

# **Patología de las estructuras de hormigón. *Errores de ejecución y diseño***



**Paulo Helene**

*Director PhD Engenharia*

*Director y Consejero IBRACON*

*Miembro Red PREVENIR CYTED*

*Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP*

*fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life*

*Presidente de honor Asociación Latino Americana de Control de Calidad,  
Patología y Recuperación de la Construcción ALCONPAT Int.*

CUMex

30 Abril, 2015

Chiapas/ México

1

# **Puente Rio-Niterói Prueba de carga de los pilotes**

**Rio de Janeiro/RJ**

**Accidente: 24/03/1970,  
el martes por la tarde**

**Construcción: 1968 → 1974  
*En construcción***

2

## Travessia

PONTE RIO-NITERÓI, 40 ANOS

o Consórcio Rio-Niterói constatou que teria de gastar bem mais do que o cobrado na compra de perfuratrizes sofisticadas que garantissem fundações seguras no mar. Não aceitava o fatiamento e se recusava a desembolsar dinheiro sem o aporte de novos recursos públicos, razão pela qual entrou em conflito com o projetista, o engenheiro Antônio Alves Noronha, que insistia em apontar perigosas falhas técnicas na obra.

— Os equipamentos adquiridos pelo primeiro consórcio não conseguiram fazer as fundações. Eles começaram com oito tubulões, depois aumentaram para 16, 24, sem garantir a segurança necessária — recorda-se o engenheiro Bruno Contarini, responsável técnico da obra.

Contribuiu para a crise um grave acidente ocorrido no dia 24 de março de 1970, quando engenheiros e operários faziam um teste de carga em uma plataforma flutuante. Por volta das 15h30m, 34 tubulões de 22 metros de altura e 1,80 metro de diâmetro foram enfiados de água do mar, pesando 2 mil toneladas. A plataforma não resistiu e afundou, matando oito pessoas, três delas engenheiros.



Num teste de carga, foto em 24 de março de 1970, plataforma flutuante não resistiu e levou à morte de oito pessoas, entre elas três engenheiros. Foto: Arquivo/Ag. O Globo.

<http://infograficos.oglobo.globo.com/pais/ponte-rio-niteroi.html>

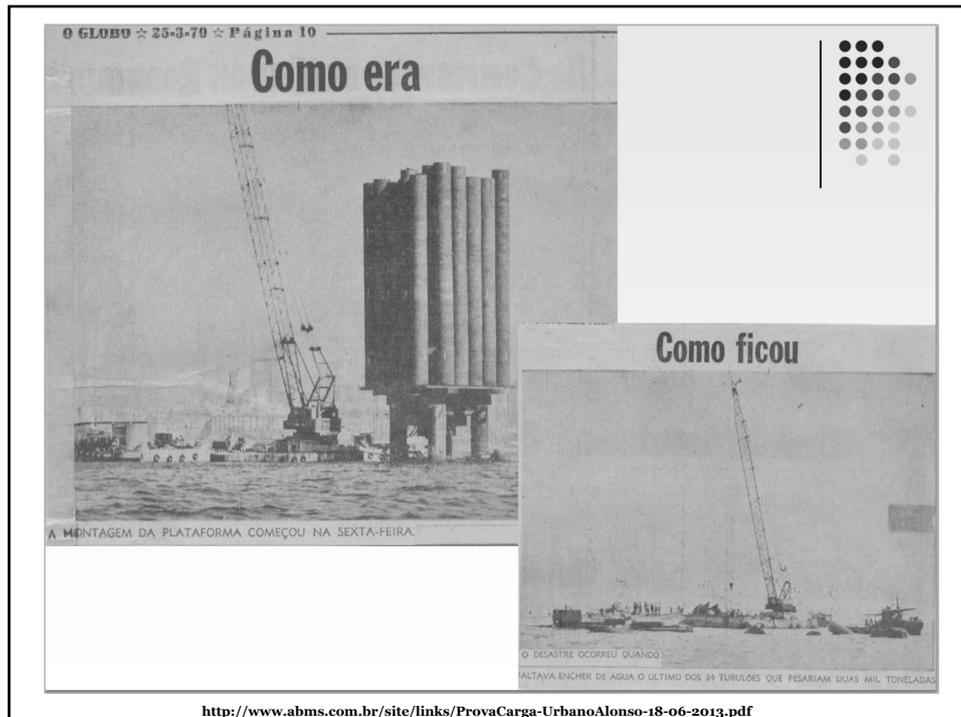
3

# PLATAFORMA DESABA E MATA OITO NA PONTE RIO- NITERÓI

*Um acidente provocado ontem à tarde, pelo desmoronamento de uma plataforma com 34 tubulões de 22 metros de altura, pesando duas mil toneladas, matou três engenheiros e cinco operários que trabalhavam na construção da Ponte Rio-Niterói, e interrompeu um teste de carga que vinha sendo realizado por técnicos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, considerado decisivo para a obra.*

<http://www.abms.com.br/site/links/ProvaCarga-UrbanoAlonso-18-06-2013.pdf>

4



5

## **Pavilhão da Gameleira**

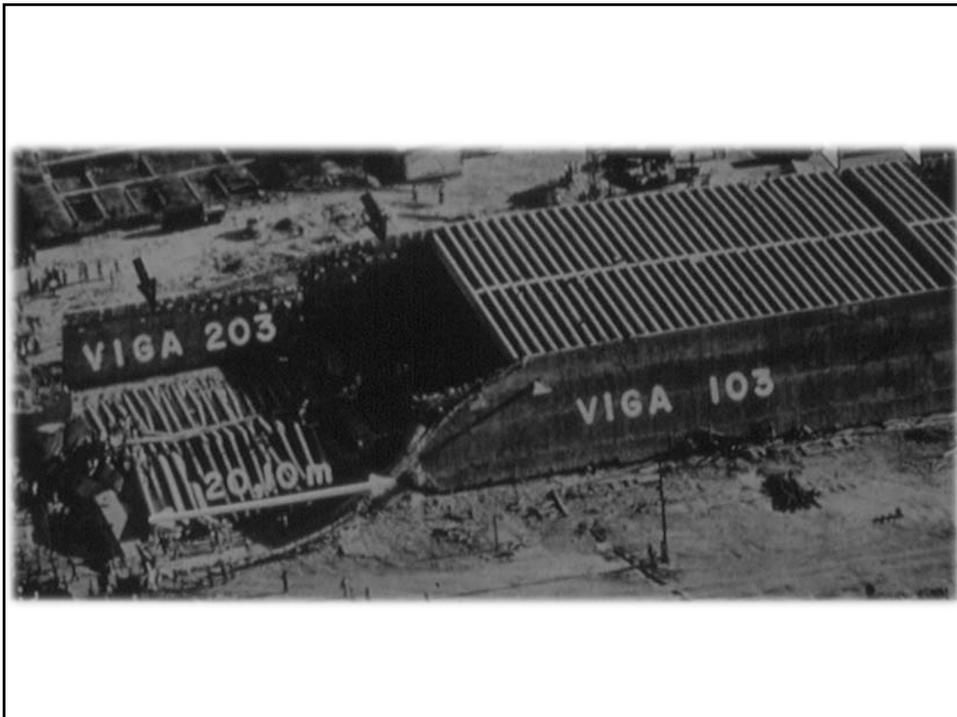
**Belo Horizonte/BH**  
**Accidente: 04/02/1971,**  
**el jueves por la mañana**

