

VOLUME IX

Cruzamentos Rodoferroviários

**CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO
- CONTRAN -**

DENATRAN

**Ministério da
Infraestrutura**

2021

Presidente da República

JAIR MESSIAS BOLSONARO

Ministro de Estado da Infraestrutura

TARCÍSIO GOMES DE FREITAS

Presidente do Conselho Nacional de Trânsito

TARCÍSIO GOMES DE FREITAS

Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação

Volume II – Sinalização Vertical de Advertência

Volume III – Sinalização Vertical de Indicação

Volume IV – Sinalização Horizontal

Volume V – Sinalização Semafórica

Volume VI – Dispositivos Auxiliares

Volume VII – Sinalização Temporária

Volume VIII – Sinalização Cicloviária

Volume IX – Cruzamentos Rodoferroviário

Conselho Nacional de Trânsito (Brasil). (CONTRAN). Cruzamentos Rodoferroviários / CONTRAN - DENATRAN. 1ª edição – Brasília: CONTRAN, 2021. 121p.: il. (Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito).

Sinalização (Trânsito), legislação, Brasil 2. Trânsito, legislação, Brasil 3. Normas de trânsito, Brasil 4. Código de trânsito, Brasil. Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) ii. Título.

CDD 341.376

Copyright © 2021 – CONTRAN

CONFIDENCIAL

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO

MEMBROS DO CONTRAN

Ministério da Infraestrutura

Ministro de Estado Tarcísio Gomes De Freitas

Presidente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Ministro de Estado Marcos Pontes

Ministério da Educação

Ministro de Estado Milton Ribeiro

Ministério da Defesa

Ministro de Estado Walter Souza Braga Netto

Ministério do Meio Ambiente

Ministro de Estado Joaquim Álvaro Pereira Leite

Ministério da Saúde

Ministro de Estado Marcelo Queiroga

Ministério da Justiça e Segurança Pública

Ministro de Estado Anderson Torres

Ministério das Relações Exteriores

Ministro de Estado Ernesto Henrique Fraga Araújo

Ministério da Economia

Ministro de Estado Paulo Guedes

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ministra de Estado Tereza Cristina Correa Da Costa Dias

EQUIPE TÉCNICA

Câmara Temática de Engenharia de Tráfego e Sinalização de Trânsito

Gestão 2019/2021

Coordenadora

Heloisa Spazapan da Silva

Membros

<i>Daniel Canovas Feijó Araújo</i>	Denatran
<i>Leonardo Silva Rodrigues</i>	DNIT
<i>Alexandre Castro Fernandes</i>	ANTT
<i>Rodrigo Pinto Igreja</i>	DPRF
<i>Rivadavia Oliveira Junior</i>	DETRAN/AL
<i>Daniel Pinheiro Spinelli</i>	PM/PR
<i>Luis Alberto Sakai</i>	DER/DF
<i>Renan Durval Aparecido da Silva</i>	DETRAN/SC
<i>Ana Paula Cesário Fortes</i>	AMC/Fortaleza-CE
<i>Ricardo Leonarczyk Martins</i>	CMTU/Londrina-PR
<i>Carlos Antonio Cruz Mendes</i>	CET/Santos
<i>Gisandra Faria de Paula</i>	SMTDST/Curitiba-PR
<i>Laiz Daleth Alves Coutinho</i>	Prefeitura de Xanxerê/SC
<i>Viviani Cristini Cesar Molino</i>	
<i>Felipe Maia Cabral</i>	
<i>Francisco Arcelino Araújo Lima</i>	
<i>Domitília Fernandes de Araújo Leite</i>	
<i>Jonas Rico</i>	
<i>Laércio Voloch</i>	
<i>Fernando Alonso Garcia</i>	
<i>Marcelo de Souza Veiga Miranda</i>	
<i>Rosângela Maria Battistella</i>	
<i>Maurício Razera</i>	
<i>Clarice Beatriz Serena</i>	
<i>Fernando Dal Zot</i>	

<i>Hélio Antonio Moreira</i>	ABNT
<i>Henrique Teixeira Lopes de Faria</i>	
<i>Misael de Souza Tavares Junior</i>	ARTESP
<i>Leonardo Hitoshi Hotta</i>	
<i>Silvia Cristina Mugnaini</i>	ABSEV
<i>Jorge Eduardo Tannuri</i>	
<i>Newman José Divino Marques da Silva</i>	ABEETRANS
<i>Régis Eidi Nishimoto</i>	
<i>Aline Priscila Bortolotto</i>	AEAM/Maringá-PR
<i>Gilberto Donizetti Delgado</i>	
<i>Tiago Fernandes Távora Veras</i>	CNT
<i>João Guilherme Vogado Abrahão</i>	
<i>Joel Krüger</i>	CONFEA
<i>Fernando Antonio Ramos Gonçalves</i>	

Apoio/DENATRAN

Angela Maria Rocha da Silveira

**Câmara Temática de Engenharia de Tráfego, de Sinalização e da Via
Gestão 2016/2018**

Coordenador
Daniel Mariz Tavares

Membros

<i>Heloisa Spazapan da Silva</i>	DENATRAN
<i>Ítalo Marques Filizola</i>	DNIT
<i>Antônio Gabriel Oliveira dos Santos</i>	
<i>Júlio César Mattos Zambon</i>	DPRF
<i>Marcelo Dullius Saturnino</i>	
<i>Marcel Cabral Costa</i>	DETRAN/PR
<i>Vanessa Sanae Iwamoto</i>	
<i>Jaqueline Mendonça Torres</i>	DETRAN/DF
<i>Daniele Sales Vallentini</i>	
<i>Antônio Alberto Monteiro de Souza</i>	DETRAN/AL
<i>Roseneide Honorato dos Santos</i>	
<i>Mauricio Razera</i>	SETRAN/PR
<i>Gustavo D'Almeida Garret</i>	
<i>Silvana Di Bella Santos</i>	CET/SP
<i>Tadeu Leite Duarte</i>	
<i>Fernando Alonso Garcia</i>	CET/Santos
<i>Marcelo de Souza Veiga Miranda</i>	
<i>Tiago Fernandes Távora Veras</i>	CNT
<i>Olívia Pinheiro</i>	
<i>Hélio Antônio Moreira</i>	ABNT
<i>Henrique Teixeira Lopes Faria</i>	
<i>Joel Kruger</i>	CONFEA
<i>Fernando Antônio Ramos Gonçalves</i>	
<i>Rui Corrêa Vieira</i>	ABDER
<i>Weber Diniz Fernandes Machado</i>	
<i>Newman M. da Silva José Divino</i>	ABEETRANS
<i>Ulysses Carraro</i>	
<i>Renato Mundim</i>	SECIMA-GO
<i>Irapuan Vargas</i>	
<i>Ricardo Alves da Silva</i>	PM/SC
<i>Vanilo Vignola</i>	
<i>Francisco Arcelino Araújo Lima</i>	AMC
<i>Marcelo dos Santos Luna</i>	
<i>Gisandra Faria de Paula</i>	DER/DF
<i>Geraldo Jacinto da Silva Filho</i>	
<i>Ailton Araújo Brandão</i>	
<i>Mario Imura</i>	ARTESP

Apoio/DENATRAN
Fernanda da Silva de Sousa

APOIO TÉCNICO – GRUPO DE TRABALHO

Coordenador

Tiago Fernandes Távora Veras CNT

Membros

Rui Correa Vieira ABDER

Andriele Rodrigues
ABNT

Leonardo Souza Soares

Ticiano Augusto Callai Bragatto
ANTF

Ellen Regina Capistrano Martins

Antônio Apolinário Júnior CNT

Daniel Mariz Tavares
DENATRAN

Heloisa Spazapan da Silva

Roseneide Honorato
DETRAN/AL

Antônio Monteiro

Daniel Pinheiro Spinelli
DPRF

Luís Alberto Sakai

Convidados

Heider Augusto da Silva Gomes
ANTF

Renata Macedo

Cristiano Saito ALSTOM

Wellington Pedro da Silva CBTU MACEIÓ

Fernando Alonso Garcia CET/SANTOS-SP

Renan Durval Aparecido da Silva DETRAN/AL

Rafael Halliday da Cunha VLT CARIOCA

CONFIDENCIAL

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	14
2. INTRODUÇÃO	16
2.1. Caracterização dos veículos ferroviários.....	18
2.2. Princípios da sinalização de trânsito	22
SEÇÃO I – CRUZAMENTOS COM TRENS	24
3. CRUZAMENTO RODOFERROVIÁRIO E SEGURANÇA VIÁRIA.....	24
3.1. Aspectos legais e normativos.....	25
3.1.1. Responsabilidade pela sinalização e manutenção	25
3.1.2. Preferência de passagem em PNs	27
3.2. Conceitos de proteção e sinalização.....	30
3.3. Critérios para determinação dos tipos de proteção e sinalização	31
4. O CRUZAMENTO RODOFERROVIÁRIO	36
4.1. Requisitos de projeto para a PN	36
4.1.1. Implantação	36
4.1.2. Triângulo de visibilidade	37
4.1.3. Drenagem.....	37
4.1.4. Características do pavimento no cruzamento.....	38
4.1.5. Relacionamento com o sistema viário	40
4.2. Elementos ferroviários.....	46
4.2.1. Sinalização acústica	46
4.2.2. Sinalização luminosa	47
4.2.3. Sinalização manual.....	47
4.3. Elementos rodoviários.....	48
4.3.1. Sinalização vertical	48
4.3.2. Sinalização horizontal.....	57
4.3.3. Sinalização semafórica.....	65
4.3.4. Sinalização acústica	66
4.3.5. Dispositivos auxiliares	67
4.4. Projetos-tipo	75
4.4.1. Equipamento de proteção tipo 1	78
4.4.2. Equipamento de proteção tipo 2a.....	80
4.4.3. Equipamento de proteção tipo 2b.....	82
4.4.4. Equipamento de proteção tipo 3a.....	84

4.4.5.	Equipamento de proteção tipo 3b	85
4.4.6.	Equipamento de proteção tipo 3c	87
4.4.7.	Equipamento de proteção tipo 3d	88
4.4.8.	Equipamento de proteção tipo 3e	90
4.4.9.	Equipamento de proteção tipo 3f	91
4.4.10.	Equipamento de proteção tipo 4a	93
4.4.11.	Equipamento de proteção tipo 4b	95
4.4.12.	Equipamento de proteção tipo 5	97
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
	SEÇÃO II – CRUZAMENTOS COM VLTS	102
6.	TRÁFEGO COMPARTILHADO COM VLTS E SEGURANÇA VIÁRIA....	102
6.1.	Aspectos legais	104
6.2.	Sinalização	104
6.2.1.	Sinalização vertical	104
6.2.2.	Sinalização horizontal	112
6.2.3.	Sinalização semafórica viária	114
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
	BIBLIOGRAFIA	118

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 3-1	35
Figura 4-1	39
Figura 4-2	39
Figura 4-3	39
Figura 4-4	42
Figura 4-5	43
Figura 4-6	44
Figura 4-7	45
Figura 4-8	50
Figura 4-9	50
Figura 4-10	51
Figura 4-11	52
Figura 4-12	53
Figura 4-13	53
Figura 4-14	54
Figura 4-15	55
Figura 4-16	56
Figura 4-17	56
Figura 4-18	57
Figura 4-19	59
Figura 4-20	60
Figura 4-21	61
Figura 4-22	62
Figura 4-23	63
Figura 4-24	64
Figura 4-25	64
Figura 4-26	66
Figura 4-27	68
Figura 4-28	69
Figura 4-29	70
Figura 4-30	70
Figura 4-31	70
Figura 4-32	71
Figura 4-33	71
Figura 4-34	72
Figura 4-35	73
Figura 4-36	74
Figura 4-37	76
Figura 4-38	79
Figura 4-39	79
Figura 4-40	81
Figura 4-41	81
Figura 4-42	83

Figura 4-43	83
Figura 4-44	84
Figura 4-45	85
Figura 4-46	86
Figura 4-47	86
Figura 4-48	88
Figura 4-49	88
Figura 4-50	89
Figura 4-51	89
Figura 4-52	91
Figura 4-53	91
Figura 4-54	92
Figura 4-55	92
Figura 4-56	94
Figura 4-57	94
Figura 4-58	96
Figura 4-59	97
Figura 4-60	98
Figura 4-61	99
Figura 6-1	105
Figura 6-2	105
Figura 6-3	107
Figura 6-4	107
Figura 6-5	107
Figura 6-6	108
Figura 6-7	108
Figura 6-8	109
Figura 6-9	109
Figura 6-10	110
Figura 6-11	110
Figura 6-12	110
Figura 6-13	111
Figura 6-14	111
Figura 6-15	112
Figura 6-16	112
Figura 6-17	113
Figura 6-18	114
Figura 6-19	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 2-1	22
Quadro 4-1	77

1. APRESENTAÇÃO

O **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, elaborado pela Câmara Temática de Engenharia de Tráfego e Sinalização de Trânsito, abrange as sinalizações verticais e horizontais, dispositivos auxiliares, sinalização semafórica e sinalização temporária determinadas pela Resolução Contran nº 160, de 22 de abril de 2004, sendo composto dos seguintes Volumes:

Volume I – Sinalização Vertical de Regulamentação

Volume II – Sinalização Vertical de Advertência

Volume III – Sinalização Vertical de Indicação

Volume IV – Sinalização Horizontal

Volume V – Sinalização Semafórica

Volume VI – Dispositivos Auxiliares

Volume VII – Sinalização Temporária

Volume VIII – Sinalização Cicloviária

Volume IX – Cruzamentos Rodoferroviários

O Departamento Nacional de Trânsito – Denatran, no uso de suas atribuições, definidas no Artigo nº 19, inciso XIX, do Código de Trânsito Brasileiro – CTB^[1], de organizar, elaborar, complementar e alterar os manuais e normas de projetos de implementação da sinalização, dos dispositivos e equipamentos de trânsito aprovados pelo Conselho Nacional de Trânsito – Contran, apresenta o Volume IX do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, aprovado pela Resolução Contran nº **YYY/XX de XX de MM** de 2021.

^[1] Instituído pela lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997.

Este Volume IX trata dos elementos de sinalização e proteção dos cruzamentos rodoferroviários. Trata-se de atualização do Manual de Cruzamentos Rodoferroviários, elaborado pelo Denatran, pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem/ Instituto de Pesquisas Rodoviárias e pela Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia. Esse manual foi publicado na Coleção Serviços de Engenharia em 1979, tendo uma 2ª edição em 1987.

A presente atualização foi elaborada pelo Grupo Técnico constituído pelo Denatran (Portarias nº 110/2017 e 257/2017) e aprovada pela Câmara Temática de Engenharia de Tráfego e Sinalização de Trânsito. Incorpora, ainda, as alterações determinadas pelo Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, através da Resolução nº 160/2004. Nessa atualização foram consultados diferentes manuais utilizados no Brasil, bem como manuais estrangeiros e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT^[2]. Destaca-se que, nas referências a manuais, resoluções e normas nesta publicação, devem ser consideradas as suas versões mais recentes em vigor, salvo os casos em que, na citação, houver indicação de uma data – e, portanto, de uma edição específica.

O Manual está organizado em duas seções, sendo a Seção I correspondente aos cruzamentos com trens. A Seção II, incluída na presente edição, trata dos elementos de sinalização e proteção dos cruzamentos e das vias em tráfego compartilhado por onde circulam os Veículos Leves sobre Trilhos – VLTs. Em ambas as seções são apresentadas, para os respectivos elementos de sinalização e proteção, as suas definições, características, princípios de utilização e colocação na via. Além disso, há exemplos de aplicação (projetos-tipo) e relacionamento com outras sinalizações.

Apesar de se tratarem igualmente de veículos ferroviários, trens e VLTs têm características operacionais distintas, com conseqüentes diferenças no tipo de inserção no território e, em particular, na sua relação com o sistema rodoviário. Convém destacar que, em alguns sistemas, adota-se a terminologia ‘VLT’ por razões comerciais, ainda que, segundo critérios operacionais e de segurança, devam ser considerados como trens. Desta forma, recomenda-se, previamente à consulta das Seções I e II, a leitura do item 2.1 (na Introdução), que trata da caracterização dos veículos ferroviários e da diferenciação entre trens e VLTs. Permitir-se-á, assim, que sejam adotados, para cada modo de transporte, consoante as suas características – independentemente da denominação –, os tipos de sinalização e proteção adequados.

^[2] Os documentos consultados estão listados na Bibliografia.

2. INTRODUÇÃO

O Brasil é verdadeiramente um país de dimensões continentais, com uma área total^[3] de 8.510.820,623 km². Devido a isso, para dar conta das necessidades de transporte nacionais, o país teve que se valer, historicamente, de diferentes modos de transporte, tanto de passageiros como de cargas.

O grande momento de expansão das ferrovias brasileiras se deu no período da chamada República Velha (1889 – 1930)^[4], quando a malha ferroviária passou de cerca de 9.500 km para cerca de 29.000 km.

Os primeiros grandes investimentos na infraestrutura rodoviária deram-se na década de 1920, no governo de Washington Luís, que ficou famoso por seu slogan de governo: “governar é abrir estradas”.

Do governo de Getúlio Vargas (1930 – 1945) em diante, prosseguiram os investimentos em infraestrutura de transporte rodoviário, enquanto as ferrovias foram deixadas em segundo plano, fazendo com que o modo rodoviário seja, atualmente, responsável pelo transporte da maior parte dos passageiros e das cargas.

Embora normalmente os modos rodoviário e ferroviário funcionem de forma segregada, a ampliação das malhas rodoviária e ferroviária, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, fez com que, em diversos locais, houvesse pontos de contato entre os dois modos de transporte, o que pode ser percebido, de forma emblemática, nas Passagens em Nível (PN).

O processo de industrialização e desenvolvimento econômico do Brasil levou, de forma paralela, a um processo histórico de crescimento e desenvolvimento das cidades, o que resultou em uma forte interação rodoferroviária nas passagens em nível.

Como os modos ferroviário e rodoviário têm as suas especificidades e lógica próprias, as passagens em nível podem ser consideradas como pontos sensíveis e críticos que necessitam de um aumento na sua segurança e na do seu entorno, de forma a evitar acidentes que têm um grande potencial de letalidade.

^[3] IBGE, 2019.

^[4] O advento das ferrovias no Brasil remonta aos anos 1850. Esse sistema de transporte evoluiu inicialmente de forma lenta, passando a uma maior expansão a partir dos anos 1870, com investimentos privados, e, de forma acelerada, no citado período da República Velha, sendo então o Estado obrigado a assumir o controle de empresas em dificuldades financeiras (ANTF, 2020).

De fato, os acidentes em passagens em nível trazem uma grande preocupação para as concessionárias^[5] do transporte ferroviário, órgãos governamentais e população, pois, além dos seus impactos sociais, paralisam e retardam o transporte ferroviário, gerando inúmeros prejuízos financeiros e logísticos. Para que se tenha uma noção da importância de se sinalizar adequadamente as passagens em nível, de acordo com a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF, no Brasil existem aproximadamente 12.000 passagens em nível^[6].

A Lei nº 5.108/1966 (Código de Trânsito Nacional) – que regia, na época, o trânsito brasileiro –, foi revogada e substituída pela Lei nº 9.503/1997 – Código de Trânsito Brasileiro (CTB), de 23 de setembro de 1997, que entrou em vigor em 22 de janeiro de 1998. Percebeu-se, na ocasião da entrada em vigor do CTB, a necessidade de atualização da legislação de trânsito brasileira relativa aos cruzamentos rodoferroviários, conforme as exigências contemporâneas.

Além desta alteração legislativa, quando se leva em conta o vertiginoso crescimento urbano dos últimos 30 anos, com o correspondente crescimento dos volumes no transporte ferroviário, passando de 253 milhões de toneladas em 1997 para 494 milhões de toneladas em 2019, fica patente a necessidade de instituir novos parâmetros e regras para a sinalização dos cruzamentos rodoferroviários.

Devemos ter em conta, também, que atualmente, diversas cidades do Brasil passaram a investir em novas tecnologias de transportes sobre trilhos, como por exemplo os Veículos Leves sobre Trilhos – VLTs, os quais têm uma forma de inserção no ambiente urbano e relações com outros modos de transporte que eram inexistentes até alguns anos atrás.

Embora o Código de Trânsito Brasileiro tenha instituído que os veículos que se deslocam sobre trilhos terão preferência de passagem (Lei nº 9.503/97, Art. 29, XII), as passagens em nível continuam sendo os locais com maior concentração de acidentes da malha ferroviária e, portanto, suscitam esforços para aprimorar a normatização, especialmente quanto à sua sinalização.

O interesse social demanda segurança viária como premissa básica para o bom funcionamento dos fluxos de pessoas, a circulação de bens e a garantia da mobilidade urbana. O desenvolvimento dos núcleos urbanos, com grande crescimento

^[5] Define-se “concessionária” como a empresa à qual foi concedida a exploração e o desenvolvimento do serviço público de transporte ferroviário em uma determinada malha.

^[6] ANTF, 2019.

populacional e grande expansão da frota de veículos automotores, nas últimas duas décadas, acentuou o desafio de propiciar um ambiente seguro para todos os usuários das vias públicas em todos os momentos, e, em especial, naqueles em que veículos automotores se aproximam dos cruzamentos com vias férreas para a sua transposição.

Por tudo o que foi exposto, impõe-se a necessidade de atualização da normatização pertinente às ferrovias no que tange à sinalização dos cruzamentos rodoferroviários, em consonância com a atualização da normatização específica da sinalização das vias rodoviárias para esse mesmo ponto de interseção das vias.

Buscou-se, na elaboração deste Manual, valorizar a sintonia com os demais órgãos públicos e comitês técnicos a fim de que se pudesse aproveitar ao máximo os trabalhos já realizados nessa área e oferecer algumas melhorias de fácil assimilação por todos os envolvidos.

2.1. Caracterização dos veículos ferroviários

Conforme referido na Apresentação, importa diferenciar as modalidades de transporte ferroviário, segundo as suas características operacionais. Ao consultar o presente Manual, deve-se ter claramente essa distinção, com o intuito de saber em qual das seções – I (trens) ou II (VLTs) – se enquadra o modo de transporte em análise e para adotar, de forma adequada, os correspondentes tipos de sinalização e proteção.

Os diversos sistemas de transporte ferroviário distinguem-se, entre outros aspectos, pelo nível de segregação em relação ao tráfego rodoviário e pelo tipo de tração. Os sistemas ferroviários de transporte de passageiros, em particular, são categorizados ainda segundo a sua capacidade de transporte, a exemplo dos trens, VLTs e bondes. Em alguns sistemas, adota-se determinada terminologia – como ‘metrô’ ou ‘VLT’ – sem qualquer amparo técnico, por razões meramente comerciais. Apesar disso, para fins de sinalização e proteção, deve-se ter em conta critérios operacionais e de segurança para essa classificação.

Os trens, quer sejam de carga ou de passageiros, têm uma grande capacidade de transporte. Decorre, do seu elevado peso próprio, e também do peso transportado, que esses veículos têm uma significativa inércia, que corresponde a uma resistência à variação de velocidade – quer seja em aceleração, quer em desaceleração. Os VLTs,

por outro lado, caracterizam-se pela utilização de material rodante^[7] mais leve, em comparação com os trens, sendo considerados uma modalidade de transporte de média capacidade. Usualmente, os VLTs têm, em comparação com os bondes tradicionais, maior capacidade de transporte e maior segregação em relação ao tráfego rodoviário – podendo ser parcial ou total – e, conseqüentemente, melhor desempenho operacional.

Na segregação total não há travessias ou partilha de espaço com outros veículos e pedestres. Na segregação parcial, por sua vez, são permitidos atravessamentos pontuais. No tráfego misto, ou compartilhado, não há separação entre a circulação sobre trilhos e os demais fluxos na via, quer sejam de veículos ou de pedestres. Quanto maior a segregação, maior será a capacidade de transporte. Destaca-se que, *“para a circulação em superfície de bondes e VLTs, é utilizado um tipo de trilho integrado e nivelado ao pavimento, que permite a partilha do espaço com os veículos sobre pneus”*^[8].

Os tipos de proteção adotados na Seção I correspondem a uma circulação ferroviária predominantemente segregada em relação ao tráfego rodoviário, na qual os cruzamentos entre os dois fluxos ocorrem apenas nas passagens em nível, devidamente sinalizadas. Nesse tipo de circulação, os veículos ferroviários, dada a sua velocidade, peso próprio e taxa de frenagem (desaceleração), demandam um nível superior de proteção – em comparação com as situações previstas na Seção II.

Quanto às definições adotadas para as modalidades de transporte ferroviário, no seu Anexo I, o CTB define bonde como o *“veículo de propulsão elétrica que se move sobre trilhos”*.

De acordo com a Resolução do Contran nº 585, de 23 de março de 2016, em seu Art. 2º, define-se VLT como *“o veículo de mobilidade urbana para transporte coletivo de passageiros de tração automotora ou elétrica, que se move sobre trilhos e que compartilha a mesma via, concorrendo com outros tipos de veículos e pedestres, em faixas segregadas ou não”*. A norma ABNT NBR 14035^[9], por sua vez, define VLT como o *“veículo de média capacidade, guiado por trilhos metálicos, cujo equipamento e*

^[7] Define-se “material rodante” como o conjunto de material de tração (locomotivas e automotores) e do material de transporte (carros e vagões) (GEIPOT, 1997).

^[8] CNT, 2016.

^[9] A norma em questão trata de “Veículo leve sobre trilhos – Requisitos para material rodante”.

infraestrutura são tipicamente mais leves que as usadas em sistemas metropolitanos ou ferroviários de longo percurso, possibilitando sua inserção no meio urbano”.

A inserção no meio urbano de que trata a norma relaciona-se também com a chamada operação em marcha à vista. Nesse tipo de marcha, o condutor deve adaptar a velocidade de sua composição de acordo com a velocidade máxima estipulada para cada trecho, levando em conta a parte de via livre visível, de maneira a poder parar com segurança diante de qualquer obstáculo e manter, em qualquer circunstância, uma distância mínima em relação aos veículos, pedestres e ciclistas que o precedem.

Nesse sentido, definem-se, na norma ABNT NBR 14035, como requisitos gerais, que o *“VLT deve ser projetado e construído de forma que ofereça (...) reduzidos tempos de imobilização (...); “deve operar adequadamente na via de forma a operar sem perturbações na integração com o tráfego” e deve permitir “frequentes acelerações e frenagens a curtas distâncias”.*

Define-se, ainda, que *“o sistema de tração e frenagem elétrica deve ser capaz de desenvolver as taxas de aceleração/desaceleração e desempenho, especificadas nas diversas condições de via, carga e velocidade, oferecendo segurança, eficiência, confiabilidade e facilidades de manutenção, permitindo desempenho operacional do VLT”.*

Convém salientar que um aspecto importante na interação com o sistema rodoviário, quer em cruzamento, quer em modo compartilhado, está relacionado com o tempo de imobilização do veículo ferroviário até a sua parada total – caso se mostre necessária. Ocorre que os trens, dada a sua grande inércia, mesmo a baixa velocidade, geralmente não podem ser imobilizados a tempo em caso de conflito com veículos rodoviários.

Considerado o exposto, apesar de a capacidade de transporte, o tipo de tração e o nível de segregação poderem ser considerados na classificação das modalidades, adotou-se neste Manual a taxa de desaceleração – ou de frenagem – como a característica diferenciadora entre os veículos ferroviários. Trata-se do critério mais relevante para efeito de distinção entre as modalidades e de definição das correspondentes medidas de proteção e sinalização em relação ao tráfego rodoviário. Deve ser considerada a chamada frenagem de serviço, e não a de emergência, que, apesar de ser superior à primeira, só deve ser utilizada em situações de iminente risco.

Analizadas as taxas de frenagem de serviço em diversos sistemas ferroviários em operação no Brasil – nos quais se incluem trens de carga, trens de passageiros, metrô

de superfície e VLTs –, constatou-se que os veículos que operam em tráfego compartilhado, com condições adequadas de segurança, apresentam taxa de desaceleração igual ou superior a $1,2 \text{ m/s}^2$. Tal taxa garante que, mediante conflito com qualquer outro elemento do sistema rodoviário – respeitadas as demais condicionantes de circulação, tais como a velocidade máxima admitida –, o veículo será imobilizado de modo a evitar uma colisão. Nessa análise foram consideradas as especificações técnicas definidas pelos fabricantes e operadores, em situações convencionais de circulação. A operação, ainda, deve ser ajustada de modo a que sempre seja atendida a taxa de desaceleração indicada, independentemente de situações climáticas adversas, tais como chuva.

Refere-se, a título de comparação, que a taxa de desaceleração adotada no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume V – Sinalização Semafórica, para os veículos rodoviários, corresponde a $3,0 \text{ m/s}^2$. Trata-se de uma taxa de frenagem considerada razoável para a imobilização do veículo, após os tempos de percepção e reação do condutor.

A diferença entre os valores ($1,2 \text{ m/s}^2$ e $3,0 \text{ m/s}^2$) está relacionada com as características operacionais de cada modo de transporte. Nesse sentido, determinados veículos ferroviários podem até mesmo apresentar uma taxa de frenagem de emergência igual ou superior a $1,2 \text{ m/s}^2$, não sendo, entretanto, aceitável que circulem em tráfego compartilhado, por se tratar (a frenagem de emergência) de uma situação excepcional, que pode oferecer riscos aos passageiros.

Em resumo, ao consultar o presente Manual com o propósito de aplicar as suas orientações em uma situação real em que haja a interseção dos tráfegos rodoviário e ferroviário, deve-se observar a taxa de frenagem de serviço da modalidade de transporte ferroviário em análise. Caso esta seja inferior a $1,2 \text{ m/s}^2$, devem ser adotados os elementos de sinalização e proteção da Seção I. Por outro lado, caso a taxa em questão seja igual ou superior a $1,2 \text{ m/s}^2$, deve-se adotar as orientações da Seção II, conforme compilado no Quadro 2-1. Nas situações em que circulem, em uma mesma linha, veículos ferroviários com características distintas, deve ser considerado o caso com a taxa de frenagem de serviço mais baixa – em valores absolutos.

Taxa de frenagem de serviço	Classificação	Seção
< 1,2 m/s ²	Trem	I
≥ 1,2 m/s ²	VLT	II

Quadro 2-1

2.2. Princípios da sinalização de trânsito

Na concepção e na implantação da sinalização de trânsito, deve-se ter como princípio básico as condições de percepção e compreensão pelos usuários da via, garantindo a sua real eficácia.

