

# **CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DA ABNT NBR 7188**

***“Carga Móvel Rodoviária e de Pedestres em  
Pontes, Viadutos, Passarelas e outras  
Estruturas”***

**Júlio Timerman**

**Martin Beier**

**Junho / 2012**

## Sumário

- I-Evolução dos Trens Tipo das Normas Brasileiras
- II-Razões para Revisar a NBR 7188 /84
- III-Coleta de Dados para subsidiar a Revisão
- IV-Tópicos da ABNT NBR 7188 / 2012

# **I. EVOLUÇÃO DOS TRENS TIPO DE PROJETO DAS NORMAS BRASILEIRAS**

## 1. PERÍODO DE 1943 a 1960

No período compreendido entre 1943 e 1960, as considerações sobre carga móvel em pontes rodoviárias foram realizadas de acordo com a norma **NB6/43** (ABNT, 1943). Tais considerações são definidas nos itens abaixo descritos:

### 1.1 *Classes*

As pontes rodoviárias são agrupadas em três classes:

- Classe I: Pontes situadas em estradas-tronco federais e estaduais ou nas estradas principais de ligação entre esses troncos;
- Classe II: Pontes situadas em estradas de ligação secundárias, mas em que, atendendo a circunstâncias especiais do local, haja conveniência em se prever a passagem de veículos pesados;
- Classe III: Pontes situadas em estradas de ligação secundárias não incluídas na classe II.

## **1.2. Trem – tipo**

- Denomina-se trem-tipo o conjunto do carregamento móvel a ser aplicado à estrutura em sua posição mais desfavorável para cada seção de cálculo e combinação de carregamento. Os trens tipos compõem-se de compressores, caminhões e multidão.
- A multidão representa o tráfego de veículos de pequeno porte que pode acompanhar a passagem do caminhão e/ou do compressor. A multidão é constituída por carga uniformemente distribuída

COMPRESSORES	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Unidades
Peso total	7	16	24	tf
Peso da roda dianteira	5	7	10	tf
Peso da roda traseira	1	4,5	7	tf
Largura da roda dianteira	1	1	1	m
Largura da roda traseira	10	40	50	cm
Distância entre os eixos diant. e traseiro	3	3	3	m
Distância entre os meios da rodas traseiras	160	160	160	cm

CAMINHÕES	Tipo A	Tipo B	Unidades
Peso total	6	9	tf
Peso de cada roda dianteira	750	1500	kgf
Peso de cada roda traseira	2250	3000	kgf
Largura de cada roda dianteira	8	12	cm
Largura de cada roda traseira	18	24	cm
Distância entre os eixos diant. e traseiro	3	3	m
Distância entre os meios da rodas diant. ou traseiras	160	160	cm

## PONTES DE CONCRETO ARMADO

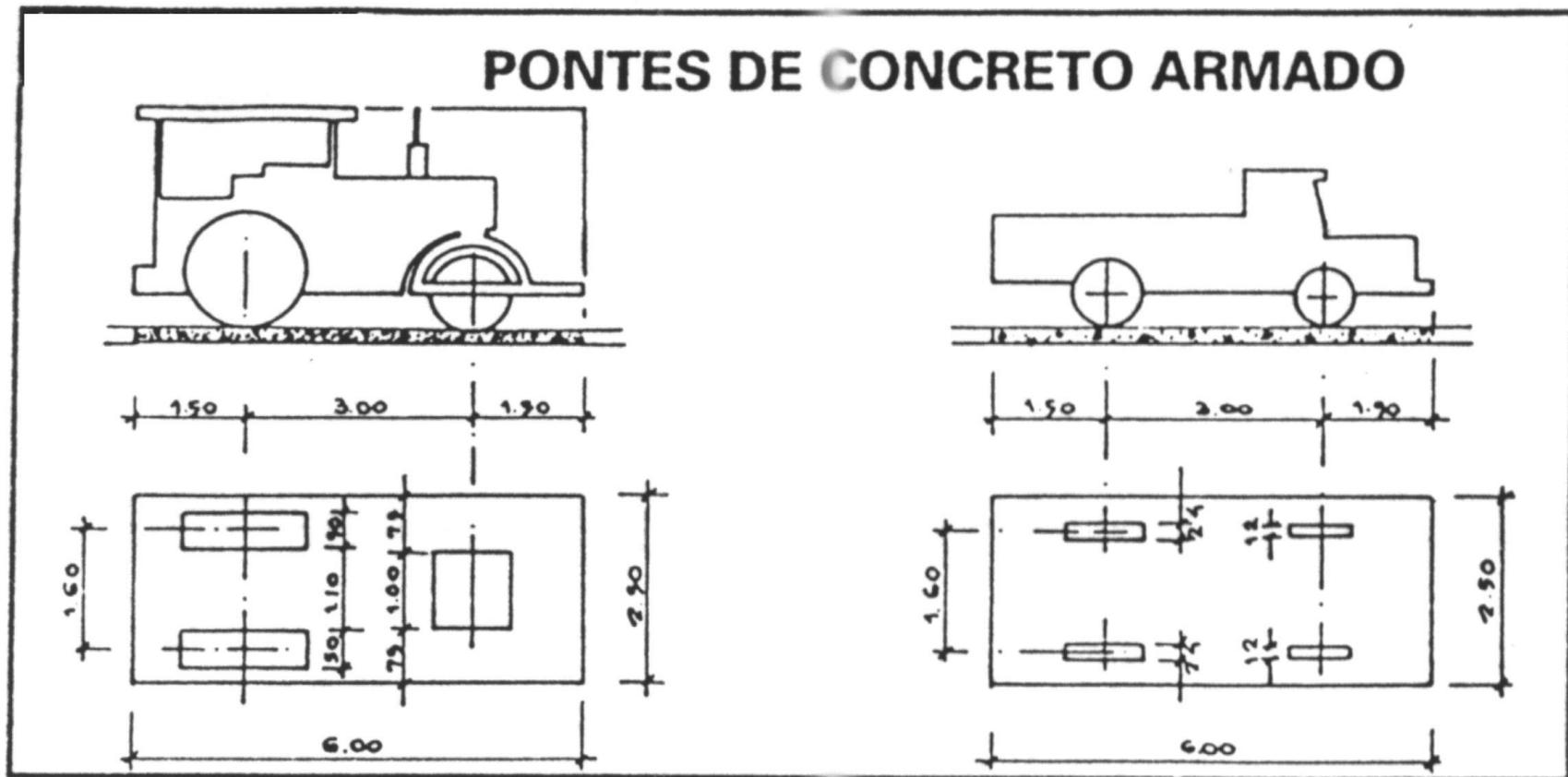


Figura 1 – Compressor e caminhão utilizado no trem-tipo segundo NB6/43 (ABNT, 1943)