**Construcción: 1969 → 1971**  
*En construcción*

6



7



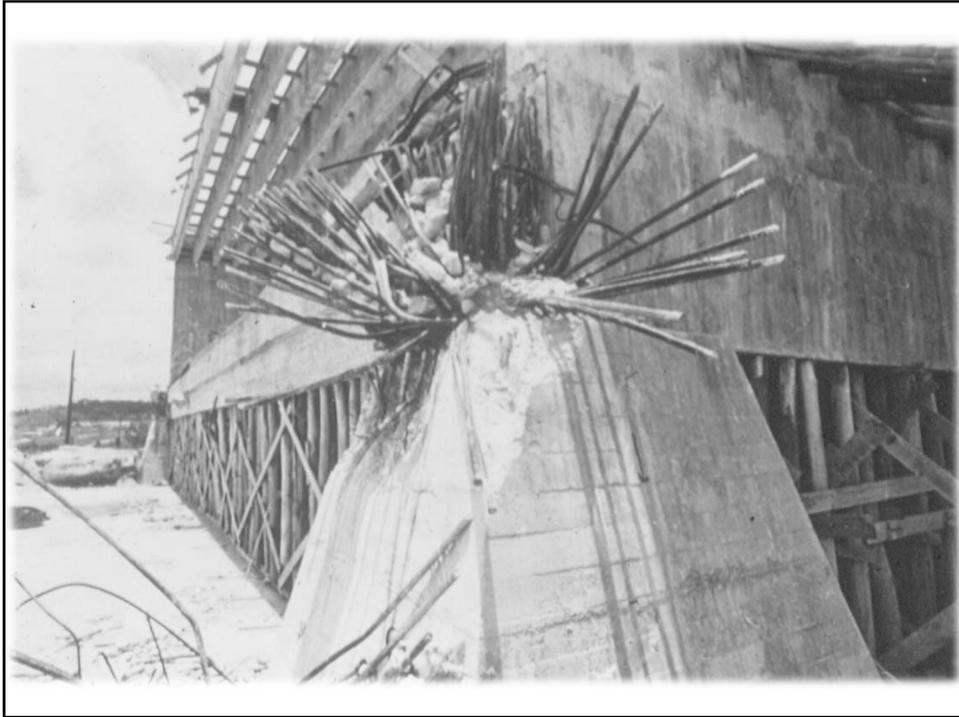
8



9



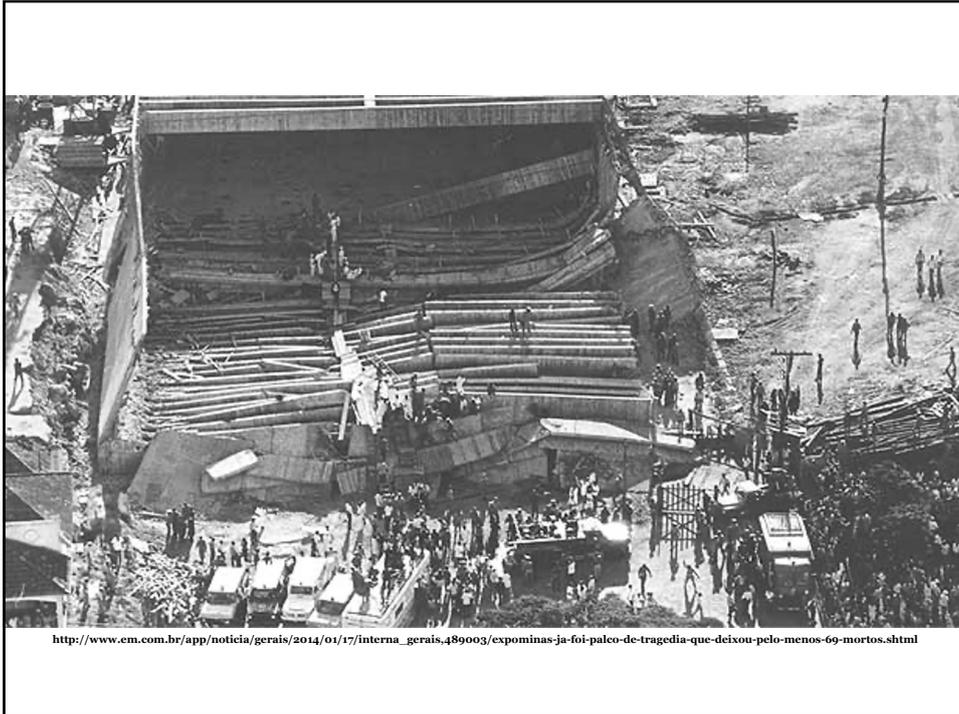
10



11



12



13

# Mejora arquitectónica

*Hormigón visto, grandes luces*

*Bruno Contarini*

*Oscar Niemeyer*

## Superior Tribunal de Justiça

14

# **Elevado Paulo de Frontin**

Rio de Janeiro/RJ  
Accidente: 20/11/1971

Construcción: 1969 → 1974  
*En construcción*

15

**A viagem do ônibus Usina/Leblon foi cortada pela metade quando, num estrondo, ruíram 122 metros de concreto**

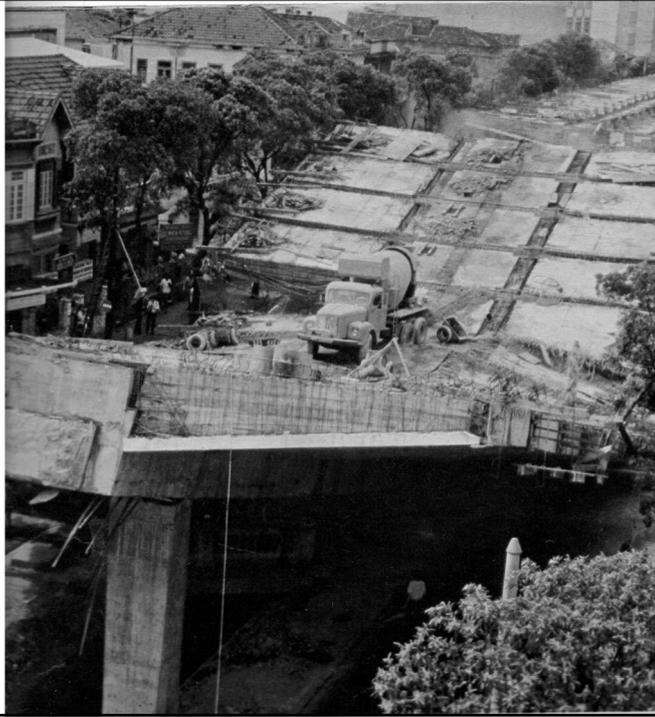
[http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/000elevado/manchete\\_03.jpg](http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/000elevado/manchete_03.jpg)



O ônibus da linha Usina/Leblon foi atingido em cheio. Os bombeiros tiveram que abrir brechas na lataria para salvar os passageiros que ainda restavam vivos. Não foram poucas as cenas dramáticas durante o resgate. Um homem só ficou livre das ferragens depois que lhe amputaram as duas pernas (abaixo). O ônibus foi apanhado exatamente no centro de força dos destroços do elevado.