Para isso, é preciso assegurar à sinalização de cruzamentos rodoferroviários os princípios a seguir descritos:

Legalidade	Obedecer ao Código de Trânsito Brasileiro – CTB e legislação complementar.
Padronização	Seguir um padrão legalmente estabelecido: situações iguais devem ser sinalizadas com o mesmo critério.
Suficiência	Permitir fácil percepção do que realmente é importante, com quantidade de sinalização compatível com a necessidade.
Clareza	Transmitir mensagens de fácil compreensão. Evitar a ocorrência de informação conflitante no direito de passagem.

Precisão e
confiabilidade

Ser precisa e confiável.

Corresponder à situação existente.

Visibilidade e
legibilidade

Ser perfeitamente visível e legível durante o dia e a noite, à distância necessária.

Ser lida e interpretada em tempo hábil para a tomada de decisão.

Manutenção e
conservação

Estar permanentemente limpa, conservada, fixada e visível.

Sofrer as adequações necessárias, tais como redimensionamento, atualização e remoção, acompanhando a dinâmica do trânsito.

SEÇÃO I – CRUZAMENTOS COM TRENS

Esta Seção está subdividida nos capítulos “Cruzamento rodoferroviário e segurança viária” (no qual se detalham aspectos legais e normativos, se conceituam a sinalização e os tipos de proteção e se definem critérios para a determinação dos tipos de proteção e sinalização em uma PN) e “O cruzamento rodoferroviário” (com os requisitos de projeto para uma PN, o detalhamento dos elementos rodoviários e ferroviários de sinalização e proteção e a apresentação dos seus projetos-tipo).

3. CRUZAMENTO RODOFERROVIÁRIO E SEGURANÇA VIÁRIA

Os cruzamentos rodoferroviários ou passagens em nível (PN) são interseções formadas pelo cruzamento de uma via ferroviária e uma via rodoviária, as quais possuem características físicas e operacionais distintas.

O Código de Trânsito Brasileiro, em seu Anexo I, define passagem em nível como *"todo cruzamento de nível entre uma via e uma linha férrea ou trilho de bonde com pista própria."*

Considerando-se que as passagens em nível são locais de fluxos heterogêneos – rodoviário, ferroviário, ciclovário e pedestres –, verifica-se a necessidade de regularização da sinalização para o trânsito nos cruzamentos, objetivando a preservação da vida e da segurança de todos os intervenientes no trânsito.

Desta forma, as passagens em nível precisam estar adequadas a um projeto de segurança viária, devendo seguir um projeto de sinalizações ferroviária e rodoviária, contemplando dispositivos de segurança para todos os usuários e modos de transporte inseridos no sistema e utilizando como base o Código de Trânsito Brasileiro e outras normas aplicáveis à ferrovia e à acessibilidade.

O projeto de segurança viária em passagens em nível é o conjunto de medidas, normas e sinalizações ferroviária e rodoviária que tem a finalidade de fornecer informações aos usuários sobre o cruzamento em nível, para que os mesmos possam agir em conformidade com a legislação vigente, promovendo a segurança e aumentando o nível de serviço.

3.1. Aspectos legais e normativos

Para a elaboração deste Manual, adotaram-se os índices, classificações e conceitos descritos nas normas da ABNT aplicáveis aos cruzamentos rodoferroviários, a exemplo do grau de importância (Gi), do momento de circulação (MC), da classificação rodoviária e do triângulo de visibilidade. Foram ainda consideradas as normas relativas aos requisitos técnicos dos elementos de sinalização e proteção e à acessibilidade em geral. Foi adotada ainda a legislação vigente para os modos ferroviário e rodoviário.

Assim, a sinalização dos cruzamentos rodoferroviários deve atender ao seguinte:

- a) para o tráfego ferroviário, deve estar em conformidade com o Regulamento de Operação Ferroviária (ROF) da concessionária e com as normas técnicas aplicáveis à ferrovia e;
- b) para o trânsito rodoviário, estar em conformidade com a legislação vigente – em particular, o Código de Trânsito Brasileiro – e com as normas técnicas da ABNT.

3.1.1. Responsabilidade pela sinalização e manutenção

Quanto à responsabilidade pela sinalização e manutenção, o Código de Trânsito Brasileiro torna patente a obrigação legal da Administração Pública em sinalizar e manter o cruzamento rodoferroviário:

“Art. 21. Compete aos órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

I - cumprir e fazer cumprir a legislação e as normas de trânsito, no âmbito de suas atribuições;

[...]

III - implantar, manter e operar o sistema de sinalização, os dispositivos e os equipamentos de controle viário;

[...]”

“Art. 24. Compete aos órgãos e entidades executivos de trânsito dos Municípios, no âmbito de sua circunscrição:

I – cumprir e fazer cumprir a legislação e as normas de trânsito, no âmbito de suas atribuições;

[...]

III – implantar, manter e operar o sistema de sinalização, os dispositivos e os equipamentos de controle viário;

[...]”

“Art. 90.

[...]

§ 1º O órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via é responsável pela implantação da sinalização, respondendo pela sua falta, insuficiência ou incorreta colocação.

[...]”

Refere-se ainda, a respeito da fixação dos pontos de cruzamento das linhas ferroviárias, o Decreto nº 1.832, de 4 de março de 1996, que aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários. No seu Anexo, indica-se:

“Art. 10. A Administração Ferroviária^[10] não poderá impedir a travessia de suas linhas por outras vias, anterior ou posteriormente estabelecidas, devendo os pontos de cruzamento ser fixados pela Administração Ferroviária, tendo em vista a segurança do tráfego e observadas as normas e a legislação vigentes.”

§ 1º A travessia far-se-á preferencialmente em níveis diferentes, devendo as passagens de nível existentes ser gradativamente eliminadas.

^[10] Define-se Administração Ferroviária como “a empresa privada, o órgão ou entidade pública competentes, que já existam ou venham a ser criados, para construção, operação ou exploração comercial de ferrovias” (Anexo do Decreto nº 1.832/1996, Art. 1º, Parágrafo único).

§ 2º Em casos excepcionais, será admitida a travessia no mesmo nível, mediante condições estabelecidas entre as partes.

[...]

§ 4º O responsável pela execução da via mais recente assumirá todos os encargos decorrentes da construção e manutenção das obras e instalações necessárias ao cruzamento, bem como pela segurança da circulação no local.

[...]

Art. 12. A Administração Ferroviária deverá implantar dispositivos de proteção e segurança ao longo de suas faixas de domínio.”

Destaca-se, do exposto, a responsabilidade do órgão com circunscrição sobre a via quanto à implantação, manutenção e operação do sistema de sinalização, dos dispositivos e dos equipamentos de controle viário (CTB, Arts. 21, 24 e 90). Ao longo da faixa de domínio ferroviário, por sua vez, a implantação de dispositivos de proteção e segurança cabe às Administrações Ferroviárias (Decreto nº 1.832/1996, Art. 12). Os cruzamentos rodoferroviários, em particular, são locais de convergência dos dois modos de transporte – rodoviário e ferroviário – e das responsabilidades referidas.

Assim, esclarece-se que a decisão sobre os pontos de cruzamento da linha cabe à Administração Ferroviária^[11], sendo as condições de travessia no mesmo nível estabelecidas entre as partes (Administração Ferroviária e órgão com circunscrição sobre a via). Quanto aos encargos decorrentes da construção e manutenção das obras e instalações necessárias ao cruzamento, bem como pela segurança da circulação no local, estes serão assumidos pelo responsável pela execução da via mais recente (Decreto nº 1.832/1996, Art. 10).

3.1.2. Preferência de passagem em PNs

Nos cruzamentos rodoferroviários impõe-se cautela redobrada, pois os veículos que trafegam em linhas férreas requerem mais tempo para parada completa, em

^[11] Nesse sentido, são apresentados, no item 4.1.1, critérios para a implantação de passagens em nível, considerados os seus afastamentos mínimos em relação a outras passagens.

comparação com os veículos do modo rodoviário. Por este motivo, o legislador definiu que os veículos que se utilizam de trilhos têm preferência de passagem em relação aos demais veículos. O Código de Trânsito Brasileiro, em seu Art. 29, inciso XII, é claro a esse respeito:

“Art. 29. O trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação obedecerá às seguintes normas:

[...]

XII - os veículos que se deslocam sobre trilhos terão preferência de passagem sobre os demais, respeitadas as normas de circulação.

[...]”

Exigência com o mesmo teor, embora de forma mais enfática e eloquente, também pode ser encontrada na Convenção de Viena sobre o Trânsito Viário, a qual foi internalizada no ordenamento jurídico nacional pelo Decreto n.º 86.714, de 10 de dezembro de 1981. No Art. 18, item 7, do Decreto, refere-se que:

"7. Nas intersecções, os condutores de veículos que não se desloquem sobre trilho terão a obrigação de ceder passagem aos veículos que se desloquem sobre eles."

Da mesma forma, tal preferência de passagem está ratificada no Art. 29, item 1 do mesmo diploma legal:

"1. Quando uma linha férrea passar pela via, todo usuário da via deverá, ao aproximar-se um bonde, ou outro veículo que circule sobre trilhos, afastar-se dos trilhos e quanto antes possível para dar passagem a este veículo."

Tendo em consideração esta preferência de passagem, assim como o previsto na Convenção de Viena, o legislador do CTB definiu que antes de transpor a linha férrea é necessário que o condutor pare o veículo. Esta norma visa salvaguardar a preferência

de passagem do veículo que se desloca sobre trilhos, evitando acidentes, os quais, dada a massa dos veículos ferroviários, tendem a ser graves. Por este motivo, a não observância dessa regra configura infração gravíssima, segundo o Código de Trânsito:

“Art. 212. Deixar de parar o veículo antes de transpor linha férrea:

Infração - gravíssima;

Penalidade – multa.”

Quanto à atenção que deve ser tomada na transposição de uma passagem em nível, o Art. 44 do CTB destaca:

“Art. 44. Ao aproximar-se de qualquer tipo de cruzamento, o condutor do veículo deve demonstrar prudência especial, transitando em velocidade moderada, de forma que possa deter seu veículo com segurança para dar passagem a pedestre e a veículos que tenham o direito de preferência”.

Igualmente, a Convenção de Viena também institui as seguintes regras para o trânsito rodoviário, em relação às passagens em nível:

"Artigo 19

Passagem de nível

Todo usuário da via deverá ter especial prudência nas proximidades das passagens de nível e ao cruzá-las. Em especial:

a) todo condutor de veículo deverá transitar em velocidade moderada;

b) sem prejuízo da obrigação de obedecer às indicações de detenção ante semáforos ou a um sinal acústico, nenhum usuário da via deverá penetrar numa passagem de nível cujas barreiras ou semi-barreiras estejam atravessadas na via,

estejam em movimento para colocarem-se atravessadas ou cujas meias-barreiras estejam se levantando;

c) se uma passagem de nível não estiver provida de barreiras, semi-barreiras nem semáforos, nenhum usuário da via deverá penetrar nela sem antes haver-se certificado de que não se aproxima nenhum veículo que circule sobre trilhos;

d) nenhum usuário da via deverá prolongar-se indevidamente na travessia de uma passagem de nível; em caso de imobilização forçosa de um veículo, seu condutor deverá esforçar-se para retirá-lo da via férrea e, se não o conseguir, deverá adotar imediatamente todas as medidas a seu alcance para que os maquinistas dos veículos que circulem sobre trilhos sejam advertidos da existência do perigo com suficiente antecipação."

3.2. Conceitos de proteção e sinalização

O Código de Trânsito Brasileiro define sinalização como o "*conjunto de sinais de trânsito e dispositivos de segurança colocados na via pública com o objetivo de garantir sua utilização adequada, possibilitando melhor fluidez no trânsito e maior segurança dos veículos e pedestres que nela circulam*".

No contexto de uma determinada PN, os sinais e dispositivos adotados definem o tipo de sua proteção, que pode ser passiva ou ativa. Na proteção passiva, os sinais e dispositivos permanecem inalterados ao longo do tempo, independentemente da presença de veículos ferroviários na travessia ou se aproximando dela. Na proteção ativa, por sua vez, os sinais e/ou o estado dos dispositivos variam com o tempo, indicando a presença de trem no trecho. Ressalta-se que as PNs, independentemente de terem proteção passiva ou ativa, terão sempre presentes, no mínimo, alguns elementos de proteção passiva.

Os elementos de proteção passiva são constituídos por sinalização vertical (placas) e horizontal (marcas longitudinais e transversais e inscrições no pavimento) e dispositivos auxiliares (tais como tachas, cilindros delimitadores e gradis). Os elementos de proteção ativa compreendem, entre outros, os sinais manuais, sonoros e luminosos, sinalização semafórica, cancelas e bandeiras, podendo ser acionados por ação

humana (manual) ou equipamento automático^[12]. Os elementos citados, chamados de equipamentos de proteção, serão detalhados no item 4.4 – Projetos-tipo.

Nos cruzamentos rodoferroviários, são adotados, nas vias rodoviária e ferroviária, diferentes elementos de sinalização. Apesar de, em ambos os casos, a sinalização ser igualmente necessária para garantir a circulação com fluidez e segurança na zona de influência da PN, a sinalização rodoviária distingue-se por ser dirigida aos pedestres e condutores de veículos da via rodoviária. A sinalização ferroviária, por sua vez, destina-se aos operadores dos veículos ferroviários, informando-lhes sobre a existência da PN e demais condições de tráfego ferroviário.

No presente Manual são detalhados, no capítulo 4, os elementos de sinalização rodoviária. Quanto aos elementos da sinalização voltada para o tráfego ferroviário, apenas são referidos, neste Manual, aqueles que interferem diretamente na percepção e reação dos condutores na via rodoviária: sinais acústicos (buzina), sinais luminosos (farol de locomotiva) e sinais manuais (sinalizador manual). Ademais, conforme indicado no item 3.1, a sinalização para o tráfego ferroviário nas PNs deve seguir os regulamentos das concessionárias e as normas técnicas aplicáveis à ferrovia.

3.3. Critérios para determinação dos tipos de proteção e sinalização

Conforme referido no item 3.1, foram adotados, neste Manual, índices, classificações e conceitos descritos nas normas da ABNT relacionadas às passagens em nível. No presente item são detalhados esses índices, conforme constam nas normas ABNT NBR 7613 e 15942^[13], com o objetivo de esclarecer os critérios que devem ser adotados, em cada PN, na definição dos tipos de proteção e sinalização. Tais critérios são apresentados, a seguir, na sequência^[14] em que devem ser observados.

- [a] Deve ser calculado, inicialmente, o chamado triângulo de visibilidade^[15]. Os lados desse triângulo são formados pelas distâncias de visibilidade entre o

^[12] Conforme definido na norma ABNT NBR 12180, a operação do equipamento de proteção pode ser manual (acionamento no local da PN ou em cabina de sinalização), automática (acionamento por meio de detecção de aproximação do trem) ou automática com comando manual (sobrepondo uma operação manual a uma automática).

^[13] É indispensável a consulta às normas referidas. Conforme já referido, devem ser consultadas as versões mais recentes em vigor.

^[14] Deve-se seguir a sequência alfabética das alíneas, salvo indicação em contrário.

^[15] As equações para o cálculo do triângulo de visibilidade para as situações de veículo em movimento e veículo parado encontram-se no Anexo B da norma ABNT NBR 7613.

veículo e a linha férrea (medida ao longo do eixo rodoviário) e entre a via rodoviária e o trem (medida ao longo do eixo ferroviário).

A área definida por esse triângulo abrange, do ponto de vista do condutor, as diversas linhas de visada que lhe permitem perceber continuamente, sem obstáculos, a eventual aproximação de um trem em relação a uma PN que será atravessada.

O triângulo de visibilidade deve ser calculado independentemente do lado de aproximação do trem e do veículo. O seu cálculo estabelece as condições mínimas de visibilidade para que o condutor do veículo verifique se tem condições para decidir de forma segura quanto ao atravessamento da via férrea.

As equações para o cálculo do triângulo de visibilidade referidas na norma ABNT NBR 7613 consideram as situações em que o veículo rodoviário está em movimento e, também, parado. Consideram ainda um certo número de constantes^[16]. Assim, as variáveis condicionantes das distâncias de visibilidade são as velocidades do veículo rodoviário e do trem.

Destaca-se que, nos cruzamentos onde os fatores considerados nas equações do triângulo de visibilidade sejam diferentes das constantes adotadas, esses valores devem ser atualizados, desde que aumentem os níveis de segurança. A exemplo disso, cita-se o comprimento do veículo rodoviário. Assim, nos trechos onde circulem veículos rodoviários com dimensão superior à adotada como constante (20 m), deve-se considerar a dimensão do maior veículo em circulação naquele trecho.

- [b] Dadas as velocidades do veículo rodoviário e do trem, as equações indicadas no item anterior terão como resultado as distâncias mínimas de visibilidade. Caso as distâncias verificadas na PN não atendam aos requisitos do triângulo de visibilidade, deve-se seguir para a alínea [h].
- [c] Caso as distâncias verificadas na PN atendam aos requisitos do triângulo de visibilidade, deve-se verificar se a Velocidade Máxima Autorizada (VMA) do trem

^[16] Algumas das constantes indicadas nas equações do triângulo de visibilidade na ABNT NBR 7613 são o tempo de reação do condutor, a taxa de desaceleração do veículo, a distância da linha de retenção, a distância da frente do veículo até o ponto de visão do motorista, o comprimento do veículo rodoviário e a bitola da ferrovia.

e/ou na via pública é superior a 80 km/h. Caso seja, deve-se seguir para a alínea [f].

- [d] Caso as VMAs do trem e/ou na via pública não sejam superiores a 80 km/h, deve-se calcular o grau de importância (G_i) do cruzamento, conforme definido na ABNT NBR 7613. Esse índice determinará se a PN terá uma proteção passiva ou ativa.

No seu cálculo devem ser considerados o volume de veículos rodoviários^[17] e a quantidade de trens que circulam na PN, em ambos os sentidos, por dia. Deve ser considerado, ainda, um conjunto de variáveis representativas das condições de visibilidade, localização e trânsito^[18].

Caso o valor resultante do cálculo do G_i seja menor ou igual a 20.000, deve-se adotar a proteção passiva para a PN. Se o valor do G_i for maior que 20.000 e menor ou igual a 50.000, a proteção ativa deve ser adotada. Nestas duas situações, deve-se seguir para a alínea [e]. Caso o G_i seja superior a 50.000, deve-se avaliar a viabilidade de substituir a PN por uma passagem em desnível (*fim da análise*).

- [e] Definido o tipo de proteção da PN, deve-se calcular o momento de circulação (MC). Trata-se de um índice em cuja equação são consideradas as quantidades de veículos e trens que utilizam a PN em um período de 24 h e, ainda, um fator de ajustamento relativo ao número de vias férreas. Para o seu cálculo, deve ser consultada a ABNT NBR 7613.
- [f] Deve-se identificar a classe da rodovia (para áreas rurais) ou a classificação da via (para áreas urbanas) onde se localiza a PN, conforme definido no Anexo A da norma ABNT NBR 7613. Caso a via seja identificada como de Classe 0 (rural) ou via expressa (urbana), a PN não pode ser permitida (*fim da análise*).
- [g] Com base no momento de circulação, no tipo de via (rural/urbana) e na sua classe/classificação, a seleção dos tipos de equipamento de proteção será feita

^[17] Para o cálculo do volume de veículos, devem ser consideradas as metodologias indicadas nos Anexos C e D da norma ABNT NBR 7613.

^[18] As variáveis a serem consideradas são a distância de visibilidade, a rampa máxima de aproximação da via pública, a VMA do trem, o número de vias férreas, a VMA na via pública, o trânsito de ônibus, caminhões e pedestres (como percentual do trânsito total), as condições do pavimento e a iluminação.

mediante consulta a tabelas na norma ABNT NBR 15942^[19]. Tais equipamentos serão detalhados no item 4.4 – Projetos-tipo.

Os equipamentos previstos na norma são classificados segundo o tipo de proteção (passiva e ativa) e o uso de energia elétrica (sem e com energia elétrica). Desde que especificado na norma, admite-se a adoção de equipamento de proteção que eleve o nível de segurança (*fim da análise*)^[20].

- [h] Caso as distâncias verificadas na PN não atendam aos requisitos do triângulo de visibilidade, deve-se realizar adequações no cruzamento, tais como a redução da velocidade (do veículo rodoviário e/ou do trem) e/ou a remoção de obstáculos à visibilidade.

Após as adequações, deve-se voltar à alínea [b] e verificar novamente se as distâncias existentes na PN atendem aos requisitos do triângulo de visibilidade.

Caso não seja possível realizar as adequações, deve-se considerar fechar o cruzamento e desviar o fluxo rodoviário (*fim da análise*). Se isto não for possível, deve-se adotar a proteção ativa para a PN e seguir para a alínea [e].

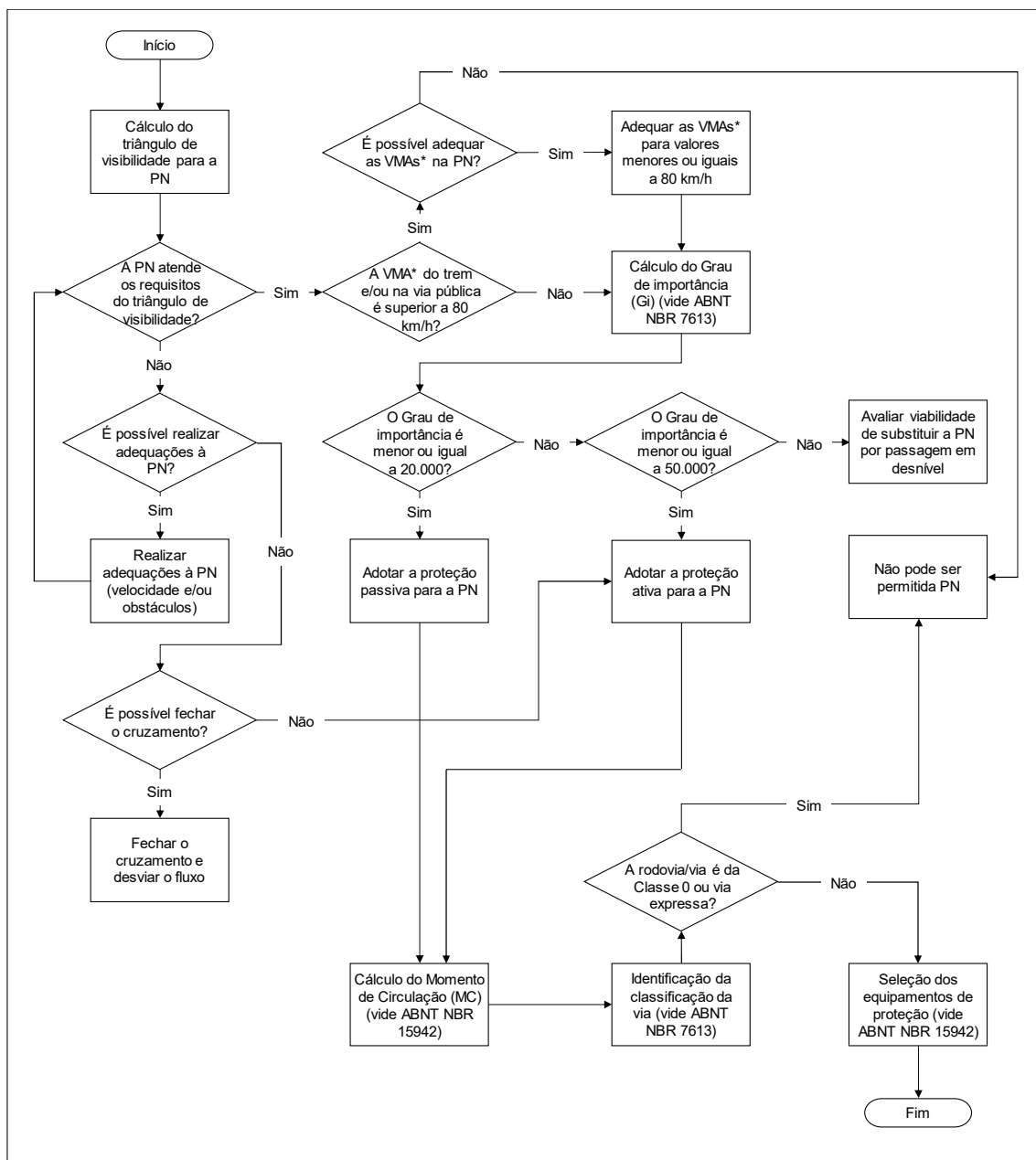
- [i] Deve-se adequar as VMAs na PN para valores iguais ou inferiores a 80 km/h e seguir para a alínea [d]. Caso isto não seja possível, a PN não pode ser permitida (*fim da análise*).

A sequência de cálculos e análises a ser feita para a definição do tipo de proteção e da correspondente sinalização em uma PN está representada esquematicamente na Figura 3-1.

Caso haja alterações nos parâmetros adotados (em qualquer momento durante o projeto, a construção e/ou o funcionamento da PN), os cálculos e análises indicados devem ser refeitos, para que se verifique se o tipo de proteção adotado e os respectivos equipamentos permanecem adequados. Para tanto, o órgão com jurisdição sobre a via deve adotar procedimentos permanentes de monitoramento do cruzamento rodoferroviário para detectar, eventualmente, as citadas alterações.

^[19] Apesar de estarem previstos, na norma, tipos de equipamento de proteção para as classes I e II de rodovias (rurais), convém destacar que tais classes admitem velocidades de até 100 km/h. Portanto, nos casos em que a PN se localize em trecho de rodovia definida em uma dessas classes, deve-se seguir a indicação da alínea [c] quanto ao limite de velocidade de 80 km/h.

^[20] As alíneas [h] e [i] contêm orientações alternativas a situações anteriormente descritas.



* Velocidade máxima autorizada.

Figura 3-1

Fonte: Adaptado das normas ABNT NBR 7613 e 15942.

4. O CRUZAMENTO RODOFERROVIÁRIO

4.1. Requisitos de projeto para a PN

Na elaboração do projeto de uma PN, devem ser cumpridos os requisitos previstos nas normas ABNT já mencionadas e, em particular, os previstos na ABNT NBR 15680, a exemplo daqueles relacionados à justificativa da passagem em nível, ao seu memorial, aos elementos em planta e em perfil e à sua caracterização, detalhamento e especificação. Devem ser cumpridos ainda, conforme a referida norma, os requisitos técnicos, dentre os quais aqueles relacionados à geometria e ao relacionamento do cruzamento com o sistema viário próximo e com a sinalização. Nesse sentido, destacam-se a seguir algumas das determinações contidas na norma, que devem ser incluídas no projeto da PN. São ainda detalhados à frente, neste capítulo, os elementos de proteção e sinalização ferroviários e rodoviários a serem utilizados.

4.1.1. Implantação

Na PN, o ângulo observado em planta no cruzamento entre as vias rodoviária e ferroviária deve situar-se no intervalo de 45° a 90° , sendo o ângulo reto (90°) a situação mais recomendável. No cruzamento e na sua aproximação, cada via deve ser construída em trecho reto (em tangente) em ambos os lados da PN. O trecho rodoviário, em particular, deve ser construído em tangente por uma extensão, em cada lado da PN, que corresponda, pelo menos, à soma das seguintes extensões:

[a] Distância entre a linha de retenção^[21] e o trilho externo mais próximo a ela; e

[b] Comprimento do maior veículo rodoviário a transitar pela via.

Do lado ferroviário, a extensão mínima para o trecho em reta (em tangente) na PN deve estar em conformidade com o Regulamento de Operação Ferroviária (ROF) da concessionária e com as normas técnicas aplicáveis à ferrovia.

No cruzamento, as vias rodoviária e ferroviária devem estar niveladas^[22] (em um mesmo plano). Devem, ainda, ter uma inclinação de 0% (zero por cento), admitindo-se uma rampa de até 3%, de modo a cumprir os requisitos de drenagem. Tal critério de

^[21] A linha de retenção é utilizada apenas antes da PN (considerada a mão de direção). Em todo caso, para efeito de definição da extensão do trecho a ser construído em tangente, a distância referida deve ser adotada para os dois lados da PN.

^[22] Ver item 4.1.4.

inclinação deve se estender, na via rodoviária, em ambos os seus lados, por uma distância equivalente à soma das extensões indicadas nas alíneas [a] e [b] neste item.

Quanto aos seus limites de influência, as PNs devem ter afastamentos mínimos, medidos ao longo da via férrea, em relação a outras passagens em nível, a passagens superiores (PS) e a passagens inferiores (PI)^[23], conforme descrito a seguir:

- Afastamento mínimo de 500 m em relação a PN, PS ou PI para pedestres;
- Afastamento mínimo de 1.500 m em relação a PN para veículos e animais; e
- Afastamento mínimo de 3.000 m em relação a PS ou PI para veículos e animais.

4.1.2. Triângulo de visibilidade

A área definida pelo triângulo de visibilidade^[24] na aproximação do cruzamento deve ser permanentemente mantida desimpedida de obstáculos. Nesse sentido, conforme referido no item 3.3, deve haver procedimentos permanentes de monitoramento do cruzamento rodoferroviário, a fim de detectar eventuais alterações aos parâmetros inicialmente adotados.

4.1.3. Drenagem

Deve ser garantido, nos cruzamentos rodoferroviários, o rápido escoamento das águas na sua área de abrangência – considerada como toda a área de captação e escoamento de água nos lados rodoviário e ferroviário da PN. É indispensável, assim, garantir o adequado processo de dimensionamento, construção e manutenção^[25] do sistema de drenagem, evitando problemas como contaminação do lastro, perda de nivelamento, alagamentos, aquaplanagem e carreação de detritos. Para tanto, em cada PN, a decisão sobre a solução a ser adotada para o sistema de drenagem deve envolver os responsáveis pelas vias rodoviária e ferroviária^[26].

^[23] Os afastamentos em questão aplicam-se apenas a passagens (em nível, superiores e inferiores) públicas.

^[24] Calculado conforme indicado na alínea [a] do item 3.3.

^[25] Inclui-se, na manutenção, a limpeza periódica dos elementos de drenagem, como bueiros e canaletas.

^[26] Nos cruzamentos localizados em áreas urbanas, devem ser envolvidos também os responsáveis pela infraestrutura de drenagem urbana.

