

NORMA
BRASILEIRA

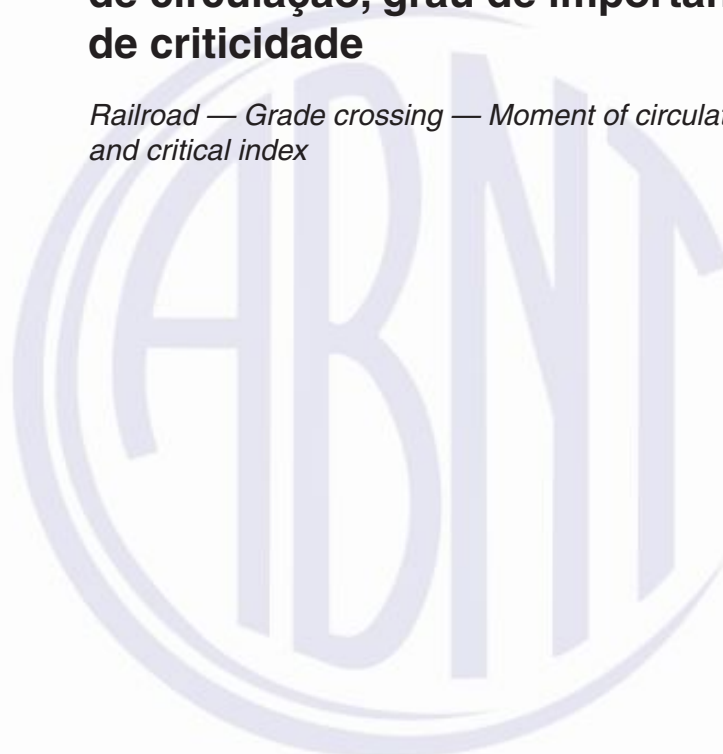
ABNT NBR
7613

Segunda edição
03.11.2011

Válida a partir de
03.12.2011

**Via férrea — Travessia rodoviária — Momento
de circulação, grau de importância e índice
de criticidade**

*Railroad — Grade crossing — Moment of circulation, degree of importance
and critical index*



ICS 45.080

ISBN 978-85-07-03078-2



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 7613:2011
22 páginas

© ABNT 2011

ABNT NBR 7613:2011



© ABNT 2011

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referência normativa	1
3 Considerações gerais	1
4 Momento de circulação (MC)	1
4.1 Cálculo do MC	1
4.2 Quantidade de trens	2
4.3 Volume de veículos	2
4.4 Fator de ajustamento para o número de vias férreas (L)	2
5 Grau de importância (Gi)	2
5.1 Cálculo do Gi	2
5.2 Cálculo do fator representativo das condições de visibilidade (f)	2
5.3 Quantidade de trens	4
5.4 Volume de veículos	4
6 Índice de criticidade (IC)	4
6.1 Cálculo do IC	4
6.2 Cálculo do fator representativo das condições físicas da PN (f_c)	4
6.3 Volume de veículos	6
7 Tipo de melhoria (sinalização rodoviária) a ser adotado em cada passagem de nível	6
Anexo A (normativo) Contagens volumétricas	8
A.1 Considerações gerais	8
A.2 Levantamento dos dados	8
A.3 Determinação dos fatores	10
A.3.1 Considerações gerais	10
A.3.2 Fator de expansão (F_E)	10
A.3.3 Fator de ajustamento diário (F_D)	10
A.3.4 Fator de ajustamento mensal (F_M)	11
A.3.5 Fatores de conversão f_D e f_N	11
Anexo B (normativo) Fatores de equivalência	12
B.1 Considerações gerais	12
B.2 Fatores de equivalência relativos à capacidade das rodovias	12
B.3 Fatores de equivalência relativos à segurança das rodovias	21
Bibliografia	22

ABNT NBR 7613:2011**Tabelas**

Tabela 1 – Cálculo de f.....	3
Tabela 2 – Cálculo do fator f_c com novos parâmetros e pesos avaliados	5
Tabela 3 – Melhorias em PN (área rural) de acordo com MC.....	6
Tabela 4 – Melhorias em PN (área urbana) de acordo com MC.....	7
Tabela B.1 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias de duas faixas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível).....	13
Tabela B.2 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões em rodovias de duas faixas, em subtrechos individualizados	13
Tabela B.3 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em rodovias de duas faixas, em subtrechos individualizados	15
Tabela B.4 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias de faixas múltiplas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível).....	16
Tabela B.5 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões (CAM) em rodovias de faixas múltiplas, em subtrechos individualizados.....	16
Tabela B.6 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em vias de faixas múltiplas, em subtrechos individualizados	18
Tabela B.7 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias expressas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível)	18
Tabela B.8 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões (CAM) em vias expressas, em subtrechos individualizados	19
Tabela B.9 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em vias expressas, em subtrechos individualizados	21

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 7613 foi elaborada no Comitê Brasileiro Metroferroviário (ABNT/CB-06), pela Comissão de Estudo de Traçado e Infraestrutura (CE-06:100.04). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 08, de 15.08.2011 a 13.10.2011, com o número de Projeto ABNT NBR 7613.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 7613:1989), a qual foi tecnicamente revisada.

Esta Norma cancela e substitui a ABNT NBR 10938:1989.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard establishes the requirements for determining the moment of circulation (MC), the degree of importance (Gi) and the critical index (CI) for grade crossing.