16

[http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/ooelevado/manchete\\_07.jpg](http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/ooelevado/manchete_07.jpg)



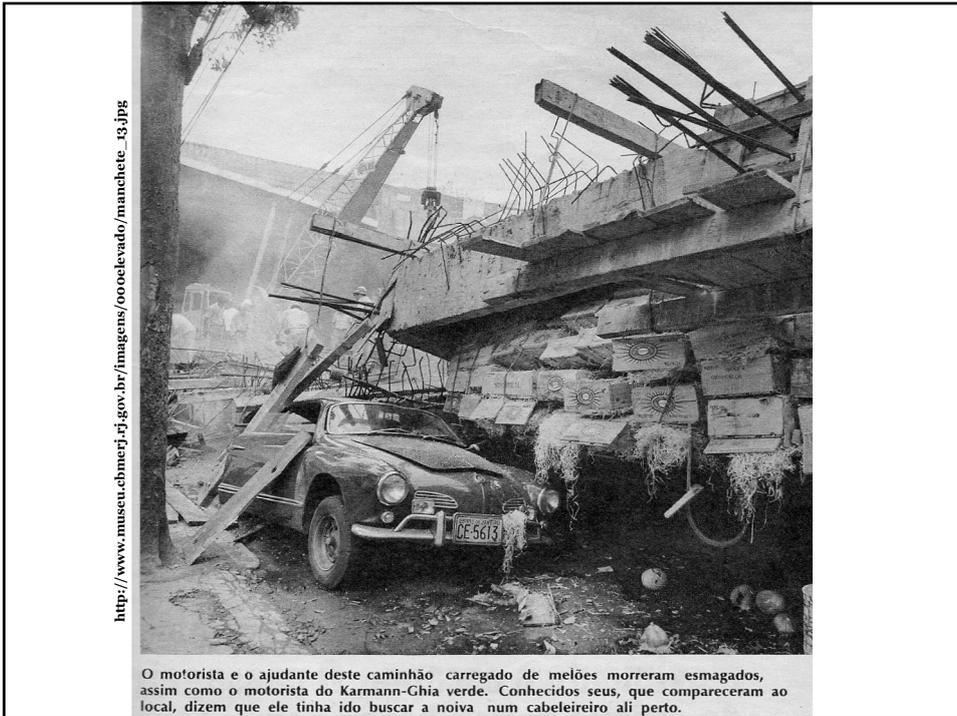
17

[http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/ooelevado/livro\\_1991\\_pag\\_92.jpg](http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/ooelevado/livro_1991_pag_92.jpg)

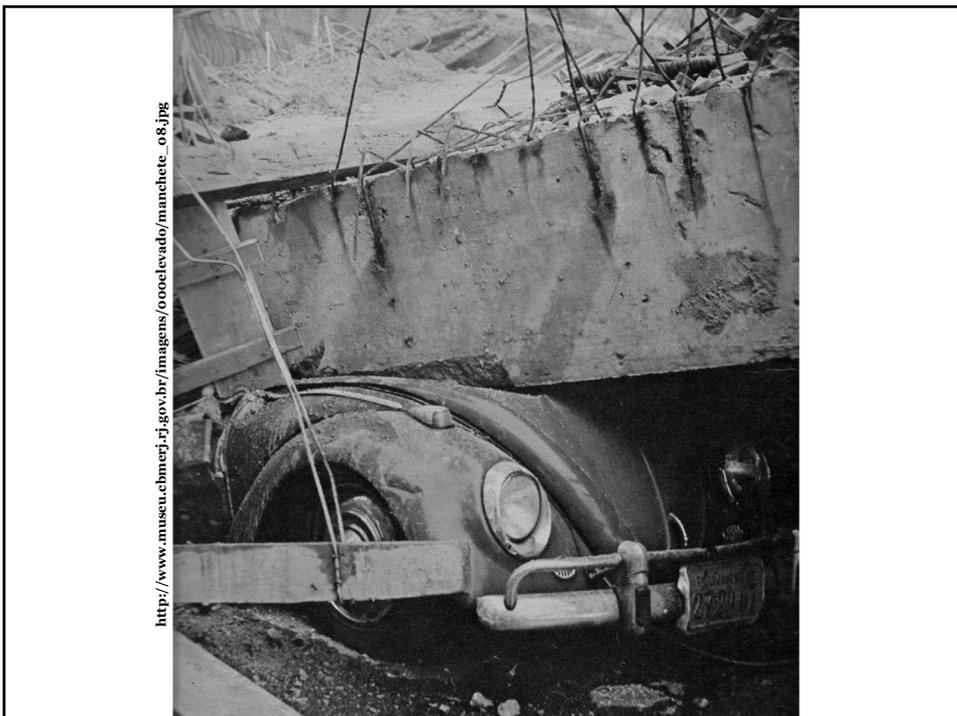


Desabamento do elevador Paulo de Frontin em 1971 — O Globo

18



19



20

# Edifício Atlântico

## Guaratuba/PR Acidente: 28/01/1995 sábado por la mañana

### Finalizado em 1994 6 pisos + planta baja

21

## Prédio desaba e mata pelo menos 5 no Paraná

cotidiano

MÔNICA SANTANNA

Um prédio de seis andares desabou na noite de sábado em Guaratuba, no Paraná, matando pelo menos cinco pessoas e ferindo outras sete. O acidente ocorreu por volta das 22h30, quando o edifício estava sendo usado para uma festa de aniversário. O prédio, conhecido como Edifício Atlântico, foi construído em 1994 e possui seis pisos e uma planta baixa. O desabamento ocorreu devido a problemas estruturais, segundo autoridades locais.

Um vizinho, que não quis se identificar, disse que, durante a construção do prédio, houve interrupção por um período de seis meses, por conta de problemas na fundação. Segundo ele, o edifício estava em obras. O governo do Paraná colocou seis dias após a disponibilidade do Corpo de Bombeiros e a empresa de taxi aéreo Helvisul, sem helicópteros.

A 100 km a leste de Curitiba, Guaratuba é o principal balneário do Paraná. O prefeito José Ananias dos Santos (PSC) esteve no local local do acidente, acompanhando o trabalho de resgate das vítimas. A tarde, o governador do Paraná, Jaime Lerner (PDT), também foi a Guaratuba.

Os bombeiros usaram guinchos e retroscavadeiras nos trabalhos de resgate. Durante toda a tarde, por intermédio de alto-falantes, pediam silêncio, na tentativa de ouvir sobreviventes.

Um vizinho, que não quis se identificar, disse que, durante a construção do prédio, houve interrupção por um período de seis meses, por conta de problemas na fundação. Segundo ele, o edifício estava em obras.

O governo do Paraná colocou seis dias após a disponibilidade do Corpo de Bombeiros e a empresa de taxi aéreo Helvisul, sem helicópteros.

A 100 km a leste de Curitiba, Guaratuba é o principal balneário do Paraná. O prefeito José Ananias dos Santos (PSC) esteve no local local do acidente, acompanhando o trabalho de resgate das vítimas. A tarde, o governador do Paraná, Jaime Lerner (PDT), também foi a Guaratuba.



## Bala perdida atinge mulher na piscina

Enfermeira tomava sol em sua casa

Da Sucursal do Rio

O Rio viveu uma madrugada de sábado com tiroteios entre policiais militares e traficantes de drogas em cinco pontos da cidade.

A principal ação ocorreu na ladeira dos Tabajaras, acesso à favela do morro dos Cabritos, em Copacabana (zona sul).

A polícia subiu o morro ainda na noite de sexta-feira, após uma mulher ter sido atingida por uma bala perdida, enquanto estava na piscina de seu prédio, que fica na base do morro.

Equipes do Batalhão de Operações Especiais da Polícia Militar realizaram uma incursão na favela. Após troca de tiros com traficantes, a ação terminou com a prisão de Eliseu Leslie Farias Neto, 19, acusado de ter matado um traficante rival, Márcio Barcelos, há cinco dias.

A mulher baleada, a enfermeira Leslie Keller da Silva, 29, levou um tiro na perna e foi hospitalizada. A bala teria sido disparada num tiroteio entre traficantes rivais que disputam há vários dias pontos de drogas.

No início da madrugada, um carro da PM foi encurtado por cerca de 30 homens armados, supostos traficantes, num acesso ao morro do Turano, no Tijuca.

Outros dois carros que saíram em auxílio dos policiais também ficaram encurtados. Após intenso tiroteio, a munição dos PMs acabou, e novo reforço foi solicitado. Equipes do 5º e 6º batalhões da PM foram acionadas.

Depois que o novo efetivo conseguiu retirar nos PMs do cerco dos supostos traficantes, os policiais foram embora do local, ainda sob rajadas de tiros.

Por volta de 23h30, o posto de policiamento comunitário do mesmo morro foi metralhado por vários homens. Os cinco oficiais de plantão solicitaram reforço ao 6º BPM, que conseguiu dispersar os traficantes.

