



DEPARTAMENTO DE ESTRADAS
DE RODAGEM DO PARANÁ



MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA TOMO VI 2023



CONSÓRCIO APPE-VIAPONTE
Contrato: Nº 100/2021

MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA TOMO VI 2023

CARLOS ROBERTO MASSA JÚNIOR
GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ

FERNANDO FURIATTI SABÓIA
SECRETÁRIO DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA

ALEXANDRE CASTRO FERNANDES
DIRETOR GERAL DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/PR

JANICE KAZMIERCZAK SOARES
DIRETORA TÉCNICA DO DER/PR

RUI CEZAR DE QUADROS ASSAD
DIRETOR DE OPERAÇÕES DO DER/PR

MARCO AURÉLIO CORDEIRO
DIRETOR ADMINISTRATIVO-FINANCEIRO DO DER/PR

Coordenação dos trabalhos

Diretoria Geral – DG
Diretoria Técnica – DT
Coordenadoria de Pesquisa e Desenvolvimento – CPD

Coordenadora Geral dos Trabalhos

Janice Kazmierczak Soares

Coordenadora Técnica dos Trabalhos

Larissa Vieira

Colaboradores Técnicos

Corpo Técnico do DER/PR

REVISÃO

Consórcio APPE-VIAPONTE



EQUIPE TÉCNICA

Engº Luiz Henrique Dias Figueiredo
Coordenador Geral

Engº Carlos Eugênio Gonçalves Butze
Coordenador Local

Engº Geovane Gomes
Equipe de Apoio

Lucas Gabriel Franco Laidens
Equipe de Apoio

Arqº Daniela Bussolo Cunha
Equipe de Apoio

Nicolle de Souza
Equipe de Apoio

Renan de Bonfim Pelepenko
Equipe de Apoio

COLABORAÇÃO TÉCNICA

Engº Alceu de Oliveira Maciel

Engº Glicério Trichês

Econª Joseane Maria Koerich

Engº Klaus Eduardo Mouta Wojcikiewicz

Bioº Newton Marcellino

Engº Paulo Eduardo Rocha de Carvalho

Engº Saulo de Castro S.Thiago

Engº Vitor Manuel Ribeiro Fonseca



SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM – DER/PR
DIRETORIA TÉCNICA
COORDENADORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Avenida Iguaçu, 420 – Rebouças
CEP 80230-020 – Curitiba – PR
Tel/Fax.: (41) 3304-8000
e-mail: dt.cpd@der.pr.gov.br

TÍTULO: MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS
SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA – TOMO VI

Edição: 2023

Revisão: DER/PR / Consórcio APPE-VIAPONTE
Contrato: DER/PR / Consórcio APPE-VIAPONTE Nº 100/2021 DER/DT

Aprovado pelo Conselho Diretor em: 08/08/2023
Deliberação Nº 265/2023

APRESENTAÇÃO

O Departamento de Estradas de Rodagem do Estado Paraná, no âmbito da atualização e ampliação da documentação padronizada do Órgão, vem apresentar a 3ª edição do “Manual de Execução de Serviços Rodoviários” que, desde sua primeira edição, de 1991, teve como principal finalidade servir como referência aos engenheiros encarregados das obras de construção rodoviária, visando estabelecer critérios uniformes para a execução destas obras, adotando como referência, métodos advindos de sua experiência e de outros centros de tecnologia.

Com o objetivo de manter o “Manual de Execução de Serviços Rodoviários” o mais atualizado possível foi realizado uma atualização em 1996 e, no âmbito do Contrato para revisão e atualização da documentação técnica do DER/PR, o Manual foi também revisto e atualizado com a presente 3ª edição, aprovada em 2023.

Para tornar a consulta mais fácil, a presente edição do Manual é apresentada em Tomos da forma seguinte:

- TOMO I – Terraplenagem;
- TOMO II – Drenagem;
- TOMO III – Pavimentação;
- TOMO IV – Obras Complementares;
- TOMO V – Obras de Arte Especiais;
- TOMO VI – Sinalização e Segurança Viária.

Tal como nas outras edições, o presente Manual objetiva expor, sob forma didática, os diversos conceitos ligados à técnica dos serviços rodoviários, fornecendo detalhes a respeito de aspectos particulares julgados mais importantes à boa concepção, fiscalização e execução de obras rodoviárias. Complementa em inúmeros pontos as “Especificações de Serviços Rodoviários” do DER/PR, sendo desejável que seu uso esteja associado, ainda, a outros documentos técnicos elaborados pelo DER/PR, a saber:

- a) Normas Gerais de Licitação;
- b) Álbum de Projetos-Tipo;
- c) Especificações de Materiais para Serviços Rodoviários;
- d) Especificações de Ensaios Tecnológicos para Serviços Rodoviários;
- e) Manual de Gerenciamento de Obras;
- f) Manual de Instruções Ambientais;
- g) Tabela de Preços Rodoviários.

Assim, o Manual de Execução de Serviços Rodoviários descreve um grande conjunto de regras, informações técnicas e orientações que se mostram de grande utilidade, não só para o acompanhamento dos vários trabalhos de natureza rodoviária lançados pelo DER/PR, mas também para o meio rodoviário brasileiro, tais como outros órgãos e associações, na implementação de seus programas.

A evolução tecnológica dos últimos 25 anos, trouxe inovações não só nos materiais e equipamentos, mas nos métodos de execução e, nesse sentido, tornou-se necessária a revisão do Manual, para que possa continuar a atender seus objetivos com essas inovações.

Nessas condições, a presente terceira edição promoveu ajustamentos nos textos, nas figuras e nos quadros, bem como uma reordenação de diversos trechos que compõem este documento, resultando num aprimoramento geral em relação a alguns aspectos sem, contudo, introduzir modificações conceituais significativas no conteúdo técnico.

Embora o presente seja um documento puramente técnico sobre a execução de obras rodoviárias, no TOMO I desta terceira edição foram inseridas algumas Notas Introdutórias que têm como objetivo dar uma ideia sobre a evolução das Infraestruturas Rodoviárias, sobre a Malha Rodoviária do Estado do Paraná, sobre a nomenclatura dada aos elementos rodoviários e Informações e Recomendações Gerais sobre o tema.

Ciente da importância da presente obra e do interesse geral em mantê-la sempre em sintonia com o desenvolvimento das tecnologias de pavimentação, o DER/PR acolhe



quaisquer comentários, observações e críticas pertinentes de leitores e especialistas, que possam subsidiar uma futura reedição, tão breve quanto ela se revelar necessária.

Portanto, o Manual de Execução de Serviços Rodoviários - 2023 é apresentado à comunidade rodoviária, esperando que os técnicos e profissionais que venham a utilizá-lo possam usufruir dos benefícios decorrentes, visando atingir a necessária uniformização e normatização de métodos e procedimentos.

APRESENTAÇÃO.....	vii
SUMÁRIO.....	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS.....	xv
TOMO VI – SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA.....	1
ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	2
ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA	3
1 SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA	8
1.1 Sinalização Vertical de Trânsito.....	8
1.1.1 Conceitos básicos	9
1.1.2 Aspectos executivos.....	13
1.1.3 Aspectos relacionados ao controle.....	19
1.1.4 Recomendações especiais.....	19
1.2 Sinalização de Identificação Quilométrica	20
1.2.1 Conceitos básicos	21
1.2.2 Aspectos executivos.....	23
1.3 Sinalização Horizontal do Trânsito.....	23
1.3.1 Conceitos básicos	23
1.3.2 Orientações do Projeto Executivo	27
1.3.3 Aspectos executivos.....	28
1.3.4 Aspectos relacionados ao controle.....	30
1.3.5 Recomendações especiais.....	31
2 DISPOSITIVOS AUXILIARES DE SEGURANÇA VÁRIA	32
2.1 Aspectos Conceituais	32
2.2 Dispositivos Delimitadores e de Canalização	35
2.2.1 Balizadores.....	35
2.2.2 Balizadores de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa.....	38
2.2.3 Tachas e tachões	42
2.2.4 Cilindro delimitador.....	44
2.2.5 Dispositivo de vidro refletido incrustado	45



2.3	Dispositivos de Sinalização de Alerta	46
2.3.1	Marcador de obstáculo	46
2.3.2	Marcador de perigo	48
2.3.3	Marcador de alinhamento	50
2.4	Alterações nas Características do Pavimento.....	53
2.4.1	Ondulação transversal.....	53
2.4.2	Faixa elevada para travessia de pedestres	53
2.4.3	Sonorizador	53
2.4.4	Revestimento com sonorizador longitudinal (faixa de alerta)	57
2.5	Dispositivos de Contenção Veicular.....	58
2.5.1	Defensas metálicas	58
2.5.2	Barreiras de concreto	65
2.5.3	Dispositivo amortecedor de impacto.....	73
2.5.4	Terminais de dispositivos de contenção longitudinais	74
3	PASSARELAS	76
3.1	A Importância das Passarelas para a Segurança do Trânsito	77
3.2	Localização das Passarelas.....	78
3.3	Características das Passarelas.....	79
3.4	Fatores a Considerar no Projeto de Implantação de Passarelas	81
4	SERVIÇOS RODOVIÁRIOS EM TRAVESSIAS URBANAS	83
4.1	Pavimento da Pista e Acostamentos	83
4.1.1	Ondulação transversal (lombada) e faixa elevada para pedestres.....	84
4.1.2	Faixa elevada para pedestres	90
4.2	Calçadas/Passeios	95
4.2.1	Meios-fios	97
4.2.2	Calçadas/Passeios propriamente ditos	101
4.2.3	Tubulações para passagem de cabos ou condutos	107
4.3	Sinalização Semafórica	107
4.3.1	Requisitos mínimos necessários	108
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de escape em rodovia.....	6
Figura 2 – Exemplos de placas de regulamentação	10
Figura 3 – Exemplos de placas de advertência	10
Figura 4 – Exemplos de placas de indicação.....	11
Figura 5 – Exemplo de semipórtico	13
Figura 6 – Posicionamento das placas de sinalização	15
Figura 7 – Afastamento lateral de placas de regulamentação	15
Figura 8 – Afastamento lateral de placas indicativas	15
Figura 9 – Rotação da placa de sinalização em relação ao fluxo de tráfego.....	16
Figura 10 – Altura livre da placa	16
Figura 11 – Outros exemplos de altura livre das placas	17
Figura 12 – Afastamento lateral de pórticos e semipórticos	18
Figura 13 – Altura livre de placas em pórticos e semipórticos	18
Figura 14 – Posicionamento dos marcos quilométricos.....	21
Figura 15 – Altura livre dos marcos quilométricos	22
Figura 16 – Marcas longitudinais	24
Figura 17 – Dispositivos de canalização permanente.....	25
Figura 18 – Marcas transversais.....	26
Figura 19 – Inscricões no pavimento	26
Figura 20 – Balizadores	35
Figura 21 – Posicionamento dos balizadores	36
Figura 22 – Balizadores T1 e T2.....	38
Figura 23 – Balizadores em barreira.....	39
Figura 24 – Balizadores em defensas.....	39
Figura 25 – Posicionamento do balizador em ponte.....	40
Figura 26 – Posicionamento do balizador em barreiras.....	40
Figura 27 – Posicionamento do balizador em defensas	41
Figura 28 – Posicionamento de tachas e tachões	43
Figura 29 – Tachas posicionadas de acordo com o fluxo	43
Figura 30 – Cilindros delimitadores	44

Figura 31 – Ancoragem do cilindro delimitador.....	45
Figura 32 – Marcadores de Obstáculo.....	47
Figura 33 – Orientação dos marcadores de obstáculos	47
Figura 34 – Orientação dos marcadores de obstáculo vertical.....	48
Figura 35 – Exemplo de uso de marcadores de obstáculos	48
Figura 36 – Marcadores de perigo.....	48
Figura 37 – Altura do marcador de perigo	49
Figura 38 – Exemplo de posicionamento de marcador de perigo.....	49
Figura 39 – Marcador de alinhamento	50
Figura 40 – Altura do marcador de alinhamento.....	51
Figura 41 – Posicionamento do marcador de alinhamento.....	51
Figura 42 – Marcadores de alinhamento em defensas e barreiras.....	52
Figura 43 – Implantação dos marcadores de alinhamento	52
Figura 44 – Exemplo de sonorizador	54
Figura 45 – Sonorizadores em superfície de rolamento	55
Figura 46 – Exemplo de forma de execução de sonorizador.....	55
Figura 47 – Sonorizador executado com material de demarcação viária	57
Figura 48 – Detalhe das espessuras do material do sonorizador	57
Figura 49 – Revestimento com sonorizador longitudinal	58
Figura 50 – Defensas semimaleáveis.....	59
Figura 51 – Ancoragem para defesa metálica maleável simples.....	61
Figura 52 – Ancoragem para defesa metálica semimaleável dupla.....	61
Figura 53 – Ancoragem para defesa metálica maleável dupla	61
Figura 54 – Superposição de Perfis.....	63
Figura 55 – Barreiras de concreto	66
Figura 56 – Perfil de barreira de concreto tipo New Jersey	66
Figura 57 – Extremidade inicial da defesa.....	67
Figura 58 – Execução da base (corte).....	69
Figura 59 – Execução da base (planta)	69
Figura 60 – Sistema de drenagem na pista	72
Figura 61 – Dispositivo amortecedor de impacto.....	73
Figura 62 – Dispositivos diretivos e não diretivos.....	74

Figura 63 – Exemplo de passarela de pedestres.....	77
Figura 64 – Lombada Tipo A	85
Figura 65 – Lombada Tipo B	85
Figura 66 – Demarcação de ondulação transversal (lombada)	87
Figura 67 – Formas posicionadas antes da colocação do material da lombada.....	89
Figura 68 – Projeto tipo de travessia elevada de pedestres	92
Figura 69 – Detalhes do projeto tipo de travessia elevada de pedestres	92
Figura 70 – Projeto-tipo de sinalização para travessia elevada de pedestres	94
Figura 71 – Perfil da via.....	95
Figura 72 – Tipos de faixas nas calçadas.....	96
Figura 73 – Detalhamento do meio-fio.....	97
Figura 74 – Rebaixo nas esquinas	103
Figura 75 – Indicação de tampas de caixas de inspeção e visita	103
Figura 76 – Pavimento intertravado.....	105
Figura 77 – Placa de concreto.....	106
Figura 78 – Concreto	106
Figura 79 – Sinalização de advertência indicando a presença de semáforo	109



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espaçamento entre balizadores.....	37
Tabela 2 – Espaçamento longitudinal.....	41
Tabela 3 – Implantação dos marcadores de alinhamento	53



MANUAL DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS RODOVIÁRIOS

TOMO VI – SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

3ª Edição

Curitiba
2023

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

Neste TOMO VI do Manual são abordados assuntos de carácter complementar vinculados às seguintes especificações de serviço de Sinalização e Segurança Rodoviária:

- DER/PR ES-SV 01/23 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TINTA À BASE DE RESINA LIVRE, RETRORREFLETIVA
- DER/PR ES-SV 02/23 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TINTA À BASE DE RESINA ACRÍLICA EMULSIONADA EM ÁGUA, RETRORREFLETIVA
- DER/PR ES-SV 03/23 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL COM TINTA À BASE DE RESINA ACRÍLICA À BASE DE SOLVENTE, RETRORREFLETIVA
- DER/PR ES-SV 04/23 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL, COM MATERIAL TERMOPLÁSTICO, APLICADO PELO PROCESSO DE EXTRUSÃO, RETRORREFLETIVO
- DER/PR ES-SV 05/23 - SINALIZAÇÃO HORIZONTAL, COM MATERIAL TERMOPLÁSTICO, APLICADO PELO PROCESSO DE ASPERSÃO, RETRORREFLETIVO
- DER/PR ES-SV 06/23 - TACHAS REFLETIVAS
- DER/PR ES-SV 07/23 - DEFENSAS METÁLICAS
- DER/PR ES-SV 08/23 - TACHÕES REFLETIVOS
- DER/PR ES-SV 09/23 - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE PLACAS LATERAIS PARA SINALIZAÇÃO VERTICAL

ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

- DER/PR ES-SV 10/23 - PÓRTICOS E SEMIPÓRTICOS DE SINALIZAÇÃO VERTICAL
- DER/PR ES-SV 14/23 - DEFENSAS DE CONCRETO (BARREIRAS)
- DER/PR ES-SV 16/23 - ONDULAÇÕES TRANSVERSAIS E SONORIZADORES

SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA

As mortes e lesões em decorrência de acidentes de trânsito têm significativos impactos sociais e econômicos em todo o mundo. Esses acidentes podem ser causados por diferentes fatores, dentre os quais se destacam o erro humano e a ausência de um planejamento viário adequado. Sendo assim, o conceito das “rodovias que perdoam” tem o propósito de evitar os acidentes e mitigar as suas consequências por meio da adequação da infraestrutura rodoviária aos erros humanos na condução.

E por mais que uma parte significativa dos acidentes seja motivada pela componente humana, vale destacar que falhas na estrutura viária ou no veículo têm o potencial de agravar ainda mais um acidente.

Da mesma forma, porém, que a estrutura viária pode agravar as consequências de um acidente, ela também pode favorecer a segurança do condutor. A segurança viária engloba várias medidas que têm o objetivo de impedir a ocorrência de acidentes. Estas medidas abrangem a elaboração de projetos de rodovias favoráveis à segurança e, também, a conscientização dos condutores quanto à sua responsabilidade pelo trânsito seguro, ao estabelecimento de normas de circulação e à sua fiscalização.

O propósito do conceito de uma rodovia que perdoa é evitar acidentes de trânsito causados pelo erro humano ou minimizar as suas consequências. A exemplo disso, os seus elementos advertem o condutor para que corrija um comportamento ou reaja em conformidade a um risco, redirecionam suavemente os veículos que eventualmente saiam da via ou permitem largura suficiente de áreas de escape para que o condutor possa manter o controle de parada nas situações de risco.

No Brasil, o conceito de rodovias que perdoam foi incorporado na norma ABNT-NBR 15.486, publicada em 2007 e revisada em 2016. A norma estabelece um conjunto de orientações para a segurança no tráfego e a realização dos projetos de dispositivos de contenção viária.

A geometria adequada da via integra uma das principais características de uma rodovia que perdoa. A largura das faixas e do acostamento, o alargamento e a inclinação de faixas em trechos de curva e a declividade dos taludes laterais são essenciais na composição desse conceito. Com as dimensões apropriadas, a rodovia é capaz de fornecer maior segurança nos casos de erro humano na condução.

As rodovias que perdoam abrangem a implantação de diversos elementos de segurança viária, também conhecidos como equipamentos de segurança passiva. Zonas livres, sinalização adequada, dispositivos de contenção, atenuadores de impacto, sonorizadores e acostamentos, dentre outros, fazem parte desse conceito.

A existência de uma zona livre influencia diretamente na implantação de dispositivos de contenção viária. Se sua largura for adequada, podendo ser atravessada com segurança, sem obstáculos fixos, não há necessidade de utilização de dispositivos de contenção.

São exemplos de obstáculos que potencialmente apresentam perigo nas laterais das rodovias: árvores (com diâmetro maior que 10 cm), postes e pilares de pontes e viadutos. Até mesmo a sinalização vertical pode ser considerada como um obstáculo perigoso na via. Dessa forma, para minimizar esses riscos, existe a possibilidade da utilização de suportes colapsíveis para elementos de sinalização. Esses dispositivos são projetados para fraturarem-se ou separarem-se controladamente quando atingidos por um veículo, reduzindo, assim, a severidade do impacto. Ainda assim, se essas alternativas não forem viáveis, o elemento fixo deve ser devidamente protegido por dispositivos de contenção lateral ou pontual.

Ainda dentro do conceito de zona livre, outro equipamento que tem grande influência na segurança viária são as áreas de escape. Esse tipo de área é composto por uma via lateral adicional que sai da rodovia, com geralmente 100 metros de comprimento, 5 metros de largura e 1 metro de profundidade. Construído principalmente em declives, tem o objetivo de conter caminhões e ônibus em grande velocidade incapazes de parar – devido a avarias mecânicas ou condições ambientais adversas.

Figura 1 – Área de escape em rodovia



Fonte: TRIBUNA DO PARANÁ, 2018.

Os dispositivos de contenção viária fazem parte dos tipos de medidas de proteção adotados em uma rodovia que perdoa. São equipamentos instalados ao longo da via para proteger o condutor, contendo, redirecionando e/ou absorvendo a energia do impacto de veículos desgovernados. Sua estrutura é projetada para reduzir a gravidade dos acidentes e impedir que os veículos invadam locais de risco ou atinjam obstáculos fixos.

O sonorizador é um dispositivo físico de controle de tráfego instalado na superfície da pista, que causa um efeito sonoro-vibratório com a passagem de veículos. Sua função é induzir os condutores a diminuírem a velocidade e alertar para alguma situação de perigo à frente. Já as faixas de alerta (sonorizadores longitudinais) equivalem a um conjunto de cortes rasos transversais, empregados próximos às faixas laterais ou à linha central da pista. Seus espaçamentos e profundidades são simétricos e constantes e, assim como os sonorizadores, geram um efeito sonoro e vibratório capaz de alertar os motoristas desatentos que transitarem por elas. Com isso, esse aviso permite que o condutor distraído ou com sono que saia inadvertidamente da sua faixa tenha a oportunidade de corrigir sua ação, voltando à trajetória segura e evitando a ocorrência de um acidente.

Neste contexto, definem-se como serviços de sinalização e segurança viária todos os trabalhos que dão um acabamento à rodovia e proporcionam condições de circulação com conforto e segurança aos seus usuários e um aspecto paisagístico que mantenha o condutor focado na direção do veículo. Nesse sentido, se apresentam a seguir um conjunto de serviços que vão tornar a rodovia mais segura para os veículos que nela circulam.

Neste Tomo VI – Sinalização e Segurança Viária é apresentado um largo conjunto de serviços que podem ser aplicados em determinadas rodovias, mas isso não quer dizer que eles tenham que fazer parte de todas as rodovias que se constroem. A aplicação de alguns deles depende da classe da rodovia, do volume e tipo de tráfego que nela circula, do tipo de relevo, se é rodovia rural ou urbana, das características da região onde se desenvolve etc. A sua execução deverá estar especificada no Projeto Executivo da obra considerada.

1 SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA

A sinalização rodoviária tem importância capital para a segurança e conforto dos usuários das rodovias e torna-se cada vez mais essencial, à medida que a velocidade de uso das estradas e o volume de tráfego crescem com a pavimentação, traçados modernos e rodovias de pistas duplas.

O motorista que estiver habituado a utilizar rodovias bem-sinalizadas tem, imediatamente, uma sensação de insegurança quando entra em uma estrada sem sinalização ou com sinalização falha e com falta de conservação, sensação esta que cresce significativamente quando o percurso for feito à noite.

A implantação e a manutenção permanente da sinalização rodoviária são os aspectos mais importantes da segurança e do conforto que o órgão público tem por obrigação proporcionar aos usuários da rodovia, estando o tema devidamente tratado nas Especificações de Serviço do DER/PR e nos Manuais de Sinalização Rodoviária, editados pelo DNIT e pelo COTRAN.

No que se refere à sinalização rodoviária, existe quase sempre um projeto executivo que contempla todos os serviços, de acordo com as Especificações de Serviço existentes no DER/PR, seja para a sinalização horizontal, seja para a sinalização vertical, seja ainda sobre particularidades sobre qualquer sinalização especial.

Este capítulo complementa as Especificações de Serviço DER/PR referentes aos aspectos de Sinalização Rodoviária e apresenta outras considerações relativas a esses serviços, principalmente no que se refere aos aspectos práticos.

1.1 Sinalização Vertical de Trânsito

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária, que se utiliza de sinais apostos sobre placas fixadas na posição vertical, ao lado ou suspensas sobre a pista, transmitindo

mensagens de caráter permanente ou, eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas preestabelecidas e legalmente instituídas.

A sinalização vertical tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotar comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança, ordenar os fluxos de tráfego e orientar os usuários da via.

A sinalização vertical é classificada segundo sua função, que pode ser de:

- a) regulamentar as obrigações, limitações, proibições ou restrições que governam o uso da via;
- b) advertir os condutores sobre condições com potencial risco existentes na via ou nas suas proximidades, tais como escolas e passagens de pedestres;
- c) indicar direções, localizações, pontos de interesse turístico ou de serviços e transmitir mensagens educativas, dentre outras, de maneira a ajudar o condutor em seu deslocamento.

Os sinais possuem formas padronizadas, associadas ao tipo de mensagem que pretende transmitir (regulamentação, advertência ou indicação).

1.1.1 Conceitos básicos

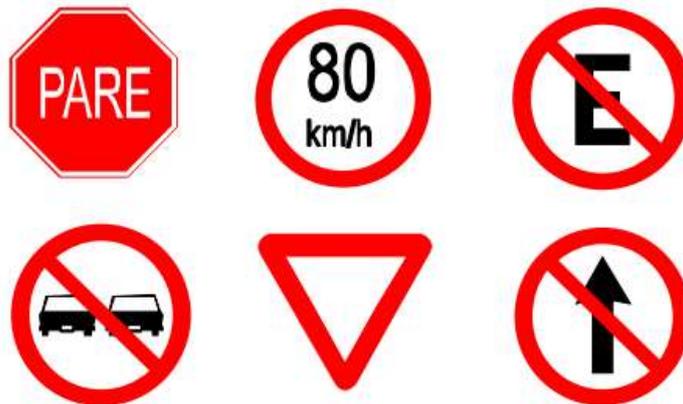
Sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária que se utiliza de placas, pórticos, marcos quilométricos, fixados ao lado ou suspensos sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e eventualmente, variável, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidos e legalmente instituídos.

1.1.1.1 Placas de regulamentação

São aquelas cuja finalidade é comunicar aos usuários proibições, restrições e obrigações no uso da via. Com exceção dos sinais de "PARADA OBRIGATÓRIA" e "DÊ PREFERÊNCIA", todos os outros sinais de regulamentação têm formato circular, com fundo

branco, orla e tarja vermelhas, inscrições e símbolos de cor preta. Uma barra NW-SE cortando a 45° o diâmetro horizontal indica uma proibição. Esta barra oblíqua é eliminada quando do emprego de sinais indicando apenas uma restrição ou obrigação.

Figura 2 – Exemplos de placas de regulamentação



Fonte: Adaptado de DNIT, 2010.

1.1.1.2 Placas de advertência

Têm por finalidade alertar aos usuários da via da existência de condições ou locais potencialmente perigosos, indicando a sua natureza. Com exceção da cruz de Santo André (sinal em formato de X que indica a existência de cruzamento de linha férrea em nível na pista), as placas de advertência são quadradas, com uma diagonal na vertical. Possuem fundo e orla externa na cor amarela e letras, símbolos e orla interna na cor preta.

Figura 3 – Exemplos de placas de advertência



Fonte: Adaptado de DNIT, 2010.

1.1.1.3 Placas de indicação

Destinam-se a orientar o usuário e a prestar informações de interesse no curso de seu deslocamento, como identificação de vias, rotas, distâncias, indicação de serviços de apoio, incluindo mensagens educacionais. Com exceção das placas de identificação de rodovias, todas as outras placas de indicação devem ter forma retangular. As placas de indicação, com exceção das placas de serviços auxiliares e educativas, possuem fundo e orla externa na cor verde e letras, símbolos e orla interna na cor branca. As placas de serviços auxiliares possuem fundo e orla externa na cor azul, símbolo preto sobre retângulo branco e letras e orla interna na cor branca. As placas educativas possuem fundo e orla externa na cor branca e letras, símbolos e orla interna na cor preta.

Figura 4 – Exemplos de placas de indicação



Fonte: Adaptador de DNIT, 2010.

De acordo com o Guia Brasileiro de Sinalização Turística, a Sinalização de Orientação Turística é a comunicação efetuada aos usuários de determinada rodovia, por meio de um conjunto de placas de sinalização, implantadas sucessivamente ao longo de um trajeto estabelecido, com mensagens escritas ordenadas, pictogramas e setas direcionais.

