



**Departamento de
Estradas de Rodagem
do Estado do Paraná
DER/PR**

Avenida Iguaçu, 420,
Curitiba – Paraná
CEP 80.230-902
Fone: (41) 3304 8000
Fax: (41) 3304 8130
www.der.pr.gov.br

TRANSIÇÃO ÁREA RURAL / ÁREA URBANA

Manual de Segurança Rodoviária

Aprovado pelo Conselho Diretor em 31/10/2024

Deliberação n.º 391/2024

Este procedimento substitui o Capítulo 6 da Parte 2 do Manual de Segurança Rodoviária, 1988 – DT.4.08.R.01

Autor: DER/PR (DOP/CETS)

51 páginas

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	2
2	NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS	2
3	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	2
4	PROBLEMA	3
5	APLICAÇÃO.....	4
6	TRATAMENTO DE REGISTROS.....	51
7	ANEXOS	51

HISTÓRICO

Descrição	Documento	Vigência

1 OBJETIVO

Estabelecer a metodologia a ser utilizada para melhorar a segurança viária nas transições entre áreas urbanas e áreas rurais.

2 NORMAS E DOCUMENTOS ASSOCIADOS

Os documentos identificados a seguir compõem a lista de referências bibliográficas citadas e podem compreender requisitos para a aplicação deste procedimento.

ABNT NBR 5101:2018. Iluminação pública – Procedimento.

ABNT NBR 9050:2020 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

ABNT NBR 15.486:2016. Segurança no tráfego – Dispositivos de contenção viária – Diretrizes de projeto e ensaio de impacto.

CNT (Confederação Nacional do Transporte), 2021 – Transporte em Foco – Rodovias que Perdoam. <<<https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/5d10ad26-e26e-4979-9092-024503d49dfc.pdf>>>

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Regulamentação, Vol. I.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Advertência, Vol. II.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Indicação, Vol. III.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Horizontal, Vol. IV.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Semafórica, Vol. V.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Dispositivos Auxiliares, Vol. VI.

CONTRAN, 2022. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Sinalização Ciclovária, Vol. VIII.

Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Capítulo XV – Das Infrações.

DNIT, 2010. IPR-740. Manual de projeto geométrico de travessia urbana.

DNIT, 2020. IPR-748. Álbum de projetos-tipo de passarelas para pedestres.

GEIPOT/MT, 2001. Tratamento das Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas.

3 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Este manual se aplica a procedimentos relativos à elaboração de projetos de segurança rodoviária em locais de transição entre áreas urbanas e áreas rurais das rodovias sob jurisdição do DER/PR.

4 PROBLEMA

A transição de veículos em rodovias entre áreas rurais e urbanas destaca a preocupante realidade dos sinistros de trânsito. Atropelamentos, devido ao excesso de velocidade nessas áreas, têm sido uma grande preocupação para a engenharia de tráfego e transporte em nível nacional, mas ainda não foram adequadamente resolvidos.

Essa questão se agrava especialmente em rodovias de pista única e dois sentidos que também funcionam como principais vias nas cidades por onde passam. Nessas situações, a velocidade costuma ser elevada, e os motoristas não ajustam seu comportamento para a segurança viária local, pois o tamanho da cidade não motiva essa adaptação.

O cenário ideal seria que os motoristas diminuíssem a velocidade antes de alcançar o limite da zona urbana, onde podem surgir situações perigosas que potencialmente levam a sinistros de trânsito. No entanto, como essas situações não são visualmente evidentes, os motoristas tendem a manter o mesmo comportamento rodoviário ao longo do trecho urbano, o que não condiz com as características urbanas e contribui para os sinistros de trânsito.

As áreas urbanas têm necessidades diferentes em comparação com as áreas rurais, exigindo medidas específicas de segurança viária para cada situação. Isso inclui a presença de um maior número de pedestres e ciclistas, frequentemente com velocidades mais baixas, a necessidade de calçadas e meios-fios, acesso mais frequente a propriedades vizinhas, maiores custos associados à faixa de domínio, presença de transporte público e considerações ambientais importantes para a população local.

Os efeitos desses fatores devem ser cuidadosamente considerados ao adaptar as rodovias às características urbanas pelas quais passam. Por exemplo, a alta presença de pedestres e ciclistas pode requerer a construção de calçadas separadas da via por meio de meios-fios de difícil transposição, como barreiras, defensas ou cercas vivas.

É fundamental que a transição de áreas rurais para urbanas em rodovias seja realizada de forma gradual e suave, usando corretamente os recursos técnicos da engenharia de tráfego, com o objetivo de induzir uma mudança gradativa no comportamento dos motoristas. Além disso, medidas devem ser implementadas para disciplinar o espaço urbano próximo à rodovia, bem como as atividades relacionadas ao uso e ocupação do solo e à presença de moradores, tudo em busca das condições máximas de segurança viária possível.

Esse processo envolve a consideração de três aspectos principais para a solução dos problemas associados à transição de áreas rurais para urbanas em uma rodovia:

- Tratamentos viáveis para a própria rodovia, visando a redução de seu impacto na área urbana, incluindo a segregação ou integração da rodovia na área urbana;
- Complementação de infraestruturas para aumentar a segurança de pedestres que atravessam ou circulam na faixa de domínio da rodovia;
- Implantação de condições de segurança adequadas para ciclistas, levando em consideração as condições típicas de operação das rodovias.

5 APLICAÇÃO

5.1 TRATAMENTO DA RODOVIA NA TRANSIÇÃO ÁREA RURAL / ÁREA URBANA

O projeto de sinalização e segurança viária deve analisar o meio ambiente em que se insere a rodovia. Isto leva a considerar a necessidade de realizar projetos que integrem o tráfego da rodovia com o uso do solo e a circulação de acesso, possibilitando administrar os conflitos decorrentes da integração cidade/ rodovia.

Uma sinalização ineficaz pode gerar a adoção de medidas altamente restritivas como a implantação de ondulações transversais e sonorizadores, que devem ser utilizadas apenas em casos específicos, de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – CONTRAN.

Apesar da sua reconhecida eficácia como dispositivo redutor de velocidade, as ondulações transversais, as chamadas “lombadas”, quando implantados incorretamente transformam-se em geradores de sinistros de trânsito, além de produzir efeitos colaterais com a repercussão em outras vias alternativas próximas, como no caso da fuga do tráfego de passagem para vias locais paralelas.

É relevante enfatizar que o conceito de "rodovias que perdoam" envolve a inclusão de vários componentes de segurança viária. Esses elementos desempenham um papel crucial na proteção dos motoristas e na redução de sinistros de trânsito nas rodovias. Entre esses elementos, se destacam as zonas livres, que proporcionam áreas de escape em situações de emergência, dispositivos de contenção que evitam a saída descontrolada de veículos da pista, atenuadores de impacto que absorvem a energia de colisões para reduzir os danos e acostamentos que oferecem espaços para parada de emergência e manutenção veicular. Esses elementos coletivamente compõem a essência do conceito de segurança passiva nas rodovias que perdoam, visando tornar as viagens mais seguras para todos os usuários.

Convém aqui lembrar que, de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, a responsabilidade legal pela implantação de qualquer dispositivo e/ou sinalização viária cabe à entidade com jurisdição sobre a via, e, por decorrência aos seus técnicos.

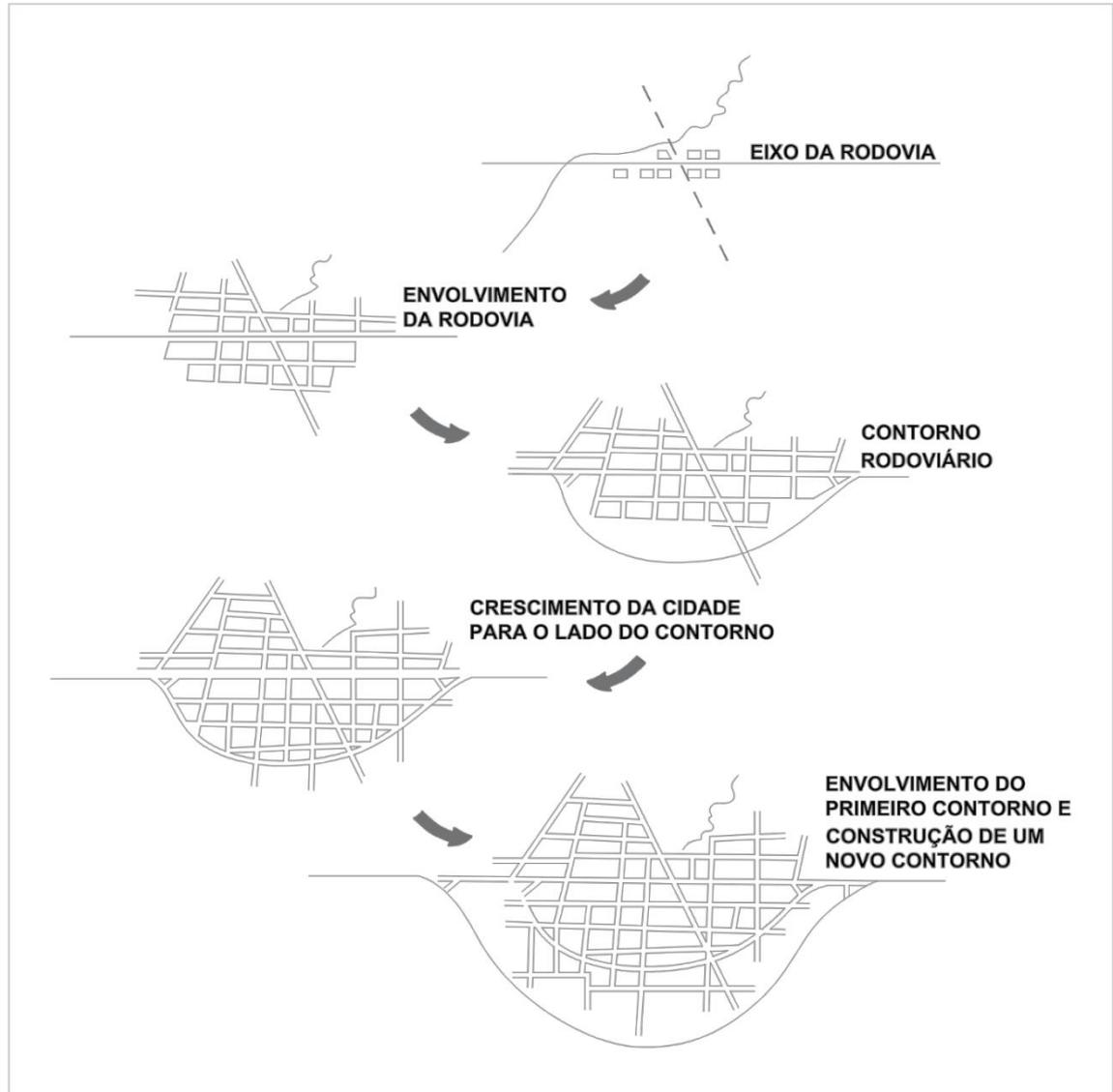
Como soluções que se apresentam para o problema das travessias e acessos urbanos pode-se citar dois tipos: as soluções com Segregação da Rodovia e as soluções com Integração da Rodovia.

5.1.1 Soluções com Segregação da Rodovia

Duas opções de segregação de rodovias têm sido frequentemente recomendadas, seja de forma isolada ou combinada, para trechos urbanos cujas condições de operação alcançaram um nível crítico: o contorno rodoviário urbano e a via expressa. Essas medidas, muitas vezes as únicas adequadas, proporcionam imediatamente uma melhoria nas condições de tráfego e representam uma valiosa adição ao sistema viário local. No entanto, embora exijam pouca coordenação institucional por parte do setor rodoviário, cujas ações se limitam à faixa de domínio da rodovia, essas soluções apresentam limitações e consequências que requerem uma avaliação dos aspectos relacionados aos seus impactos futuros.

A construção de contornos rodoviários, quando não acompanhada de medidas de restrições de acessos e controle do uso do solo nas áreas adjacentes, geralmente demonstra pouca eficiência a longo prazo. Os estabelecimentos existentes ao longo do trecho antigo tendem a se deslocar para o novo contorno, além de atrair interesses de empreendimentos imobiliários e comerciais, promovendo o crescimento da cidade nas áreas onde as condições de acessibilidade foram aprimoradas (figura 1).

Figura 1 – Influência da Rodovia na Evolução Espontânea de uma Cidade.



Fonte: Adaptado de GEIPOT/MT, 2001.

A abordagem da via expressa repousa na segregação do tráfego de passagem, na mitigação do atrito lateral por meio da criação de vias marginais, na eliminação de conflitos entre fluxos opostos de tráfego com a construção de barreiras ou canteiros centrais e na solução de conflitos em cruzamentos por meio da construção de interseções em diferentes níveis (figura 2).

Apesar das vantagens proporcionadas em termos de aumento da capacidade e melhoria das condições de operação, é crucial destacar que a implementação da solução de via expressa frequentemente demanda a utilização de espaços que podem não estar prontamente disponíveis e acarreta custos substanciais de desapropriação. Além disso, ela pode agravar a fragmentação da área urbana, resultando na redução da mobilidade

transversal e impondo desafios, sobretudo para pedestres e ciclistas, que podem necessitar da construção de passarelas.

Importante ressaltar que, de maneira geral, a aplicação ampla dessas soluções é limitada devido ao elevado custo associado à sua implementação.

Figura 2 – Vias Expressas.



5.1.2 Soluções com Integração da Rodovia

Esta abordagem envolve a combinação sinérgica de dispositivos físicos para a redução gradual da velocidade e sinalização viária. A solução para a redução gradual de velocidade na zona de transição entre áreas rurais e urbanas em uma rodovia resulta da integração cuidadosa de diversos dispositivos físicos e sinalização, promovendo uma desaceleração suave, sem causar impactos adversos nos veículos e seus ocupantes.

Essa estratégia permite que o condutor ajuste sua velocidade de maneira progressiva e segura até atingir a velocidade apropriada para a área urbana circundante. O efeito final é obtido por meio da combinação de estímulos físicos e visuais gerados pelos dispositivos utilizados em sua composição.

A figura 3 oferece uma representação esquemática do projeto tipo que constitui essa estratégia integrada para orientação e redução gradual de velocidade.

A sinalização viária, que é utilizada de forma coordenada com os dispositivos físicos para redução gradual de velocidade nos trechos de transição entre áreas rurais e urbanas de rodovias, como descrito neste tópico, compreende uma variedade de elementos. Isso inclui sinais verticais de regulamentação, de advertência e placas indicativas educativas, além de sinalizações horizontais destinadas a destacar obstáculos e travessias de pedestres na via.

Os padrões técnicos adotados são baseados na legislação brasileira, expressos através do Código de Trânsito Brasileiro – CTB e pelos manuais publicados pelo Conselho Nacional de Trânsito – Contran. No entanto, é importante enfatizar que as características operacionais das rodovias onde esse conjunto de dispositivos será implantado podem exigir adaptações de acordo com os estudos de engenharia.

A alta velocidade de aproximação, a iluminação noturna frequentemente inadequada ou inexistente nesses trechos e a tendência dos motoristas de não prestarem a devida atenção à sinalização viária fazem com que as condições de visibilidade dos sinais sejam essenciais, devido às potenciais consequências graves de negligência e desatenção.

Nesse sentido, as placas de advertência, quando usadas isoladamente nessas condições, não costumam chamar a atenção dos motoristas, como é comum em várias rodovias rurais e urbanas, com altos índices de sinistros de trânsito.

Quando houver necessidade de fornecer informações complementares aos sinais de advertência e regulamentação, essas informações devem ser apresentadas em placas adicionais ou incorporadas à placa principal, formando um único conjunto em formato retangular.

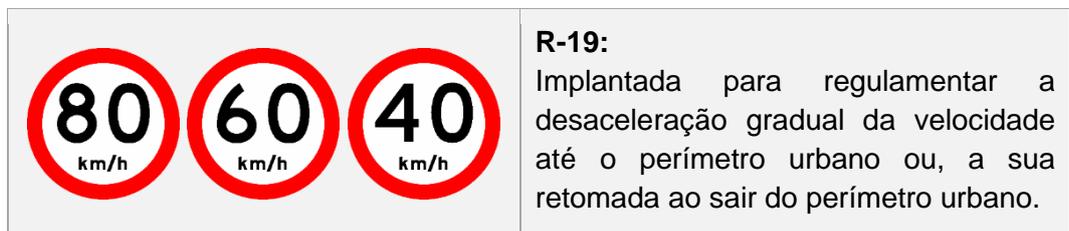
É imperativo que todos os sinais e marcas viárias sejam fabricados com materiais retrorrefletivos que preservem a qualidade das mensagens (cores) sob a ação dos faróis dos veículos durante a noite. Seguindo as diretrizes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, para confecção da sinalização proposta.