4.1.4. Características do pavimento no cruzamento

Os elementos de sinalização horizontal (marcas longitudinais e transversais e inscrições no pavimento) apenas podem ser aplicados em vias pavimentadas^[27]. A utilização desses elementos, por outro lado, é obrigatória nos cruzamentos rodoferroviários, conforme indicado no item 4.3.2 à frente. Assim, as vias rodoviárias de aproximação ao cruzamento rodoferroviário (nos seus dois lados) devem ser pavimentadas por uma extensão que corresponda, no mínimo, às extensões definidas no item 4.1.1 para a construção em trecho reto (em tangente). O pavimento, ainda, deve ser compatível com a aplicação de sinalização horizontal.

Por sua vez, a transposição da linha férrea por veículos e pedestres circulando na via rodoviária deve se dar no menor tempo possível, com segurança. Para tanto, é preciso que, na interseção entre as vias, a parte superior dos trilhos e o pavimento que lhe é adjacente estejam em um mesmo nível, de modo a não haver distúrbios na circulação, tais como diminuição da velocidade, choque, trepidação ou derrapagem – ou, ainda, queda, no caso dos pedestres e ciclistas.

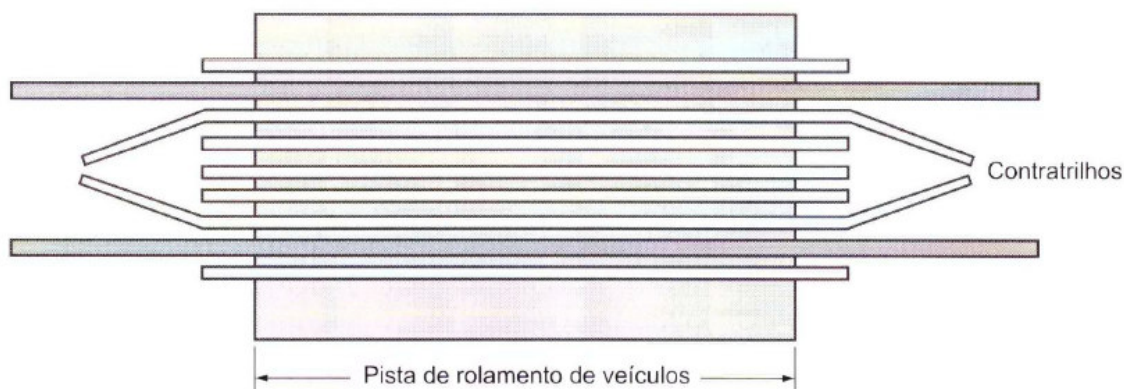
O cruzamento da pista de rolamento rodoviária com a via ferroviária deve ter uma configuração específica, no sentido de prevenir descarrilamentos e proteger a superestrutura^[28] da via férrea dos impactos dos veículos rodoviários. Desse modo, devem ser utilizados materiais e dispositivos que propiciem tais condições, conforme se detalha a seguir.

Nos cruzamentos, nos segmentos em que se sobrepõem a pista de rolamento rodoviária e a superestrutura da via férrea, devem ser instalados contratrilhos internos, cujas dimensões e especificações de instalação estão definidas na norma ABNT NBR 15680. Conforme ilustrado nas Figuras 4-1 (planta) e 4-2 (seção transversal), os contratrilhos internos prolongam-se para além da pista de rolamento de veículos (ou dos passeios, caso os haja), sendo que aqueles mais próximos aos trilhos de rolamento fletam em direção ao eixo da via, aproximando as suas extremidades. Na impossibilidade de utilizar contratrilhos internos, deve ser analisada a possibilidade de utilizar contratrilhos externos (que, ao prolongar-se para além da pista de rolamento, fletam para fora da via férrea, afastando as suas extremidades). Admite-se ainda o uso

^[27] Conforme definido no MBST, Vol. IV, a “sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária” cujos elementos são “apostos sobre o pavimento da pista de rolamento”.

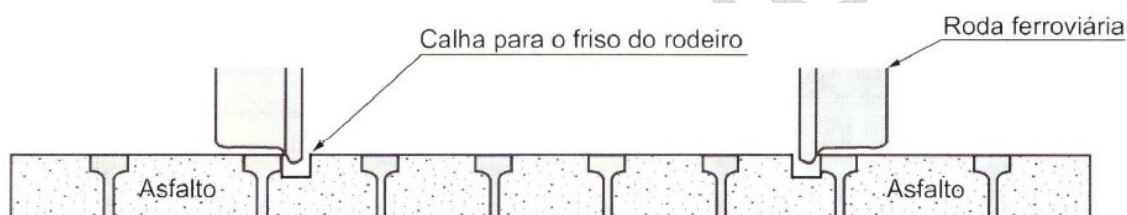
^[28] A superestrutura é a parte superior da via ferroviária, composta pelos trilhos, dormentes, elementos de fixação, lastro e sublastro.

de outros materiais e esquemas de assentamento para a pista de rolamento, desde que os requisitos da norma sejam atendidos.



Fonte: Norma ABNT NBR 15680.

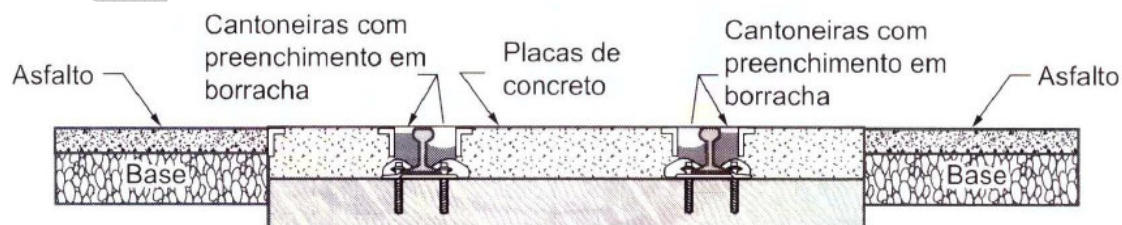
Figura 4-1



Fonte: Norma ABNT NBR 15680.

Figura 4-2

Pode-se prescindir da utilização dos contratrilhos quando a PN for pavimentada em concreto asfáltico, em placas de concreto pré-moldado dotadas de reforço das bordas em cantoneiras de aço (Figura 4-3) ou em placas de borracha. Os critérios de dimensionamento, nivelamento e fixação das placas (de concreto ou de borracha) devem cumprir o que determina a norma ABNT NBR 15680.



Fonte: Norma ABNT NBR 15680.

Figura 4-3

4.1.5. Relacionamento com o sistema viário

Quanto às suas dimensões, as PNs devem abranger, transversalmente à via férrea, toda a faixa de domínio ferroviária e, transversalmente à via rodoviária, toda a largura da via – incluídos os passeios, caso existam. Deve haver, ao longo da PN, continuidade de largura das faixas de rolamento da via rodoviária, sendo vedado o seu estreitamento na passagem em nível ou em sua aproximação.

Nos cruzamentos rodoferroviários onde se verifica intenso fluxo de pedestres e ciclistas, deve-se analisar a necessidade e a viabilidade de instalar portões para vedar a faixa de domínio ferroviária durante a passagem de trens. Caso o fluxo o justifique, deve-se avaliar a necessidade de travessias exclusivas para pedestres e/ou ciclistas, nas quais se considere a utilização de elementos de proteção como gradis de bloqueio, chicanas^[29] e cancelas^[30]. Nas PNs localizadas em áreas urbanas, o passeio adjacente à via deve ter continuidade ao longo da PN e, ainda, dimensão mínima de 1,50 m.

As ciclovias, caso existam na via rodoviária, devem ter continuidade na PN, desde que o ângulo de cruzamento (observado em planta) entre as vias se situe de 60° a 90°, sendo o ângulo reto (90°) o mais recomendável quanto à segurança (conforme Figuras 4-4 a 4-7). Caso o ângulo seja menor do que 60°, deve-se interromper a ciclovia antes do cruzamento e sinalizá-lo^[31] de forma a orientar os ciclistas para que façam a travessia a pé, empurrando a bicicleta. Justifica-se tal determinação pelo risco de que, em ângulos de cruzamento menores, a roda da bicicleta entre na calha junto ao trilho e provoque a queda do ciclista. Em todo caso, recomenda-se que, em qualquer cruzamento rodoferroviário, a travessia do ciclista seja feita a pé, empurrando a bicicleta.

A parada e o estacionamento de veículos rodoviários na PN e na sua aproximação (em ambos os lados da via férrea) devem ser proibidos, para que não interfiram na visibilidade da passagem. Para tanto, deve-se eliminar a faixa de acostamento e utilizar sinalização rodoviária de proibição de parada e estacionamento na via (conforme item

^[29] As chicanas têm a função de reduzir a velocidade dos usuários que as percorrem e, devido ao seu percurso indireto, obrigá-los a olhar para os dois sentidos da via. Evitam, ainda, que os usuários atravessem a via inadvertidamente.

^[30] Tais elementos devem cumprir o que define a norma ABNT NBR 9050 em termos de acessibilidade, a exemplo dos requisitos de inclinação, largura, raio mínimo de manobra e uso de corrimão e avisos visuais, sonoros e táteis.

^[31] Com placa educativa, conforme previsto no Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VIII.

4.3.1.7) por, no mínimo, o dobro da extensão do trecho em tangente^[32] ou os limites do triângulo de visibilidade (o que for maior).

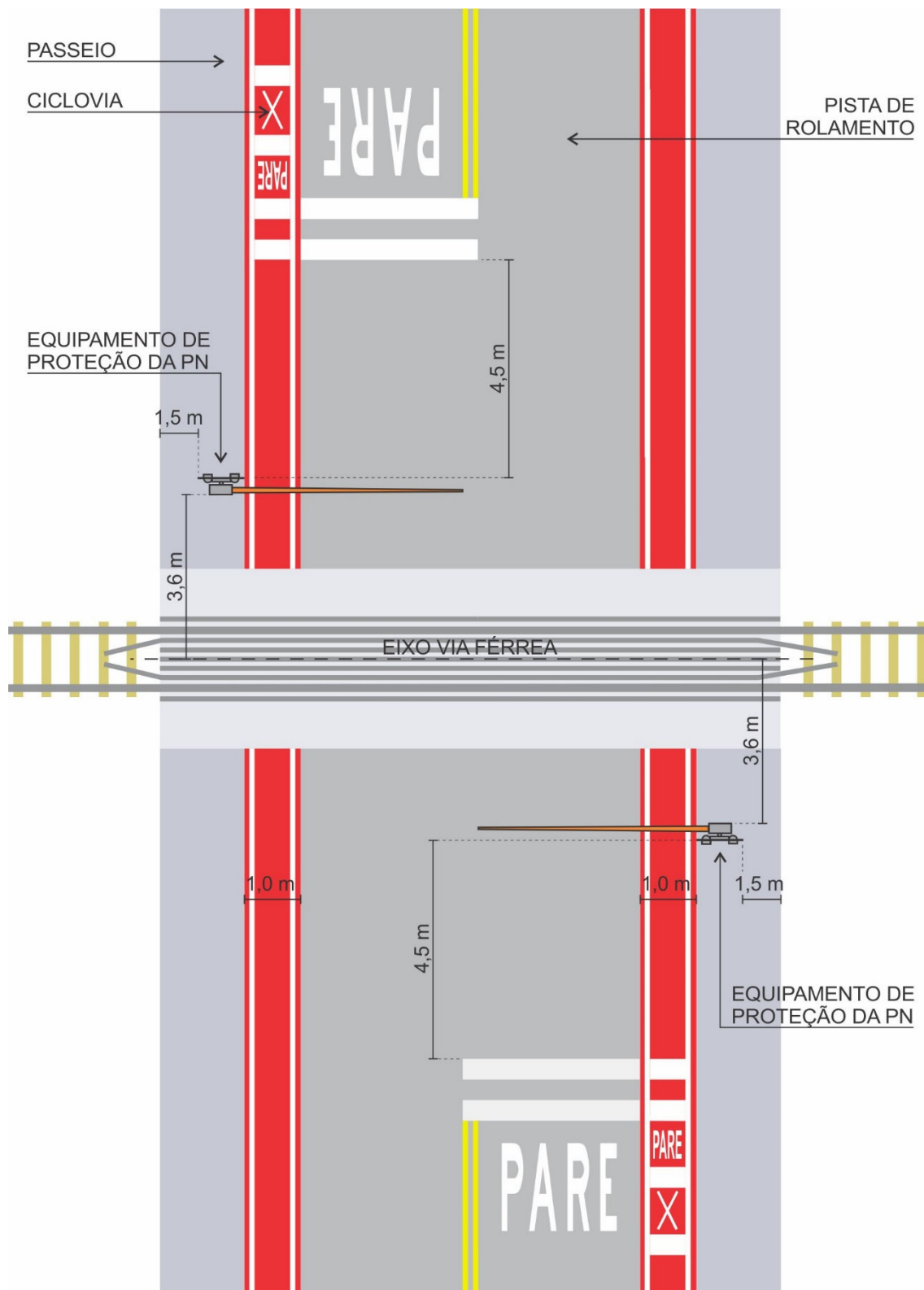
No acesso à PN a partir de vias paralelas à faixa de domínio ferroviária, deve-se proibir que, ao fazer a conversão, os veículos rodoviários circulem sobre os passeios, invadam a faixa de circulação no sentido oposto e/ou colidam com a sinalização ou com dispositivos auxiliares – tais como separadores de fluxos. Deve-se, assim, prever uma sobrelargura adequada à conversão dos veículos e/ou um maior distanciamento das vias de acesso em relação à PN.

A PN deve ser adequadamente sinalizada e protegida com dispositivos auxiliares para que não se realizem manobras, conversões e/ou ultrapassagens sobre ela. Deve-se ter em conta, porém, que a sinalização e os dispositivos utilizados não devem interferir na visibilidade do cruzamento e/ou nas características da via permanente.

Na aproximação de cruzamentos com vias ferroviárias eletrificadas (com alimentação superior, por cabeamento aéreo) devem ser instalados dispositivos que impeçam o acesso de veículos que não correspondam ao gabarito com as devidas margens de segurança. Deve, assim, ser instalada, fora da PN, na aproximação de vias eletrificadas, pórtico limitador de altura que indique o limite do gabarito rodoviário vertical. Deve ainda ser instalada, em localização que permita a tomada de decisão, sinalização de orientação de destino que indique rota alternativa aos veículos que não atendam ao gabarito. Destaca-se que não pode haver passagem em nível em vias férreas cuja alimentação elétrica de tração seja feita com 3º trilho.

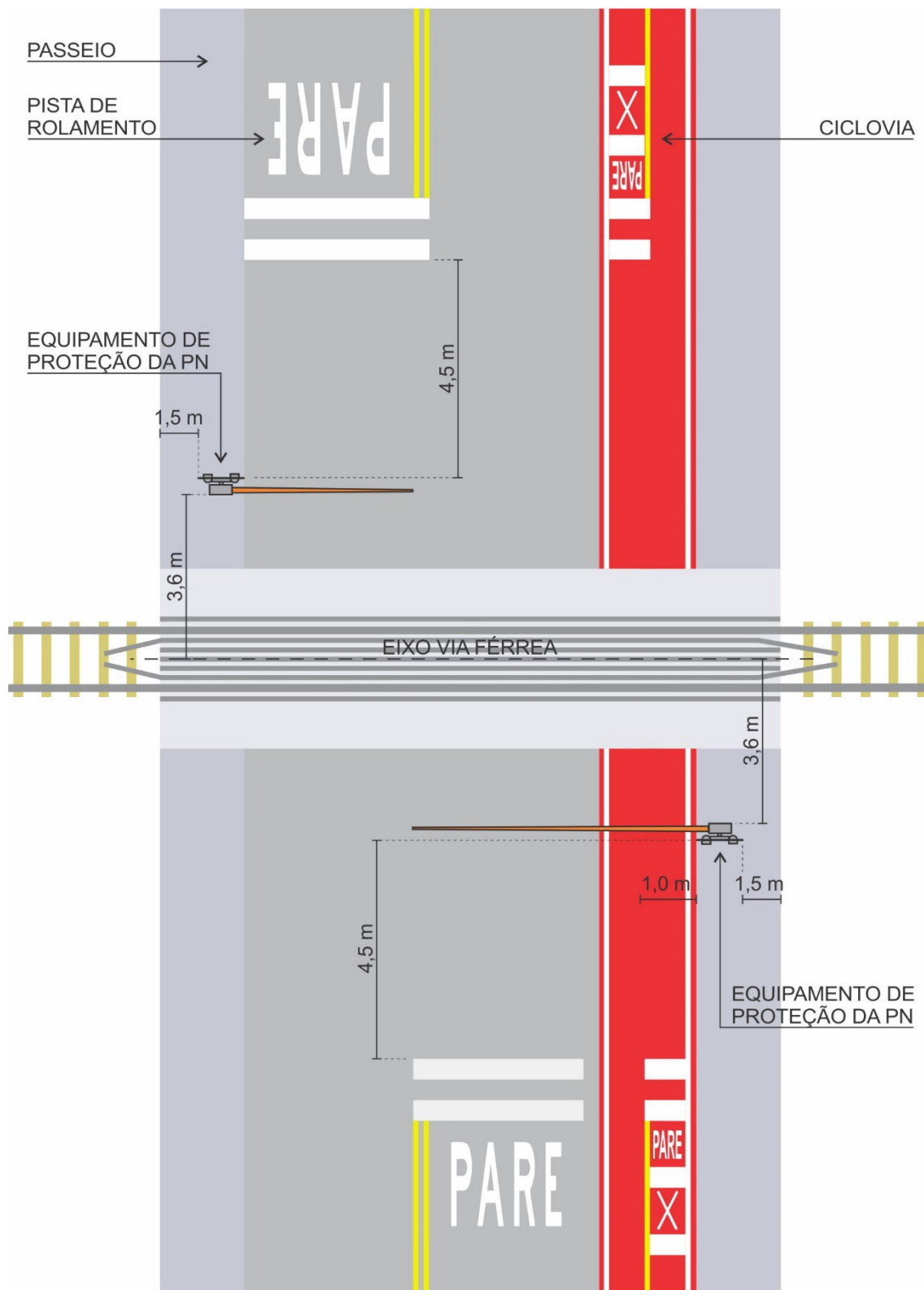
Nos locais onde se verifique a circulação de animais, configurando situação de risco de acidentes, deve-se proteger a PN com mata-burro, construído em conformidade com a ABNT NBR 7188.

^[32] Conforme definido no item 4.1.1, a extensão do trecho em tangente corresponde à soma da distância entre a linha de retenção e o trilho externo mais próximo a ela e o comprimento do maior veículo rodoviário a transitar pela via.



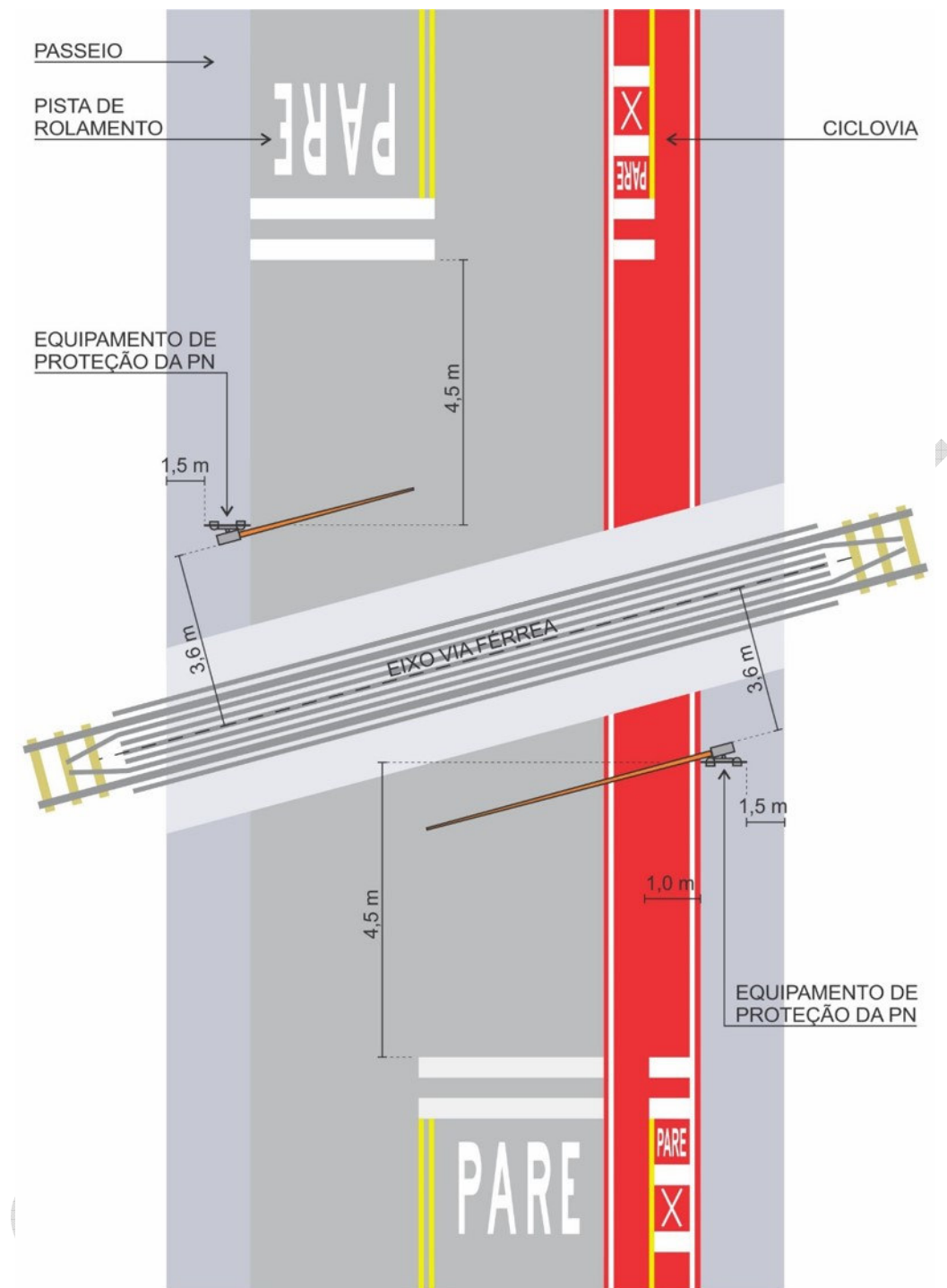
Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-4



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-5



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-7

4.2. Elementos ferroviários

Conforme já referido, dentre os elementos da sinalização voltada para o tráfego ferroviário em uma passagem em nível, apenas aqueles que interferem diretamente na percepção e reação dos condutores, pedestres e ciclistas na via rodoviária são apresentados no presente Manual. Assim, são referidos a seguir os sinais acústicos, luminosos e manuais.

Reitera-se que os elementos de sinalização e proteção voltados para a linha férrea devem estar de acordo com o Regulamento de Operação Ferroviária (ROF) da respectiva concessionária e com as normas técnicas aplicáveis à ferrovia – sendo um reforço aos equipamentos de proteção adotados do lado rodoviário, sobretudo aos de proteção passiva. Não há, porém, padronização entre os regulamentos das diferentes ferrovias, pelo que há variações nos critérios de utilização dos referidos sinais, consoante a malha onde se localiza o cruzamento.

4.2.1. Sinalização acústica

A sinalização acústica é utilizada na aproximação das passagens em nível, assim como em manobras dos trens em outras situações da sua operação. Dá-se pelo acionamento de buzina localizada na locomotiva, à frente da composição ferroviária. Esse equipamento tem os seus requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR 16447 e deve ser acionado pelo maquinista com uma antecedência de no mínimo 100 metros da aproximação da composição ferroviária à PN.

O funcionamento da buzina varia, em duração e em repetição, de acordo com o padrão adotado por cada concessionária. Dessa forma, o condutor, pedestre ou ciclista que se aproxima da PN deve estar atento a todo sinal sonoro, qualquer que seja o seu padrão, oriundo de quaisquer dos lados da via férrea – dado que, em princípio, os trens podem circular nos dois sentidos, em uma via férrea. Pode ainda ser utilizado, como sinal acústico de aproximação do trem, o sino da locomotiva, ainda que não seja padronizado o seu uso.

Nos contextos em que se verifique a reiterada incidência de acidentes em que o condutor, pedestre ou ciclista não obedece a sinalização^[33] (item 4.3.1.3. Placa de advertência – OLHE ESCUTE), fica ao critério do projetista utilizar sinalização especial

^[33] Podendo tal desobediência estar relacionada com o uso de vidros fechados (no caso do automóvel), som com volume elevado e/ou fones de ouvido.

de advertência na aproximação do cruzamento. Fica ainda ao critério do órgão com circunscrição sobre a via realizar campanhas educativas e/ou de fiscalização. Em todo caso, cabe aos condutores, pedestres e ciclistas, ao circular em via pública, respeitar os limites de ruído que lhes permitam escutar a aproximação de um veículo ferroviário.

4.2.2. Sinalização luminosa

A sinalização luminosa é permanentemente ativada nas composições ferroviárias em circulação e se dá pelo uso de faróis localizados à frente das locomotivas. É predominante o seu uso no modo “farol alto”, mesmo durante o dia. Em determinadas situações da operação, porém, podem ser usados os faróis baixo e intermitente. Em algumas ferrovias, ainda, tem-se por regra que, caso os faróis avariem, o trem poderá deslocar-se com os faróis desligados até a oficina mais próxima, para reparos. Em outros casos, a regra é parar o trem no local da avaria, até que seja reparado. Dado o exposto, os faróis dos trens constituem, eventualmente, elementos de reforço aos equipamentos de proteção adotados do lado rodoviário, não sendo a sua ausência um sinal inequívoco de que não há trens em aproximação à PN.

4.2.3. Sinalização manual

Os sinais manuais referidos neste item são executados por funcionário da ferrovia posicionado na faixa de domínio da via férrea. Com esses sinais, o funcionário em questão dirige-se ao maquinista para comunicar que deve parar, prosseguir, recuar ou diminuir a velocidade do trem. Ao gesticular, pode contar com o auxílio de lanternas e/ou bandeiras para sinalizar, por exemplo, uma emergência ou obras na via. Os sinais devem ser executados a partir de um local seguro, à margem da via férrea, com boas condições de visibilidade. Idealmente, tal posicionamento deve ser sobre a faixa de retenção.

Ademais, os condutores devem estar atentos e obedecer aos sinais manuais emitidos por agentes de trânsito, canceleiros^[34] e funcionários da ferrovia que gesticulem na proximidade de uma PN, pois estarão eventualmente sinalizando, da mesma forma, uma situação de iminente perigo que exija a parada dos veículos.

^[34] Operadores de cancelas manuais.

4.3. Elementos rodoviários

São apresentados, a seguir, os elementos de sinalização e proteção das passagens em nível do lado rodoviário. Trata-se de elementos cujos princípios de utilização, posicionamento e relacionamento com outras sinalizações já constam, em sua maioria, em outros Manuais Brasileiros de Sinalização de Trânsito. São, assim, compilados no presente Manual, dado serem utilizados em conjunto, em diferentes arranjos, nos projetos-tipo de sinalização e proteção. Os projetos-tipo, por sua vez, são detalhados no item 4.4.

Reitera-se que a seleção dos tipos de equipamento de proteção, para cada PN, deve ser feita conforme indicado no item 3.3.

4.3.1. Sinalização vertical

A sinalização vertical é detalhada nos Volumes I, II e III do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (MBST), que tratam, respectivamente, de sinalizações de regulamentação, advertência e indicação.

Essa sinalização abrange os sinais que são apostos sobre placas fixadas em suportes verticais e voltados para os usuários das vias. Os sinais de regulamentação têm a finalidade de informar aos usuários da via quanto às condições, proibições, obrigações ou restrições nos usos. Os sinais de advertência avisam quanto a condições com potencial risco localizadas na via ou em suas proximidades. Os sinais educativos, por sua vez, incluem-se na sinalização de indicação e transmitem mensagens de cunho educativo, de modo a reforçar normas de circulação e conduta e promover comportamentos adequados e seguros no trânsito.

Os manuais tratam-se de normas complementares ao Código de Trânsito Brasileiro – CTB, editadas pelo Contran e relativas à correta interpretação, colocação e uso da sinalização, assim como de dispositivos e equipamentos de trânsito. Essas publicações devem ser utilizadas, a par da norma ABNT NBR 15942, como referências normativas para os sinais verticais localizados em PNs, as suas placas e os seus suportes quanto às características, dimensões, princípios de utilização, posicionamento na via e relacionamento com outras sinalizações.

Alguns dos sinais referidos a seguir são utilizados na proximidade imediata da PN, conforme especificado nos projetos-tipo. Há, ainda, sinais que devem ser utilizados na aproximação ao cruzamento, de forma a orientar os condutores com antecedência. Em

ambos os casos, deve haver adequada visibilidade. Refere-se que a distância de visibilidade, a ser considerada, é definida em função da velocidade de aproximação do veículo, tendo em conta que o condutor tenha tempo suficiente de percepção, reação e manobra. As distâncias mínimas de visibilidade (do sinal) e de desaceleração e manobra (antes do ponto em relação ao qual se sinaliza) estão descritas no MBST – Volume II.

4.3.1.1. Sinal A-41 – Cruz de Santo André

O sinal A-41 é utilizado para advertir o condutor a respeito da existência de cruzamento, em um mesmo nível, da via rodoviária com uma via férrea. Conforme definido no Volume II do MBST, o sinal deve ser utilizado sempre que existir um cruzamento rodoferroviário em nível. O sinal, portanto, deve estar presente em todos os tipos de equipamento de proteção de PN. As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, devem estar de acordo com o citado manual. Quanto ao seu posicionamento na via, o sinal A-41 deve ser fixado em um suporte vertical, juntamente com os demais sinais e dispositivos de proteção da PN, e localizado a uma distância de 3,60 m do eixo da via férrea^[35], conforme indicado na Figura 4-9 e nos projetos-tipo (ver item 4.4).

O sinal, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Interferência de transporte”, é composto por dois elementos: a cruz propriamente dita – representando o cruzamento – e um elemento que lhe é subjacente, em forma de “T” invertido, onde deve estar indicado o número de linhas férreas atravessadas pela via rodoviária. Devem assim ser apostos, nesse elemento, o algarismo correspondente ao número de linhas (por exemplo: “1”, “2”) na parte superior e a palavra “LINHA” (ou “LINHAS”, caso haja mais de uma) na parte inferior – conforme exemplo (para uma linha férrea) apresentado na Figura 4-8.