22



<http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?id=968813>

23

<http://guarantibaemhistorias.zip.net/>

As vésperas do Natal de 1994, o síndico Alcyon Pires Gomes Junior levou ao edifício um profissional para pintar a garagem. Quando chegaram lá o zelador falou que durante a noite eles tinham ouvido um barulho forte, e as portas e janelas do apartamento térreo não abriam mais. Também havia rachaduras. Eles imediatamente entraram em contato com o engenheiro que construiu a obra Ney Batista Torres, pedindo providências. Neste meio tempo também chamaram um técnico para fazer uma avaliação. Julgou-se que o dano era só no apartamento do zelador, mas foi sugerido que fosse feito um estudo mais detalhado da parte da fundação do prédio.

O engenheiro que estava no exterior informou que ia fazer os reparos necessários, mas achou melhor esperar que a temporada terminasse para não atrapalhar os moradores. Uma semana antes do acidente novos barulhos foram ouvidos no prédio que apresentou novas rachaduras. Portas e janelas não abriam de praticamente todos os apartamentos e o elevador também não funcionava. Os moradores pediram medidas urgentes, Alcyon o síndico diz que o engenheiro foi até o local mas parecia que ele não tinha o "Know-how" suficiente para resolver o problema. Em assembleia os proprietários decidiram contratar uma empresa especializada, a Construtora Cambuí, para orientar o trabalho.

24

# Shopping Ribeirão Preto

Ribeirão Preto/SP  
28 de agosto de 2008,  
jueves por la tarde

*En construcción*

25

The screenshot shows a news article on the G1.com website. At the top, there are navigation links for 'notícias', 'esportes', 'entretenimento', and 'vídeos'. A search bar is visible with the text 'buscar' and a dropdown menu showing 'no g1'. The article is categorized under '/ são paulo / acidente de trabalho'. The main headline reads 'Operário morre em desabamento de obras de shopping'. Below the headline, a sub-headline states: 'Vítima foi atingida por laje, que despençou. Quatro pessoas ficaram feridas na obra, em Ribeirão Preto.' A video player is embedded in the article, showing a construction site with a worker on a high beam. To the right of the video, there is a text block: 'Um operário morreu após o desabamento de uma obra em um shopping de Ribeirão Preto, a 313 km de São Paulo, no fim da tarde de quinta-feira (28). Segundo os bombeiros, a laje que ficava presa em uma viga despençou e atingiu o trabalhador, que morreu na hora. Trinta homens trabalhavam no momento do acidente. Quatro ficaram levemente feridos.' Below the video, there is a link that says 'Leia mais notícias de São Paulo'. On the left side of the page, there is a vertical menu with various categories like 'Primeira Página', 'Brasil', 'Carros', etc. At the bottom right, there is a 'Links Patrocinados' section.

26



27



28



29



30

# Rodoanel Mário Covas (trecho sul)

Embu/SP

Accidente: 13/11/2009,  
viernes por la noche.

Inversión de US\$ 1,6 bi

US\$ 1,1 bi relacionados con las obras y US\$ 0,5 bi para las  
compensaciones ambientales, expropiaciones,  
reasantamiento y interferencias

31



SAIBA COMO OCORREU O ACIDENTE NO RODOANEL

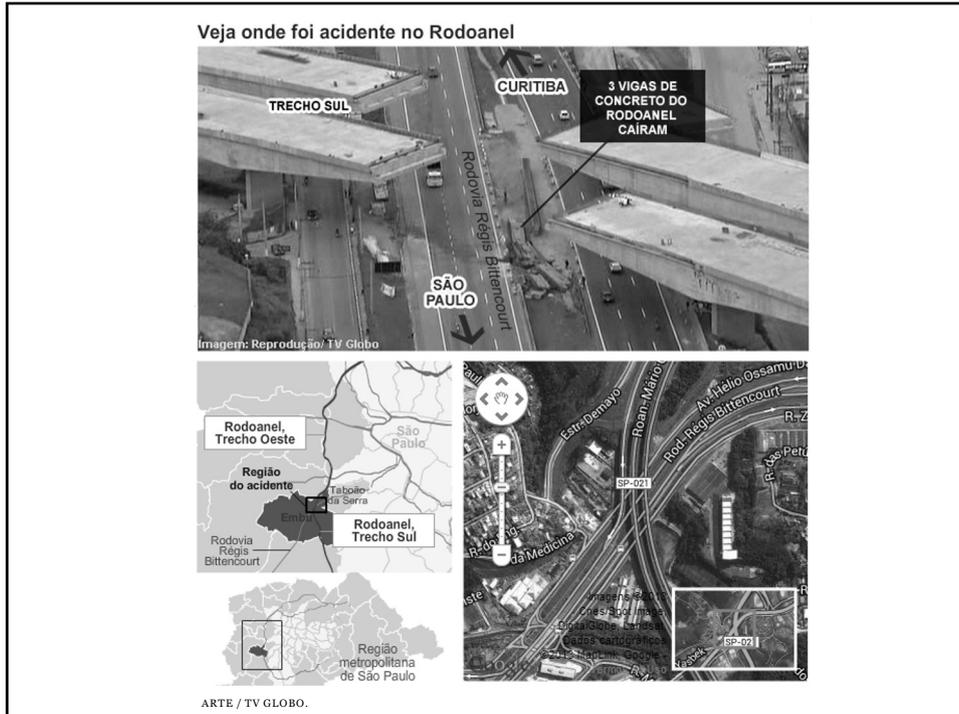
1 **680 m**  
O viaduto no trecho sul do Rodoanel tem 680 metros

2 **40 m**  
**85 toneladas**  
Quatro vigas foram colocadas na última terça-feira. Elas têm 40 metros de comprimento e pesam 85 toneladas, cada uma

3 **20 m**  
Por volta das 21h de sexta-feira (13), três vigas despencaram de uma altura de 20 metros

IMAGENS: ARTE/TV GLOBO

32



33

Primeira Página  
Blogs e Colunas  
Brasil  
Carros  
Ciência e Saúde  
Cinema  
Concursos e Emprego  
Economia e Negócios  
Esporte  
Mundo  
Música  
Planeta Bizarro  
Política  
Pop & Arte  
Rio de Janeiro  
São Paulo  
Tecnologia e Games  
VC no G1  
Vestibular e Educação  
Vídeos  
Todas as notícias

**G1 especiais**  
Carnaval 2011  
Virada de Ano  
Mais especiais

/ são paulo / **desabamento no rodoanel**

16/11/09 - 16h36 - Atualizado em 16/11/09 - 20h43

## Acidente no Rodoanel pode ter ocorrido por falta de viga em viaduto, diz Crea-SP

Três vigas de concreto de viaduto caíram sobre a Régis Bittencourt. Três pessoas ficaram feridas no acidente que ocorreu na sexta (13).

Luisa Brito  
Do G1, em São Paulo

A falta de uma viga na construção do viaduto do Rodoanel pode ter provocado o acidente ocorrido na noite de sexta-feira (13) quando três vigas caíram sobre a Rodovia Régis Bittencourt, em Embu, na Grande São Paulo, deixando três pessoas feridas. Para o presidente do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo (Crea-SP), José Tadeu da Silva, a possibilidade mais provável é o problema.

O viaduto que estava sendo construído deveria ter recebido cinco vigas. Como uma quebrou quando estava sendo levada para o local, foram colocadas apenas quatro vigas na estrutura. De acordo com o engenheiro, as cinco peças deveriam ter sido postas no mesmo dia para que pudesse ser feita uma amarração entre elas, procedimento que impede o deslocamento das peças.