A seguir, são apresentados os sinais que compõem essa solução coordenada.

a) Sinais de Regulamentação:

A principal finalidade da sinalização vertical de regulamentação é informar de forma clara e precisa aos condutores as condições, proibições, obrigações e restrições que se aplicam ao uso das vias urbanas e rurais. O não cumprimento dessas orientações resulta em infrações, de acordo com o capítulo XV do CTB. Os sinais de regulamentação devem compreender minimamente a redução de

velocidade através da instalação das placas R-19. Esta sinalização deve se adequar as velocidades instituídas pelo município para a área urbana, geralmente abaixo de 50 km/h.

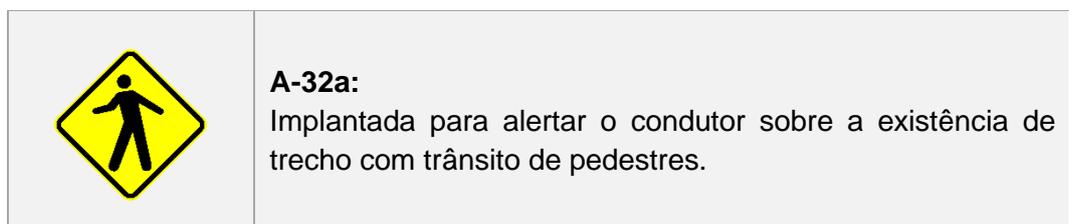


As proibições, obrigações e restrições estabelecidas por meio da sinalização devem ser cuidadosamente planejadas, levando em consideração fatores como dias, períodos, horários, locais, tipos de veículos ou trechos específicos. Isso garante que tais restrições sejam justificadas e compreensíveis para todos os usuários das vias.

Além disso, é essencial manter a coerência entre diferentes regulamentações, evitando conflitos ou situações em que o cumprimento de uma regulamentação resulte no desrespeito a outra. Isso contribui para uma circulação segura e ordenada nas rodovias.

b) Sinais de Advertência:

A principal função da sinalização vertical de advertência é alertar os usuários sobre situações potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições presentes na via ou nas proximidades, fornecendo informações sobre a natureza dessas condições, independentemente de serem permanentes ou temporárias. Os sinais de advertência a serem geralmente utilizados na aproximação de áreas urbanas são os de travessias de pedestres, A-32a:

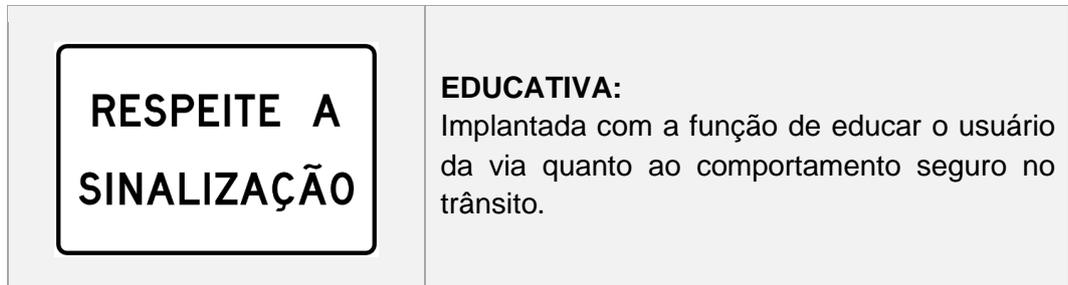


O uso é apropriado tanto em vias urbanas quanto rurais, mas deve ser aplicado com discernimento, evitando seu uso excessivo, o que pode comprometer sua eficácia e confiabilidade.

c) Sinais Educativos:

Têm a importante missão de instruir os usuários das vias sobre como adotar um comportamento seguro e adequado no trânsito, por meio de mensagens que enfatizam as normas gerais de circulação e conduta.

Seu emprego não é obrigatório, mas sua aplicação é apropriada ao longo das vias e em áreas onde se verifica uma tendência à desobediência à sinalização e às regras comuns de tráfego, tanto por parte dos pedestres quanto dos condutores de veículos.

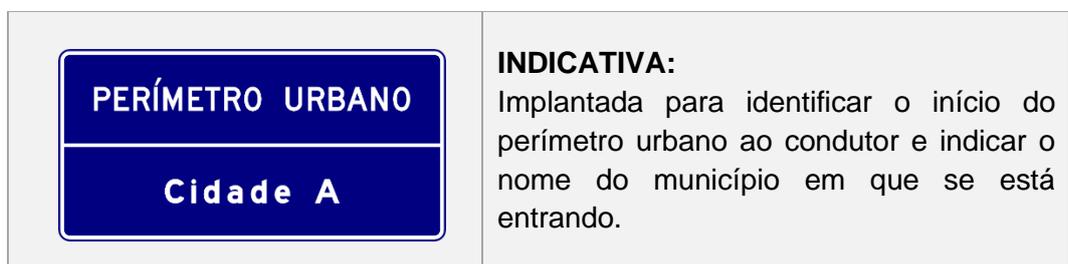


- d) Placas de identificação de limite de municípios, divisa de estados, fronteira e perímetro urbano:

As placas de identificação de limites municipais, divisas estaduais, fronteiras internacionais e perímetros urbanos desempenham a função de indicar ao condutor a linha divisória que separa dois municípios, estados, países vizinhos, ou o início de uma área urbana.

Na porção inferior dessas placas, deve constar exclusivamente o nome do município, distrito ou vila, grafado em letras maiúsculas e minúsculas, disposto em uma única linha. No caso específico das placas de identificação de perímetro urbano, a parte inferior deve conter apenas o nome do município que o condutor está adentrando.

A placa de perímetro urbano deve ser instalada no ponto onde a linha demarcatória de início da área urbana cruza a rodovia, estrada ou via urbana, de forma a estar visível para o tráfego que está ingressando na zona urbana.



- e) Sinalização Horizontal:

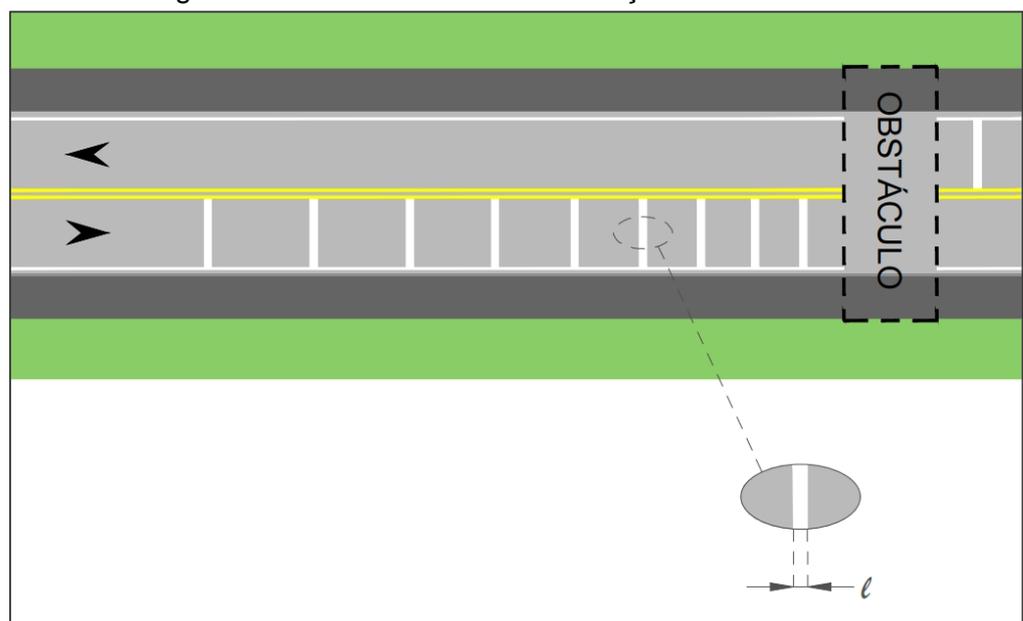
A sinalização horizontal tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, aumentando assim a segurança e fluidez do trânsito, ordenando o fluxo de tráfego, canalizando e orientando os usuários da via.

A sinalização horizontal possui a propriedade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento sem desviar a atenção do leito da via. As marcas horizontais a serem utilizadas minimamente para áreas de transição são:

- LRV – Linhas de Estímulo a Redução de Velocidade:

A LRV consiste em um conjunto de linhas paralelas dispostas de maneira a criar um efeito visual que incentiva o condutor a reduzir a velocidade do veículo. Este efeito tem o propósito de ajustar a velocidade ao limite desejado em um ponto futuro da via.

Figura 4 - Linhas de estímulo a redução de velocidade.



Fonte: Adaptação CONTRAN, Vol. IV, 2022.

A largura (l) da linha varia conforme a velocidade regulamentada na via. Como indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Largura da linha conforme velocidade regulamentada.

Velocidade V - (km/h)	Largura da Linha l - (m)
$v < 60$	0,20
$60 \leq v \leq 80$	0,30
$v > 80$	0,40

Fonte: CONTRAN, VOL. IV, 2022.

O número de linhas e espaçamento entre elas varia à medida que se aproximam do local onde o veículo deva estar com a velocidade reduzida.

O método para determinação do número e espaçamento entre as linhas pode ser encontrado no Manual do CONTRAN, Vol. IV (Pg. 42).

- Legenda:

As legendas são compostas por combinações de letras e números, sendo aplicadas no pavimento da pista de rolamento. Seu propósito é alertar os condutores sobre condições específicas de operação da via, fornecendo informações importantes para uma condução segura e adequada.

O quadro a seguir apresenta as alturas de letras ou números a serem adotadas em função do tipo de via e da velocidade regulamentada:

Quadro 2 – Vias Urbanas

Velocidade v - (km/h)	Altura h - (m)
$v \leq 80$	1,60
$v > 80$	2,40

Fonte: CONTRAN, VOL. IV, 2022.

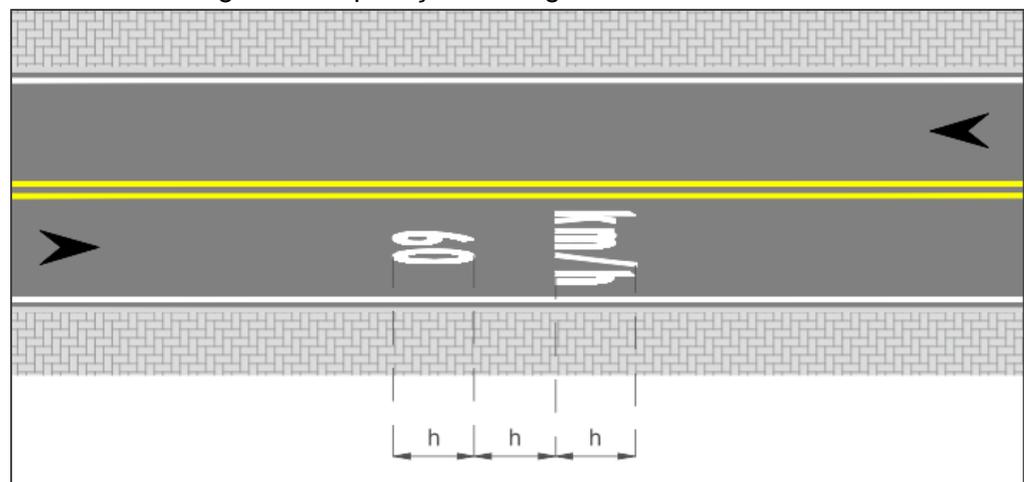
Quadro 3 – Vias Rurais

Velocidade v - (km/h)	Altura h - (m)
$v \leq 60$	2,40
$v > 60$	4,00

Fonte: CONTRAN, VOL. IV, 2022.

Se a legenda for mais larga do que a faixa de tráfego e necessita ser lida integralmente naquela faixa (ex: “60 km/h”), o texto deve ser dividido, com um espaçamento entre as inscrições igual à altura (h) adotada para as letras.

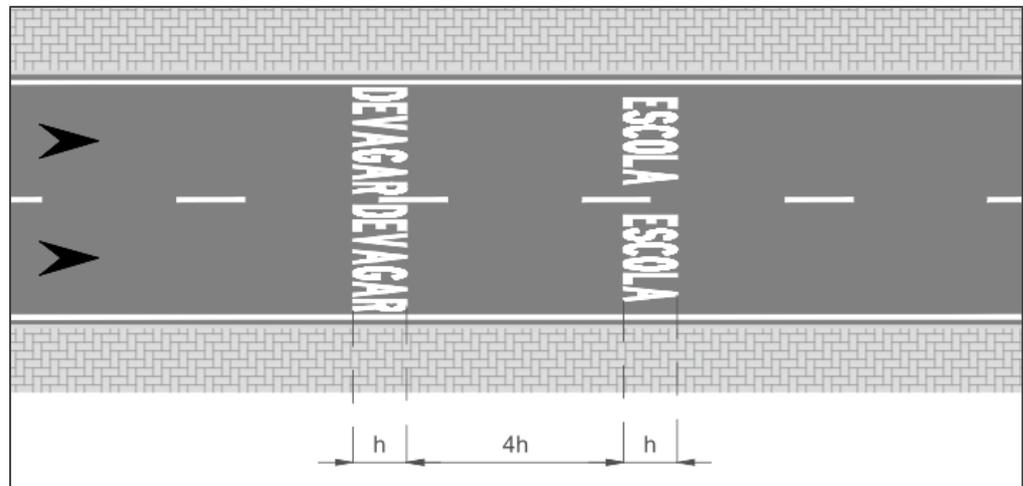
Figura 5 – Aplicação de Legenda de Velocidade.



Fonte: Adaptação CONTRAN, VOL. IV, 2022.

Quando a mensagem for mais larga do que a faixa de trânsito e composta por mais de uma palavra, as legendas devem ser colocadas de forma que possam ser lidas no sentido do tráfego, obedecendo a um espaçamento entre inscrições igual a quatro vezes a altura (h) adotada para as letras.

Figura 6 – Aplicação de Legenda de Inscrição.



Fonte: Adaptação CONTRAN, VOL. IV, 2022.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DE FACILIDADES PARA PEDESTRES

A questão da interação entre pedestres e o tráfego de veículos é um desafio significativo que precisa ser considerado no planejamento e projeto de rodovias, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Embora a presença de pedestres seja uma preocupação em ambos os cenários, a influência do pedestre em trechos urbano é mais pronunciada devido ao seu maior número. Nas áreas urbanas congestionadas, onde o tráfego de veículos é intenso, muitas vezes é difícil adotar medidas adequadas para acomodar os pedestres. No entanto, essas medidas são essenciais, uma vez que os pedestres desempenham um papel fundamental nas áreas urbanas, especialmente em regiões centrais de municípios e em zonas comerciais.

O atendimento às necessidades dos pedestres envolve a criação de infraestruturas como passeios públicos, faixas exclusivas para travessia, dispositivos de controle de tráfego, rampas de acesso para idosos e pessoas com mobilidade reduzida, paradas de ônibus, passarelas, passeios laterais, escadas e rampas de acesso.

No entanto, os desafios relacionados à interação entre pedestres e veículos não estão limitados às áreas urbanas. A expansão das rodovias que conectam cidades e atividades comerciais levou ao desenvolvimento de novas áreas, aumentando a intensidade do tráfego de pedestres nas proximidades e ao longo das áreas comerciais.

Os pedestres geralmente utilizam o espaço ao lado das rodovias para se deslocar, mas a segurança deixa a desejar em muitos casos. A maioria dos projetos de rodovias não inclui a construção de passeios, e muitas vezes não há delimitação de faixas para pedestres e ciclistas. Além disso, os acostamentos constantemente são utilizados como acesso a propriedades e estacionamento.

Nas áreas rurais, embora a quantidade de pedestres seja menor, os sinistros de trânsito que ocorrem nessas regiões são preocupantes devido às altas velocidades dos veículos, resultando em ferimentos graves e fatalidades. Em rodovias mais antigas ou de baixo custo, regiões montanhosas com acostamentos mínimos e locais onde os acostamentos são ausentes, aos pedestres não resta outra alternativa que não seja caminhar na própria pista.