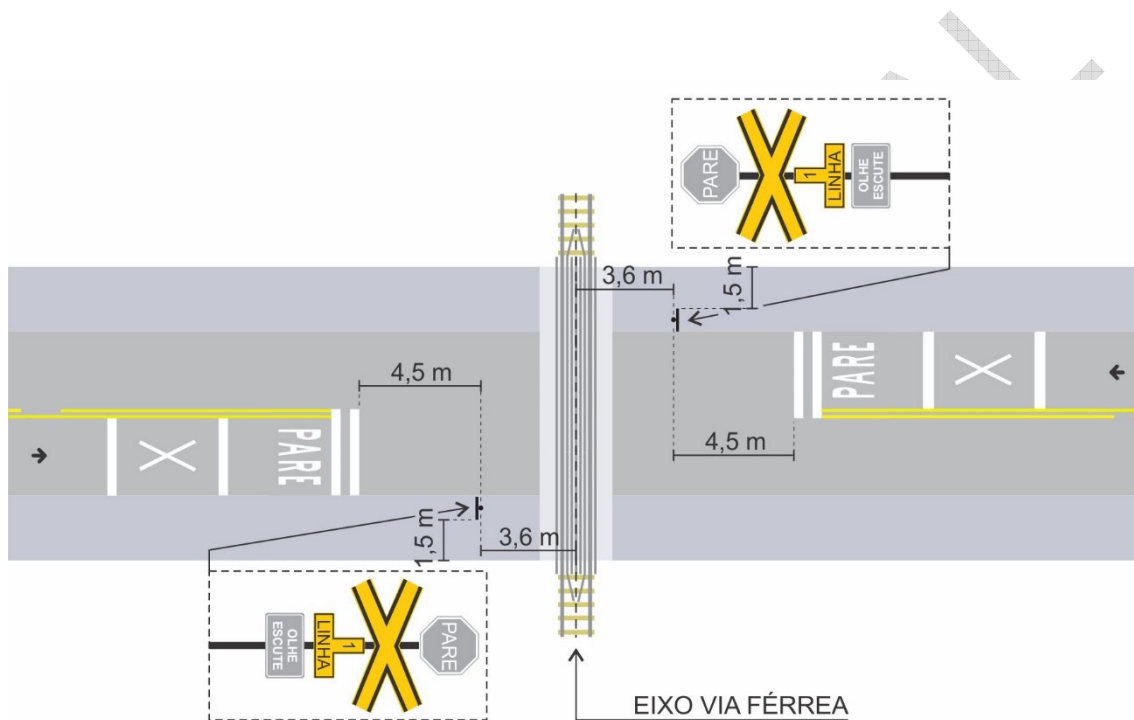
Conforme definido no MBST – Volume II, o sinal A-41 deve ser acompanhado do sinal R-1 (ver item 4.3.1.2) ou de sinalização semafórica (ver item 4.3.3.1).

^[35] Conforme definido na norma ABNT NBR 12180.



Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II.

Figura 4-8



Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-9

4.3.1.2. Sinal R-1 – Parada obrigatória

O sinal R-1 é utilizado para assinalar ao condutor que deve parar seu veículo antes de entrar ou cruzar a via/pista (no caso dos cruzamentos rodoferroviários, antes de cruzar a via férrea). Conforme definido no Volume I do MBST, o sinal deve ser utilizado, entre outras situações, nas passagens em nível não semaforizadas. Adotou-se, no presente Manual, que o sinal deverá ser utilizado também em passagens semaforizadas, assegurando a parada na eventualidade de o sinal luminoso avariar. O sinal, portanto, deve estar presente em todos os tipos de equipamento de proteção. As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, devem estar de acordo com

o citado manual. Quanto ao seu posicionamento na via, porém, o sinal R-1 deve ser fixado em um suporte vertical, juntamente com os demais sinais e dispositivos de proteção da PN, e localizado a uma distância de 3,60 m do eixo da via férrea, conforme indicado na Figura 4-5 e nos projetos-tipo (ver item 4.4).

De acordo com o MBST – Volume I, o sinal R-1 pode ser acompanhado por linha de retenção e/ou pela legenda “PARE” (inscrição no pavimento). Na aproximação de PNs, porém, deve-se utilizar a marcação de cruzamento rodoferroviário (MCF) (ver item 4.3.2.1), conforme determina o MBST – Volume IV. Ocorre que essa marcação já contém uma linha de retenção. A legenda “PARE”, assim, deve ser utilizada como reforço ao sinal R-1 na aproximação de passagens em nível (ver item 4.3.2.7).

Quando não houver distância de visibilidade suficiente do sinal R-1, deve ser colocada na via, antes, placa com o sinal A-15 (“Parada obrigatória à frente”, ver item 4.3.1.8), que pode ser complementado por informação indicando a distância do ponto de parada.

O sinal R-1, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Preferência de passagem”, é apresentado na Figura 4-10.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I.

Figura 4-10

4.3.1.3. Placa de advertência – OLHE ESCUTE

A placa de advertência com a mensagem “OLHE ESCUTE”^[36] deve ser utilizada para reforçar, no condutor, a circulação com atenção ao trânsito, sobretudo em um local de maior criticidade. No caso, adverte-o para que, orientando os seus sentidos para os locais adequados, olhe para a via férrea (nos dois sentidos) e esteja atento para escutar eventuais avisos sonoros (buzina).

^[36] A placa em questão foi incluída no presente Manual, não havendo uma previsão para a mensagem específica no MBST – Volume III.

Dada a atenção exigida aos condutores na passagem em nível por vias férreas, a placa “OLHE ESCUTE” deve ser utilizada sempre que existir um cruzamento rodoferroviário. Ainda que a passagem em nível seja semaforizada, convém reforçar a orientação aos condutores para que tenham o cuidado necessário (“olhar” e “escutar”). A placa – conforme apresentada na Figura 4-11 – deve, portanto, estar presente em todos os tipos de equipamento de proteção de PN. As especificações da placa, tais como formas, dimensões e cores, devem estar de acordo com o MBST – Volume II. Quanto ao seu posicionamento na via, a placa deve ser fixada em um suporte vertical, juntamente com os demais sinais e dispositivos de proteção da PN, e localizado a uma distância de 3,60 m do eixo da via férrea, conforme indicado na Figura 4-9 e nos projetos-tipo (ver item 4.4).



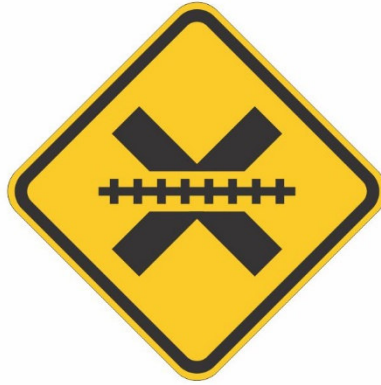
Fonte: Adaptado de Norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-11

4.3.1.4. Sinais A-39 – Passagem em nível sem barreira e A-40 – Passagem em nível com barreira

Os sinais A-39 a A-40 fazem parte do grupo de sinais relativo a “Interferência de transporte” e são utilizados para advertir o condutor a respeito da existência, à frente, de cruzamento, em um mesmo nível, da via rodoviária com uma via férrea e quanto à presença de barreira (cancela).

Conforme definido no Volume II do MBST, os sinais devem ser utilizados sempre que existir um cruzamento rodoferroviário em nível. O sinal A-39 deve estar presente (previamente, na via) em todos os tipos de equipamento de proteção de PN em que não haja barreira: 1, 2a, 3a, 3b, 3c, 4a e 4b. O sinal A-40, por sua vez, deve estar presente nos tipos de equipamento de proteção em que exista barreira: 2b, 3d, 3e, 3f e 5. As especificações dos sinais e das placas, tais como formas, dimensões e cores, devem estar de acordo com o citado manual. Quanto ao seu posicionamento na via, os sinais devem ser fixados em um suporte vertical cuja distância deve estar de acordo com os critérios de locação definidos no MBST – Volume II.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II.

Figura 4-12



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II.

Figura 4-13

4.3.1.5. *Sinal R-19 – Velocidade máxima permitida*

O sinal R-19 é utilizado para assinalar ao condutor o limite máximo regulamentado de velocidade em que o veículo pode circular a partir daquele ponto. Conforme definido no item 3.3, a velocidade máxima autorizada na via é um dos parâmetros adotados para o cálculo do triângulo de visibilidade. Pode, assim, ser necessário adequar a velocidade na via para que uma determinada PN se torne viável quanto à visibilidade. Caso isso se verifique, deve ser adotado, previamente à chegada ao cruzamento, o sinal R-19, com a respectiva velocidade regulamentada – devendo sempre ter um valor múltiplo de 10 (dez). Deve-se, ainda, adotar os procedimentos para regulamentar a redução de velocidade, considerando a distância de legibilidade da placa, os tempos de percepção e reação do condutor e a distância de frenagem até a parada completa do veículo, conforme definido no MBST – Volume I.

As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações, o posicionamento na via e os procedimentos para regulamentar a redução de velocidade devem estar de acordo com o MBST – Volume I. O sinal R-19, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Velocidade”, é apresentado na Figura 4-14 (sendo adotado, a título de exemplo, o limite de velocidade de 40 km/h).



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I.

Figura 4-14

4.3.1.6. Sinal R-7 – Proibido ultrapassar

O sinal R-7 é utilizado para assinalar ao condutor a proibição, a partir daquele ponto, do movimento de ultrapassagem pela faixa destinada ao sentido oposto de circulação. Deve ser utilizado, conforme indicado no MBST – Volume I, onde as condições de visibilidade e segurança não admitam a ultrapassagem segura dos veículos. Conforme já referido, a PN deve ser adequadamente sinalizada e protegida com dispositivos auxiliares para que não se realizem manobras, conversões e/ou ultrapassagens sobre ela. Para tanto, caso seja necessário reforçar a sinalização horizontal de proibição de ultrapassagem (ver item 4.3.2.4) previamente à chegada a um determinado cruzamento rodoferroviário, deve ser adotado o sinal R-7.

As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações e o posicionamento na via devem estar de acordo com o MBST – Volume I. O sinal R-7, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Normas especiais de circulação”, é apresentado na Figura 4-15.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I.

Figura 4-15

4.3.1.7. Sinal R-6c – Proibido parar e estacionar

O sinal R-6c é utilizado para assinalar ao condutor a proibição, a partir daquele ponto, da parada e do estacionamento de veículos. Deve ser utilizado, de acordo com o MBST – Volume I, onde essa parada e estacionamento se justificarem por motivos de segurança e/ou fluidez. Conforme já referido, a parada e o estacionamento de veículos na PN e na sua aproximação devem ser proibidos em ambos os lados da via férrea, para que não interfiram na visibilidade da passagem. Assim, deve ser adotado o sinal R-6c em todos os cruzamentos rodoferroviários, em ambos os lados, para impor tal proibição por, no mínimo, o dobro da extensão do trecho em tangente^[37] ou os limites do triângulo de visibilidade (o que for maior). O sinal pode ser acompanhado pela linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada – LPP (ver item 4.3.2.5).

As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações e o posicionamento na via devem estar de acordo com o MBST – Volume I. O sinal R-6c, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Estacionamento”, é apresentado na Figura 4-16.

^[37] Conforme definido no item 4.1.1, a extensão do trecho em tangente corresponde à soma da distância entre a linha de retenção e o trilho externo mais próximo a ela e o comprimento do maior veículo rodoviário a transitar pela via.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I.

Figura 4-16

4.3.1.8. Sinal A-15 – Parada obrigatória à frente

O sinal A-15 é utilizado para advertir ao condutor a respeito da existência, à frente, de um sinal R-1 – Parada obrigatória. Conforme já referido, o sinal A-15 deve ser colocado na via, antes, quando não houver distância de visibilidade suficiente do sinal R-1, podendo ser complementado por informação indicando a distância do ponto de parada.

As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações e o posicionamento na via, devem estar de acordo com o MBST – Volume II. O sinal A-15, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Controle de tráfego”, é apresentado na Figura 4-17.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II.

Figura 4-17

Recomenda-se, no projeto de segurança viária da PN, a avaliação da necessidade de utilização de sinalização de advertência e/ou indicação (educativa) adicionais, voltadas para pedestres e ciclistas, indicando que devem olhar para os dois lados antes de atravessar o cruzamento. E, ainda, indicando, para as vias férreas com mais de uma

linha, que um trem parado (ou mais lento) em uma linha próxima do condutor pode ser ultrapassado por um outro trem mais rápido, em uma linha mais distante – o que aumenta os riscos de acidentes.

4.3.1.9. Sinal R-15 – Altura máxima permitida

O sinal R-15 é utilizado para assinalar ao condutor a altura máxima permitida a um veículo para transitar a partir daquele ponto. Deve ser utilizado, de acordo com o MBST – Volume I, para proibir o trânsito de veículos com altura superior à indicada, devido à existência de obstáculos físicos à frente. Deve, assim, ser adotado na aproximação de cruzamentos com vias ferroviárias eletrificadas (com alimentação superior, por cabeamento aéreo), de modo a impedir o acesso de veículos que não correspondam ao gabarito ferroviário com as devidas margens de segurança. O sinal pode ser acompanhado por pórtico limitador de altura (ver item 4.3.5.7).

As especificações do sinal e da placa, tais como formas, dimensões e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações e o posicionamento na via devem estar de acordo com o MBST – Volume I. O sinal R-15, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Controle das características dos veículos que transitam na via”, é apresentado na Figura 4-18.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I.

Figura 4-18

4.3.2. Sinalização horizontal

A sinalização horizontal abrange as marcas, símbolos e legendas que são apostos sobre o pavimento das pistas de rolamento. Tais elementos têm a função de fornecer informações aos usuários que lhes permitam adotar comportamentos adequados quanto à segurança e à fluidez do trânsito, sem que precisem desviar a atenção do leito da via.

A sinalização horizontal é detalhada no Volume IV do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, que deve ser utilizado como referência normativa para os sinais horizontais localizados em PNs e nas suas aproximações quanto às características, dimensões, princípios de utilização, colocação na via e relacionamento com outras sinalizações.

Os elementos indicados para compor a sinalização horizontal em um projeto de segurança viária são descritos a seguir. Refere-se que a extensão mínima a ser pavimentada, na via rodoviária, a partir da PN, deve atender os requisitos previstos para esses elementos, assim como as respectivas distâncias entre as marcações.

4.3.2.1. *Marcação de cruzamento rodoferroviário – MCF*

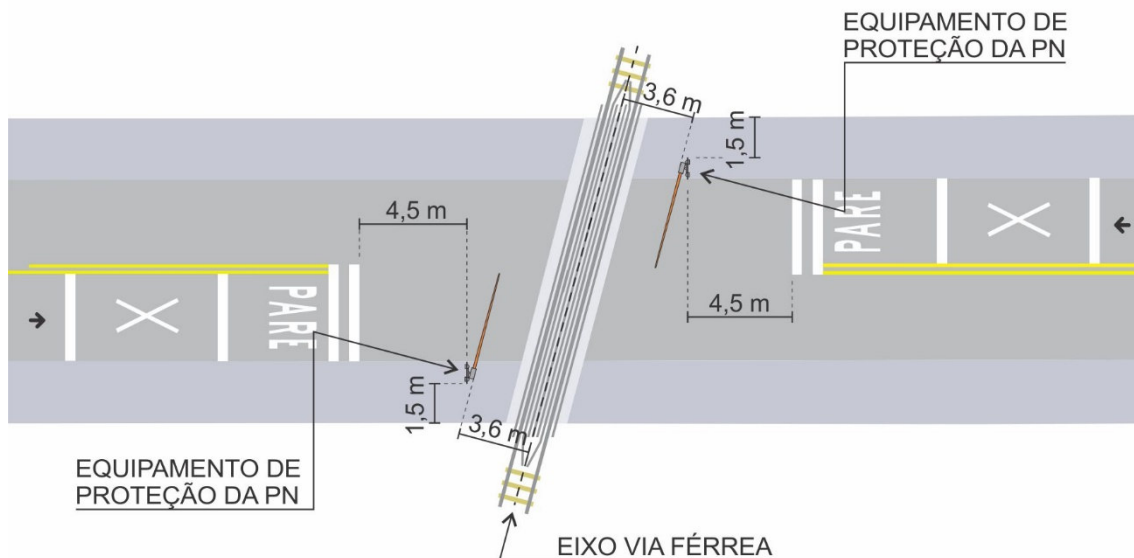
Segundo o MBST – Volume IV, a marcação de cruzamento rodoferroviário – MCF indica ao condutor a aproximação de um cruzamento em nível com uma ferrovia e o local de parada do veículo.

Essa marcação, que deve ser utilizada em todos os cruzamentos rodoferroviários, é constituída de:

- linha de retenção – LRE, que indica ao condutor o local limite em que deve parar o veículo; e
- retângulo de advertência, que corresponde a uma área anterior à PN, cujos limites são as linhas longitudinais à circulação da via e duas linhas transversais ao eixo da pista de rolamento, com um espaçamento de 15,00 m entre si. Nesse retângulo deve estar inscrito o símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário – SIF (“Cruz de Santo André”) (ver item 4.3.2.2).

As especificações da marcação e seus elementos, tais como formas, dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volumes IV e V e a norma ABNT NBR 12180. A marcação MCF, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Marcas transversais”, é apresentada na Figura 4-19.

Refere-se que, nos tipos de equipamento de proteção dotados de semáforo, a distância entre a linha de retenção e o semáforo deve ser calculada conforme indicado no MBST – Volume V (Sinalização Semafórica), no item “Visibilidade a partir da linha de retenção”.



Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

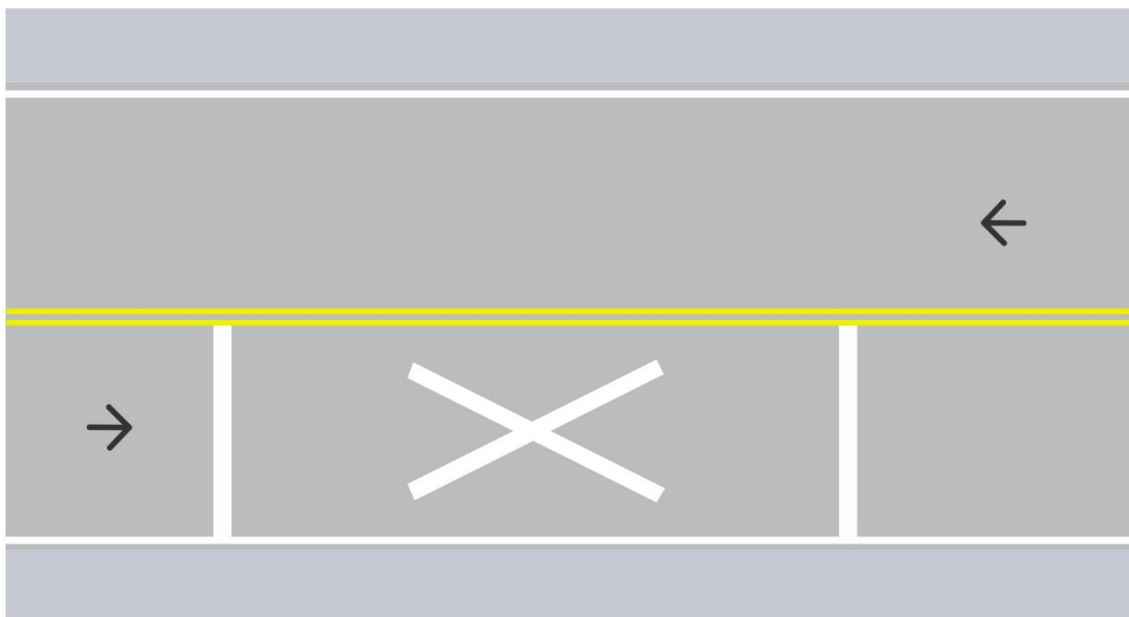
Figura 4-19

4.3.2.2. *Símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário – SIF – “Cruz de Santo André”*

O símbolo de cruzamento rodoferroviário – SIF (“Cruz de Santo André”), segundo o MBST – Volume IV, é uma inscrição no pavimento que deve ser utilizada para indicar a aproximação de uma interseção em nível com ferrovia. O símbolo, em forma de cruz, deve ser inserido no retângulo de advertência que, juntamente com a linha de retenção, forma a marcação de cruzamento rodoferroviário – MCF (ver item 4.3.2.1). Assim, o símbolo deve ser utilizado em todos os cruzamentos rodoferroviários.

As especificações do símbolo, tais como formas, dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volume IV. O símbolo, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Inscrições no pavimento”, é apresentado na Figura 4-20.

O símbolo deve ser acompanhado do sinal A-41 e, conforme a PN possua ou não possua cancela, deve ainda ser acompanhado do sinal A-39 (sem cancela) ou do sinal A-40 (com cancela).



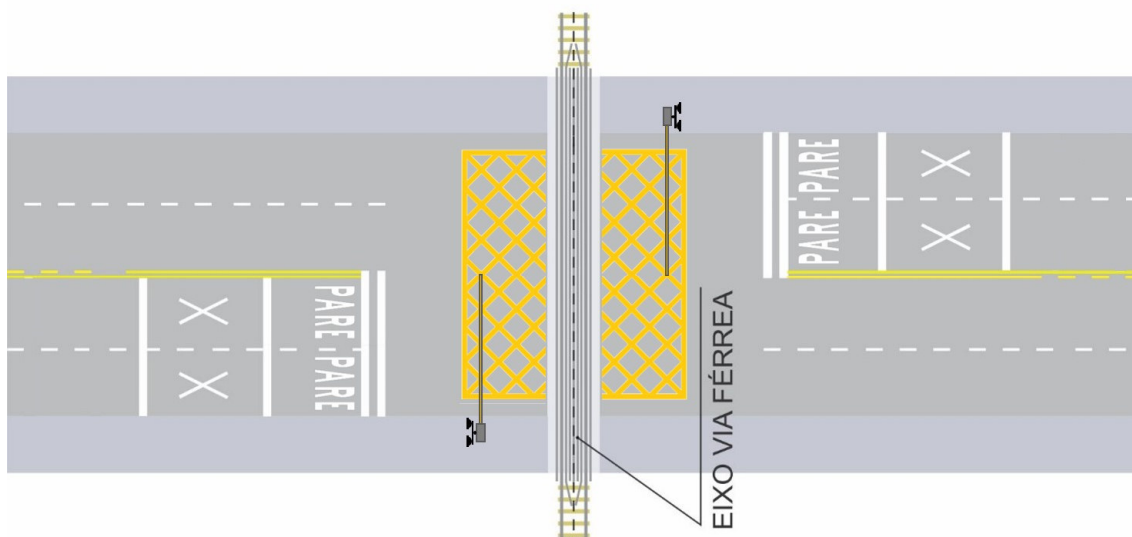
Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-20

4.3.2.3. *Marcação de área de conflito - MAC*

Segundo o MBST – Volume IV, a marcação de área de conflito – MAC indica ao condutor a área da pista em que não deve parar o veículo, prejudicando a circulação. Deve ser utilizada, conforme necessário, ao critério do projetista, para reforçar a proibição de parada ou estacionamento de veículos na PN.

As especificações da marcação e seus elementos, tais como formas, dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volumes IV. A marcação MAC, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Marcas transversais”, é apresentada na Figura 4-21.



Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-21

4.3.2.4. *Linha dupla contínua – LFO-3*

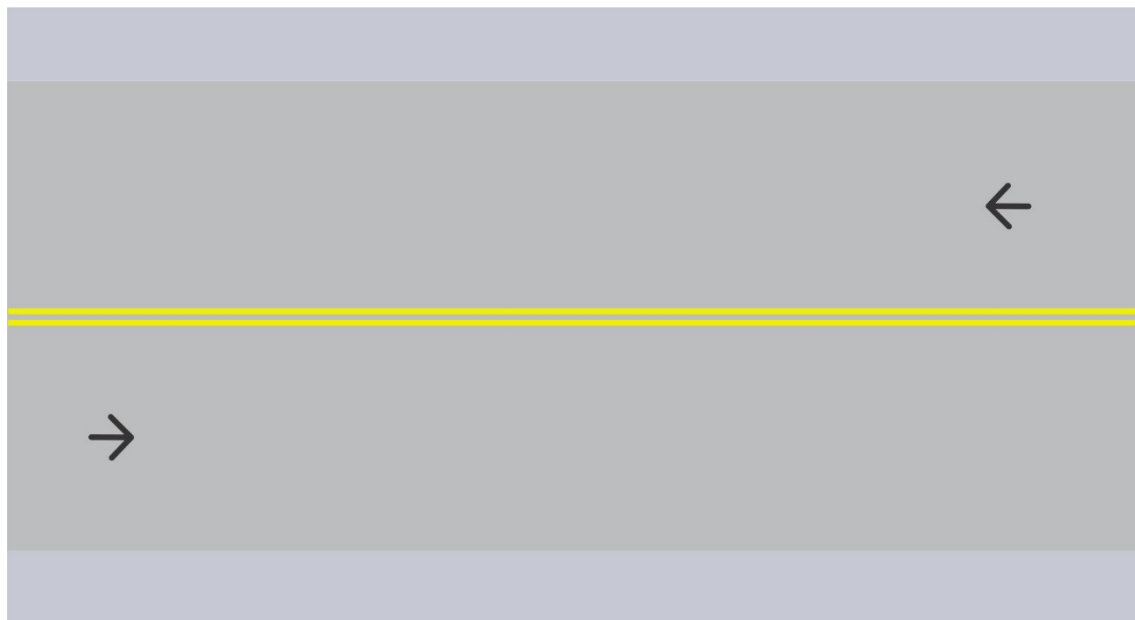
A linha dupla contínua, conforme definido no MBST – Volume IV, é um dos tipos de linha de divisão de fluxos opostos (LFO), devendo ser utilizada na separação desses fluxos e na demarcação dos locais onde a ultrapassagem é proibida em ambos os sentidos de circulação. O uso da linha dupla é indicado, entre outras, em situações tais como na proximidade de interseções ou outros locais onde os deslocamentos laterais devam ser proibidos. A linha dupla contínua deve, assim, ser utilizada na aproximação de todos os cruzamentos rododiferroviários em que haja circulação nos dois sentidos.

A sua aplicação visa a auxiliar o cumprimento dos artigos 32 e 33 do CTB, que proíbem a ultrapassagem em interseções e, em particular, em passagens em nível localizadas em vias com duplo sentido de circulação e pista única.

As especificações da linha dupla contínua, tais como dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volumes IV e VI. Refere-se que a linha deve ser acompanhada pelo sinal R-7 (Proibido ultrapassar – ver item 4.3.1.6) onde a sua visibilidade for prejudicada. As marcas longitudinais devem ser aplicadas em toda a extensão correspondente à proibição de transposição de faixa e ultrapassagem, desde o sinal R-

7 até a linha de retenção. A linha pode ainda ser acompanhada de tachas e tachões^[38], conforme detalhado no MBST – Volumes IV e VI.

A linha, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Marcas longitudinais”, é apresentada na Figura 4-22.



Fonte: Adaptado de Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-22

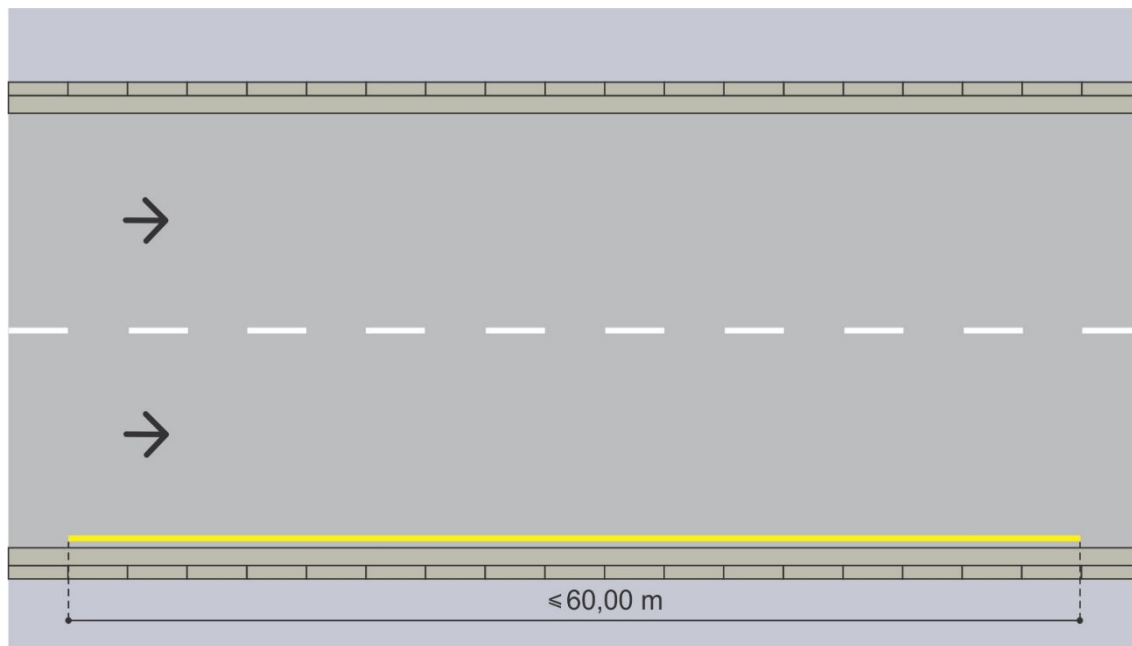
4.3.2.5. *Linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada – LPP*

A linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, conforme definido no MBST – Volume IV, indica a extensão ao longo da pista de rolamento onde é proibido o estacionamento e/ou a parada de veículos, conforme estabelecido pela sinalização vertical de regulamentação correspondente.

As especificações da linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, tais como dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volume IV. Refere-se que, na aproximação de cruzamentos rodoferroviários, a LPP pode ser usada como reforço da sinalização de proibição de parada e estacionamento – sinal R-6c (ver item 4.3.1.7).

^[38] Os tachões não devem ser utilizados sobre marcas longitudinais de rodovias, vias de trânsito rápido e vias urbanas com velocidade superior a 60 km/h, conforme definido no MBST – Volume VI.