## 2. PERÍODO DE 1960 a 1984

- No período de 1960 a 1984, as considerações sobre carga móvel em pontes rodoviárias foram realizadas de acordo com a norma **NB6 /60** (ABNT, 1960 b). Tais considerações são definidas nos itens (2.1) e (2.2):
  - **2.1. Classes**
    - Classe 36: Em rodovias de características da Classe I;
    - Classe 24: Em rodovias de características da Classe II;
    - Classe 12: Em rodovias de características da Classe III;
  - **2.2. Trem-tipo**
    - Os trens-tipos compõem-se de um veículo e de cargas uniformemente distribuídas

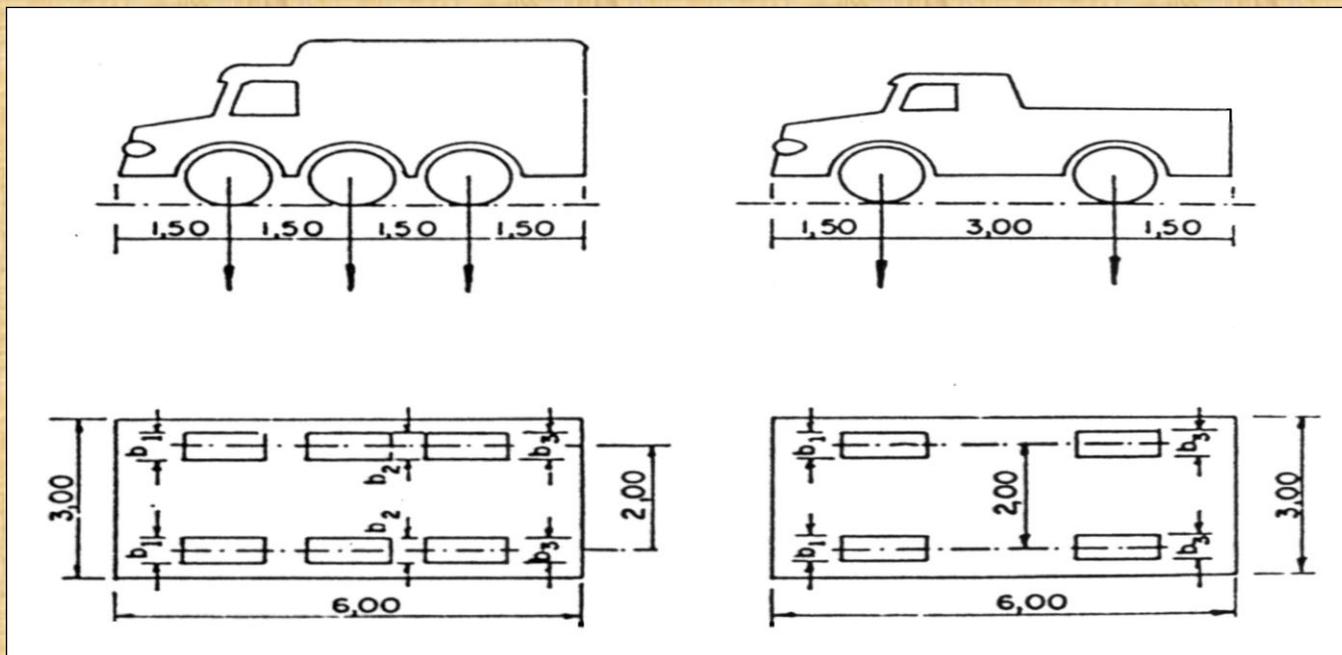


Figura 2 – Caminhões utilizados no trem-tipo segundo NB6/60 (ABNT, 1960)

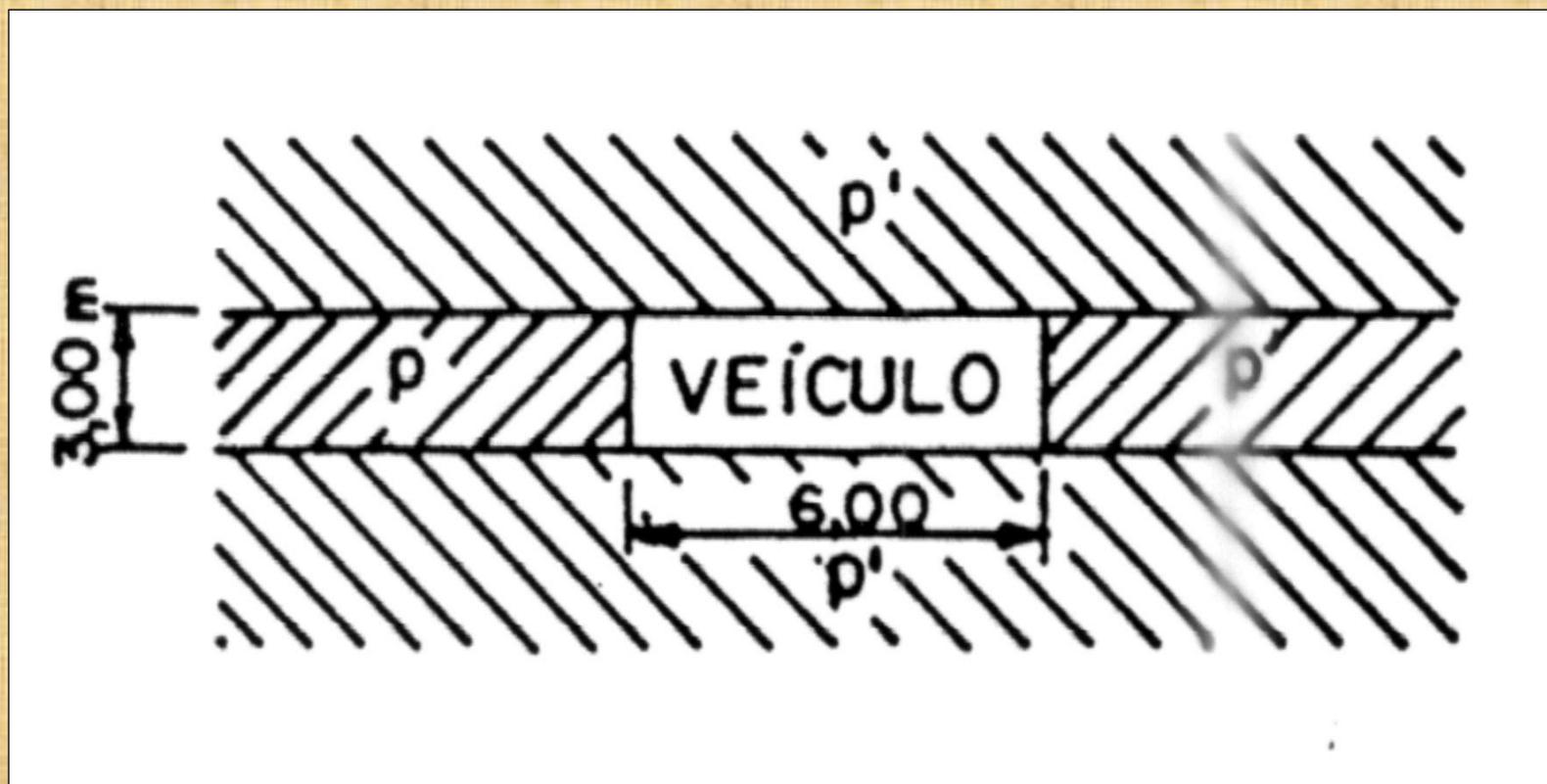


Figura 3 – Disposição em planta segundo NB6/60 (ABNT, 1960)