Esse conjunto é utilizado para informar aos interessados sobre a existência de atrativos turísticos e de outros referenciais, sobre os melhores percursos de acesso e, ao longo destes, distância a ser percorrida para se chegar ao local pretendido.

Outra possibilidade que essas duas sinalizações permitem é seu uso em conjunto, como já vem sendo aplicado em algumas cidades brasileiras. Neste caso, as mensagens destinadas aos deslocamentos da população e as mensagens dirigidas aos turistas são utilizadas numa mesma placa de sinalização.

Dessa maneira, os espaços disponíveis são otimizados e a interferência visual, que o excesso de suportes e placas provoca no meio urbano, é minimizada, principalmente por se tratar de situações em que uma paisagem agradável é grande aliada para estimular a procura pelos atrativos turísticos existentes no local.

Em todos os casos, devem ser respeitadas as cores das placas definidas pelo Código de Trânsito Brasileiro – CTB, direcionadas a usuários de veículos motorizados: para as mensagens referentes a atrativos turísticos, utiliza-se fundo marrom; para as informações relativas à orientação específica da localidade, o fundo da placa deve ser na cor verde; e para as placas de serviços, a cor azul. No entanto, nas situações em que o uso de placa diagramada é o mais indicado, essa regra não deve ser aplicada, uma vez que a utilização de fundo de cores diferenciadas compromete o entendimento das informações, por não permitir uma composição adequada dos elementos.

1.1.1.4 Pórticos e semipórticos

São estruturas compostas por colunas e treliça metálica, destinadas precipuamente à sustentação de placas de sinalização sobre a rodovia.

Figura 5 – Exemplo de semipórtico



Fonte: Iasin Sinalização, 2022.

1.1.2 Aspectos executivos

O projeto de sinalização vertical deve ser executado com vistas a garantir a segurança viária e orientar os usuários da via, levando em conta a padronização das Especificações de Serviço do DER/PR nos Manuais de Sinalização Rodoviária do DNIT e do CONTRAN.

A execução do projeto de sinalização deve ser feita por profissionais especializados, fazendo parte integrante do projeto da rodovia.

Ao executar os serviços caberá seguir as orientações do projeto e, em caso de dúvidas, consultar o Manuais do DER/PR ou do CONTRAN. Alguns aspectos de ordem geral, entretanto, são descritos a seguir.

As placas de sinalização devem ser colocadas em locais adequados, no campo visual do motorista, permitindo a legibilidade e conter clareza na mensagem transmitida.

Deve ser evitado o uso excessivo de placas, especialmente no que diz respeito àquelas de regulamentação e advertência. A não ser em locais com espaço muito limitado, o espaçamento entre duas placas sucessivas não deve ser inferior a 50 m.

Normalmente, as placas de sinalização devem ser localizadas no lado direito do sentido do tráfego que devem orientar. No caso de pista com mais de uma faixa de tráfego, com sentido único, as placas devem ser colocadas, também, no lado esquerdo.

Recomenda-se, sempre que possível, a montagem individual das placas através da utilização de postes distintos.

A localização das placas de advertência deve ser tal forma que permita espaço suficiente ao condutor do veículo para executar seguramente a manobra requerida, em função da mensagem transmitida. Assim, as distâncias mínimas a serem observadas, entre a placa e o ponto potencialmente perigoso, dependem da velocidade de aproximação do veículo.

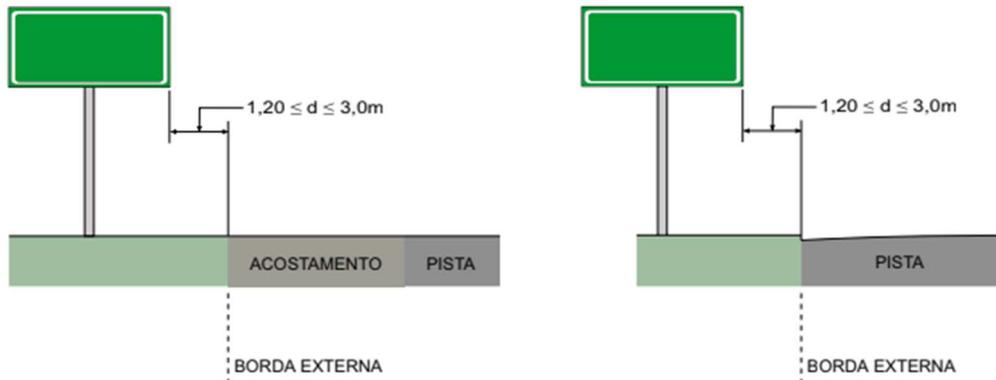
O projeto deverá fixar os materiais a serem empregados na confecção de placas e sinais, indicando também o tipo de película refletiva aplicável em cada caso.

Em qualquer caso, deverão ser seguidas as recomendações dos fabricantes no que diz respeito aos métodos de montagem, manuseio e estocagem das películas refletivas.

1.1.2.1 Placas de sinalização

Para a abertura das cavas, deverá ser verificado o seu correto posicionamento. Este posicionamento deverá estar de acordo com o projeto, tanto no que se refere ao estaqueamento da rodovia quanto à seção transversal. O "Manual de Sinalização de Trânsito" do CONTRAN estabelece que o afastamento lateral deve ser no mínimo de 1,20 m e no máximo de 3,00 m, medido entre a borda lateral da placa e a borda externa do acostamento ou da pista, quando não existir acostamento. A figura a seguir ilustra as afirmações anteriores.

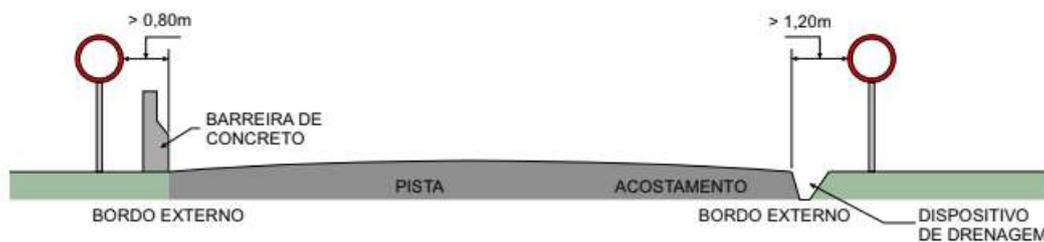
Figura 6 – Posicionamento das placas de sinalização



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

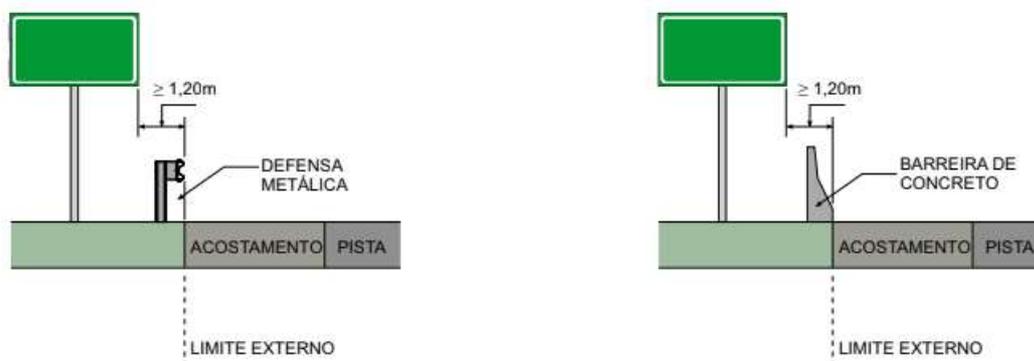
Em vias com dispositivos de proteção contínua (defensas metálicas ou barreiras de concreto), o afastamento lateral deve ser no mínimo de 0,80 m para placas de advertência e de 1,20 m para placas indicativas, a contar do limite externo do dispositivo.

Figura 7 – Afastamento lateral de placas de regulamentação



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022a.

Figura 8 – Afastamento lateral de placas indicativas



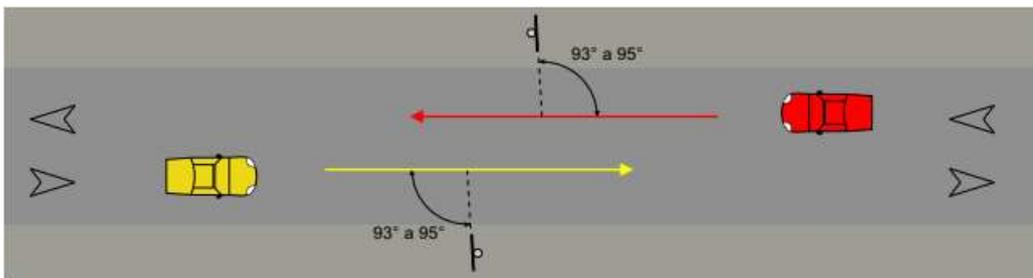
Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

As cavas serão executadas a trado ou similar, com a profundidade indicada pelo projeto.

A montagem das placas nos respectivos suportes será feita com a utilização dos elementos de fixação (suportes, parafusos, arruelas e porcas). Os suportes de fixação devem ser montados de acordo com o projeto para evitar a deformabilidade das placas.

As placas devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via, conforme mostrado na figura a seguir. Esta inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa, como indicado no desenho a seguir:

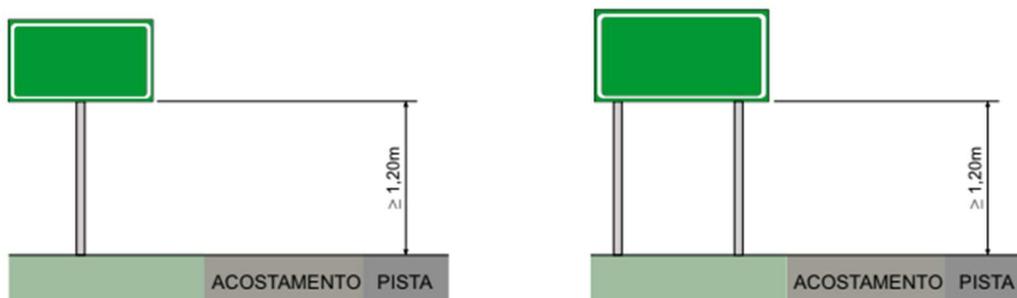
Figura 9 – Rotação da placa de sinalização em relação ao fluxo de tráfego



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022a.

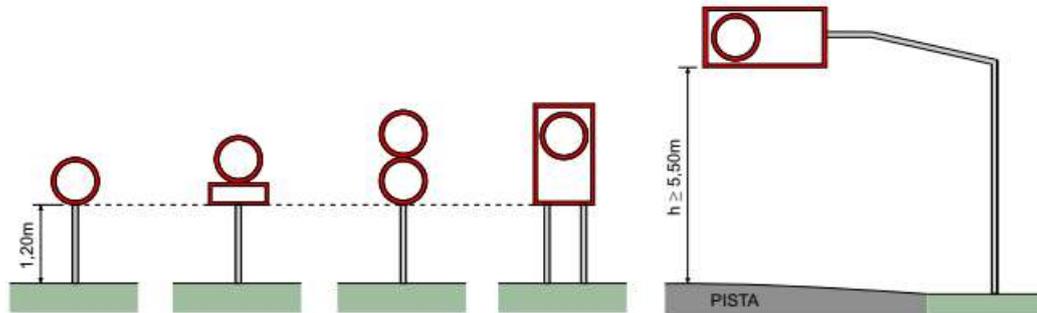
A borda inferior da placa colocada lateralmente à via deve ficar a uma altura livre mínima de 1,20 m em relação à superfície da pista

Figura 10 – Altura livre da placa



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

Figura 11 – Outros exemplos de altura livre das placas



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022a.

Estando corretamente posicionadas, as placas serão fixadas através da concretagem das cavas.

1.1.2.2 Pórticos e semipórticos

Inicialmente, deverão ser executadas as sapatas de fundação que darão sustentação à estrutura do pórtico.

A locação correta das fundações, de acordo com o projeto, é fundamental uma vez que a estrutura metálica tem dimensões fixas. Deverá, portanto, ser feita com aparelhos topográficos apropriados.

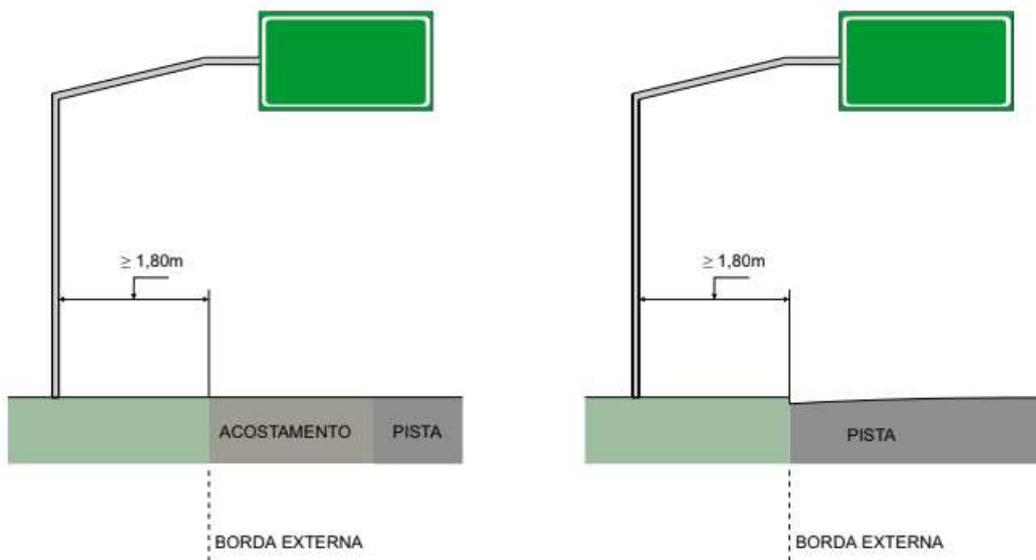
Estando corretamente determinados os locais, a execução das sapatas consistirá na abertura da cava, apiloamento, colocação das formas e chumbadores e concretagem. Antes da concretagem, deve-se estar certo de que o fundo da cava está bem apiloado e os chumbadores estão corretamente posicionados.

Depois de concretadas e curadas as sapatas, procede-se ao posicionamento das colunas as quais serão fixadas à base através dos chumbadores de espera, com auxílio de parafusos e solda, de acordo com o projeto.

As placas de sinalização devem ser montadas nas treliças e o conjunto será içado com auxílio de equipamento apropriado, para então ser fixado às colunas. Esta fixação seguirá os detalhes constantes do projeto.

No caso de placas suspensas, o afastamento lateral deve ser no mínimo de 1,80 m entre o suporte e a borda externa do acostamento ou da pista, quando não existir acostamento.

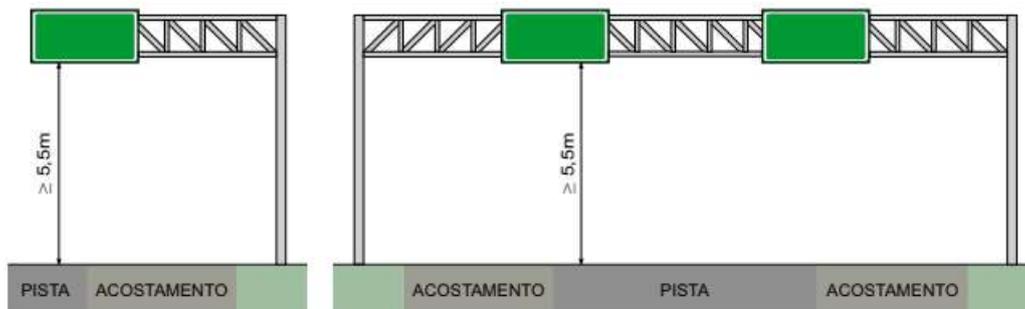
Figura 12 – Afastamento lateral de pórticos e semipórticos



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

Para as placas suspensas sobre a pista, a altura livre mínima deve ser de 5,50 m em relação à superfície da pista, a contar da borda inferior.

Figura 13 – Altura livre de placas em pórticos e semipórticos



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

1.1.3 Aspectos relacionados ao controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços de sinalização vertical os seguintes aspectos devem ser observados:

É fundamental que os elementos que compõem a sinalização vertical (placas, pórticos etc.) estejam corretamente posicionados, de acordo com o projeto. Este posicionamento diz respeito ao estaqueamento, ou quilometragem, da rodovia e à sua seção transversal.

- a) os elementos que compõem a sinalização devem estar perfeitamente visíveis aos motoristas que trafegam na via. Qualquer obstáculo (vegetação, entulhos etc.), que possa prejudicar essa visualização, deve ser retirado;
- b) os sinais e letreiros das placas devem corresponder exatamente àqueles indicados pelo projeto;
- c) a espessura da placa, a qualidade da pintura de fundo e da película empregada devem ser objeto de verificação rigorosa, para evitar a aplicação de produtos de qualidade inferior às prescrições das especificações;
- d) a estabilidade dos elementos (placas, balizadores, pórticos etc.) esteja garantida, através da perfeita fixação;
- e) a colocação dos elementos refletivos tenha sido feita corretamente, de acordo com o projeto, no que se refere à sua localização e às cores utilizadas;
- f) todos os materiais utilizados estejam de acordo com as especificações correspondentes.

1.1.4 Recomendações especiais

Embora a execução dos serviços de sinalização vertical deva ser conduzida com base em projeto pré-estabelecido, recomenda-se que, durante a execução, seja verificada a existência de pontos que possam apresentar algum perigo ao usuário da via e que porventura não tenham sido contemplados com a devida sinalização.

Entre estes pontos pode-se citar: locais sujeitos à neblina, áreas expostas à vento lateral, áreas suscetíveis à desmoroamento, pista escorregadia, áreas de passagem de pedestres etc. Constatada alguma deficiência, deve se providenciar a colocação da placa de advertência correspondente.

- a) Especial atenção deve ser dada quando se procederem pequenas alterações no projeto da rodovia pois, nestes casos, algumas vezes é necessária a adequação do projeto de sinalização;
- b) Os formatos, cores e dimensões das placas de sinalização, assim como os símbolos e legendas, não devem sofrer alterações, pois são normalizados pelo DENATRAN;
- c) Verificar sempre a exatidão das legendas das placas de indicação naquilo que se refere à mensagem propriamente dita, assim como a ortografia desta.

1.2 Sinalização de Identificação Quilométrica

A sinalização quilométrica da rodovia, desde o seu início até ao fim, é extremamente importante e nem sempre merece a atenção devida, não obstante ser uma sinalização que faz parte dos Manuais de Sinalização Rodoviária do DER/PR, do DNIT e do CONTRAN.

Embora esta sinalização faça parte da sinalização rodoviária vertical, considera-se interessante fazer algumas considerações neste Manual, dada a sua importância pelos seguintes aspectos:

- a) ser uma referência para locais de acidentes;
- b) ser referência toponímica da localização de residências ou indústrias;
- c) ser referência para segmentos com deficiência ou defeitos;
- d) ser uma referência para a definição de trabalhos a realizar na rodovia.

As placas de identificação quilométrica indicam ao condutor a sua posição em relação ao início da via ou à divisa de Estados ou Municípios.

Apresentam a forma retangular, com a cor de fundo e orla externa em azul, e as legendas, tarjas e orla interna em branco.

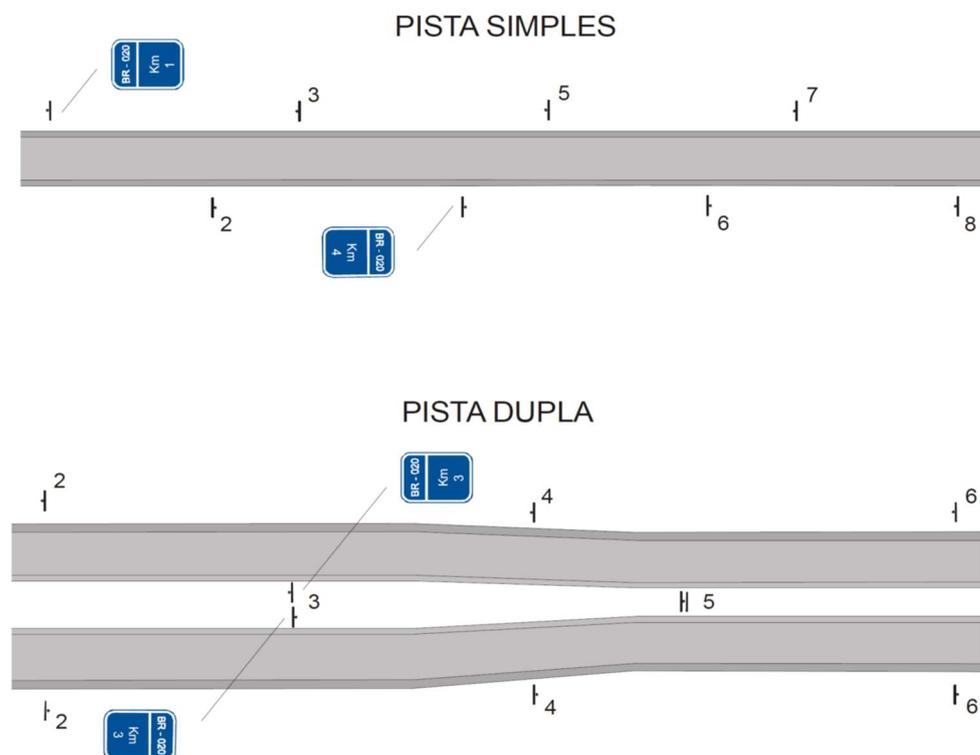
1.2.1 Conceitos básicos

As placas devem conter a abreviação oficial da unidade de medida (km) e o número correspondente à distância, expresso em números inteiros, ou frações decimais, para vias urbanas de trânsito rápido.

A parte superior das placas, separada por tarja, pode conter legenda identificando o sentido do percurso através do ponto cardinal correspondente ou de marco referencial urbano, ou a identificação da via, ou a posição da pista, interna ou externa, em caso de anéis viários.

Em rodovias federais, a placa pode conter como informação adicional, na parte inferior e separada por tarja, a sigla correspondente ao Estado que a rodovia está atravessando.

Figura 14 – Posicionamento dos marcos quilométricos



Fonte: DNIT, 2010.

A regra geral de posicionamento das placas de sinalização de indicação consiste em colocá-las do lado direito da via ou suspensa sobre a pista, exceto quando as características da via interferem na sua visualização ou impedem a sua colocação no local mais indicado, tais como:

- a) calçada estreita ou inexistente;
- b) talude íngreme;
- c) interferências visuais (árvores, painéis, abrigos de ônibus etc.);
- d) vias com duas faixas de rolamento por sentido de circulação, com alta incidência de veículos pesados;
- e) vias com três ou mais faixas de rolamento por sentido de circulação.

As placas devem ser colocadas na posição vertical, fazendo um ângulo de 93° a 95° em relação ao fluxo de tráfego, voltadas para o lado externo da via, conforme mostrado na figura. Esta inclinação tem por objetivo assegurar boa visibilidade e legibilidade das mensagens, evitando o reflexo especular que pode ocorrer com a incidência de luz dos faróis ou de raios solares sobre a placa.

As placas de identificação quilométrica devem ser implantadas com no mínimo 0,50 m e no máximo 1,20 m de altura, a contar da borda inferior da placa à superfície da pista.

A altura máxima pode ser excedida, no caso da existência de dispositivo de contenção que impeça a perfeita visibilidade da placa de identificação quilométrica.

Figura 15 – Altura livre dos marcos quilométricos



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022c.

1.2.2 Aspectos executivos

Em todos os aspectos executivos e de controle para a instalação e posicionamento dos sinais de indicação quilométrica, devem seguir-se os mesmos princípios descritos para a sinalização vertical rodoviária.

1.3 Sinalização Horizontal do Trânsito

A sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas, apostos sobre o pavimento da pista de rolamento.

A sinalização horizontal tem a finalidade de fornecer informações que permitam aos usuários das vias adotarem comportamentos adequados, de modo a aumentar a segurança e fluidez do trânsito, ordenar o fluxo de tráfego, canalizar e orientar os usuários da via. A sinalização horizontal tem a propriedade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via.

Em face do seu forte poder de comunicação, a sinalização deve ser reconhecida e compreendida por todo usuário, independentemente de sua origem ou da frequência com que utiliza a via.

1.3.1 Conceitos básicos

A sinalização horizontal se utiliza de marcas viárias as quais compreendem o conjunto de sinais constituídos de linhas, marcações, símbolos ou legendas, em tipos e cores diversos, apostos ao pavimento da via. Sua função é regulamentar, advertir ou indicar aos usuários da via, quer sejam condutores de veículos ou pedestres, as atitudes a serem tomadas, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação da mesma.

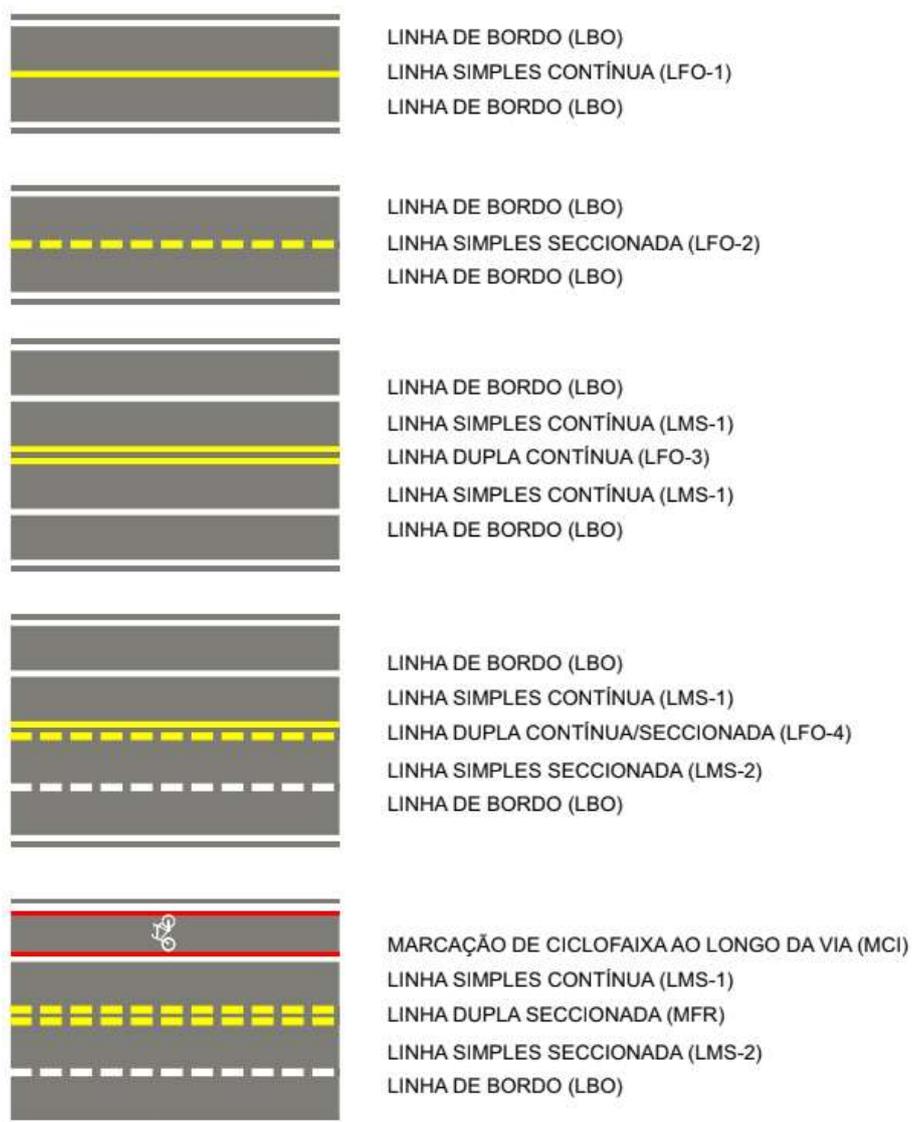
Os principais tipos de marcas viárias utilizados em rodovias são: marcas longitudinais, dispositivos de canalização permanente, marcas transversais e inscrição no pavimento.