"Esse procedimento [colocar só quatro vigas] não é recomendado tecnicamente. O melhor era que deixasse as quatro vigas no chão e aguardasse vir a quinta para colocar todas, porque as cinco peças, todas elas têm funções estruturais", afirmou Silva. Segundo ele, quando não é feita essa amarração, vibrações podem causar o deslocamento das vigas. "O normal é que se coloque as cinco peças para haver o travamento [amarração da estrutura]", disse o engenheiro.

<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL1380983-5605,00-ACIDENTE+NO+RODOANEL+PODE+TER+OCORRIDO+POR+FALTA+DE+VIGA+EM+VIADUTO+DIZ+CRE.html>

**Procedimiento inadecuado de montaje**

El viaducto en construcción debería haber recibido cinco vigas. Como una se rompió cuando era trasladada al sitio, se colocaron sólo cuatro vigas en la estructura. De acuerdo con el ingeniero, las cinco piezas deberían haber sido puestas en el mismo día para que pudiera trabar las mismas, procedimiento que evita el desplazamiento de las piezas.

34

28/12/2009 - 18h21

## Laudo aponta vigas mal travadas como causa de acidente no Rodoanel

da Folha Online

PUBLICIDADE

Recomendar { 1 } G+1 { 0 }

O DER (Departamento de Estradas de Rodagem) divulgou nesta segunda-feira o laudo do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) sobre o acidente em um viaduto do trecho sul do Rodoanel, ocorrido no dia 13 de novembro último.

### Veja a cobertura completa sobre o acidente

[Após 1 mês, governo desconhece causas de acidente no Rodoanel](#)

Segundo o IPT, as vigas da obra foram travadas de maneira inadequada e provocaram um deslizamento. O DER afirma que "o surgimento de uma força horizontal não contida pelo travamento adotado" teve como consequência "o deslizamento e tombamento das vigas, causando sua ruptura".

Rivaldo Gomes-16.nov.09/Folha Imagem



Viaduto do trecho sul do Rodoanel em Embu (SP), onde ocorreu acidente que feriu três pessoas; IPT conclui laudo e aponta causas

O laudo aponta três fatores para o deslizamento: falta de horizontalidade das superfícies das bases de apoio, insuficiência de atrito na interface das vigas com as bases de apoio e falta de travamento adequado das vigas.

Para a retomada da obra, o IPT recomenda adequações nos controles de nivelamento e assentamento das vigas sobre as bases de apoio. O processo deve garantir o atrito necessário para evitar deslizamentos, mas também foram recomendados sistemas de travamento provisórios das vigas.

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u672o81.shtml>

35

# Expansión del Shopping Golden Square

São Bernardo do Campo/SP  
31 de noviembre de 2011  
domingo por la mañana

*En construcción*

36

G1 São Paulo    

Editorias | Economia | Sua região | Na TV | Serviços | VC no G1 | Princípios editoriais

03/11/2011 13h18 - Atualizado em 03/11/2011 13h18

## Parte de obra de shopping desaba e compromete casas no ABC

Estrutura fazia parte do projeto de ampliação do shopping.  
Primeiras rachaduras nas casas apareceram no início da construção.

Do G1 SP Comente agora Tweetar (130) Recomendar (135)



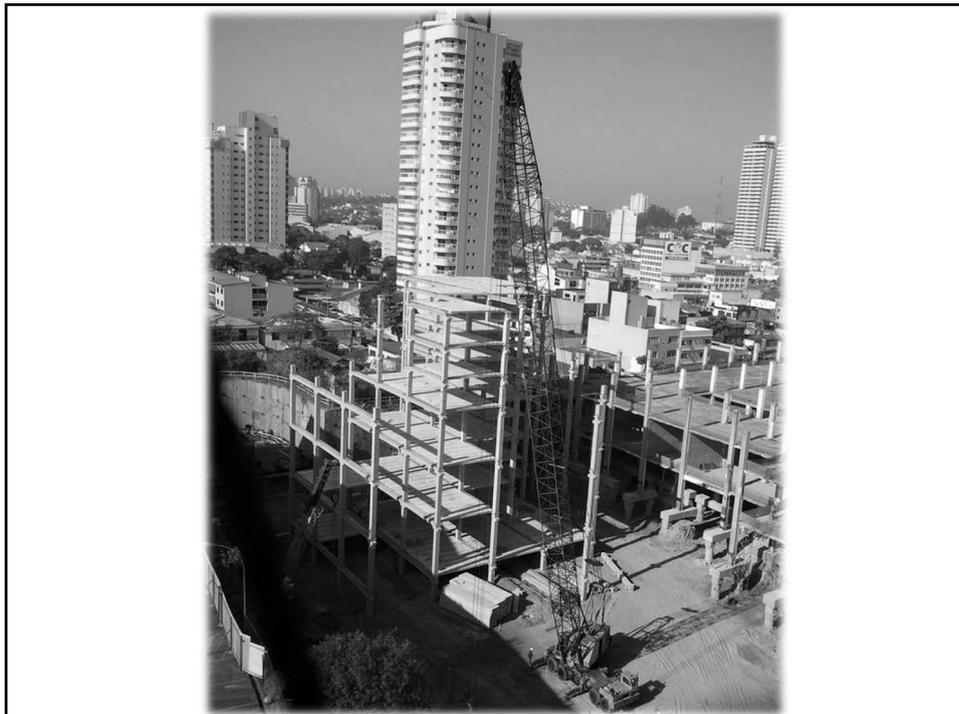
Uma parte da construção do Shopping Golden Square, no Jardim Três Marias, em São Bernardo do Campo, no ABC, desabou no domingo (31). A obra estava no sétimo andar. Os moradores do bairro reclamam das rachaduras que estão aparecendo nas casas.

A rachadura no muro da casa de Luzia Barbatti foi remendada, mas o piso também tem trincas e o encanamento estourou. Ela diz que o conserto saiu caro. "Paguei R\$ 300, mas pesa no orçamento", avalia.

Os moradores do Jardim Três Marias dizem que a estrutura das casas foi abalada por causa da obra no terreno ao lado. As primeiras rachaduras apareceram no início da construção e pioraram quando prédio desabou. Os vizinhos contam que sete andares foram ao chão.

"Eu estava dormindo e acordei com o estrondo. Estremeceu a cama e meu marido pensou que fosse trovão. Quando eu sai já tinha caído tudo", diz a dona de casa Ana Marilda Sartori.

37



38



39



40



41



42

# Shopping Metropolitano Barra

Jacarepaguá /RJ  
09 de novembro de 2012,  
viernes por la mañana.

*En construcción*

43

**G1** RIO DE JANEIRO  

G1 Na TV Esporte Trânsito Aeroportos Agenda de shows VC no G1

09/11/2012 12h05 - Atualizado em 10/11/2012 15h24

## Queda de laje na Zona Oeste do Rio deixa mortos, dizem bombeiros

Acidente aconteceu em obra de shopping center em Jacarepaguá. Segundo bombeiros, vítimas são operários que trabalhavam na construção.

Alba Valéria Mendonça  
Do G1 Rio

15 comentários  37  Recomendar 426



44



45



46

# Arena Palmeiras

São Paulo/SP  
Accidente: 15/04/2013,  
lunes por la mañana.  
Construcción: 2010 → 2014  
Inversión de \$ 110 mi

47

## CASO ARENA PALMEIRAS

esportes

15/04/2013 14:06

### Operário morre em acidente na Arena Palestra

Uma pessoa morre e outras três ficam feridas após desabamento de vigas de sustentação de arquibancada

DIÁRIO SP ONLINE

Na manhã desta segunda-feira (15), uma pessoa morreu e outras três ficaram feridas após desabamento de vigas de sustentação das arquibancadas da Arena Palestra, futuro estádio do Palmeiras que deve ficar pronto no segundo semestre deste ano.

Em comunicado, a construtora WTorre "se colocou à disposição dos familiares das vítimas toda a assistência necessária". "As causas do acidente estão sob investigação, e ainda não é possível apontar os motivos da ocorrência".