Via férrea — Travessia rodoviária — Momento de circulação, grau de importância e índice de criticidade

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos para a determinação do momento da circulação (*MC*), do grau de importância (*Gi*) e do índice de criticidade (*IC*) para travessia rodoviária através de via férrea, em um mesmo nível.

2 Referência normativa

O documento relacionado a seguir é indispensável à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 15942, *Via férrea — Travessia rodoviária — Passagem de nível pública — Equipamento de proteção — Classificação e requisitos*

3 Considerações gerais

Os índices de momento de circulação (*MC*), grau de importância (*Gi*) e índice de criticidade (*IC*) representam numericamente a intensidade de utilização de uma travessia rodoviária através de via férrea em um mesmo nível, por veículos ferroviários, veículos rodoviários e pedestres.

4 Momento de circulação (*MC*)

4.1 Cálculo do *MC*

O *MC* deve ser calculado pela seguinte equação:

$$MC = (V_D \times T_D + 1,4 V_N \times T_N) L$$

onde

- V_D é o volume de veículos durante o dia;
- V_N é o volume de veículos durante a noite;
- T_D é a quantidade de trens durante o dia;
- T_N é a quantidade de trens durante a noite;
- L é o fator de ajustamento para o número de vias férreas.

ABNT NBR 7613:2011

4.2 Quantidade de trens

A quantidade de trens deve ser o número total nos dois sentidos, no local da travessia, para o mesmo período considerado do volume de veículos, mediante a soma das médias diárias de:

- a) trens de horários regulares;
- b) trens facultativos, multiplicados por 1,25.

Para a média, considerar o exposto em 4.3.

4.3 Volume de veículos

O volume de veículos pela via pública, no período considerado, deve ser calculado de acordo com o Anexo A.

4.4 Fator de ajustamento para o número de vias férreas (L)

O valor L deve ser igual a:

- a) 1,0, para via singela;
- b) 1,3, para via dupla;
- c) 1,5, para via tripla ou mais.

5 Grau de importância (G_i)

5.1 Cálculo do G_i

O G_i deve ser calculado pela seguinte equação:

$$G_i = f \times T \times V$$

onde

- f é o fator representativo das condições de visibilidade, localização e trânsito da passagem em nível (PN);
- T é a quantidade de trens, em ambos os sentidos, por dia;
- V é o volume de veículos rodoviários, em ambos os sentidos, por dia.

5.2 Cálculo do fator representativo das condições de visibilidade (f)

Para o cálculo de f deve ser adotada a Tabela 1.

Tabela 1 – Cálculo de f

Característica da travessia	Valor		Peso de importância	Valor final (2ª coluna × 3ª coluna)
(1ª coluna)	(2ª coluna)		(3ª coluna)	(4ª coluna)
Visibilidade	Acima de 300 m	2	10	
	(150 a 300) m	3		
	Abaixo de 150 m	4		
Rampa máxima de aproximação de via pública	Abaixo de 3 %	2	7	
	(3 a 5) %	3		
	Acima de 5 %	4		
Velocidade máxima autorizada (VMA) do trem mais rápido	Abaixo de 40 km/h	2	7	
	(40 a 80) km/h	3		
	Acima de 80 km/h	4		
Número de vias férreas	Via simples	2	6	
	Via dupla	3		
	Via tripla ou mais	4		
VMA na via pública	Abaixo de 50 km/h	2	5	
	(50 a 80) km/h	3		
	Acima de 80 km/h	4		
Trânsito de ônibus	Até 5 %	2	5	
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20 %	4		
Trânsito de caminhões	Até 5%	2	4	
	(5 a 20)%	3		
	Acima de 20%	4		
Trânsito não habitual	Até 5 %	2	4	
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20 %	4		
Trânsito de pedestres	Até 5 %	2	2	
	(5 a 20) %	3		
	Acima de 20 %	4		
Total				

ABNT NBR 7613:2011

Para o cálculo de f deve-se utilizar a Tabela 1 e considerar o seguinte:

- deve ser assinalado um valor na 2ª coluna para cada uma das características relacionadas na 1ª coluna;
- multiplicar o valor assinalado na 2ª coluna pelo peso de importância indicado na 3ª coluna, registrando-se o valor final na 4ª coluna, para cada característica;
- somando-se todas as parcelas do valor final (4ª coluna) e dividindo-se o total por 100, tem-se o valor de f , que varia de 1 a 2.

5.3 Quantidade de trens

A quantidade de trens deve ser o número total nos dois sentidos, no local da travessia, para o mesmo período considerado do volume de veículos, mediante a soma das médias diárias de:

- trens de horários regulares;
- trens facultativos, multiplicados por 1,25.

5.4 Volume de veículos

O volume de veículos pela via pública, no período considerado, deve ser calculado de acordo com o Anexo A.

6 Índice de criticidade (IC)**6.1 Cálculo do IC**

O IC deve ser calculado pela seguinte equação:

$$IC = f_c \times (V_D \times T_D + 1,4 V_N \times T_N)$$

onde

f_c é o fator f representativo das condições físicas da PN;

V_D é o volume de veículos durante o dia;

V_N é o volume de veículos durante a noite;

T_D é a quantidade de trens durante o dia;

T_N é a quantidade de trens durante a noite.