1.3.1.1 Marcas longitudinais

São aquelas que ordenam os deslocamentos laterais dos veículos, separando as correntes de tráfego. As marcas longitudinais mais importantes são:

- Linhas de divisão de fluxos de sentidos opostos;
- Linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido;
- Linha de bordo.

Figura 16 – Marcas longitudinais



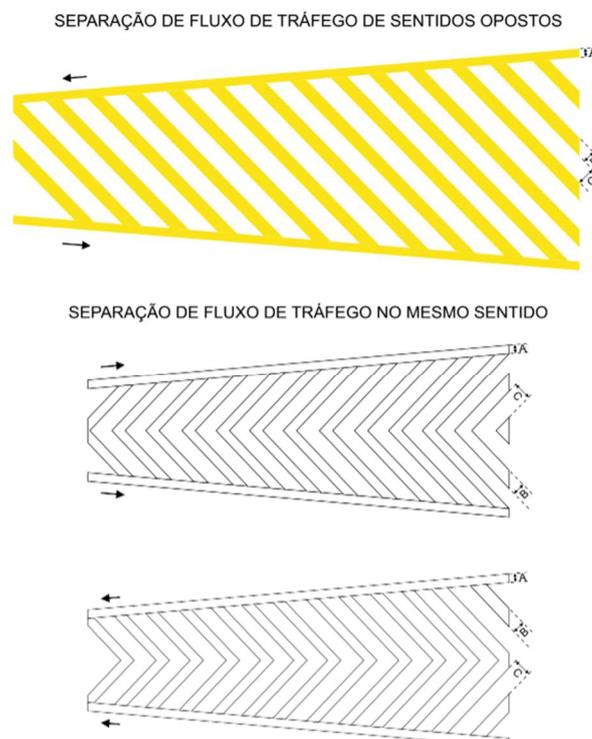
Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022d.

1.3.1.2 Dispositivos de canalização permanente

Compreendem o instrumental disponível para orientar os fluxos de tráfego em uma via, de modo a proporcionar maior segurança na circulação, quando a ela são apostos obstáculos. São utilizados nas interseções e sempre que se queira direcionar a circulação de veículos. São dois os dispositivos básicos: linhas de canalização e zebraados de preenchimento de área neutra.

- as linhas de canalização são as linhas longitudinais que fecham os zebraados de preenchimento da área neutra, como se pode verificar na figura a seguir.
- zebraados de preenchimento da área neutra: área intermediária, entre linhas de canalização, na qual não é recomendada a circulação de veículos.

Figura 17 – Dispositivos de canalização permanente



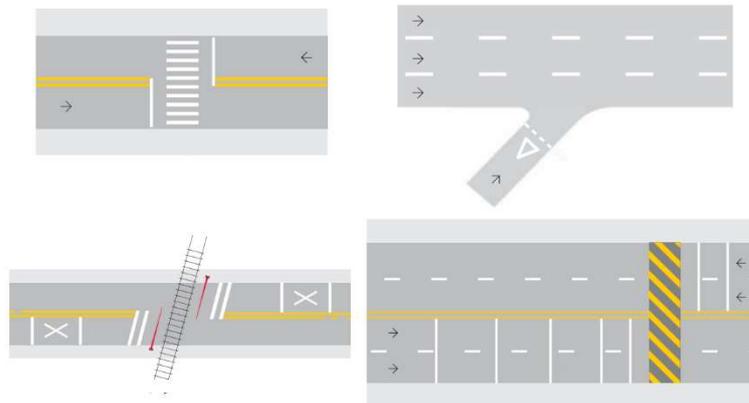
Fonte: CTB, 1997.

- A – Linhas de canalização
- B – Zebraado de preenchimento de área neutra
- C – Espaçamento entre zebraado

1.3.1.3 Marcas transversais

São utilizadas para ordenar os deslocamentos de outros veículos e pedestres.

Figura 18 – Marcas transversais

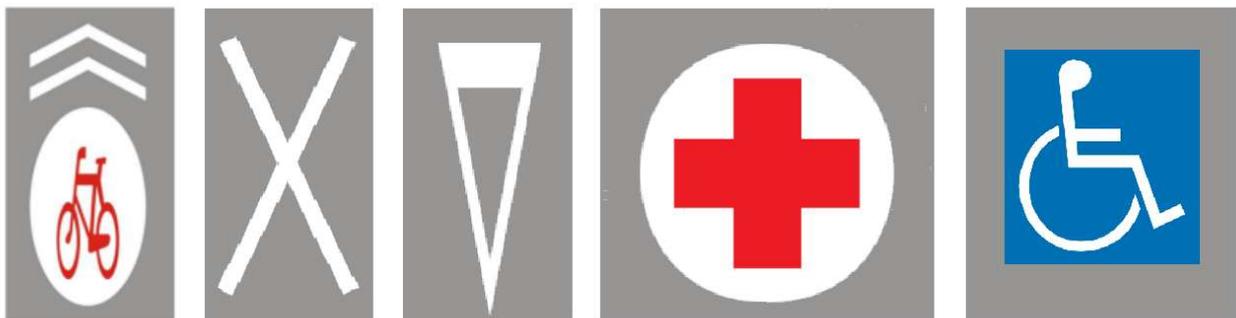


Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022d.

1.3.1.4 Inscrições no pavimento

São recursos da sinalização horizontal utilizados com o objetivo de melhorar a percepção do condutor quanto às condições de operação da via e assim permitir-lhe tomar a decisão adequada, no tempo apropriado, face às situações que se apresentarem. Algumas vezes, têm o caráter de regulamentação ou advertência. São utilizados os seguintes tipos de inscrições: setas, símbolos e legendas.

Figura 19 – Inscrições no pavimento



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022d.

1.3.2 Orientações do Projeto Executivo

O projeto de sinalização horizontal deve ser realizado por técnicos especializados e estar de acordo com as normas estabelecidas no "Manual de Sinalização de Trânsito", do CONTRAN. Alguns aspectos de ordem geral, entretanto, são a seguir apresentados.

A linha de divisão de fluxos de sentidos opostos deverá sempre ser demarcada na cor amarela e poderá ser contínua ou tracejada. A linha contínua está associada à ideia de proibição a qual é reforçada quando a linha for dupla. A linha tracejada, por sua vez está associada à ideia de permissão de movimentos. As larguras, assim como o comprimento dos segmentos e espaçamento entre eles, no caso de linhas tracejadas, são definidas em projeto.

É de fundamental importância que o projeto apresente de forma clara os segmentos nos quais deverão ser demarcadas as linhas de divisão de fluxos de sentidos opostos contínuas, uma vez que estas tem acentuada importância na segurança do tráfego.

As linhas de divisão de fluxos do mesmo sentido deverão ser demarcadas na cor branca e, como no caso anterior, poderão ser tracejadas ou contínuas.

As linhas de bordo são utilizadas para delinear a pista destinada ao tráfego. São utilizadas na separação entre a pista e o acostamento ou na delimitação de faixas de segurança. Normalmente são demarcadas na cor branca e, de preferência, contínuas.

As linhas de canalização geralmente se constituem no prolongamento das linhas usuais de controle de tráfego (linhas de divisão de fluxos ou linhas de bordo), obedecendo a seus padrões de dimensões e cor sendo, porém, predominantemente contínuas.

A utilização de zebrações é feita para garantir que as áreas neutras não sejam utilizadas para circulação. As linhas do zebração deverão ser inclinadas de 45° em relação aos fluxos de tráfego a que estejam dirigidas. A cor destas linhas é coerente com a das linhas de canalização e suas dimensões (largura e espaçamento) serão definidas pelo projeto.

As marcas transversais, que compreendem linhas de retenção, linhas de "dê a preferência" e linhas de estímulo à redução de velocidade serão demarcadas na cor branca, podendo ser contínuas, como nos casos de linhas de retenção e de estímulo à redução de velocidade, ou interrompidas, como no caso de "dê a preferência". As suas dimensões serão definidas em projeto.

As inscrições no pavimento têm tipos, dimensões e cores padronizadas devendo seguir rigorosamente o projeto.

As tachas e tachões devem ser empregadas para a melhoria da visibilidade e onde se deseja imprimir uma resistência, mínima que seja, aos deslocamentos que impliquem sua transposição, proporcionando um relativo desconforto ao fazê-lo. Serão de cor amarela e terão seus elementos refletores nas cores branca ou amarela, coerentemente com a mensagem que a sinalização deseja transmitir.

1.3.3 Aspectos executivos

1.3.3.1 Segurança

Com relação à execução da sinalização, um dos aspectos críticos a levar em conta é o da segurança dos usuários da via e a dos integrantes da equipe encarregada de implantar ou renovar a sinalização.

Assim sendo, todas as medidas cabíveis destinadas a manter um alto padrão de segurança devem ser implementadas. O emprego de placas de advertência, o auxílio da polícia rodoviária no controle do tráfego e o uso de coletes de segurança são considerados indispensáveis.

Importante frisar a necessidade de prévia orientação dos funcionários quanto ao uso adequado, guarda, conservação e higienização dos EPIs, bem como a exigência de seu uso durante as atividades a serem desenvolvidas, bem como toda equipe de aplicação deve

ter no mínimo um profissional que tenha curso de Movimentação Operacional de Produtos Perigosos (MOPP).

1.3.3.2 Pinturas no pavimento

A execução de pinturas sobre o pavimento requer, em primeiro lugar, que a superfície a ser pintada esteja perfeitamente limpa, isenta de partículas de areia ou argila, graxa ou óleo.

A forma de executar a limpeza, bem como os equipamentos a empregar nesta operação, dependerá das condições em que se encontrar a superfície do pavimento, podendo-se definir, então, dois tipos básicos de limpeza: leve e pesada.

Como limpeza leve entende-se aquela executada com equipamentos manuais (vassouras, escovas etc.) com o objetivo de retirar da superfície do pavimento partículas de areia ou argila e, eventualmente, graxa ou óleo facilmente removíveis. A execução de limpeza leve deverá sempre preceder à pintura e os serviços que a compõem fazem parte dos serviços de pintura, não cabendo medição e pagamento em separado.

Para alguns casos, entretanto, haverá necessidade de execução de limpeza pesada com a utilização de outros equipamentos como vassouras mecânicas, caminhões-pipa, compressores de ar etc. Recomenda-se que, antes do início dos serviços de sinalização horizontal, a Fiscalização percorra todo o trecho a ser sinalizado definindo os locais que eventualmente requeiram este tipo de limpeza e tomando as providências para que tal serviço seja realizado com a necessária antecedência.

Outro fator que se deve levar em conta, para o início dos trabalhos, refere-se às condições meteorológicas. A pintura não poderá ser executada em dias chuvosos, a temperatura ambiente deverá estar entre 10°C e 40°C, a temperatura do revestimento asfáltico não deverá ser superior a 60°C e a umidade do ar deverá ser inferior a 80%.

A pintura de marcas longitudinais deverá ser realizada por máquina demarcadora de pavimento, automotriz, dotada de pistola e misturador automático no tanque.

Deverá ser providenciada antes do início dos trabalhos de sinalização horizontal, a locação topográfica do eixo da rodovia e, conforme o caso, das demais linhas a serem demarcadas. Esta locação deverá ser materializada no pavimento de forma a permitir o correto posicionamento das faixas de sinalização.

Para permitir a operação da máquina demarcadora, serão marcados, com tinta a cada metro, pontos com aproximadamente 3,0 cm de diâmetro, de forma que o operador possa segui-los sem dificuldade.

A largura e espessura das linhas, requeridas pelo projeto, serão obtidas através da regulagem da pressão e altura da pistola, assim como da velocidade da máquina demarcadora.

A demarcação das linhas deverá seguir estritamente o projeto no que se refere ao posicionamento das linhas tracejadas, contínuas simples e contínuas duplas. Quanto às tracejadas, observar também os espaçamentos indicados pelo projeto para cada segmento. Outro fator importante a considerar é a cor da tinta aplicada a qual também deverá estar de acordo com o projeto.

Para demarcações localizadas de setas, legendas, símbolos, zebrações etc., é necessária a utilização de gabaritos. Estes serão devidamente posicionados e a pintura só terá início após a verificação da correção de posicionamento dos mesmos, de acordo com o projeto. Nestes casos a aplicação da tinta poderá ser feita com pistola manual.

O tráfego sobre as áreas demarcadas só poderá ser liberado após a perfeita secagem das mesmas.

1.3.4 Aspectos relacionados ao controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços de sinalização horizontal os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) é fundamental que a execução da sinalização horizontal seja feita de acordo com as orientações do projeto, principalmente no que se refere ao posicionamento correto das diversas marcações por ele indicadas;
- b) a qualidade e a quantidade da tinta e das esferas de vidro empregadas deve ser objeto de verificação rigorosa, para evitar a aplicação de produtos de qualidade inferior ou em quantidades abaixo das prescritas nas especificações;
- c) a tinta, após a secagem, deve apresentar plasticidade de forma que não surjam fissuras ou descascamentos;
- d) as marcas longitudinais devem ter alinhamentos contínuos, paralelos ao eixo da via;
- e) as cores empregadas nas diversas demarcações estejam de acordo com o projeto;
- f) os espaçamentos, previstos no projeto, sejam respeitados principalmente nos casos de linhas tracejadas;
- g) a posição e o tipo de setas, símbolos e letreiros empregados estejam corretos;
- h) todos os materiais empregados atendam às especificações correspondentes.

1.3.5 Recomendações especiais

- a) Cuidados especiais devem ser tomados nos casos em que, durante a construção, tenham sido feitas pequenas modificações em planta ou perfil da via. Nestes casos haverá necessidade de compatibilização da sinalização.
- b) Muitas vezes, durante a construção, são feitas mudanças no estaqueamento do projeto. Nestes casos, antes da demarcação da sinalização horizontal, deverão ser procedidas as devidas adequações.
- c) Os formatos dos símbolos, setas, legendas etc., assim como as cores utilizadas nas diversas demarcações são normatizados e não devem sofrer alterações.
- d) Como são fundamentais para a segurança, as linhas de proibição de ultrapassagem devem estar corretamente posicionadas, de acordo com o projeto. Em caso de dúvidas, deve-se consultar técnicos especializados para reexame da questão.

2 DISPOSITIVOS AUXILIARES DE SEGURANÇA VÁRIA

Os Dispositivos Auxiliares, previstos no item 3 do Anexo II do CTB, são elementos cuja função é proporcionar maior segurança ao usuário da via, alertando-o sobre situações de perigo, obras, serviços e eventos que possam comprometer a segurança viária.

A implantação desses dispositivos deve ser alvo de estudos de engenharia de tráfego, de modo a se estabelecer a forma e o local em que as características desses dispositivos tenham seu aproveitamento otimizado.

2.1 Aspectos Conceituais

Dispositivos auxiliares são elementos aplicados na via ou em obstáculos próximos a ela, de forma a tornar mais eficiente e segura a operação do trânsito.

São constituídos de materiais, formas e cores diversas, dotados ou não de retrorefletividade, com as funções de:

- a) incrementar a visibilidade da sinalização, do alinhamento da via e dos obstáculos à circulação;
- b) reduzir a velocidade do trânsito;
- c) reduzir os acidentes e minimizar sua severidade;
- d) alertar os condutores quanto a situações de perigo potencial, em caráter permanente ou temporário;
- e) fornecer proteção aos usuários da via e da ocupação lindeira;
- f) controlar o acesso de veículos em determinadas vias, áreas e passagens de nível.

Os dispositivos auxiliares são agrupados em nove conjuntos distintos, de acordo com a sua função:

a) **Dispositivos Delimitadores:**

- a.1) balizador;
- a.2) balizador de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa;
- a.3) tacha;
- a.4) tachão;
- a.5) cilindro delimitador; e
- a.6) dispositivo de vidro refletido incrustado.

b) **Dispositivos de Canalização;**

c) **Dispositivos de Sinalização de Alerta:**

- c.1) marcador de obstáculo;
- c.2) marcador de perigo; e
- c.3) marcador de alinhamento.

d) **Alterações nas Características do Pavimento:**

- d.1) ondulação transversal;
- d.2) faixa elevada para travessia de pedestres;
- d.3) sonorizador;
- d.4) pavimento colorido;
- d.5) revestimento rugoso;
- d.6) pavimento microfresado;
- d.7) revestimento com sonorizador longitudinal.

e) **Dispositivos de Contenção Veicular:**

- e.1) dispositivos de contenção longitudinal: defensas metálicas e barreiras de concreto;
- e.2) dispositivos de contenção pontual: dispositivos amortecedores de impacto e terminais de dispositivos de contenção longitudinal.

- f) **Barreiras Antiofuscamento e Acústica;**
- g) **Dispositivos de Proteção para Pedestres e/ou Ciclistas:**
 - g.1) dispositivo de retenção e canalização;
 - g.2) dispositivo de contenção e bloqueio;
 - g.3) dispositivo de bloqueio de veículos em calçada ou via exclusiva para pedestres.
- h) **Dispositivos Luminosos:**
 - h.1) painel de mensagens variáveis eletrônico fixo;
 - h.2) painel de mensagens variáveis eletrônico móvel;
 - h.3) seta luminosa.
- i) **Dispositivos de Uso Temporário:**
 - i.1) cone;
 - i.2) cilindro canalizador de tráfego;
 - i.3) balizador móvel;
 - i.4) canalizador móvel;
 - i.5) barreira plástica;
 - i.6) barreira:
 - *Barreira Móvel;*
 - *Barreira Fixa.*
 - i.7) tapume
 - i.8) tela plástica
 - i.9) gradil portátil para serviços
 - i.10) gradil portátil para pedestres e ciclistas
 - i.11) elemento luminoso complementar

- i.12) fita zebrada
- i.13) bandeira sinalizadora
- i.14) faixa

j) **Dispositivos de Controle de Acesso:**

- j.1) cancela
- j.2) bloqueador retrátil

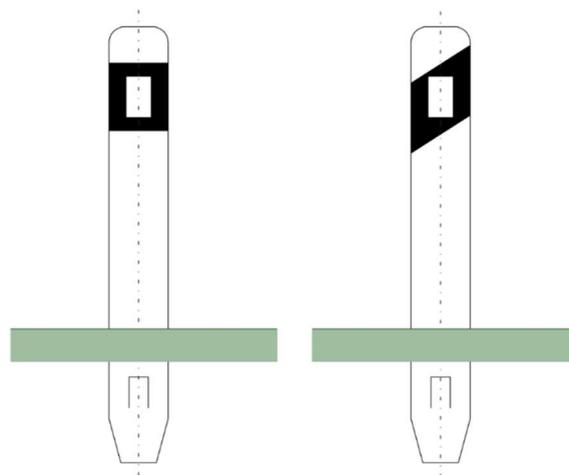
2.2 Dispositivos Delimitadores e de Canalização

2.2.1 Balizadores

2.2.1.1 Conceitos básicos

São dispositivos que, devido a sua capacidade de refletir a luz dos faróis, proporcionada por películas refletivas, colocados fora da superfície pavimentada (inclusive acostamento), propiciam ao condutor melhor percepção das mudanças no alinhamento horizontal da via e, mais remotamente, no seu greide.

Figura 20 – Balizadores



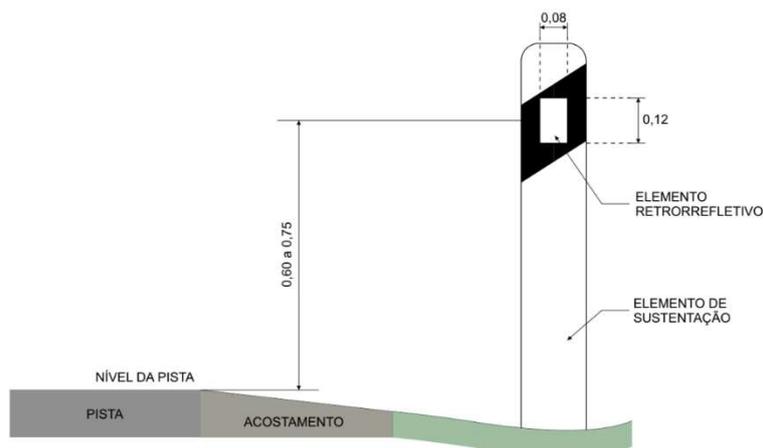
Fonte: CONTRAN, 2022f.

Os balizadores geralmente são utilizados em segmentos restritos da rodovia onde existam mudanças de alinhamento horizontal (curvas, entroncamentos, transição de largura etc.), assim como nas proximidades de obstáculos e obras de arte. Podem também ser utilizados em trechos em tangente em algumas curvas verticais, em ilhas de canalização e em locais sujeitos à neblina.

2.2.1.2 Orientações do projeto executivo

O balizador deve ser implantado de forma que o centro do elemento retrorrefletivo fique entre 0,60m e 0,75m da superfície da pista.

Figura 21 – Posicionamento dos balizadores



Fonte: CONTRAN, 2022f.

O afastamento lateral deve ser no mínimo de 1,0 m do acostamento, ou 1,80 m da pista.

O espaçamento (d) entre balizadores deve obedecer aos seguintes critérios:

- trecho em tangente: $d = 60,0\text{m}$;
- Trecho em curva horizontal: conforme Tabela 1, a seguir, ou obtido pela fórmula:

$$d = 1,5\sqrt{R}.$$

Tabela 1 – Espaçamento entre balizadores

Raio da Curva – R (m)	Espaçamento – d (m)
$R \leq 50$	10
$50 < R \leq 150$	15
$150 < R \leq 230$	20
$230 < R \leq 400$	30
$400 < R \leq 600$	40
$600 < R \leq 800$	50
$R > 800$	60

Em trecho de via sujeito a neblina ou condições atmosféricas adversas, a distância entre balizadores pode ser reduzida de acordo com estudos de engenharia de tráfego.

A disposição recomendada é válida para ambos os sentidos de percurso.

2.2.1.3 Aspectos executivos

A primeira etapa, relativa à implantação de balizadores, diz respeito à limpeza do terreno e execução de cavas.

Caso seja necessário, o terreno no local deverá ser limpo, retirando-se a vegetação e/ou entulhos que possam prejudicar a visualização dos balizadores pelos motoristas.

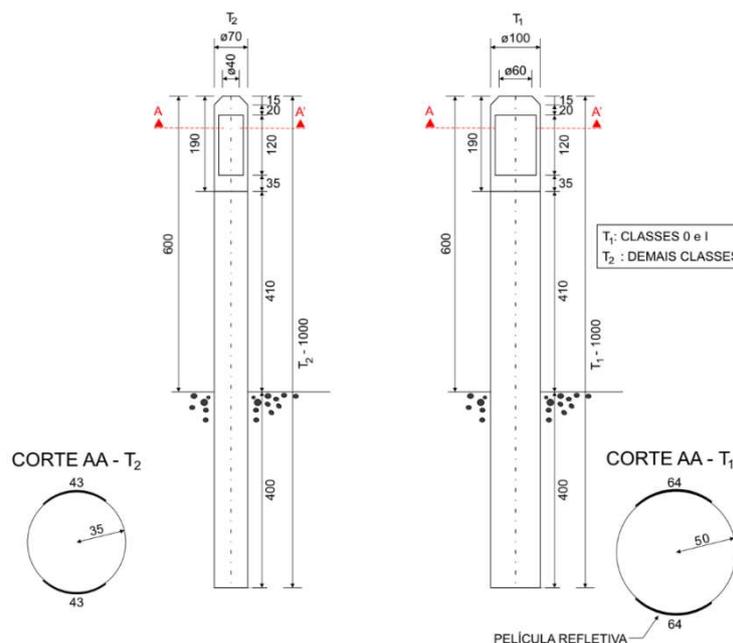
As cavas serão abertas à trado nas profundidades e nos locais indicados pelo projeto. Recomenda-se, entretanto, que a distância entre o balizador e o bordo do acostamento seja de 0,60 m. O espaçamento entre balizadores é função do raio da curva e será definido em projeto, respeitando-se os valores máximos e mínimo de, respectivamente, 60,0 m e 10,0 m.

Tratando-se de balizadores pré-fabricados, de concreto, a etapa seguinte consta da colocação dos elementos pré-fabricados nas cavas e o seu nivelamento de forma a garantir a posição vertical. Se forem constituídos por tubos de PVC, estes serão posicionados nas

cavas, nivelados e terão o seu interior preenchido com concreto. A fixação definitiva dos balizadores ao solo será feita através da concretagem das cavas.

Os elementos refletores devem ser colocados de maneira que seu limite inferior não fique abaixo de 0,50 m, nem seu centro acima de 0,60 m, em relação à cota do bordo mais próxima da pista. A colocação correta da película refletora pode ser vista na figura a seguir. As dimensões estão também representadas. Observar que dois tamanhos de balizador estão presentes, o primeiro T1 com diâmetro de 100 mm aplicável em rodovias de classes 0 e 1, e o segundo, T2, de diâmetro igual a 70 mm, utilizável nas demais classes de rodovias.

Figura 22 – Balizadores T1 e T2



Fonte: DER/PR, 1996.

2.2.2 Balizadores de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa

2.2.2.1 Conceitos básicos

São dispositivos que, devido a sua capacidade de refletir a luz dos faróis, proporcionada por películas refletivas, propiciam ao condutor melhor percepção dos limites de obra de arte ou dispositivo de contenção.

É aplicado sobre a mureta ou guarda corpo de ponte, viaduto, túnel, barreira e defesa.

Figura 23 – Balizadores em barreira



Fonte: Via Civil, 2022.

Figura 24 – Balizadores em defensas



Fonte: Seta Sinalização, 2022.

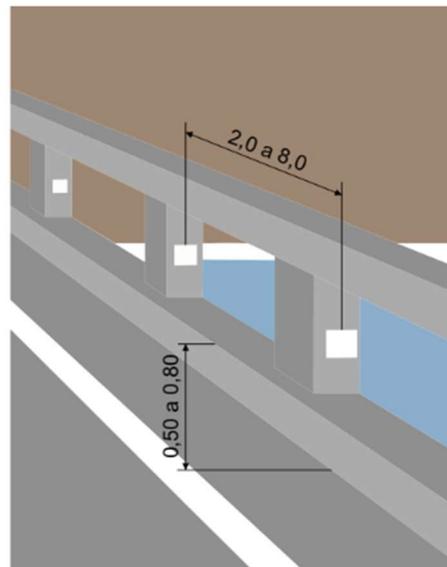
2.2.2.2 Orientações do projeto executivo

Deve ser colocado frontalmente ao fluxo, ao longo do guarda-corpo ou da mureta de proteção de pontes e viadutos, ou em outras estruturas e dispositivos de contenção, em toda a sua extensão.

2.2.2.2.1 Posicionamento Vertical

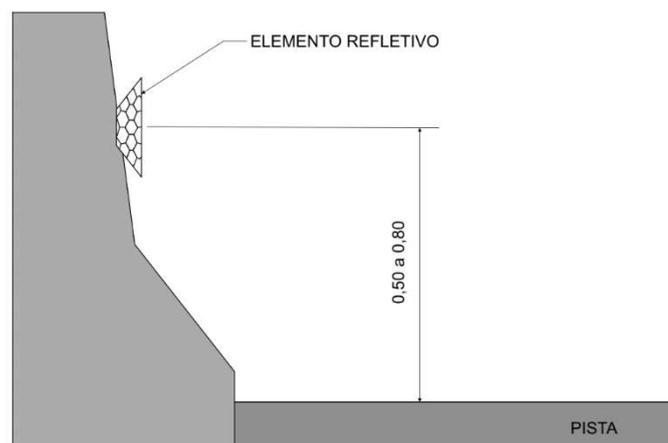
A face do elemento retrorrefletivo deve ser colocada de forma que o seu centro fique entre 0,50 m e 0,80 m acima do nível da pista.