Embora seja relativamente fácil identificar locais problemáticos, determinar as medidas necessárias para resolver esses problemas é mais desafiador devido a limitações financeiras, administrativas e condições físicas do terreno. A busca por soluções envolve dois planos distintos: para as rodovias já existentes, é importante implementar medidas que melhorem a segurança dos pedestres, enquanto nos projetos de novas rodovias, a segurança dos pedestres deve ser considerada desde o início, integrando-a ao custo total da obra.

5.2.1 Medidas Possíveis

O movimento de pedestres numa via ocorre, de maneira geral, em duas direções relativas à via, ou seja, longitudinal (ao longo da via) e transversal (travessia da via), e a administração dessa movimentação e dos conflitos decorrentes exige soluções distintas. A maioria das medidas já são amplamente conhecidas e necessitam apenas de decisões oficiais quanto à sua implementação. Entre essas medidas, destacam-se:

- A sinalização de advertência;
- A construção de passeios;
- A melhoria da iluminação;
- O controle de velocidade;
- O ordenamento dos fluxos de pedestres nas travessias, em nível ou sua segregação pela separação de níveis;
- A reconfiguração da malha viária nas áreas de interface rodovia/área urbana;
- A educação de trânsito.

O planejamento e projeto de vias urbanas e suburbanas devem priorizar a segurança e o conforto dos pedestres, dando especial atenção às travessias a pé. Em áreas urbanas

com elevado número de conflitos entre pedestres e veículos, várias medidas podem ser adotadas para reduzir esses conflitos e aprimorar a operação das vias:

- Eliminar giros à esquerda e/ou à direita;
- Proibir o fluxo livre de giros à direita;
- Proibir giros à direita com sinal vermelho;
- Mudar a operação da rua de dois para um único sentido;
- Incluir fases de sinal exclusivas para pedestres;
- Eliminar locais específicos de travessia de pedestres;
- Implantar travessias de pedestres em desnível.

a) Construção de Passeios:

Ao considerar o movimento longitudinal de pedestres em uma via, é crucial estabelecer com clareza a finalidade dos espaços e implementar alguma forma de separação física entre veículos e pedestres, adaptada às características de ambos os fluxos.

Uma das medidas mais simples, eficazes e de custo relativamente baixo é a construção de calçadas, idealmente situadas em um nível mais elevado do que a pista de rolamento, com meio-fio delimitando a fronteira entre as duas áreas.

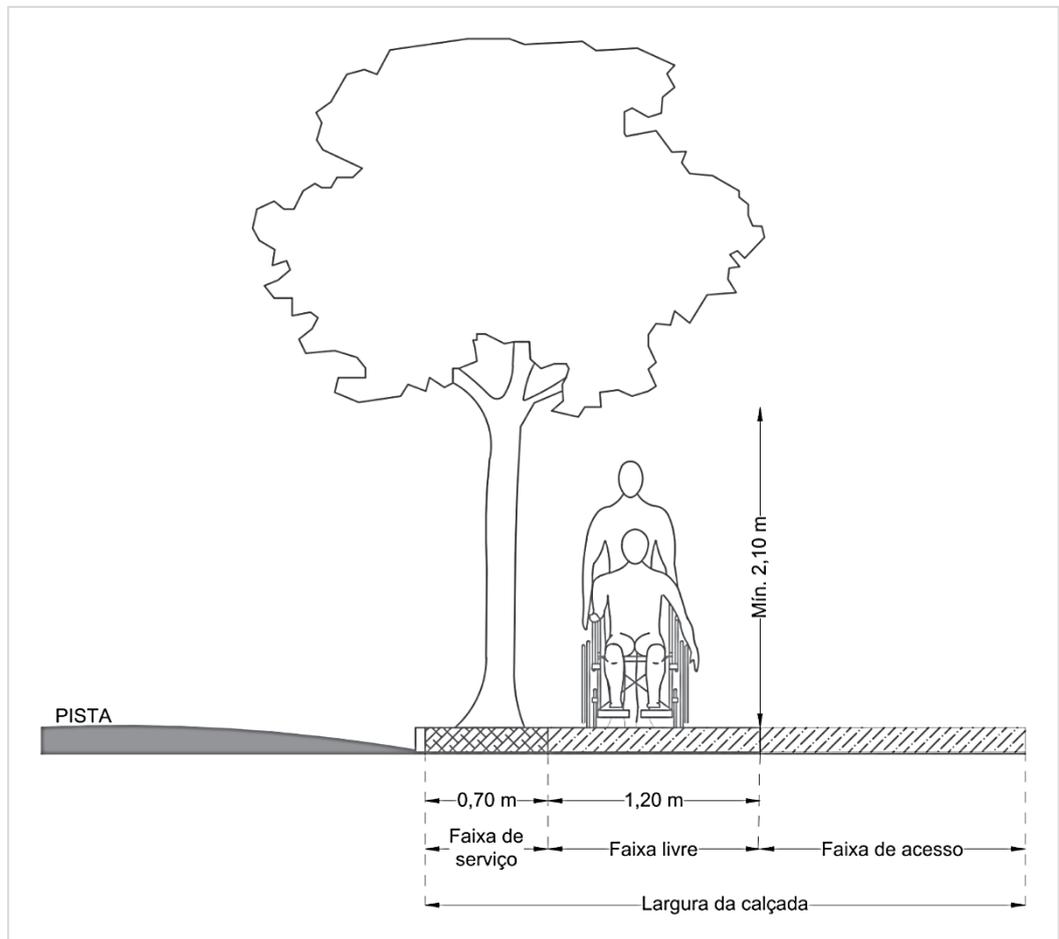
A construção do meio-fio se destaca como um elemento simples e de grande importância, uma vez que se torna um componente crucial para garantir a segurança, de modo que, em condições normais, os veículos não invadam a área designada aos pedestres.

A largura dessa calçada pode ser dividida em três faixas de utilização distintas, conforme ilustrado na figura 7:

- Faixa de serviço: Essa área é reservada para acomodar mobiliário urbano, canteiros, árvores e postes de iluminação ou sinalização. Recomenda-se que, nas calçadas a serem construídas, seja reservada uma faixa de serviço com uma largura mínima de 0,70 metros.
- Faixa livre ou passeio: Essa faixa é destinada exclusivamente à circulação de pedestres e deve ser livre de quaisquer obstáculos. Ela deve possuir uma inclinação transversal de até 3%, ser contínua entre os lotes e ter uma largura mínima de 1,20 metros, com uma altura livre mínima de 2,10 metros.
- Faixa de acesso: Essa área consiste no espaço de transição entre a área pública e os lotes privados. Ela só é viável em calçadas com largura superior a 2,00

metros e é destinada a acomodar rampas de acesso aos lotes vizinhos, sob autorização do município, especialmente em edificações já existentes.

Figura 7 – Faixas de uso dos passeios – Corte.



Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

- **Piso do Passeio**

A circulação dentro de um espaço pode ocorrer tanto horizontalmente quanto verticalmente. A circulação vertical, por sua vez, pode ser facilitada por meio de escadas, rampas ou dispositivos eletromecânicos, sendo considerada acessível quando atende a, no mínimo, duas formas de deslocamento vertical.

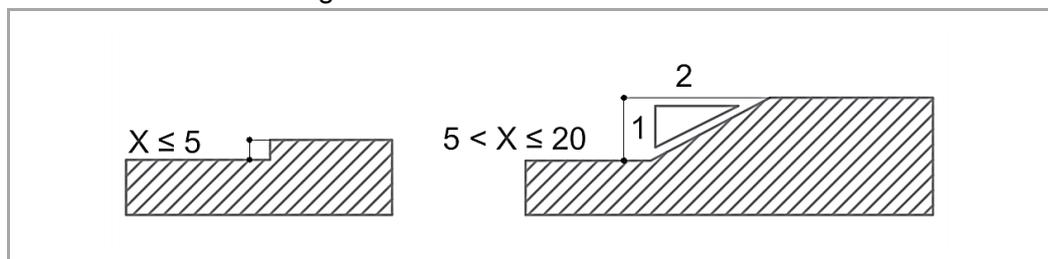
No que diz respeito aos materiais de revestimento e acabamento, é fundamental que apresentem uma superfície regular, firme, estável e não sujeita a trepidações, especialmente para dispositivos de rodas, e que sejam antiderrapantes em todas as condições, seja o piso seco ou molhado.

Deve-se evitar o uso de padrões na superfície do piso que possam gerar uma sensação de insegurança, como estampas que, devido ao contraste de desenhos ou cores, possam criar a ilusão de tridimensionalidade.

Quanto à inclinação da superfície, a inclinação transversal não deve exceder 3% para acomodar cargas externas. A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5%; inclinações iguais ou superiores a 5% são consideradas como rampas.

É importante evitar desníveis em rotas acessíveis, mas caso sejam inevitáveis, desníveis no piso de até 5 mm não exigem tratamento especial. Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir uma inclinação máxima de 1:2 (50%), conforme mostrado na figura 8. Desníveis superiores a 20 mm, quando necessários, devem ser considerados degraus.

Figura 8 – Tratamento de desníveis.



Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

- Dimensionamento das Faixas Livres

É aceitável que a faixa livre seja capaz de acomodar confortavelmente um fluxo de tráfego de 25 pedestres por minuto, em ambos os sentidos, a cada metro de largura. Para calcular a largura da faixa livre em relação ao fluxo de pedestres, empregamos a seguinte equação:

$$L = \frac{F}{K} + \sum i \geq 1,20m$$

Onde:

L : é a largura da faixa livre;

F : é a largura requerida para acomodar o fluxo estimado ou registrado de pedestres durante os horários de pico, levando em consideração o nível de conforto de 25 pedestres por minuto a cada metro de largura;

K : é igual a 25 pedestres por minuto;

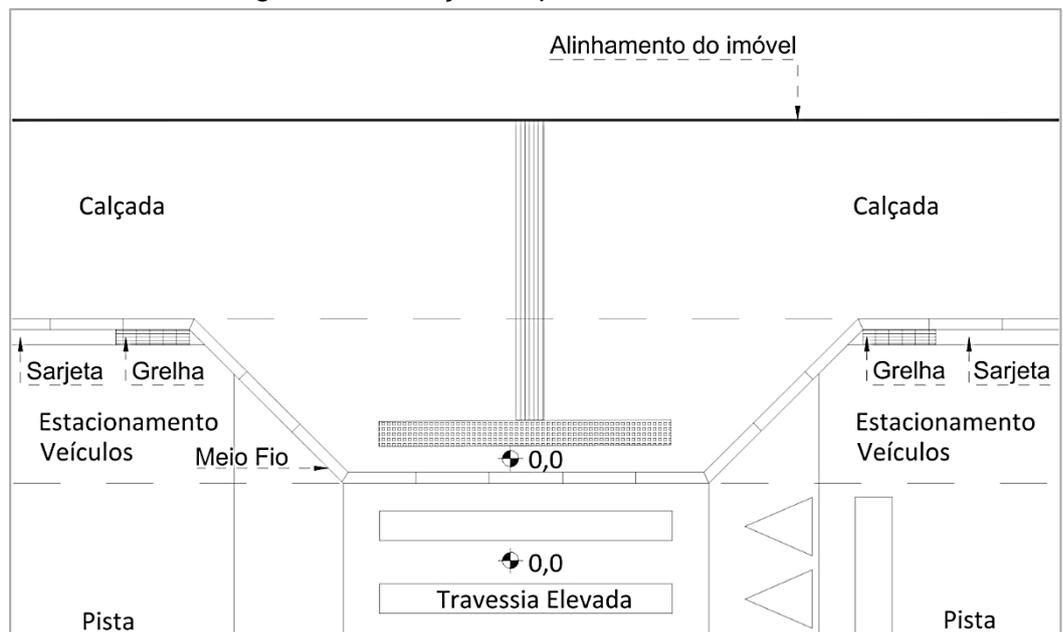
$\sum i$: é o somatório dos valores adicionais relativos aos fatores de impedância.

Os valores adicionais relativos aos fatores de impedância (i) são:

- 0,45m junto às vitrines ou comércio no alinhamento;
- 0,25m junto ao mobiliário urbano;
- 0,25m junto à entrada de edificações no alinhamento.

Com o intuito de diminuir a extensão da travessia, é aconselhável alargar a calçada em ambos os lados da pista, de acordo com o que é demonstrado na figura 9. Essa disposição oferece maior conforto e segurança, sendo aplicável tanto em faixas elevadas quanto em rebaixamentos de calçada.

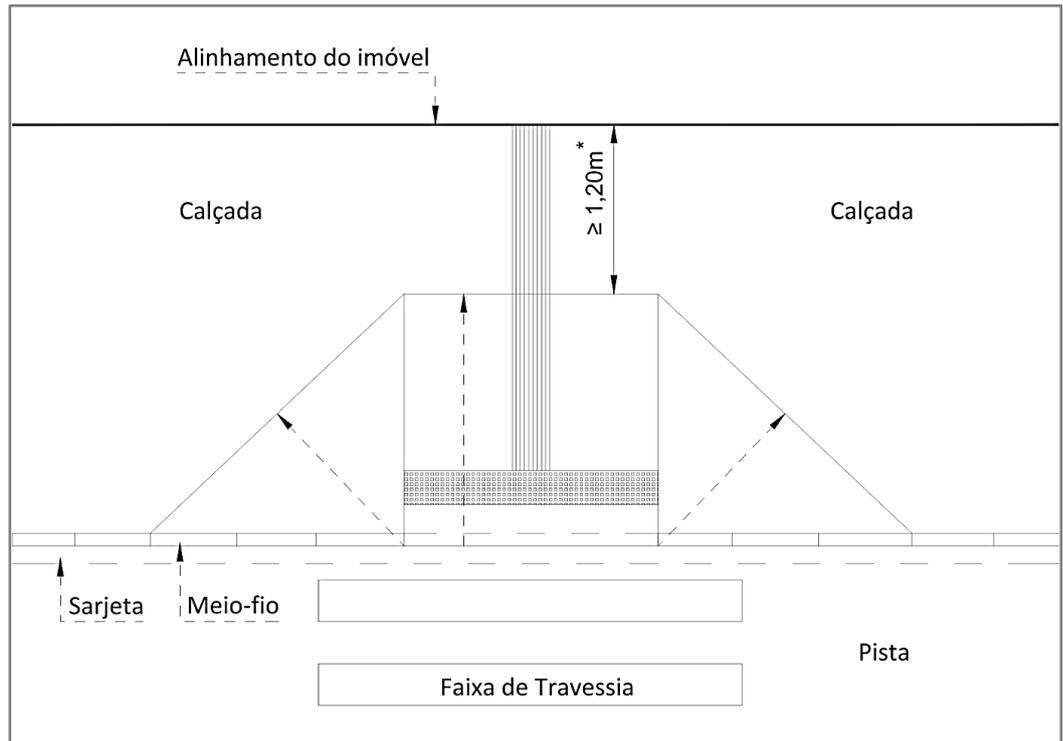
Figura 9 – Redução de percurso de travessia.



Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

Para os rebaixamentos de calçadas, é essencial que sejam alinhados com o fluxo de pedestres. A inclinação ideal deve ser de preferência inferior a 5%, embora seja aceitável até 8,33% (1:12), ao longo da rampa central e nas laterais. Recomenda-se que a largura do rebaixamento seja igual ou superior a 1,50 metros, permitindo um mínimo de 1,20 metros. Importante observar que o rebaixamento não deve reduzir a faixa livre de circulação da calçada para menos de 1,20 metros. Para ilustrações visuais, consulte a figura 10.