6.2 Cálculo do fator representativo das condições físicas da PN (f_c)

Para o cálculo de f_c deve ser adotada a Tabela 2.

Tabela 2 – Cálculo do fator f_c com novos parâmetros e pesos avaliados

Característica da travessia			Valor	Peso de importância	Valor final (2ª coluna × 3ª coluna)
1ª coluna			2ª coluna	3ª coluna	4ª coluna
01	Visibilidade	Acima de 300 m	2 <input type="text"/>	10	
02		(150 a 300) m	3 <input type="text"/>		
03		Abaixo de 150 m	4 <input type="text"/>		
04	Rampa máx. de aproximação via pública	Abaixo de 3 %	2 <input type="text"/>	7	
05		(3 a 5) %	3 <input type="text"/>		
06		Acima de 5 %	4 <input type="text"/>		
07	VMA do trem mais rápido	Abaixo de 40 km/h	2 <input type="text"/>	7	
08		(40 a 80) km/h	3 <input type="text"/>		
09		Acima de 80 km/h	4 <input type="text"/>		
10	Nº de vias férreas	Via simples	2 <input type="text"/>	6	
11		Via dupla	3 <input type="text"/>		
12		Via tripla ou mais	4 <input type="text"/>		
13	VMA na via pública	Abaixo de 50 km/h	2 <input type="text"/>	5	
14		(50 a 80) km/h	3 <input type="text"/>		
15		Acima de 80 km/h	4 <input type="text"/>		
16	Trânsito de pedestres	Até 5 %	2 <input type="text"/>	2	
17		(5 a 20) %	3 <input type="text"/>		
18		Acima de 20 %	4 <input type="text"/>		
19	Número de Faixas Rodoviárias	Uma faixa	2 <input type="text"/>	5	
20		Duas faixas	3 <input type="text"/>		
21		Três ou mais faixas	4 <input type="text"/>		
22	Condições do Pavimento	Regular	2 <input type="text"/>	5	
23		Irregular	3 <input type="text"/>		
24		Inexistente	4 <input type="text"/>		
25	Iluminação	Eficiente	2 <input type="text"/>	3	
26		Insuficiente	3 <input type="text"/>		
27		Inexistente	4 <input type="text"/>		
28	Total				

ABNT NBR 7613:2011

Para o cálculo de f_c deve-se utilizar a Tabela 2 e considerar o seguinte:

- deve ser assinalado um valor na 2ª coluna para cada uma das características relacionadas na 1ª coluna;
- multiplica-se o valor assinalado na 2ª coluna pelo peso de importância indicado na 3ª coluna, registrando-se o valor final na 4ª coluna, para cada característica;
- somando-se todas as parcelas do valor final (4ª coluna) e dividindo-se o total por 100, tem-se o valor de f_c , que varia de 1 a 2.

6.3 Volume de veículos

O volume de veículos pela via pública, no período considerado, deve ser calculado de acordo com o Anexo A.

7 Tipo de melhoria (sinalização rodoviária) a ser adotado em cada passagem de nível

O tipo de melhoria a ser adotado em cada passagem de nível é determinado pelas Tabelas 3 e 4, no caso do *MC*, observada a ABNT NBR 15942. Caso esteja sendo utilizado o índice de criticidade, utilizar seu valor *IC* em substituição ao *MC* nas duas tabelas.

Tabela 3 – Melhorias em PN (área rural) de acordo com *MC*

Energia elétrica	$MC \times 10^3$	Classe da rodovia				
		Classe 0	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Sem energia elétrica	0 – 5	Para este tipo de via não é permitido PN. Caso isto aconteça, é necessário protegê-la com cancela até que a PN possa ser fechada com a construção de uma travessia em desnível	1b	1b	1a	1a
	5 – 25		2b	2b	2a	2a
	25 – 50		2c	2c	2a	2a
	50		2d	2d	2c	2b
Com energia elétrica	0 – 5		1b	1b	1a	1a
	5 – 25		3b ou 4	3b ou 4	2a	2a
	25 – 50		3c	3b ou 4	3b	3b
	50		5	5	3e	3e

Tabela 4 – Melhorias em PN (área urbana) de acordo com *MC*

Energia elétrica	$MC \times 10^3$	Necessidade do pedestre	Classificação da via			
			Vias expressas	Vias arteriais	Vias coletoras	Vias locais
Sem energia elétrica	0 – 10	Alto ou baixo	Para este tipo de via não é permitido PN. Caso isto aconteça, é necessário protegê-la com cancela até que a PN possa ser fechada com a construção de uma travessia em desnível	1b	1b	1a
	10 – 50			2c	1b	1a
	50 – 100			2c	2c	2a
	> 100			2d	2c	2b
Com energia elétrica	0 – 10	Baixo		1b	1b	1a
		Alto		3a	3a	3a
	10 – 50	Baixo		3b	3b	2c
		Alto		4	4	3c
	50 – 100	Baixo		4	4	3c
		Alto		4	4	3d
	> 100	Baixo		5	5	3e
		Alto		5	5	3f

Anexo A (normativo)

Contagens volumétricas

A.1 Considerações gerais

O volume e a composição do tráfego são algumas das variáveis necessárias para a escolha do tipo de melhoria adequada ao cruzamento rododiferroviário. Nos locais onde estas informações são dispostas, é conveniente verificar a confiabilidade delas, para sua utilização. Onde isto não ocorre, a obtenção destes dados geralmente é feita por uma equipe de campo. Em ambos os casos, ou seja, tanto para verificar como para obter tais dados, é necessário adotar métodos simples e eficientes para coletar e analisar as informações essenciais.

