRE JUNTO AOS REBAIXAMENTOS	mínimo 1,20	m	x	
LARGURA				
Rebaixamento perpendicular ao meio-fio	mínimo 1,50	m	x	
Rebaixamento paralelo ao meio-fio	mínimo 1,50	m	x	
INCLINAÇÃO	máximo 8,33	%	x	
REBAIXAMENTOS ALINHADOS COM A FAIXA DE PEDESTRES			x	
SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA			x	
RAMPAS - P. 83				
INCLINAÇÃO				
Desnível de até 1,50 m	máxima 5	%	x	
Desnível de até 1 m	máxima 6,25	%	x	
Desnível de até 0,80 m	máxima 8,33	%	x	
LARGURA LIVRE	mínimo 1,20	m	x	
SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA			x	

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
ESCADARIAS - P. 86				
LARGURA LIVRE	mínimo 1,20	m	x	
ALTURA DOS ESPELHOS	entre 16 e 18	cm	x	
LARGURA DOS PISOS	entre 28 e 32	cm	x	
SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA			x	
EXISTÊNCIA DE RAMPAS E/OU ELEVADORES PARA ACESSO				x
PASSARELAS - P. 88				
LARGURA LIVRE	mínimo 1,20	m	x	
GUARDA-CORPO - P. 89				
ALTURA	mínimo 1,05	m	x	
INEXISTÊNCIA DE BARRAS LATERAIS				x
CORRIMÃOS - P. 90				
VÃO ENTRE CORRIMÃOS	entre 1,20 e 2,40	m	x	
ALTURA	70 e 92	cm	x	
PROLONGAMENTO ANTES DO INÍCIO E DEPOIS DO FIM DE RAMPAS E ESCADAS	30	cm	x	

SEGURANÇA VIÁRIA

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
CRUZAMENTOS - P. 96				
CRUZAMENTO DO VLT COM O TRÁFEGO MISTO DEVE SER SEMAFORIZADO				x
FAIXA DE PEDESTRES - P. 98				
LARGURA	mínimo 3	m	x	
LINHA DE RETENÇÃO	mínimo 1,60	m	x	
JUNTO A ESTAÇÕES E PONTOS DE PARADA				x
ILUMINAÇÃO				x
PASSARELAS OU PASSAGENS SUBTERRÂNEAS EM VIAS COM VELOCIDADE MÁXIMA SUPERIOR A 60KM/H				x
ILHA DE REFÚGIO PARA PEDESTRES - P. 101				
VIAS DE MÃO DUPLA E, PELO MENOS, DUAS FAIXAS POR SENTIDO				x
DIMENSÕES				
Comprimento	mínimo 1,50	m	x	
Largura	mínimo 3	m		x
CONTRAFLUXO - P. 103				
NÃO HÁ CONTRAFLUXO ENTRE FAIXAS DE TRÁFEGO E VIA PERMANENTE				x

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
MEDIDAS DE MODERAÇÃO DE TRÁFEGO - P. 105				
LIMITE DE VELOCIDADE	máximo 40	km/h	x	
FAIXAS ELEVADAS DE PEDESTRES				
Altura	máximo 15	cm	x	
Largura da plataforma	entre 4 e 7	m	x	
Inclinação da rampa	entre 5 e 10	%	x	
Inclinação para drenagem	máximo 5	%	x	
Linha de retenção	mínimo 50	cm	x	
PLATÔS				
Altura	máximo 15	cm	x	
Comprimento	entre 5 e 20	m		x
Inclinação da rampa	entre 5 e 10	%	x	
Inclinação para drenagem	máximo 5	%		x
Dispositivo para delimitação do espaço de circulação dos veículos				x
LOMBADAS				
Tipo A				
Limite de velocidade	30	km/h		x
Comprimento	3,70	m		x
Altura	entre 8 e 10	cm		x

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
Tipo B				
Limite de velocidade	20	km/h		x
Comprimento	1,50	m		x
Altura	6 e 8	cm		x
CHICANAS				
Largura do campo de visão	entre +1 e -1	m		x
Comprimento da mudança de alinhamento				
Para automóveis	entre 5 e 9	m		x
Para ônibus	entre 12 e 30	m		x
Comprimento do acréscimo	entre 5 e 10	m		x
EXTENSÃO DO MEIO-FIO				
Largura	entre 2,20 e 2,70	m		x
Comprimento	mínimo 10	m		x
RUAS COMPARTILHADAS - P. 116				
Limite de velocidade	máximo 30	km/h		x
Dispositivo para delimitação do espaço de circulação dos veículos				x

TECNOLOGIAS

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
BILHETAGEM ELETRÔNICA - P. 121				
INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA				
Entre diferentes modos de transporte				
Tecnologia compatível entre sistema urbano e metropolitano				x
PROPRIEDADE, ABERTURA E TRANSPARÊNCIA DOS DADOS DE BILHETAGEM ELETRÔNICA				x
CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL - P. 122				
INTEGRADO A DIFERENTES MODOS DE TRANSPORTE E SERVIÇOS PÚBLICOS				x
DUTOS PARA FIBRA ÓPTICA				x
MONITORAMENTO E REGULAÇÃO DA OPERAÇÃO EM TEMPO REAL				
Informações ao usuário				x
Regulação e fiscalização da operação				x
Contato com os condutores				x
Circuito fechado de TV				x
CONTROLE CENTRALIZADO DOS SEMÁFOROS				x
FORNECIMENTO DE ENERGIA - P. 125				
SUBESTAÇÃO PRÓPRIA PARA O SISTEMA				x