Figura 10 – Rebaixamento de calçada - Vista superior

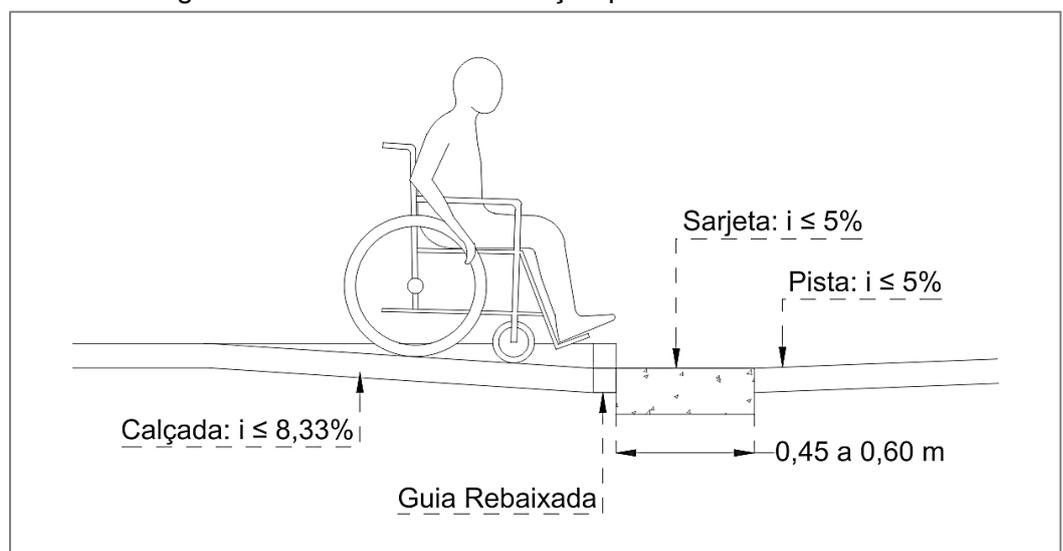


Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

(*) Em circunstâncias excepcionais, mediante justificativa, é permitida uma largura mínima de 0,90 metros.

Não deve haver desníveis entre o final do rebaixamento da calçada e o leito da via. Em vias com inclinação transversal do leito da via superior a 5%, é necessário instalar uma faixa de acomodação com largura entre 0,45 metros e 0,60 metros ao longo da borda onde os dois planos inclinados se encontram, abrangendo toda a extensão do rebaixamento, como ilustrado na figura 11.

Figura 11 – Faixa de acomodação para travessia – Corte.

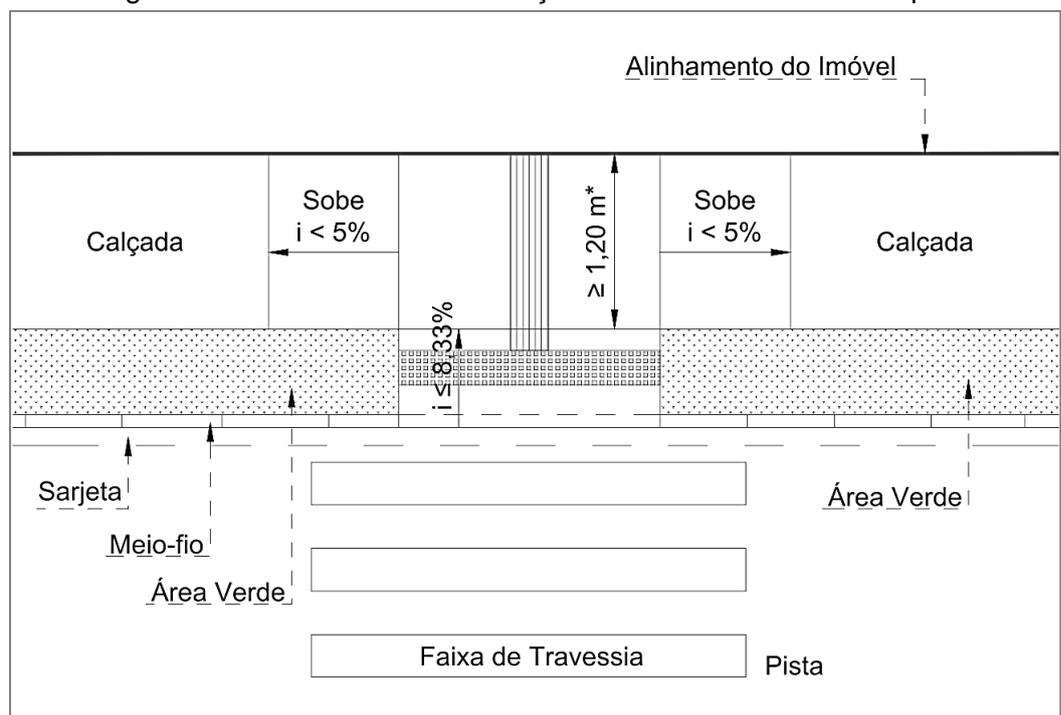


Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

A largura da rampa central dos rebaixamentos deve ser, no mínimo, de 1,50 metros. Sempre que possível, é aconselhável que essa largura seja equivalente ao comprimento das faixas de travessia de pedestres. Além disso, os rebaixamentos em ambos os lados devem estar alinhados entre si.

Em locais onde o rebaixamento se encontre entre jardins, floreiras, canteiros ou outros obstáculos, as abas laterais podem ser eliminadas ou ajustadas, como exemplificado na figura 12. Quando abas são necessárias, suas inclinações devem ser iguais ou menores que a inclinação da rampa central.

Figura 12 – Rebaixamento de calçada entre canteiros – Exemplo.

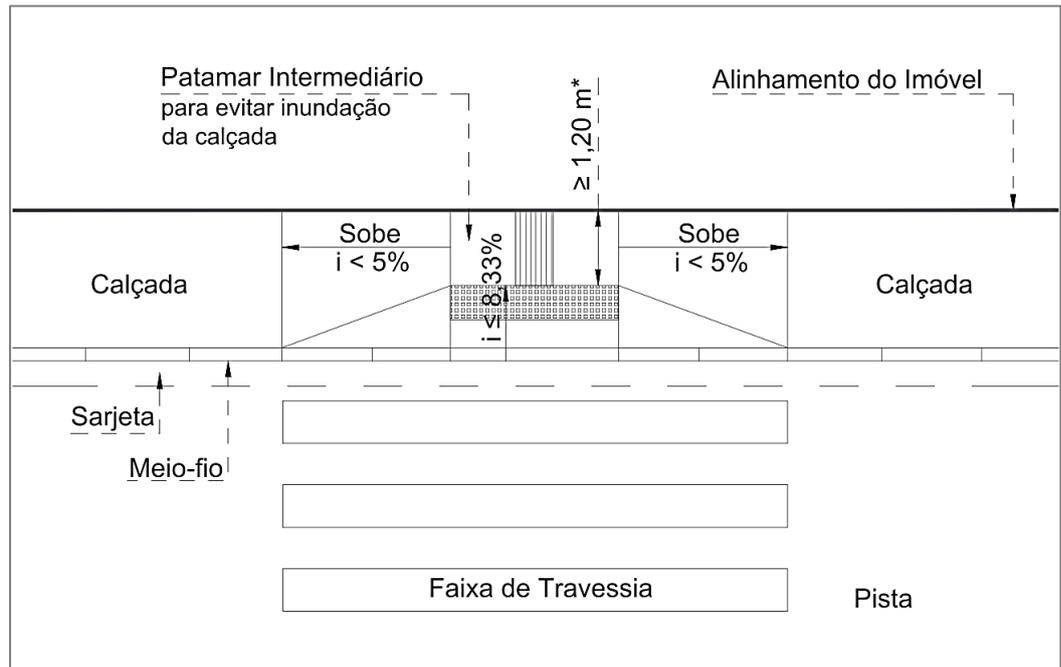


Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

(*) Em circunstâncias excepcionais, mediante justificativa, é permitida uma largura mínima de 0,90 metros.

Em calçadas estreitas em que a largura do passeio não seja suficiente para acomodar o rebaixamento e uma faixa livre com largura mínima de 1,20 metros, podem ser adotadas soluções alternativas, conforme critério do órgão de trânsito municipal. Isso pode incluir o uso de rampas laterais com inclinação de até 5%, a implementação de faixas elevadas de travessia ou a redução do percurso de travessia. A figura 13 ilustra um exemplo de solução.

Figura 13 – Rebaixamento de calçadas estreitas – Exemplo.



Fonte: Adaptação ABNT NBR 9050:2020.

(*) Em casos excepcionais, e mediante justificativa, pode ser aceita uma largura mínima de 0,90 metros.

Quando há um canteiro central entre as pistas, é importante assegurar que o rebaixamento do canteiro tenha a mesma largura da faixa de travessia, ou então considerar a adoção de uma faixa elevada.

b) Melhoria de Iluminação Pública:

Durante a noite, as seções de rodovias em áreas rurais ou semi-rurais apresentam desafios significativos em termos de visibilidade devido à falta de iluminação adequada ou à sua ausência. Isso frequentemente resulta em sinistros de trânsito nos quais um ou ambos elementos envolvidos não conseguem ser claramente percebidos, e esses incidentes não estão necessariamente relacionados às condições físicas da via ou às habilidades dos motoristas.

A instalação da iluminação pública deverá seguir as condições preconizadas pela ABNT NBR 5101:2018. Práticas operacionais visando auxiliar na escolha dos sistemas de iluminação podem ser conferidos no procedimento PSR-09 – Visibilidade. Este procedimento estabelece os passos a serem seguidos e os critérios a serem considerados no planejamento e na instalação da iluminação pública para melhorar a visibilidade nas rodovias durante a noite.

c) Controle da Velocidade dos Veículos nos Locais de Conflito:

A prática da engenharia de tráfego, especialmente no que diz respeito à segurança viária, tem evidenciado que a periculosidade do trânsito aumenta de maneira significativa à medida que a velocidade aumenta. Isso é particularmente notável em rodovias que se estendem próximas a áreas urbanas ou nas aproximações de cidades de médio e grande porte, onde a velocidade excessiva se tornou o fator principal contribuinte para sinistros de trânsito.

A solução para a redução gradual da velocidade em trechos que fazem a transição de áreas rurais para urbanas está detalhada no item 5.1.2 deste procedimento que descreve as diretrizes e estratégias específicas para abordar esse desafio e promover uma condução mais segura nesses locais críticos.

d) Ordenamento dos Fluxos de Pedestres nas Travessias em Nível e Construção de Passagens em Desnível:

Nas rodovias em áreas rurais, a travessia de pedestres acontece de forma dispersa ao longo da faixa viária, tornando difícil estabelecer locais específicos para essa finalidade, a menos que estejam próximos a áreas com concentração de atividades que gerem um maior fluxo de pessoas.

Portanto, torna-se imprescindível implementar medidas que orientem e direcionem os pedestres para locais adequados de travessia nas vias. Essa orientação só é eficaz quando as condições de travessia oferecem níveis reais de segurança e não desviam, na medida do possível, as rotas naturais dos pedestres.

A identificação das necessidades de travessia e a escolha de seus locais podem ser realizadas por meio da análise das atividades ao longo das rodovias e do movimento de pedestres que elas geram. Para isso, é necessário realizar um levantamento do uso do solo, notadamente em polos geradores de fluxo e também mapear os deslocamentos dos pedestres, por exemplo, por meio de pesquisas de origem e destino. Esses dados devem ser correlacionados com informações sobre o tráfego de veículos, a partir das quais é possível determinar os locais ideais para travessias.

A engenharia de tráfego emprega dispositivos tanto em nível quanto em desnível para garantir a segurança das travessias de pedestres na via. Entre os dispositivos em nível, destacam-se semáforos para pedestres, faixas de travessia, refúgios de proteção e modificações geométricas das calçadas, como a expansão das calçadas. Já as travessias em desnível podem ser realizadas por meio de passarelas ou passagens subterrâneas.

- Semáforos para Pedestres:

Em uma interseção controlada por semáforos, os pedestres aproveitam a pausa no tráfego veicular para realizar suas travessias com segurança. O semáforo destinado aos pedestres, que opera em conjunto com o semáforo veicular, deve ser instalado somente em locais nos quais os pedestres possam atravessar sem nenhum risco, ou seja, onde não ocorra, na mesma fase do semáforo, o cruzamento de pedestres e veículos.

A definição dos intervalos de tempo para as fases de sinalização verde e vermelha nos semáforos destinados aos pedestres é determinada com base no volume de pedestres durante o ciclo do semáforo veicular e nas características físicas do local. Essa determinação é contemplada pelas diretrizes descritas no manual do CONTRAN – Vol. V – Sinalização Semafórica, 2022.

- Faixas para a Travessia de Pedestres:

A Faixa de Travessia de Pedestres (FTP) tem a função de demarcar a área destinada à travessia de pedestres e estabelecer as regras de prioridade em relação aos veículos, conforme previsto no Código de Trânsito Brasileiro. Existem dois tipos de FTP:

- FTP-1 (Faixa Zebrada);
- FTP-2 (Faixa Paralela).

A FTP-1 deve ser implantada em locais, com ou sem semáforos, onde haja um fluxo significativo de pedestres, especialmente nas proximidades de escolas ou áreas que geram um grande movimento de pessoas, seja no meio da quadra ou sempre que estudos de engenharia indiquem sua necessidade.

Já a FTP-2 é apropriada apenas para interseções controladas por semáforos.

Quando o volume de pedestres demandar uma faixa de travessia com largura superior a 4,00 metros, a FTP-1 deve ser adotada.

A escolha do local para a FTP deve levar em consideração o trajeto natural dos pedestres sempre que possível, priorizando locais que ofereçam maior segurança para a travessia. Nas interseções, a faixa deve ser marcada pelo menos a 1,00 metro a partir do alinhamento da pista transversal.

- Dispositivos de Canalização de Pedestres:

A segurança dos pedestres está diretamente ligada à organização adequada de seus deslocamentos nas vias públicas. Em diversas situações, deve-se direcionar o fluxo de pedestres por meio de barreiras físicas, com o objetivo de encaminhá-los para locais seguros de travessia, evitar movimentos inadequados e mantê-los nas calçadas, afastados da pista de rolamento. Além disso, em vias de trânsito rápido, essas barreiras desempenham um papel fundamental na proteção dos pedestres.

Existem diversos tipos de barreiras, sendo os mais comuns: gradis de ferro, barreiras rígidas de concreto e defensas metálicas. Em circunstâncias específicas, cercas vivas, compostas por uma série de arbustos, também podem ser utilizadas para essa finalidade.

Essas barreiras desempenham um papel crucial na segurança viária, garantindo que os pedestres se desloquem de maneira ordenada e protegida nas vias públicas.

- Gradil:

O gradil é um dispositivo projetado para restringir e orientar o movimento de pedestres ou ciclistas, com o propósito de controlar e direcionar seu deslocamento, evitando que alcancem áreas indesejadas ou estabelecendo áreas exclusivas para eles.

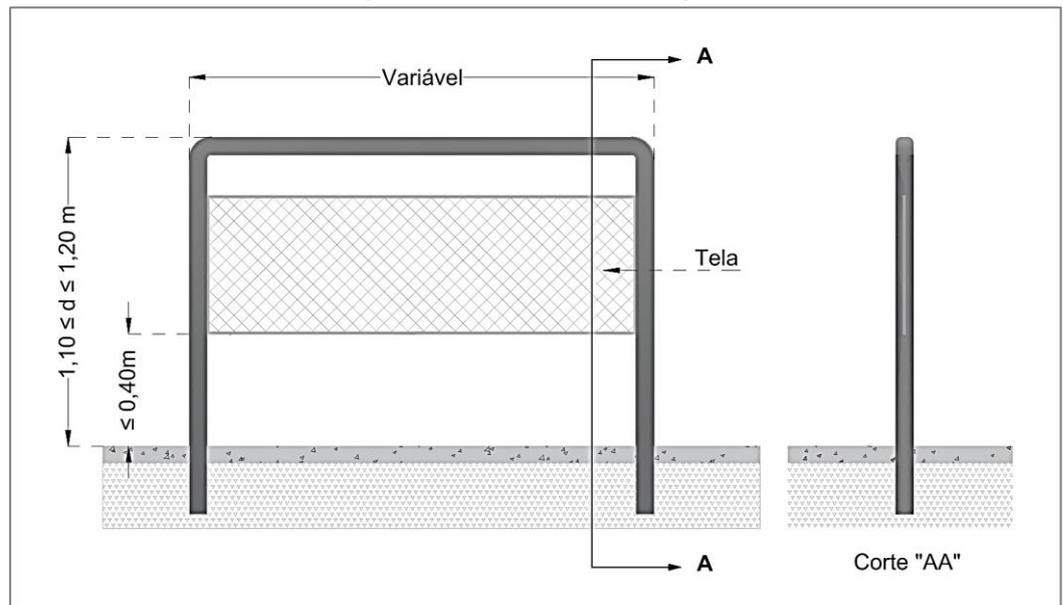
O gradil deve satisfazer as seguintes especificações:

- Deve ser flexível o suficiente para se ajustar à geometria do local, incluindo trechos curvos, de acordo com as especificações do projeto;
- Quando instalado de forma fixa, deve permitir a manutenção de elementos como bueiros, poços de visita, caixas de passagem e outros equipamentos;
- Deve garantir que os pedestres, inclusive crianças, sejam visíveis para os condutores de veículos e que os veículos sejam visíveis para os pedestres em toda a sua extensão;
- Deve possibilitar a intervisibilidade entre veículos, ou seja, a capacidade de motoristas e outros condutores de veículos se verem mutuamente;
- Deve ter uma estrutura que dificulte a tentativa de transposição por parte dos pedestres, impedindo o acesso não autorizado;

- Não deve conter elementos pontiagudos ou cantos afiados que possam representar riscos;
- Não deve incluir elementos que possam distrair a atenção dos pedestres ou dos condutores de veículos.