Figura 25 – Posicionamento do balizador em ponte



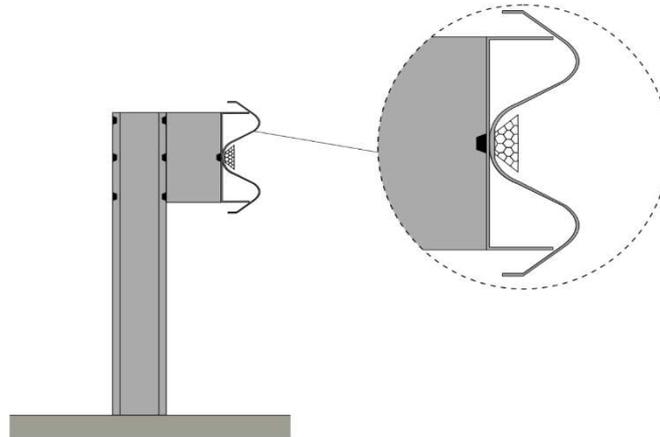
Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

Figura 26 – Posicionamento do balizador em barreiras



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Figura 27 – Posicionamento do balizador em defensas



Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.2.2.2.2 Espaçamento longitudinal

- a) **Na estrutura de obras de arte, pontes e viadutos:** o espaçamento (d) entre balizadores em obras de arte pode ser entre 2,0m e 8,0m, observadas as características específicas do local;
- b) **Em defensas, barreiras e túnel:** o espaçamento (d) entre balizadores deve obedecer aos seguintes critérios:
 - trecho em tangente: $d = 16,0\text{m}$;
 - trecho em curva horizontal: conforme Tabela 2

Tabela 2 – Espaçamento longitudinal

Raio da Curva (R)	Ângulo Central (α)	Espaçamento d (m)
$R \leq 60 \text{ m}$ $60 \text{ m} < R \leq 120 \text{ m}$	$\alpha > 30^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	4
$60 \text{ m} \leq R < 120 \text{ m}$ $120 \text{ m} \leq R < 120 \text{ m}$	$30^\circ \leq R < 45^\circ$ $\alpha \geq 45^\circ$	8
$R > 450 \text{ m}$	-	16

Em trecho de via sujeito a neblina, condições atmosféricas adversas ou em casos particulares, atendido o mínimo, a distância entre balizadores pode ser reduzida de acordo com estudos de engenharia de tráfego.

2.2.3 Tachas e tachões

2.2.3.1 Conceitos básicos

São elementos constituídos de superfícies refletoras, aplicadas a suportes de pequenas dimensões, principalmente quanto à altura, de forma circular ou retangular, fixadas no pavimento por meio de pinos. Além dos tipos preconizados nas especificações do DER/PR outros poderão ser empregados, desde que comprovada tecnicamente, a qualidade e eficiência dos mesmos.

A tacha proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado a circulação, realçando a marca longitudinal e/ou marca de canalização e reforçando a visibilidade da sinalização horizontal em condições climáticas adversas, de forma a auxiliar o posicionamento do veículo na faixa de trânsito.

O tachão delimita ao condutor a utilização do espaço destinado a circulação, inibindo a transposição de faixa de trânsito ou a invasão de marca de canalização, devendo sempre estar associado a uma marca viária.

As tachas e tachões devem ser empregadas para a melhoria da visibilidade e onde se deseja imprimir uma resistência, mínima que seja, aos deslocamentos que impliquem sua transposição, proporcionando um relativo desconforto ao fazê-lo. Serão de cor amarela e terão seus elementos refletoras nas cores branca ou amarela, coerentemente com a mensagem que a sinalização deseja transmitir.

2.2.3.2 Orientações do projeto executivo

A tacha deve ser colocada junto a sinalização horizontal que vai realçar com o elemento

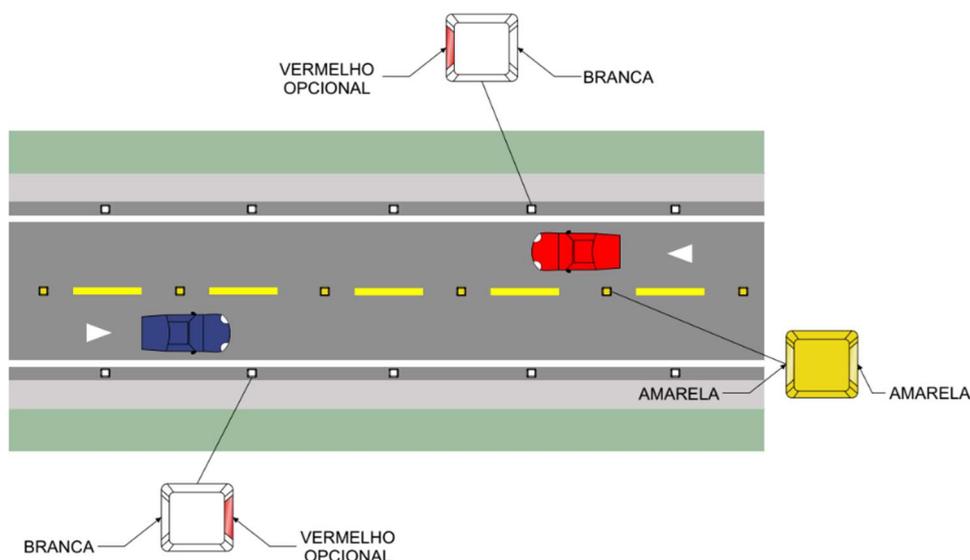
retrorefletivo perpendicular ao fluxo e voltada para o sentido de circulação dos veículos, devendo ser monodirecional ou bidirecional, de acordo com o sentido de circulação da pista. As tachas e os tachões deverão seguir a orientação do projeto de engenharia e, preferencialmente, não serem colocadas sobre a pintura das faixas, de forma a não serem inutilizadas quando do realce da pintura horizontal.

Figura 28 – Posicionamento de tachas e tachões



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Figura 29 – Tachas posicionadas de acordo com o fluxo



Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.2.3.3 Aspectos executivos

As tachas e tachões podem ser fixadas no pavimento através de pinos (metálico tipo parafuso cabeça francesa ou fundido no mesmo material do corpo) e cola ou somente com cola.

Para a colocação de tachas e tachões, haverá, em primeiro lugar, a necessidade de execução de furos no pavimento para encaixe dos pinos existentes na parte inferior dos dispositivos.

Nesta fase, deverão ser tomadas precauções quanto ao posicionamento. Os locais de aplicação e os espaçamentos deverão estar de acordo com o projeto. De maneira geral, deve-se evitar a colocação de tachas e tachões sobre as linhas pintadas, optando-se por colocá-los entre as linhas, quando duplas, nos espaços entre os segmentos, quando tracejadas, ou deslocados para o lado mais conveniente, quando singelas e contínuas.

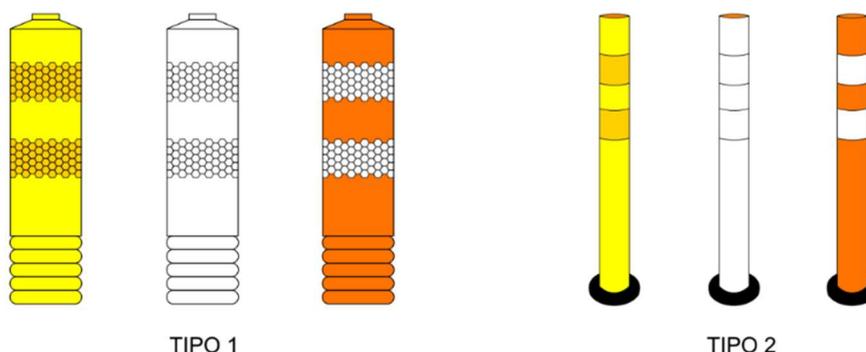
A fixação propriamente dita dos elementos se faz através do encaixe dos pinos aos furos previamente executados e colagem da superfície inferior das tachas e tachões ao pavimento, através da utilização de cola à base de resina de poliéster. Deve-se levar em consideração, nesta fase, as indicações do projeto quanto às cores dos elementos refletores a utilizar em cada caso e o posicionamento das mesmas com relação ao tráfego.

2.2.4 Cilindro delimitador

2.2.4.1 Conceitos básicos

São dispositivos que, devido a sua capacidade de refletir a luz dos faróis, proporcionada por películas refletivas, proporciona ao condutor melhor percepção do espaço destinado a circulação, inibindo a transposição de marcas viárias ou melhorando a visibilidade de obstáculos na via.

Figura 30 – Cilindros delimitadores



Fonte: CONTRAN, 2022f.

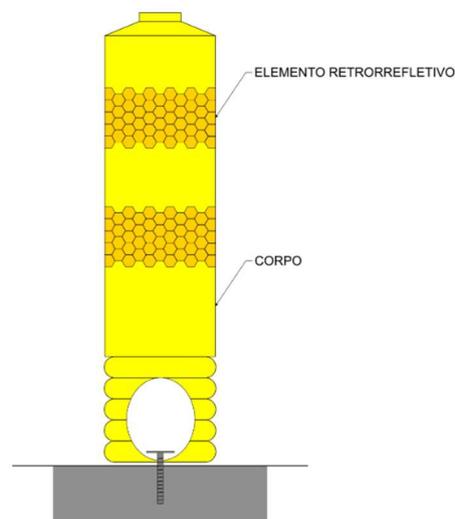
2.2.4.2 Orientações do projeto executivo

Pode ser utilizado quando se deseja inibir a circulação de veículos sobre marcas viárias, evitando o seu desrespeito, ou quando a geometria da via dificulta a visualização dessas marcas. Pode ser utilizado também para melhorar a visibilidade de obstáculos na via, tais como ilhas, canteiros ou refúgios, dentre outros.

2.2.4.3 Aspectos executivos

O peso estimado é de 1,40 kg (+/- 100 g) e na parte interna do balizador deverá ser introduzido durante o processo de fabricação um dispositivo metálico estampado com cantos arredondados com diâmetro de 160 mm e pino com rosca M-12, que deverá fazer a ancoragem do Balizador ao solo através do chumbador com rosca fêmea de 12 mm. A figura a seguir ilustra o dispositivo caracterizado.

Figura 31 – Ancoragem do cilindro delimitador



Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.2.5 Dispositivo de vidro refletido incrustado

2.2.5.1 Conceitos básicos

Dispositivo retrorrefletivo de vidro temperado incrustado no pavimento que proporciona ao

condutor percepção do espaço destinado a circulação, realçando a marca longitudinal em condições climáticas adversas, em trechos de curva acentuada, com geometrias desfavoráveis, com baixa velocidade e/ou elevado volume de veículos pesados.

2.2.5.2. Orientações do projeto executivo

Pode ser utilizado em situações em que as tachas não se mostrem adequadas, quando se deseja melhorar a percepção do condutor quanto aos limites destinados ao rolamento, em vias de baixa velocidade (até 60 km/h), nas seguintes situações:

- a) em trechos de curvas acentuadas;
- b) com condições climáticas adversas (tais como chuva ou neblina); ou
- c) tráfego elevado de veículos pesados, em que ocorre frequentemente passagem dos veículos sobre os dispositivos.

Somente podem ser utilizados em reforço às linhas de divisão de fluxos opostos ou de mesmo sentido.

Não deve ser utilizado transversalmente ao fluxo de veículos e em acostamento.

2.2.5.3 Aspectos executivos

O dispositivo pode ser colocado junto as marcas longitudinais de divisão de fluxos, seguindo as disposições contidas na alínea 2.2.3.3.

2.3 Dispositivos de Sinalização de Alerta

2.3.1 Marcador de obstáculo

2.3.1.1 Conceitos básicos

São dispositivos utilizados para melhorar a percepção do condutor quanto aos obstáculos

e situações geradoras de perigo potencial a sua circulação, que estejam na via ou adjacentes a ela, ou quanto a mudanças bruscas no alinhamento horizontal da via.

Figura 32 – Marcadores de Obstáculo

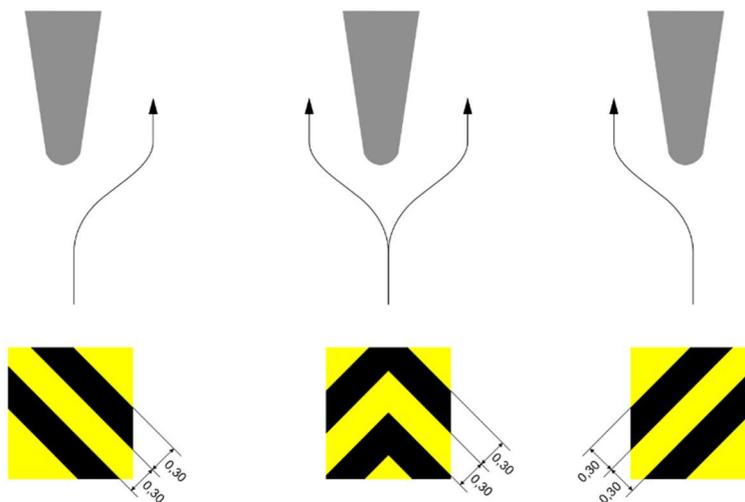


Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.3.1.2 Orientações do projeto executivo

É composto de faixas de cores alternadas, apostas no próprio obstáculo. No caso de obstáculo lateral ou bifurcação, as faixas devem possuir inclinação de 45°, indicando o lado do obstáculo por onde o veículo deve passar. Em obstáculo aéreo, a inclinação deve ser de 90°. A figura a seguir apresenta um exemplo de aplicação.

Figura 33 – Orientação dos marcadores de obstáculos



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Figura 34 – Orientação dos marcadores de obstáculo vertical



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Figura 35 – Exemplo de uso de marcadores de obstáculos



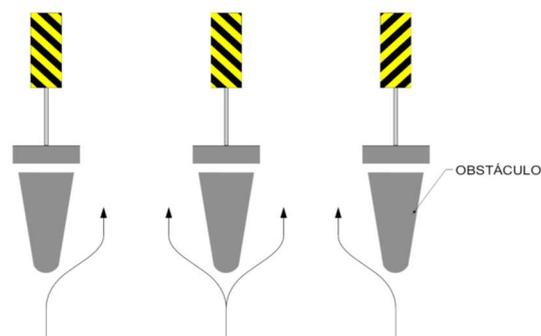
Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.3.2 Marcador de perigo

2.3.2.1 Conceitos básicos

O marcador de perigo alerta o condutor quanto a presença de situações potencialmente perigosas na pista ou próximo a ela, tais como vértice de bifurcação, ilha, refúgio para pedestres, pilar de viaduto e cabeceira de ponte estreita, entre outras.

Figura 36 – Marcadores de perigo

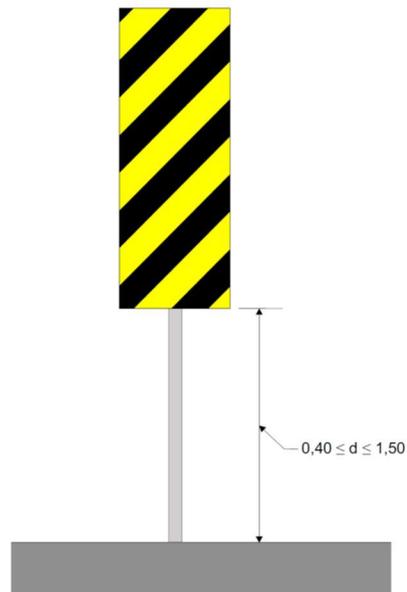


Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.3.2.2 Orientações do projeto executivo

O marcador de perigo deve ser afixado em suporte de forma que o limite inferior fique no mínimo a 0,40m e no máximo a 1,50m em relação a superfície da pista.

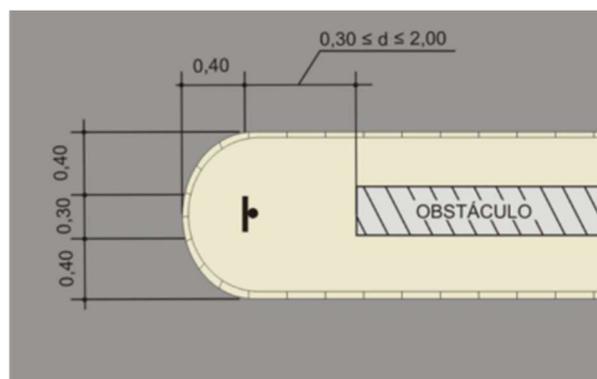
Figura 37 – Altura do marcador de perigo



Fonte: CONTRAN, 2022f.

O marcador de perigo deve ser colocado imediatamente a frente dos obstáculos, tais como início de ilha, refúgio, canteiro central ou bifurcação, a distância de no mínimo 0,30 m e no máximo de 2,00 m para via urbana e de no máximo 5,0 m para via rural, garantindo-se um afastamento lateral mínimo de 0,40 m.

Figura 38 – Exemplo de posicionamento de marcador de perigo



Fonte: CONTRAN, 2022f.

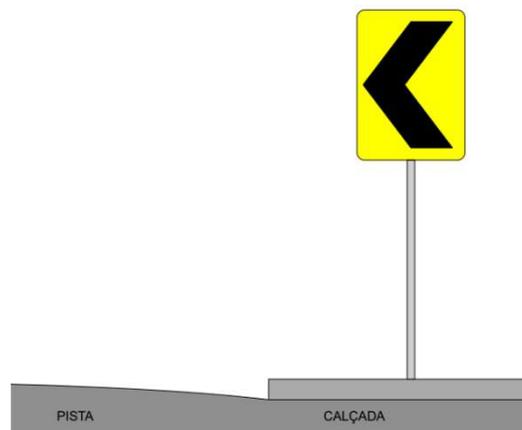
2.3.3 Marcador de alinhamento

2.3.3.1 Conceitos básicos

O marcador de alinhamento alerta o condutor do veículo sobre alteração no alinhamento horizontal da via.

É constituído de placa afixada em suporte com uma ponta de seta inscrita, indicando a direção da mudança do alinhamento da pista naquele trecho de via.

Figura 39 – Marcador de alinhamento



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

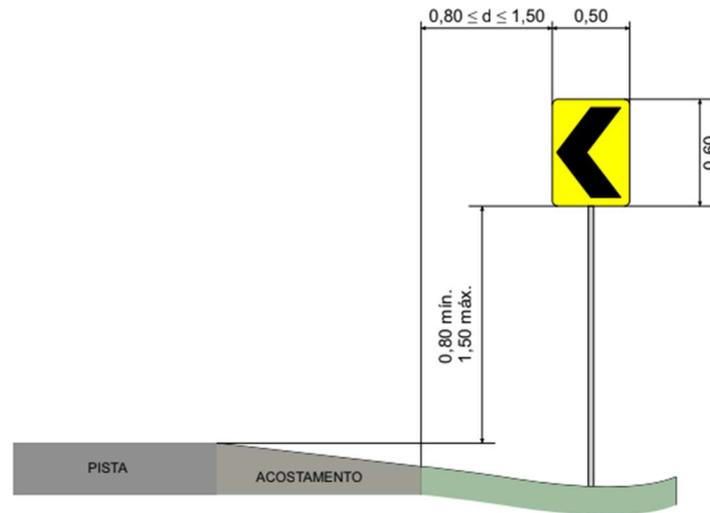
2.3.3.2 Orientações do projeto executivo

Pode ser utilizado para alertar quanto a existência de alteração no alinhamento horizontal da via, tal como trecho em curva e estreitamento de pista, entre outros.

O dispositivo de sinalização deve ser implantado em série ao longo de todo o trecho onde ocorre a mudança no alinhamento do lado externo da curva e com a ponta da seta voltada para o lado interno da curva ou da pista.

A borda inferior do dispositivo deve estar a uma altura mínima de 0,80m e máxima de 1,50m da superfície da pista.

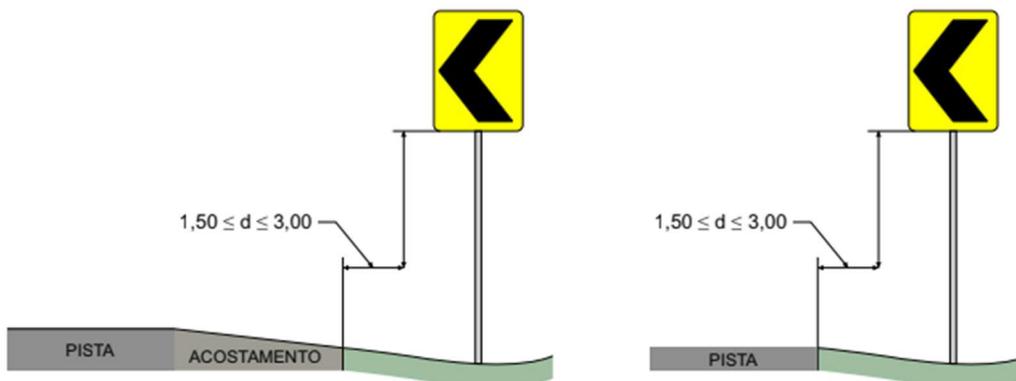
Figura 40 – Altura do marcador de alinhamento



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

O afastamento lateral (d) deve obedecer aos seguintes critérios:

Figura 41 – Posicionamento do marcador de alinhamento



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

No caso de defensas, barreiras de concreto e outros dispositivos, deve ser mantido um afastamento lateral máximo de 0,80m.

Pode ser adotado afastamento lateral diferente do acima estabelecido em função das características do local e da existência de outros dispositivos.

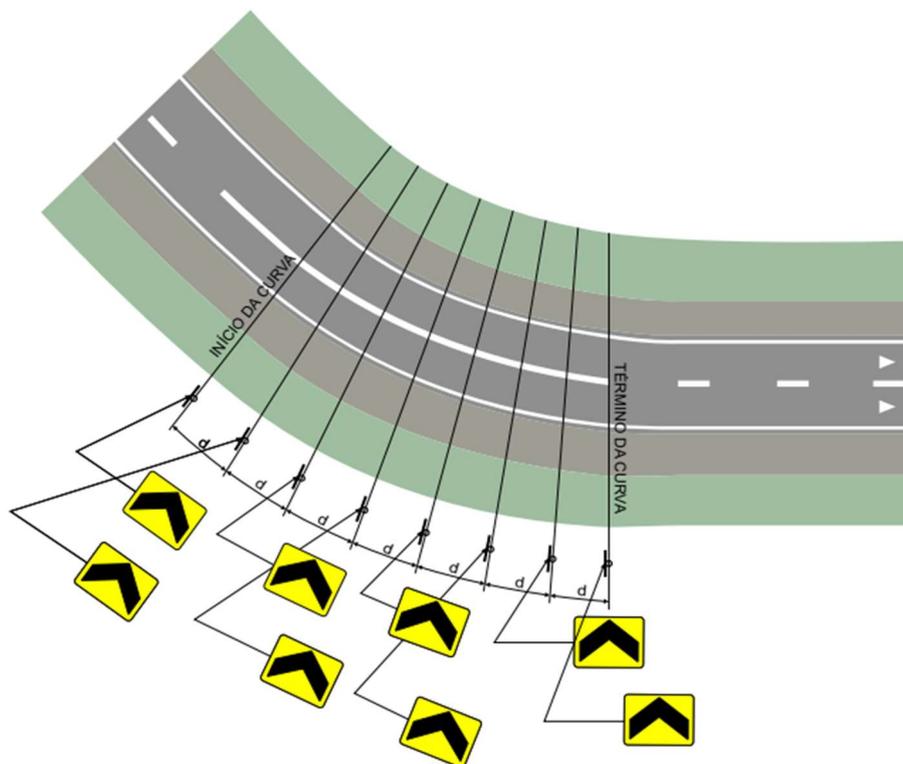
O espaçamento entre os marcadores de alinhamento deve estar de acordo com a Tabela 3 e com os ajustes necessários para que o início e o fim da curva recebam marcadores.

Figura 42 – Marcadores de alinhamento em defensas e barreiras



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

Figura 43 – Implantação dos marcadores de alinhamento



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

Tabela 3 – Implantação dos marcadores de alinhamento

Raio Externo – R(m)	Espaçamento – d (m)
$R \leq 50$	5
$50 < R \leq 150$	8
$150 < R \leq 230$	10
$230 < R \leq 400$	15
$400 < R \leq 600$	20
$600 < R \leq 800$	25
$R > 800$	30

2.4 Alterações nas Características do Pavimento

2.4.1 Ondulação transversal

As ondulações transversais (lombadas), por se tratar de equipamentos específicos para redução de velocidade em áreas urbanas/urbanizadas, são tratadas no Capítulo 4 Serviços Rodoviários em Travessias Urbanas.

2.4.2 Faixa elevada para travessia de pedestres

As faixas elevadas para travessia de pedestres, por se tratar de equipamentos específicos para redução de velocidade em áreas urbanas/urbanizadas, são tratadas no Capítulo 4 Serviços Rodoviários em Travessias Urbanas.

2.4.3 Sonorizador

Sonorizadores são dispositivos de controle de tráfego, constituídos de pavimento de superfície irregular, cuja função é a de induzir a redução de velocidade dos veículos e alertar, através de efeito sonoro-vibratório, sobre a existência de algum obstáculo à frente.

Sua instalação deve seguir as orientações contidas na Especificação DER/PR ES-SV 16/23 – Ondulações Transversais e Sonorizadores.

Os sonorizadores só podem ser instalados em vias urbanas, sem edificações lindeiras, sem curva horizontal e não pode ser instalado no Ponto de Interseção Vertical (PIV).

Para obtenção desse efeito sonoro-vibratório, o "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR prevê a execução de "bandas rugosas", que se constituem em ondulações transversais de pequenas dimensões apostas ao pavimento (outro recurso seria a execução de "pavimento corrugado" - extensões limitadas da superfície de rolamento com ondulações transversais, tipo corrugado, em concreto de cimento Portland).

Figura 44 – Exemplo de sonorizador



Fonte: CNT, 2021.

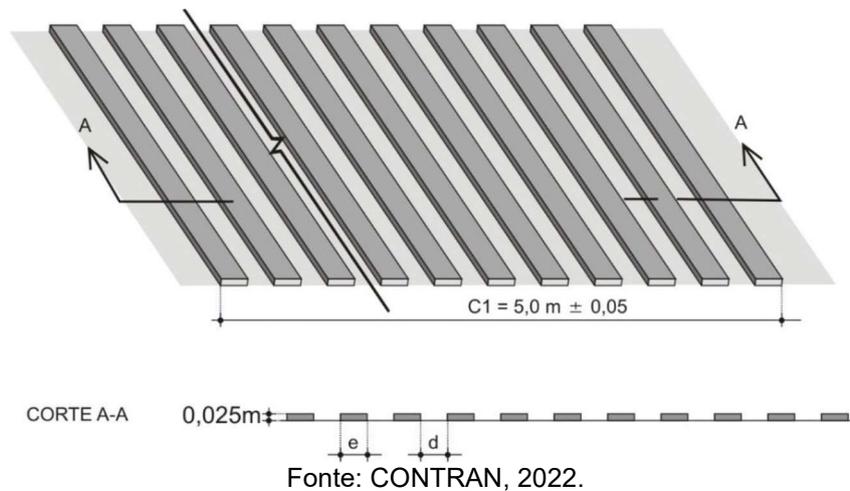
Os sonorizadores são executados com material asfáltico ou concreto cujo diâmetro máximo do agregado deve ser compatível com a espessura do dispositivo, ou ainda com material de marcação viária, que deve atender as normas da ABNT ou as normas vigentes nos órgãos componentes do sistema nacional de trânsito ou normas internacionais.