De acordo com o Corpo de Bombeiros, cinco operários estavam no setor em que houve o desabamento, mas apenas quatro conseguiram escapar. Três ficaram feridos levemente.

O corpo do operário morto continua no local aguardando a perícia. As obras da Arena foram suspensas hoje.

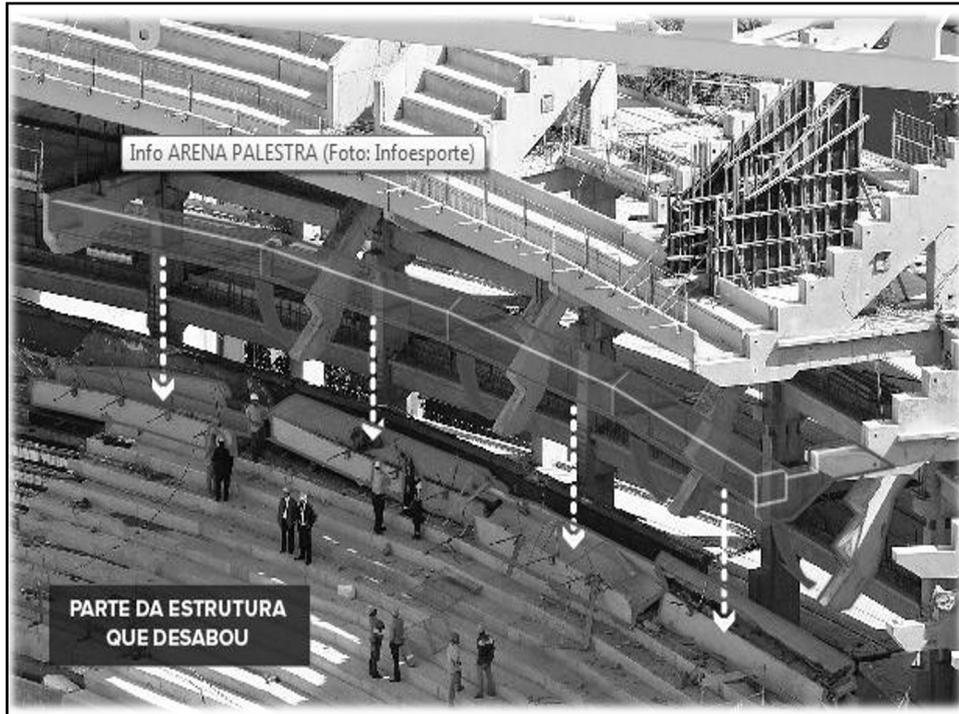


O desabamento no estádio do Palmeiras ocorreu na manhã de hoje



<http://veja.abril.com.br/multimedia/galeria-fotos/slideshow/desabamento-na-arena-palmeiras>

48



49

## **Monotrilho Linha 17-Ouro**

**São Paulo/SP**

**Accidente: 09/06/2014,  
lunes por la tarde.**

**Inversión de \$ 1,1 bi**

**Plazo de entrega estimado antes del accidente: segundo semestre  
de 2015.**

50

O GLOBO BRASIL COMPARTILHE CITE SEUS AMIGOS ASSINE

## Parte de estrutura do monotrilho cai e deixa um morto na Zona Sul de SP

Rua Vieira de Moraes foi interditada devido ao acidente, próximo ao Aeroporto de Congonhas

POR LEONARDO GUANDELINI E TIAGO DANITAS  
FOTOGRAFIA: JEFF / AGÊNCIA O GLOBO



Cai viga de concreto do monotrilho linha 17 ouro na Zona Sul de São Paulo - Fernando Demasi / Agência O Globo

**SÃO PAULO** — Uma viga de sustentação do monotrilho da Linha 17-Ouro, que está sendo construído na Zona Sul de São Paulo, caiu na tarde desta segunda-feira, causando a morte de um operário. A vítima é o ajudante geral Juracy Cunha da Silva, de 25 anos. Outros dois trabalhadores ficaram feridos, segundo o Corpo de Bombeiros. Carlos Vieira de Souza e Manoel Cristiano da Silva foram socorridos e não correm risco de morrer. As causas do acidente serão investigadas.

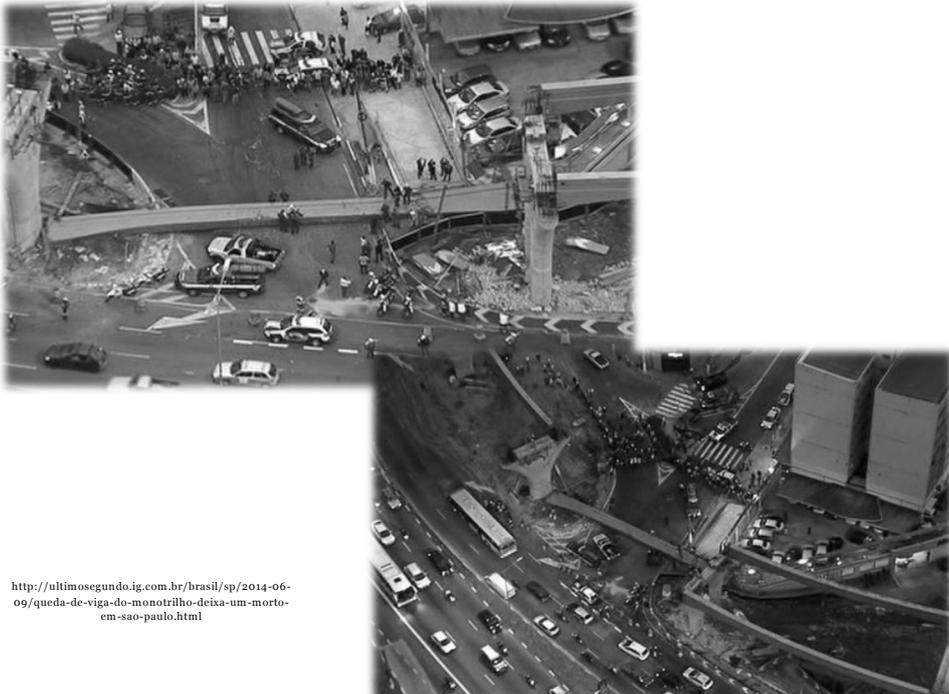
O acidente aconteceu no cruzamento da Rua Vieira de Moraes e da Avenida Washington Luís, próximo ao Aeroporto de Congonhas, no Campo Belo, pouco depois das 16h. Quatro viaturas da corporação, além do helicóptero Águia da PM, foram para o local. O trânsito na Rua Vieira de Moraes foi bloqueado até que a estrutura que caiu seja retirada. A Defesa Civil também interditou temporariamente o prédio de uma locadora de automóveis na esquina onde ocorreu o acidente.

A estrutura que caiu pesa cerca de 90 toneladas, segundo a Defesa Civil, e havia sido colocada há poucos dias, de acordo com operários. Em cima da viga seria colocado o trilho por onde o monotrilho se move.

No momento do acidente, os trabalhadores estavam fixando a viga em um dos pilares a uma altura de 25 metros. A peça soltou de uma coluna à direita, caindo de forma perpendicular. Depois, desprendeu-se do outro pilar, prendendo Juracy. Um operário ficou pendurado na coluna e precisou ser resgatado pelos bombeiros.