Quanto às dimensões, o gradil fixo e rígido deve ter uma altura mínima de 1,10 metros e uma altura máxima de 1,20 metros, com um vão livre inferior de no máximo 0,40 metros.

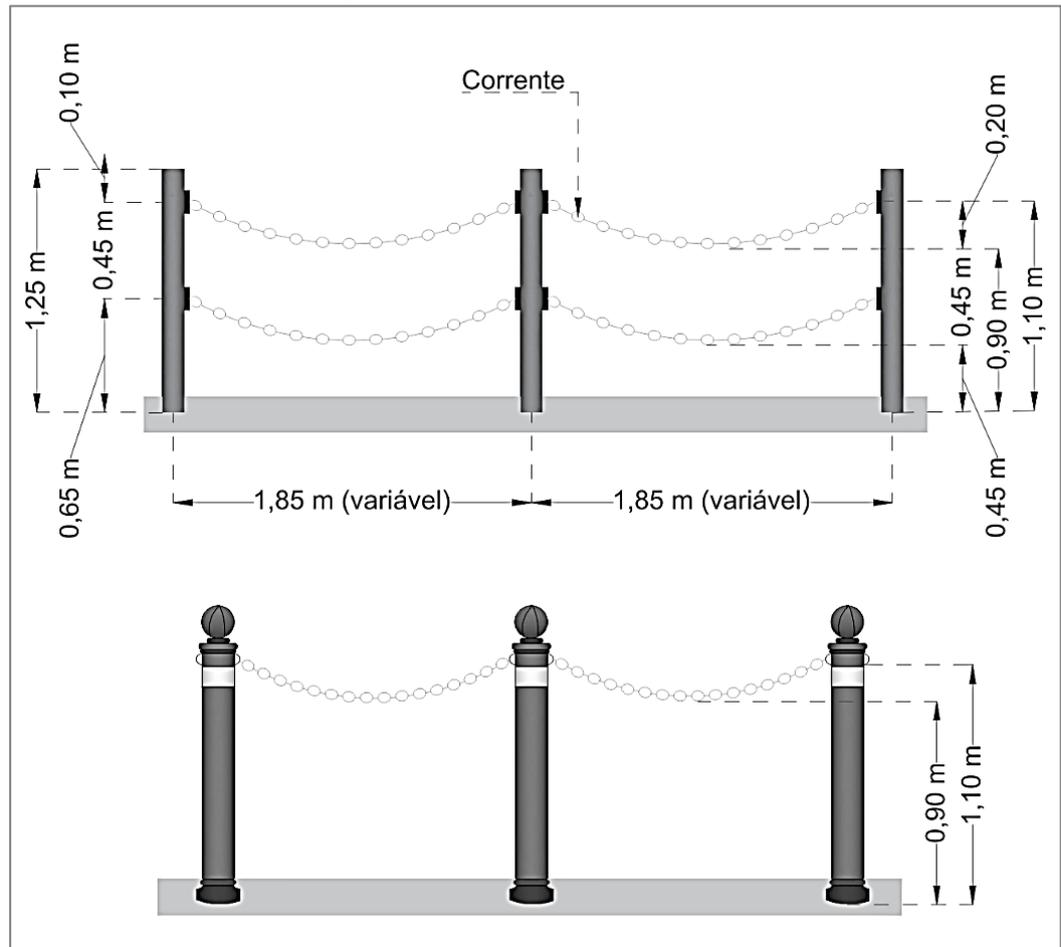
Figura 14 – Gradil fixo e rígido.



Fonte: Adaptação CONTRAN, VOL. VI, 2022.

Fixo e maleável: altura da corrente de no máximo 1,10 metros nas extremidades e de 0,90 metros no ponto mais baixo.

Figura 15 – Gradil fixo e maleável.

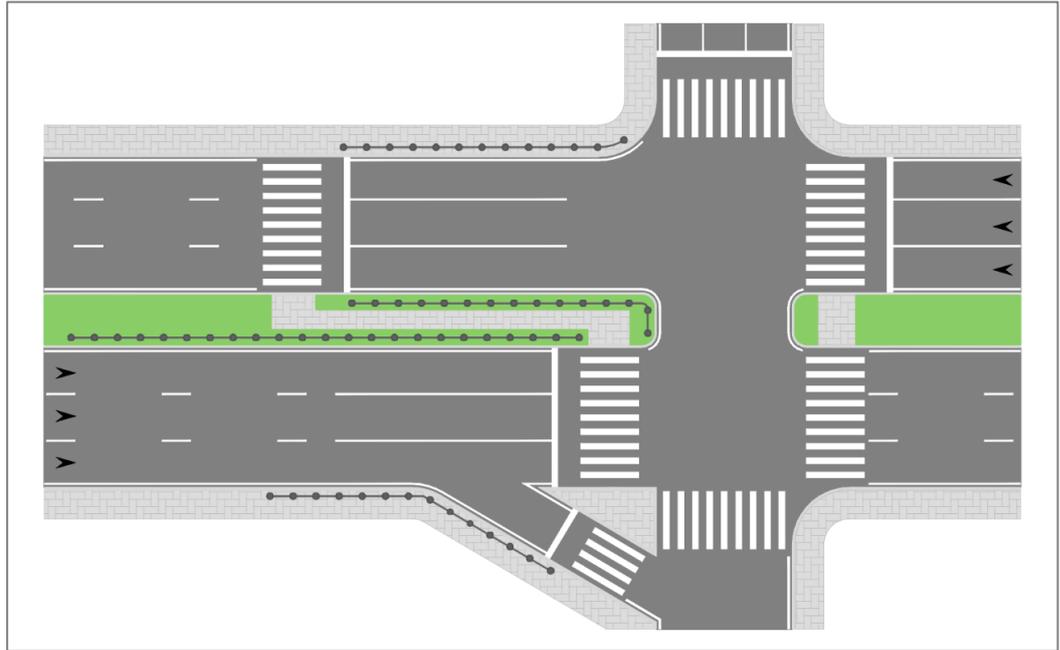


Fonte: Adaptação CONTRAN, VOL. VI, 2022.

O gradil encontra aplicação em diversas situações, tais como:

- Quando é necessário concentrar as travessias em locais seguros devido à presença de travessias dispersas que aumentam o risco de atropelamentos;
- Em locais onde, por razões operacionais ou de segurança, é preciso desviar o caminho natural do pedestre de sua rota desejada, como no caso de travessias recuadas na esquina ou travessias desalinhadas;
- Em frente a edifícios que atraem concentrações de pessoas, como escolas, terminais de ônibus, estações de trem, estádios e ginásios esportivos, hospitais, cinemas, teatros e cemitérios;
- No canteiro central, especialmente quando a travessia de pedestres é interrompida, ou seja, quando as faixas de pedestres estão desalinhadas (figura 16).

Figura 16 – Gradil em travessia recuada da esquina ou desalinhada.



Fonte: Adaptação CONTRAN, VOL. VI, 2022.

A instalação do gradil e sua integração com outros sinais ou dispositivos devem aderir estritamente às orientações estabelecidas no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, especificamente no Volume VI, que trata dos dispositivos auxiliares.

- Cercas Vivas:

É um sistema de retenção e canalização constituído de vegetação plantada e tratada, com a finalidade de disciplinar, direcionar e segregar o fluxo de pedestres ou ciclistas, impedindo seu acesso a pontos indesejados ou criando espaços exclusivos.

Não deve ser utilizada em locais onde é necessário garantir a visibilidade entre veículos ou entre veículos e pedestres.

- Barreiras Rígidas e Defensas Metálicas:

Em rodovias, nos trechos onde existe a possibilidade de sinistros de trânsito entre veículos desgovernados e pedestres sobre o passeio, recomenda-se a utilização de barreiras rígidas ou defensas metálicas como elementos canalizadores e protetores de pedestres.

A norma ABNT NBR 15.486:2016, intitulada "Segurança no Tráfego - Dispositivos de Contenção Viária - Diretrizes de Projeto e Ensaio de Impacto,"

orienta que a seleção de dispositivos de contenção viária deve seguir um processo baseado na análise de trechos homogêneos da rodovia. Além disso, essa análise pode ser aplicada em pontos específicos dentro desses segmentos, que exigem uma atenção especial à segurança viária. Para auxiliar nesse processo, a ABNT fornece as seguintes etapas para a escolha de dispositivos de contenção:

- Passo 1: Calcular a zona livre, conforme definido na ABNT NBR 15.486:2016. Se uma zona livre desobstruída e transponível puder ser garantida, a implantação de dispositivos de contenção veicular não será necessária;
- Passo 2: Verificar a necessidade de dispositivos de contenção com base em critérios como a presença de obstáculos fixos, taludes críticos, estruturas de drenagem, a presença de usuários vulneráveis em áreas adjacentes e a realização de obras de longa e média duração;
- Passo 3: Avaliar o risco existente no local, classificando-o como risco normal ou risco alto;
- Passo 4: Levantar em consideração a classe da rodovia e sua velocidade;
- Passo 5: Analisar o volume diário médio (VDM) de veículos e a porcentagem de veículos pesados;
- Passo 6: Considerar as condições geométricas da via, levando em conta se a via atravessa terrenos suaves, ondulados ou montanhosos.

É responsabilidade do projetista utilizar esses critérios e atender às necessidades específicas de segurança para determinar os dispositivos de contenção a serem empregados. O dimensionamento e posicionamento desses dispositivos devem obedecer aos critérios estabelecidos na ABNT NBR 15.486:2016 para assegurar a segurança viária adequada.

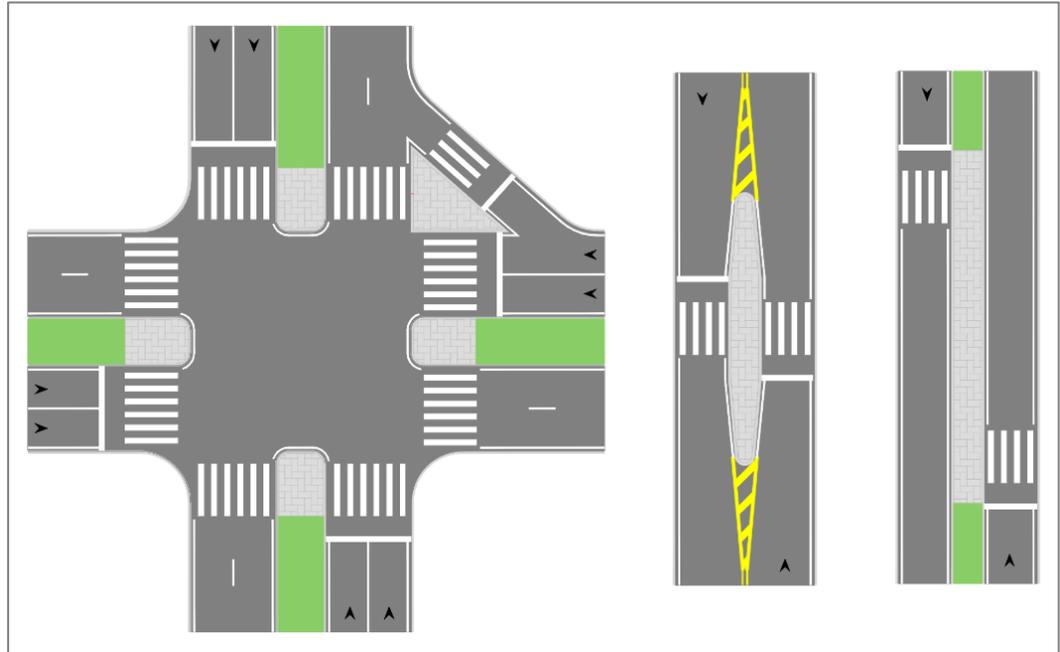
▪ Refúgios e Ilhas de Pedestres:

Os refúgios e ilhas são construções físicas utilizadas para melhorar as condições de segurança de pedestres na travessia de vias.

Estes dispositivos permitem reduzir o tempo de retardamento dos pedestres e facilitam a travessia da via, dividindo-a em uma ou mais etapas que podem ser completadas isoladamente.

Em alguns casos, é conseguida a redução do atraso dos veículos em travessias semaforizadas pois pode-se adequar melhor os ciclos semafóricos para cada fluxo de tráfego que a ilha separa.

Figura 17 – Exemplos de ilhas e refúgios para pedestres.



Fonte: Adaptação DER/PR – 1988

Os refúgios e as ilhas são utilizados para separar fluxos de tráfego de sentidos opostos, de mesmo sentido ou movimentos distintos numa mesma interseção e para proporcionar um abrigo seguro aos pedestres no seu ato de atravessar uma via. Ao separar fluxos de tráfego distintos, estes dispositivos permitem que o pedestre concentre sua atenção num movimento de cada vez e diminua o tempo de espera por uma brecha entre os veículos, uma vez que cada fluxo de tráfego é considerado separadamente.

Em vias largas de mesmo sentido (quatro ou mais faixas) o refúgio é utilizado para desmembrar a travessia em duas ou mais etapas tornando-a mais fácil e segura.

A construção de refúgios é recomendada em vias com largura suficientes que permita a manutenção da largura das faixas dos fluxos a serem separados.

Em trechos contínuos e longos de vias, como em rodovias, recomenda-se que os refúgios sejam implantados em série.

Um único refúgio isolado no meio de uma via representa perigo potencial para os veículos e por consequência para os pedestres que dela se utilizam, mesmo quando devidamente sinalizado.

Quando a construção de refúgio implicar na redução da largura das faixas, recomenda-se construir sobrelarguras laterais no trecho implantado ou sinalizá-lo convenientemente utilizando-se dos sinais e marcas viárias compatíveis com a situação.

A largura mínima do refúgio é de 1,5m podendo, em casos especiais de restrição de espaço, chegar a 1,2m.

A locação de refúgios e ilhas em interseções deverá ser definida em função dos movimentos veiculares ali permitidos e de forma a não provocar conflitos ou se transformar numa obstrução notadamente aos veículos de grande porte.

A figura 18 e a figura 19 são exemplos de refúgio tipo, contém a sinalização e as respectivas dimensões recomendadas para este tipo de dispositivo. Os refúgios devem ser utilizados preferencialmente em áreas urbanas e, quando necessário, serem dotados de dispositivos de contenção viária.

Figura 18 – Travessia para pedestres com refúgio em via de mão única.