A.2 Levantamento dos dados

As contagens volumétricas, para os efeitos desta Norma, visam a obtenção dos volumes de veículos, passando no cruzamento rododiferroviário, separadamente, para os períodos diurno e noturno, de um dia representativo do ano. Estes volumes devem ser classificados conforme as seguintes categorias de veículos: carros de passeio, ônibus e caminhões.

As contagens devem ser realizadas em um dia que possa se aproximar das condições de tráfego representativo do ano. Para isto, geralmente, o dia da contagem não pode ser sábado, domingo, feriado ou dias que antecedem ou sucedem a eles, bem como dias em que algum evento especial possa alterar as condições de tráfego (dias com temporais, acontecimentos esportivos, fechamento temporário de vias, queda de barreiras, obras na via etc.). Portanto, dias como terça-feira, quarta-feira e quinta-feira são usualmente os aconselháveis. Além disso, épocas do ano como natal, carnaval e férias escolares devem ser evitadas.

Escolhido o dia, devem ser feitas as contagens, normalmente manuais, para as três categorias de veículos, durante 12 h contínuas (geralmente das 07:00 às 19:00), obtendo-se, além do volume V_{12} referente ao número misto de veículos (carros de passeio, ônibus e caminhões), passando pelo cruzamento durante as 12 h, as porcentagens de carros de passeio, ônibus e caminhões obtidas pelas equações abaixo:

$$P_{CP} = V_{CP}/V_{12} \times 100$$

$$P_O = V_O/V_{12} \times 100$$

$$P_C = V_C/V_{12} \times 100$$

onde

P_{CP} é a porcentagem de carros de passeio;

P_O é a porcentagem de ônibus;

P_C é a porcentagem de caminhões;

V_{12} é o volume misto de veículos durante as 12 h da contagem = $V_{CP} + V_O + V_C$;

V_{CP} é o volume de carros de passeio durante as 12 h da contagem;

V_O é o volume de ônibus durante as 12 h da contagem;

V_C é o volume de caminhões durante as 12 h da contagem.

Embora estas porcentagens sejam calculadas em função de uma contagem de 12 h, realizadas em um dia específico, assume-se, para fins desta Norma, que a composição do tráfego para o dia típico do ano, bem como para o período diurno e noturno, é a mesma que a encontrada nas 12 h de contagem.

O tráfego médio diário anual ($TMDA$) deve ser obtido expandindo-se o volume V_{12} para as 24 h do dia e a seguir tal volume V_{24} , resultante desta expansão, deve ser ajustado para as condições de tráfego de um dia representativo do ano. Para isto, o volume V_{12} deve ser multiplicado por um fator de expansão (F_E), obtendo-se o volume V_{24} , que deve ser multiplicado por fatores de ajustamento diário (F_D) e mensal (F_M), ou seja:

- 1) expansão do volume V_{12} para as 24 h do dia:

$$V_{24} = V_{12} \times F_E$$

- 2) ajuste do volume para um dia representativo do ano:

$$TMDA = V_{24} \times F_D \times F_M, \text{ ou ainda,}$$

$$TMDA = V_{12} \times F_E \times F_D \times F_M.$$

Os volume de tráfego misto, tanto durante o dia V'_D , como durante a noite V'_N , devem ser calculados como parcelas do tráfego médio diário anual ($TMDA$), através das equações:

$$V'_D = TMDA \times f_D$$

$$V'_N = TMDA \times f_N$$

onde

f_D é o fator de conversão do $TMDA$ para o volume diurno;

f_N é o fator de conversão do $TMDA$ para o volume noturno.

Os volume V'_D e V'_N , de veículos mistos devem ser convertidos em volumes em equivalentes de carros de passeio, V_D e V_N , através dos fatores de equivalência correspondentes, segundo as equações a seguir:

$$V_D = (P_{CP}/100 \times V'_D) \times E_{\text{carro de passeio}} + (P_O/100 \times V'_D) \times E_{\text{ônibus}} + (P_C/100 \times V'_D) \times E_{\text{caminhões}}$$

$$V_N = (P_{CP}/100 \times V'_N) \times E_{\text{carro de passeio}} + (P_O/100 \times V'_N) \times E_{\text{ônibus}} + (P_C/100 \times V'_N) \times E_{\text{caminhões}}$$

onde

V_D é o volume, em equivalente de carros de passeio, passando pelo cruzamento durante o dia;

V_N é o volume, em equivalente de carros de passeio, passando pelo cruzamento durante a noite;

V'_D é o volume de tráfego misto passando pelo cruzamento durante o dia;

ABNT NBR 7613:2011

V_N	é o volume de tráfego misto passando pelo cruzamento durante a noite;
P_{CP}	é a porcentagem de carros de passeio;
P_O	é a porcentagem de ônibus;
P_C	é a porcentagem de caminhões;
$E_{\text{carro de passeio}}$	é o equivalente de carro de passeio (ver Anexo B);
$E_{\text{caminhão}}$	é o equivalente de caminhão (ver Anexo B);
$E_{\text{ônibus}}$	é o equivalente de ônibus (ver Anexo B).