### 3. PERÍODO DE 1984 a 2004

- No período de 1984 a 2004, as considerações sobre carga móvel em pontes rodoviárias vêm sendo realizadas de acordo com a norma **NBR 7188/84** (ABNT, 1984). Tais considerações são definidas nos itens (3.1) e (3.2).
- **3.1. Classes**
- Classe 45: a base do sistema é um veículo-tipo de 450 KN de peso total;
- Classe 30: a base do sistema é um veículo-tipo de 300 KN de peso total;
- Classe 12: a base do sistema é um veículo-tipo de 120 KN de peso total;
- A utilização das diferentes classes de pontes fica a critério dos órgãos com jurisdição sobre as mesmas.

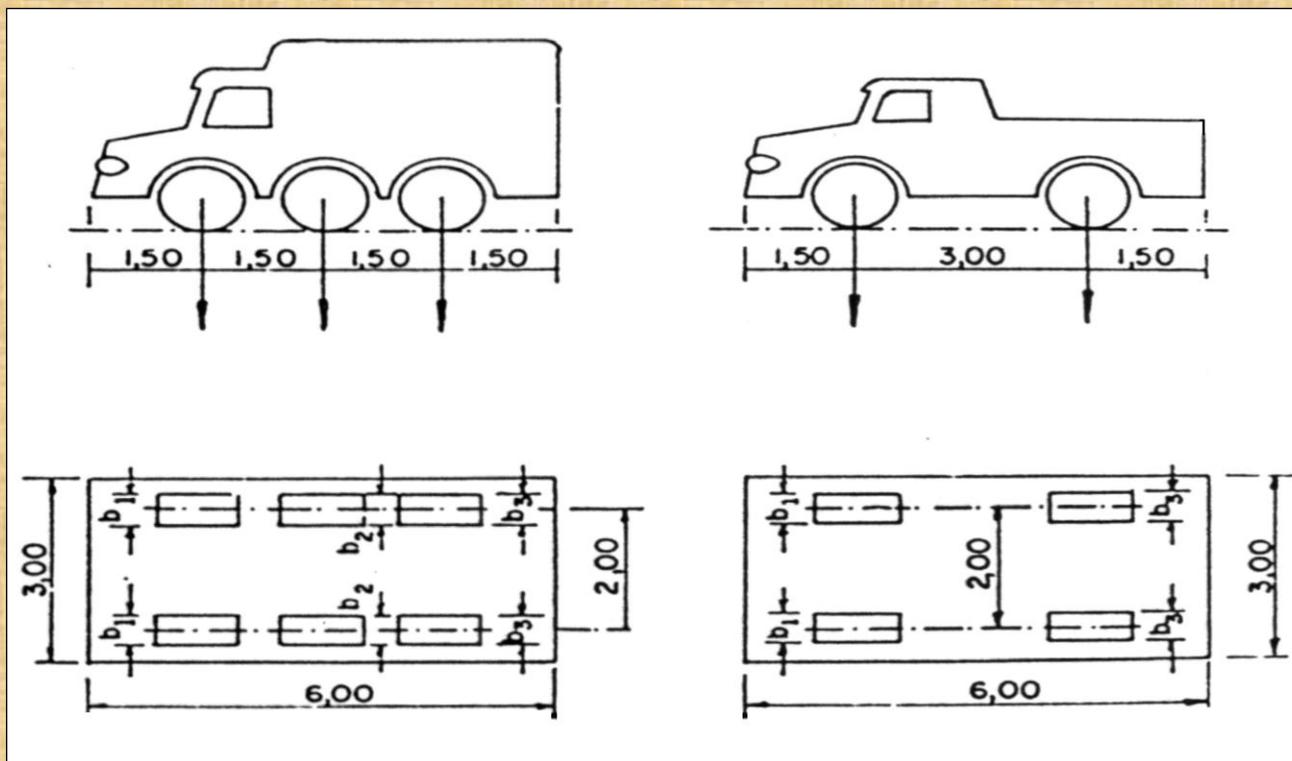


Figura 4 – Caminhões utilizados no trem-tipo segundo ABNT NBR 7188

**Tabela 1 – Carga dos veículos e cargas uniformemente distribuídas (ABNT, 1982)**

Classe da Ponte	Veículo			Carga Uniformemente Distribuída				Disposição da carga
	Tipo	Peso Total		$p$		$p'$		
		KN	tf	KN/m <sup>2</sup>	kgf/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	kgf/m <sup>2</sup>	
45	45	450	45	5	500	3	300	- Carga $p$ em toda a pista - Carga $p'$ nos passeios
30	30	300	30	5	500	3	300	
12	12	120	12	4	400	3	300	

