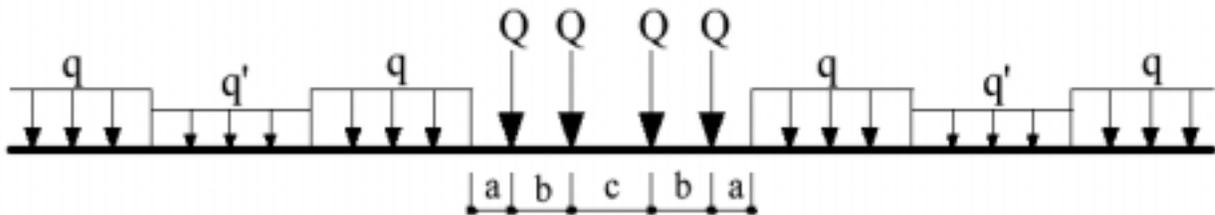


AÇÕES NAS PONTES

- Ponte ferroviária: NBR7189- Cargas móveis para projeto estrutural de obras ferroviárias.
 - TB-360: transporte de minério de ferro ou outros carregamentos equivalentes;
 - TB-270: transporte de carga geral;
 - TB-240: verificação de estabilidade e projeto de reforço de obras existentes;
 - TB-170: transporte de passageiros em regiões metropolitanas ou suburbanas.



TB	Q (kN)	q (kN/m ²)	q' (kN/m ²)	a (m)	b (m)	c (m)
360	360	120	20	1,0	2,0	2,0
270	270	90	15	1,0	2,0	2,0
240	240	80	15	1,0	2,0	2,0
170	170	25	15	11,0	2,5	5,0

Q = carga por eixo

q e q' = cargas distribuídas na via, simulando, respectivamente vagões carregados e descarregados.

AÇÕES NAS PONTES

- Efeito dinâmico

- coeficiente de impacto ou coeficiente de amplificação dinâmica: ϕ

$$F_{\text{dinâmico}} = \phi \cdot F_{\text{estático}}$$

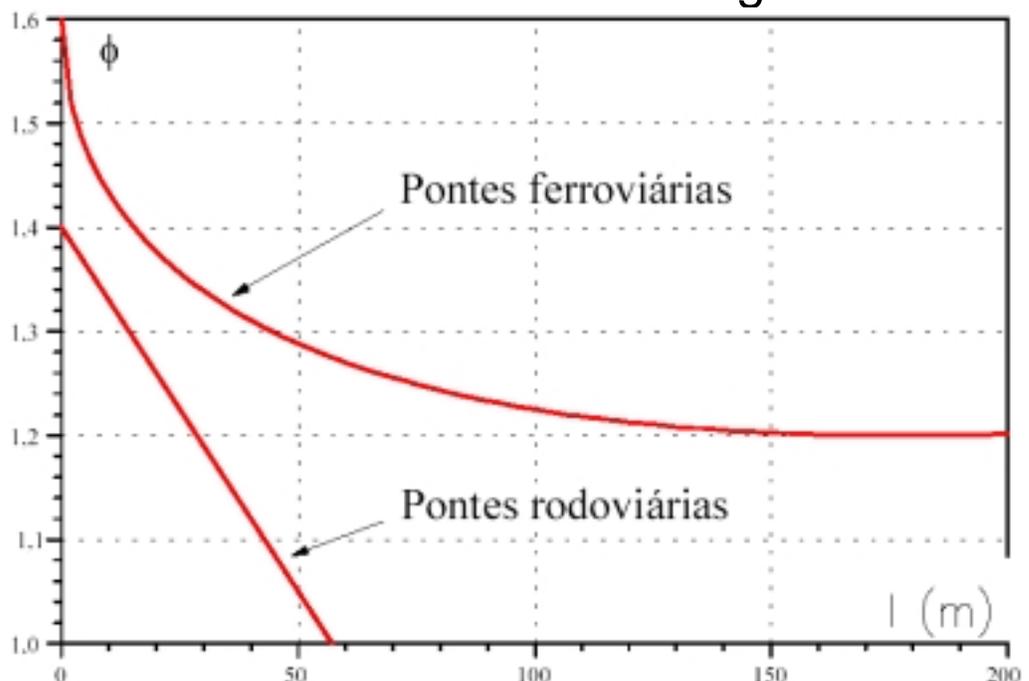
- elementos estruturais de obras rodoviárias

$$\phi = 1,4 - 0,007\ell \geq 1$$

- elementos estruturais de obras ferroviárias

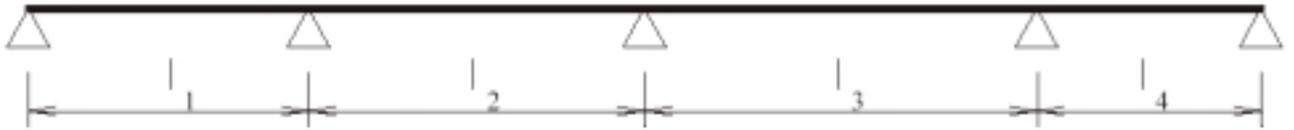
$$\phi = 0,001(1600 - 60\sqrt{\ell} + 2,25\ell) \geq 1,2$$

