



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**SEMINÁRIO SOBRE RISCOS E ACIDENTES  
ESTRUTURAIS EM OBRAS DE ENGENHARIA CIVIL**

**Recife, 12 de novembro de 2015**

**Casos de colapsos estruturais em pontes, viadutos e passarelas**

**Engenheiro José Afonso Pereira Vitório, D. Sc.**



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

Mesmo com a evolução dos métodos construtivos e de projetos, ainda acontecem colapsos de pontes em todo o mundo, alguns com vítimas fatais conforme a tabela seguinte.

Ano	Ponte	País	Mortes
1994	Seongsu Bridge	Coreia	32
1999	Qi River Pedestal Bridge	China	40
2001	Hintze Ribeiro Bridge	Portugal	70
2003	Daman Bridge	India	25
2005	Spain Bridge	Espanha	6
2006	Ulla Pul Bridge	India	33
2007	Tuo River Bridge	China	34
2007	Highay Bridge	EUA	13
2010	Ponte s/ Rio Jacuí	Brasil	5
2013	Ponte s/ Rio Piracicaba	Brasil	5

 IBRACON	<b>INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO</b> <small>FUNDADO EM 23.06.1972</small> DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO
<b>SUMÁRIO</b>	
<p>1- Acidentes estruturais na fase construtiva de pontes e viadutos;</p> <p>2- Colapsos causados pela ação da erosão e das cheias nas fundações e aterros de acesso de pontes rodoviárias;</p> <p>3- Rupturas de tabuleiros metálicos;</p> <p>4- Riscos e acidentes estruturais em passarelas de pedestres.</p>	

 IBRACON	<b>INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO</b> <small>FUNDADO EM 23.06.1972</small> DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO
<b>1- Acidentes estruturais na fase construtiva de pontes e viadutos</b>	
<p>Entre novembro de 2009 e julho de 2014 aconteceram no Brasil pelo menos cinco acidentes estruturais durante a construção de pontes e viadutos.</p> <p>Esses acidentes resultaram em 8 pessoas mortas e 27 feridas.</p>	



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

### RELAÇÃO DOS ACIDENTES

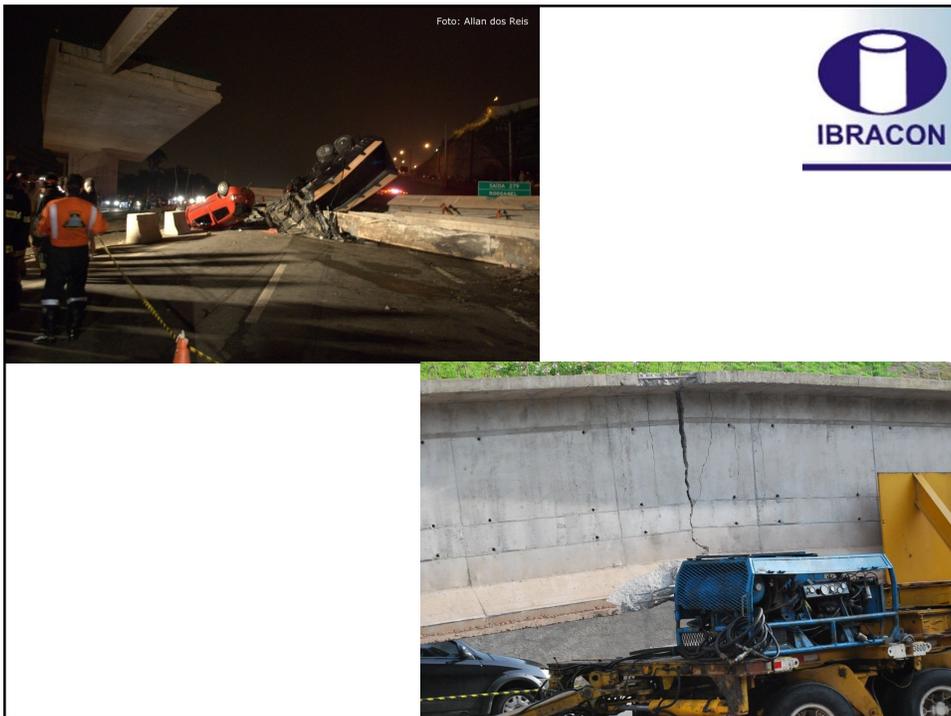
- Desabamento de vigas de um viaduto do Rodoanel Mário Covas – SP, em novembro/2009 (3 feridos);
- Desabamento de vigas de uma ponte no Anel Viário de Piracicaba – SP, em julho/2013. (5 mortos);
- Desabamento de uma viga da estrutura do Monotrilho – SP, em junho/2014 (1 morto e 1 ferido);
- Desabamento de alça de um viaduto em Belo Horizonte – MG, em julho/2014 (2 mortos e 23 feridos);
- Desabamento de vigas de um viaduto na Via Anchieta em Cubatão – SP, em julho/2014 (não houve vítimas).