- **TREM TIPO**

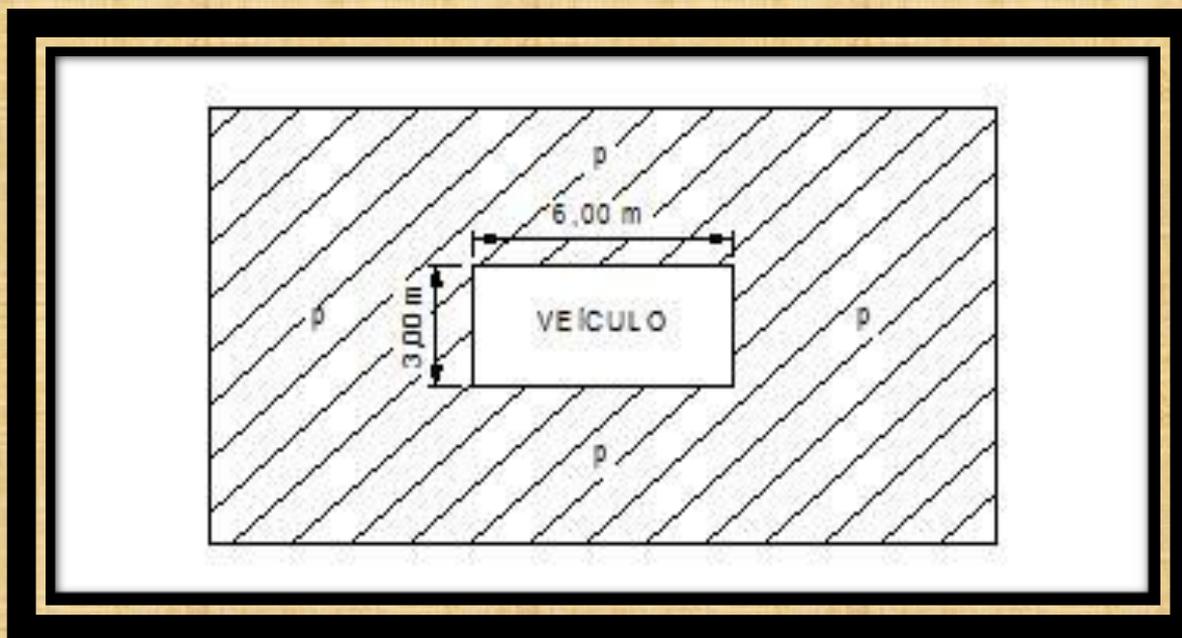


Figura 5 - Veículo e multidão em planta (ABNT, 1984)

## **II. Razões para Revisar a NBR 7188/84**

## Densidade do Tráfego Atual



## Magnitude das Ações Acidentais





## **Anomalias Observadas nas Pontes e Viadutos**

### **Elementos Estruturais adjacentes as Juntas de Dilatação**











## **III. Coleta de Dados para Subsidiar a Revisão**

- A. “Reavaliação do Trem-Tipo a Luz das Cargas Reais nas Rodovias Brasileiras” – Tese de Doutorado de Lorenzo A. Ruschi e Luchi em 2006**
  
- B. “Análise das Consequências do Tráfego de CVCs (Combinações de Veículos de Cargas) sobre as Obras de Artes Especiais da Rede Viária do DER/SP” – Relatório Técnico desenvolvido pelo Corpo Técnico da Escola de Engenharia de São Carlos em 2001**

## Principais conclusões da Tese do Eng<sup>o</sup> Lorenzo

1. A comparação direta das normas, sem a consideração dos dados de tráfego, mostra que o trem-tipo da norma brasileira fornece resultados para estado limite último compatíveis com o *Eurocode* e maiores que os das normas da *AASHTO*.
2. Diante dos resultados obtidos, a existência do acostamento, ou de qualquer espaço adicional onde não haja tráfego regular, é de fundamental importância. Isto porque, na fase de projeto, a carga é aplicada em todos os trechos do tabuleiro em que a sua presença seja desfavorável para o efeito estudado. Assim, especialmente nas pontes celulares, toda a largura do tabuleiro é carregada para a determinação dos esforços solicitantes globais, o que não ocorre, na realidade, nos trechos de acostamento ou refúgio. Com isso, é sempre necessário que exista o acostamento na obra-de-arte para que se tenha esse aumento na margem de segurança.

## Principais conclusões da Tese do Eng<sup>o</sup> Lorenzo

3. Nesse contexto, os resultados para três e quatro faixas de tráfego no mesmo sentido podem ser considerados como extensão da situação de pista dupla, como se houvesse tráfego no acostamento. Desta forma, ainda mostram-se favoráveis, podendo-se inclusive estudar uma redução da carga de multidão para faixas múltiplas de tráfego, a exemplo do que ocorre em outras normas.
4. Em rodovias somente com duas faixas de tráfego, em pista simples, sem acostamento ou refúgio, onde o tráfego é livre nos dois sentidos, não havendo faixa preferencial para veículos mais leves, encontram-se as pontes com menor margem de segurança. Os estudos mostraram que o viés só é menor que a unidade para espaçamentos no mínimo de 10 metros entre os veículos, onde algum efeito dinâmico já deve ser considerado. Este é um caso que deve ser melhor estudado, principalmente por estar presente em rodovias mais antigas, em geral em má conservação, porém com tráfego importante, como as rodovias federais. Existem, além disso, situações críticas também em vias urbanas, onde normalmente já não há acostamento, que recebem grandes proporções de veículos pesados em relação ao tráfego total. Como exemplo, citam-se os acessos às Marginais dos rios Tietê e Pinheiros, em São Paulo.

## **Principais conclusões do Relatório Técnico da EESC**

Pelos resultados da análise comparativa dos efeitos da carga móvel das CVC em relação à carga móvel normativa e com a discussão anterior, recomenda-se que:

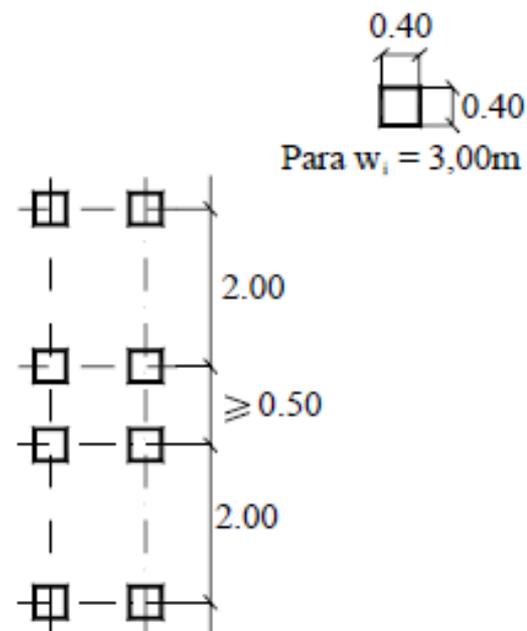
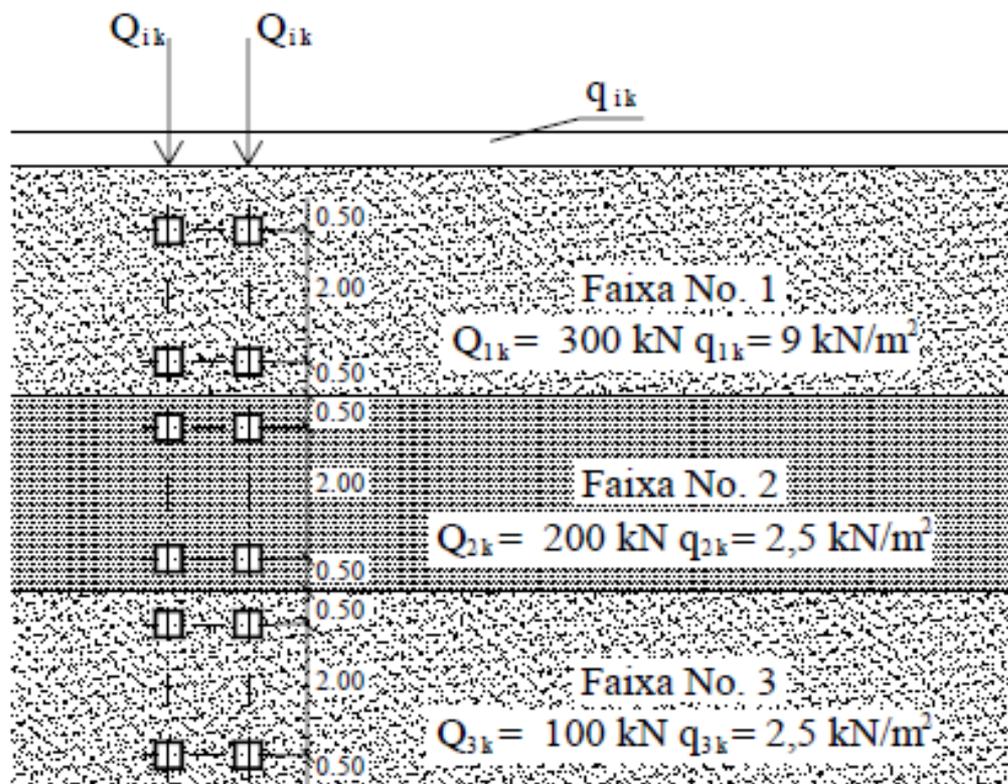
- **(1) não seja permitido o tráfego das CVCs pelas pontes classe 24 (da norma antiga) e classe 30 (da norma atual);**
- **(2) a CVC RT74/20 receba autorização para trafegar apenas nas rodovias com pontes classe 45 e vão inferior a 25m, não permitindo seu tráfego nas rodovias com pontes classe 36 e 24 (da norma antiga), classe 30 (da norma atual) e nas rodovias com pontes de laje contínua de qualquer classe e vão;**
- **(3) as CVCs RT74/25 e BT74/25 recebam autorização para trafegar somente nas rodovias com pontes classe 36 e 45.**