2.4.3.1 Dimensões:

- a) os sonorizadores devem atender ao projeto-tipo constante do Anexo I da Resolução nº 601 do CONTRAN, quando executado com material asfáltico ou concreto, com as seguintes dimensões:

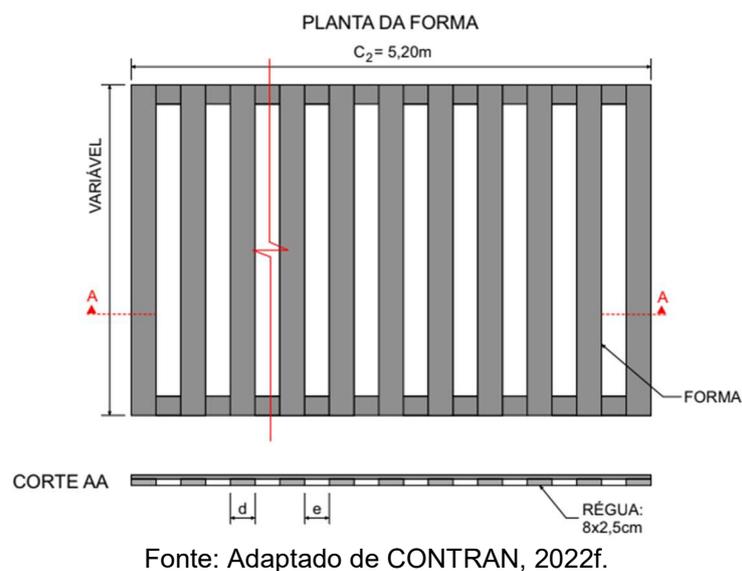
- a.1) largura do sonorizador: igual à da pista, mantendo-se as condições de drenagem superficial;
- a.2) e (largura da régua): 0,08 m;
- a.3) d (espaçamento entre régua): 0,08 m;
- a.4) C1 (comprimento): 5,00 m \pm 0,05 m;
- a.5) altura da régua = 0,025 m.

Figura 45 – Sonorizadores em superfície de rolamento



A figura a seguir apresenta modelo de forma para execução do sonorizador de material asfáltico ou concreto nas medidas estabelecidas.

Figura 46 – Exemplo de forma de execução de sonorizador



Para a execução do sonorizador em material asfáltico ou concreto, adotam-se os seguintes procedimentos:

- limpar o pavimento;
 - aplicar a pintura de ligação;
 - posicionar a forma previamente untada com desformante e fixá-la no pavimento;
 - preencher os vazios com CAUQ, faixa C do DNIT ou concreto;
 - compactar com rolo CG 11 no sentido do tráfego;
 - preencher os vazios restantes com CAUQ ou concreto, utilizando colher de pedreiro e régua de nivelamento;
 - compactar novamente com o rolo e vibrar em seguida;
 - retirar a forma após o tempo indicado para o traço do material utilizado;
 - aguardar o tempo de cura do material para a liberação ao tráfego.
- b) o sonorizador executado com demarcação viária deve atender ao projeto- tipo constante do Anexo II da Resolução 601 do CONTRAN, apresentando as seguintes características:
- b.1) largura do sonorizador: igual à da pista, mantendo-se as condições de drenagem superficial;
 - b.2) largura da faixa-base: 0,20 m;
 - b.3) largura da faixa sobreposta (centralizada sobre a faixa-base): 0,10 m;
 - b.4) espaçamento entre faixas-base: 0,40 m;
 - b.5) comprimento do sonorizador: 5,60 m;
 - b.6) espessura de cada faixa: de 0,003 m a 0,004 m;
 - b.7) cor do material: branca.

Quanto à utilização de pavimento corrugado, em substituição às bandas rugosas como sonorizadores, deve-se observar que, em alguns casos, notadamente onde há a possibilidade de desenvolvimento de altas velocidades, tem ocorrido resultados inversos àqueles esperados. Isto é, ao invés de redutor

de velocidade o dispositivo passa a ser indutor de velocidade, pois os motoristas percebem que quanto maior a velocidade, menor o efeito vibratório. Apesar disso, a utilização alternativa deste tipo de sonorizador é válida, desde que a velocidade livre máxima de aproximação seja inferior a 80 km/h.

Figura 47 – Sonorizador executado com material de demarcação viária

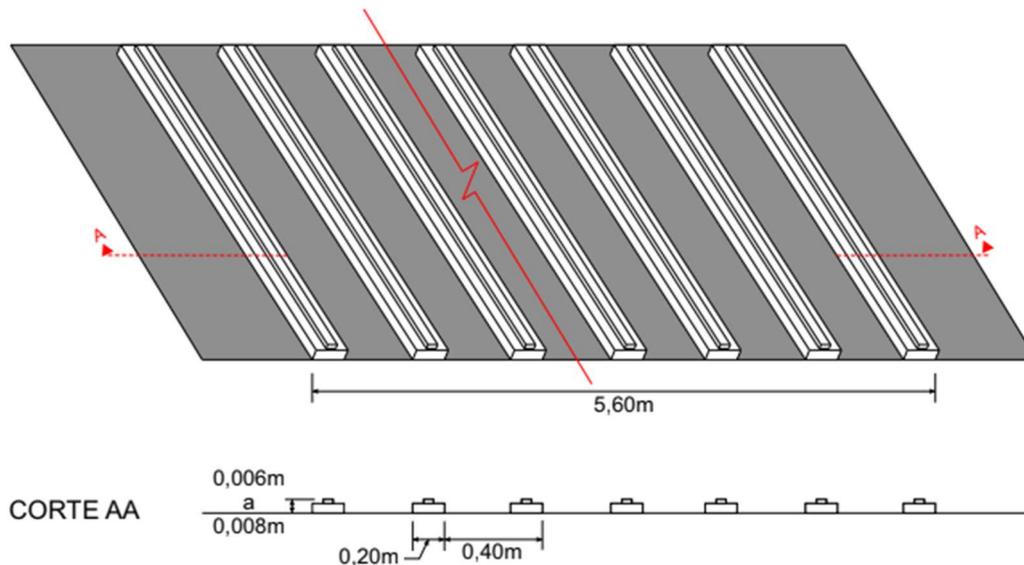
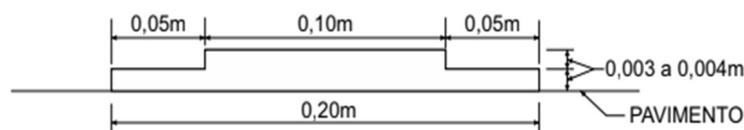


Figura 48 – Detalhe das espessuras do material do sonorizador



2.4.4 Revestimento com sonorizador longitudinal (faixa de alerta)

O revestimento com sonorizador longitudinal é um tratamento utilizado para chamar a atenção dos usuários da via, através da trepidação e ruído pela passagem de veículos, com o objetivo de alertar o condutor sobre o seu posicionamento na pista.

É confeccionado em baixo relevo na superfície da via, através de equipamento que produz ranhuras transversais ou pequenas depressões contínuas, junto a linha de bordo, a linha de divisão de fluxos opostos ou de mesmo sentido ou a linha de canalização, dentro da área não utilizável.

O revestimento com sonorizador longitudinal contínuo deve preservar as características físicas do pavimento original sem desagregação ou qualquer outro dano ao material.

Figura 49 – Revestimento com sonorizador longitudinal



Fonte: CNT, 2021.

2.5 Dispositivos de Contenção Veicular

Defensas são dispositivos de proteção contínuos, destinados a atenuar o choque de veículos desgovernados contra estruturas fixas ou evitar a sua saída da plataforma da rodovia, em locais que apresentem riscos aos veículos e seus ocupantes, devendo absorver a energia do impacto, minimizando os efeitos do choque.

As defensas podem ser em concreto de cimento tipo “New Jersey” ou metálicas de vários tipos e vão ser descritas a seguir.

O projeto executivo das defensas deve seguir as recomendações contidas na ABNT-NBR 15.486.

2.5.1 Defensas metálicas

2.5.1.1 Tipos de defensas metálicas

As defensas metálicas podem ser:

- a) **Defensas maleáveis** que são dispositivos que tendem a se deformar plasticamente, ante o impacto de veículos, e são compostos por guia de

deslizamento ou lâmina, postes maleáveis, espaçadores maleáveis, garras de fixação, plaquetas, cintas (somente no caso de defensas simples), parafusos, porcas e arruelas;

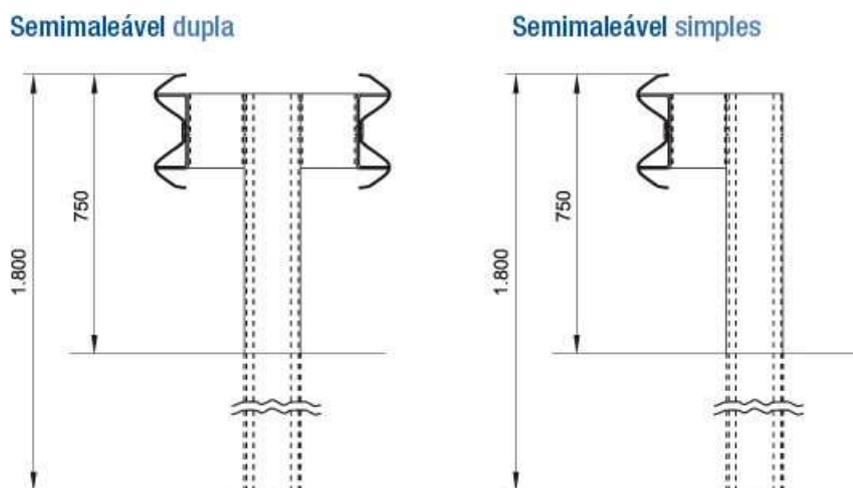
- b) **Defensas semimaleáveis** que possuem postes mais rígidos que as defensas maleáveis, havendo maior tendência de deformações nas guias de deslizamento ou lâminas, e nos espaçadores simples. Os seus elementos componentes são: guia de deslizamento ou lâmina, espaçadores simples, calços, plaquetas, parafusos, porcas e arruelas;
- c) **Defensas semirrígidas** são obtidas a partir das defensas semimaleáveis, através da eliminação dos espaçadores simples.

2.5.1.2 Aspectos funcionais

Defensa metálica é um sistema de proteção contínuo, destinado a evitar que veículos desgovernados atinjam obstáculos fixos existentes ao lado das pistas de rolamento ou venham a se precipitar para fora do corpo estradal em locais perigosos.

Defensa metálica simples é aquela formada por uma só guia de deslizamento. É a de uso mais comum. Defesa metálica dupla é formada por duas guias de deslizamento. Na figura a seguir, mostra-se a constituição das defensas metálicas e no seguimento do texto descreve-se cada um dos elementos.

Figura 50 – Defensas semimaleáveis



Fonte: PERFIPAR, 2022.

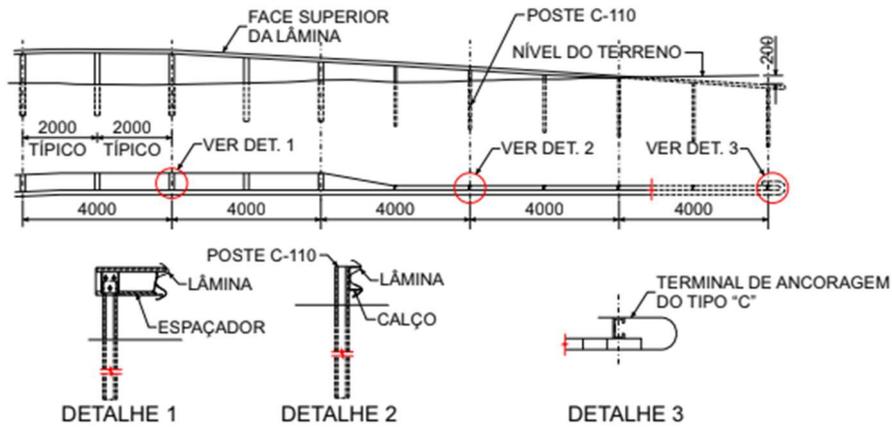
- a) **Guia de deslizamento** é o componente da defesa, composto por chapa metálica de perfil W, destinado a receber o choque eventual do veículo e servir de guia para a sua trajetória após o choque, até a sua paralisação ou recondução à pista;
- b) **Poste de sustentação** é a peça componente da defesa, perfil C, fixada firmemente ao solo, o qual, além de sustentar a estrutura, também deve absorver parte da energia recebida na colisão;
- c) **Espaçador** é a peça intermediária entre a guia de deslizamento e o poste de sustentação, mantendo aquela afastada deste. Quando maleável, denomina-se espaçador maleável;
- d) **Calço** é a peça de apoio do perfil constituinte da guia de deslizamento, na sua junção com o espaçador;
- e) **Elementos de fixação** são peças destinadas a fixar firmemente um componente da defesa a outro (parafusos, rebites, garras etc.);
- f) **Ancoragem** é o trecho inicial ou final de uma defesa, quando esta mergulha no solo.

2.5.1.3 Locais indicados para aplicação das defensas metálicas

As defensas são aplicáveis em trechos da estrada onde um veículo desgovernado possa atingir veículos que trafegam em sentido contrário, ou pedestres, ou possa projetar-se fora da via atingindo barrancos, ribanceiras, rios etc. Aplicam-se também as defensas como proteção junto a estruturas de obra de arte e sinalização tais como: cabeceiras de pontes, entradas de túneis, pórticos, suportes de placas etc. Qualquer obstáculo que, por necessidade construtiva ou de sinalização, deva existir no canteiro de separação de pistas ou na proximidade dos seus acostamentos laterais, deve ser dotado de defensas que protejam os veículos de eventuais choques.

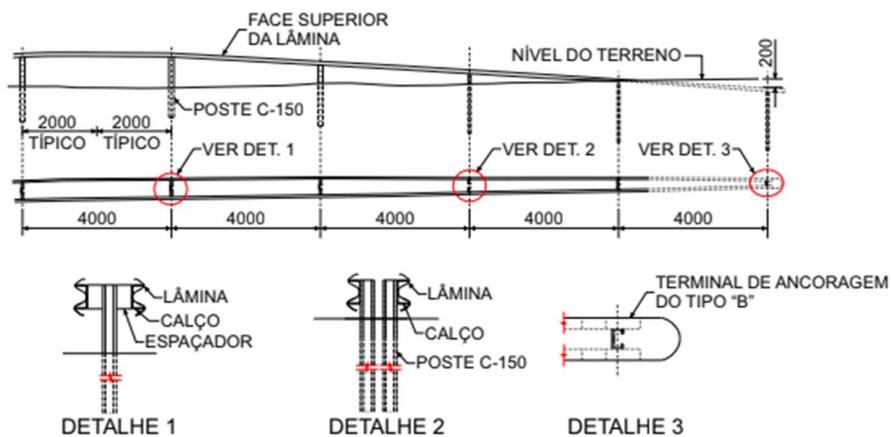
De grande importância é a forma e disposição dos extremos da defesa, especialmente o inicial, pois se for mal projetado o começo da defesa pode se tornar mais perigoso do que tudo aquilo que se quer proteger. A ancoragem deve ser feita de acordo com os esquemas a seguir.

Figura 51 – Ancoragem para defesa metálica maleável simples



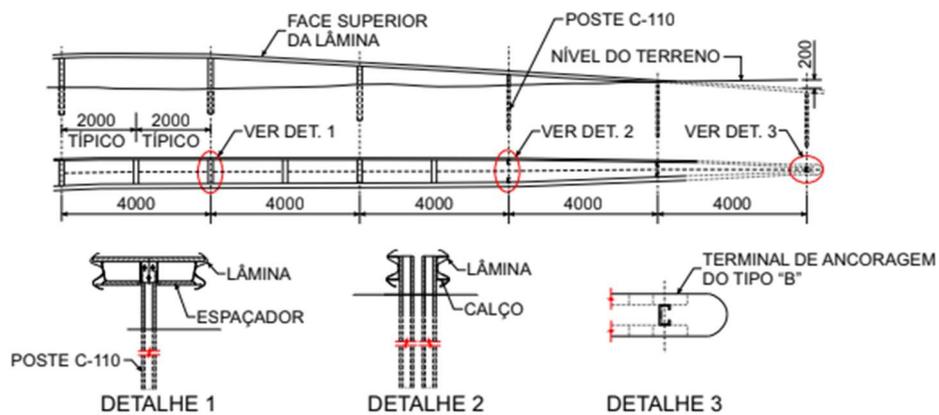
Fonte: Adaptado de DER, 1996.

Figura 52 – Ancoragem para defesa metálica semimaleável dupla



Fonte: Adaptado de DER, 1996.

Figura 53 – Ancoragem para defesa metálica maleável dupla



Fonte: Adaptado de DER, 1996.

As defensas metálicas maleáveis e semimaleáveis são de ampla aplicação, particularmente indicadas para vias de intenso trânsito. Recomenda-se que, naqueles casos em que o VDM exceder 5000 veículos por dia e com mínimo de 30% de caminhões, sejam utilizadas defensas maleáveis singelas com postes de sustentação colocados a 2,00 m de intervalo. Para rodovias com tráfego menor, podem ser utilizadas as defensas semimaleáveis que são mais econômicas.

2.5.1.4 Aspectos executivos

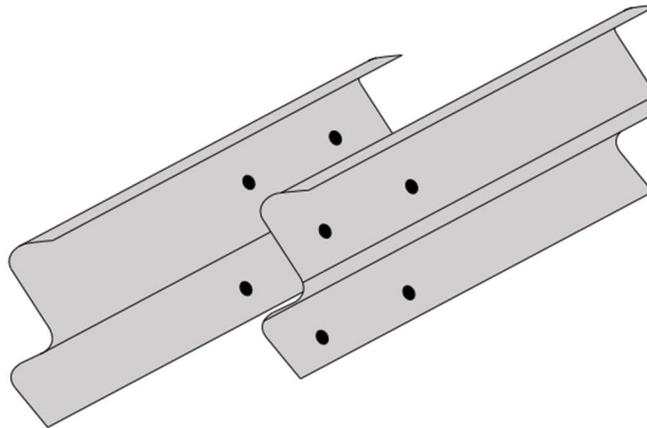
A fase inicial dos serviços compreende a limpeza do terreno sobre o qual será construída a defesa. Esta operação será realizada com equipamentos manuais ou mecânicos, em função da densidade de vegetação ou entulho existente.

Para a fase seguinte, que diz respeito à cravação dos postes metálicos, deve-se dispor de bate estacas pneumático, que permita a cravação por processo de percussão e assegure adequado atrito lateral nos elementos de sustentação. Em extensões pequenas e isoladas de defensas, as normas existentes admitem o assentamento dos postes através do sistema tradicional de abertura de buraco e compactação posterior do terreno. Neste caso, os postes deverão ter uma chapa adicional, de 200 cm² de superfície mínima, para melhor distribuir a carga de apoio. Cuidados especiais devem ser tomados quanto à locação dos postes que devem ficar paralelos à rodovia e guardar as distâncias mínimas do acostamento especificadas. Igualmente, deve-se assegurar que a cravação resulte nas alturas livres especificadas, observando-se que os postes de sustentação devem ser enterrados, no mínimo, 110 cm. No caso de fixação de defensas em taludes ou em terreno muito ondulado, os seus postes de sustentação deverão ter comprimento compatível com a resistência requerida.

Cravados os postes, procede-se a montagem e fixação das guias de deslizamento. É importante, nesta etapa, que os parafusos de montagem das defensas, especialmente os que unem o perfil W/ABNT ao subsequente, tenham suas porcas apertadas por meio de chave de impacto ou de torque variável, a fim de assegurar um aperto adequado e uniforme.

Os perfis W, que compõem as guias de deslizamento, tem dimensões padronizadas com 4,00 m de comprimento útil e 4,30 m no total o que permite uma superposição de 0,30 m na junção das guias no suporte. O desenho a seguir indica como os perfis se sobrepõem, sendo que a superposição deve ser sempre posicionada a favor do tráfego.

Figura 54 – Superposição de Perfis



Fonte: Adaptado de DER, 1996.

A fixação da superposição garante segurança adequada, fazendo com que perfis consecutivos funcionem como um conjunto único. É suficiente realizar inspeções periódicas do estado de conservação, efetuando os reparos necessários.

Os terminais de um trecho de defesa devem ser providos de dispositivos que garantam as mesmas condições de resistência em qualquer ponto de sua extensão (ancoragem). Esses dispositivos podem ser dispensados em situações especiais, quando a defesa tem origem ou fim junto a obras de arte, não havendo espaço suficiente para a sua instalação. Neste caso, a extremidade livre da defesa deve ser reforçada por contraventamento ou dispositivos similares.

2.5.1.5 Aspectos de controle de execução

Para assegurar a perfeita execução do serviço os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) Todas as peças utilizadas devem ser de boa qualidade e possuir certificado de qualidade fornecido pelo fabricante, atendendo os requisitos das normas existentes sobre a matéria;
- b) Manchas mais escuras ou opacas nas peças zincadas, muitas vezes, decorrem apenas de variações térmicas na imersão, sem prejuízo da qualidade;
- c) Não há motivo para se preocupar com o "brilho" inicial da peça pois o próprio processo de proteção oferecido pelo zinco implica na sua oxidação superficial, que elimina o brilho. Além disso, peças muito brilhantes podem indicar a adição de alumínio no zinco, em prejuízo da qualidade do revestimento;
- d) É desnecessária a pintura de defensas zincadas, para o fim de melhor preservar o aço, salvo em caso de ser desejável uma proteção adicional para ambientes altamente agressivos;
- e) Os elementos geométricos, tais como, comprimento de ancoragem e total, espaçamentos entre postes de sustentação, alturas das guias de deslizamento e afastamentos com relação ao bordo da pista devem estar dentro das tolerâncias especificadas;
- f) Os componentes da defesa não devem apresentar cantos vivos voltados para as áreas destinadas a receber o eventual impacto do veículo. Essas áreas devem ser contínuas e desimpedidas de qualquer obstáculo, constituindo verdadeiras guias de deslizamento.

2.5.1.6 Recomendações especiais

- a) Os postes de sustentação metálicos, por possuírem seções retas e de pequena área, exigem o emprego obrigatório do sistema de cravação mecânica. Para casos excepcionais, de cravação por processos convencionais, observar o disposto no item "Aspectos Relacionados à Execução";
- b) As extremidades devem estar ancoradas no terreno, tornando impossível o choque frontal com qualquer uma das extremidades. A ancoragem, além disso, proporciona uma rigidez longitudinal maior, o que é imprescindível para que a defesa cumpra a sua missão em toda a sua extensão;

- c) A manutenção da altura da defesa com certo rigor leva à instalação de defensas acompanhando as ondulações do pavimento, com prejuízos estéticos. Entretanto, a segurança obtida com esses rigores é indiscutivelmente maior;
- d) Nos locais de implantação de defensas, recomenda-se a eliminação de meios-fios que possam servir de obstáculos ao veículo desgovernado antes que o mesmo venha atingir a defesa;
- e) Geralmente, a pintura sobre a zincagem só tem efeito visual. Poucas são as tintas que apresentam boa aderência sobre a zincagem, sendo comum a pintura se destacar em alguns dias.

2.5.2 Barreiras de concreto

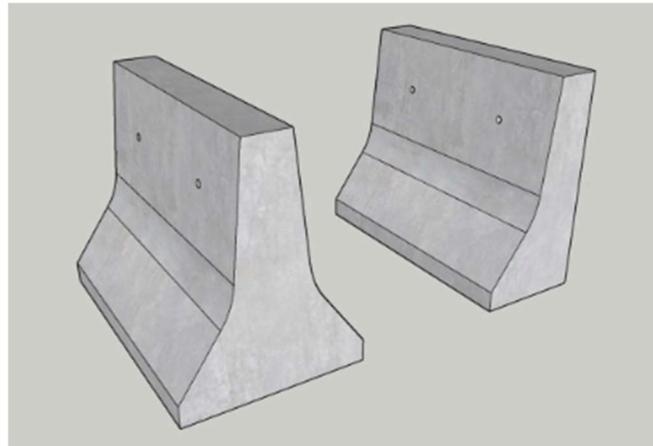
2.5.2.1 Conceitos básicos

O projeto executivo das barreiras de concreto deve seguir as recomendações contidas na ABNT-NBR 15.486.

Defensa de concreto (barreiras) é um dispositivo de proteção, rígido e contínuo, com forma, resistência e dimensões capazes de fazer com que veículos desgovernados sejam, após o choque, reconduzidos à pista, sem perda brusca de velocidade e sem perda de controle de direção, minimizando os danos ao veículo, aos seus ocupantes e ao próprio dispositivo e são de dois tipos:

- a) **Defensa de concreto simples** é aquela dotada de uma superfície de deslizamento;
- b) **Defensa de concreto dupla** é aquela dotada de duas superfícies de deslizamento.

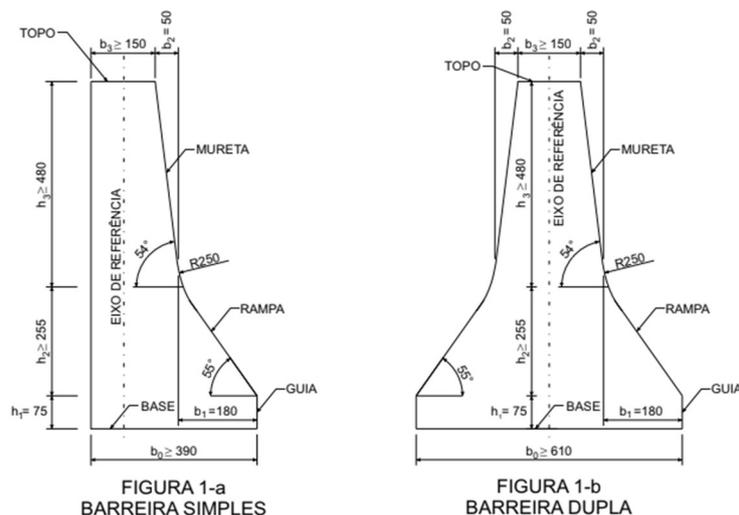
Figura 55 – Barreiras de concreto



Fonte: AMAZON POSTES, 2022.

Superfície de deslizamento é a superfície da defesa de concreto destinada a receber o impacto dos veículos desgovernados, desacelerando-os e reconduzindo-os à pista. A superfície de deslizamento é composta de três planos: guia, rampa e mureta como se pode ver na figura a seguir.

Figura 56 – Perfil de barreira de concreto tipo New Jersey



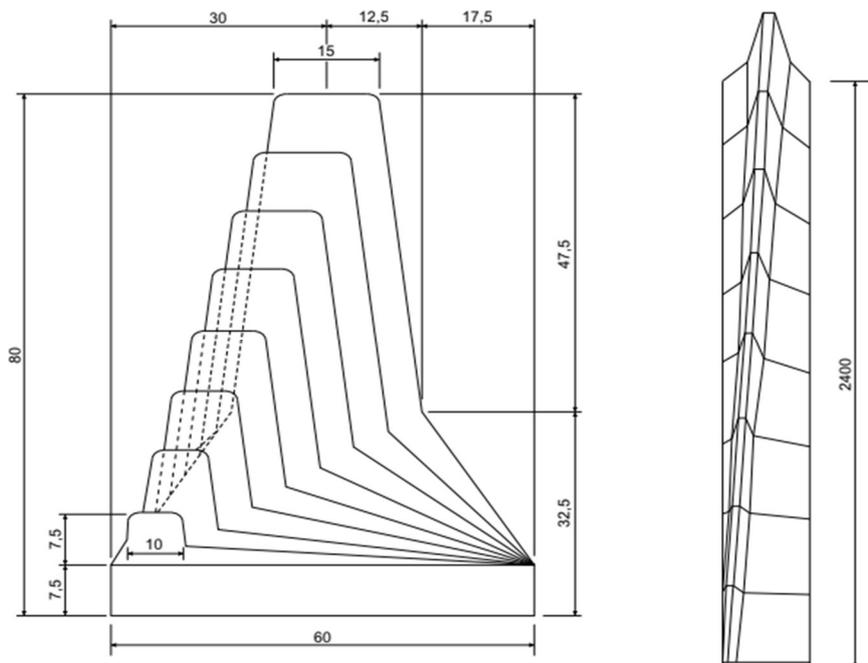
Fonte: Adaptado de WATANABE, R. M., 2011.