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

## Desabamento de vigas do Rodoanel – SP





 **INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972  
**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**Desabamento de vigas de ponte no  
Anel Viário de Piracicaba – SP**



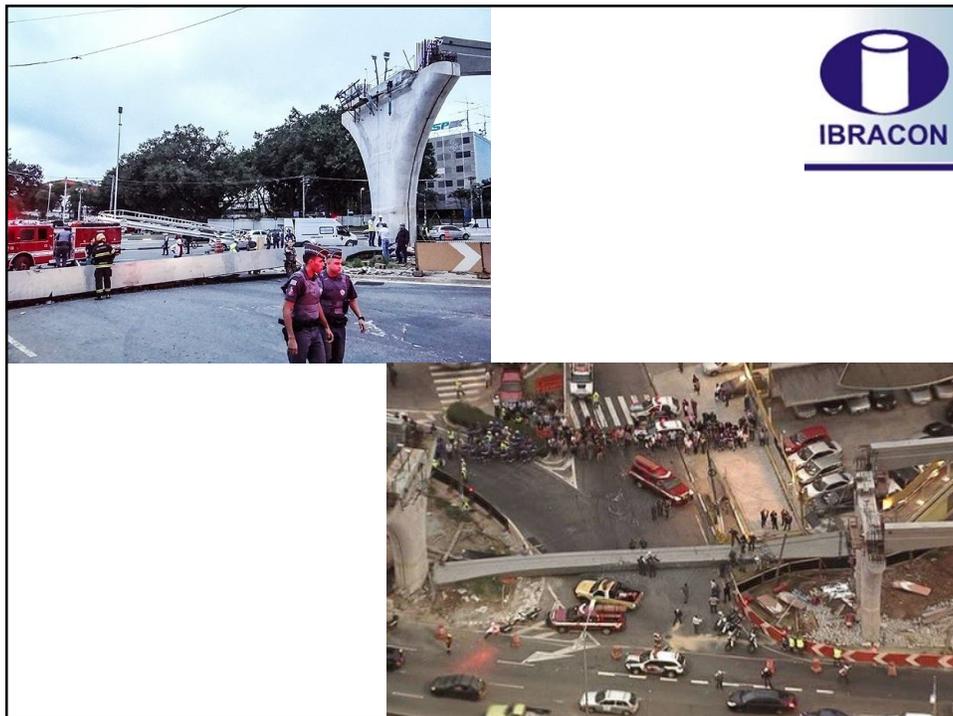


**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

## **Desabamento de viga Do Monotrilho – SP**





IBRACON



IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

### Considerações sobre as causas dos três acidentes

- ✓ Laudos Técnicos, oficiais ou independentes, concluíram que os desabamentos das vigas do Rodoanel, da ponte do rio Piracicaba e do Monotrilho foram causados por falhas e negligências durante os procedimentos de içamento e posicionamento das vigas.

Foram constatadas, entre outras falhas, a falta de travamento provisório das vigas durante a montagem, a falta de horizontabilidade e de atrito nos apoios durante a fixação.

- ✓ No caso da ponte sobre o Rio Piracicaba o acidente ocorreu quando as vigas do vão central sobre o rio já estavam colocadas. A perícia concluiu que houve um erro grosseiro na execução dos pilares centrais, que causou o deslocamento e o tombamento das vigas.

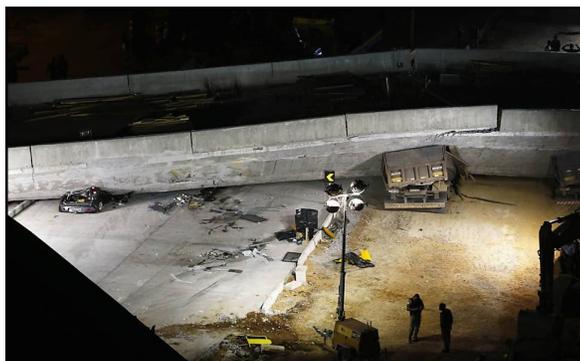


**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23/06/1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

# Desabamento de viaduto em Belo Horizonte – MG







**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**Considerações sobre a causa do acidente**

✓ A causa do desabamento do viaduto de Belo Horizonte não foi devidamente esclarecida. Um primeiro Laudo emitido por perito contratado pela construtora alegou que o colapso aconteceu devido a insuficiência de armaduras em um bloco de fundação, que causou a transferência de toda a carga do apoio para apenas duas estacas que romperam e provocaram o afundamento do pilar.

Porém, essa conclusão não é definitiva, o que restou do viaduto foi demolido e até agora não se tem notícias de estudos que ainda possam vir a identificar as causas desse desastre.



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**Desabamento de vigas em viaduto  
na Via Anchieta – SP**





IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

### Considerações sobre as causas do acidente

- ✓ Não há conhecimento de perícias técnicas para esclarecer esse caso mas, tudo indica que o acidente foi causado por falhas durante o içamento de uma viga por dois guindastes que se desequilibraram e derrubaram essa viga sobre as demais que já estavam posicionadas.



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**2- Colapsos causados pela ação da erosão e das cheias nas fundações e aterros de acesso de pontes rodoviárias**

A erosão representa uma das maiores causas dos problemas que ocorrem nas fundações e aterros de pontes. O fenômeno é considerado responsável por significativa quantidade de colapsos estruturais com esses tipos de obra em todo o mundo.

Os efeitos da erosão são agravados durante as cheias, quando acontece uma rápida elevação do nível da água, associada a grandes descargas e velocidades, aumentando o poder erosivo da água.