- ℓ - comprimento, em metros, do vão teórico do elemento carregado



AÇÕES NAS PONTES

- elementos contínuos de vãos desiguais: vão ideal equivalente à média aritmética dos vãos teóricos, desde que o menor vão seja igual ou superior a 70% do maior vão.



$$l_{\min} \geq 0,7 l_{\max} \Rightarrow \phi = f\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_i\right)$$

- elementos em balanço: vão igual a duas vezes o comprimento do balanço.
- lajes com vínculos nos quatro lados: menor dos dois vãos de laje
- pontes de laje, contínuas ou não: mesmas considerações referentes às vigas.
- Situações em que ϕ igual a 1:
 - empuxo de terra provocado pelas cargas móveis
 - cálculo das fundações
 - passeios

AÇÕES NAS PONTES

- Força centrífuga

- aparece nas pontes em curva aplicada pelo veículo ao tabuleiro através do atrito das rodas com o pavimento ou, em pontes ferroviárias, aplicada pelo friso das rodas ao trilho e, conseqüentemente, à estrutura.
- pontes rodoviárias:
 - $C = 0,25$ do peso do veículo-tipo para $R \leq 300$ m
 - $C = 75/R$ do peso do veículo-tipo para $R > 300$ m
- pontes ferroviárias de bitola larga (1,60m):
 - $C = 0,15$ da carga móvel para $R \leq 1200$ m
 - $C = 180/R$ da carga móvel para $R > 1200$ m
- em pontes ferroviárias de bitola estreita (1 m):
 - $C = 0,10$ da carga móvel para $R \leq 750$ m
 - $C = 75/R$ da carga móvel para $R > 750$ m
- atua no centro de gravidade do trem (suposto 1,60 m acima do topo dos trilhos) ou na superfície de rolamento.

AÇÕES NAS PONTES

- Impacto lateral

- é considerado nas pontes ferroviárias como uma força horizontal normal ao eixo da linha e concentrada contra o topo do trilho, como carga móvel a ser disposta na situação mais desfavorável, com intensidade igual a 20% da carga do eixo mais pesado.

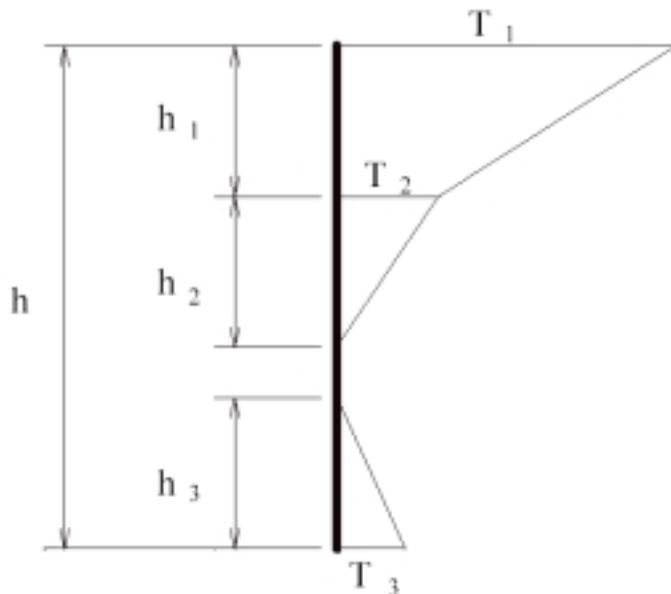
- Frenagem e aceleração

- forças horizontais ao longo do eixo da ponte calculadas como uma fração das cargas móveis verticais.
- pontes rodoviárias, o maior dos seguintes valores:
 - 5% do valor do carregamento na pista de rolamento com as cargas distribuídas, excluídos os passeios.
 - 30% do peso do veículo-tipo.
- pontes ferroviárias, o maior dos seguintes valores:
 - 15% da carga móvel para a frenagem.
 - 25% do peso dos eixos motores para a aceleração.

AÇÕES NAS PONTES

- Variação de temperatura

- De acordo com a NBR7187 pode-se considerar uma variação uniforme de temperatura de $\pm 15^\circ\text{C}$.



$$h_1 = 0,3h \leq 0,15\text{m}$$

$$h_2 = 0,3h \left\{ \begin{array}{l} \geq 0,10\text{m} \\ \leq 0,25\text{m} \end{array} \right.$$

$$h_3 = 0,3h \left\{ \begin{array}{l} \leq h - h_1 - h_2 \\ \leq 0,10\text{m} + h_{\text{pav}} \end{array} \right.$$

$h(\text{m})$	$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	$T_3(^{\circ}\text{C})$
$\leq 0,2$	8,5	3,5	0,5
0,4	12,0	3,0	1,5
0,6	13,0	3,0	2,0
$\geq 0,8$	13,5	3,0	2,5

AÇÕES NAS PONTES

- Pressão da água

- Segundo a NBR 7187, a pressão da água em movimento sobre os pilares e os elementos de fundação pode ser determinada através da expressão:

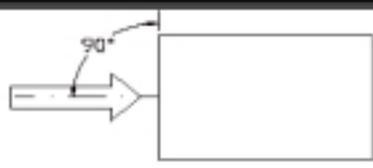
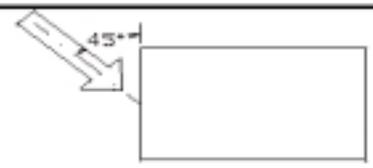
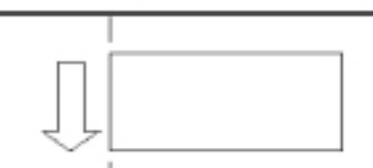
$$q = K \cdot v_a^2$$

q - pressão estática equivalente em kN/m^2 .

v_a - velocidade da água em m/s .

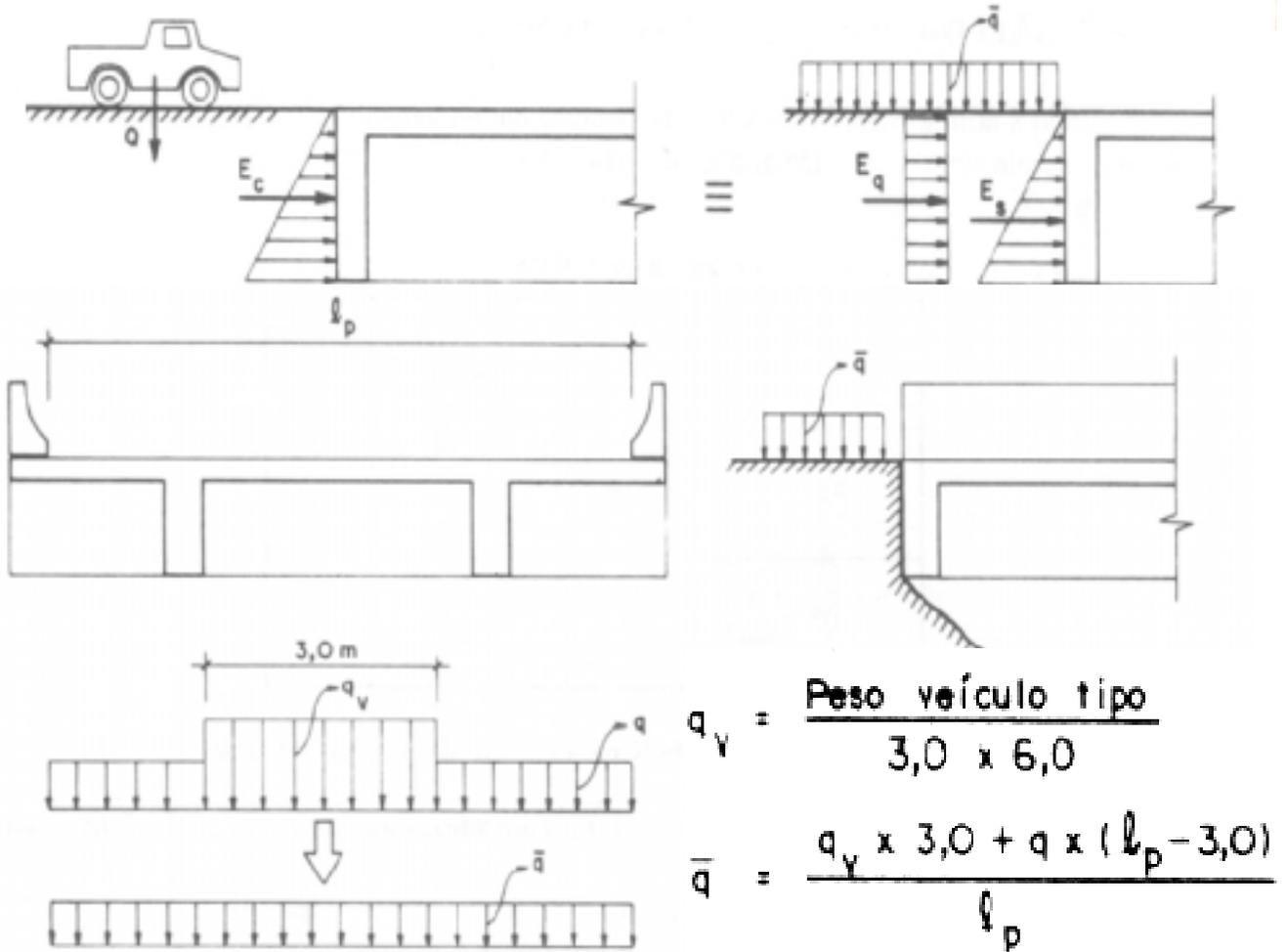
K - coeficiente adimensional

- 0,34 para elementos de seção transversal circular
- Para elementos com seção transversal retangular:

Ângulo de incidência	Valor de K	
90°	0,71	
45°	0,54	
0°	0	

AÇÕES NAS PONTES

- Empuxo de terra



- considerado como um aterro adicional de altura h_a