A superfície de deslizamento é composta de três partes, tendo cada uma delas a sua função específica:

- a) **Guia** é o primeiro plano de redirecionamento dos veículos. Trata-se de um trecho vertical, que em caso de pequenos impactos é suficiente para fazer com que os veículos retornem à pista. Tem também a finalidade de desacelerar os veículos, através do atrito com as rodas. A altura da guia é limitada para que, no caso de altas velocidades, seja evitado o capotamento;
- b) **Rampa** é o plano inclinado de 55° com a horizontal, tem a finalidade de diminuir a energia cinética dos veículos devido à elevação do seu centro de gravidade. A roda dianteira de encontro à rampa é forçada a se reconduzir para o interior da pista;
- c) **Mureta** é o plano quase vertical, que atua lateralmente sobre a roda dos veículos, impedindo praticamente que seja escalada. O para-choque e o para-lama dianteiros deslizam contra a mureta, reconduzindo o veículo à pista.

A extremidade inicial de um trecho de uma defesa de concreto, considerado o sentido do tráfego, tem forma e dimensões tais que não se constituam em elemento agressivo aos veículos, como indica o desenho a seguir.

Figura 57 – Extremidade inicial da defesa



Fonte: Adaptado de DER/PR, 1996.

2.5.2.2 Aspectos funcionais

As defensas de concreto são aplicadas com a finalidade de impedir que os veículos desgovernados saiam da pista de rolamento, ou da plataforma, em locais de graves riscos de acidente, tais como: áreas próximas a cursos d'água, precipícios etc.

São largamente utilizadas no canteiro central de rodovias de pista dupla, principalmente quando a largura do canteiro é pequena (< 5,00 m).

As pontes e viadutos, por se instalarem sobre cursos de água e depressões profundas, constituem obras naturalmente indicadas para a proteção com defesa de concretos, que se constroem nos seus lados externos ou do lado interno dos passeios para pedestres, quando existentes.

Quanto ao tipo a empregar, simples ou dupla, dependerá da existência de tráfego em um ou dois sentidos, respectivamente.

Quanto à forma, deverá ser rigidamente seguido o projeto tipo, pois as dimensões padronizadas visam o melhor desempenho possível do dispositivo e são aceitas internacionalmente. Qualquer modificação em tais dimensões, sem respaldo em estudos aprofundados, pode acarretar graves consequências.

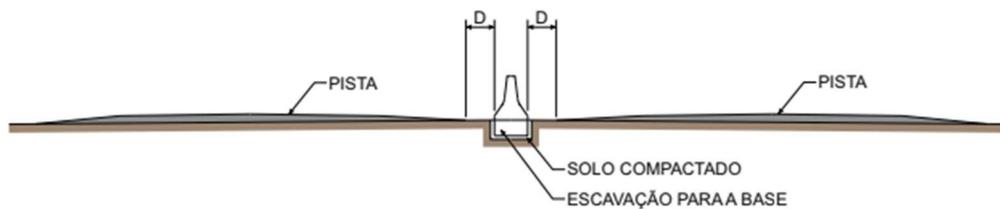
Os extremos da defesa de concreto, notadamente o inicial levando-se em conta o sentido de tráfego, devem ser construídos de maneira que a altura da defesa de concreto seja progressiva, desde o nível do solo até o seu nível normal. Para tanto, devem ser observados os detalhes apresentados no projeto tipo. A extensão total do trecho de transição (terminal) deve ser de 24,00 m.

2.5.2.3 Aspectos executivos

A primeira etapa relativa à construção de defensas de concreto diz respeito à execução da base. De acordo com o projeto tipo, esta base será constituída de concreto magro, o qual só deverá ser lançado após a escavação e compactação do terreno.

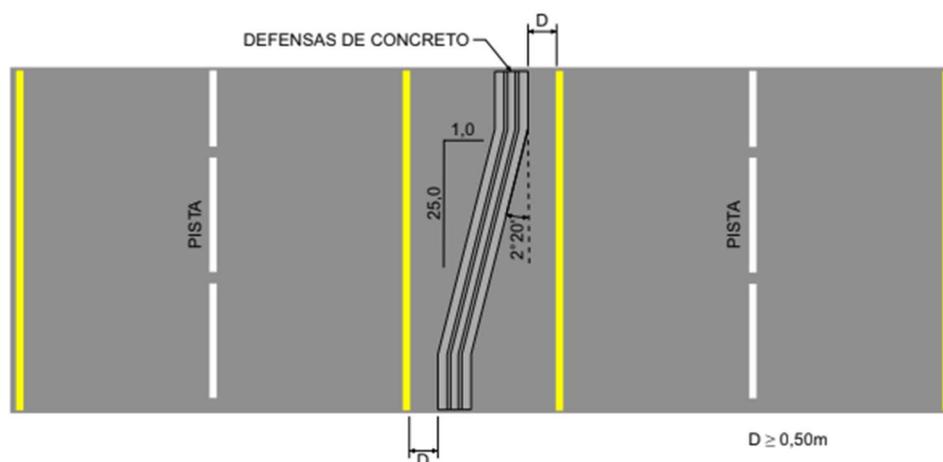
A escavação será realizada por meios manuais ou mecânicos e deverá apresentar as dimensões de projeto. O solo de assentamento da base deve estar bem compactado. A profundidade mínima de escavação deve ser de 20 cm. Na fase de escavação, deverão ser tomados cuidados em relação ao alinhamento, que deverá ser paralelo ao eixo da rodovia e com a distância do bordo indicada no projeto. Esta distância, entretanto, não poderá ser inferior a 50 cm. Quando for necessária uma redução da distância da defesa de concreto ao bordo do pavimento, o ângulo de transição não deve ser maior que $2^{\circ}20'$, aproximadamente 1:25.

Figura 58 – Execução da base (corte)



Fonte: Adaptado de DER/PR, 1996.

Figura 59 – Execução da base (planta)



Fonte: Adaptado de DER/PR, 1996.

A moldagem da base será feita através do lançamento do concreto magro sobre o terreno de fundação previamente umedecido. Nesta fase, serão colocados os ferros de espera. Se a defesa de concreto a ser construída for em concreto pré-moldado, na concretagem da base deverão ser conformados, com utilização de formas de madeira, os dentes de encaixe.

A moldagem do corpo da defesa de concreto será feita com a utilização de formas laterais de madeira. Estas formas deverão ser executadas de forma a permitir que o perfil resultante possua as dimensões indicadas pelo projeto. O concreto será lançado nas formas e vibrado. A cada 30,0 m serão previstas juntas de dilatação. As formas deverão estar perfeitamente fixas, o que se pode conseguir através de um adequado travamento, de modo a impedir qualquer deslocamento quando do lançamento do concreto. Nas seções de interrupção de concretagem, é obrigatória a execução de juntas de construção.

As juntas de dilatação têm por finalidade dar condições de expansão e retração ao concreto sem trincamentos, sendo formadas pela interrupção da concretagem, causada pela colocação de uma forma transversal de madeira.

As juntas de construção ocorrem em situações de interrupção não programadas da operação de concretagem. Antes do reinício da concretagem a superfície, que não deverá estar lisa, é pintada com nata de cimento e as barras de aço, previamente posicionadas, devem ser limpas.

Após a cura do concreto, as formas serão retiradas e será aplicada, em toda a seção resultante, pintura com nata de cimento de forma que o acabamento resulte liso, sem saliências ou reentrâncias.

O corpo da defesa de concreto poderá também ser composto de peças pré-moldadas as quais poderão ser executadas no próprio canteiro de obras. Neste caso, é importante que os detalhes dos encaixes, constantes do projeto tipo, sejam perfeitamente executados para facilitar a montagem.

Opcionalmente, poderão ser empregadas, para a moldagem das defensas de concreto, formas metálicas deslizantes. Os equipamentos empregados devem desempenhar todas as funções necessárias à obtenção de um produto de qualidade satisfatória, como o lançamento do concreto, a sua vibração e a conformação à seção definida em projeto. Além disso, devem alcançar níveis de produção compatíveis com os prazos programados.

2.5.2.4 Aspectos relacionados com o controle de execução

Para assegurar a perfeita execução das defensas de concreto, os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) É importante a verificação do terreno de fundação, antes da concretagem da base da defesa de concreto. O solo de assentamento deve estar bem compactado e, nos casos de eventuais ocorrências de solos de baixa resistência, estes devem ser removidos e substituídos por material de boa qualidade;
- b) O concreto utilizado apresente a resistência especificada e as armaduras estejam de acordo com o projeto;
- c) As juntas de dilatação devem ser executadas seguindo-se rigorosamente as dimensões e espaçamentos especificados;
- d) A superfície de deslizamento deve resultar contínua e desimpedida de qualquer obstáculo;
- e) Os elementos geométricos do perfil da defesa de concreto, assim como os afastamentos desta ao bordo da pista devem estar em acordo com as respectivas especificações.

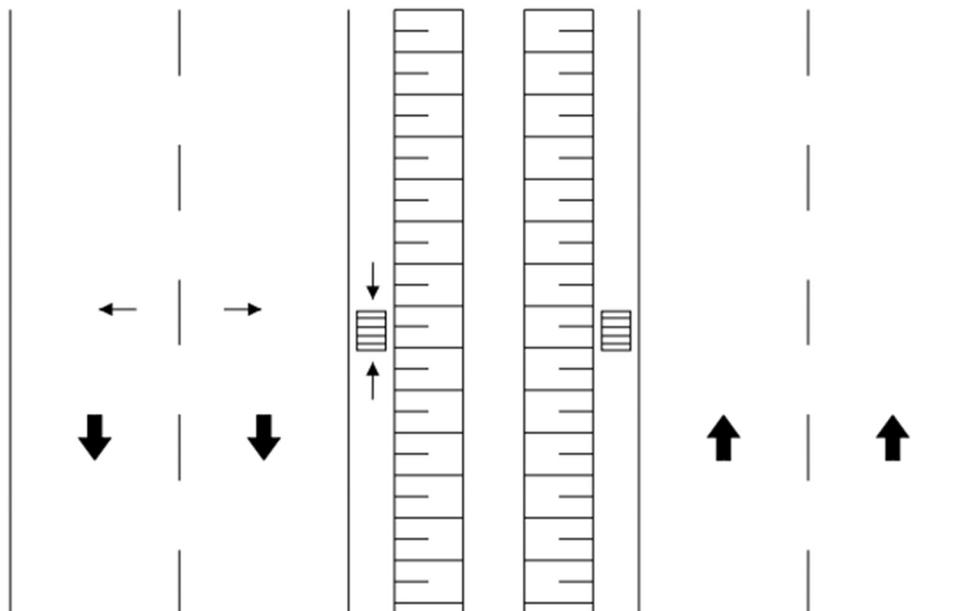
2.5.2.5 Recomendações especiais

- a) Não devem ser deixadas aberturas para passagem de água na superfície de deslizamento. Para a drenagem das águas precipitadas sobre o pavimento, recomenda-se a execução de caixas coletoras, dotadas de tampa com grelha, situada na faixa de segurança, como indica o desenho. Caixas coletoras na zona de segurança da defesa de concreto serão empregadas se:
 - a.1) a pista tiver caimento parcial ou total no sentido da defesa de concreto;
 - e
 - a.2) o greide apresentar ponto baixo (situação representada no desenho); ou

a.3) a capacidade de escoamento longitudinal ao longo da defesa de concreto for atingida.

- b) Entre a defesa de concreto e a pista de rolamento, não deverá existir nenhum dispositivo que possa servir de obstáculo ao veículo eventualmente desgovernado;

Figura 60 – Sistema de drenagem na pista



Fonte: Adaptado de DER/PR, 1996.

- c) A sinalização da defesa de concreto deve ser feita com elementos refletivos, embutidos em nichos na superfície de deslizamento;
- d) Em casos de pista com superelevação, a base do perfil deve manter a mesma inclinação do pavimento;
- e) Quando localizadas em obras de arte (pontes, viadutos), a defesa de concreto será executada juntamente com a superestrutura das mesmas;
- f) Se for necessária a execução de passeios, estes devem estar posicionados de modo que os pedestres também sejam protegidos pela defesa de concreto.

2.5.3 Dispositivo amortecedor de impacto

O projeto executivo de localização dos amortecedores de impacto deve seguir as recomendações contidas na ABNT-NBR 15.486.

O dispositivo de contenção pontual é um dispositivo instalado em ponto específico com o objetivo de conter, absorver energia de impacto dos veículos desgovernados que possam impactar em obstáculos fixos, e, também, nas extremidades de dispositivos de contenção longitudinal.

O dispositivo de contenção pontual emprega dois conceitos básicos: o de absorver energia cinética proporcionando desaceleração suportável aos ocupantes do veículo; o controle da desaceleração do veículo em níveis suportáveis ao corpo humano.

O dispositivo amortecedor de impacto é um dispositivo autoportante, fixo ou móvel, que não tem dependência estrutural com o dispositivo de contenção longitudinal, de forma a não transferir energia cinética do impacto.

Possui a capacidade de absorver energia a uma taxa controlada, parando o veículo impactante em distância relativamente curta, e de uma forma que reduza o potencial de ferimentos severos nos ocupantes.

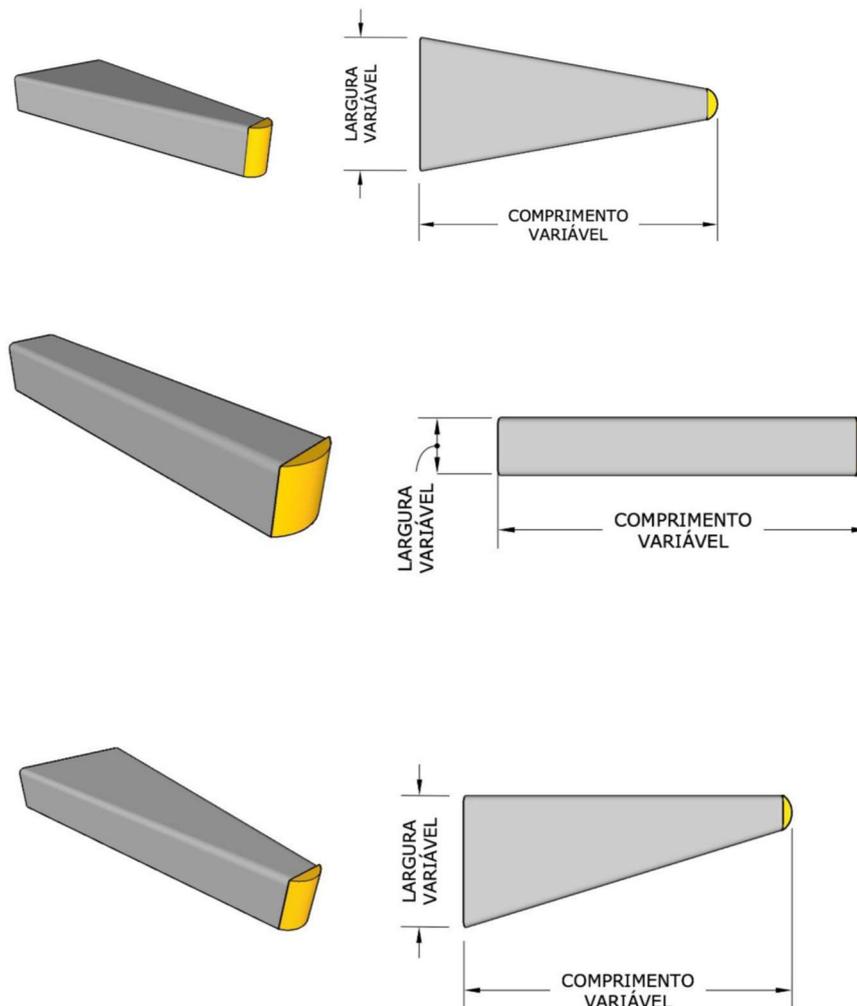
Figura 61 – Dispositivo amortecedor de impacto



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Os dispositivos amortecedores de impacto podem ser **rediretivos**, quando, além de suportar impacto frontal, são capazes de redirecionar o veículo em impacto lateral, ou **não rediretivos**, quando não tem a capacidade de redirecionar o veículo perante impacto lateral, ou seja, funcionam somente para impacto frontal.

Figura 62 – Dispositivos diretivos e não diretivos



Fonte: CONTRAN, 2022f.

2.5.4 Terminais de dispositivos de contenção longitudinais

O projeto executivo dos terminais de dispositivos de contenção longitudinais deve seguir as recomendações contidas na ABNT-NBR 15.486.

É um conjunto de dispositivo de contenção longitudinal que permite ancorar o sistema começando na altura de projeto do dispositivo até a extremidade totalmente enterrada ou tipo de terminal acoplado ao dispositivo de contenção longitudinal que, ao ser impactado frontalmente, absorve a energia cinética do veículo errante.

Todo terminal de dispositivo de contenção longitudinal que tenha a possibilidade de ser impactado deve ter características de minimizar os efeitos do impacto.

Quanto ao tipo, os terminais podem ser:

- a) terminal abatido;
- b) terminal absorvedor de energia;
- c) terminal em defesa defletida;
- d) terminal desviado.

3 PASSARELAS

A escassez de passarelas sobre rodovias para facilitar a travessia de pedestres, mesmo nas grandes cidades, tem sido um dos fatores que sustentam os altos índices de atropelamento. Centenas de cidades e vilarejos no interior do Brasil são cortadas por rodovias e na maioria delas este importante dispositivo de segurança não existe.

A passarela é um recurso viável para promover a mobilidade em uma área de tráfego intenso e sua construção deve considerar o deslocamento dos pedestres quanto à localização de pontos de ônibus, do comércio, de supermercados, igrejas, escolas e das moradias ao longo da via.

Para construir as passarelas é cada vez mais comum o uso de peças pré-fabricadas, tanto em aço como em concreto. A alternativa racionaliza mão de obra, reduz o tempo de execução das obras e permite vencer grandes vãos sobre rodovias, vias expressas e ferrovias.

A passarela também precisa ser atrativa ao pedestre no que se refere ao tempo que irá percorrer para chegar até ela e cruzá-la, frente à espera por uma oportunidade para driblar o tráfego de veículos para atravessar a pista.

A travessia pela passarela precisa ser amigável e para isso sua construção deve estar atrelada a um projeto urbano, que leve em consideração a concentração e a circulação de pessoas, para facilitar e promover mais segurança aos usuários, principalmente ao portador de necessidades especiais.

Nas grandes cidades, principalmente nas periferias e em bairros cortados por canais e pequenos corpos hídricos a implantação de passarelas facilita a circulação de pedestres, reduzindo os riscos de acidentes e principalmente o contato com águas poluídas, principalmente as de esgoto a céu aberto.

3.1 A Importância das Passarelas para a Segurança do Trânsito

Passarelas bem iluminadas e limpas são mais atrativas para pedestres e ciclistas que circulam pelos acostamentos e vielas. O Código de Trânsito brasileiro prevê e regula a utilização dos acostamentos por esses usuários, mas, diante da falta de barreiras que impeçam a travessia, muitas vezes, pedestres e ciclistas preferem expor-se ao risco enfrentando o tráfego. O número de atropelamentos próximos a passagens especiais evidencia o aumento do risco, quando o pedestre desrespeita a sinalização e não opta pela travessia segura.

Figura 63 – Exemplo de passarela de pedestres



Fonte: ARTERIS, 2020.

Os principais benefícios de uma passarela são a redução no número de acidentes em que os pedestres sofrem ferimentos graves ou fatais.

No Brasil, a idade média dos pedestres mortos em acidentes é de 30 anos. Isso equivale a uma perda de 30 anos de vida produtiva para uma pessoa que trabalharia produtivamente até 60 anos, com um valor atual de US\$ 140.000 em produção perdida. Assim, o benefício de evitar apenas um atropelamento fatal no primeiro ano após a instalação de uma passarela já cobre os custos de sua construção.

Os custos sociais para a comunidade dos acidentes não fatais com pedestres também são substanciais. Pedestres com ferimentos graves, especialmente os que ficam com deficiências físicas ou mentais após o acidente, podem precisar de serviços médicos e sociais caros pelo resto da vida. Os custos desses serviços podem ser ainda maiores que o valor do tempo produtivo perdido das vítimas fatais.

Uma passarela bem projetada e localizada geralmente elimina pelo menos um atropelamento fatal e vários não fatais por ano. À medida que os fluxos de pedestres aumentam com o tempo, o número anual de atropelamentos evitados também aumentará. Já que a vida útil de uma passarela ultrapassa 15 anos, os benefícios econômicos da passarela são muito superiores ao custo de instalação.

Os custos de manutenção anual da passarela são insignificantes em comparação com os benefícios. Poucos investimentos em infraestrutura de transporte mostram uma viabilidade econômica tão elevada.

3.2 Localização das Passarelas

A imprudência do pedestre e a inobservância de fatores-chave nos projetos construtivos repercutem nas estatísticas dos Departamentos de Estradas de Rodagem (DER's), que registraram até 25% de atropelamentos próximos dessas passagens especiais em 2011.

As estatísticas mostram que, um em cada quatro atropelamentos, ocorre nas proximidades de passarelas. A explicação para o fato pode estar na falta de prudência do pedestre e na inadequada localização para o acesso a uma passarela.

A passarela é um recurso seguro para promover a mobilidade de pedestres entre os dois lados de uma rodovia que atravessa uma área de tráfego intenso e sua construção deve ser considerada junto à localização de pontos de ônibus, comércio, supermercados, igrejas e escolas.

Em travessias urbanas extensas deve-se considerar a construção de passarelas em pontos perigosos e que mostrem melhores condições físicas para fazer o atravessamento da rodovia, com acessos mais curtos e mais motivantes para utilização das passarelas.

Antes de definir a localização de uma passarela deverá ser feita uma avaliação quanto aos locais alternativos para a futura passarela, tendo em atenção os atrativos urbanos de um lado e do outro da rodovia.

3.3 Características das Passarelas

Para construir as passarelas é cada vez mais comum o uso de peças pré-fabricadas metálicas ou em concreto. A alternativa racionaliza mão de obra, reduz o tempo de execução das obras e permite vencer grandes vãos sobre rodovias e vias expressas.

A passarela também precisa ser atrativa ao pedestre quanto ao tempo que irá percorrer para chegar até ela e cruzá-la, frente à espera por uma oportunidade para driblar o tráfego de veículos para atravessar a pista. A travessia pela passarela precisa ser amigável e para isso sua construção deve estar atrelada a um projeto urbano, que leve em consideração a concentração e a circulação de pessoas, para facilitar e promover mais segurança aos usuários. Passarelas bem iluminadas e limpas são mais atrativas para pedestres e ciclistas.

O número de atropelamentos evidencia o aumento do risco, quando o pedestre não opta pela travessia segura. O motorista não consegue avistar o pedestre ou o ciclista à noite, com a devida antecedência, a menos que eles façam uso de materiais refletivos. A presença de passarelas, que geralmente são avistadas a pelo menos 500 m de distância, transmite ao motorista a ideia de que não haverá pedestres cruzando a pista.

Passarelas de pedestres são pontes e viadutos destinados para o tráfego exclusivo de pedestres com a finalidade de facilitar a travessia de pessoas em locais com significativo volume de trânsito de veículos automotores em áreas urbanas, bem como na travessia de parques de recreio.

As escadas e rampas devem ser suficientemente largas para acomodar o fluxo máximo de pedestres. Devem ter corrimãos, especialmente para ajudar os idosos e enfermos, e superfície não escorregadia, mesmo quando molhada.

Escadas rolantes, elevadores e rampas rolantes, são dispositivos bastante caros e só devem ser considerados em casos especiais junto a terminais de transporte de massa. Nesses terminais, o objetivo é facilitar o movimento de grande número de pessoas ou proporcionar acesso a pessoas com deficiências físicas. São muito caros e difíceis de manter para serem considerados na maioria das travessias.

Proteção contra sol e chuva, bonito enquadramento e iluminação, são características importantes e que incentivam os pedestres a utilizá-las. No entanto, como a motivação principal de uma passarela é a segurança, deverá fazer-se uma avaliação técnico/econômica entre o custo da passarela e o número de pedestres que a utiliza.

As passarelas cobertas protegem os pedestres de chuva e sol forte, proporcionando conforto e atraindo mais usuários. A cobertura pode abrigar ou apoiar equipamento de iluminação e vigilância. A altura da cobertura deve ser suficiente para evitar a sensação de desconforto para os pedestres (claustrofobia).

Assim como acontece com as escadas e rampas, o vão horizontal deve ser suficientemente largo para abrigar o fluxo máximo de pedestres. A largura pode ser diferente que a da escada ou rampa, já que a velocidade dos pedestres é diferente ao subir, descer e andar na horizontal. As velocidades nas escadas e rampas também são diferentes e dependem da inclinação. O vão horizontal deve ter um chão liso, mas não escorregadio, com um bom sistema de drenagem para evitar o acúmulo de água da chuva. Os comentários anteriores sobre elementos protetores verticais de escadas e rampas, referentes a visibilidade, telas e fechamento, aplicam-se também ao vão horizontal.

Quando as passarelas são usadas à noite, devem ser equipadas com iluminação forte específica, mesmo em ruas que já dispõem de iluminação pública padrão. A iluminação mais forte afasta os assaltantes e atrai os pedestres à passarela. Idealmente, os acessos,

as escadas, as rampas e o vão horizontal devem ser todos iluminados. O custo da instalação é insignificante, se essa iluminação especial for incluída no projeto original.

Em áreas sujeitas a assaltos, as passarelas devem ser policiadas, ou equipadas com câmeras de vigilância, ligadas à polícia ou a um centro de vigilância cívica, como em outros espaços públicos. Como no caso da iluminação, as câmeras devem ser protegidas contra vandalismo. O problema dos assaltos existe em países de diferentes culturas e níveis de desenvolvimento econômico. Às vezes, é necessário cobrir uma passarela com tela para evitar que vândalos e assaltantes atirem objetos na rua para que os veículos parem. Isso deve ser feito sem interferir com a visibilidade da passarela para a rua e vice-versa.

Passarelas bonitas e esbeltas atraem mais pedestres do que as feias e por isso, quando da elaboração do projeto executivo, deve haver um esforço no sentido de se conceberem passarelas atraentes usando uma estrutura colorida e leve, contribuindo positivamente para o cenário urbano.

3.4 Fatores a Considerar no Projeto de Implantação de Passarelas

Já que evitar os acidentes fatais é a primeira prioridade e evitar ferimentos a segunda, os planejadores devem escolher as passarelas que melhor contribuam para a redução do número de acidentes fatais. Se sobrar dinheiro, podem-se considerar locais caracterizados por acidentes não fatais.

Este critério de priorização não coincide, necessariamente, com os locais dos maiores fluxos de pedestres atravessando a via ou com os que apresentam o maior volume de tráfego. Quando não há atropelamentos registrados ou não se dispõe de dados, a administração deve avaliar o potencial de ocorrência deste tipo de acidente.

Devem ser analisados os fluxos de pedestres atravessando a via em diversas horas do dia e dias da semana, os fluxos de veículos motorizados nas horas em que os pedestres precisam atravessar e as conseqüentes condições de travessia. Essa análise deve ser suplementada por conversas com os moradores e pessoas que trabalham nas

proximidades, juntamente com os policiais e operadores de tráfego familiarizados com o local.

As passarelas devem ser incluídas como parte integrante do projeto de novas vias expressas urbanas, novas rodovias e da ampliação de vias existentes. O seu custo deverá ser incluído no custo total do projeto.

O custo de implantação de uma passarela em uma via existente deve ser considerado como medida de redução de acidentes, a não ser que outras modificações significativas estejam planejadas para a mesma via. O custo deve ser incluído no programa de segurança de trânsito, se houver.