A linha, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Marcas de delimitação e controle de estacionamento e/ou parada”, é apresentada na Figura 4-23.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-23

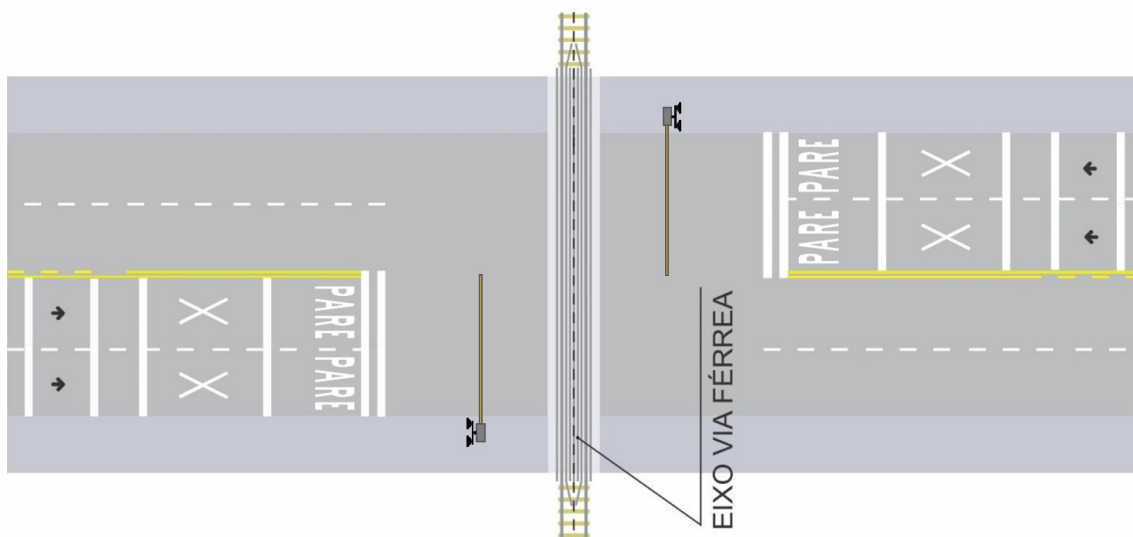
4.3.2.6. *Linhas de estímulo a redução de velocidade – LRV*

As linhas de estímulo a redução de velocidade, conforme definido no MBST – Volume IV, são linhas paralelas que, posicionadas a distâncias sucessivamente menores, produzem em conjunto um efeito visual que induz o condutor a reduzir a velocidade do veículo, de modo que se ajuste ao limite desejado.

A LRV pode ser utilizada, entre outras situações, na aproximação de cruzamentos rodoferroviários. A sua utilização, porém, não deve ser generalizada, de modo a que se mantenha a sua eficácia.

As especificações das linhas de estímulo a redução de velocidade, tais como dimensões, espaçamento e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volume IV. Na aproximação de PNs, a LRV pode ser usada como reforço da sinalização R-19, que assinala ao condutor o limite máximo regulamentado de velocidade (ver item 4.3.1.5).

O conjunto de linhas, que faz parte do grupo de sinais relativo a “Marcas transversais”, é apresentado na Figura 4-24.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-24

4.3.2.7. *Legenda “PARE”*

As legendas, conforme definido no MBST – Volume IV, são combinações de letras e algarismos aplicadas no pavimento com o objetivo de advertir os condutores quanto às condições específicas de operação de uma determinada via. A legenda “PARE”, em particular, deve ser usada como reforço do sinal R-1 – Parada obrigatória (ver item 4.3.1.2) em todos os tipos de equipamento de proteção de PN.

As especificações da legenda, tais como dimensões e cor, assim como o relacionamento com outras sinalizações e a colocação na via, devem estar de acordo com o MBST – Volume IV.

A legenda faz parte do grupo de sinais relativo a “Inscrições no pavimento” e é apresentada na Figura 4-25.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV.

Figura 4-25

4.3.3. Sinalização semafórica

A sinalização semafórica é detalhada no Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Essa sinalização abrange indicações luminosas acionadas alternada ou intermitentemente por meio de sistema eletromecânico ou eletrônico.

Conforme indicado no MBST – Volume V, tais indicações compreendem semáforos (ou grupos focais)^[39] fixados ao lado da via ou suspensos sobre ela, com a finalidade de transmitir mensagens específicas aos usuários da via pública, regulamentando o direito de passagem dos diferentes fluxos de veículos (sinalização semafórica de regulamentação) ou advertindo sobre situações especiais, obstáculos ou situações perigosas nas vias (sinalização semafórica de advertência).

4.3.3.1. *Semáforo para proibição do direito de passagem*

Conforme indicado na norma ABNT NBR 12180, os equipamentos de proteção de PNs com energia elétrica devem ser dotados de sinais sonoros (campainhas) e/ou luminosos (semáforos).

Dado o exposto, deve-se adotar, em alguns cruzamentos rodoferroviários, sinalização semafórica de regulamentação para proibir o direito de passagem de veículos e pedestres enquanto durar o atravessamento de trens pela PN. A sinalização em questão corresponde a um semáforo^[40] dotado de 2 (dois) grupos focais, na posição horizontal, na forma circular e na cor vermelha, para indicar a proibição do direito de passagem. Esses grupos focais devem permanecer apagados enquanto não houver trens circulando na PN ou em sua aproximação, sendo acionados em aspecto intermitente quando um trem se aproximar e atravessar a via. Os condutores, assim, serão obrigados a parar os seus veículos.

Conforme indicado na norma ABNT NBR 15942, os semáforos devem ser utilizados na proteção ativa de algumas PNs, podendo ter acionamento manual (equipamentos do tipo 3b, 3c, 3e e 3f) ou automático (equipamentos do tipo 4a e 4b).

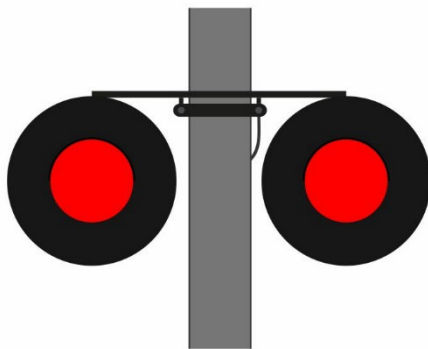
As especificações do semáforo, tais como componentes técnicos, dimensões, formas e cores, assim como o relacionamento com outras sinalizações, colocação na via,

^[39] Na norma ABNT NBR 15942, as indicações luminosas utilizadas na proteção das PNs são denominadas “sinais luminosos”.

^[40] A depender do tipo de equipamento de proteção, poderá ser utilizado mais de um semáforo.

distância da linha de retenção ao grupo focal e padrão de acionamento, devem estar de acordo com o MBST – Volume V e com as normas ABNT NBR 12180, 15680 e 15942. O semáforo a ser adotado na proteção de PNs é apresentado na Figura 4-26.

Não devem ser utilizados, em cruzamentos rodoferroviários, semáforos de regulamentação veicular convencionais^[41].



Fonte: Norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-26

4.3.4. Sinalização acústica

4.3.4.1. *Campainha*

Os equipamentos de proteção de PNs com energia elétrica devem ser dotados de sinais sonoros (campainhas) e/ou luminosos (semáforos), conforme indicado na norma ABNT NBR 12180.

Assim, a sinalização acústica em passagens em nível abrange, do lado rodoviário, em determinados cruzamentos, sinais sonoros emitidos por campainhas localizadas nos suportes da sinalização vertical. Conforme indicado na norma ABNT NBR 15942, as campainhas devem ser utilizadas na proteção ativa de algumas PNs, podendo ter acionamento manual (equipamentos do tipo 3a, 3c, 3d e 3f) ou automático (equipamentos do tipo 4a e 4b).

O posicionamento e o padrão de funcionamento da campainha devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 12180, 15680 e 15942.

^[41] Conforme definido no MBST – Volume V, tais semáforos possuem três indicações luminosas, vermelha, amarela e verde, dispostas, nesta ordem, de cima para baixo quando vertical ou da esquerda para a direita quando horizontal.

4.3.5. Dispositivos auxiliares

Conforme definido no MBST – Volume VI, os dispositivos auxiliares têm como funções, dentre outras, alertar aos usuários da via quanto a situações de perigo potencial, em caráter permanente ou temporário; controlar o acesso de veículos em determinadas áreas, a exemplo das passagens em nível; e fornecer proteção aos usuários da via e das ocupações lindeiras. A implantação desses dispositivos deve estar condicionada à realização de estudos de engenharia de tráfego que fundamentem as decisões quanto às formas e locais, para o melhor aproveitamento das suas características.

No seu projeto e implantação, os dispositivos auxiliares localizados em um cruzamento rodoferroviário devem atender aos parâmetros de segurança das vias em que se encontram, visando a informar, direcionar e orientar os usuários quanto à maneira correta e segura de realizar a transposição da PN, cumprindo a legislação e os normativos vigentes (a exemplo do citado MBST – Volume VI e das normas ABNT NBR 9050, 12180, 15680 e 15942), além de garantir a acessibilidade de todos. Refere-se que os dispositivos auxiliares complementam a sinalização padronizada e, isoladamente, não possuem a função de regulamentar a circulação.

4.3.5.1. *Cancela manual ou automática*

Conforme definido no MBST – Volume VI e na norma ABNT NBR 7635, as cancelas são dispositivos auxiliares destinados a controlar o acesso ou a passagem de veículos em determinados locais, tais como os cruzamentos rodoferroviários, sendo a sua abertura e fechamento realizados por movimentos de rotação ou de translação.

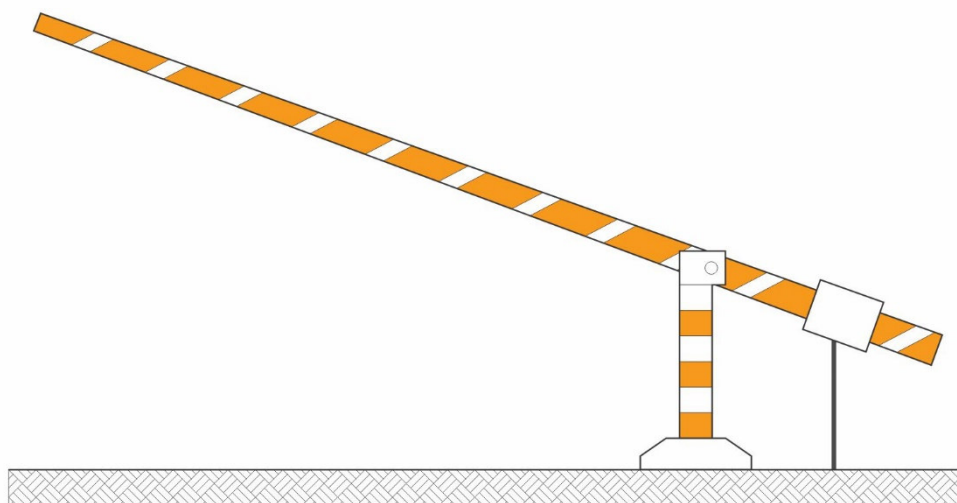
As especificações técnicas das cancelas, assim como dimensões, cores, posicionamento, padrão de funcionamento, tempos de acionamento e requisitos operacionais em caso de falta de energia, devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 12180, 15680 e 15942 e com o MBST – Volumes IV e VI.

Nos casos em que se utiliza a cancela para a proteção da PN, esse dispositivo deve estar posicionado entre a frente do veículo e o trilho mais próximo. Em cada mão de direção, a cancela é utilizada, geralmente, em apenas um dos lados da via férrea. Pode haver, porém, situações em que se justifica a implantação de cancelas dos dois lados da via férrea, para impedir a entrada na PN pela contramão.

Definem-se na norma ABNT NBR 12180, em particular, critérios para o posicionamento da(s) cancela(s) quanto ao número de faixas de trânsito; a existência de ilha (entre as faixas); o tipo de mão (única ou dupla); e a existência de canteiro central. Especificamente quanto ao ângulo formado entre as vias rodoviária e ferroviária, as cancelas devem ser sempre posicionadas paralelamente à via férrea.

Conforme indicado na norma ABNT NBR 15942, as cancelas devem ser utilizadas na proteção ativa de algumas PNs, podendo ter acionamento manual (equipamentos do tipo 2b, 3d, 3e e 3f) – ver Figura 4-27 – ou automático (equipamentos do tipo 5) – ver Figura 4-28.

Refere-se ainda que a implantação de cancelas em uma PN deve atender a um projeto específico, estando as suas dimensões sujeitas às características geométricas do cruzamento. A cancela deve ser acompanhada do sinal R-1 (ver item 4.3.1.2).



Fonte: Norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-27



Fonte: Norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-28

4.3.5.2. Dispositivos delimitadores

Conforme já referido, os cruzamentos rodoferroviários devem ser adequadamente sinalizados e protegidos com dispositivos auxiliares para que não se realizem manobras, conversões e/ou ultrapassagens sobre eles. Tais dispositivos, de acordo com o MBST – Volume VI, são utilizados para orientar os condutores quanto aos limites do espaço destinado ao rolamento e a sua separação em faixas de trânsito. São, assim, posicionados ao longo das marcas longitudinais, entre as faixas de rolamento, e, por conterem elementos retrorrefletivos, reforçam a sua visibilidade em condições adversas.

Os dispositivos auxiliares atuam como divisores de fluxos, impedindo ou desencorajando a passagem de uma faixa para outra e corroborando o que regulamenta o sinal R-7 (proibição de ultrapassagem). Na implantação desses dispositivos para a proteção de cruzamentos rodoferroviários, deve-se cumprir o que determinam o MBST – Volume VI e as normas ABNT NBR 15680 e 16658 quanto a especificações, retrorrefletividade, cores, dimensões, princípios de utilização e posicionamento.

Destaca-se que, no projeto de sinalização e proteção da PN, deve ser analisada a possibilidade de se prolongar a instalação de divisores de fluxos, na faixa de domínio da via férrea, até o limite de segurança do gabarito ferroviário, conforme indicado na norma ABNT NBR 15680.

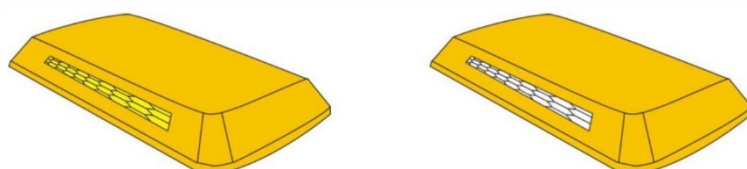
Os dispositivos delimitadores devem ser utilizados em todos os tipos de equipamento de proteção de PN. Os tipos de dispositivos cuja utilização deve ser considerada na proteção de cruzamentos rodoferroviários são a tacha, o tachão e o cilindro delimitador, conforme representados, respectivamente, nas Figuras 4-29, 4-30 e 4-31. Destaca-se

que os dispositivos delimitadores não devem ser utilizados transversalmente ao fluxo de trânsito. O tachão, em particular, não deve ser aplicado sobre marcas longitudinais de rodovias, vias de trânsito rápido e vias urbanas com velocidade superior a 60 km/h – e, ainda, de forma descontínua.



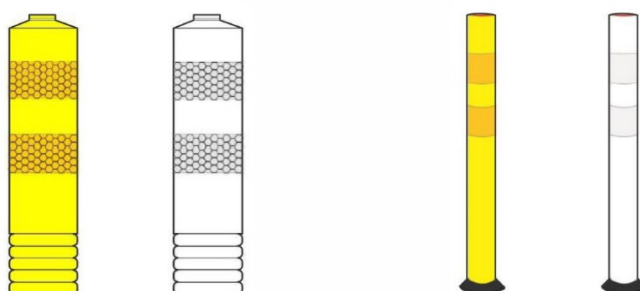
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

Figura 4-29



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

Figura 4-30



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

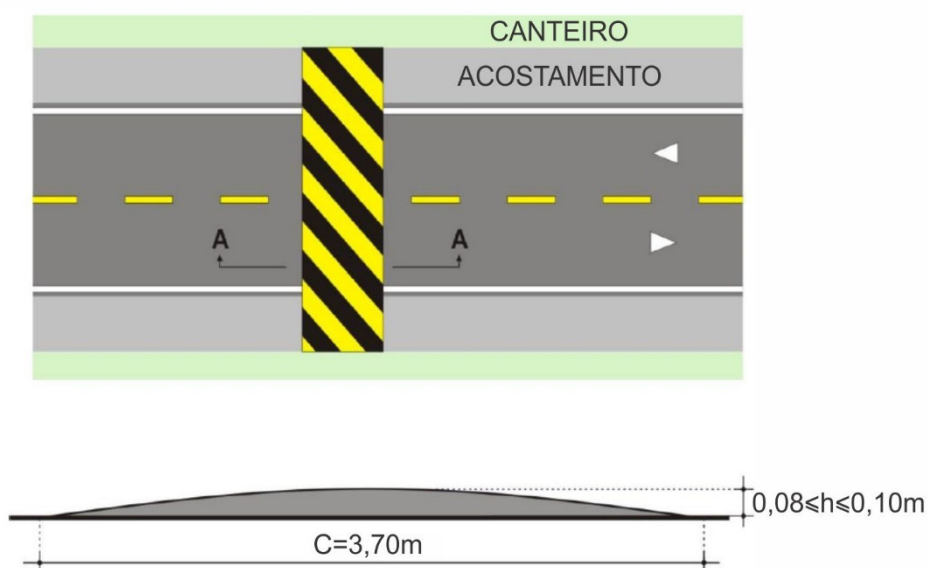
Figura 4-31

4.3.5.3. *Dispositivos de controle de velocidade*

Nas proximidades de passagens em nível, conforme referido no item 3.3, os condutores dos veículos rodoviários devem adequar a sua velocidade ao triângulo de visibilidade estabelecido em projeto, para que possam, a tempo, parar, olhar e escutar a fim de verificar se alguma composição ferroviária se aproxima. Essa redução de velocidade na aproximação da PN também garante o tempo de reação caso ocorra algum imprevisto.

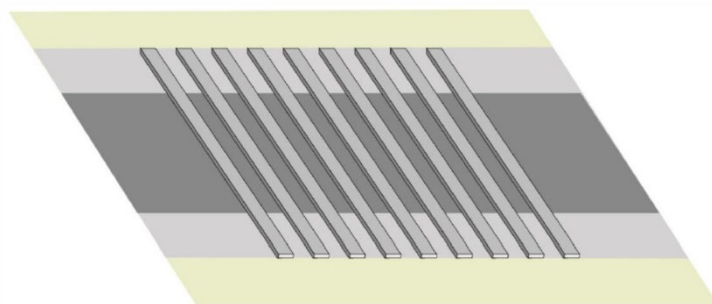
Deve-se avaliar a pertinência de utilizar os dispositivos de controle de velocidade, para cada cruzamento rodoferroviário, em estudos técnicos de engenharia de tráfego, conforme a legislação vigente. Quando utilizados, os dispositivos devem atender ao que determinam o MBST – Volume VI e a norma ABNT NBR 15680 quanto a especificações, cores, dimensões, posicionamento, distância mínima em relação à via férrea e relacionamento com outros sinais.

Os dispositivos de controle de velocidade cuja utilização deve ser considerada na proteção de cruzamentos rodoferroviários são a ondulação transversal (lombada) e o sonorizador, conforme representados, respectivamente, nas Figuras 4-32 e 4-33. Tais elementos fazem parte do grupo de sinais relativo a “Alterações nas características do pavimento”.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

Figura 4-32



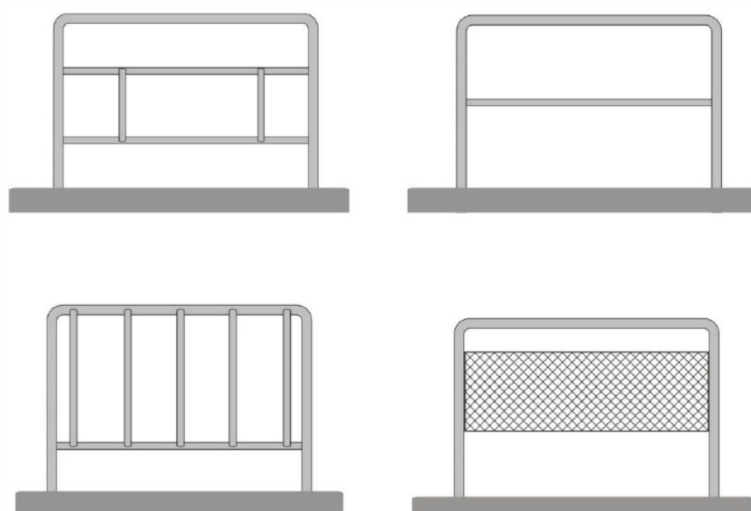
Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

Figura 4-33

4.3.5.4. *Gradil*

Conforme já referido, caso o fluxo em uma determinada PN o justifique, deve-se avaliar a necessidade de travessias exclusivas para pedestres e/ou ciclistas. Assim, nessa análise, deve-se considerar a utilização de dispositivo de retenção e canalização, conforme definido no MBST – Volume VI. A finalidade desse tipo de dispositivo é disciplinar, direcionar e segregar o fluxo de pedestres ou ciclistas, impedindo seu acesso a pontos indesejados ou criando espaços exclusivos.

Quando avaliada a necessidade do dispositivo, devem ser utilizados gradis do tipo fixo (cravado no piso ou pavimento) e rígido (constituído de uma estrutura composta por elementos ou placas vazadas), conforme os exemplos representados na Figura 4-34. Podem ser modulares ou contínuos e devem atender ao que determina o MBST – Volume VI quanto a características, dimensões, princípios de utilização, colocação e relacionamento com outros sinais.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI.

Figura 4-34

4.3.5.5. *Chicana*

Conforme já referido, a chicana é um dispositivo que tem a função de reduzir a velocidade dos usuários que a percorrem e, devido ao seu percurso indireto, os obriga a olhar para os dois sentidos da via. Evita, assim, que os usuários atravessem a via inadvertidamente. Deve ser avaliada a necessidade de sua utilização nas travessias exclusivas para pedestres e/ou ciclistas, conforme definido no item 4.3.5.4.

O seu dimensionamento deve ser objeto de estudo técnico de engenharia de tráfego para cada cruzamento rodoferroviário, devendo ser observado, no que couber, o que

determina o MBST – Volume VI para os gradis (ver item 4.3.5.4) quanto a características, dimensões, princípios de utilização, colocação e relacionamento com outros sinais. Para que a chicana tenha eficácia, os acessos alternativos à via férrea, nas proximidades, devem ser vedados, conforme representado na Figura 4-35.

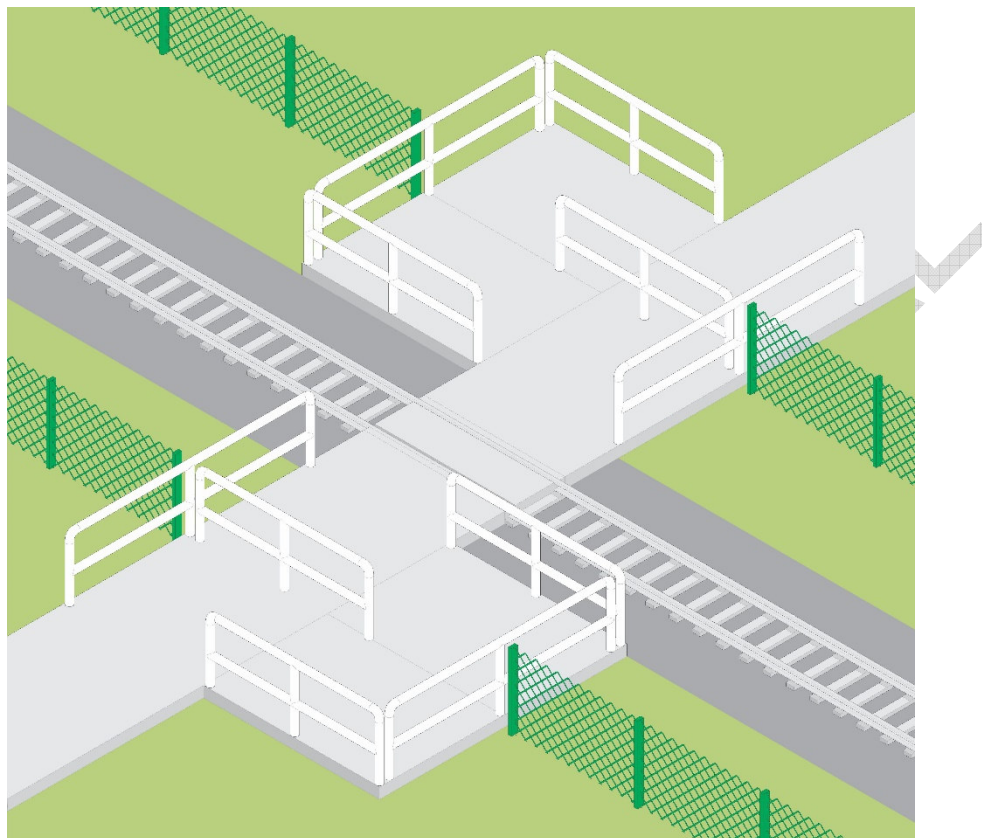


Figura 4-35

4.3.5.6. Sinalizador manual

O uso de sinalizador manual é indicado para os equipamentos de proteção de PN do tipo 2a, conforme definido na norma ABNT NBR 15942. Nesse tipo de proteção, uma pessoa^[42] é encarregada de sinalizar com gestos, aos usuários da via, a passagem de uma composição ferroviária pela PN. Nesse sentido, essa pessoa pode empunhar uma bandeira sinalizadora, que é um dispositivo utilizado para alertar os condutores de veículos quanto à diminuição da velocidade ou parada obrigatória em operação de trânsito (entre outras situações), conforme definido no MBST – Volume VI.

^[42] Agente de trânsito ou funcionário da ferrovia.

4.3.5.7. Pórtico limitador de altura

Conforme já referido, na aproximação de cruzamentos com vias ferroviárias eletrificadas (com alimentação superior, por cabeamento aéreo) devem ser instalados dispositivos que impeçam o acesso de veículos que não correspondam ao gabarito ferroviário com as devidas margens de segurança. Nesse sentido, deve ser instalada, fora da PN, na aproximação de vias eletrificadas, pórtico limitador de altura que indique o limite do gabarito rodoviário vertical (conforme exemplo na Figura 4-36). O dimensionamento e as especificações desse dispositivo devem ser objeto de estudo técnico de engenharia específico para a via de aproximação. Devem ainda ser instalados, previamente ao cruzamento, em localização que permita a tomada de decisão, o sinal R-15 (ver item 4.3.1.9) e sinalização de orientação de destino que indique rota alternativa aos veículos que não atendam ao gabarito.

Poderão ser usados ainda, nos pórticos limitadores de altura, marcadores de obstáculo, que são dispositivos de sinalização que alertam o condutor quanto à existência de elementos na via que podem afetar a sua segurança, a exemplo de estruturas dispostas na via, conforme definido no MBST – Volume VI.

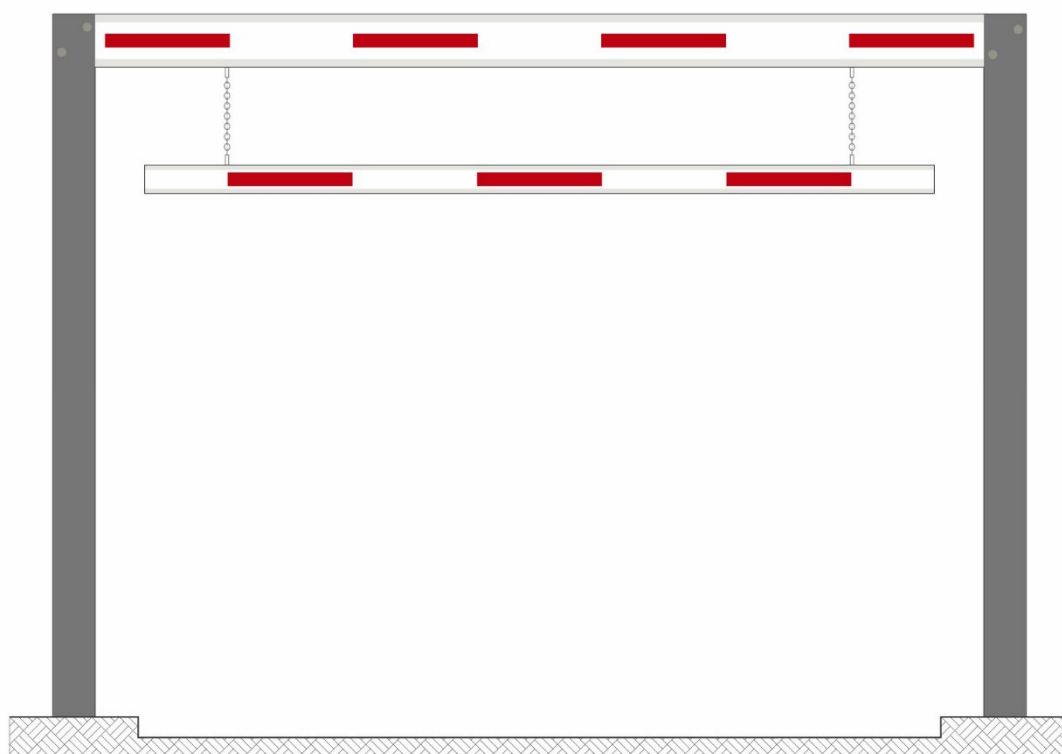


Figura 4-36

4.4. Projetos-tipo

Os equipamentos de proteção de cruzamentos rodoferroviários reúnem, em diferentes arranjos, diversos sinais e dispositivos, como detalhado anteriormente. Neste item são apresentados, para os diferentes tipos de equipamentos de proteção, quais são os conjuntos mínimos obrigatórios de sinais, marcações e dispositivos a serem utilizados. Conforme já referido, deve-se observar, para cada PN, os critérios de cálculo definidos no item 3.3 e, de acordo com a alínea [g] desse item, consultar a norma ABNT NBR 15942 para definir o tipo correspondente de equipamento de proteção: 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 4a, 4b e 5^[43].

São compilados, no Quadro 4-1, os sinais, marcações e dispositivos a serem utilizados em cada tipo de equipamento de proteção, com as indicações de uso obrigatório (“Sim”), proibição e/ou dispensa de uso (“Não”) e uso conforme avaliação de cada caso quanto à visibilidade, às características do tráfego e à geometria da via (“A avaliar”).

Conforme já referido, as placas e os sinais luminosos e sonoros (campainhas) devem estar fixados em um mesmo suporte, a uma distância de 3,60 m entre o eixo desse suporte e o eixo da linha férrea que lhe for mais próxima, como determina a norma ABNT NBR 12180 – salvo nos casos em que a operação ferroviária determinar distância diferente. Na Figura 4-37 está representado esquematicamente, em planta, o posicionamento que deve ser adotado para os equipamentos de proteção de cruzamentos rodoferroviários.