<http://oglobo.globo.com/brasil/parte-de-estrutura-do-monotrilho-cai-deixa-um-morto-na-zona-sul-de-sp-12778959>

51



<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/sp/2014-06-09/queda-de-viga-do-monotrilho-deixa-um-morto-em-sao-paulo.html>

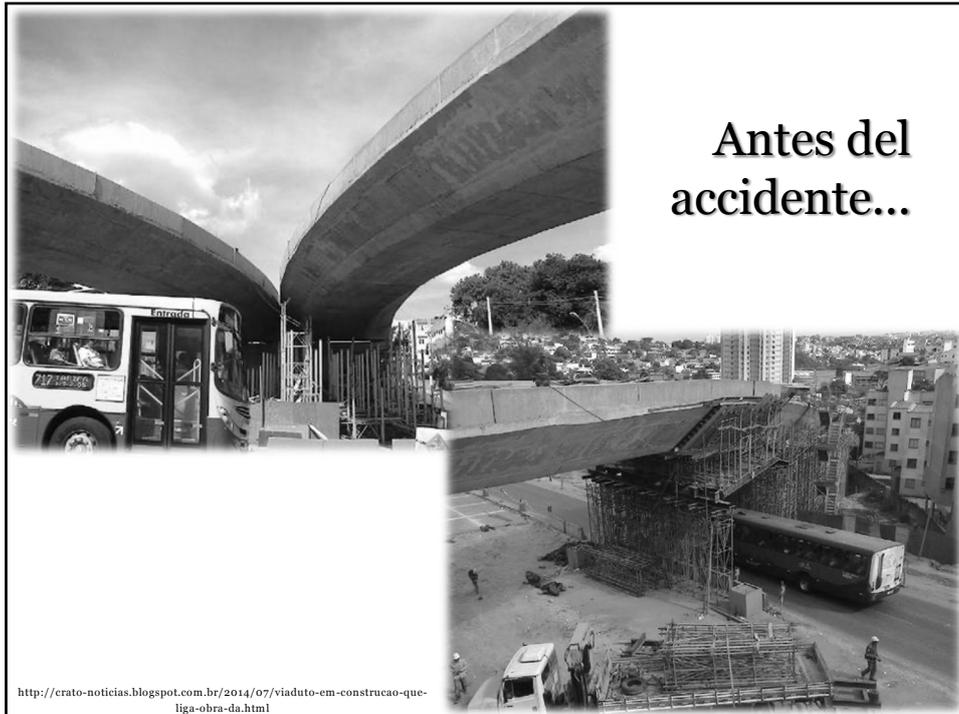
52



53

**Viaduto Batalha do  
Guararapes  
Pampulha/MG  
Accidente: 03/07/2014,  
jueves por la tarde.  
Construtora: Consórcio Integração  
– Construtora Cowan S.A. / Delta  
Construções S.A.  
Inversión de \$ 153,5 mi  
Plazo de entrega estimado antes del accidente: Julio de 2014.**

54



Antes del accidente...

<http://crato-noticias.blogspot.com.br/2014/07/viaduto-em-construcao-que-liga-obra-da.html>

55



después del accidente...

MENU G1 MINAS GERAIS

03/07/2014 15h26 - Atualizado em 03/07/2014 16h09

### Viaduto desaba na Avenida Pedro I, em Belo Horizonte

Dois caminhões, um carro e um micro-ônibus foram atingidos. Corpo de Bombeiros diz que há um morto e dez feridos no local.

Do G1 MG

Tweeter 2,313 Recomendar 7 mil



Viaduto desaba em Belo Horizonte (Foto: Polícia Militar/Divulgação)

56



<http://noticias.uol.com.br/album/2014/07/03/viaduto-em-construcao-desaba-em-belo-horizonte-e-mata-ao-menos-uma-pessoa.htm#fotoNav=1>

57

MENU
G1
MINAS GERAIS

22/07/2014 17h18 - Atualizado em 22/07/2014 21h48

## Construtora responsabiliza projeto de viaduto e prefeitura por desabamento

Empresa recomendou demolição de outra alça por risco de queda em BH. Construtora diz não ser função dela reavaliar projeto entregue pela Prefeitura.

Thais Pinheiro  
Do G1 MG

Tweetar 137
 Recomendar 1,2 mil

A construtora Cowan, responsável pela obra do Viaduto Guararapes que caiu e matou duas pessoas em **Belo Horizonte**, afirmou nesta terça-feira (22) que falhas no projeto executivo provocaram o acidente com a estrutura. A empresa ainda recomendou a demolição imediata da outra alça do viaduto.

Segundo o perito **Catão Francisco Ribeiro**, o bloco de sustentação deveria ter recebido mais ferragem na armação, e apenas 1/10 do necessário foi usado. Com relação a esta falha identificada, a empresa afirmou que não é função dela reavaliar um projeto entregue pela Prefeitura.

Um viaduto desabou na tarde desta quinta-feira (3), na Avenida Pedro I, próximo à Lagoa do Nado, região da Pampulha, em Belo Horizonte (Foto: Reprodução/GloboNews)

58

<http://noticias.terra.com.br/brazil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falhas-no-projeto-diz-construtora.1e417332e2067410YgAVCM9000099154408CRD.html>

A construtora responsável pela obra do viaduto Batalha dos Guararapes, que desabou em Belo Horizonte no dia 3 de julho, afirmou nesta terça-feira que falhas no projeto executivo causaram a queda da estrutura. A Cowan se baseou em parecer técnico de especialistas contratados pela empresa.

De acordo com a construtora, a perícia foi realizada pela Enescil Engenharia e assinada pelo calculista Catão Francisco Ribeiro, considerado um dos profissionais mais importantes do país. A Cowan não informou o nome da empresa responsável pelo projeto executivo.



O viaduto despencou e atingiu um micro-ônibus, um carro e dois caminhões

Foto: André Brant / Hoje em Dia / Futura Press

SAIBA MAIS

Demolição de viaduto é concluída, mas via segue interditada

Viaduto que desabou começa a ser demolido em Belo Horizonte

Avenida onde caiu viaduto pode ser liberada sábado em BH

Justiça libera demolição de viaduto em BH

O parecer conclui que a ruptura foi provocada por uma "flexão e cisalhamento" (esforços que ocorrem nas estruturas de concreto). Mas o projeto não previu uma armadura de aço suficiente para suportar esses movimentos. O laudo explica que com a ruptura do bloco, as duas estacas centrais tiveram que aguentar a totalidade do peso da estrutura. Como elas não foram projetadas para isso, o pilar afundou com o bloco e as duas estacas próximas, resultando no desabamento do ramo sul do viaduto.

Segundo o projeto, a armadura foi projetada para flexão de 50,3 cm<sup>2</sup>, quando o necessário seria de 685 cm<sup>2</sup>. Além disso, o projeto não considerou os esforços de cisalhamento e nem de torção. Outro apontamento foi em relação à capacidade de suporte das estacas. No projeto, ela era de 250 tonelada-força,

quando deveria ser de 467 tonelada-força. Isso significa que as estacas deveriam ser mais profundas ou ter um diâmetro maior.

## Vídeo



## Projetista que fez cálculos nega culpa por queda de viaduto na Avenida Pedro I

Profissional alega que mesmo que houvesse desvio nos dados ele não provocaria desastre

Mateus Parreiras

Publicação: 18/09/2014 06:00 Atualização: 18/09/2014 07:56



O pilar P3, que afundou pelo meio do bloco devido a dimensões inadequadas, segundo aponta laudo do Instituto de Criminalística

O profissional trabalha em um escritório de engenharia no Bairro Santa Efigênia, Região Leste de BH, e prestou serviço terceirizado à empresa que venceu a licitação para elaborar o projeto executivo do viaduto, a Consol Engenheiros Consultores. Primeiramente, enquanto revisava documentos em sua mesa, Silva afirmou não poder entrar em detalhes técnicos sobre o ocorrido, por força de contrato com a Consol, mas comentou aspectos do laudo do Instituto de Criminalística que culpam seu trabalho por contribuir com o desmoronamento. "Os cálculos do projeto são meus. Fui eu que fiz. A meu ver, os cálculos não contêm qualquer erro. Estão corretos. O problema ali (no viaduto) foi outro", afirmou, sem entrar em detalhes.