## EUROCODE EC1-AÇÕES EM PONTES E VIADUTOS

### DETERMINAÇÃO DAS FAIXAS DE TRÁFEGO SEGUNDO O EUROCODE EC1

Largura do Tabuleiro (w)	Número de Faixas de Tráfego de Cálculo ( $n_T$ )	Largura de Uma Faixa de Tráfego de Cálculo	Largura da Área Residual
$w < 5,4\text{m}$	1	3,0m	$w - 3,0\text{m}$
$5,4\text{m} \leq w < 6,0\text{m}$	2	$\left(\frac{w}{2}\right)$	0
$w \geq 6,0\text{m}$	Inteiro $\left(\frac{w}{3}\right)$	3,0 m	$w - n_T \times 3,0$

## MODELO DE CARREGAMENTO EUROCODE



## **IV. Tópicos da ABNT NBR 7188 / 2012**

## Sumário

Prefacio, Abstract, Introdução .....	v
<b>1</b> <b>Objetivo</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> Referências normativas .....	<b>1</b>
<b>3</b> Definições .....	<b>1</b>
<b>4</b> Simbologia.....	<b>2</b>
4.1. Generalidades.....	2
4.2. Símbolos -base.....	2
4.2.1. Letras minúsculas .....	2
4.2.2. Letras maiúsculas .....	2
<b>5</b> Ações em Pontes e Viadutos.....	<b>2</b>
5.1. Cargas Verticais .....	2
5.1.1. Cargas verticais nos passeios.....	4
5.1.2. Coeficiente de ponderação das cargas verticais .....	4
5.1.2.1. Coeficiente de Impacto Vertical.....	4
5.1.2.2. Coeficiente de Número de Faixas.....	4
5.1.2.3. Coeficiente de Impacto Adicional.....	5
5.2. Esforços Horizontais.....	5
5.2.1. Frenagem e Aceleração .....	5
5.2.2. Força Centrífuga.....	5
5.2.3. Ações Excepcionais.....	6
5.2.3.1. Colisão em pilares .....	6
5.2.3.2. Colisão ao nível do tabuleiro .....	6
5.2.3.2.1. Meio fio.....	6
5.2.3.2.2. Barreira rígida de concreto.....	6
5.2.3.2.3. Barreira cortina.....	6
5.2.3.2.4. Guarda corpo.....	6
<b>6</b> Ações em Passarelas.....	<b>7</b>
6.1. Cargas verticais.....	7
6.2. Cargas horizontal excepcional.....	7
6.3. Passarelas especiais.....	7
<b>7</b> Ações em Estruturas para Garagem.....	<b>7</b>
7.1. Cargas Verticais .....	7
7.2. Ações horizontais .....	8
7.3. Ações excepcionais .....	8
7.3.1. Colisão em pilares .....	8
7.3.2. Barreiras.....	8
<b>8</b> Identificação pública da obra .....	<b>9</b>
Anexo A (normativo).....	10
Cargas de Veiculos Especiais.....	10
Anexo B (informativo).....	11
Índice geral .....	11
Índice remissivo .....	11
Anexo C (informativo).....	12
Simulação para CIV e CNF .....	12
Bibliografia .....	12

## 1 Simbologia

### 1.1. Generalidades

A simbologia adotada nesta Norma é constituída por símbolos-base (mesmo tamanho e no mesmo nível do texto corrente).

A simbologia geral encontra-se estabelecida nesta subseção e a simbologia mais específica de algumas partes desta Norma é apresentada nas seções pertinentes, com o objetivo de simplificar a compreensão e, portanto, a aplicação dos conceitos estabelecidos.

### 1.2. Símbolos-base

#### 1.2.1. Letras minúsculas

**p:** Valor estático da carga móvel uniformemente distribuída.

**q:** Valor estático “p” acrescido de todos os coeficientes de majoração.

#### 1.2.2. Letras maiúsculas

**P:** Valor estático de uma roda do veículo.

**Q:** Valor estático de uma roda do veículo acrescido de todos os coeficientes de majoração.

**CIV:** Coeficiente de Impacto Vertical: amplifica a ação da carga estática simulando o efeito dinâmico da carga em movimento e a suspensão dos veículos automotores. O CIV não simula e/ou elimina a necessidade de análise dinâmica nas estruturas sensíveis e/ou de baixa rigidez, em especial estruturas de aço e estruturas estaiadas. (vide norma ABNT NBR-7187 “Projeto e execução de pontes em concreto armado e protendido - Procedimento”)

**CNF:** Coeficiente do Numero de Faixas: Corrige distorções estatísticas.

**CIA:** Coeficiente de Impacto Adicional: Consiste em coeficiente destinado à majoração da carga móvel característica devido à imperfeição e/ou descontinuidade da pista de rolamento, no caso juntas de dilatação e nas extremidades das obras, estruturas de transição e acessos.

**TB:** Define o Trem tipo rodoviário Brasileiro.

## 5. Ações em Pontes e Viadutos

### 5.1 Ações Verticais

A carga “P”, em kN, é a carga vertical estática concentrada aplicada no nível do pavimento, com valor característico e sem qualquer majoração. A carga “p”, em kN/m<sup>2</sup>, é a carga vertical estática uniformemente distribuída aplicada no nível do pavimento, com valor característico e sem qualquer majoração.