A.3 Determinação dos fatores**A.3.1 Considerações gerais**

O fator de expansão (F_E), o fator de ajustamento diário (F_D), o fator de ajustamento mensal (F_M) e os fatores de conversão (f_D e f_N), podem ser obtidos através de dados coletados nos postos de contagem contínua, já existentes. Os postos escolhidos devem ser localizados em vias apresentando variações de tráfego e características físicas similares às existentes no trecho que engloba o cruzamento rodoviário. Onde estes fatores não forem conhecidos e houver dificuldades em obtê-los, podem-se utilizar fatores generalizados.

A.3.2 Fator de expansão (F_E)

A determinação do fator de expansão (F_E) pode ser feita analisando a variação do volume de tráfego ao longo das 24 h de um dia representativo do ano.

Nas áreas rurais esta variação, normalmente, apresenta dois picos distintos, um de manhã (entre 07:00 e 09:00) e outro à tarde (entre 16:00 e 18:00), sendo este mais acentuado que aquele.

Nas áreas urbanas são encontrados também dois picos, um de manhã e outro à tarde, resultantes dos percursos repetidos de casa para o trabalho, negócios e comércio e vice-versa. Em algumas cidades ocorre um terceiro pico, o do meio dia, principalmente onde é usual os habitantes almoçarem em casa. Em grandes cidades, os principais corredores apresentam um tráfego pesado, e aproximadamente constante, em períodos extensos.

Para as áreas rurais e urbanas, geralmente, cerca de 70 % a 80 % das viagens diárias ocorrem no período de 12 h, compreendido entre 07:00 e 19:00. Portanto, para uma contagem de 12 h realizada entre 07:00 e 19:00, pode-se assumir que, usualmente, o fator de expansão (F_E) varia entre 1,25 (100 % e 80 %) e 1,43 (100 % e 70 %).

A.3.3 Fator de ajustamento diário (F_D)

A determinação do fator de ajustamento diário (F_D) pode ser feita analisando a variação dos volumes diários ao longo de uma semana representativa do ano. O conhecimento desta variação permite determinar o quociente entre os volumes de cada dia da semana e o volume médio diário da semana. O inverso destes quocientes é o fator de ajustamento diário (F_D) para cada um dos sete dias da semana.

Nas áreas urbanas, normalmente, o volume de tráfego nos dias úteis da semana é aproximadamente constante, principalmente nas terças-feiras, quartas-feiras e quintas-feiras, com as sextas-feiras apresentando valores um pouco maiores (último dia de trabalho na semana, dia de pagamento, compras e saídas etc.). O sábado tem um volume menor que nos dias úteis, porém os volumes mínimos ocorrem nos domingos e feriados. Nas cidades onde as lojas permanecem abertas em uma das noites da semana, o tráfego maior tende a recair neste dia. Nos fins de semana e feriados, o tráfego local nas ruas situadas em zonas comercial e industrial é bastante reduzido, o mesmo não acontecendo nas vias de acesso às áreas de recreação e lazer.

Nas áreas rurais, geralmente os volumes de pico diário ocorrem nos fins de semana e feriados e estes volumes podem alcançar duas a três vezes o médio, se estas vias servirem de acesso a áreas de veraneio. Portanto, em tais condições, o fator de ajustamento diário (F_D) para uma contagem feita no fim de semana varia de 0,33 (1/3) a 0,50 (1/2).

A.3.4 Fator de ajustamento mensal (F_M)

A determinação do fator de ajustamento mensal (F_M) pode ser feita analisando a variação dos volumes mensais ao longo de um ano. O conhecimento desta variação permite determinar os quocientes entre os volumes de cada mês do ano e o volume mensal médio do ano. O inverso destes quocientes é o fator de ajustamento mensal (F_M) para cada um dos meses do ano.

Nas vias urbanas, geralmente as variações de volumes mais significativas ocorrem no período de férias escolares. Nesta época, conforme as características da cidade tem-se um acréscimo ou decréscimo da população e, portanto, do tráfego normal. Por exemplo, em cidades turísticas ocorre um acréscimo do tráfego normal e, neste caso, para uma contagem realizada em um mês de férias, o F_M é menor que a unidade e em um mês fora das férias o F_M é maior que um. Também, a variação do volume nas vias urbanas pode ser observada de acordo com o tipo de uso do solo desenvolvido em áreas marginais a elas. Ruas de área comercial têm tráfego intenso no mês de dezembro (logo o F_M para o mês de dezembro deve ser menor que 1); ruas de acesso à praia têm tráfego intenso nos meses de verão (logo o F_M para os meses de verão deve ser menor do que 1 e para os meses de inverno maior que 1); em áreas industriais os volumes são relativamente constantes durante todos os meses do ano (logo o F_M para todos os meses deve ser aproximadamente 1).

Nas vias rurais as variações do volume são diretamente relacionadas com suas características de demanda turística, utilitária ou mista. Dependendo da pertinência a cada um desses grupos, os volumes mensais são diretamente influenciados pelo calendário escolar, condições climáticas, épocas de colheita etc. Assim, em rodovias com acesso a áreas turísticas provavelmente apresentam tráfego intenso nos meses de férias e em tais meses, o F_M deve ser menor que 1.