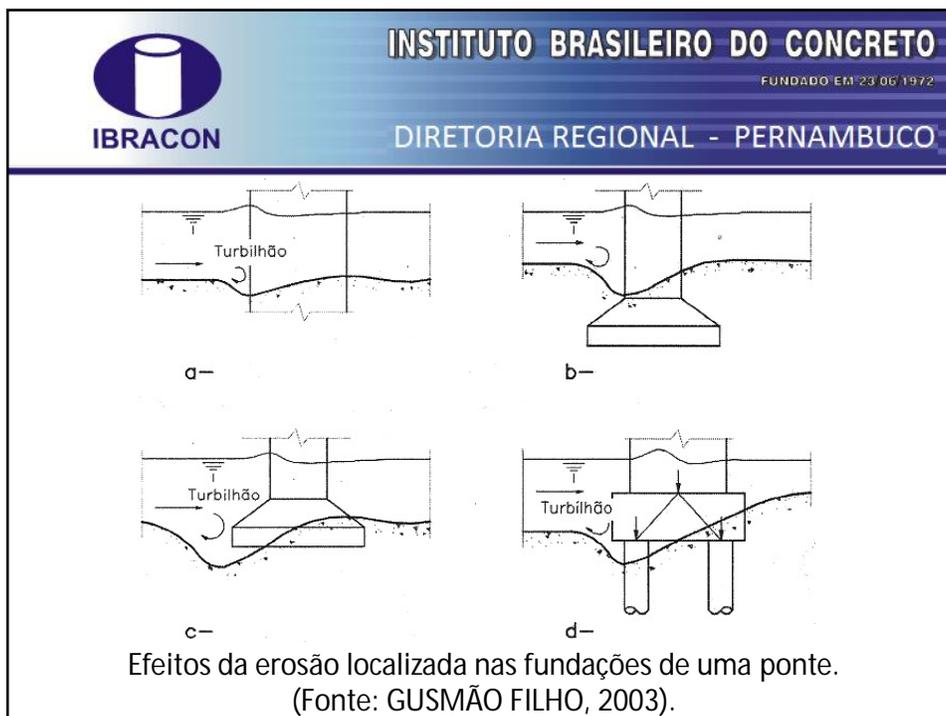


**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

Nas pontes geralmente acontecem três tipos de erosões, inclusive simultaneamente:

- Erosão generalizada no leito do rio a longo prazo, a montante, a jusante ou sob a ponte;
- Erosão de contração junto à ponte (idêntica à generalizada, mas que ocorre apenas sob a ponte);
- Erosão localizada (fossa de erosão) que se desenvolve em torno dos pilares e encontros.



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972  
**IBRACON** DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

**Ponte em rodovia municipal de acesso à Maraial-PE**

Essa ponte, cujo sistema estrutural era constituído por tabuleiro metálico com vãos isostáticos apoiados sobre pilares-parede de concreto, tinha fundações superficiais e 30 anos de construída quando sofreu a ação de uma grande cheia. A pressão dinâmica causada pela força de arrasto gerou esforços de grande magnitude nos pilares e o solapamento das fundações, provocando o colapso da obra.



IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

### **Ponte sobre o rio Tapacurá na rodovia PE-050**

A ruptura de todo o maciço do aterro de acesso em uma das extremidades dessa ponte ocorreu durante uma grande cheia em 2005. O colapso do aterro causou um acidente automobilístico no qual morreram quatro pessoas.




INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO  
FUNDADO EM 23.06.1972  
DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

**Duas pontes na BR 101/PE**

Durante uma grande cheia em 2010, ocorreu o desabamento simultâneo de duas pontes situadas em pistas paralelas na duplicação da BR 101, no acesso à Palmares.

Uma ponte estava na faixa original e a outra havia sido construída na faixa duplicada da rodovia.

A causa provável é que a ponte localizada à montante da correnteza desabou sobre a outra, situada à jusante, por não resistir à grande intensidade da força de arrasto durante a cheia.





**IBRACON**

**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

### **Ponte na rodovia RSC-287**

Em janeiro de 2010 aconteceu o colapso da ponte sobre o rio Jacuí na RSC-287 na cidade de Lajedo RS, que se transformou em uma tragédia pelo fato de ter causado a morte de cinco pessoas.

A ruptura ocorreu em um trecho de 100m da ponte durante uma cheia e foi causada pelo solapamento das fundações, conforme as declarações feitas por especialistas à época do acidente.





**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**Ponte na rodovia Regis Bittencourt (BR 116/PR)**

Um dos casos de desabamento mais conhecidos e comentados no Brasil foi o da ponte sobre a represa do Rio Capivari-Cachoeira, na rodovia federal Regis Bittencourt (BR 116/PR) ocorrido em janeiro de 2005, causando a morte de uma pessoa e ferimentos em outras três.



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

A causa do colapso estrutural de um trecho da ponte foi a ruptura do aterro de acesso na transição entre a ponte e a rodovia. Ficou demonstrado que o aterro não passava por manutenções havia muito tempo, não tinha a devida proteção, nem uma drenagem adequada e ainda passava por um processo de erosão. Essas combinações de deficiências fez com que o aterro rompesse durante a ocorrência de fortes chuvas, devido ao grande aumento da erosão e da infiltração de água no maciço.

Ao romper, o aterro transmitiu uma força de grande intensidade aos pilares adjacentes, que entraram em colapso e fizeram um trecho da ponte desabar no exato instante em que passava um caminhão, cujo motorista morreu.