De modo a que seja cumprido o princípio da suficiência, os equipamentos de proteção e os respectivos suportes não devem ser utilizados em duplicado em um mesmo sentido de circulação – salvo nos casos em que em que, devido às condições de visibilidade, se preveja, neste manual^[44] ou nos demais Volumes do MBST, a sua utilização de modo repetido.

^[43] Não foi incluído, na presente análise, o tipo 0 (zero), por se tratar de proteção de PN particular.

^[44] A exemplo do sinal A-41 no equipamento de proteção tipo 4b.

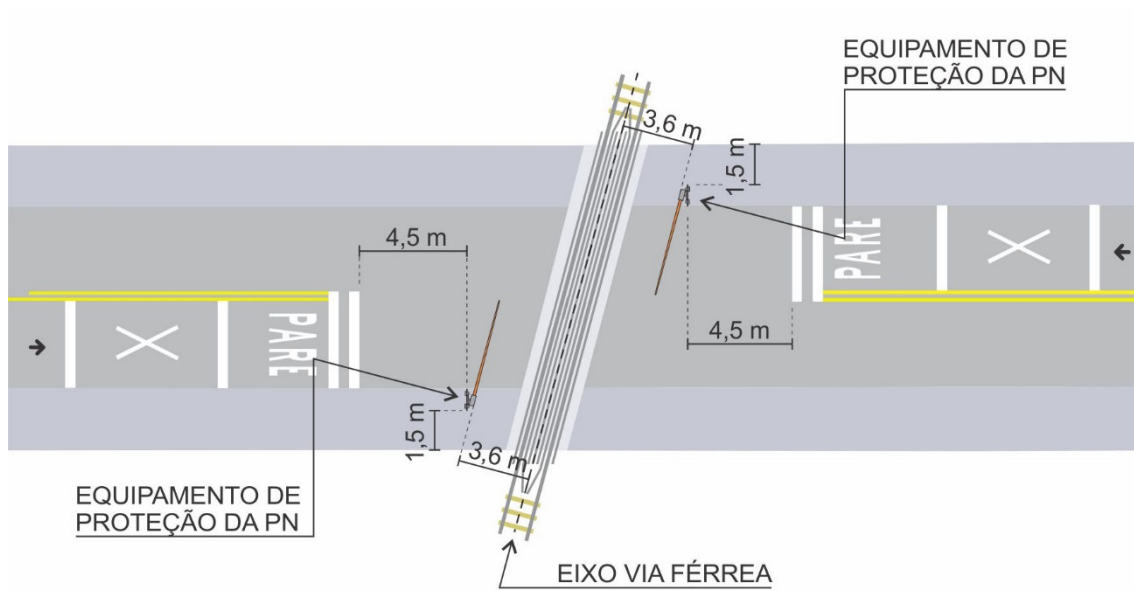


Figura 4-37

Tipo de equip. de proteção	Proteção	Operação	Energia elétrica	Sinalização vertical										Sinalização horizontal							Sinalização semafórica		Sinalização acústica		Dispositivos auxiliares										Suporte	
				Regulamentação					Advertência					MCF	Linha de retenção	SIF	Linha dupla contínua	LPP	LRV	Legenda "PARE"	Sinal luminoso (manual)	Sinal luminoso (autom.)	Campain. (manual)	Campain. (autom.)	Cancela (manual)	Cancela (autom.)	Disposit. delimitadores	Disp. controle velocid.	Gradil	Chicana	Sinalizador (manual)	Pórtico limitador de altura	Pórtico			
				Sinal R-1	Sinal R-6c	Sinal R-7	Sinal R-15	Sinal R-19	Sinal A-15	Sinal A-39	Sinal A-40	Sinal A-41	Othe Escute																							
1	Passiva	N/A	Não	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
2a	Ativa	Manual	Não	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Sim	A avaliar	Não				
2b	Ativa	Manual	Não	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3a	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3b	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3c	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3d	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3e	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
3f	Ativa	Manual	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
4a	Ativa	Automática	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				
4b	Ativa	Automática	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Sim				
5	Ativa	Automática	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	A avaliar	A avaliar	A avaliar	Não	A avaliar	Não				

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942 e do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito.

Quadro 4-1

São apresentados, seguir, os projetos para os tipos previstos de equipamentos de proteção de PNs.

4.4.1. Equipamento de proteção tipo 1

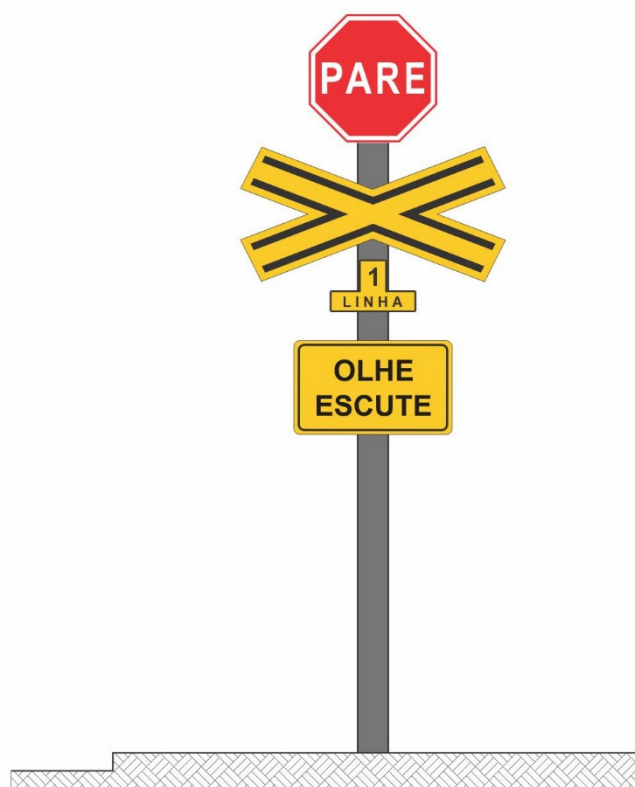
Este tipo de equipamento (tipo 1: proteção simples), com proteção passiva, pode ser utilizado em cruzamentos com ou sem energia elétrica.

Nos cruzamentos sem energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 0 a 25 (em rodovias de classes I, II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 0 a 50 (em vias arteriais, coletoras e locais).

Nos cruzamentos com energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 0 a 5 (em rodovias de classes I, II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 0 a 10 (em vias arteriais, coletoras e locais).

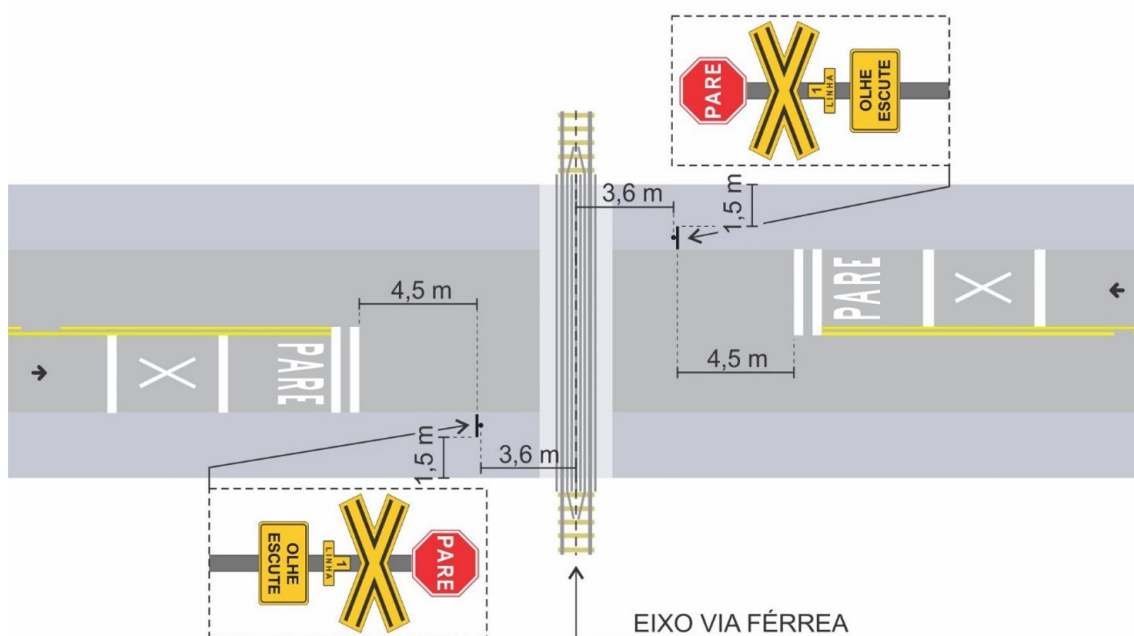
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE” e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-38 e 4-39.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-38



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-39

4.4.2. Equipamento de proteção tipo 2a

Este tipo de equipamento (tipo 2a: sinalizador manual), com proteção ativa, pode ser utilizado em cruzamentos com ou sem energia elétrica.

Nos cruzamentos sem energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 5 a 25 (em rodovias de classes III e IV), de 25 a 50 (em rodovias de classes I, II, III e IV) e maiores que 50 (em rodovias de classe III). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 10 a 50 (em vias arteriais), de 50 a 100 (em vias arteriais, coletoras e locais) e maiores que 100 (em vias coletoras).

Nos cruzamentos com energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 5 a 25 (em rodovias de classes III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 10 a 50 (em vias locais).

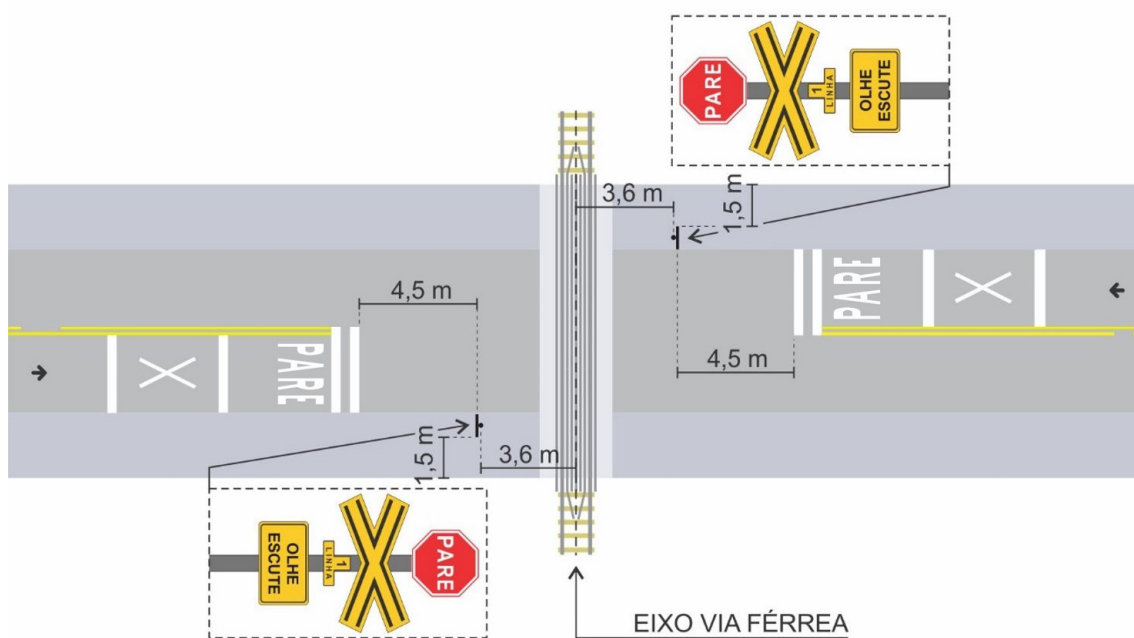
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, dispositivos delimitadores e sinalizador manual – conforme representado na Figura 4-40 e 4-41.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-40



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-41

4.4.3. Equipamento de proteção tipo 2b

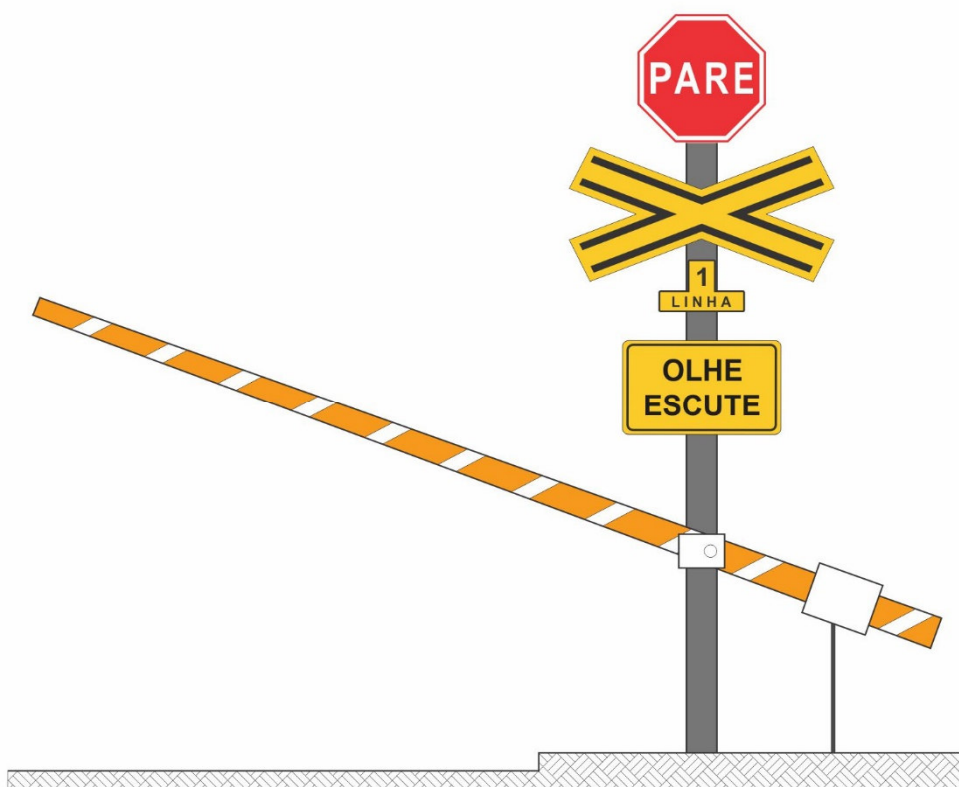
Este tipo de equipamento (tipo 2b: cancela manual), com proteção ativa, pode ser utilizado em cruzamentos com ou sem energia elétrica.

Nos cruzamentos sem energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores ou iguais a 5 (em rodovias de classes I, II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores ou iguais a 50 (em vias arteriais, coletoras e locais).

Nos cruzamentos com energia elétrica, aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 5 a 25 (em rodovias de classes III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 10 a 50 (em vias locais).

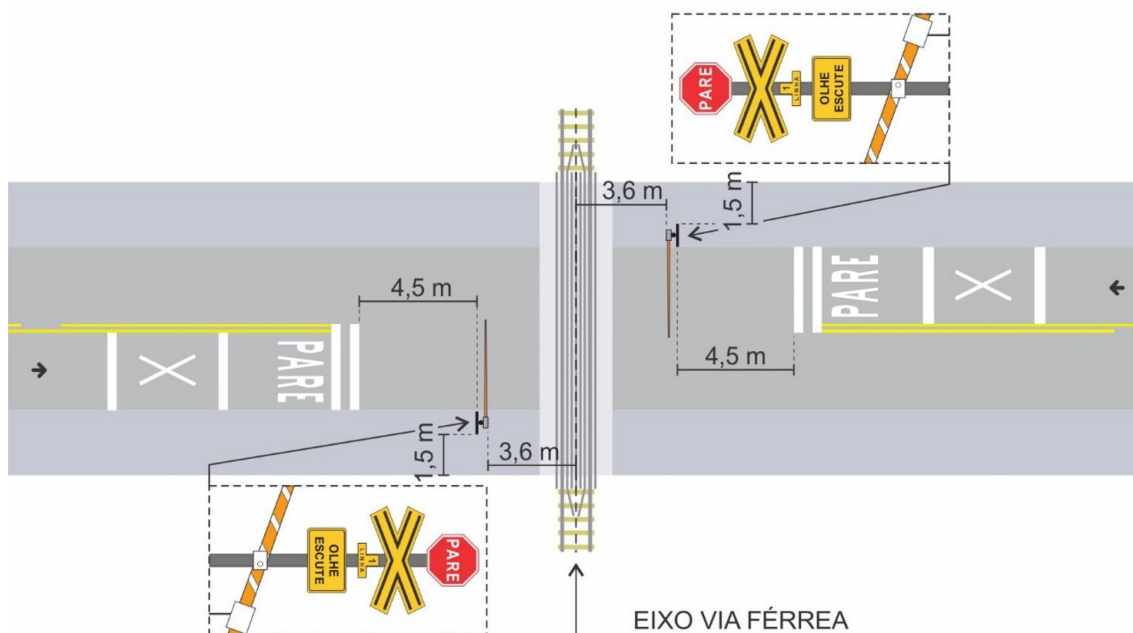
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-40, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, cancela manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-42 e 4-43.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-42



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-43

4.4.4. Equipamento de proteção tipo 3a

Este tipo de equipamento (tipo 3a: campainha com controle manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica. É indicado apenas em vias urbanas, cujos momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) se situem no intervalo de 0 a 10 (em vias arteriais, coletoras e locais).

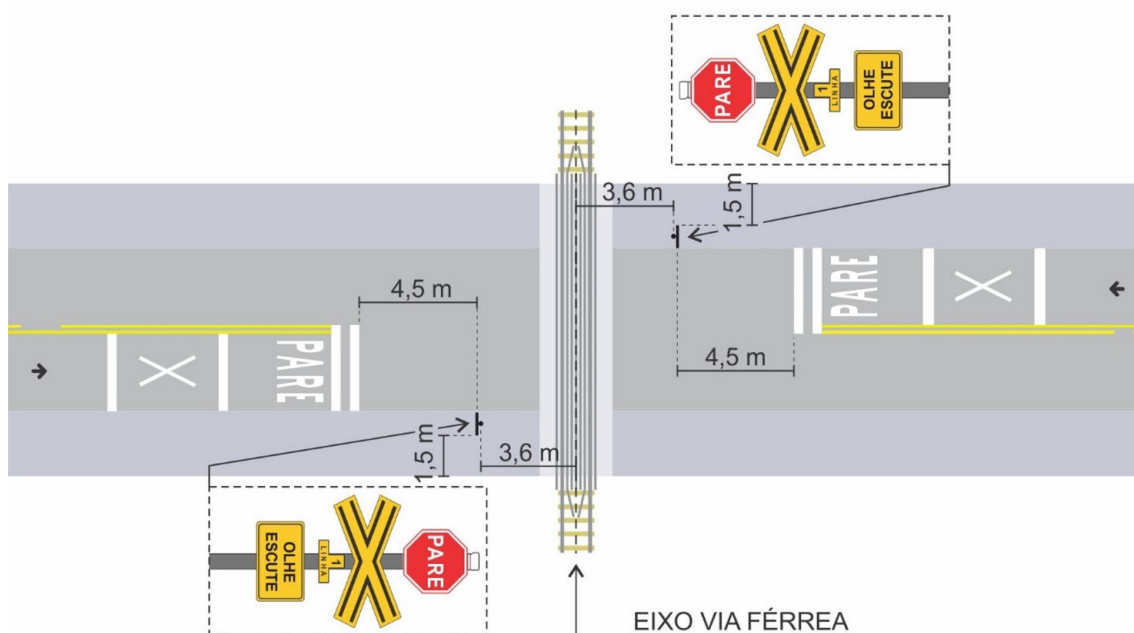
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, campainha manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-44 e 4-45.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-44



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-45

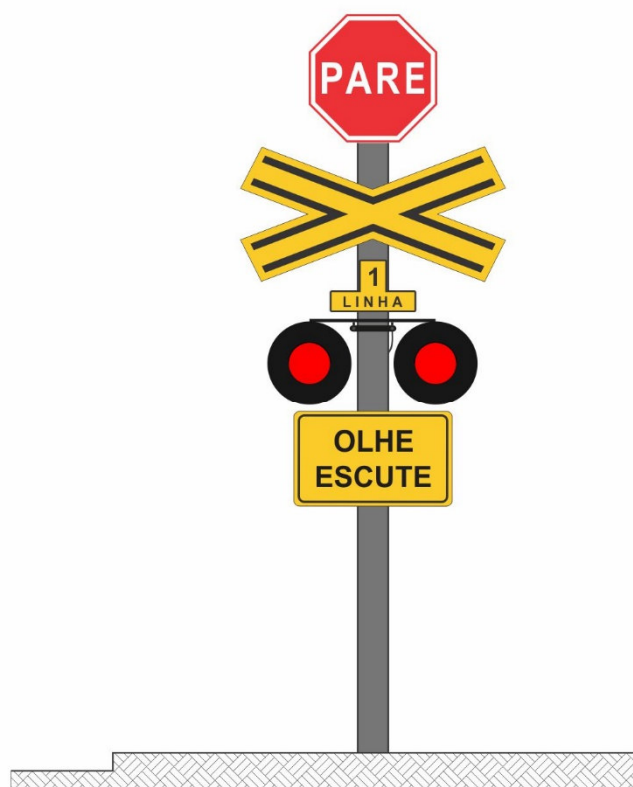
4.4.5. Equipamento de proteção tipo 3b

Este tipo de equipamento (tipo 3b: sinal luminoso com controle manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 5 a 25 (em rodovias de classes I e II) e de 25 a 50 (em rodovias de classes II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 10 a 50 (em vias arteriais e coletoras).

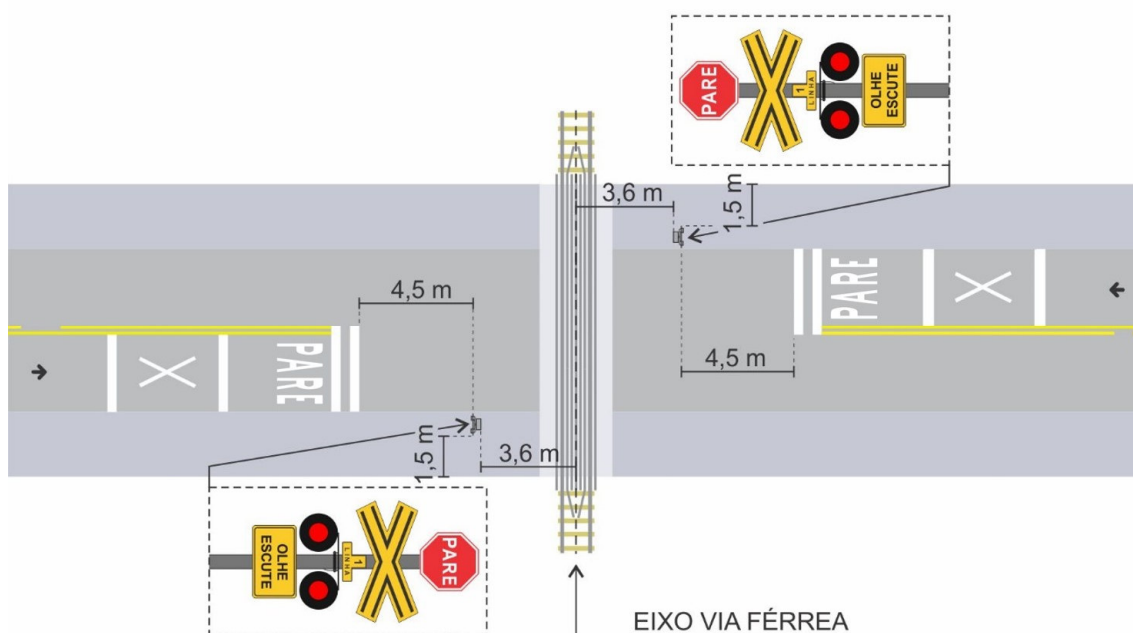
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e "Olhe Escute", marcação de cruzamento rododiferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rododiferroviário, linha dupla contínua, legenda "PARE", sinal luminoso manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-46 e 4-47.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-46



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-47

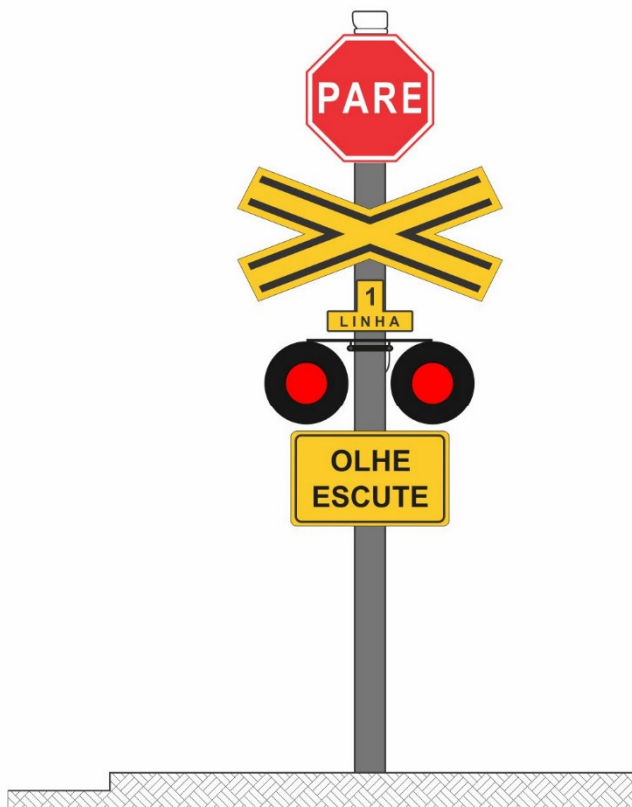
4.4.6. Equipamento de proteção tipo 3c

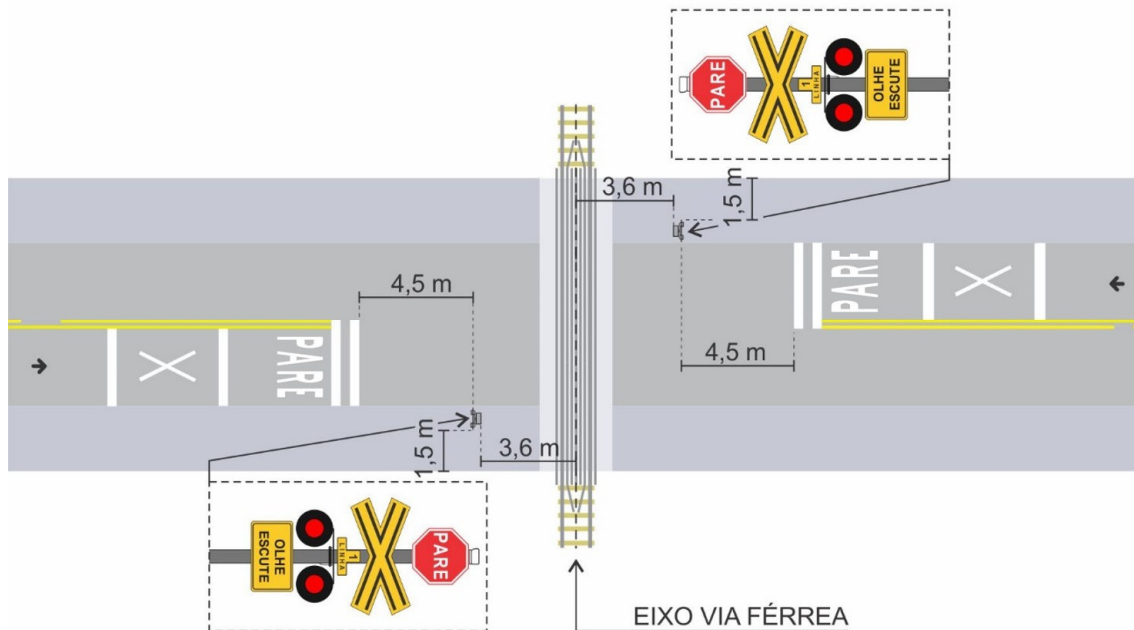
Este tipo de equipamento (tipo 3c: campainha e sinal luminoso com controle manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 5 a 25 (em rodovias de classes I e II) e de 25 a 50 (em rodovias de classe I). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 10 a 100 (em vias locais).

Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, sinal luminoso manual, campainha manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-48 e 4-49.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



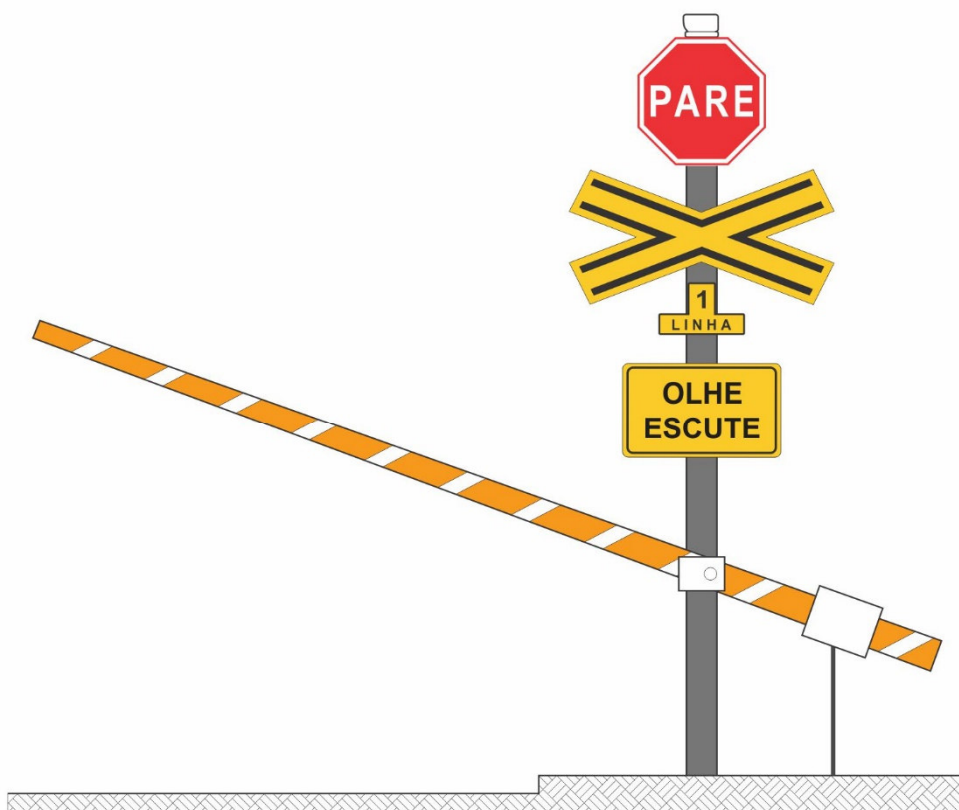


4.4.7. Equipamento de proteção tipo 3d

Este tipo de equipamento (tipo 3d: campainha e cancela manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica. É indicado apenas em vias urbanas, cujos momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) se situem no intervalo de 50 a 100 (em vias locais).