A.3.5 Fatores de conversão f_D e f_N

Os fatores f_D e f_N que fazem a conversão do tráfego médio diário anual ($TMDA$) para os volumes de tráfego diurno e noturno, respectivamente, podem ser obtidos analisando a variação do tráfego ao longo das 24 h do dia. O conhecimento desta variação permite determinar a porcentagem de veículos que passam durante o dia e durante a noite e, conseqüentemente, os fatores f_D e f_N . Geralmente, nas áreas urbanas e rurais, o f_D varia de 0,70 a 0,80, enquanto que f_N varia de 0,20 a 0,30. Quaisquer que sejam os fatores f_D e f_N escolhidos, é bom lembrar que $f_D + f_N = 1,0$.

Anexo B (normativo)

Fatores de equivalência

B.1 Considerações gerais

Após determinar os volumes dos diferentes tipos de veículos aqui considerados (carros de passeio, ônibus e caminhões), é necessário transformá-los em uma base comum, representada pelos carros de passeio, para se poder comparar volumes com composições diferentes.

Esta homogeneização do volume de tráfego deve ser feita aplicando aos volumes correspondentes a cada tipo de veículo fatores de equivalência que os transformem em volumes equivalentes de carros de passeio.

Os volumes equivalentes, tanto diurno como noturno, são necessários para a escolha da melhoria recomendada. O volume equivalente é a soma dos volumes dos três tipos de veículos considerados (carros de passeio, ônibus e caminhões), já multiplicados pelos respectivos fatores de equivalência ($E_{\text{carro de passeio}}$, $E_{\text{ônibus}}$ e $E_{\text{caminhão}}$):

$E_{\text{caminhão}}$: fator de equivalência do caminhão;

$E_{\text{ônibus}}$: fator de equivalência do ônibus;

$E_{\text{carro de passeio}}$: fator de equivalência do carro de passeio.

Este Anexo fornece valores para os equivalentes, em carros de passeio, ônibus e caminhões, considerando tanto o aspecto de capacidade como de segurança. O equivalente a aplicar ao volume de cada tipo de veículo é o produto do equivalente fixado em função da capacidade ($E_{\text{capacidade}}$) pelo equivalente fixado em função da segurança ($E_{\text{segurança}}$), ou seja:

$$E_{\text{caminhão}} = E_{\text{capacidade-caminhão}} \times E_{\text{segurança-caminhão}}$$

$$E_{\text{ônibus}} = E_{\text{capacidade-ônibus}} \times E_{\text{segurança-ônibus}}$$

$$E_{\text{carro de passeio}} = 1$$

B.2 Fatores de equivalência relativos à capacidade das rodovias

Vias com características físicas idênticas e iguais volumes de tráfego podem possuir capacidades diferentes, se as composições do tráfego não forem as mesmas. Ônibus e caminhões, quando trafegam a velocidades próximas às dos carros de passeio, não prejudicam o fluxo por restrições operacionais e o fator de equivalência só representa uma maior ocupação da via. Esta situação é frequente nos trechos em nível ou em declives, porém, nos trechos em auge, a situação muda: as velocidades dos ônibus se tornam inferiores às dos carros de passeio e as dos caminhões ainda menores, acarretando uma consequente redução da capacidade da via. Os equivalentes são função das variáveis da via (número de faixas, inclinação e comprimento das rampas em auge etc.) e do tráfego (nível de serviço, fluxo etc.).

As Tabelas B.1 a B.9 apresentam os valores dos equivalentes de ônibus e caminhões para as três categorias de vias consideradas:

- vias de duas faixas (ver Tabelas B.1 a B.3);
- vias de faixas múltiplas (ver Tabelas B.4 a B.7);
- vias expressas (ver Tabelas B.8 e B.9).

Tabela B.1 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias de duas faixas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível)

Equivalente	Nível de serviço	Equivalente para		
		Terreno em nível	Terreno ondulado	Terreno montanhoso
$E_{\text{capacidade-caminhão}}$	A	3	4	7
	B e C	2,5	5	10
	D e E	2	5	12
$E_{\text{capacidade-ônibus}}^a$	Todos os níveis	2	4	6

^a Consideração em separado é necessária apenas quando os volumes de ônibus forem significativos.

Tabela B.2 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões em rodovias de duas faixas, em subtrechos individualizados

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio		
		$E_{\text{capacidade-caminhão}}$		
		Níveis de serviço A e B	Nível de serviço C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
0 – 2	Todos	2	2	2
3	0,4	5	3	2
	0,8	10	10	7
	1,2	14	16	14
	1,6	17	21	20
	2,4	19	25	26
	3,2	21	27	29
	4,8	22	29	31
	6,4	23	31	32

ABNT NBR 7613:2011

Tabela B.2 (continuação)

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio $E_{\text{capacidade-caminhão}}$		
		Níveis de serviço A e B	Nível de serviço C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
4	0,4	7	6	3
	0,8	16	20	20
	1,2	22	30	32
	1,6	26	35	39
	2,4	28	39	44
	3,2	30	42	47
	4,8	31	44	50
	6,4	32	46	52
5	0,4	10	10	7
	0,8	24	33	37
	1,2	29	42	47
	1,6	33	47	54
	2,4	35	51	59
	3,2	37	54	63
	4,8	39	56	66
	6,4	40	57	68
6	0,4	14	17	16
	0,8	33	47	54
	1,2	39	56	65
	1,6	41	59	70
	2,4	44	62	75
	3,2	46	65	80
	4,8	48	68	84
	6,4	50	71	87