Quando não há uma alternativa aceitável de menor custo e a rodovia, estrada, avenida ou via expressa apresenta um problema grave de acidentes, o coeficiente benefício/custo, a taxa interna de retorno e o valor atual líquido quase sempre demonstram a viabilidade econômica de passarelas. A instalação de passarelas geralmente mostra retornos econômicos mais elevados que a maioria das outras melhorias rodoviárias.

4 SERVIÇOS RODOVIÁRIOS EM TRAVESSIAS URBANAS

O presente Manual pretende ser um guia de todos os serviços rodoviários a realizar no Estado do Paraná que contempla as Especificações de Serviço definidas pelo DER/PR, mas contempla também aspectos práticos para a execução desses serviços. Normalmente, quando se fala de rodovias em termos gerais, está-se referindo de rodovias em meio rural que representam a grande maioria das rodovias.

É sabido, no entanto, que uma rodovia se desenvolve longos quilômetros em meio rural, mas ela atravessa, com mais ou menos frequência, aglomerados habitacionais, vilas e/ou cidades, que exigem nessas travessias algumas modificações nos seus elementos constitutivos que melhor se adequem a um tipo diferente de tráfego, a uma predominância de pedestres que pretendem deslocar-se entre os dois lados da rodovia, a uma maior concentração de interseções de vias urbana, a um outro tipo de dispositivos para drenar as águas das chuvas etc.

É nesse sentido que se pretendeu descrever e caracterizar, nos itens que se seguem, os diversos serviços rodoviários de uma rodovia em meio urbano.

Cabe aqui também salientar que a sinalização vertical, descrita no item 1.1 deste manual, quando inserida no meio urbano, devido à escassez de espaços, possui posicionamento diferenciado, a ser verificado no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

4.1 Pavimento da Pista e Acostamentos

O pavimento da pista e do acostamento normalmente continua com as mesmas características, mas por vezes o acostamento dá lugar a uma faixa suplementar para estacionamento e alguns dispositivos são aplicados no pavimento para obrigar os usuários a reduzirem a velocidade em meio urbano.

4.1.1 Ondulação transversal (lombada) e faixa elevada para pedestres

Este item faz uma descrição das lombadas e faixas elevadas para pedestres que são dispositivos previstos nas Especificações de Serviço DER/PR com a função de forçar os usuários da rodovia a reduzir a sua velocidade, uma vez que estão passando de uma rodovia sem restrições para um segmento de via urbana com características diferentes.

A implantação de lombadas deve seguir as orientações da Especificação DER/PR ES-SV 16/23.

4.1.1.1 Conceitos básicos

Lombadas (ou quebra-molas) são ondulações transversais à via constituídas por dispositivos físicos, colocados acima do pavimento, com a finalidade de reduzir a velocidade dos veículos que passam pelo local (perímetro urbano), a um nível satisfatório, aumentando a segurança de veículos e pedestres em trânsito.

Pode ser executada com material asfáltico, concreto ou outro material que garanta as suas características físicas.

As dimensões da base e da altura dos dispositivos variam de acordo com o tipo a empregar.

a) **TIPO A:**

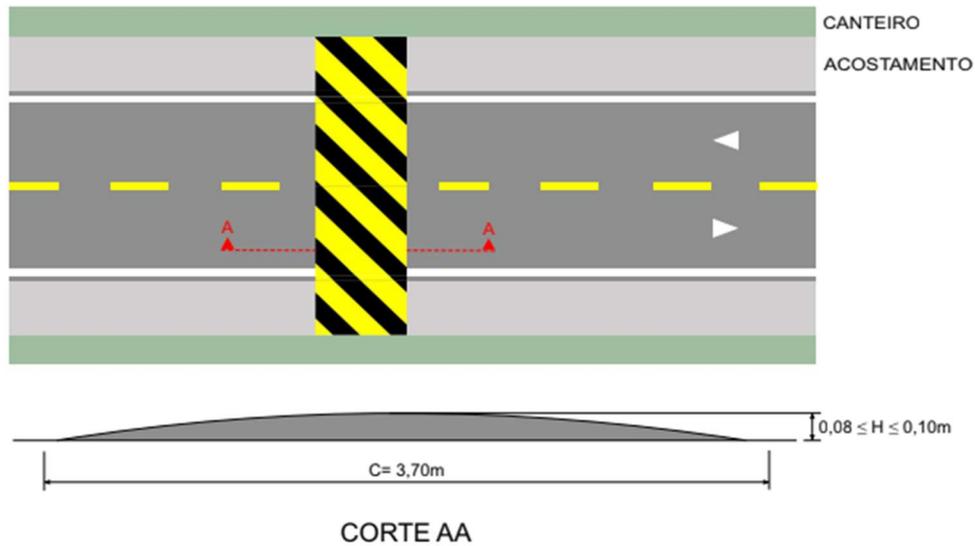
- a.1) L (Largura): igual à da pista, mantendo-se as condições de drenagem superficial em suas laterais;
- a.2) C (Comprimento): 3,70m;
- a.3) H (altura): $0,08 \leq H \leq 0,10\text{m}$.

b) **TIPO B:**

- b.1) L (Largura): igual à da pista, mantendo-se as condições de drenagem superficial em suas laterais;
- b.2) C (Comprimento): 1,50m;

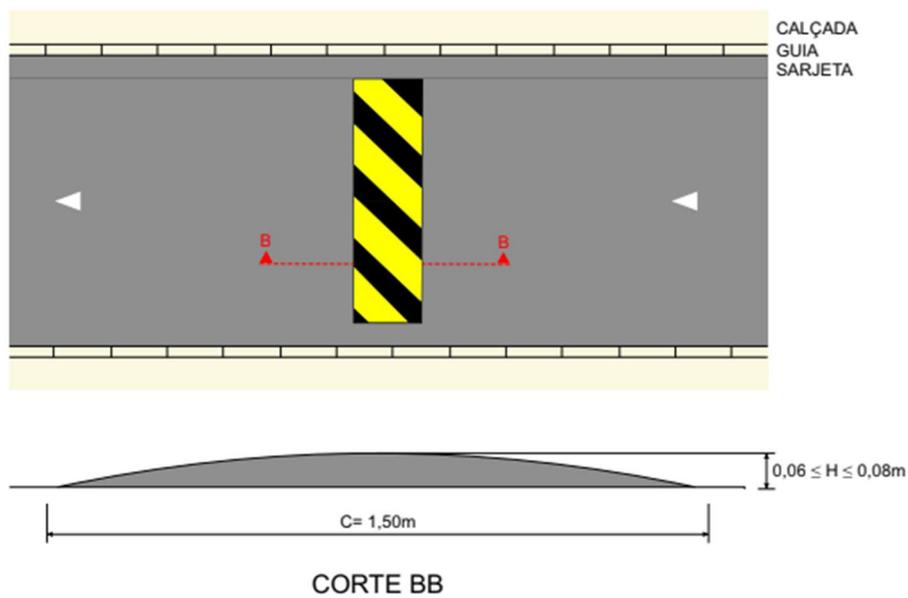
b.3) H (altura): $0,06 \leq H \leq 0,08\text{m}$.

Figura 64 – Lombada Tipo A



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Figura 65 – Lombada Tipo B



Fonte: CONTRAN, 2022f.

4.1.1.2 Relacionamento com outros sinais ou dispositivos

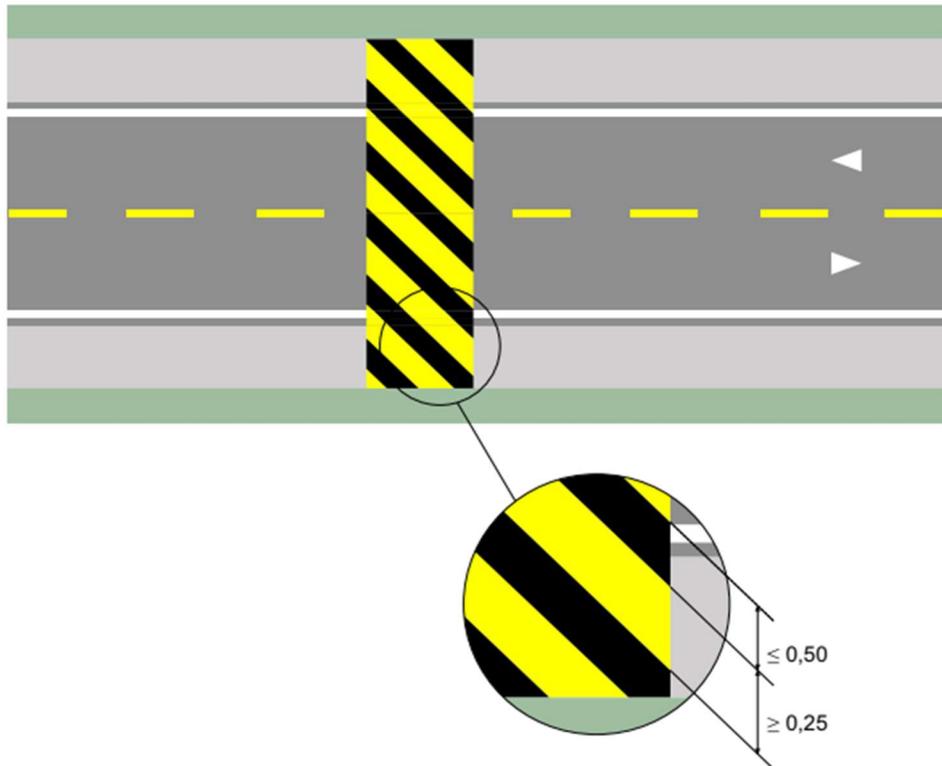
A colocação de ondulação transversal na via deve estar acompanhada da devida sinalização viária, constituída no mínimo de:

- a) A ondulação transversal deve ser demarcada com faixas oblíquas na cor amarela, inclinadas a 45° em relação a seção transversal da via, no sentido horário, com largura mínima de 0,25 m, espaçadas entre si de no máximo de 0,50 m, alternadamente sobre a ondulação;
- b) Sinal de regulamentação R-19 – “Velocidade máxima permitida”, limitando a velocidade em 30 km/h para a ondulação TIPO A, e em 20 km/h para a ondulação transversal TIPO B, sempre antecedendo o obstáculo.
Onde ocorre redução da velocidade regulamentada na aproximação da ondulação transversal, esta deve ser gradativa e sinalizada conforme os critérios estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação do CONTRAN.
Nesse caso, após a transposição do dispositivo, deve ser implantada sinalização de regulamentação de retomada da velocidade anterior a redução.
- c) Sinal de advertência A-18 – “Saliência ou lombada”, antes da ondulação transversal, colocada de acordo com os critérios estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II – Sinalização Vertical de Advertência do CONTRAN.

4.1.1.3 Aspectos relacionados dimensionamento

A instalação de ondulações transversais à pista de rolamento requer um estudo das características relativas à via e ao tráfego local e só será justificável quando existirem índices significativos de acidentes ou riscos potenciais de acidentes, uma vez que esses dispositivos se constituem em medidas altamente restritivas ao tráfego.

Figura 66 – Demarcação de ondulação transversal (lombada)



Fonte: CONTRAN, 2022f.

Quanto às características da via, o "Manual de Sinalização de Trânsito", do CONTRAN, estabelece que para a execução de ondulações transversais (lombadas) os seguintes requisitos devem ser satisfeitos:

- a) Em rodovia: declividade inferior a 4% ao longo do trecho;
- b) Em via urbana e em ramos de acesso de rodovias: declividade inferior a 6% ao longo do trecho;
- c) Ausência de curva ou interferências que impossibilitem boa visibilidade do dispositivo;
- d) Existência de pavimento em bom estado de conservação;
- e) Ausência de guia rebaixada para entrada e saída de veículos;
- f) Ausência de calçada rebaixada para pedestres. Quanto ao volume de tráfego, o mesmo Manual recomenda que seja inferior a 600 veículos por hora, durante os períodos de pico. Para volumes maiores a aplicação dos dispositivos só

poderá ser feita se plenamente justificável por estudos de Engenharia de Tráfego.

Normalmente, empregam-se lombadas em rodovias nas travessias de perímetros urbanos, quando nos projetos não são adotadas soluções de segregação da rodovia, tais como: execução de contorno ou vias expressas.

A ondulação transversal TIPO A só pode ser implantada onde há a necessidade de limitar a velocidade em 30 km/h e em:

- a) Via rural (rodovia) — somente em travessia de trecho urbanizado;
- b) Via urbana coletora;
- c) Via urbana local.

A ondulação transversal TIPO B só pode ser implantada em via urbana local onde não circulem linhas regulares de transporte coletivo e não seja possível implantar a ondulação transversal do Tipo A, reduzindo pontualmente a velocidade máxima para 20 km/h.

Quando utilizadas em série, o espaçamento entre lombadas deve estar compreendido entre 50 m e 200 m.

4.1.1.4 Aspectos relacionados à execução

A localização do dispositivo a ser construído deve seguir as indicações do projeto. Na falta deste, devem-se tomar cuidados especiais no que se refere às condições de visibilidade da via no local escolhido.

A primeira etapa da execução, propriamente dita, refere-se à limpeza do pavimento, na qual serão utilizados equipamentos próprios em função do estado em que se encontrar a pista.

Em qualquer caso, a superfície do pavimento deverá resultar limpa e isenta de graxa, óleo etc.

Com a finalidade de propiciar maior aderência do dispositivo, serão executadas ranhuras na superfície do pavimento, seguidas de uma pintura de ligação. As ranhuras serão executadas com equipamentos manuais e a pintura de ligação, que deverá abranger toda a área da base do dispositivo, poderá ser executada com emulsão asfáltica ou outro material, a critério da Fiscalização.

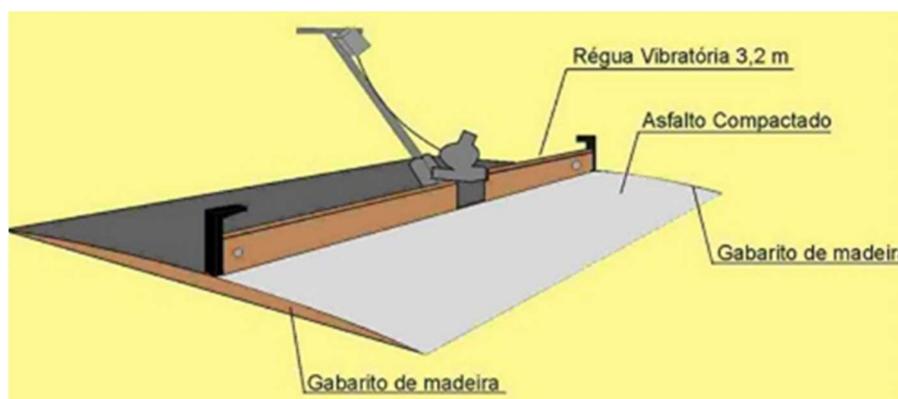
Para auxiliar a conformação das lombadas, deverão ser utilizadas formas de madeira, colocadas transversalmente ao dispositivo. Estas formas terão as dimensões da seção transversal do dispositivo a conformar e serão colocadas a intervalos de aproximadamente 3,00 m.

Posicionadas as formas, a mistura betuminosa ou o concreto de cimento Portland será colocada no espaço entre as mesmas e a conformação do dispositivo será feita com o auxílio de uma régua de madeira ou metálica, com 3,00 m de comprimento, a qual será aplicada transversalmente às formas.

Em seguida, as formas serão retiradas e será procedida a compactação com equipamento apropriado. No caso de lombadas executadas em concreto de cimento Portland, deverão ser utilizados equipamentos que permitam adequado adensamento e homogeneização do material.

A figura a seguir mostra as formas posicionadas para colocação do material da lombada.

Figura 67 – Formas posicionadas antes da colocação do material da lombada



Fonte: Adaptado de WATANABE, R. M., 2015.

4.1.1.5 Aspectos relacionados ao controle

Para assegurar a perfeita execução dos serviços de lombadas os seguintes aspectos devem ser observados:

- a) Os materiais empregados na execução dos dispositivos sejam de boa qualidade e atendam aos requisitos das especificações correspondentes no que diz respeito ao controle tecnológico;
- b) A localização dos dispositivos e os espaçamentos entre eles estejam de acordo com o projeto, respeitadas as tolerâncias previstas na respectiva especificação.
- c) Para o perfeito funcionamento, e mesmo como fator de segurança, é necessário que a forma e dimensões dos dispositivos, estabelecidas no projeto-tipo, sejam respeitadas.
- d) Os dispositivos devem manter as mesmas características (forma e dimensões) em toda a seção transversal da via (inclusive acostamentos).

4.1.1.6 Recomendações especiais

- a) A execução de lombadas deverá ser acompanhada da correspondente sinalização de advertência e regulamentação.
- b) Apesar da sua eficácia como dispositivos redutores de velocidades, os obstáculos tipo lombada quando implantados incorretamente podem transformar-se em agentes causadores de acidentes. Em virtude disso, é essencial que sejam seguidas as indicações de projeto no que se refere à localização, formas, dimensões e espaçamento dos dispositivos, assim como no que se refere à adequada sinalização.

4.1.2 Faixa elevada para pedestres

A faixa elevada para travessia de pedestres é um dispositivo físico de moderação de tráfego implantado transversalmente ao eixo da via, onde o pavimento da pista é elevado até a altura da calçada.

4.1.2.1 Características

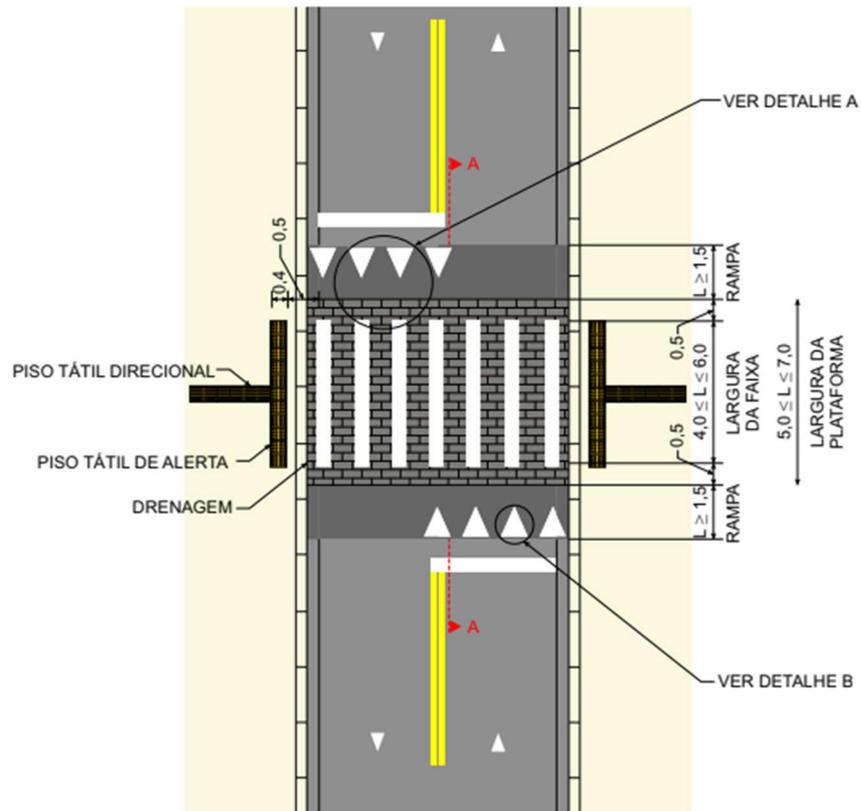
Consiste em uma plataforma elevada em que é implantada faixa para travessia de pedestres, ligando a pista por meio de rampas de transição.

O piso da plataforma pode ser executado com material de textura diferenciada do utilizado na calçada ou na pista para melhoria das condições de segurança na travessia de pessoas com deficiência visual.

A faixa elevada para travessia de pedestres deve atender ao projeto-tipo da e detalhes apresentados nas figuras em sequência, e apresentar as seguintes dimensões:

- a) Comprimento da plataforma: igual à largura da pista, garantidas as condições de drenagem superficial;
- b) Largura da plataforma (L1): no mínimo 4,0 m e no máximo 7,0 m, garantidas as condições de drenagem superficial. Larguras acima desse intervalo podem ser admitidas, desde que devidamente justificadas pelo órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via;
- c) Rampas: o seu comprimento deve ser igual ao da plataforma. A sua largura (L2) deve ser calculada de acordo com a altura da faixa elevada, com inclinação entre 5% e 10% a ser estabelecida por estudos de engenharia de tráfego em função da velocidade e da composição do tráfego;
- d) Altura (H): deve ser igual a altura da calçada, desde que não ultrapasse 0,15 m. Em locais em que a calçada tenha altura superior a 0,15 m, a concordância entre o nível da faixa elevada e o da calçada deve ser feita por meio de rebaixamento da calçada, conforme estabelecido nas normas ABNT.
- e) O sistema de drenagem deve ser feito de forma a garantir a continuidade de circulação dos pedestres, sem obstáculos e riscos a sua segurança.

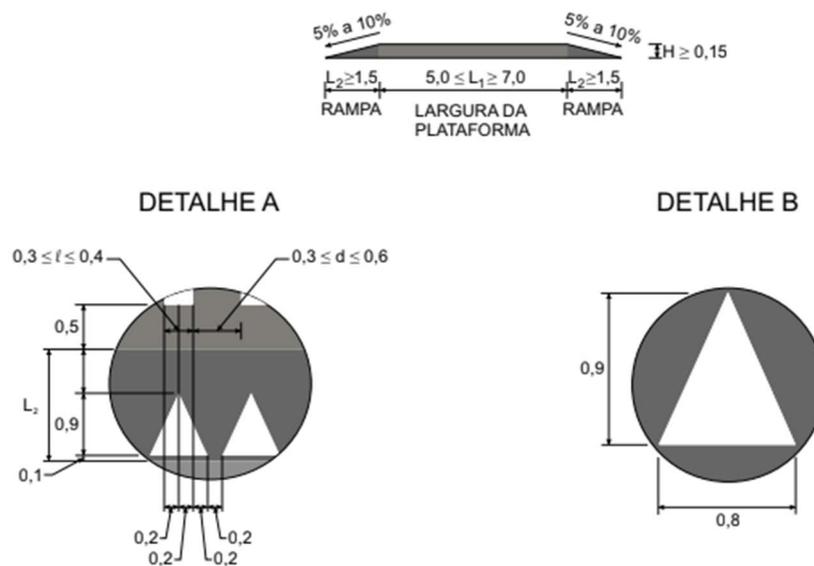
Figura 68 – Projeto tipo de travessia elevada de pedestres



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

Figura 69 – Detalhes do projeto tipo de travessia elevada de pedestres

CORTE AA
MEDIDAS EM METROS
SEM ESCALA



Fonte: Adaptado de CONTRAN, 2022f.

4.1.2.2 Relacionamento com outros sinais ou dispositivos

A colocação de faixa elevada na via deve estar acompanhada da devida sinalização viária, constituída no mínimo de:

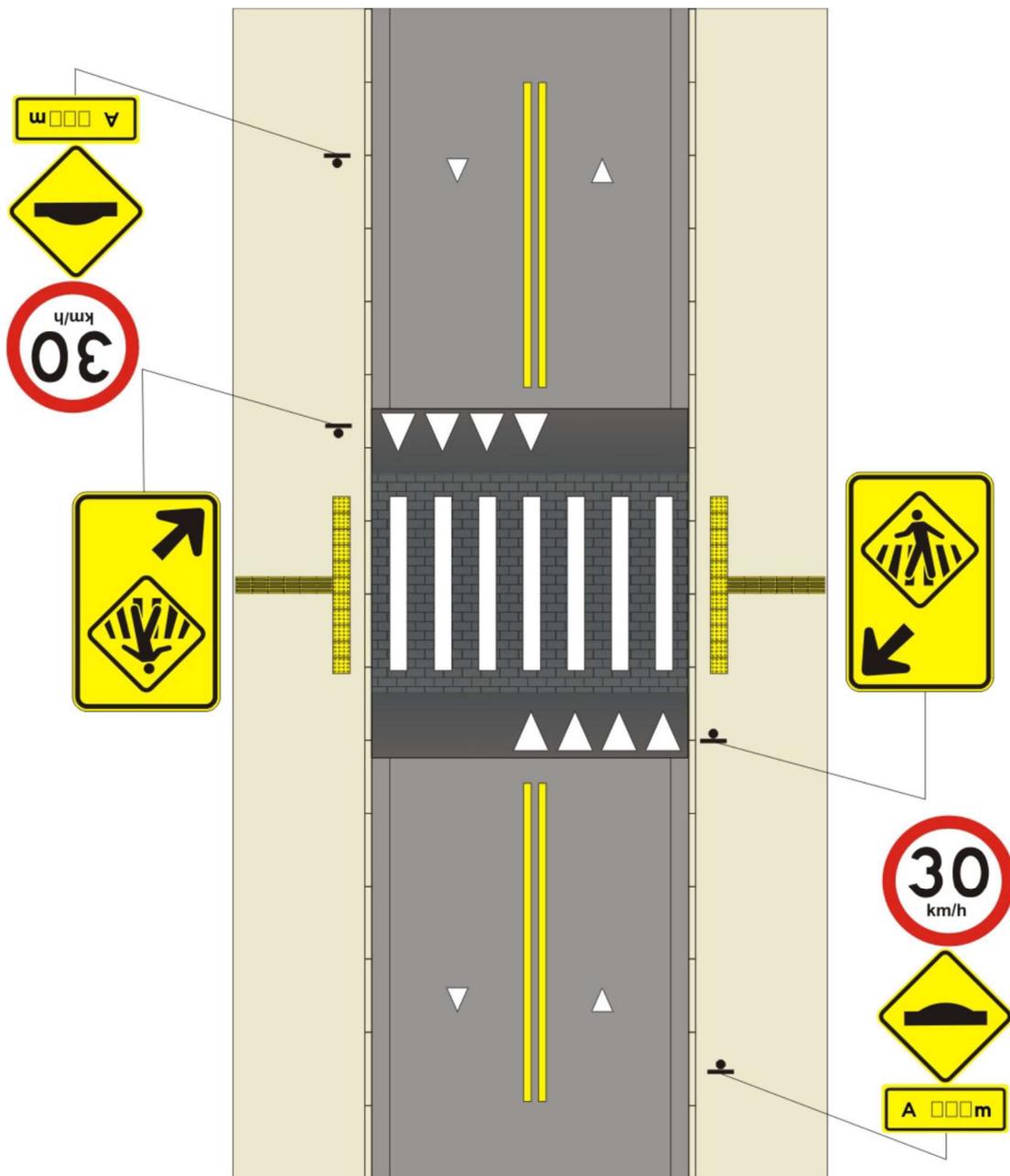
- a) sinal de regulamentação R-19 – “Velocidade máxima permitida”, limitando a velocidade em até 30 km/h, sempre antecedendo a travessia. Onde ocorre redução de velocidade da via, esta deve ser gradativa, conforme critérios estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação do CONTRAN;
Nesse caso, após a transposição do dispositivo, **deve** ser implantada sinalização de regulamentação de retomada da velocidade anterior a redução;
- b) sinal de advertência A-18 – “Saliência ou lombada”, antecedendo o dispositivo, colocado de acordo com os critérios estabelecidos pelo Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II – Sinalização Vertical de Advertência, do CONTRAN;
- c) sinal de advertência A-32b – “Passagem sinalizada de pedestres” ou sinal de advertência A-33b – “Passagem sinalizada de escolares” nas proximidades das escolas, acrescidos de seta de posicionamento junto ao dispositivo;
- d) demarcação de faixa de pedestres do tipo “zebrada” com largura (L3) entre 4,0 m e 6,0 m na plataforma da travessia elevada, conforme critérios estabelecidos no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal, do CONTRAN, admitindo-se largura superior;
- e) a área da calçada próxima ao meio-fio deve ser sinalizada com piso tátil, de acordo com a norma ABNT;
- f) linha de retenção no caso de travessia elevada controlada por sinalização semafórica, a ser implantada de acordo com o disposto no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal, do CONTRAN, respeitada distância mínima de 1,60m antes do início da rampa.