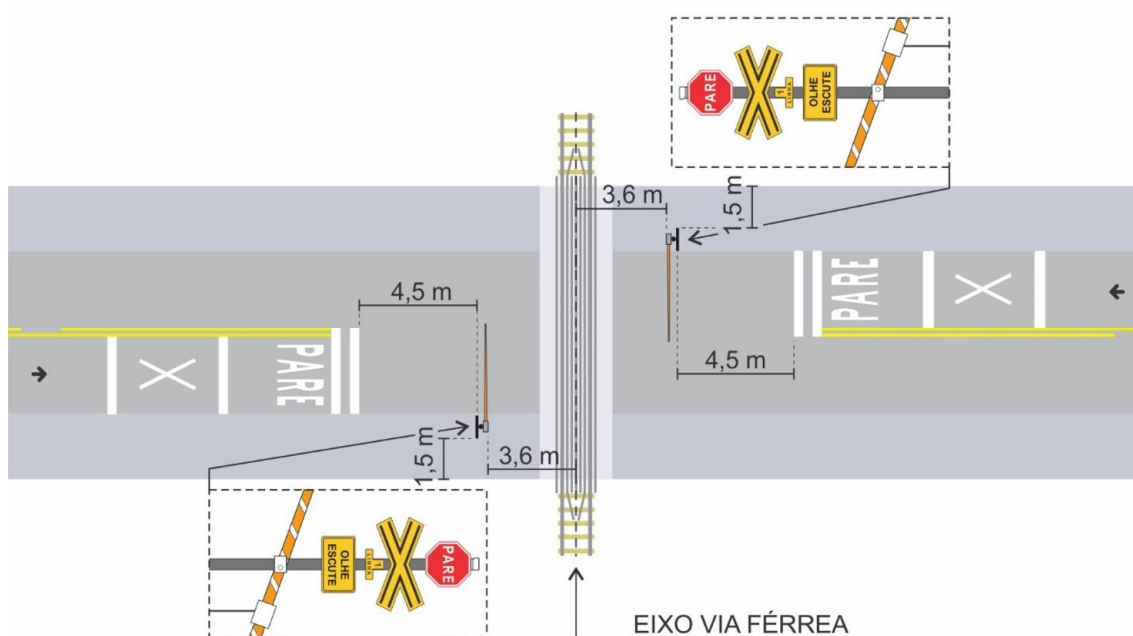
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-40, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, campainha manual, cancela manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-50 e 4-51.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-50



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-51

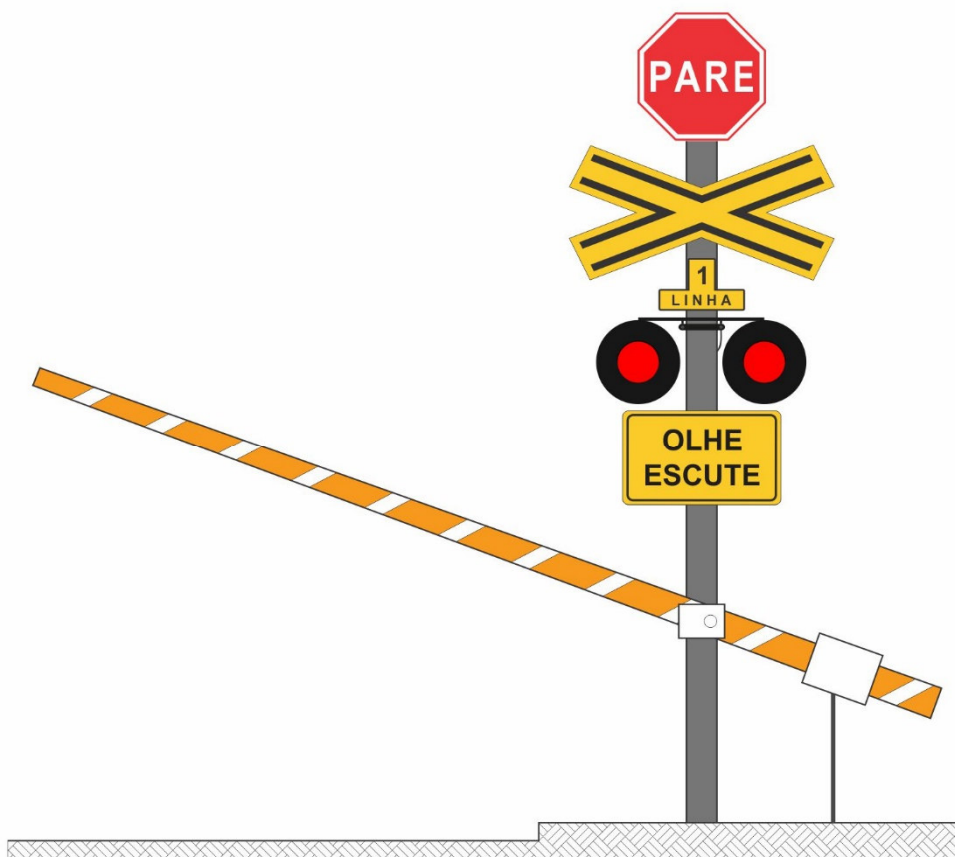
4.4.8. Equipamento de proteção tipo 3e

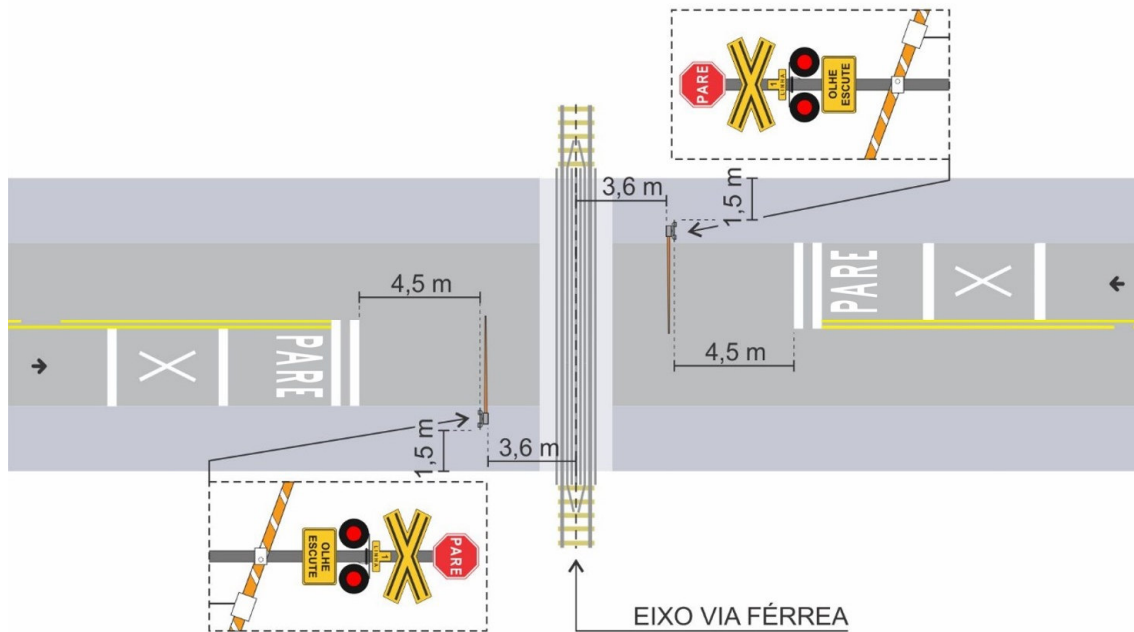
Este tipo de equipamento (tipo 3e: sinal luminoso e cancela manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores que 50 (em rodovias de classes III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores que 100 (em vias locais).

Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-40, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, sinal luminoso manual, cancela manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-52 e 4-53.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



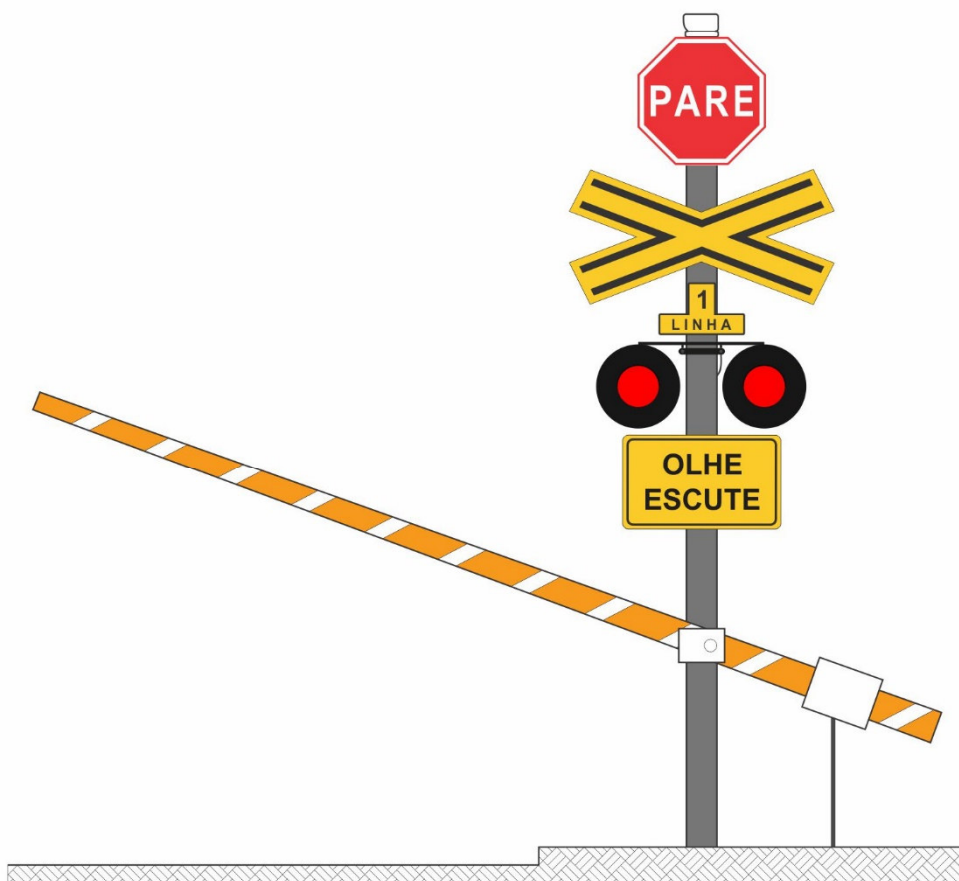


4.4.9. Equipamento de proteção tipo 3f

Este tipo de equipamento (tipo 3f: campainha, sinal luminoso e cancela manual), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica. É indicado apenas em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores que 100 (em vias locais).

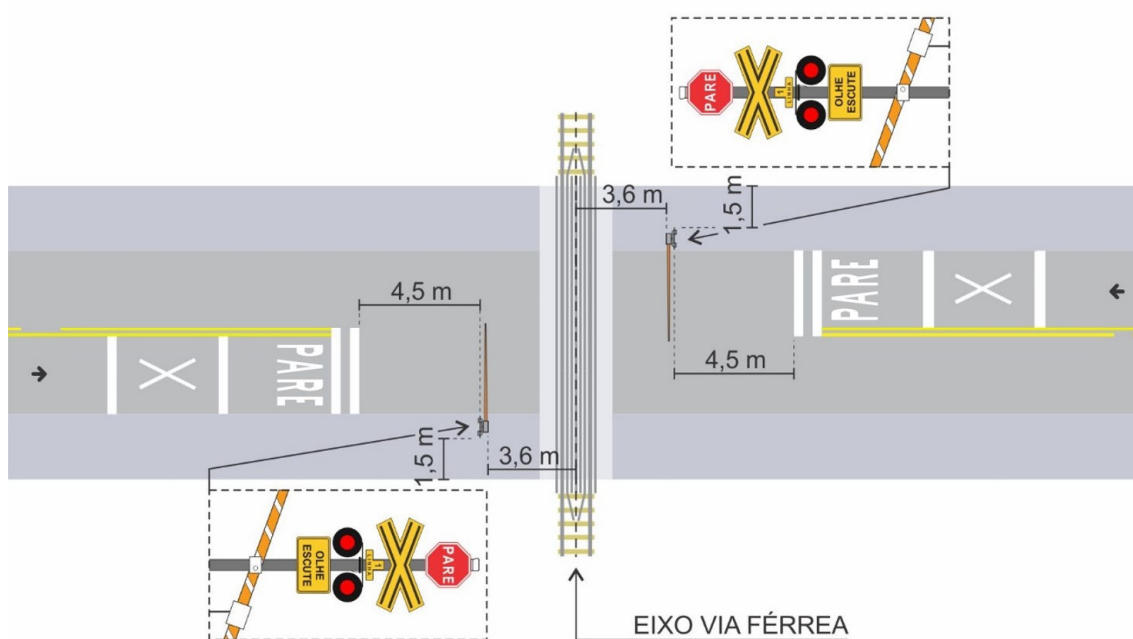
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-40, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, sinal luminoso manual, campainha manual, cancela manual e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-54 e 4-55.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-54



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-55

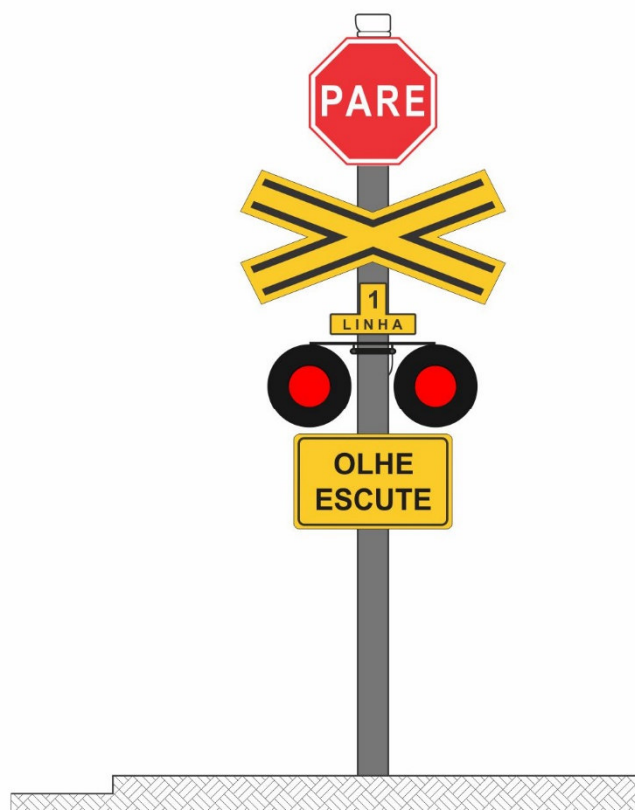
4.4.10. Equipamento de proteção tipo 4a

Este tipo de equipamento (tipo 4a: campainha e sinal luminoso com controle automático), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 5 a 25 (em rodovias de classes I e II) e maiores ou iguais a 25 (em rodovias de classes I, II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 10 a 50 (em vias arteriais e coletoras) e maiores ou iguais a 50 (em vias arteriais, coletoras e locais).

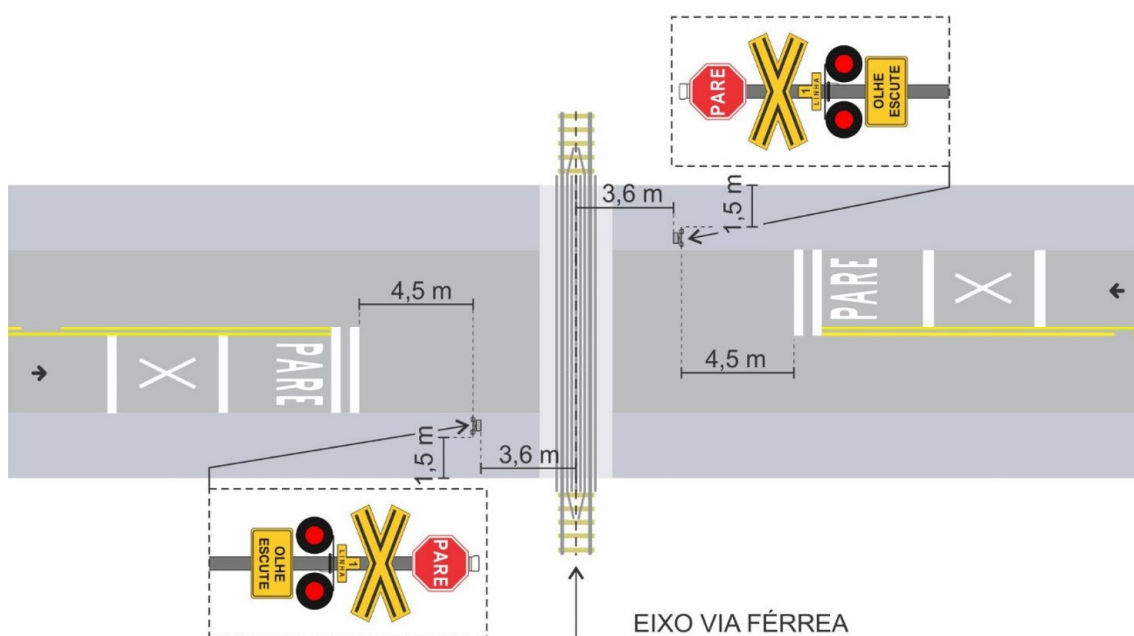
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e "Olhe Escute", marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda "PARE", sinal luminoso automático, campainha automática e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-56 e 4-57.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-56



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-57

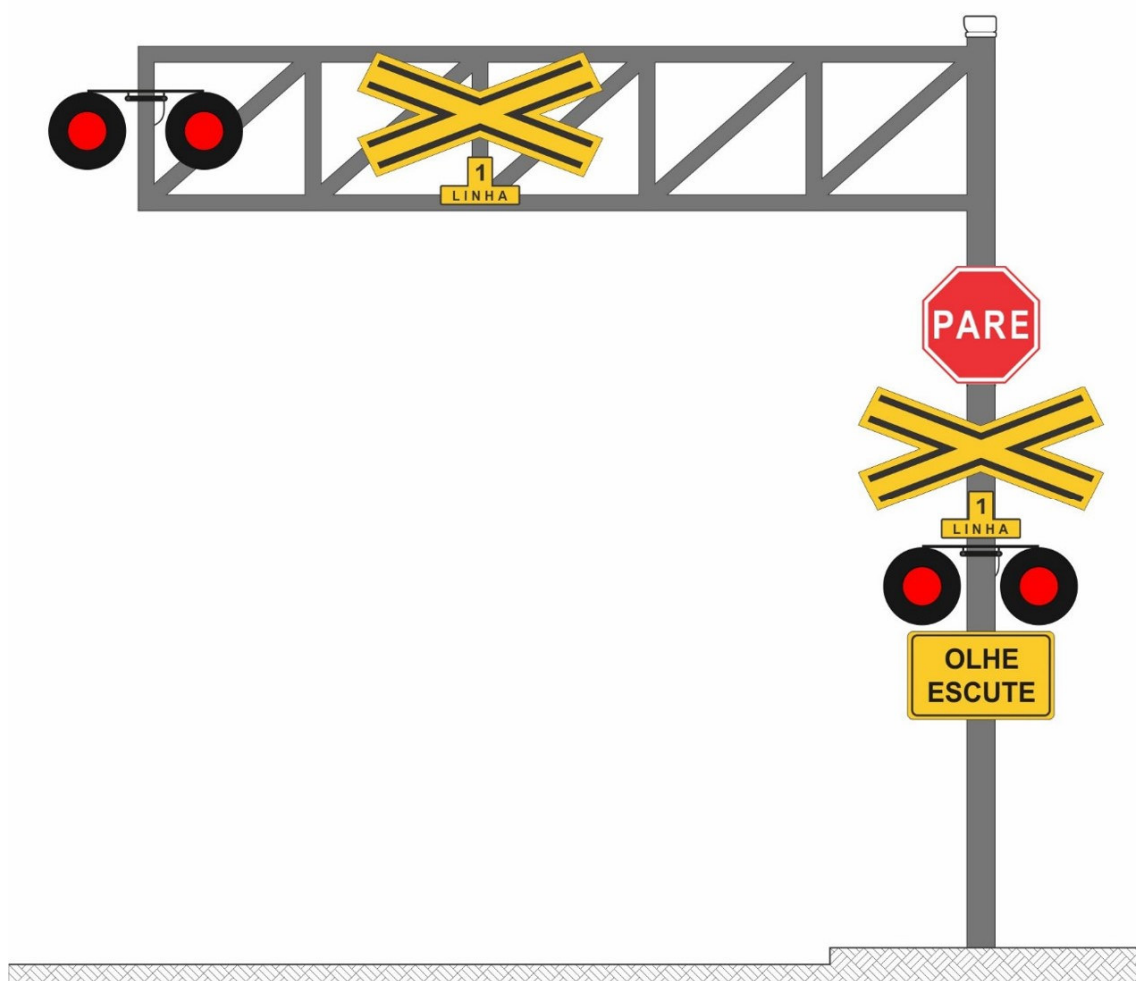
4.4.11. Equipamento de proteção tipo 4b

Este tipo de equipamento (tipo 4b: campainha e sinal luminoso com controle automático e pórtico), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados nos intervalos de 5 a 25 (em rodovias de classes I e II) e maiores ou iguais a 25 (em rodovias de classes I, II, III e IV). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) situados no intervalo de 10 a 50 (em vias arteriais e coletoras) e maiores ou iguais a 50 (em vias arteriais, coletoras e locais).

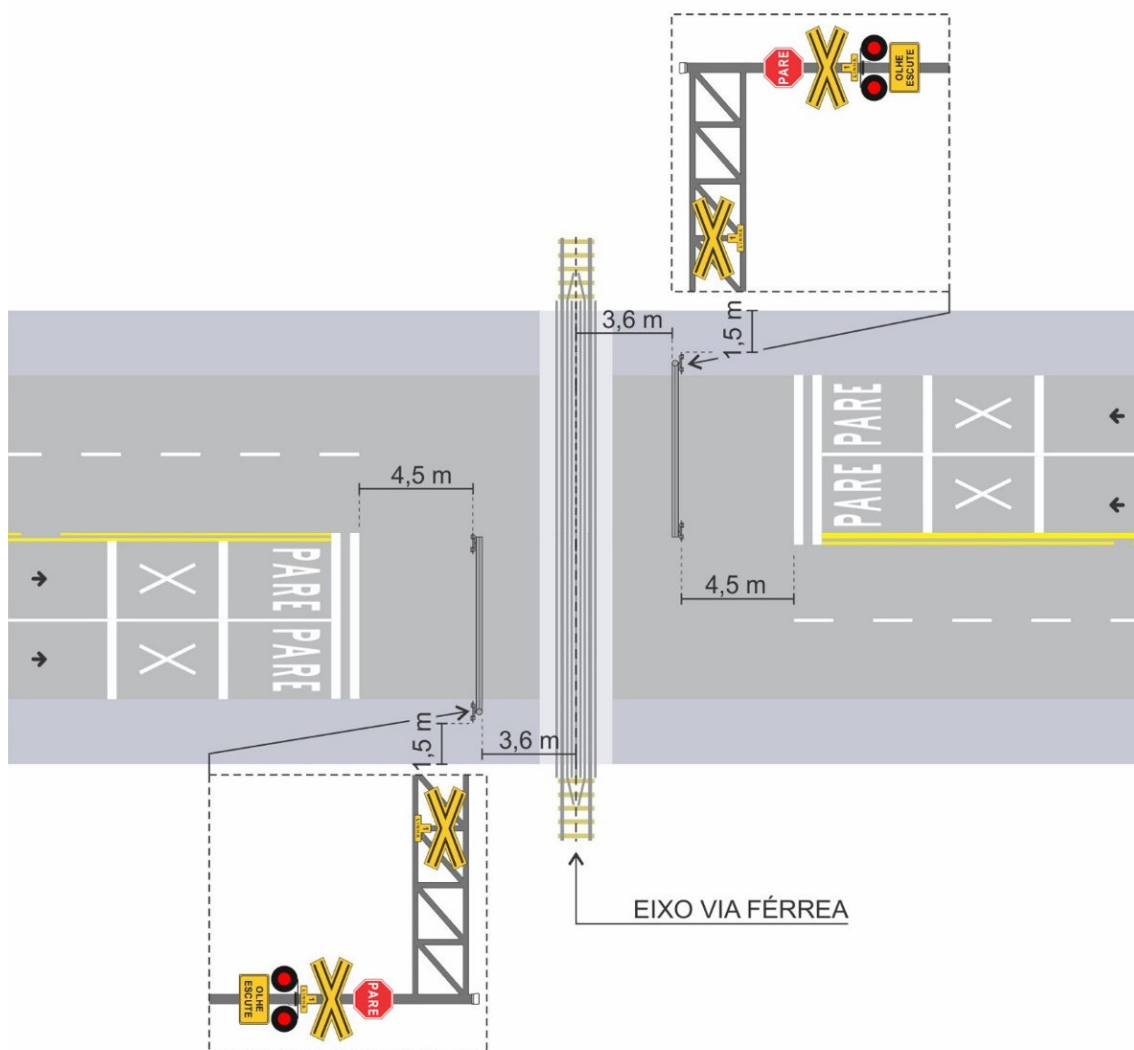
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-39, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, sinal luminoso automático, campainha automática, dispositivos delimitadores e pórtico – conforme representado nas Figuras 4-58 e 4-59.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15 e R-19, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-58



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-59

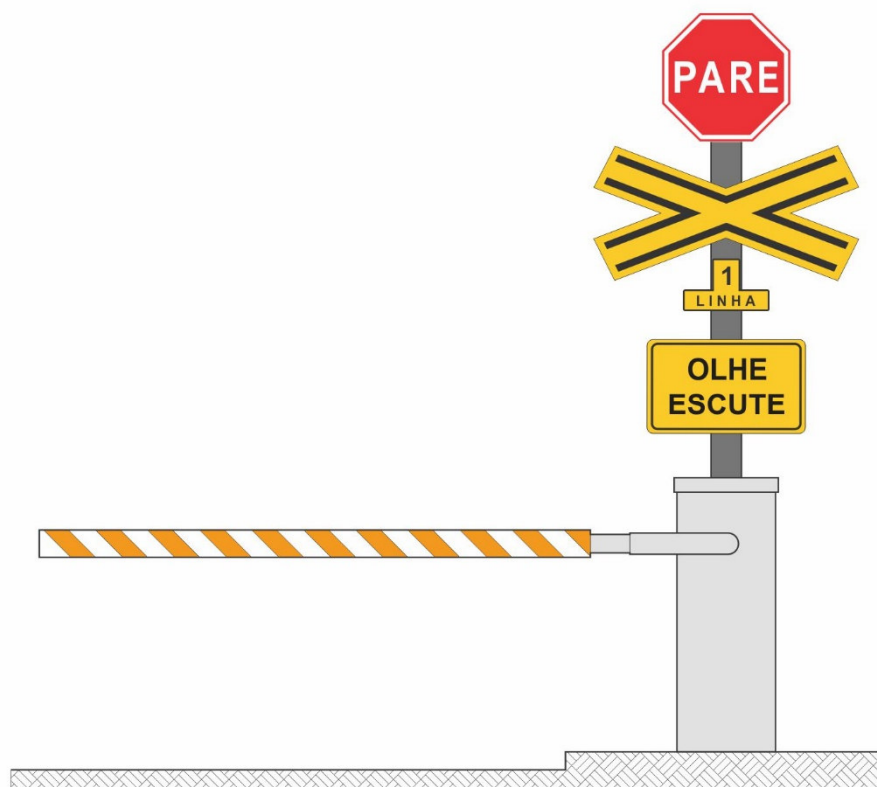
4.4.12. Equipamento de proteção tipo 5

Este tipo de equipamento (tipo 5: cancela automática), com proteção ativa, deve ser utilizado em cruzamentos com energia elétrica.

Aplica-se em vias rurais com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores ou iguais a 50 (em rodovias de classes I e II). É indicado em vias urbanas com momentos de circulação ($\times 10^{-3}$) maiores ou iguais a 100 (em vias arteriais e coletoras).

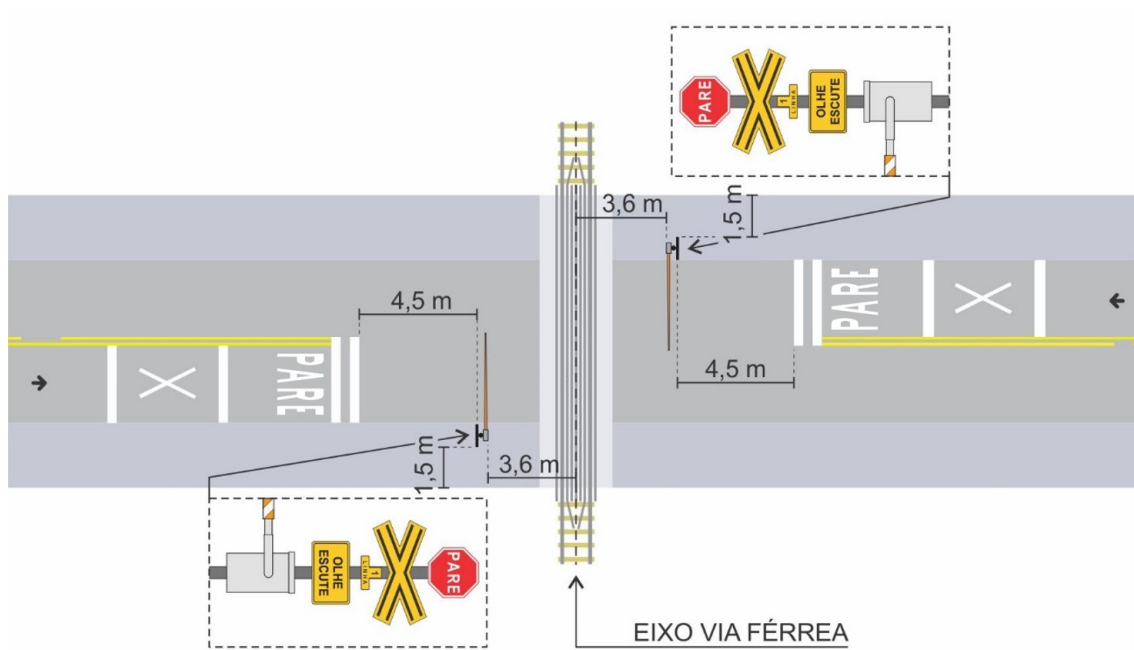
Os elementos de sinalização e proteção a serem utilizados são os seguintes: sinais R-1, R-6c, R-7, A-40, A-41 e “Olhe Escute”, marcação de cruzamento rodoferroviário, linha de retenção, símbolo indicativo de cruzamento rodoferroviário, linha dupla contínua, legenda “PARE”, cancela automática e dispositivos delimitadores – conforme representado nas Figuras 4-60 e 4-61.