A carga concentrada “Q”, em kN, e a carga distribuída “q”, em kN/m<sup>2</sup>, são os valores da carga vertical móvel aplicados no nível do pavimento, iguais aos valores característicos majorados pelos Coeficientes de Impacto Vertical (CIV), do Numero de Faixas (CNF) e de Impacto Adicional (CIA) abaixo definidos.

$$Q = P * CIV * CNF * CIA$$

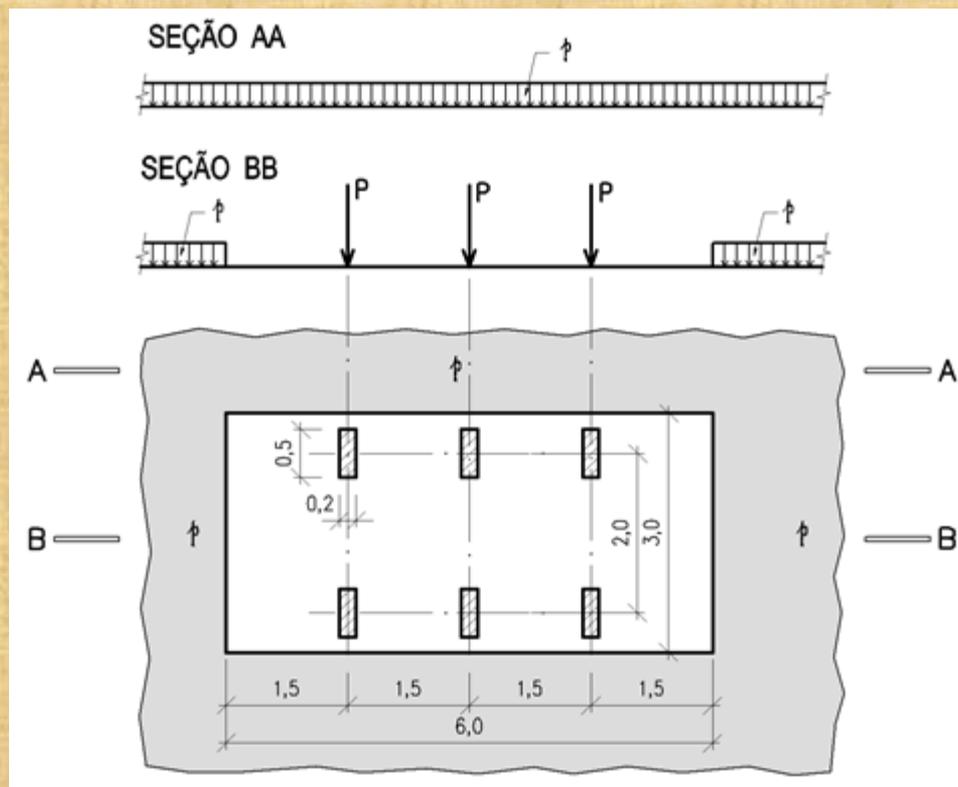
$$q = p * CIV * CNF * CIA$$

As ações para pontes, galerias e viadutos rodoviários são definidas a partir da carga abaixo descrita.

Define as cargas estáticas, sua disposição e intensidade, para verificações e dimensionamento dos diversos elementos estruturais, assim como para verificações globais.

A carga móvel rodoviária padrão TB-450 é definida por um veículo tipo de 450kN com 6 rodas P = 75kN, 3 eixos de carga afastados entre si de 1,5m. com área de ocupação de 18,0m<sup>2</sup>, circundado por uma carga uniformemente distribuída constante p = 5kN/m<sup>2</sup>, conforme figura 5.1.1.

Figura 5.1.1



A carga móvel assume posição qualquer em toda a pista rodoviária com as rodas na posição mais desfavorável, inclusive acostamento e faixas de segurança. A carga distribuída deve ser aplicada na posição mais desfavorável, independentemente das faixas rodoviárias. Admite-se a distribuição espacial da carga concentrada no elemento estrutural a partir da sua superfície de contato num ângulo de  $45^\circ$ .

Para obras em anel rodoviário e obras com distância inferior a 100km em rodovias de acesso a terminais portuários, as cargas móveis características definidas acima devem ser majoradas de 10%, a critério da autoridade competente,

Para obras em estradas vicinais municipais de uma faixa e obras particulares, a critério da autoridade competente, a carga móvel rodoviária é no mínimo igual ao tipo TB-240, que é definida por um veículo tipo de 240kN com 6 rodas  $P = 40\text{kN}$ , 3 eixos de carga afastados entre si de 1,5m. com área de ocupação de  $18,0\text{m}^2$ , circundado por uma carga uniformemente distribuída constante  $p = 4,0\text{kN/m}^2$ , conforme figura 5.1.1.

### **5.1.1. Cargas verticais nos passeios**

- Nos passeios para pedestres das pontes e viadutos adotar carga vertical uniformemente distribuída de  $3\text{kN/m}^2$  na posição mais desfavorável concomitante com a carga móvel rodoviária, para verificações e dimensionamentos dos diversos elementos estruturais assim como para verificações globais.
- As ações sobre os elementos estruturais dos passeios não são majoradas pelos Coeficientes de Impacto Vertical (CIV), Coeficiente do Numero de Faixas (CNF) e Coeficiente de Impacto Adicional(CIA).
- Todos os passeios de pontes e viadutos deverão ser protegidos por barreiras rígidas, dimensionadas de acordo com o item 5.3.3.2.2

### 5.1.2.1. Coeficiente de Impacto Vertical

- As cargas moveis verticais características definidas no modelo acima devem ser majoradas para o dimensionamento de todos os elementos estruturais pelo Coeficiente de Impacto Vertical “CIV”, obtendo-se os valores “Q” e “q” para dimensionamento dos elementos estruturais.
- CIV=1,35 para estruturas com vão menor do que 10,0m.
- $$CIV = 1 + 1,06 * \left( \frac{20}{Liv + 50} \right)$$
 para estruturas com vão entre 10,0 e 200,0m.
- onde: Liv: vão em metros para o calculo de CIV, conforme o tipo de estrutura, sendo:
- Liv=L para estruturas de vão isostático.
- Liv: media aritmética dos vãos nos casos de vãos contínuos.
- Liv: comprimento do próprio balanço para estruturas em balanço.
- L: vão em metros.
- Para estruturas com vãos acima de 200,0m, deverá ser realizado estudo específico para a consideração da amplificação dinâmica e definição do Coeficiente de Impacto Vertical.