A travessia elevada pode ser acompanhada de:

- a) linhas de estímulo a redução de velocidade;
- b) iluminação diferenciada para travessias;
- c) sonorizadores.

Na Figura a seguir é apresentado um projeto-tipo de sinalização para travessia elevada de pedestres.

Figura 70 – Projeto-tipo de sinalização para travessia elevada de pedestres



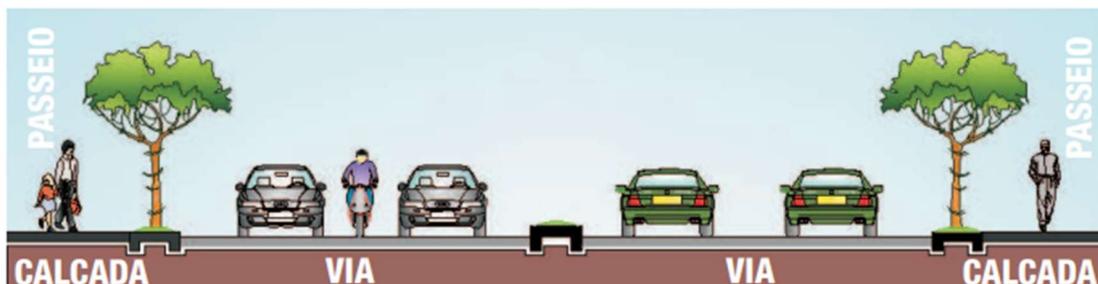
Fonte: CONTRAN, 2022f.

4.2 Calçadas/Passeios

Nas travessias urbanas os taludes desaparecem e em seu lugar dá-se lugar a calçadas, passeios e arranjos urbanos para circulação de pedestres, para dar acesso a estabelecimentos comerciais e praças públicas. Em qualquer situação, os projetos das calçadas devem seguir as orientações contidas na norma ABNT-NBR 9.050.

Segundo o CTB – Código de Trânsito Brasileiro, “calçada” é parte da via urbana, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros fins.

Figura 71 – Perfil da via



Fonte: ITAJAÍ, 2006.

As calçadas são constituídas por três faixas bem distintas pela sua função:

- a) **Faixa de serviço:** destinada à colocação de árvores, rampas de acesso para veículos ou portadores de deficiências, poste de iluminação, sinalização de trânsito e mobiliário urbano como bancos, floreiras, telefones, caixas de passagem de condutos ou cabos, caixas de correio e lixeiras.
- b) **Faixa livre:** a faixa livre é destinada exclusivamente à circulação de pedestres, portanto deve estar livre de quaisquer desníveis, obstáculos físicos, temporários ou permanente ou vegetação. Deve atender as seguintes características:

- possuir superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição;
 - possuir largura mínima de 1,20m (um metro e vinte centímetros);
 - ser contínua, sem qualquer emenda, reparo ou fissura. Portanto, em qualquer intervenção o piso deve ser reparado em toda a sua largura seguindo o modelo original.
- c) **Faixa de acesso ao imóvel:** Faixa de transição entre a faixa livre e o imóvel, principalmente em áreas de recuo pequeno ou inexistente e em locais de comércio e serviços. A largura mínima recomendada é de 0,45 cm.

Figura 72 – Tipos de faixas nas calçadas

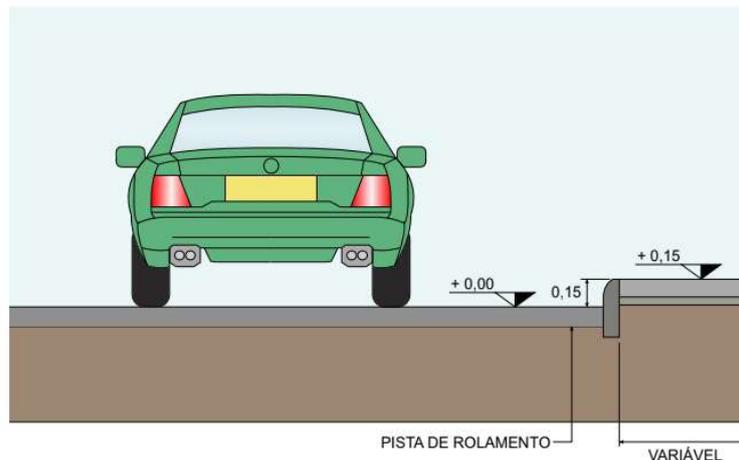


Fonte: Adaptado de CANOAS, 2013.

A calçada é constituída por meios-fios que estabelecem a divisão do pavimento da rodovia e da calçada propriamente dita, que pode ter diferentes acabamentos, consoante a faixa

considerada com acabamentos de diferentes estruturas e cores. Segue-se a descrição dos dois elementos que constituem a calçada.

Figura 73 – Detalhamento do meio-fio



Fonte: Adaptado de ITAJAÍ, 2006.

4.2.1 Meios-fios

Meios-fios são dispositivos posicionados lateralmente ao pavimento com o duplo objetivo de direcionar fisicamente o tráfego circulante e conduzir as águas precipitadas sobre a pista e passeios para bocas-de-lobo, caixas coletoras ou descidas d'água em aterros.

Duas categorias básicas de meios-fios são projetadas, os intransponíveis e os transponíveis. Os primeiros são relativamente altos e de face mais verticalizada, destinados a impedir os veículos de deixar a pista cruzando o meio-fio. Os meios-fios transponíveis são mais baixos e com paramento mais inclinado, de modo que os veículos possam transpô-los quando necessário.

Em cada uma dessas categorias estão disponíveis meios-fios com e sem sarjeta. Os meios-fios com sarjetas são aplicáveis em extensões onde há necessidade de conduzir águas pluviais longitudinalmente, para bocas-de-lobo e caixas coletoras, como ocorre em ruas e avenidas, ou para descidas de água, como em rodovias. O Manual prevê dois tipos de meios-fios com sarjeta, que se distinguem pela seção de vazão, ou pela largura da sarjeta. O meio-fio sem sarjeta é aplicável quando a questão drenagem não intervém ou é de menor

importância relativamente às outras funções desempenhadas, como é o caso de meios-fios colocados diretamente sobre o pavimento acabado, com a finalidade de criar delimitações e delineamentos.

Os meios-fios serão confeccionados em concreto de cimento Portland, sem armadura.

Todos os detalhes de projeto dos meios-fios constam do "Álbum de Projetos-Tipo" do DER/PR.

4.2.1.1 Aspectos relacionados ao projeto

Em travessias urbanas os meios-fios utilizados são na maioria os do tipo intransponível. Assim também, ilhas em interseções que funcionam como refúgio para pedestres devem dispor de meios-fios intransponíveis. Meios-fios transponíveis podem ser utilizados quando, em ruas e avenidas, se deseja dar acesso a garagens e estacionamentos e no delineamento de canteiros centrais e de ilhas canalizadoras em interseções.

Em rodovias o uso de meios-fios ao longo do bordo externo dos acostamentos deve se limitar às extensões onde o seu uso é necessário por questões de drenagem e erosão (condução de águas para descidas d'água em taludes de aterros). O tipo de meio-fio, transponível ou não, deve ser definido pelo projetista.

A introdução de meios-fios não deve ser abrupta, isto é, a sua presença não deve provocar a necessidade de manobras bruscas de parte dos veículos que se aproximam, mesmo que esta necessidade seja apenas psicológica, decorrente de uma sensação de estrangulamento da via. Este cuidado deve ser ainda maior quando se tratar de meios-fios do tipo intransponível.

Resumindo, o tipo e o posicionamento dos meios-fios afetam a circulação e a segurança de uma rodovia. As funções que eles desempenham, e para o atendimento das quais são projetados, tem a ver com controle da drenagem, orientação de fluxos em interseções, condições de acabamento dos serviços, ordenamento do desenvolvimento lateral e

segurança. A partir destas considerações é que o projetista determinará as extensões onde o uso deste dispositivo é conveniente.

4.2.1.2 Aspectos executivos

A especificação prevê três processos executivos distintos, sendo que o primeiro, de moldagem das peças "in loco", é considerado básico, e para o emprego do qual o executante deverá estar preparado. Os outros dois, de emprego de meios-fios pré-moldados e de meios-fios moldados "in loco" com formas deslizantes, constituem opções adicionais, cujo emprego depende, todavia, de aprovação prévia da Fiscalização.

Segue uma descrição das principais etapas executivas:

- a) conformação da porção anexa ao bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto. Execução de um lastro de brita, no caso de meio-fio pré-moldado;
- b) no caso de emprego de meios-fios pré-moldados, a moldagem poderá ser feita independentemente, no próprio canteiro de obras ou em outro local como, por exemplo, em instalações próprias do executante. O produto final deverá atender às exigências da Fiscalização. Em particular, não serão aceitas unidades danificadas nas operações de transporte, manuseio e armazenagem, ou em outra qualquer situação;
- c) no caso de meios-fios moldados "in loco", a etapa seguinte é a de instalação de guias e formas de madeira, com as guias espaçadas de 2,0 m, reduzido este espaçamento nos trechos em curva para permitir melhor delineamento da concordância, devendo ser convenientemente travadas para impedir deslocamentos e assegurar bom acabamento. Antes da operação de concretagem a madeira e o solo de fundação devem ser umedecidos;
- d) ainda no caso de meios-fios moldados "in loco", segue-se a concretagem, com todos os cuidados usuais na execução das operações de lançamento, adensamento e cura. A extensão máxima de cada lance de meio-fio será de 12,0 m, surgindo então a intervalos máximos de 12,0 m juntas de dilatação;

- e) continuando com os meios-fios moldados "in loco", após a cura segue-se a retirada das formas, preenchimento de vazios com argamassa de cimento e areia traço 1:4 e das juntas de dilatação com material asfáltico ou argamassa;
- f) em se tratando de meios-fios pré-moldados, após a preparação da área de assentamento segue-se o assentamento propriamente e a tomada das juntas com argamassa;
- g) se o processo executivo é o de moldagem "in loco" com formas deslizantes, então o concreto é lançado através da forma metálica acoplada a máquina automotriz. A cada 12,0 m no máximo a concretagem deve ser interrompida para a formação de juntas de dilatação, que serão preenchidas com material asfáltico ou argamassa;
- h) acabamento e limpeza: os materiais escavados devem ser espalhados em locais que não prejudiquem o escoamento das águas nem a circulação de veículos e pedestres. Em geral o material pode ser aproveitado para formar os canteiros delimitados pelos meios-fios ou para aterrar as áreas onde serão construídas passeios e outras áreas revestidas. A remoção de detritos e restos de obra deve ser providenciada logo.

4.2.1.3 Aspectos relacionados ao controle

O controle do serviço deve ser uma atividade que se desenvolva continuamente ao longo da realização das etapas construtivas antes descritas.

Com relação aos materiais é condição importante que todos possuam qualidade adequada. As especificações estabelecem as exigências mínimas e fazem referência direta ou indireta (mediante chamada a outras especificações) aos modos como os padrões de qualidade podem ser controlados. Com base em resultados de ensaios e/ou em inspeções em depósitos pode-se avaliar sobre a adequação dos materiais, liberando os ou não.

Devem ser verificadas com cuidado as condições do terreno de assentamento dos meios-fios, o qual deverá se apresentar regularizado e firme, para minimizar a probabilidade de recalque, desalinhamento e trincamento.

Os meios-fios devem possuir as dimensões do projeto tipo considerado. É essencial a continuidade das dimensões e dos alinhamentos, em planta e perfil, para que os meios-fios cumpram suas funções, inclusive estéticas. Desnivelamentos e desalinhamentos entre peças contíguas, não devem ser aceitos.

Cuidar também para evitar descontinuidades entre o meio-fio e o pavimento adjacente, preenchendo vazios com argamassa.

4.2.1.4 Recomendações especiais

Uma primeira recomendação é no sentido de selar adequadamente a junta formada na transição pavimento meio-fio, de modo a evitar a infiltração de água, com as consequências possíveis, como perda de suporte e solapamento. Esta selagem pode ser executada, quando não o tiver sido por ocasião da execução dos meios-fios e/ou do pavimento, com material asfáltico ou argamassa.

Poderá ainda ser conveniente escorar os meios-fios para melhorar sua capacidade de resistir aos empuxos do aterro representado pelo pavimento e a eventuais choques com veículos.

Quanto à contenção lateral, devem ser obedecidas as prescrições especificadas para este tipo de serviço, integrantes do conjunto de serviços de pavimentação.

É recomendado, finalmente, que os meios-fios situados em áreas de interseções, delimitando ilhas e canalizações, sejam pintados de branco, para melhorar as condições de visibilidade noturna.

4.2.2 Calçadas/Passeios propriamente ditos

A calçada, no seu conceito básico de espaço paralelo à via urbana, é aquela que garante o caminhar livre, seguro e confortável de todos os cidadãos. Em qualquer situação, os projetos das calçadas devem seguir as orientações contidas na norma ABNT-NBR 9.050.

4.2.2.1 Conceitos básicos

Para uma melhor compreensão da importância que representa a função de uma calçada é necessário que se entendam os conceitos a seguir descritos que traduzem a regulamentação em vigor:

- a) **Acessibilidade** – as calçadas e passeios devem assegurar a completa mobilidade dos usuários, especialmente às pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida;
- b) **Largura adequada** – deve atender às dimensões mínimas regulamentares da faixa livre;
- c) **Fluidez** – os pedestres devem conseguir andar a velocidade constante;
- d) **Continuidade** – deve servir como rotas acessíveis aos usuários;
- e) **Conforto** - piso liso e antiderrapante, mesmo quando molhado, quase horizontal, com declividade transversal para escoamento de águas pluviais de não mais de 3%. Não devem existir obstáculos dentro do espaço livre ocupado pelos pedestres.
- f) **Segurança** – não oferece aos pedestres nenhum perigo de queda ou tropeço.
- g) **Espaço de socialização** – deve oferecer espaços de encontro entre as pessoas para a interação social na área pública.
- h) **Desenho da paisagem** – propiciar climas e ambientes agradáveis que contribuam para o conforto visual do usuário.

4.2.2.2 Interconectividade e caracterização das calçadas

Para facilitar a interconectividade entre as calçadas de várias vias urbanas e para permitirem o pleno conforto na mobilidade dos cidadãos, elas devem ter acabamentos especiais quando da sua construção como se descreve a seguir.

- a) **Rebaixo nas esquinas:** as calçadas devem ser rebaixadas junto às travessias de pedestres sinalizadas, com ou sem faixa sinalizadora, com ou sem semáforos. Não deve haver desnível entre o término do rebaixamento da

calçada e o nível do pavimento da via. Os rebaixos das calçadas localizados em lados opostos da via devem estar alinhados entre si. Os rebaixos das calçadas devem ser construídos na direção do fluxo de pedestres e a inclinação deve ser constante e não superior a 8,33% (1:12).

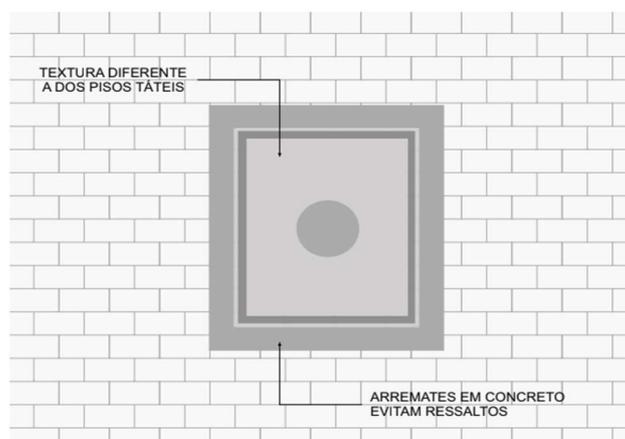
Figura 74 – Rebaixo nas esquinas



Fonte: SÃO PAULO, 2012.

- b) **Rebaixo para acesso a garagens:** Os rebaixos para acesso a garagens devem ser realizados apenas na faixa de serviço e não devem comprometer a faixa livre para a circulação de pessoas.
- c) **Tampas de caixas de inspeção e visita:** As tampas devem estar absolutamente niveladas com o piso onde se situam e eventuais frestas devem possuir dimensão máxima de 15 mm. As tampas devem ser firmes estáveis e antiderrapantes sob qualquer condição e a eventual textura da sua superfície não pode ser similar à dos pisos táteis de alerta ou direcionais.

Figura 75 – Indicação de tampas de caixas de inspeção e visita



Fonte: ITAJAÍ, 2006.

- d) **Grelhas e juntas de dilatação:** As grelhas e juntas de dilatação devem estar, sempre que possível, fora do fluxo principal de circulação. Quando instaladas transversalmente em rotas acessíveis, os vãos resultantes devem ter, no sentido transversal ao movimento, dimensão máxima de 15 mm, para que não constituam obstáculos e não ofereçam riscos à segurança de pedestres, cadeirantes e carrinhos de bebês.

4.2.2.3 Materiais adequados para a construção de calçadas

O material que reveste a calçada é essencial para que esta seja acessível, para tanto ele deve proporcionar uma superfície regular, firme, estável, antiderrapante sob qualquer condição e não deve provocar trepidação em dispositivos com rodas (cadeiras de rodas ou carrinhos de bebês).

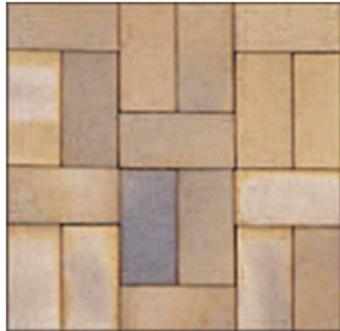
Além disso deve ter boa qualidade, durabilidade e facilidade de reposição. Também é importante considerar os aspectos estéticos, reforçando a linguagem e o conceito dos projetos de reurbanização e manutenção das vias.

Com base no exposto no parágrafo anterior são descritos a seguir os materiais até agora revelados mais adequados para nossas calçadas.

- a) **Pavimentos Intertravados:** pavimento de blocos de concreto pré-fabricados assentados sobre colchão de areia, travados através de contenção lateral e por atrito entre as peças:
- a.1) resistência à compressão: mínimo de 35 Mpa;
 - a.2) modulação: peças retangulares (10 x 20) cm;
 - a.3) espessura do Bloco: 6 cm (tráfego leve), 8 cm (tráfego de veículos leves) e 10 cm (tráfego pesado);
 - a.4) acabamento superficial: Diversidade de cores e formatos;
 - a.5) assentamento: sobre camada de areia com 4 cm espessura sobre base;

- a.6) tipo de base: normalmente para calçadas utiliza-se brita graduada simples compactada sobre solo apilado;
- a.7) armadura: não utiliza, exceto no acesso de automóveis onde deve ser aplicado uma armadura de aço CA-60 (4,2 mm malha 10x10 cm).

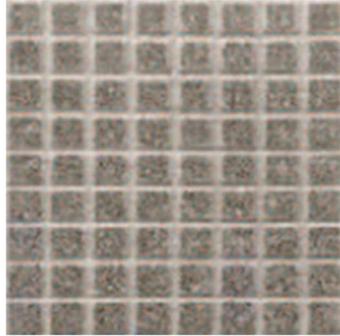
Figura 76 – Pavimento intertravado



Fonte: ITAJAÍ, 2006.

- b) **Placas de concreto vibro-prensado:** pavimento de placas de concreto de alta resistência ao desgaste para acabamento de pisos, assentada com argamassa sobre base de concreto:
 - b.1) resistência à tração na flexão: valor individual: 4,6 Mpa e média = 5,0 Mpa;
 - b.2) espessura mínima da placa: 30 mm;
 - b.3) acabamento superficial: diversidade de texturas e cores;
 - b.4) assentamento: com argamassa mista tradicional ou argamassa colante sobre base (cura mínima de 1 dia);
 - b.5) tipo de base: concreto magro com espessura de 3 cm a 5 cm. Cura mínima de 3 dias);
 - b.6) armadura: não utiliza, exceto no acesso de automóveis onde deve ser aplicado uma armadura de aço CA-60 (4,2 mm, malha 10x10 cm).

Figura 77 – Placa de concreto



Fonte: ITAJAÍ, 2006.

c) **Concreto:** pavimento em concreto de cimento moldado “in loco”:

- c.1) resistência à compressão: mínima de 20 Mpa.
- c.2) espessura: 5 cm a 6 cm (para pedestre), 8 cm a 10 cm (veículos leves) e conforme projeto para veículos pesados.
- c.3) acabamento superficial: Diversidade de texturas e cores.
- c.4) assentamento: sobre camada de areia com 4 cm espessura sobre base.
- c.5) tipo de base: terra compactada com camada separadora de brita.
- c.6) armadura: telas de aço soldadas ou malha armada no local.

Figura 78 – Concreto



Fonte: ITAJAÍ, 2006.

4.2.2.4 Manutenção e limpeza dos pavimentos de calçadas

A limpeza destes tipos de pavimento pode ser feita de forma fácil através de varredura seguida de lavagem com jato de água e sabão neutro.

No que se refere a manutenção, os dois primeiros a) e b) são de fácil manutenção pelo levantamento de placas, reparação e, eventualmente, substituição de algumas peças que se fraturem. Ainda neste aspecto convém mencionar que os dois primeiros tipos de pavimento se adaptam bem ao movimento das raízes de árvores em crescimento.

Já o pavimento de concreto moldado “in loco” tem uma manutenção mais difícil, na medida em que abre rachaduras pelo movimento das raízes das árvores e para reparar algum segmento é necessário quebrar essa parte do pavimento e fazê-lo de novo.

4.2.3 Tubulações para passagem de cabos ou condutos

O pavimento é uma das partes da rodovia mais cara e aquela que proporciona melhor conforto aos usuários numa deslocção em veículos automotores. Por outro lado, nas travessias urbanas existe, com frequência, necessidade de passar cabos ou condutos de pequena dimensão entre os dois lados da rodovia.

Para evitar o corte do pavimento, depois de acabado, para a passagem de um cabo ou de um pequeno conduto entre os dois lados da via, é prudente que na construção de interseções urbanas, sejam colocados tubos plásticos ou outro material, os quais permitam a passagem de cabos ou pequenos condutos a instalar futuramente nos segmentos viários que concorrem numa interseção.

Esses tubos estarão interligados por caixas de passagem com tampa, construídas nas calçadas/passeios para que seja possível acessá-las.

4.3 Sinalização Semafórica

Semáforos são dispositivos de controle de tráfego que, através de indicações luminosas, devidamente programadas, alternam o direito de passagem de correntes de veículos ou de pedestres numa interseção de vias ou numa seção de via.

A sinalização semafórica, adequadamente localizada e operada, constitui-se em valioso instrumento para o controle, fluidez e a segurança do tráfego de veículos e de pedestres. A sua utilização em rodovias deve, no entanto, ser analisada com muito cuidado, tendo em vista as características do tráfego rodoviário, não só no que diz respeito à velocidade, mas também no que se refere à composição do tráfego, especialmente no caso das rodovias brasileiras, onde, geralmente, é bastante significativa a participação de veículos pesados. A utilização de sinalização semafórica deve estar baseada em estudo detalhado de engenharia de tráfego, em que se avaliem a operação de tráfego no local, as características das vias envolvidas, a ocorrência de pedestres e, principalmente, o ambiente operacional, que deve ser predominantemente urbano. Com o deslocamento da população para as áreas urbanas tem-se tornado bastante comum a transformação de trechos de rodovias federais em travessias urbanas.

4.3.1 Requisitos mínimos necessários

A implantação de sinalização semafórica, numa rodovia, é recomendada quando ocorrerem os seguintes fatores:

- a) Descaracterização física da rodovia, na medida em que sua seção transversal tenha assumido forma e função de via urbana, com edificações comerciais e residenciais adjacentes;
- b) Densa urbanização ao longo da rodovia, com incorporação do tráfego local ao tráfego de passagem (travessia urbana);
- c) Ocorrência de acidentes, principalmente em se tratando de um segmento crítico;
- d) Brecha insuficiente no fluxo de veículos da via principal para a realização das manobras de cruzamento e/ou conversão.

Uma vez atendidas as condições das alíneas “a)” e “d)”, a sinalização semafórica somente é passível de instalação, depois de realizado um estudo de engenharia de tráfego para decidir sobre a sua implantação.

Figura 79 – Sinalização de advertência indicando a presença de semáforo



Fonte: iSinaliza.com, 2022.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON POSTES – www.amazonpostes.com.br

ARTERIS. Notícias e releases. Arteris ViaPaulista implanta passarelas para travessia de pedestres em Igaracu do Tietê. 11/11/2020. Disponível em: <https://www.arteris.com.br/fique-por-dentro/noticias-e-releases/arteris-viapaulista-implanta-passerelas-para-travessia-de-pedestres-em-igaracu-do-tiete/>

BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Lei Nº 9.503, de 23 de Setembro de 1997 que institui o Código de Trânsito Brasileiro. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília: 1997. E suas alterações.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação**. Brasília: Contran, 2022a.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume II - Sinalização Vertical de Advertência**. Brasília: Contran, 2022b.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume III - Sinalização Vertical de Indicação**. Brasília: Contran, 2022c.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume IV - Sinalização Horizontal**. Brasília: Contran, 2022d.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume V - Sinalização Semafórica**. Brasília: Contran, 2022e.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume VI – Dispositivos Auxiliares**. Brasília: Contran, 2022f.



_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume VII - Sinalização Temporária**. Brasília: Contran, 2022g.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume VIII - Sinalização Ciclovitária**. Brasília: Contran, 2022h.

_____. Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. **Volume IX – Cruzamentos Rodoferroviários**. Brasília: Contran, 2022i.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias** (IPR Publ. 738). 2ª Edição. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Implantação Básica de Rodovia** (IPR Publ. 742). 3ª Edição. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

_____. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Sinalização Rodoviária** (IPR Publ. 743). 3ª Edição. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

CANOAS, Prefeitura Municipal. **Projeto Calçada Cidadã** [Cartilha]. Canoas: PMC, 2013.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Rodovias que perdoam **Transporte em Foco**. Brasília: CNT, 2021.

ISINALIZA.COM – www.isinaliza.com

ITAJAÍ, Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Projeto Calçadas Seguras** [Cartilha]. Itajaí: SMU, 2006.



PARANÁ. Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná. **Manual de Execução de Serviços Rodoviários**, 2ª Edição, Curitiba: DER/PR, 1996.

PERFIPAR – www.perfipar.com.br

TRIBUNA DO PARANÁ. **Área de escape da BR 277 promete evitar tragédias como a de 2016 no Paraná**. Tribuna do Paraná, 2018.

IASIN SINALIZAÇÃO – www.iasin.com.br

SÃO PAULO. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. **Manual de Sinalização Rodoviária**. São Paulo: DER/SP, 2006.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal. **Programa Passeio Livre: Conheça as regras para arrumar a sua calçada** [Cartilha]. São Paulo: PSP, 2012.

_____. Prefeitura Municipal. Companhia de Engenharia de Tráfego. **Manuais de Sinalização Urbana**. São Paulo: CET, 2012.

SETA SINALIZAÇÃO – www.setassinalizacao.com.br

VIA CIVIL – www.viacivil.com.br

WATANABE, R. M. Página pessoal, Trafegando. **9 – Barreiras de Concreto**. Disponível em: [https://www. https://www.ebanataw.com.br/trafegando/defensa.htm](https://www.ebanataw.com.br/trafegando/defensa.htm). 23/06/2011.

_____. Página pessoal, Trafegando. **Lombadas**. Disponível em: [https://www. https://www.ebanataw.com.br/trafegando/Lombadas.htm](https://www.ebanataw.com.br/trafegando/Lombadas.htm). 04/07/2015.