Tabela B.2 (continuação)

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio $E_{\text{capacidade-caminhão}}$		
		Níveis de serviço A e B	Nível de serviço C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
7	0,4	24	32	35
	0,8	44	63	75
	1,2	50	71	84
	1,6	53	74	90
	2,4	56	79	95
	3,2	58	82	100
	4,8	60	85	104
	6,4	62	87	108

Tabela B.3 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em rodovias de duas faixas, em subtrechos individualizados

Rampa ^a %	Equivalente em carros de passeio ^b $E_{\text{capacidade-ônibus}}$		
	Níveis de serviço A e B	Nível de serviço C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
0 – 4	2	2	2
5 ^c	4	3	2
6 ^c	7	6	4
7 ^c	12	12	10
^a Todos os comprimentos. ^b Para todas as porcentagens de ônibus. ^c Utilização em geral limitada a rampas acima de 0,8 km de comprimento.			

ABNT NBR 7613:2011

Tabela B.4 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias de faixas múltiplas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível)

Nível de serviço	Equivalente	Equivalente para		
		Terreno em nível	Terreno ondulado	Terreno montanhoso
A	$E_{\text{capacidade-caminhão}}$	Muito variável. Usar equivalente para os níveis restantes		
	$E_{\text{capacidade-ônibus}}$			
B a E	$E_{\text{capacidade-caminhão}}$	2	4	8
	$E_{\text{capacidade-ônibus}}^a$	1,6	3	7

^a Considerações em separado são necessárias somente quando os volumes de ônibus forem significativos.

Tabela B.5 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões (CAM) em rodovias de faixas múltiplas, em subtrechos individualizados

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio $E_{\text{capacidade-caminhão}}$									
		Níveis de serviço A a C					Níveis de serviço D e E (capacidade)				
		3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM	3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM
0 – 1	Qualquer	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	0,4 – 0,8	5	4	4	3	3	5	4	4	3	3
	1,2 – 1,6	7	5	5	4	4	7	5	5	4	4
	2,4 – 3,2	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6
	4,8 – 6,4	7	7	8	8	8	7	7	8	8	8
3	0,4	10	8	5	4	3	10	8	5	4	3
	0,8	10	8	5	4	4	10	8	5	4	4
	1,2	10	8	6	5	5	10	8	5	4	5
	1,6	10	8	6	5	6	10	8	6	5	6
	2,4	10	9	7	7	7	10	9	7	7	7
	3,2	10	9	8	8	8	10	9	8	8	8
	4,8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	6,4	10	10	11	11	11	10	10	11	11	11

Tabela B.5 (continuação)

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio									
		$E_{\text{capacidade-caminhão}}$									
		Níveis de serviço A a C					Níveis de serviço D e E (capacidade)				
		3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM	3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM
4	0,4	12	9	5	4	3	13	9	4	4	3
	0,8	12	9	5	5	5	13	9	5	5	5
	1,2	12	9	7	7	7	13	9	7	7	7
	1,6	12	10	8	8	8	13	10	8	8	8
	2,4	12	11	10	10	10	13	11	10	10	10
	3,2	12	11	11	11	11	13	12	11	11	11
	4,8	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14
	6,4	12	12	15	15	15	13	14	16	16	15
5	0,4	13	10	6	4	3	14	10	4	4	3
	0,8	13	11	7	7	7	14	11	7	7	7
	1,2	13	11	9	8	8	14	11	8	8	8
	1,6	13	12	10	10	10	14	13	10	10	10
	2,4	13	13	12	12	12	14	14	13	13	13
	3,2	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15
	4,8	13	15	16	16	15	14	17	17	17	17
	6,4	15	17	19	19	17	16	19	21	21	19
6	0,4	14	10	6	4	3	15	10	4	4	3
	0,8	14	11	8	8	8	15	11	8	8	8
	1,2	14	12	10	10	10	15	12	10	10	10
	1,6	14	13	12	12	11	15	14	13	13	11
	2,4	14	14	14	14	13	15	16	15	15	14
	3,2	14	15	16	16	15	15	18	18	18	16
	4,8	14	16	18	18	17	15	20	20	20	19
	6,4	19	19	20	20	20	20	23	23	23	23

ABNT NBR 7613:2011

Tabela B.6 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em vias de faixas múltiplas, em subtrechos individualizados

Rampa ^a %	Equivalente em carros de passeio ^b $E_{\text{capacidade-ônibus}}$	
	Níveis de serviço A a C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
0 – 4	1,6	1,6
5 ^c	4	2
6 ^c	7	4
7 ^c	12	10
^a Todos os comprimentos. ^b Para todas as porcentagens de ônibus. ^c Utilização em geral limitada a rampas acima de 0,6 km de comprimento.		