### **5.1.2.2. Coeficiente de Número de Faixas**

- As cargas móveis verticais características definidas conforme item 5.1. devem ser ajustadas pelo Coeficiente do Número de Faixas do tabuleiro “CNF”, conforme abaixo descrito:
- $CNF = 1 - 0,05 \cdot (n - 2) > 0,9$
- onde: n: número (inteiro) de faixas de tráfego rodoviário a serem carregadas sobre um tabuleiro transversalmente contínuo. Acostamentos e faixas de segurança não são faixas de tráfego da rodovia.
- Este coeficiente não se aplica para o dimensionamento de elementos estruturais transversais ao sentido do tráfego (lajes, transversinas, etc.).

### **5.1.2.3. Coeficiente de Impacto Adicional**

- Os esforços das cargas móveis verticais definidas no item 5.1 devem ser majorados na região das juntas estruturais e extremidades da obra. Todas as seções dos elementos estruturais a uma distância horizontal, normal à junta, inferior a 5,0m para cada lado da junta ou descontinuidade estrutural, devem ser dimensionadas com os esforços das cargas móveis majorados pelo Coeficiente de Impacto Adicional, abaixo definido.
  - > CIA = 1,25 para obras em concreto ou mistas.
  - > CIA = 1,15 para obras em aço.

## 5.2 Ações Horizontais

### 5.2.1 Frenagem e Aceleração

As cargas horizontais devido à frenagem e/ou aceleração, aplicados no nível do pavimento, são um percentual da carga vertical característica dos veículos aplicados sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável e concomitante com a respectiva carga vertical.

$$H_f = 0,25 \cdot B \cdot L \cdot C_{NF}, \text{ em [kN]}$$

onde:

$$H_f \geq 135 \text{ kN}$$

B: largura efetiva [m] da carga distribuída de  $5 \text{ kN/m}^2$ .

L: comprimento concomitante [m] da carga distribuída.

## 5.2.2 Força Centrífuga

As cargas horizontais provenientes da força centrífuga nas obras em curva horizontal, aplicadas no nível da pista de rolamento, são um percentual da carga vertical do veículo tipo aplicado sobre o tabuleiro, na posição mais desfavorável, concomitante com a respectiva carga vertical.

$H_{fc} = 2,4 * P$  em kN, para curva com raio  $R < 200m$ .

$H_{fc} = \frac{480}{R} * P$  em kN, para curva com raio  $200 < R < 1.500m$ .

$H_{fc} = \text{zero}$  para raios superiores a  $1.500m$ .

onde: R: raio da curva horizontal no eixo da obra, em metros

## 5.2.3 impacto em Barreiras



- O elemento deve ser dimensionado para uma carga horizontal perpendicular à direção do tráfego de 100kN e carga vertical concomitante de 100kN.
- A ação é aplicada em um comprimento de 50cm., no topo do elemento, admitindo-se distribuição espacial a 45°.

## **6. Ações em Passarelas**

### **6.1 Cargas verticais**

A carga vertical a ser adotada é uma carga uniformemente distribuída, aplicada sobre o pavimento entre os guarda-corpos, na posição mais desfavorável, sem consideração de coeficiente de impacto vertical:

$$p = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

### **6.2 Carga horizontal excepcional**

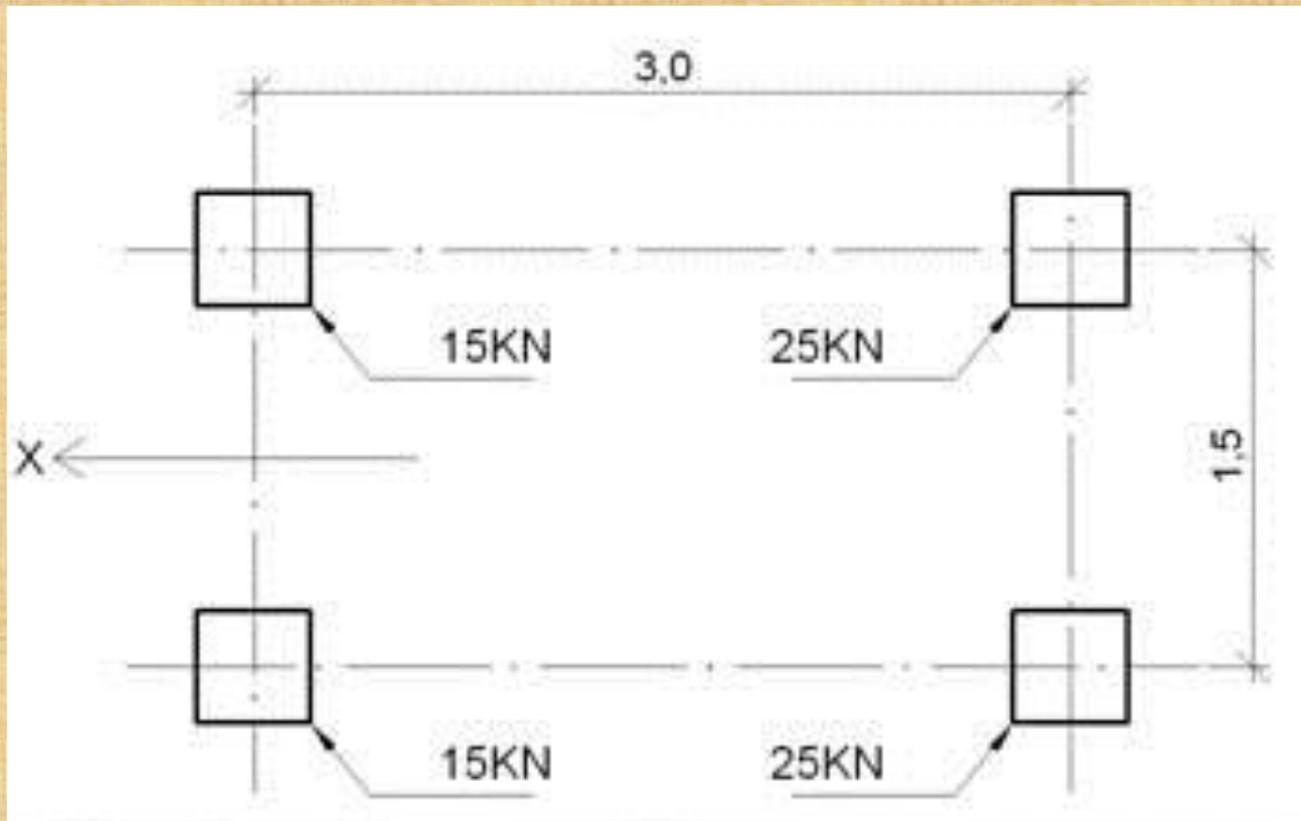
Como medida mitigadora de eventuais impactos, deverá ser considerada uma carga horizontal pontual de 100kN aplicada no ponto mais desfavorável da estrutura da passarela no sentido do tráfego sob a passarela. Todas as ligações da superestrutura e respectivos pilares de passarelas devem ser verificados para esta ação excepcional.