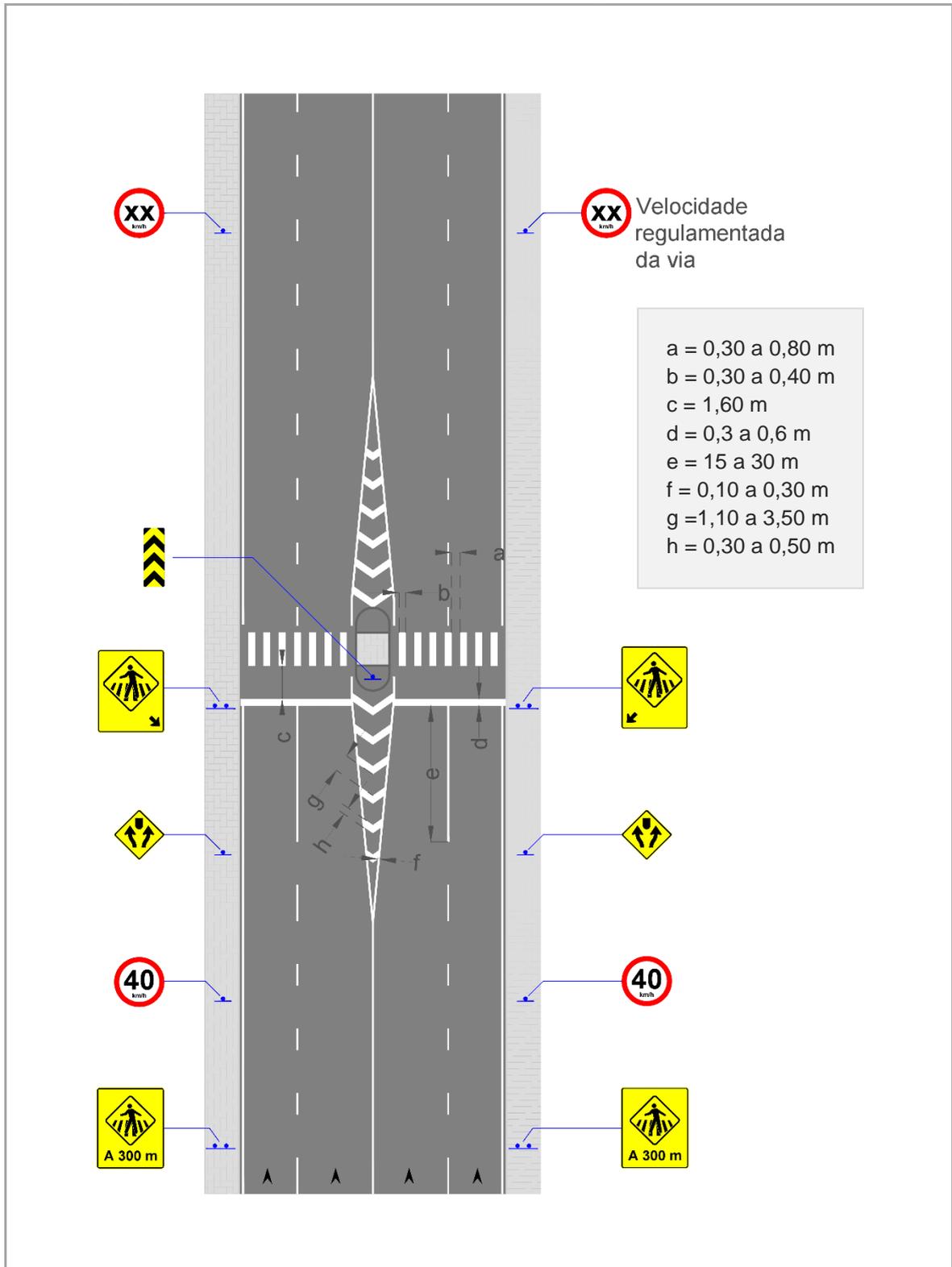
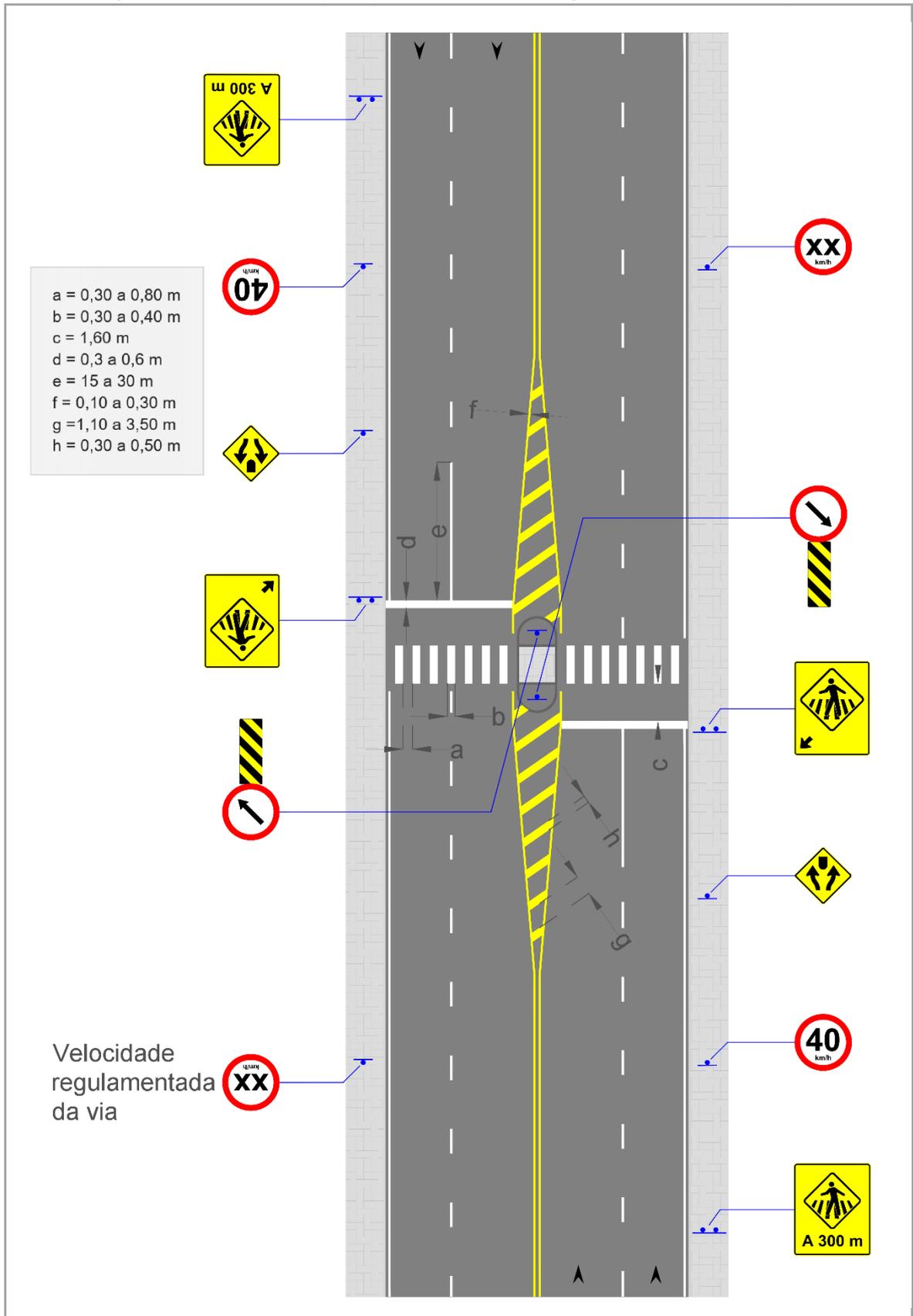


Figura 19 – Travessia para pedestres com refúgio em via de mão dupla.



- Passarelas e Passagens Inferiores:

A solução mais eficaz para minimizar os conflitos entre veículos e pedestres consiste na implementação de dispositivos que possibilitam a travessia em desnível, seja por meio de passarelas ou passagens inferiores. Embora amplamente utilizados em outros países, esses dispositivos têm uma aceitação limitada no Brasil, principalmente devido ao seu custo elevado e à resistência que os pedestres têm em adotá-los.

O uso desses dispositivos é aconselhável em vias com altas velocidades e volumes de tráfego, especialmente em rodovias expressas, onde qualquer outra forma de travessia ao nível da via resultaria em atrasos consideráveis.

No entanto, a impopularidade das passarelas e passagens inferiores reside no fato de que geralmente obrigam os pedestres a desviar de seu caminho. Além disso, as rampas e escadas exigem um esforço adicional, que nem sempre os pedestres estão dispostos ou fisicamente aptos a realizar, incluindo idosos, gestantes e pessoas com deficiência.

Outros fatores complicadores incluem o medo de alturas, a claustrofobia, a falta de higiene nas passagens subterrâneas e as preocupações com a segurança, como a possibilidade de assaltos ou violência física.

Localização de Passagem em Desnível

A passagem em desnível deve ser planejada de forma a coincidir, na medida do possível, com a rota principal de pedestres, com o objetivo de minimizar o tempo necessário para sua utilização. Os pedestres estarão mais inclinados a usar uma passagem em desnível se o tempo gasto ao longo desse percurso for semelhante ao necessário para atravessar a via ao nível da rua, considerando o atraso decorrente da espera por uma oportunidade de atravessar com segurança.

Quando a passagem em desnível não está alinhada com a rota principal dos pedestres, é necessário garantir que a distância adicional que eles precisam percorrer não resulte em um aumento significativo no tempo de deslocamento, o que desencorajaria sua utilização. Portanto, é desaconselhável criar travessias que prolonguem excessivamente o tempo de trajeto, mesmo que sejam mais seguras. Isso ocorre porque as pessoas geralmente estão mais preocupadas em

economizar tempo e tendem a seguir o caminho mais curto, muitas vezes em detrimento de sua própria segurança.

O cálculo do distanciamento máximo da nova localização da passagem em desnível pode ser realizado utilizando a seguinte fórmula:

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

$$a = 2t_p + 2t_h$$

Onde:

d_p : distância da rota principal à nova localização da passagem em desnível (metros).

a : retardamento do pedestre na travessia em nível sem semáforo (segundos).

t : tempo gasto na travessia da via em nível (segundos).

t_p : tempo gasto para percorrer a distância d_p (segundos).

t_h : tempo gasto para subir ou descer a rampa ou escada de acesso à passagem em desnível (segundos).

V_p : velocidade do pedestre médio no plano (m/seg).

V_e : velocidade do pedestre médio para subir ou descer escada (m/seg).

V_r : velocidade do pedestre médio para subir ou descer rampa (m/seg).

H : desnível entre a via e a passagem em desnível (metros) – $H_{\text{mín}} = 5,50m$ (ABNT).

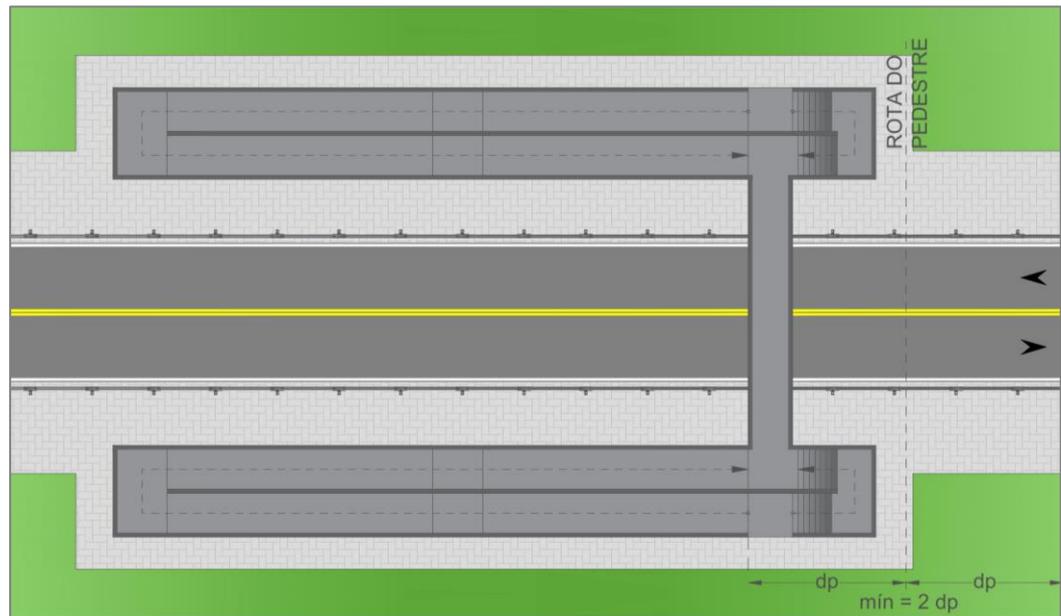
Obs: Não se considerou a colocação de barreiras para impedir a travessia dos pedestres em nível.

Para evitar que os aspectos negativos das passagens em desnível desestimulem o seu uso por parte dos pedestres é necessário adotar algumas medidas adicionais de conforto e segurança a seguir descritas.

Dispositivos de Canalização de Pedestres para a Passagem em Desnível

Estes dispositivos forçam o uso das passagens, impedindo que o pedestre possa utilizar soluções alternativas (figura 20).

Figura 20 – Distância de localização de passarela a rota principal de pedestres.



Fonte: Adaptação DER/PR – 1988 e DNIT, IPR 748 - 2010

- Utilizar passagens com desnível não muito alto, garantindo apenas o gabarito vertical mínimo necessário, pois quanto maior o esforço para transpor a via, menor será a disposição de utilizá-la;
- Utilizar a estrutura de passarelas com aspecto que inspire confiança ao pedestre;
- As passagens em desnível deverão ser iluminadas adequadamente durante o período noturno;
- Dar preferência a rampas em lugar de escadas para possibilitar o trânsito mais confortável de pessoas idosas, com deficiência e ciclistas;
- Realizar uma boa manutenção e limpeza das passagens em desnível;
- Utilizar piso antiderrapante e de boa qualidade;
- Instalar grades nas passarelas a fim de garantir segurança às crianças e evitar que objetos sejam lançados nos veículos;
- Sempre que possível, promover o desenvolvimento de outras atividades (comerciais, negócios, lazer etc.) nas passagens subterrâneas a fim de desestimular a prática de assaltos e violências pessoais.

A composição arquitetônica das passarelas deve ocorrer em conformidade com a legislação vigente, e demais dispositivos normativos correlatos, que trata sobre

a acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, em especial, a ABNT NBR 9050:2020.

Dimensionamento de Rampas.

São consideradas rampas as superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5%. Para garantir que uma rampa seja acessível, são definidos os limites máximos de inclinação, os desníveis a serem vencidos e o número máximo de segmentos

A inclinação das rampas, conforme ilustrado na Figura 21, deve ser calculada por meio da seguinte equação:

$$i = \frac{h \times 100}{c}$$

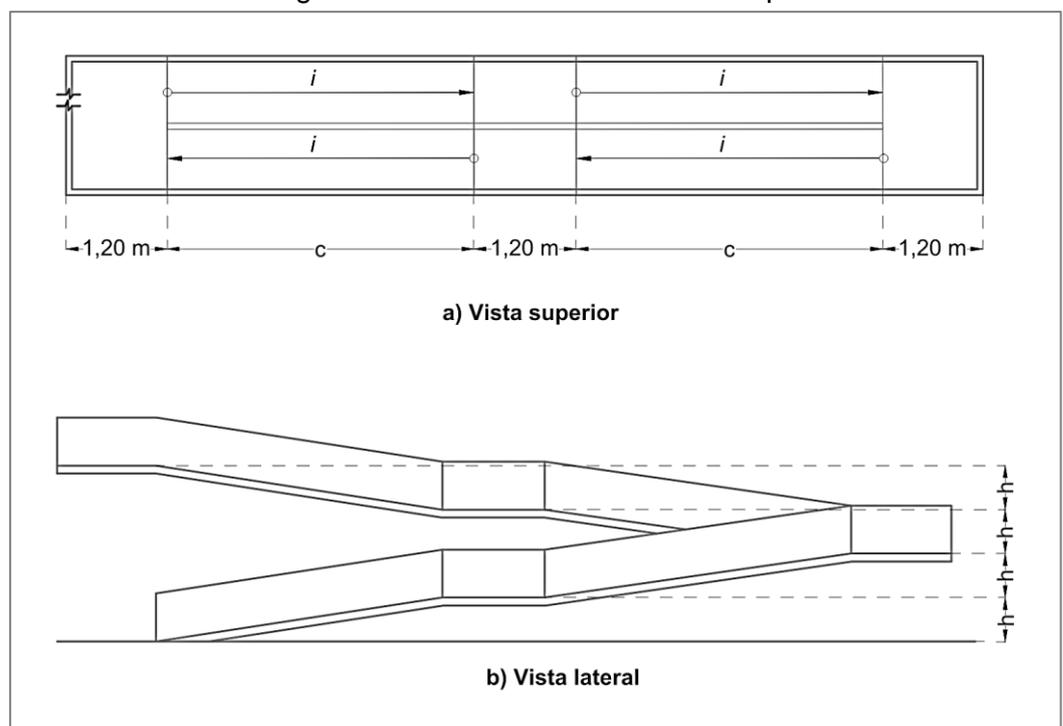
Onde:

i : é a inclinação expressa em porcentagem (%);

h : é a altura do desnível;

c : é o comprimento da projeção horizontal.

Figura 21 – Dimensionamento de rampa.



Fonte: ABNT NBR 9050:2020.

As rampas devem ter inclinação de acordo com os limites estabelecidos no quadro 4. Para a inclinação entre 6,25% e 8,33%, é recomendado criar áreas de descanso, dimensionadas para permitir também a manobra de cadeiras de roda, nos patamares a cada 50 metros de percurso.