Deve-se avaliar a necessidade de utilizar os sinais R-15, R-19 e A-15, marcação de área de conflito, linha de indicação de proibição de estacionamento e/ou parada, linhas de estímulo a redução de velocidade, dispositivos de controle de velocidade, gradil, chicana e pórtico limitador de altura.



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-60



Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 15942.

Figura 4-61

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No seguimento da apresentação dos requisitos necessários à sinalização e proteção de passagens em nível, importa destacar que, na elaboração do projeto de segurança viária desses cruzamentos, deve-se ter como objetivo minimizar os riscos inerentes aos possíveis conflitos, nesses locais, entre os veículos ferroviários e rodoviários, ciclistas e pedestres. Para estes, em particular, deve-se ter especial atenção aos requisitos de acessibilidade das pessoas com deficiência.

Assim, a segurança viária deve ser sempre priorizada, com projetos que cumpram e integrem as legislações, as normas aplicáveis às vias ferroviária e rodoviária, o Código de Trânsito Brasileiro e as normas de acessibilidade, visando a diminuir os riscos para todos os usuários dos cruzamentos rodoferroviários. Esses projetos, quando integrados aos fluxos, às atividades e às ocupações do entorno do cruzamento, melhoram não apenas a sua segurança, mas também, de um modo mais geral, a qualidade de vida das pessoas que ali vivem e circulam.

Efetivamente, o processo de aprimoramento e desenvolvimento de elementos que possam vir a contribuir para os projetos de segurança viária deve ser contínuo. A sociedade, porém, mesmo que não participe na sua elaboração (técnica), tem um papel (prático) de significativo impacto nesses projetos. Dessa forma, cada usuário deve estar comprometido, no seu dia a dia, com a melhoria da segurança viária. A exemplo disso, refere-se que:

- Os condutores devem sempre respeitar as leis de trânsito, estando atentos nos cruzamentos e dando preferência de passagem para os trens.
- Os responsáveis pelo trânsito e pela infraestrutura rodoviária devem garantir, entre outros, os adequados dimensionamento, construção e manutenção dos elementos de sinalização e proteção, do pavimento e dos sistemas de drenagem na via;
- Os responsáveis pela circulação dos trens devem garantir, entre outros, a adequada manutenção da via permanente, a regularização da sua drenagem e o cumprimento dos procedimentos operacionais na ferrovia.
- Os pedestres e ciclistas devem cumprir com as leis estabelecidas ao circularem pelas vias, principalmente nas passagens em nível, evitando a utilização de dispositivos, nesses locais, que possam diminuir a sua atenção ao trânsito, tais como celulares e fones de ouvido.

CONFIDENCIAL

SEÇÃO II – CRUZAMENTOS COM VLTS

6. TRÁFEGO COMPARTILHADO COM VLTS E SEGURANÇA VIÁRIA

As diversas modalidades de transporte ferroviário demandam soluções distintas de sinalização e proteção, em conformidade com as suas características operacionais. Dentre essas características, destacam-se o nível de segregação em relação ao tráfego rodoviário e o tipo de tração. Os Veículos Leves sobre Trilhos – VLTs, em particular, caracterizam-se pelo modo como se inserem no meio urbano, podendo circular em tráfego compartilhado com os demais veículos e também com os pedestres.

Trata-se de solução de transporte vantajosa quanto aos impactos ambientais e possui elevada qualidade de serviço em termos de conforto, segurança, regularidade, disponibilidade e confiabilidade. No tráfego compartilhado, na via rodoviária, a via permanente do VLT, em geral, é embutida, o que reduz a necessidade das operações de manutenção e, com a tecnologia de encapsulamento dos trilhos, resulta em uma operação com baixos índices de ruídos, vibração e interferência nas edificações próximas.

O VLT é um veículo de mobilidade urbana para transporte coletivo de passageiros de tração automotora ou elétrica, que se move sobre trilhos e que compartilha a mesma via, concorrendo com outros tipos de veículos e pedestres, em faixas segregadas ou não^[45]. Define-se, ainda, como veículo de média capacidade, guiado por trilhos metálicos, cujo equipamento e infraestrutura são tipicamente mais leves que as usadas em sistemas metropolitanos ou ferroviários de longo percurso, possibilitando sua inserção no meio urbano^[46].

Tal inserção é possibilitada pelo princípio da operação em marcha à vista, no qual se baseia o movimento dos veículos em todos os pontos do tráfego compartilhado. Segundo esse princípio, o condutor do VLT é responsável por adaptar a sua velocidade em todo momento às informações visuais disponíveis sobre o contexto urbano, sendo capaz de parar o veículo em todas as circunstâncias determinadas por questões de segurança, para evitar acidentes. O condutor do VLT deve respeitar os tempos de percurso e parada definidos pela grade horária e informados pelo sistema embarcado do veículo, cumprir as orientações do Centro de Controle Operacional – CCO e

^[45] Resolução Contran nº 585, de 23 de março de 2016.

^[46] Norma ABNT NBR 14035.

contribuir o máximo possível para manter um intervalo regular entre as composições. Além disso, a velocidade máxima autorizada em cada trecho não pode ser ultrapassada. Tais velocidades são definidas de acordo com a geometria da via e o contexto urbano, considerada a visibilidade do condutor do VLT, a presença de pedestres e outros veículos no entorno e a travessia de cruzamentos. Em toda movimentação a ser realizada pelo VLT, o condutor deverá observar ainda as condições de restrição à sua frente, tais como a sinalização e eventuais entraves ao tráfego.

Conforme definido na Resolução Contran nº 585/2016, o VLT deverá estar dotado, dentre outros equipamentos obrigatórios, de buzina ou campainha. Nesse sentido, o VLT possui dois tipos de alerta sonoro, denominados “gongo” e “buzina”, que são utilizados em diferentes situações. O gongo é utilizado para chamar a atenção de pedestres e condutores para a presença do VLT. A utilização da buzina, por sua vez, dá-se em casos de perigo iminente e/ou em casos onde a utilização do gongo não se mostrar suficiente.

Na inserção de uma linha de VLT no sistema viário, a sua circulação deve ser priorizada para garantir a regularidade, pontualidade e previsibilidade que o sistema sobre trilhos tem a oferecer. Devem, assim, ser tomadas decisões de projeto visando a assegurar essa prioridade de circulação não apenas nos cruzamentos, com a priorização semafórica, mas também ao longo das vias. A prioridade nos cruzamentos consiste em, antecipando a chegada de um VLT, controlar o semáforo para autorizar a sua passagem e fechar os demais fluxos, até a sua completa passagem. Além disso, por ser um veículo que se desloca sobre trilhos, o VLT tem preferência de passagem sobre os demais, conforme determinado no art. 29, inciso XII, do CTB.

A sinalização definida no projeto de segurança viária do VLT tem por função regular a circulação dos usuários da via pública, advertindo-os ainda a respeito de condições com potencial de risco.

Importa destacar que, ao consultar o presente Manual com o intuito de adotar o normativo vigente para a elaboração de projeto de segurança viária para cruzamentos rodoferroviários, deve-se inicialmente, como já referido, consultar o item 2.1 (“Caracterização dos veículos ferroviários”). Assim, devem ser enquadrados na presente Seção, independentemente da sua nomenclatura (VLT, bonde, etc.), os

veículos ferroviários cuja taxa de frenagem de serviço^[47] seja igual ou superior a 1,2 m/s². Aos veículos ferroviários que apresentem taxas de frenagem inferiores, devem-se impor as soluções de sinalização e proteção indicadas na Seção I.

6.1. Aspectos legais

Dado o exposto, os sistemas ferroviários cuja operação se dá em tráfego compartilhado, como o VLT, têm características próprias quanto à sinalização e às regras de circulação em cruzamentos rodoferroviários. Devem, assim, cumprir o que determinam o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, a resolução Contran nº 585/2016 e as normas ABNT pertinentes.

6.2. Sinalização

6.2.1. Sinalização vertical

Conforme definido no Manual Brasileiro de Sinalização 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. Nesse sentido, são apresentados a seguir os elementos de sinalização voltados para os condutores de VLTs e demais veículos e pedestres.

6.2.1.1. Sinalização voltada para os condutores de VLTs

Os elementos de sinalização vertical voltados para condutores de VLT devem seguir o que determina a resolução Contran nº 585/2016 e, no que couber, as especificações do MBST. O seu posicionamento na via deve ser definido em projeto específico e/ou

^[47] Como já referido, nas situações em que circulem, em uma mesma linha, veículos ferroviários com características distintas, deve ser considerado o caso com a taxa de frenagem de serviço mais baixa – em valores absolutos.

por estudo de engenharia de tráfego, de acordo com a geometria da via e a sua inserção urbana. Essa sinalização tem a finalidade de indicar a velocidade máxima a ser respeitada pelo condutor do VLT em determinado trecho, conforme se apresenta na Figura 6-1.

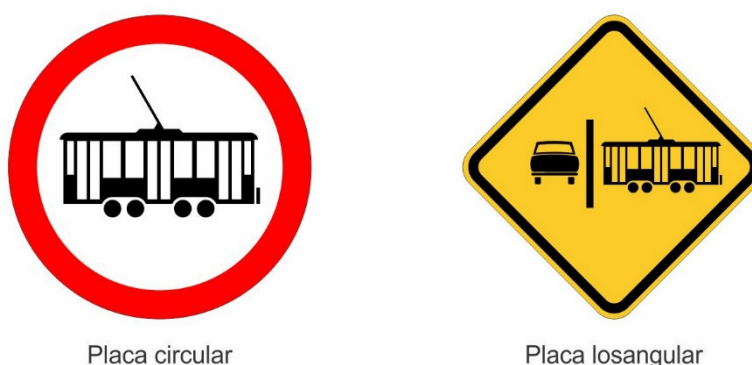


Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-1

6.2.1.2. Sinalização voltada para os demais veículos e pedestres

A resolução Contran nº 585/2016 define ainda a sinalização relativa à circulação dos VLTs e dirigida aos demais veículos e pedestres, que com eles interagem. A sinalização classifica-se nos seguintes tipos: regulamentação, advertência e especial de advertência, conforme se detalha a seguir. O seu posicionamento na via e o relacionamento com outros sinais devem ser objeto de estudo específico de engenharia de tráfego e/ou definidos pela autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via. Quanto às especificações, dimensões, formas e cores, deve ser cumprido o que determinam o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito e as resoluções Contran em vigor.



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-2

Refere-se que a sinalização vertical de regulamentação tem a finalidade de comunicar aos usuários as condições de restrições e obrigações no uso da via. As suas especificações, dimensões, formas e cores, em particular, devem cumprir o que consta no MBST - Volume I.

O sinal "Circulação exclusiva de VLT" indica que a via é exclusiva para a circulação do VLT, sendo vedada a circulação por qualquer outro veículo^[48] (Figura 6-3).

O sinal deve ser utilizado nas áreas, vias, trechos de via, pistas ou faixas em que se deseja dar exclusividade ao VLT.

Quando utilizado para regulamentar a circulação exclusiva em determinada(s) faixa(s), deve vir acompanhado de informação complementar.

Pode vir acompanhado de informação complementar tal como horários, dias da semana, tipo de linha ou serviço e seta de controle de faixa.

Para reforço do sinal, recomenda-se vir acompanhado de mensagem complementar, tal como "CIRCULAÇÃO EXCLUSIVA DE VLT" ou "SÓ VLT".

O sinal pode vir acompanhado de sinalização horizontal como marcas longitudinais, símbolo indicativo e legenda "VLT" inscrita no pavimento.

Todos os sinais de regulamentação indicados nesta Seção têm validade a partir do ponto onde são colocados, devendo ser repetidos após acessos significativos, até o final da situação sinalizada, determinada com a informação complementar "Término".

As placas devem ser colocadas no início dos trechos sinalizados, à direita, ou à esquerda, ou de ambos os lados, conforme o caso. As placas podem ainda ser suspensas sobre a pista e antecedidas de sinalização especial de advertência.

^[48] Incluem-se os bondes nos veículos permitidos, desde que cumpram os requisitos indicados no item 2.1 deste manual.



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-3

O sinal "Ciclistas à direita, VLT à esquerda" indica que a circulação dos ciclistas deve ser realizada à direita e a do VLT deve ser realizada à esquerda da via (Figura 6-4).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-4

O sinal "Ciclistas à esquerda, VLT à direita" indica que a circulação dos ciclistas deve ser realizada à esquerda e a do VLT deve ser realizada à direita da via (Figura 6-5).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-5

O sinal "Veículos à direita, VLT à esquerda" indica que a circulação dos veículos deve ser realizada à direita e a do VLT deve ser realizada à esquerda da via (Figura 6-6).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-6

O sinal "Veículos à esquerda, VLT à direita" indica que a circulação dos veículos deve ser realizada à esquerda e a do VLT deve ser realizada à direita da via (Figura 6-7).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-7

A sinalização vertical de advertência tem a finalidade de alertar aos usuários da via quanto às condições potencialmente perigosas e é aplicada em situações específicas, indicando a natureza da condição apresentada na via. As suas especificações, dimensões, formas, cores e posicionamento na via, em particular, devem cumprir o que consta no MBST – Volume II e nas resoluções Contran em vigor, conforme detalhado a seguir.

Deve-se utilizar o sinal A-16 (Figura 6-8) para advertir o condutor do veículo da existência, adiante, de cruzamento ou circulação de VLTs.



Fonte: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II.

Figura 6-8

O sinal A-16 pode vir acompanhado de mensagem complementar de distância “A__m”.

Pode ainda ser acompanhado de mensagem de reforço, a exemplo da representada na Figura 6-9, em que se destaca o tipo de veículo ferroviário.



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-9

O sinal "Veículos à esquerda, VLT à direita" tem a finalidade de alertar os condutores para a circulação dos veículos e do VLT. Alerta que a circulação dos veículos deve ser realizada à esquerda e a do VLT à direita da via (Figura 6-10).



O sinal "Veículos à direita, VLT à esquerda" tem a finalidade de alertar os condutores para a circulação dos veículos e do VLT. Alerta que a circulação dos veículos deve ser realizada à direita e a do VLT à esquerda da via (Figura 6-11).



O sinal "Ciclistas à esquerda, VLT à direita" tem a finalidade de alertar os ciclistas para a sua circulação e a do VLT. Alerta que a circulação dos ciclistas deve ser realizada à esquerda e a do VLT à direita da via (Figura 6-12).



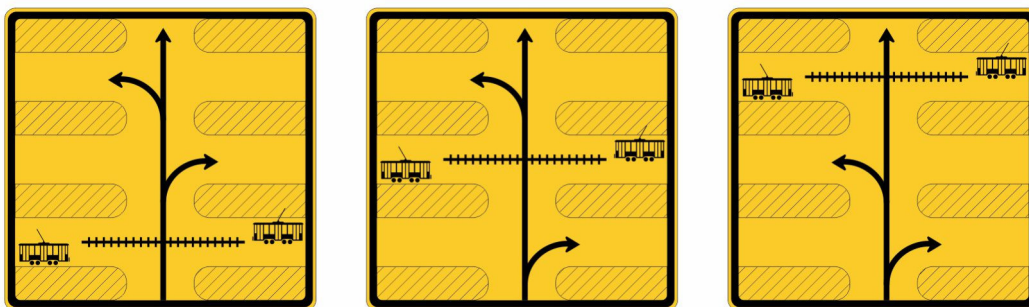
O sinal "Ciclistas à direita, VLT à esquerda" tem a finalidade de alertar os ciclistas para a sua circulação e a do VLT. Alerta que a circulação dos ciclistas deve ser realizada à direita e a do VLT à esquerda da via (Figura 6-13).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-13

Os sinais apresentados nas Figuras 6-14 e 6-15 são exemplos de sinalização especial de advertência, nos quais se utilizam, respectivamente, plantas esquemáticas das áreas e mensagens de texto. Destaca-se que os sinais devem ser adaptados a cada projeto de segurança viária.



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-14



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-15

Os sinais representados na Figura 6-16 têm a finalidade de alertar os pedestres quanto à passagem de VLTs na via a partir da direita, a partir da esquerda e nos dois sentidos (a partir da direita e da esquerda), utilizando pictograma e uma mensagem de texto.



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-16

6.2.2. Sinalização horizontal

Conforme definido no MBST – Volume IV, a sinalização horizontal é um subsistema da sinalização viária composta de marcas, símbolos e legendas apostos sobre o pavimento da pista de rolamento. Esse subsistema tem a finalidade de transmitir e orientar os usuários sobre as condições de utilização adequada da via, compreendendo as proibições, restrições e informações que lhes permitam adotar comportamento adequado, de forma a aumentar a segurança e ordenar os fluxos de tráfego. Tem ainda a propriedade de transmitir mensagens aos condutores e pedestres, possibilitando sua percepção e entendimento, sem desviar a atenção do leito da via.

Ainda conforme o citado manual, em face do seu forte poder de comunicação, a sinalização horizontal deve ser reconhecida e compreendida por todos os usuários,

independentemente de sua origem ou da frequência com que utiliza a via, e é classificada segundo sua função:

- ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- orientar o fluxo de pedestres;
- orientar os deslocamentos de veículos em função das condições físicas da via, tais como, geometria, topografia e obstáculos;
- complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação, visando a enfatizar a mensagem que o sinal transmite; e
- regulamentar os casos previstos no CTB.

A sinalização horizontal para o VLT está regulamentada na resolução Contran nº 585/2016 e é composta das marcações de linha simples contínua e linha simples seccionada e ainda de um pictograma horizontal – todos na cor verde, cujas coordenadas cromáticas^[49] são $X = 0,364$ e $Y = 0,474$.

A linha simples contínua ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível do VLT e regulamentando as situações em que são proibidas a ultrapassagem e a transposição da faixa do VLT por qualquer outro tipo de veículo. Delimita, assim, a área de domínio do VLT (Figura 6-17).

A linha simples seccionada ordena fluxos de mesmo sentido de circulação, delimitando o espaço disponível do VLT e indicando os trechos onde a ultrapassagem e a transposição por outros veículos são permitidas (Figura 6-17).

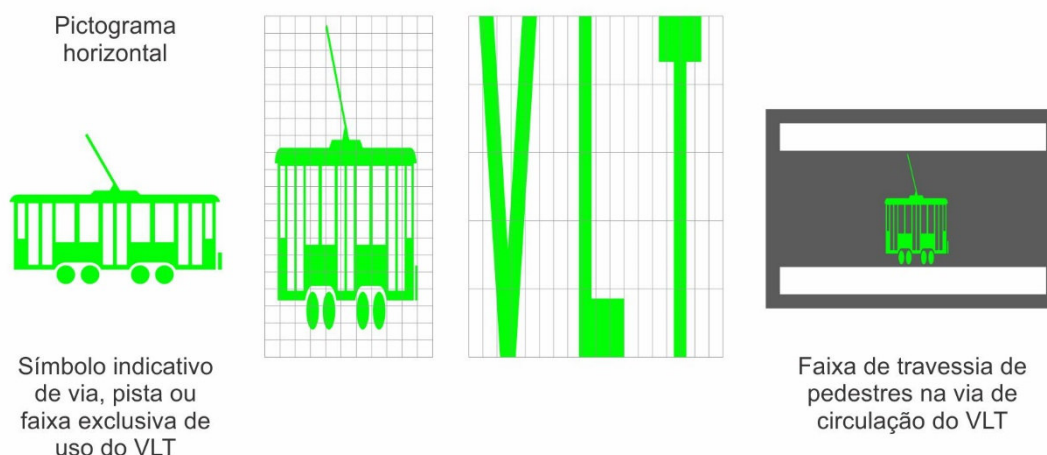


Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-17

O pictograma horizontal corresponde ao símbolo indicativo de via, pista ou faixa de uso exclusivo do VLT (Figura 6-18).

^[49] De acordo com o diagrama de cromaticidade (CIE 1931).



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-18

O símbolo é utilizado como reforço do sinal de regulamentação "Circulação exclusiva de VLT" e pode ainda ser usado na interseção da via de circulação do VLT com a faixa de travessia de pedestres, para que estes tenham a atenção redobrada ao atravessar a via.

6.2.3. Sinalização semafórica viária

Conforme já referido, a circulação do VLT deve ocorrer de forma priorizada em relação aos demais veículos (prioridade semafórica). Para garantir tal priorização, o sistema de sinalização semafórica específico para o VLT deve ser compatibilizado com os ciclos de sinalização semafórica do sistema viário como um todo.

A sinalização semafórica para o VLT está regulamentada na resolução Contran nº 585/2016 e corresponde a um sinal específico e exclusivo para essa modalidade de transporte, não sendo destinado aos demais veículos e usuários da via pública.

O sinal em questão é constituído por um foco luminoso monocromático branco, podendo apresentar as configurações representadas na figura 6-19.

SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA VIÁRIA DO CONDUTOR DO VLT



SINALIZAÇÃO AUXILIAR DO CONDUTOR DO VLT (OPCIONAL)



Fonte: Resolução Contran nº 585/2016.

Figura 6-19

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Veículos Leves sobre Trilhos, conforme apresentado nesta Seção, têm características específicas que reforçam a sua adaptabilidade aos contextos urbanos em que se inserem. Deve-se, assim, tirar partido das suas potencialidades em promover a qualidade de vida, o conforto e a acessibilidade das pessoas em sua área de influência, sem, contudo, perder de vista os requisitos de segurança.

A capacidade de frenagem inerente à condução em marcha à vista permite que a operação do VLT corresponda, em grande medida, à de outros veículos rodoviários, como os ônibus, em termos de inserção no meio urbano. O fato de circular em tráfego compartilhado e a existência, atualmente, de um reduzido número de VLTs em operação no País, porém, reforçam a necessidade de que, a par de projetos de segurança viária e de sinalização adequados, sejam promovidas campanhas educativas voltadas ao público em geral. Tais campanhas devem dar a conhecer aos usuários (condutores, ciclistas e pedestres) como devem proceder no tráfego compartilhado com esses veículos, ressaltando a necessidade de atenção nos cruzamentos e de dar a preferência de passagem aos veículos ferroviários, sem obstruir a sua faixa de domínio.

CONFIDENCIAL

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 7188. Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas.** ISBN 978-85-07-04551-9. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 7613. Via férrea – Travessia rodoviária – Determinação do grau de importância e momento de circulação.** ICS 45.080. ISBN 978-85-07-07917-0. Terceira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 7635. Sinalização ferroviária – Terminologia.** ICS 01.040.45; 45.100. ISBN 978-85-07-02223-7. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** ICS 91.010.99. ISBN 978-85-07-05706-2. Terceira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 11542. Via férrea – Travessia – Identificação.** ISBN 978-85-07-02357-9. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 12180. Via férrea – Travessia rodoviária – Passagem em nível pública – Equipamento de proteção elétrico.** ICS 45.120. ISBN 978-85-07-01295-5. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 14035. Veículo leve sobre trilhos – Requisitos para material rodante.** ICS 45.140. ISBN 978-85-07-06927-0. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 15680. Via férrea – Travessia rodoviária – Requisitos de projeto para passagem em nível pública.** ICS 45.020. ISBN 978-85-07-07292-8. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 15942. Via férrea – Travessia rodoviária – Passagem de nível pública – Classificação e requisitos para equipamento de proteção.** ICS 45.020; 45.040. ISBN 978-85-07-07910-1. Segunda edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 16447. Locomotiva – Buzina – Requisitos acústicos.** ICS 17.040.70; 45.020. ISBN 978-85-07-06343-8. Primeira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira ABNT NBR 16658. Segurança no tráfego – Cilindro delimitador – Requisitos.** ICS 93.080.30. ISBN 978-85-07-08058-9. Primeira edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Histórico.** Disponível em: <https://www.antf.org.br/historico/>. Acesso em: out.2020.

BRASIL. **Decreto n.º 1.832, de 4 de março de 1996.** Aprova o Regulamento dos Transportes Ferroviários. Brasília: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1832.htm. Acesso em: dez.2019.

BRASIL. **Decreto n.º 86.714, de 10 de dezembro de 1981.** Promulga a Convenção sobre Trânsito Viário. Brasília: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d86714.htm. Acesso em: dez.2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.503, de 23 de setembro de 1997.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: dez.2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE – CNT. **Transporte metroferroviário de passageiros.** Série Transporte & Desenvolvimento. CDU 656.2(047). Brasília: CNT, 2016.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Horizontal.** CDD 341.376. ISBN 978-85-7958-077-2. 1ª edição. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. IV. Brasília: Contran, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Semafórica.** ISBN 978-85-7958-078-9. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. V. Brasília: Contran, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Temporária**. CDD 341.376. 1ª edição. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. VII. Brasília: Contran, 2017.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Advertência**. CDD 341.376. ISBN 978-85-7958-075-8. 1ª edição. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. II. Brasília: Contran, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Indicação**. ISBN 978-85-7958-076-5. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. III. Brasília: Contran, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Sinalização Vertical de Regulamentação**. CDD 341.376. ISBN 978-85-7958-074-1. 2ª edição. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Vol. I. Brasília: Contran, 2007.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Resolução n.º 160, de 22 de abril de 2004**. Aprova o Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: https://infraestrutura.gov.br/images/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_160.pdf. Acesso em: dez.2019.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN. **Resolução n.º 585, de 23 de março de 2016**. Dispõe sobre os requisitos de segurança, identificação, habilitação dos condutores e sinalização viária para os Veículos Leves sobre Trilhos – VLT. Disponível em: <https://infraestrutura.gov.br/images/Resolucoes/Resolucao58520162.pdf>. Acesso em: dez.2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Glossário de Termos Ferroviários**. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/ferrovias/glossario-de-termos-ferroviarios/glossario.pdf>. Acesso em: jan.2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **ISF-221: Projeto de Passagem em Nível**. Diretoria de Infraestrutura Ferroviária (DIF). Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-de-servicos-ferroviarios/isf-221-projeto-de-passagem-em-nivel.pdf/@@download/file/ISF-221%20-%20Projeto%20de%20Passagem%20em%20N%C3%ADvel.pdf>. Acesso em: jan.2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO – DENATRAN. **Manual de cruzamentos rodoferroviários**. Coleção Serviços de Engenharia. 2ª edição. Brasília: Denatran, 1987.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES – GEIPOT. **Glossário de termos técnicos em transportes – SISTEC**. 2ª versão. Brasília: Geipot, 1997.

EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE S/A – TRENSURB. **Documento Técnico: Especificação Técnica dos Novos Trens**. Resultado das Ações do Grupo de Trabalho Constituído pela REP 0030/2012. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/upload/files/Especificacao%20dos%20Novos%20Trens%202012%20Final%20-%202017-07-2012.pdf>. Acesso em: dez.2019. Porto Alegre: Trensurb, 2012.

GRUPO CCR. **Estudo Preliminar e Provisório de Implementação do Veículo Leve sobre Trilhos na Região Portuária e Centro do Rio de Janeiro**. Disponível em: http://www.portomaravilha.com.br/conteudo/estudos/estudo_tecnico_preliminar_vlt_ccr.pdf. Acesso em: dez.2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Área dos Municípios: O que é**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: dez.2019.

NZ TRANSPORT AGENCY. **Traffic control devices manual. Part 9. Level crossings**. Second edition, amendment 1. ISBN 978-0-478-40712-9 (online). Wellington: NZ Transport Agency, 2012. Disponível em: <https://www.nzta.govt.nz/resources/traffic-control-devices-manual/part-09-level-crossings/>. Acesso em: dez.2019.

OFFICE OF RAIL REGULATION. **Level Crossings: A guide for managers, designers and operators**. Railway Safety Publication 7. Londres: ORR, 2011. Disponível em: <https://www.orr.gov.uk/media/10713>. Acesso em: dez.2019.

TRANSPORT CANADA. **Grade Crossings – Handbook**. Rail Safety Branch. Ottawa: Transport Canada, 2019. Disponível em: https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/en_hq_gcr_handbook.pdf. Acesso em: dez.2019.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Highway-Rail Crossing Handbook**. Third Edition. Federal Highway Administration. Washington: USDOT, 2019. Disponível em:
https://safety.fhwa.dot.gov/hsip/xings/com_roaduser/fhwasa18040/fhwasa18040v2.pdf
. Acesso em: dez.2019.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways**. 2009 Edition. Including Revision 1 dated May 2012 and Revision 2 dated May 2012. Federal Highway Administration. Washington: USDOT, 2009. Disponível em:
<https://mutcd.fhwa.dot.gov/pdfs/2009r1r2/mutcd2009r1r2edition.pdf>. Acesso em: dez.2019.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A. **Ferrovia Norte Sul – Tramo Sul. Estudos operacionais**. Revisão dezembro 2008. Volume 3. Anexos 2.4 a 2.7. Brasília: Valec, 2008. Disponível em:
<http://www.valec.gov.br/download/GEPROG/EVTEA/2008-2010/EVTE-FNS-FerroviaNorteSul-TramoSul/TramoSul/Volume3-EstudosOperacionais-Anexos.pdf>. Acesso em: dez.2019.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A. **ROF – Regulamento de Operação Ferroviária – Revisão 01**. Diretoria de Operações. Junho 2016. Brasília: Valec, 2016. Disponível em:
http://www.valec.gov.br/documentos/operacoes_ferrovias/regimento_interno/ROF%20-%20Regulamento%20de%20Opera%C3%A7%C3%B5es%20Ferrovi%C3%A1ria%20-%20Revis%C3%A3o%2001.pdf. Acesso em: jan.2020.

ZIWEN LING et al. **Factors influencing single-bicycle crashes at skewed railroad grade crossings**. Journal of Transport & Health 7 (2017) 54-63. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jth.2017.01.004>. Acesso em dez.2019.