CONTEXTO DO PROJETO

CRITÉRIOS	Intervalo	Unidade	Natureza do critério	
			Exigência legal	Recomendação
DECORRÊNCIA DO PROJETO - P. 129				
DEFINIDO NO PLANO DIRETOR			x	
DEFINIDO NO PLANO DE MOBILIDADE URBANA			x	
PROJETOS E ANÁLISES COMPLEMENTARES - P. 130				
PROJETO DA VIA PERMANENTE				
Infraestrutura				x
Superestrutura				x
PROJETO DE ILUMINAÇÃO				x
PROJETO DE SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA				x
PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA				
Sinalização vertical				x
Sinalização horizontal				x
Semafórica				x
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL RODANTE				x
COMPATIBILIDADE ENTRE O MATERIAL RODANTE E A INFRAESTRUTURA				x
INFRAESTRUTURA COMPATÍVEL COM OPERAÇÃO EM MARCHA À VISTA				x
ANÁLISE DE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA				x
FAIXAS DE ROLAMENTO - P. 134				
NÃO HÁ AUMENTO DE FAIXAS PARA O TRÁFEGO MISTO				x
LARGURA				
Tráfego misto	entre 2,70 e 3,50	m	x	
Faixas de estacionamento	entre 2,20 e 2,70	m	x	

AGRADECIMENTOS

À Children's Investment Fund Foundation – CIFF – por sua parceria estratégica, ao viabilizar o apoio técnico do WRI Brasil para esse projeto.

À ANPTrilhos e ao WRI Brasil pela parceria técnica na realização desse projeto.

Ao prefeito Marcio Lacerda, presidente da Frente Nacional de Prefeitos – FNP – e ao engenheiro José Roberto Bernasconi, presidente do Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva – Sinaenco, pelo apoio na disseminação dos cadernos entre as cidades e as empresas envolvidas nos projetos de infraestrutura.

Aos revisores desta publicação, por suas contribuições técnicas: Reinaldo Germano, Erno Zimpel, Lino Fantuzzi, Sidemar Francisco da Silva, Daniel Nogueira e Marc-Olivier Maillefaud. Aos parceiros e aos especialistas do WRI Brasil, que também prestaram apoio técnico a esse projeto: Paula Rocha, Rafaela Machado, Henrique Evers, Nivea Oppermann, Lara Caccia, Diogo Pires Ferreira, Cristina Albuquerque e Shanna Lucchesi.

Aos associados e especialistas da ANPTrilhos, que prestaram apoio técnico fundamental à execução deste projeto.

À Cristina de Freitas, Carolina Vieira e Tahina Mattos pelo trabalho primoroso nas ilustrações que completam a publicação.

CRÉDITOS DAS FOTOGRAFIAS

Capa, p. 2, 16, 18, 22/23, 27, 29, 36/37, 42, 45, 49, 50/51, 55(1 e 3), 56, 71, 74(direita), 76/77, 81, 85, 88, 92/93, 96, 99, 101, 105, 108, 110, 118/119, 121, 122, 124, 126/127,129, 130, 131, 152: Mariana Gil/WRI Brasil; p. 4, 6, 10/11, 14, 20, 25, 30, 32, 35, 116, 125, 133, 134, 136, 144: Ian Fischer; p. 13: Juan Carlos Muñoz; p. 34: Daniel Guimarães; p. 40: Luísa Schardong/WRI Brasil; p. 43: Glen Dake; p. 46, 66: Virginia Tavares/WRI Brasil; p. 48: Gilmar Altamirano; p. 55(2): Blog Meu Transporte; p. 55(4): Christyam de Lima; p. 59: Sergio Trentini/WRI Brasil; p. 60: Luis Antonio Lindau/WRI Brasil; p. 62: Victor Macêdo Lacerda; p. 69: Ariadne Samios/WRI Brasil, p.74(esquerda); Daniela Facchini/WRI Brasil; p. 100: Monara Barreto; p. 112: Ben Welle/WRI Ross Center for Sustainable Cities.

Essa iniciativa, do Ministério das Cidades com apoio técnico do WRI Brasil, proporciona uma literatura técnica e ao mesmo tempo de fácil compreensão, que ajudará a melhorar a qualidade dos projetos de infraestrutura. Os cadernos respondem à demanda das cidades brasileiras por apoio para o desenvolvimento de projetos tecnicamente bem estruturados.

Frente Nacional de Prefeitos - FNP

Os Cadernos Técnicos para Projetos de Mobilidade Urbana facilitam o trabalho de arquitetos e engenheiros na concepção e desenvolvimento de projetos de transporte urbano. As normas técnicas, referências bibliográficas, boas práticas nacionais e internacionais em textos e ilustrações detalhadas são de fácil consulta e compreensão

Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva – Sinaenco

Secretaria Nacional de
Mobilidade Urbana - SeMob

Ministério das
Cidades

APOIO TÉCNICO:

WRI BRASIL