**IBRACON**

**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

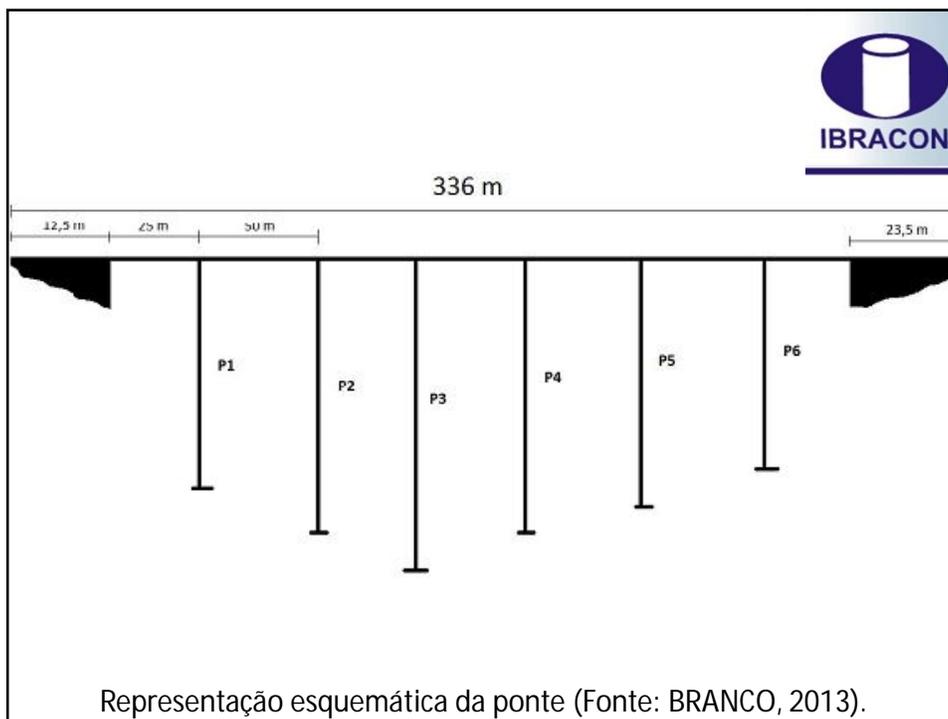
  

### Ponte Hintze Ribeiro em Portugal

A ponte com 336m sobre o rio Douro colapsou parcialmente em 04 de março de 2001, causando a morte de 70 pessoas.

O acidente foi causado pela ruptura brusca da fundação de um dos pilares (P4). Estudos comprovaram a perda da resistência do solo e da existência de erosão sob a fundação, agravada pelo rebaixamento do leito do rio.







Detalhes do colapso (Fonte: BRANCO, 2013).



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

### **3- Rupturas de tabuleiros metálicos**

Uma considerável quantidade de rupturas ocorridas com pontes metálicas de tabuleiros reticulados foi causada pelo colapso progressivo, iniciado principalmente por falhas nos elementos das ligações das treliças do tabuleiro. Os danos localizados que causaram os colapsos foram quase sempre originados pela falta de conservação das chapas, parafusos, soldas ou rebites das ligações.

O fenômeno do colapso progressivo ocorre quando algum dano localizado em um componente estrutural resulta em uma reação em cadeia que provoca o colapso de toda a estrutura, ou de grande parte dela.

## Ligações rebitadas



As ligações com rebites eram muito utilizadas nas pontes antigas e por se tratarem de regiões de perfis superpostos ou justapostos, formavam frestas causadoras da corrosão, reduzindo a eficiência do nó pelo fenômeno do afrouxamento dos rebites, podendo causar redistribuição de cargas com grandes acréscimo nos valores das tensões.



Reforço de ligação rebitada, substituindo os rebites por parafusos de alta resistência em uma ponte. (Fonte: CARDOSO, 2007).



**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

## Ponte sobre o rio Mississipi, EUA

Um dos casos que mais se destacaram na literatura recente sobre colapso de pontes metálicas foi o da I-35W Highway Bridge em Minneapolis, Minesota, EUA.

Essa ponte, inaugurada no ano de 1967, entrou em colapso em agosto de 2007, atingindo 111 veículos, causando a morte de 13 pessoas e ferimentos graves em outras 34.



**IBRACON**

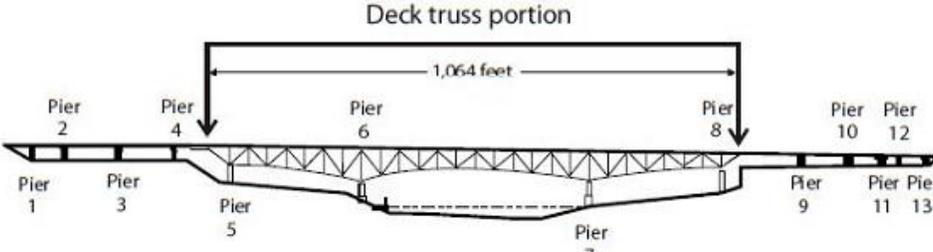
**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

A figura indica o sistema estrutural constituído por um trecho central em tabuleiro treliçado com 324,00m e dois trechos laterais em vigas metálicas de alma cheia, totalizando 581m de extensão.

A mesoestrutura era composta por pilares de concreto armado e aparelhos de apoio fixos e deslizantes.



Esquema do sistema estrutural. (Fonte: BRANCO, 2013).



**IBRACON**



Vista do tabuleiro treliçado quatro anos antes do colapso.  
(Fonte: BRANCO, 2013).