Quadro 4 - Dimensionamento de rampas.

Desníveis máximos de cada segmento de rampa <i>h</i> (m)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa <i>i</i> (%)	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < <i>i</i> ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < <i>i</i> ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: ABNT NBR 9050:2020

Os patamares no início e no término das rampas devem ter dimensão longitudinal mínima de 1,20 metros. Entre os segmentos de rampa devem ser previstos patamares intermediários com dimensão longitudinal mínima de 1,20 metros. Os patamares situados em mudanças de direção devem ter dimensões iguais à largura da rampa.

e) Medidas Complementares:

Para a melhoria das condições de segurança dos pedestres na via existem outros dispositivos e procedimentos que podem ser implementados em conjunto com as demais medidas anteriormente descritas.

Estas medidas dizem respeito a ações a nível físico (alterações geométricas na via), a nível de planejamento urbano (reconfiguração viária) e a nível educativo (campanhas de esclarecimentos).

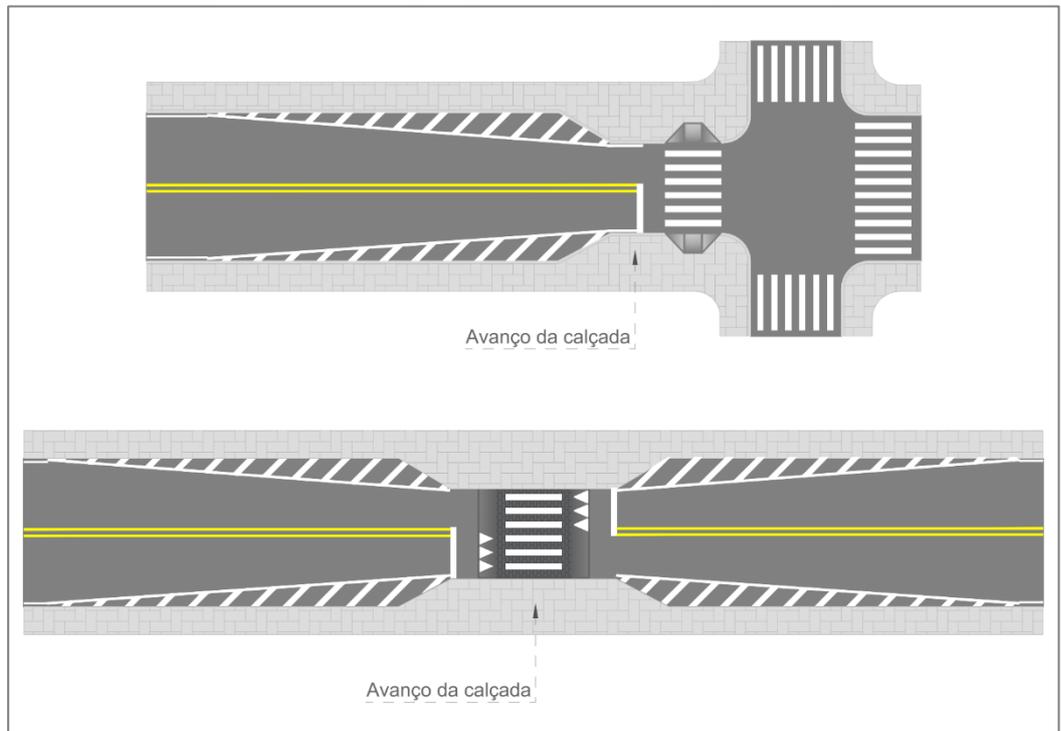
- Alterações Geométricas

As alterações geométricas são necessárias quando se deseja eliminar motivos conflitantes, ou atenuar o risco de sinistros na travessia da via.

A construção de ilhas canalizadoras de fluxos é uma alteração geométrica adotada com frequência nas interseções.

O avanço das calçadas nos pontos de travessia é outra prática que reduz a potencialidade de sinistros pela diminuição da largura a ser vencida pelos pedestres.

Figura 22 – Alteração geométrica – Avanço de calçada.



Fonte: Adaptação DER/PR – 1988.

A construção de avanços somente poderá ser efetuada em vias onde tal estreitamento da pista não interferir negativamente na fluidez dos veículos, ou seja, em vias com mais de 600 veículos/hora/aproximação seu uso deverá ser cuidadosamente avaliado.

Os avanços, por se constituírem em estreitamento de pista, deverão ser sinalizados convenientemente de forma que os veículos sejam canalizados novamente para a nova situação.

Recomenda-se a sua implantação em frente a polos geradores de pedestres como escolas, fábricas etc.

- Reconfiguração Viária

A reconfiguração viária é o resultado de um estudo de planejamento urbano que procura ordenar a movimentação de veículos e pessoas de forma a minimizar os conflitos entre eles. De acordo com a análise a ser efetuada em cada local problemático poderão ser adotadas várias medidas, entre as quais:

- Alteração de circulação,
- Fechamento total ou parcial de vias,
- Estabelecimento de locais próprios de acesso/ de decesso da malha viária,
- Outras medidas que impliquem no reordenamento dos movimentos de veículos e pedestres.

- Campanhas Educativas

A nível educativo, vale ressaltar que todas as medidas mencionadas só terão realmente êxito se existir, por parte da população atingida, disposição para aceitar as soluções propostas e compreendê-las. Isto somente ocorrerá se essa população estiver devidamente preparada e esclarecida. Para tanto, é necessário o desenvolvimento e aplicação de um plano de educação de trânsito visando atingir o público alvo.

5.3 IMPLEMENTAÇÃO DE FACILIDADES PARA CICLISTAS

A bicicleta, como o meio de transporte, apresenta vários aspectos positivos entre os quais o seu custo de aquisição e manutenção baratos, não causar poluição ambiental, contribuir para a diminuição dos congestionamentos viários, possibilitar uma convivência social mais humana, além de se constituir, muitas vezes, como a única forma de locomoção de média velocidade no meio rural e nas áreas suburbanas.

Seus aspectos negativos, entretanto, devem ser cuidadosamente analisados, uma vez que tem se verificado um número cada vez maior de sinistros de trânsito envolvendo este tipo de veículo. Ressalta-se como uma das mais importantes causas de sinistros o conflito com outros veículos na disputa pelo mesmo espaço viário, em especial nas rodovias e nas interfaces com áreas urbanas.

A garantia de um espaço segregado e protegido para os ciclistas acarreta a necessidade de investimentos na execução de facilidades especiais. Nas interfaces urbanas se podem adotar medidas como, por exemplo, a criação de ciclovias ou ciclofaixas.

Quando o espaço reservado para os ciclistas é junto ao meio-fio ocorrerá a interferência com a necessidade de estacionamento gerados pela ocupação lindeira.

No meio rural o montante de recursos é ainda maior tendo em vista que, em sua grande parte, não existem sequer facilidades de circulação segura aos pedestres.

Quanto aos sinistros de trânsito com ciclistas na área rural, a maioria deles é de natureza grave uma vez que no confronto com outros veículos pesados como o automóvel, o ônibus

e caminhões os ciclistas estão sempre em desvantagem, pois são tão frágeis e vulneráveis quanto os pedestres, com o agravante de estarem mais expostos ao tráfego.

5.3.1 Medidas Possíveis

A circulação de ciclistas deve atender ao Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume VIII – Sinalização Ciclovária. A sinalização horizontal e vertical tem a função de caracterizar os espaços, fornecendo informações que permitam a sua rápida identificação pelos usuários da via, induzindo-os a comportamentos adequados, ordenando, canalizando e orientando o fluxo de tráfego de ciclistas, pedestres e demais veículos e viabilizando uma melhoria na segurança viária.

Em função da classificação viária, devem ser adotadas as seguintes tipologias ciclovárias, conforme quadro 5:

Quadro 5 – Tipologia de infraestrutura ciclovária em função da classificação da via.

TIPO DE VIA	TIPOLOGIA PERMITIDA
Via marginal de rodovias; Via arterial ou coletora, com velocidade acima de 50 km/h.	Ciclovía; Ciclofaixa sobre passeio ou canteiro, compartilhada com o pedestre, separada fisicamente do tráfego de veículos automotores; Espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.
Via de trânsito rápido.	Ciclovía;
Via arterial ou coletora, com velocidade de 50 km/h.	Ciclovía; Ciclofaixa; Espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.
Via arterial ou coletora, com velocidade de até 40km/h; Via local.	Ciclovía; Ciclofaixa; Espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores; Rota de bicicletas ou ciclorrota.
Rodovia.	Ciclovía; Ciclovía compartilhada com pedestres.
Estrada com velocidade de até 40km/h.	Rota de bicicletas ou ciclorrota; Espaço compartilhado entre ciclistas e pedestres, sinalizado, separado fisicamente do tráfego de veículos automotores.
Via de pedestres	Ciclofaixa; Espaço compartilhado.

Fonte: CONTRAN, VOL. VIII, 2022.

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

Caracteriza-se como o espaço em nível ou desnível com relação à pista, separado por elemento físico segregador, tais como: canteiro, área verde e outros previstos na legislação vigente. Também se aplica em espaço isolados, tais como: áreas não edificáveis, faixas de domínio, parques e outros logradouros públicos.

Quanto à sua localização na via pública, estas podem estar dispostas nas laterais das pistas, nos canteiros centrais e nas calçadas.

Ciclofaixa: parte da pista, calçada ou canteiro central destinada à circulação exclusiva de ciclos delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento, ou da calçada ou do canteiro.

Espaços compartilhados sinalizados: calçada, canteiro, ilha, passarela, passagem subterrânea, via de pedestres, faixa ou pista, sinalizadas, em que a circulação de bicicletas é compartilhada com pedestres ou veículos criando condições favoráveis para sua circulação, sendo mais conhecidos os seguintes tipos:

- Rota de bicicleta ou ciclorrota: vias sinalizadas que compõem o sistema ciclável da cidade interligando pontos de interesse, ciclovias e ciclofaixas, de forma a indicar o compartilhamento do espaço viário entre veículos motorizados e bicicletas, melhorando as condições de segurança na circulação.
- Espaço compartilhado com pedestres: espaço da via pública destinado prioritariamente aos pedestres onde os ciclistas compartilham a mesma área de circulação, desde que devidamente sinalizado.

A implantação de faixas e pistas para ciclistas implicam em uma série de medidas de tratamento do sistema viário de interface e de sua faixa de domínio, como as seguintes:

- Rebaixamento dos passeios;
- Implantação das pistas de ciclovia;
- Implantação de passagens em desnível;
- Sinalização específica para ciclistas;
- Outros esquemas especiais de operação.

a) Rebaixamento de Guias dos Passeios:

Quando o passeio é construído em desnível com a pista de rolamento há a necessidade de construção de rampas para possibilitar a transição suave entre ambas, consultar o item 5.2.1 para mais detalhes.

b) Características da Pista para a Circulação de Bicicletas:

No espaço exclusivamente designado para ciclistas, é essencial que o pavimento cumpra os seguintes requisitos fundamentais:

- A superfície deve ser uniforme e antiderrapante, proporcionando conforto e garantindo condições de circulação seguras, tanto em condições secas quanto molhadas.
- É aconselhável utilizar um tipo de pavimento que se distinga, seja por cor, padrão ou material, em comparação com as áreas destinadas a pedestres e veículos motorizados.

Os espaços dedicados exclusivamente a ciclistas não estão sujeitos a cargas elevadas, o que permite que a sua estrutura seja semelhante à utilizada em pavimentos para pedestres. No entanto, se o traçado desses espaços também servir como entrada e saída de veículos motorizados, é recomendável reforçar o pavimento para acomodar essas cargas adicionais.

c) Tipos de Pavimento:

- Pavimento de Concreto Moldado *in Loco*:

Este método de pavimentação, de execução descomplicada, é particularmente adequado para áreas de difícil acesso a equipamentos ou que contenham diversas obstruções, como árvores e postes de iluminação, ao longo do trajeto.

Devido à contração volumétrica do concreto, o pavimento deve possuir juntas de dilatação, com a finalidade de controlar as fissuras. Estas juntas devem ser preenchidas com materiais que assegurem a compressão das placas e previnam a entrada de água e de materiais incompressíveis, tais como areia, pedregulhos e outros detritos.

Além disso, o pavimento de concreto pode ser construído com placas pré-moldadas, que oferecem vantagens em termos de facilidade de manutenção. No entanto, é importante notar que, em caso de execução inadequada, podem surgir desníveis entre as placas.

Uma opção adicional é a adição de pigmento vermelho ao concreto, o que elimina a necessidade de aplicação de sinalização de contraste vermelho e sua manutenção devido ao desgaste.

- Pavimento de Blocos Pré-moldados de Concreto Conhecido como Piso Intertravado:

Este tipo de pavimentação consiste na disposição de blocos de concreto sobre uma camada de areia, a qual repousa sobre uma base compactada, sendo necessário o uso de guias de concreto para acabamento.

A irregularidade da superfície resultante desse método de pavimentação provoca um aumento no atrito entre os pneus das bicicletas e o pavimento, o que, por sua vez, reduz o desempenho dos ciclistas.

Entretanto, vale ressaltar que essa abordagem oferece facilidade tanto na instalação quanto na substituição em casos de reparos necessários. Além disso, é possível optar por blocos na cor vermelha, proporcionando benefícios semelhantes aos já mencionados no contexto do concreto pigmentado.

- Pavimento Flexível:

O pavimento flexível, que é também denominado pavimento asfáltico ou betuminoso, destaca-se por sua excelente aderência, mesmo em condições de chuva, e pela capacidade de absorver eficazmente materiais de sinalização quando necessário.

Geralmente, é a escolha preferencial quando se trata de criar uma ciclofaixa, visto que aproveita a superfície da via já existente. No entanto, em casos de ciclovias separadas, sua utilização é aconselhada quando o trajeto é retilíneo e não apresenta muitas obstruções, como postes ou árvores, ao longo do percurso.

- Outros Tipos de Pavimentos:

Outros pavimentos utilizados em calçadas, tais como mosaico português, ladrilho hidráulico, paralelepípedos, podem ser adaptados para acomodar espaços cicloviários, desde que sejam garantidos os requisitos básicos para circulação segura dos ciclistas.

Alguns espaços cicloviários em áreas rurais ou vias/caminhos não pavimentados podem ter seus pisos em solo compactado, conhecido como “chão batido” ou leito natural.

- Piso Tátil de Alerta e Direcional:

Os projetos de ciclofaixas e ciclovias que envolvem a interação com pedestres devem seguir rigorosamente os critérios e padrões técnicos estabelecidos pelas normas brasileiras de acessibilidade (NBR 9050 2020)

- a. Inclinação Longitudinal do Pavimento:

As rampas devem ser projetadas com a menor inclinação possível, especialmente quando se trata de rampas longas. É importante evitar inclinações superiores a 5%, pois subir torna-se desafiador para muitos ciclistas, e descer pode levar alguns a atingir velocidades que estão além de sua capacidade de controle. Em áreas onde o terreno e a largura da via permitirem, é aceitável utilizar inclinações mais acentuadas, desde que essas rampas de inclinação superior a 5% sejam limitadas a trechos de até 300 metros. A inclinação das rampas está detalhada no item “passarela e passagens inferiores” vista anteriormente.

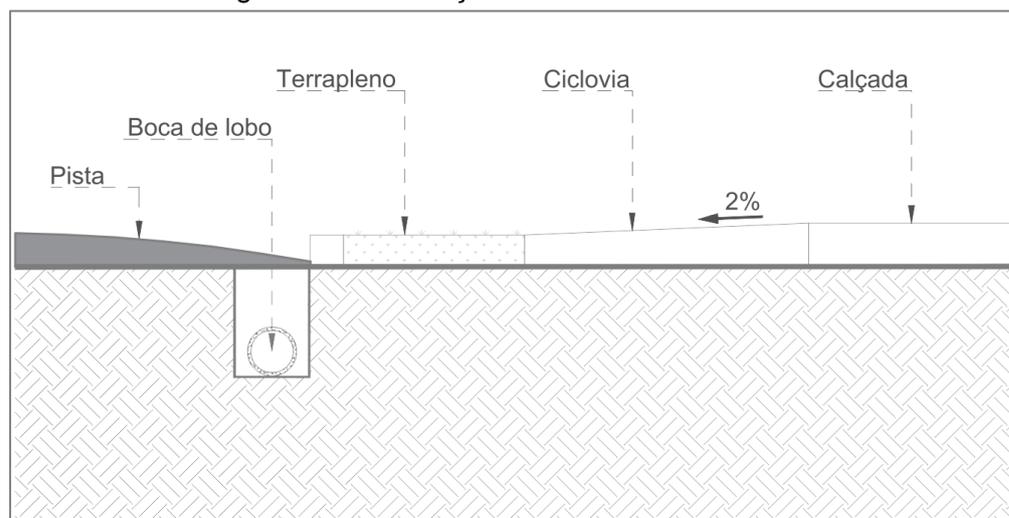
- b. Drenagem:

A fim de promover uma drenagem eficiente nas ciclovias, é aconselhável adotar uma abordagem mais natural, aproveitando a topografia do terreno e minimizando a necessidade de instalações de drenagem complexas para lidar com as águas pluviais. Em situações em que o projeto oferece maior flexibilidade (como ciclovias recreativas), é aconselhável evitar cortes e aterros, uma vez que movimentos de terra podem resultar em problemas de drenagem, erosão e a necessidade de manutenção constante.