## **7. Ações em Estruturas para Garagem**

### **7.1 Cargas Verticais**

A carga vertical a ser adotada é uma carga uniformemente distribuída, aplicada sobre o pavimento, na posição mais desfavorável, admitindo-se carregamentos repartidos e alternados nos diversos vãos da estrutura, com valor de  $p = 3\text{kN/m}^2$ , sem considerar o coeficiente de impacto vertical. Este valor se aplica em toda a estrutura para a verificação global, e dimensionamento dos diversos elementos estruturais.

Quando o acesso à estrutura da garagem tiver uma altura ou largura livre transversal superior a 2,50m e inferior a 3,5m, a estrutura e os diversos elementos que a compõem devem ser verificados para a passagem eventual isolada do veículo utilitário leve sobre 4 pneus com peso total de 80kN abaixo definido.



Quando o acesso à estrutura da garagem tiver uma altura ou largura livre transversal superior a 3,5m, a estrutura e os diversos elementos que a compõem devem ser projetados adotando-se uma carga vertical uniformemente distribuída aplicada sobre o pavimento, na posição mais desfavorável, admitindo-se carregamentos repartidos e alternados nos diversos vãos da estrutura com valor de  $p = 4\text{kN/m}^2$  sem a consideração de coeficiente de impacto vertical. Os diversos elementos estruturais também devem ser verificados para a passagem eventual isolada do veículo TB-240 definido no item 5.1. desta norma sem a consideração do coeficiente de impacto vertical.

### **Colisão em pilares de garagem**

Os pilares existentes junto à circulação de veículos, devem ser verificados para uma carga horizontal de colisão de 100kN na direção do tráfego e 50kN perpendicular ao tráfego, não concomitantes entre si, aplicadas a uma altura de 1,0m do pavimento.

## 8. Identificação da Obra



## **ANEXO A**

# **AÇÕES DE VEÍCULOS ESPECIAIS**

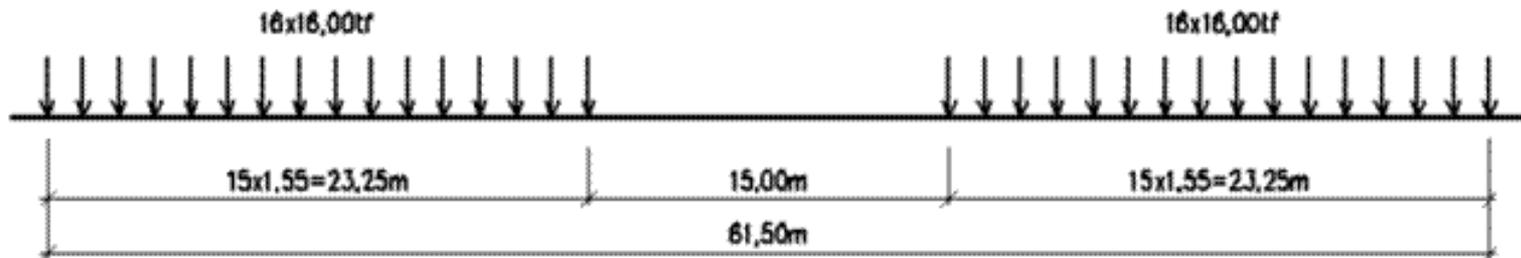
- As critério do órgão com jurisdição sobre a rodovia, as obras a serem implementadas podem ser verificadas para o transporte de carga especial utilizando os critérios a seguir:
- 1 – Prever em projeto que o veículo seguirá as recomendações de operação abaixo descritas, quando da transposição da Obra de Arte Especial:
- As Obras de Arte devem estar interditadas ao tráfego dos demais veículos.
- O veículo deverá trafegar em eixo pré-definido (em princípio, eixo da estrutura).
- O veículo deverá trafegar com velocidade constante de 5km/h, sem frar ou acelerar.
- O transporte especial será suspenso quando da ocorrência de ventos com velocidade acima de 20m/s.
- Haverá controle da liberação do tráfego de forma gradual após a transposição do veículo especial sobre a obra.

2 – Em virtude das considerações de transposição acima previstas, poder-se-á desprezar os efeitos de carga distribuída, vento, impacto vertical, número de faixas, frenagem, força centrífuga e ações excepcionais definidas nesta norma.

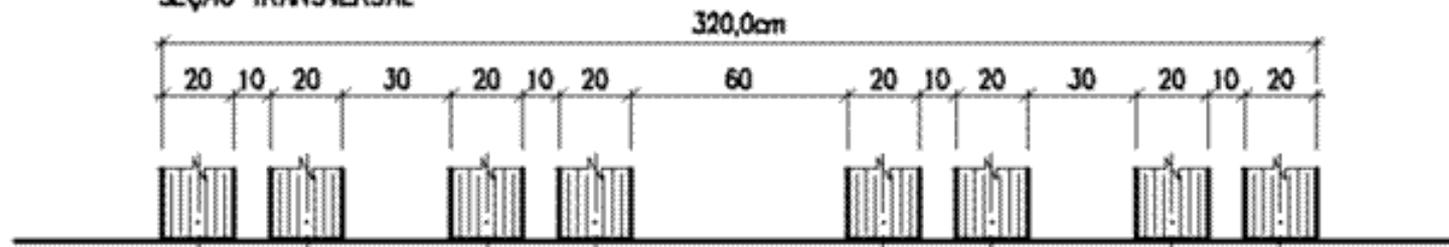
3 – Deve-se proceder a verificação para os Estados Limites Últimos, considerando-se os coeficientes de majoração definidos na NBR-8681 referentes a carregamentos especiais e utilizando como veículo tipo o veículo do croquis abaixo.

CARGA ESPECIAL TOTAL P=512t.

SEÇÃO LONGITUDINAL



SEÇÃO TRANSVERSAL



## **ANEXO B**

### **SIMULAÇÃO DE CIV e CNF**

$$CIV \equiv 1 + 1,06(20 / (Liv + 50)) ; CNF \equiv 1 - 0,05(n - 2) \geq 0,9$$

Na segunda linha do quadro temos o CIV conforme norma NBR-7188(1984) para efeito de comparação

	Liv	5	8	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200
	NBR-7188(1984)	1,37	1,34	1,33	1,26	1,19	1,12	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	CIV	1,35	1,35	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
n	CIV /NBR	0,99	1,00	1,02	1,03	1,06	1,10	1,15	1,19	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
1	CIV*CNF	1,42	1,42	1,42	1,37	1,33	1,30	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14
2	CIV*CNF	1,35	1,35	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,19	1,16	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08
3	CIV*CNF	1,28	1,28	1,29	1,24	1,20	1,17	1,15	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03
4	CIV*CNF	1,28	1,28	1,29	1,24	1,20	1,17	1,15	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03

ASSOCI  
BRASILEI  
ENGENHA  
CONSULT  
ESTRUT

ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