**IBRACON**

**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

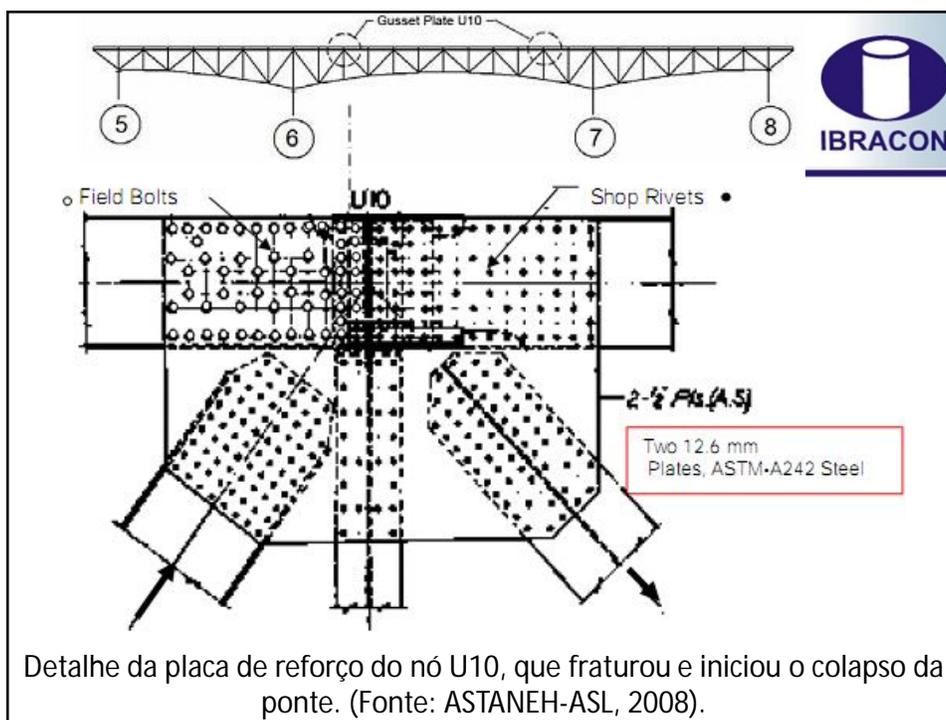
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

As investigações concluíram que a estrutura treliçada sofreu colapso progressivo no lado sul, por onde a ponte começou a desabar na direção norte. As análises revelaram que as chapas de reforço dos nós U10 deformaram e fraturaram fazendo com que a treliça perdesse o equilíbrio, transmitindo a esses nós esforços superiores aos quais teriam condições de resistir.

Isso desencadeou um aumento da força de compressão, transmitindo aos nós subsequentes esforços maiores do que os possíveis de serem suportados, gerando uma reação em cadeia que levou ao colapso progressivo do tabuleiro treliçado.

Estudos indicaram que as chapas das ligações nos nós onde foi iniciado o colapso tinham aparentemente a metade da espessura que deveriam ter.







  
IBRACON

**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

**Ponte em Goiana – PE**

Um caso de aparente colapso progressivo em uma ponte antiga, com tabuleiro em vigas treliçadas metálicas, aconteceu na cidade de Goiana em Pernambuco, em 2008.

A ponte que entrou em colapso durante a passagem de um caminhão, cuja carga estava acima do limite da capacidade da estrutura, porém não havia qualquer placa indicativa sobre a carga máxima possível de trafegar sobre a obra.



**IBRACON**

**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

Mesmo sem ter havido estudos sobre as causas do acidente, é possível concluir que o avançado estado de corrosão da estrutura metálica, em especial nas ligações dos nós da viga treliçada, foram determinantes para a ocorrência do colapso, que se iniciou nas proximidades de um determinado apoio no exato instante da passagem do caminhão, e transmitiu-se aos nós adjacentes que não suportaram o acréscimo dos esforços e romperam com o veículo ainda em cima da ponte.

As fotos mostram o colapso dos tramos metálicos do tabuleiro durante a passagem do veículo, que despencou no rio e a forma como ocorreu a ruptura das vigas treliçadas. Também é possível observar o avançado estado de corrosão das chapas e dos rebites nas ligações dos nós das treliças.





Detalhe da ruptura das longarinas treliçadas do tabuleiro.  
(Fonte: VITÓRIO, 2014).



Detalhe do desgaste das ligações rebitadas e da tubulação de água no interior do tabuleiro.  
(Fonte: VITÓRIO, 2014).



IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

FUNDADO EM 23/06/1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

### Ponte sobre o rio Jaguari no Rio Grande do Sul

O acidente ocorreu em junho de 2015 no instante em que transitavam sobre a obra um caminhão e um veículo pequeno. A ponte tem tabuleiro em treliças metálicas e pista de rolamento na laje inferior. Embora não haja conhecimento de laudo técnico sobre as causas do acidente, é possível observar que ocorreu o colapso da treliça do primeiro tramo, com 30m de comprimento, sobre o qual transitam os dois veículos.

Sabe-se que o caminhão era uma carreta do tipo bitrem totalmente carregada, o que leva a crer que o tabuleiro metálico não tinha capacidade para suportar as cargas transmitidas pelo veículo, o que causou a ruptura de algumas ligações e, possivelmente, também a flambagem de barras por excesso de compressão e conseqüentemente, o colapso de todo o tramo.



Vista lateral da ponte após o colapso do vão metálico de 30m.

(Fonte: Internet, 2015).