Tabela B.7 – Equivalentes médios generalizados, em carros de passeio, caminhões e ônibus em vias expressas, em trechos de grande comprimento (incluindo subtrechos a subir, a descer e de nível)

Nível de serviço	Equivalente	Equivalente para		
		Terreno em nível	Terreno ondulado	Terreno montanhoso
A	$E_{\text{capacidade-caminhão}}$	Muito variável. Um ou mais caminhões têm o mesmo efeito total. Usar equivalentes de outros níveis		
	$E_{\text{capacidade-ônibus}}$			
B a E	$E_{\text{capacidade-caminhão}}$	2	4	8
	$E_{\text{capacidade-ônibus}}$ ^a	1,6	3	5
^a Considerações em separado são necessárias somente quando os volumes de ônibus forem significativos.				

Tabela B.8 – Equivalentes em carros de passeio e caminhões (CAM) em vias expressas, em subtrechos individualizados

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivalente em carros de passeio Ecapacidade-caminhão									
		Níveis de serviço A a C					Níveis de serviço D e E (capacidade)				
		3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM	3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM
0 – 1	Qualquer	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	0,4 – 0,8	5	4	4	3	3	5	4	4	4	3
	1,2 – 1,6	7	5	5	4	4	7	5	5	4	4
	2,4 – 3,2	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6
	4,8 – 6,4	7	7	8	8	8	7	7	8	8	8
3	0,4	10	8	5	4	3	10	8	5	4	3
	0,8	10	8	5	4	4	10	8	5	4	4
	1,2	10	8	6	5	5	10	8	5	4	5
	1,6	10	8	6	5	6	10	8	6	5	6
	2,4	10	9	7	7	7	10	9	7	7	7
	3,2	10	9	8	8	8	10	9	8	8	8
	4,8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	6,4	10	10	11	11	11	10	10	11	11	11
4	0,4	12	9	5	4	3	13	9	5	4	3
	0,8	12	9	5	5	5	13	9	5	5	5
	1,2	12	9	7	7	7	13	9	7	7	7
	1,6	12	10	8	8	8	13	10	8	8	8
	2,4	12	11	10	10	10	13	11	10	10	10
	3,2	12	11	11	11	11	13	12	11	11	11
	4,8	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14
	6,4	12	13	15	15	14	13	14	16	16	15

ABNT NBR 7613:2011

Tabela B.8 (continuação)

Rampa %	Comprimento da rampa km	Equivale em carros de passeio Ecapacidade-caminhão									
		Níveis de serviço A a C					Níveis de serviço D e E (capacidade)				
		3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM	3 % CAM	5 % CAM	10 % CAM	15 % CAM	20 % CAM
5	0,4	13	10	6	4	3	14	10	6	4	3
	0,8	13	11	7	7	7	14	11	7	7	7
	1,2	13	11	9	8	8	14	11	9	8	8
	1,6	13	12	10	10	10	14	13	10	10	10
	2,4	13	13	12	12	12	14	14	13	13	13
	3,2	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15
	4,8	13	15	16	16	15	14	17	17	17	17
	6,4	15	17	19	19	17	16	19	22	21	19
6	0,4	14	10	6	4	3	15	10	6	4	3
	0,8	14	11	8	8	8	15	11	8	8	8
	1,2	14	12	10	10	10	15	12	10	10	10
	1,6	14	13	12	12	11	15	14	13	13	11
	2,4	14	14	14	14	13	15	16	15	15	14
	3,2	14	15	16	16	15	15	18	18	16	17
	4,8	14	16	18	18	17	15	20	20	20	19
	6,4	19	19	20	20	20	20	23	23	23	23

Tabela B.9 – Equivalentes em carros de passeio e ônibus interurbanos em vias expressas, em subtrechos individualizados

Rampa % ^a	Equivalente em carros de passeio ^b $E_{\text{capacidade-ônibus}}$	
	Níveis de serviço A a C	Níveis de serviço D e E (capacidade)
0 – 4	1,6	1,6
5 ^c	4	2
6 ^c	7	4
7 ^c	12	10
^a Todos os comprimentos. ^b Para todas as porcentagens de ônibus. ^c Utilização em geral limitada a rampas acima de 0,8 km de comprimento.		

B.3 Fatores de equivalência relativos à segurança das rodovias

Os equivalentes em carros de passeio, de ônibus e caminhões, sob o aspecto da segurança do tráfego, devem ser fixados considerando-se principalmente o número de pessoas que são expostas ao perigo durante a travessia do cruzamento rododiferroviário, o tempo gasto pelos veículos durante a travessia e as restrições operacionais de cada tipo de veículos.

Os ônibus, em relação aos carros de passeio, transportam um maior número de passageiros, expondo, portanto, um maior número de pessoas ao perigo na travessia do cruzamento. Eles possuem velocidades operacionais geralmente inferiores e dimensões superiores, fatores que aumentam o tempo na travessia. Assim, considera-se que um ônibus equivale a dez carros de passeio em termos de segurança, ou seja, $E_{\text{segurança-ônibus}} = 10$.

Os caminhões, em relação aos carros de passeio, possuem características operacionais mais restritas e levam, conseqüentemente, um tempo superior na travessia, o que aumenta as probabilidades de acidentes. Também os caminhões, por serem mais pesados que os carros de passeio, apresentam, no caso de colisão com o trem, acidentes com conseqüências mais graves. Por estes motivos principalmente, considera-se que um caminhão equivale em termos de segurança a dois carros de passeio, ou seja, $E_{\text{segurança-caminhão}} = 2$.

ABNT NBR 7613:2011

Bibliografia

- [1] Manual de Cruzamentos Rodoferroviários, Denatran, 1979.