Nas ciclovias que acompanham as vias públicas, sempre que possível, deve-se adotar uma inclinação lateral suave de 2% para garantir um escoamento eficaz das águas pluviais. Essa inclinação deve direcionar a água para o lado das vias já existentes, aproveitando o sistema de drenagem presumivelmente em funcionamento nessas vias.

Além disso, é preferível que o nível do terraplano da ciclovia fique ligeiramente abaixo da superfície da mesma, evitando a formação de poças d'água na pista (figura 23).

Figura 23 – Inclinação lateral de uma ciclovia.



Fonte: GEIPOT/MT, 2001

c. **Larguras Necessárias:**

Além das dimensões do conjunto bicicleta/ciclista, para o correto dimensionamento dos espaços de circulação, é necessário considerar outros aspectos, tais como: volume de ciclistas trafegando em um determinado local, rampas máximas e as características das diversas tipologias.

As larguras das infraestruturas a serem criadas dependem dos volumes máximos de ciclistas circulando em uma determinada rota. O Quadro 6 apresenta as larguras mínimas para as estruturas unidirecionais e bidirecionais.

Deve ser considerado o número de bicicletas na hora de pico mais movimentada do dia da semana.

Quadro 6 – Largura do espaço cicloviária conforme o volume de bicicletas.

Tráfego horário (bicicletas por hora/sentido)	Largura útil unidirecional (metros)		Largura útil bidirecional (metros)	
	Mínima	Desejável	Mínima	Desejável
Até 1000	1,00*	1,50	2,00*	2,50
De 1000 a 2500	1,50	2,00	2,50	3,00
De 2500 a 5000	2,00	3,00	3,00	4,00
Mais de 5000	3,00	4,00	4,00	6,00

Fonte: CONTRAN, VOL. VIII, 2022

(*) Admite-se largura útil mínima de 0,80m na unidirecional e de 1,60m na bidirecional para os casos de interferências, tais como: obstáculos físicos fixos (árvores, postes de iluminação e outros), estreitamento de pista em pequenos trechos, desde que devidamente justificados por estudos de engenharia.

d) Passarela e Passagens Inferiores

As passarelas e passagens inferiores para a travessia de vias poderão ser utilizadas pelos ciclistas desde que estas sejam dotadas de rampas. Como visto no item Passarelas e Passagens Inferiores, página 34.

e) Sinalização para Ciclovias

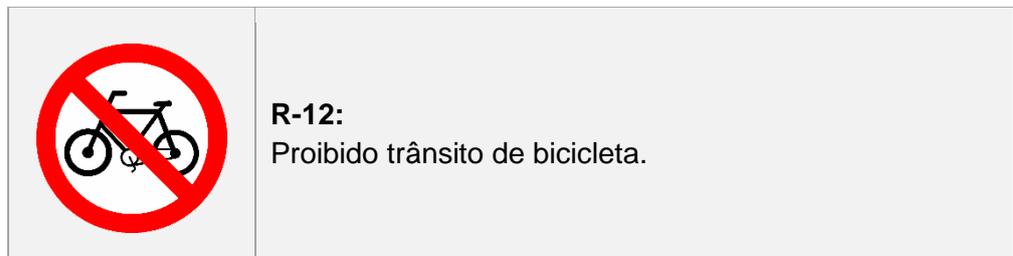
O Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume VIII, Sinalização Cicloviária tem como objetivo disciplinar os requisitos técnicos mínimos a serem observados na construção de infraestrutura cicloviária no Brasil.

Os critérios técnicos apresentados no manual. Também visam a redução da quantidade, da severidade dos sinistros de trânsito envolvendo ciclistas, promovendo a convivência segura entre os demais modos, estimulando assim a mobilidade por bicicleta.

A seguir são apresentados alguns padrões de sinalização.

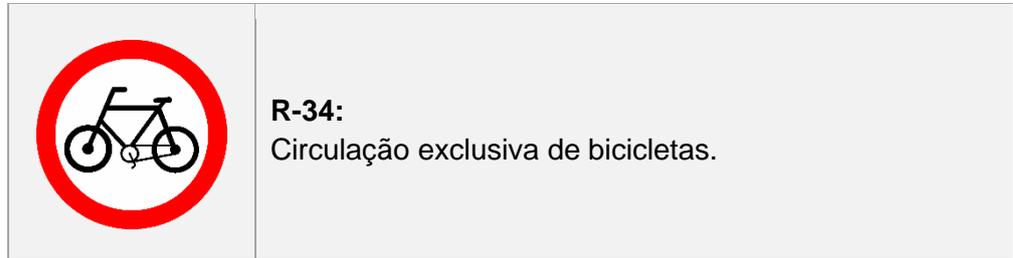
▪ Sinalização de Regulamentação

- a. R-12: Assinala ao ciclista a proibição de transitar de bicicleta a partir do ponto sinalizado na área, via/pista ou faixa. O sinal R-12 deve ser utilizado para proibir o trânsito de bicicletas por motivo de segurança ou fluidez. Quando utilizado para regulamentar a proibição em determinada(s) faixa(s) deve vir acompanhado de informação complementar. Pode vir acompanhado de informação complementar, tal como horário, dia da semana e/ou seta de controle de faixa.

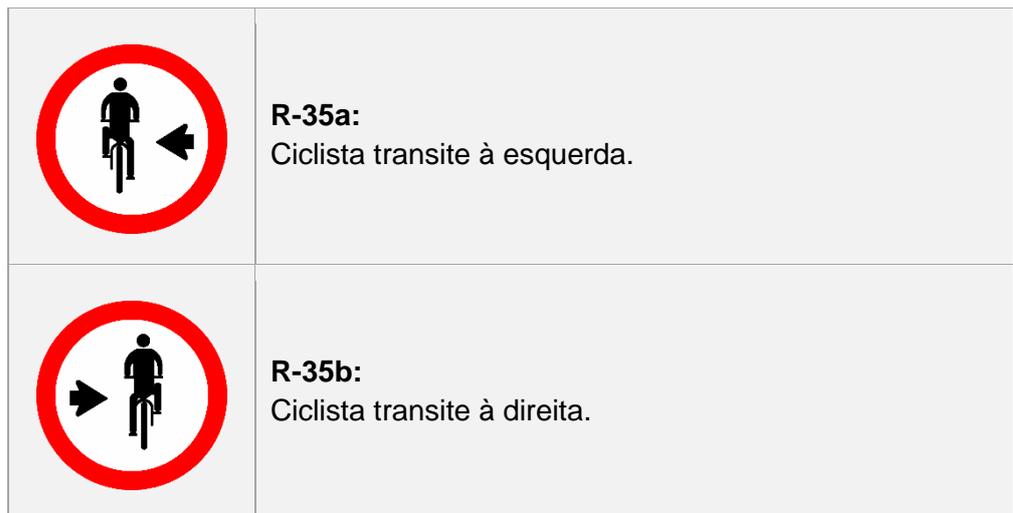


- b. R-34: deve ser utilizado quando se deseja restringir o uso de uma área, via/pista ou faixa à circulação exclusiva de bicicletas. Quando utilizado para

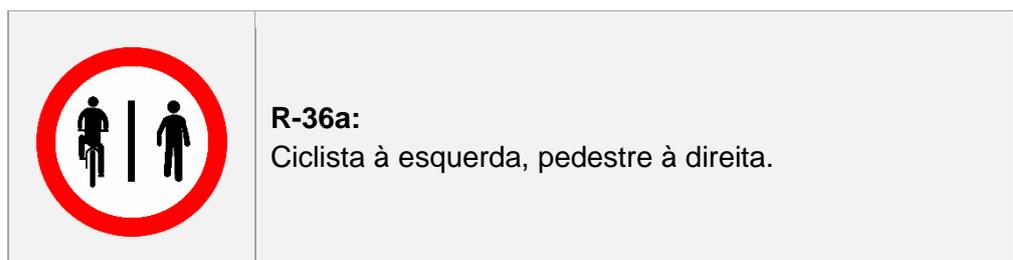
regulamentar a circulação exclusiva em determinada(s) faixa(s), deve vir acompanhado de informação complementar. Pode vir acompanhado de informação complementar tal como horário, dia da semana faixa e seta de controle de faixa.



- c. R-35: Assinala ao ciclista a obrigatoriedade de transitar pelo lado esquerdo ou direito da área, via/pista. O sinal R-35b deve ser utilizado para ordenar o fluxo de ciclistas em locais que apresentam problemas de circulação e segurança do trânsito.



- d. R-36: regulamenta o trânsito de ciclistas à esquerda/direita e pedestres à direita/esquerda da área, via/pista, deve ser utilizado quando se deseja regulamentar o lado da circulação de ciclistas e pedestres na faixa, via/pista ou passeio.





R-36b:
Ciclista à direita, pedestre à esquerda.

▪ Sinalização de Advertência:

- a. A-30a: adverte o condutor do veículo da existência, adiante, de trecho de pista ao longo do qual ciclistas circulam pela via ou cruzam a pista. Deve ser utilizado sempre que ocorrer circulação frequente ou travessia não sinalizada de ciclistas na via.



R-36a:
Trânsito de ciclista.

- b. A-30b: adverte os condutores da existência, adiante, de faixa sinalizada para travessia de ciclistas. Deve ser utilizado em via interceptadas por ciclovias ou ciclofaixas não semaforizadas.



R-30b:
Passagem sinalizada de ciclistas.

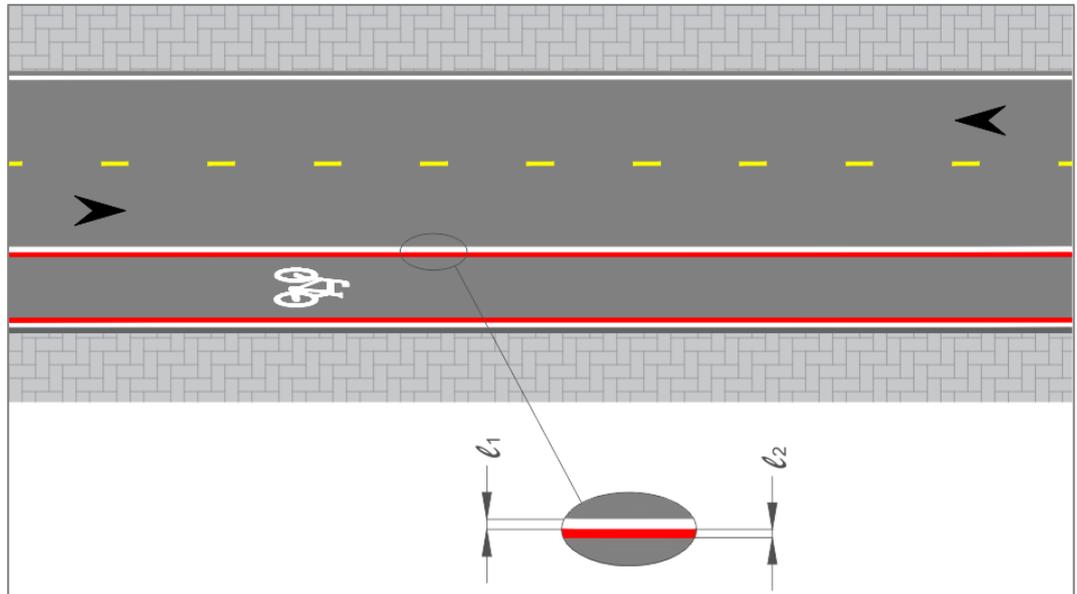
▪ Sinalização Horizontal:

A marcação de ciclofaixa ao longo da via (MCI), delimita a parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de bicicletas. A marcação da ciclofaixa é constituída por uma linha contínua com largura de, no mínimo, 0,20m e, no máximo, 0,30m.

A ciclofaixa deve ser utilizada quando for necessário separar o fluxo de veículos automotores do fluxo de bicicletas. Recomenda-se para a ciclofaixa de sentido

único a largura mínima de 1,50m, e para ciclofaixa de sentido duplo a largura de 2,50m, sendo recomendada sua colocação na lateral da pista.

Figura 24 – Marcação de ciclofaixa ao longo da via.

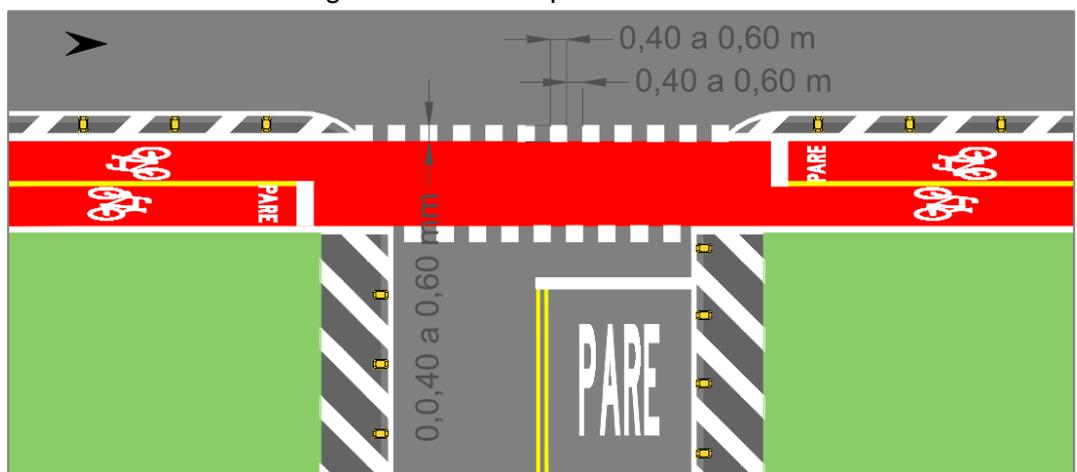


Travessias

A marcação de cruzamento rodociclovitário (MCC) indica ao condutor de veículo a existência de um cruzamento em nível, entre a pista de rolamento e uma ciclovia ou ciclofaixa.

A marcação é composta de duas linhas paralelas constituídas por paralelogramos, que seguem no cruzamento os alinhamentos dos bordos da ciclovia ou ciclofaixa. Deve ser utilizada em todos os cruzamentos rodociclovitários. A marcação deverá ser feita ao longo da interseção, de maneira a mostrar ao ciclista a trajetória a ser obedecida.

Figura 25 – MCC aplicado em ciclofaixa.



- **Iluminação**

Os projetos de infraestrutura cicloviária devem levar em consideração as condições de iluminação do ambiente para garantir a segurança dos ciclistas. É fundamental tornar os ciclistas o mais visíveis possível para os motoristas, não apenas devido ao seu tamanho, mas também por sua capacidade de manobrar rapidamente no ambiente.

Além disso, a iluminação pública desempenha um papel crucial na sensação de segurança dos usuários, melhorando a qualidade do espaço cicloviário e, conseqüentemente, incentivando sua utilização. Na concepção de projetos, é recomendável privilegiar locais com iluminação pública já existente, avaliando a necessidade de aprimorá-la ou instalar novos pontos de luz, quando necessário.

Em áreas onde se requer maior visibilidade para a travessia de ciclistas, é aconselhável considerar a instalação de iluminação pública adicional ou a colocação de luminárias suplementares.

6 TRATAMENTO DE REGISTROS

O arquivamento dos processos ocorre com a conclusão do serviço, da seguinte maneira:

Local: Sistema de Protocolo Integrado – eProtocolo.

Forma: Arquivo eletrônico.

7 ANEXOS

Não se aplica.