IBRACON

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO

FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

#### 4- Riscos e acidentes estruturais com passarelas de pedestres

Definição: Passarela é uma estrutura destinada a transpor obstáculos naturais e/ou artificiais exclusivamente para pedestres e/ou ciclistas.(NBR-7188/2013)

	<b>INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO</b>
<b>IBRACON</b>	FUNDADO EM 23.06.1972
<b>DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO</b>	
<b>Principais riscos estruturais</b>	
De modo geral, as passarelas são implantadas sobre vias urbanas, ou rodovias, quase sempre expostas a um intenso tráfego de veículos perpendicular ou esconso, sob as suas superestruturas.	
Isso faz com que os pilares mais próximos das vias corram o risco de receberem choques de veículos para os quais não foram dimensionados.	
Outro aspecto a ser considerado como um fator de risco à estabilidade estrutural é a não observância dos valores mínimos estabelecidos para o gabarito transversal entre o fundo do tabuleiro e a via inferior, que é em torno de 4,80m nas vias urbanas e de 5,50m nas rodovias federais e estaduais	

	<b>INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO</b>
<b>IBRACON</b>	FUNDADO EM 23.06.1972
<b>DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO</b>	
<b>Algumas providências para diminuir os riscos de acidentes</b>	
A questão referente ao choque de veículos foi incluída na última revisão da NBR 7188 em 2013, que prevê:	
<i>“Todos os pilares próximos a rodovias e ferrovias devem ser protegidos por dispositivos de contenção apropriados, dimensionados de acordo com 5.2.3.4”.</i>	
<i>“Como medida mitigadora de eventuais impactos, os pilares situados junto a faixa rodoviárias devem ser verificados para uma carga horizontal de colisão de 1.000KN na direção do tráfego, e 500KN perpendicular ao tráfego, não concomitantes entre si, aplicadas a uma altura de 1,25m do terreno ou pavimento. Estes valores decrescem linearmente com a distância do pilar à pista, sendo zero a 10,0m.</i>	

  
IBRACON

ESQUEMA :



Passarela de pedestres com o pilar destruído pelo impacto de um caminhão tanque.

Previsão de impacto pela norma alemã. (Fonte: Eduardo Thomaz).

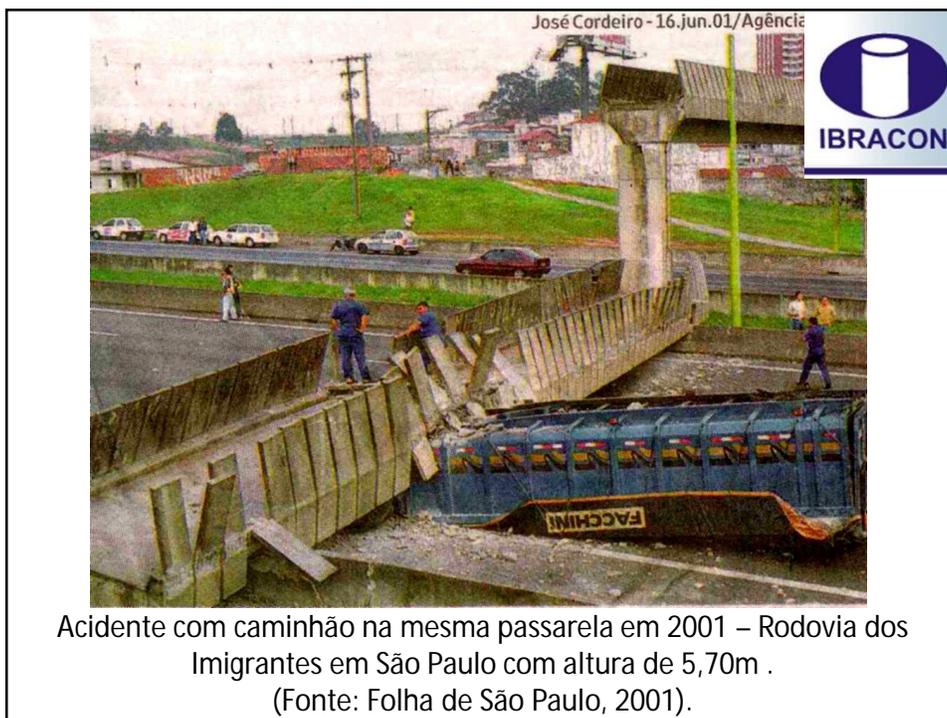
  
IBRACON

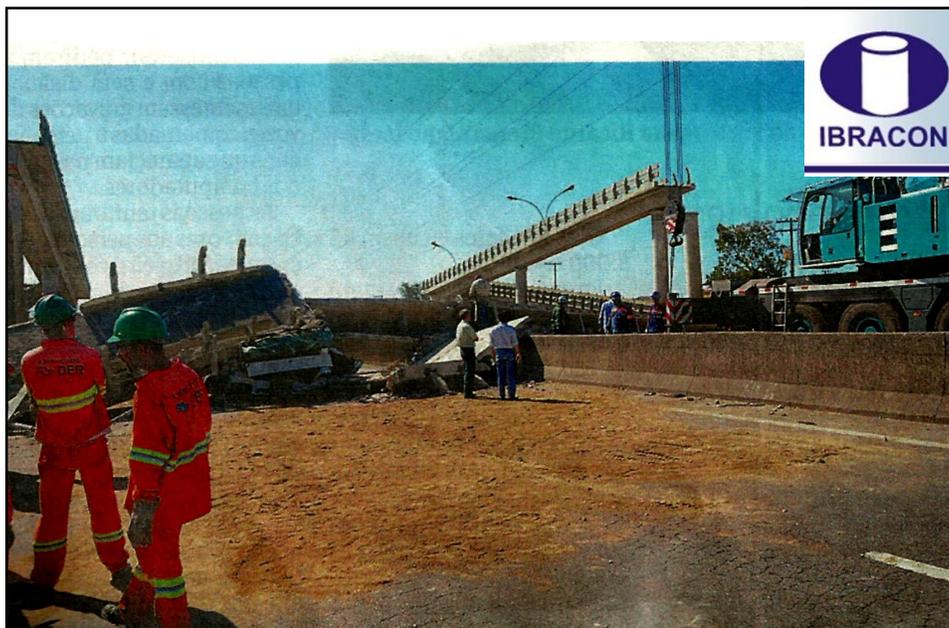
**INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO

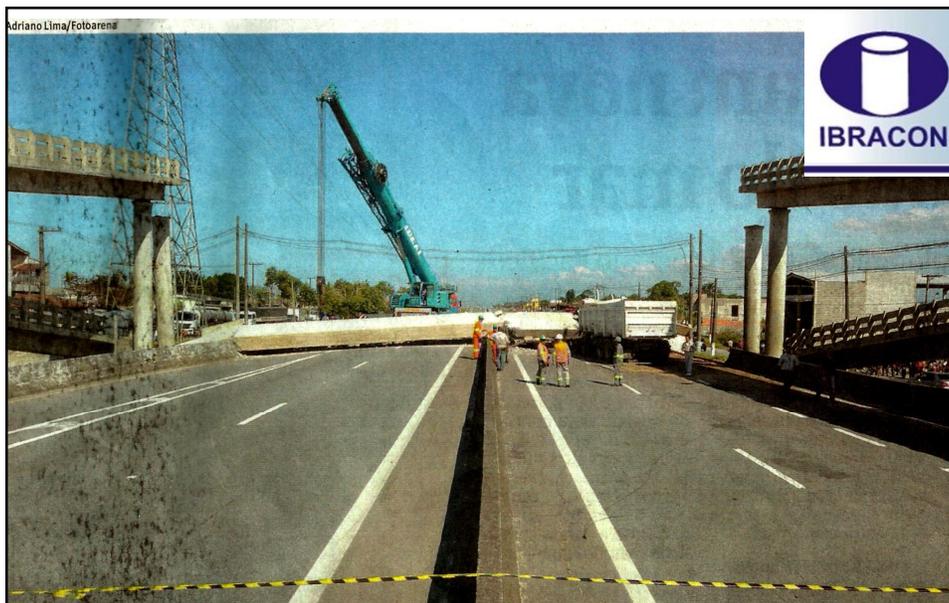
**Exemplos de danos e desabamentos  
causados por choques de veículos em  
estruturas de passarelas**



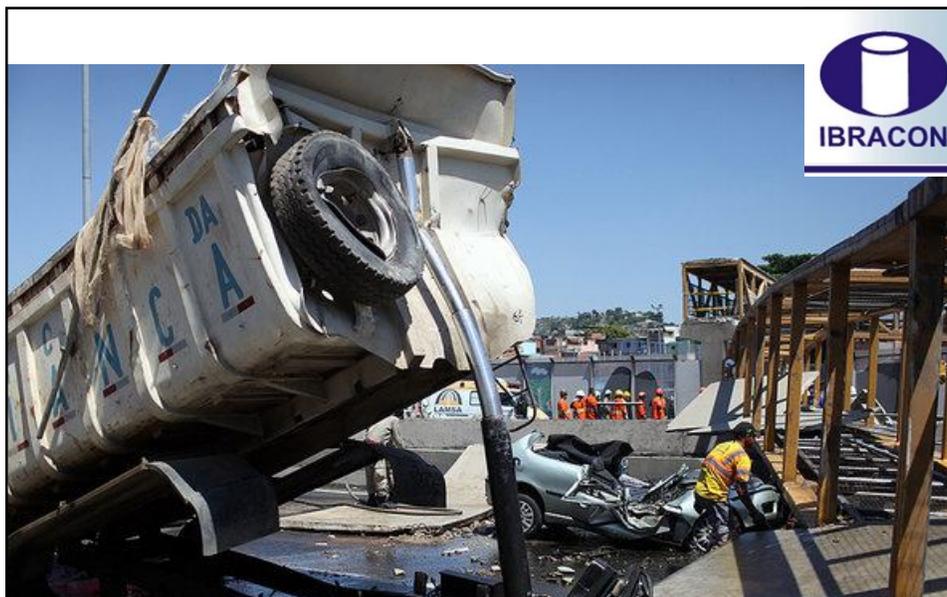




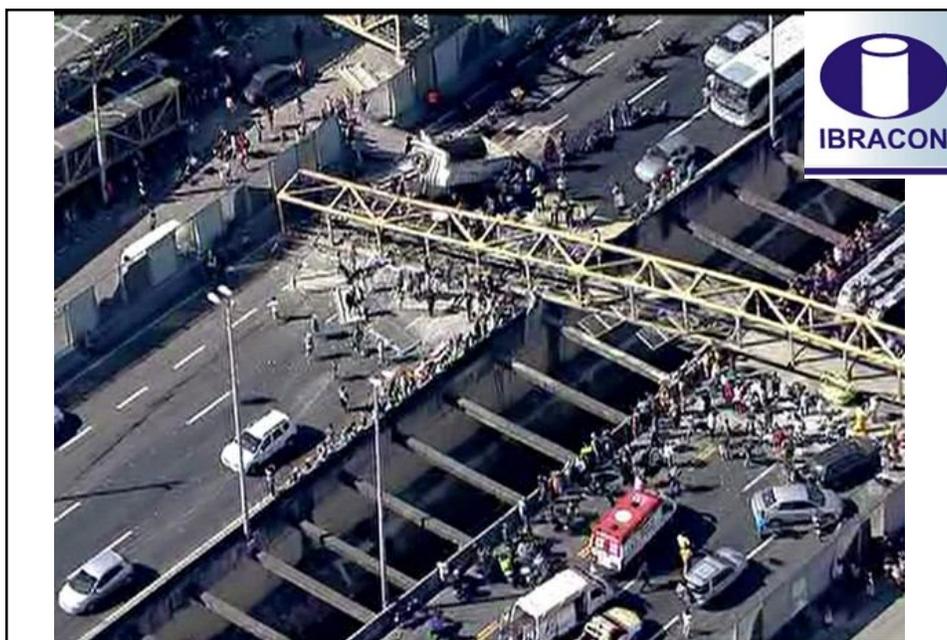
Desabamento de passarela causado por choque de caminhão – Rodovia Padre Manoel da Nóbrega – São Paulo. (Fonte: Folha SP,2011).



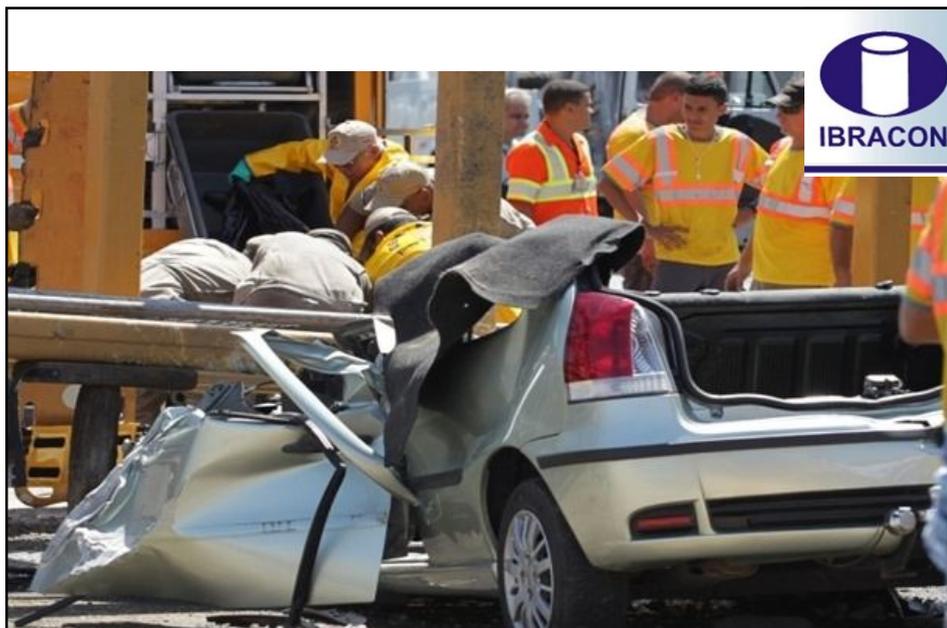
Desabamento de passarela causado por choque de caminhão – Rodovia Padre Manoel da Nóbrega – São Paulo em agosto/2011. (Fonte: Folha SP,2011).



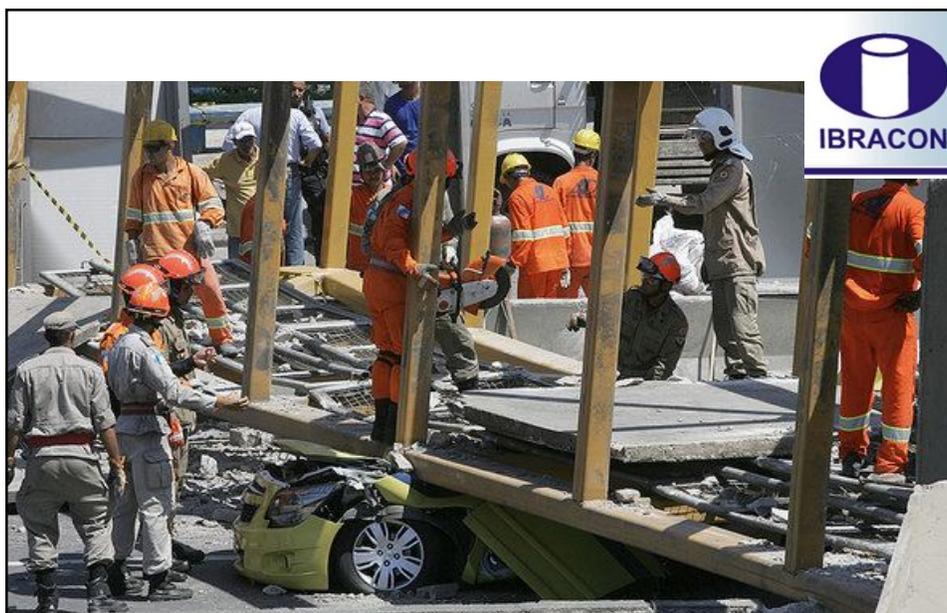
Caminhão com a caçamba levantada que causou grave acidente estrutural na Passarela da Linha Amarela no Rio de Janeiro em jan/2014. (Fonte: Veja.com,2014).



Vista aérea do acidente na Passarela da Linha Amarela. (Fonte: Veja.com,2014).



Carro esmagado pelo desabamento da Passarela da Linha Amarela.  
(Fonte: Veja.com,2014).



Outro veículo esmagado pelo desabamento da Passarela da Linha Amarela.  
(Fonte: Internet).



 **INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO**  
FUNDADO EM 23.06.1972

**DIRETORIA REGIONAL - PERNAMBUCO**

**Obrigado!**  
**[www.vitorioemelo.com.br](http://www.vitorioemelo.com.br)**