Porém, nas últimas páginas do laudo do Instituto de Criminalística, a conclusão assinada por sete peritos criminais pesa contra os cálculos de Rodrigo de Souza e Silva, que teriam indicado a construção do pilar denominado P3 com uma capacidade de suportar força 100 toneladas menor que o necessário.

Três meses e meio depois do desabamento da alça sul do Viaduto Batalha dos Gurarapes sobre a Avenida Pedro I, entre os bairros Planalto e São João Batista, em Belo Horizonte, o projetista apontado pelo laudo do Instituto de Criminalística da Polícia Civil como responsável por ter calculado de forma equivocada a resistência de um dos pilares falou pela primeira vez, com exclusividade, ao Estado de Minas. Rodrigo de Souza e Silva negou que suas fórmulas contivessem erros e afirmou que, ainda que os dados contestados pelos peritos da Polícia Civil estivessem equivocados, isso não seria capaz de derrubar o viaduto, esmagando dois caminhões, um microônibus e um carro, o que resultou em dois mortos, 23 feridos e em prejuízos para motoristas e moradores do entorno da obra.

61



Créditos: Nelson Araujo Lima

62



Créditos: Nelson Araujo Lima

63

em.com.br

Belo Horizonte, 27/AGO/2014

Google

Gerais Política Economia Nacional Internacional Saúde Plena Educação Tecnologia

ESPECIAIS > Eleições 2014 Caso Bruno Hilda Furacão vive Turismo em MG Profissões Votor Norte

TAMANHO DA LETRA ENVIAR IMPRIMIR CORRIGIR

(10) Comentários Votação: 5 4 3 2 1 Compartilhar: 9

### Prefeitura marca implosão da alça do Viaduto Batalha dos Guararapes

A Coordenação Municipal de Defesa Civil (Comdec) de Belo Horizonte definiu ontem a área que deverá ser evacuada

Publicação: 27/08/2014 00:12 Atualização: 27/08/2014 07:18  
Tiago de Holanda

Alça norte de viaduto está escorada: projeto de demolição está pronto

[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/08/27/interna\\_gemis.566693/prefeitura-marca-implosao-da-alca-do-viaduto-batalha-dos-guararapes.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/08/27/interna_gemis.566693/prefeitura-marca-implosao-da-alca-do-viaduto-batalha-dos-guararapes.shtml)

64

## Caso Fábrica Bangladesh

- El edificio tenía nueve pisos que albergaba cinco talleres textiles;
- La mayor tragedia industrial de la historia de Bangladesh :
  - 1.127 muertos;
  - 2.437 lesionados;
  - 100 desaparecidos.

<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/efe/2013/05/10/numero-de-mortos-em-acidente-em-bangladesh-superam-o-milhar.htm>

65

## Caso Fábrica Bangladesh

### Fábricas de Bangladesh ignoraram alerta de risco um dia antes de desabamento

Manufaturas desrespeitaram ordem da polícia para esvaziar prédio que apresentava rachaduras visíveis; mais de 220 foram mortos em desabamento

IG São Paulo 25/04/2013 09:34:17 - Atualizada às 25/04/2013 12:42:33

 0 26 6

Um dia antes do **desmoronamento de um prédio em Bangladesh**, que deixou ao menos 228 mortos, a polícia havia ordenado que o edifício fosse esvaziado por causa de rachaduras profundas visíveis nas paredes. Entretanto, as fábricas de roupa que funcionavam dentro do local ignoraram a ordem e mantiveram mais de 2 mil funcionários trabalhando, informaram autoridades nesta quinta-feira (25), quando **40 sobreviventes** foram encontrados em cômodo no quarto andar.

#### 4º andar: Equipes de resgate encontram 40 sobreviventes em prédio de Bangladesh

A tragédia no subúrbio de Savar, em Daca, aconteceu menos de cinco meses após um **incêndio** que deixou 112 mortos em uma fábrica de roupas e revelou as condições de segurança precárias nas quais trabalham os funcionários nessas oficinas de costura que produzem peças de roupa para o mundo inteiro. Algumas das empresas do edifício que caiu afirmam que entre seus clientes estão gigantes do varejo como o Wal-Mart.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

66

# Caso Fábrica Bangladesh

## The building

The Rana Plaza site was prepared by draining water from a pond and filling it with concrete foundations, according to local residents. It was originally planned to have six storeys, but other floors were added, even though no plans were filed with authorities. Bangladesh's Home Ministry said Thursday it suspects vibration from electrical generators on the top floor "is one of the reasons for the building collapse."

**NINTH FLOOR**  
Under construction

**EIGHTH FLOOR**  
Unknown

**SEVENTH FLOOR**  
New Wave Bottoms Ltd.

**SIXTH FLOOR**  
New Wave Style Ltd.

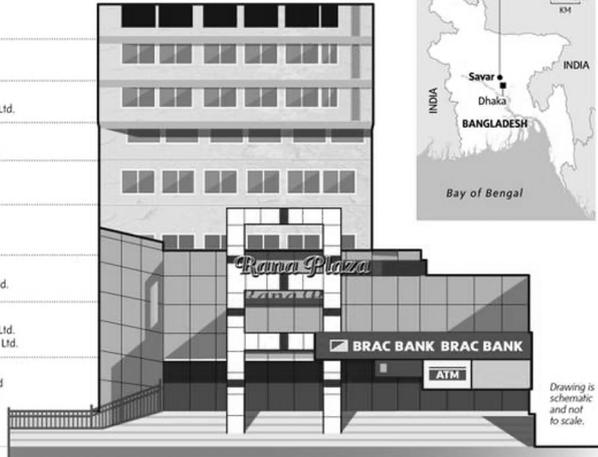
**FIFTH FLOOR**  
Ether Textile Ltd.

**FOURTH FLOOR**  
Phantom Tack Ltd.

**THIRD FLOOR**  
Phantom Apparels Ltd.

**SECOND FLOOR**  
New Wave Bottoms Ltd.  
and New Wave Style Ltd.

**FIRST FLOOR**  
Brac Bank branch and  
several shops selling  
electronic goods,  
perfumes and  
garments



JOHN SOMYOSKI, MICHAEL BRD AND STEPHANIE CHAMBERS/THE GLOBE AND MAIL. ■ SOURCES: THE WALL STREET JOURNAL; DAILY TELEGRAPH; CAPITAL DEVELOPMENT AUTHORITY IN DHAKA; BANGLADESH UNIVERSITY OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY; REUTERS; BDNWS24.COM

<http://www.thedailystar.net/beta2/news/like-a-pack-of-cards-it-crumbles/>

67

# Caso Fábrica Bangladesh

El ingeniero Adbur Razzak fue llamado por el propietario del edificio cuando aparecieron grietas en pilares de hormigón un día antes del accidente. A pesar de sus advertencias de que el edificio era inseguro - citado en la prensa local horas antes del colapso - miles de trabajadores, la mayoría mujeres, fueron enviados de vuelta a las fábricas al inicio del turno de trabajo por a la mañana siguiente.

<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-preso.b57a98cfff76e310VgnCLD2000000d6e6e0aRCRD.html>

68

# Tragedia



<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

69

# Tragedia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98c9fb76e310VgnCLD200000dc6eboaRCD.html>

70

# Tragedia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98c9fb76e310VgnCLD200000dc6eboaRCRD.html>

71

# Tragedia



<http://noticias.terra.com.br/mundo/asia/engenheiro-que-alertou-sobre-predio-em-bangladesh-e-presos,b57a98c9fb76e310VgnCLD200000dc6eboaRCRD.html>

72

## Tragedia



<http://bd-news2u.blogspot.com.br/2013/04/rana-plaza-collapse-exclusive-photo.html>

73

## Familias destruidas



<http://noticias.uol.com.br/album/2013/04/24/edificio-de-oito-andares-desmorona-em-bangladesh.htm#fotoNav=106>

74

# Cobertura del Estadio Waldstadion

Frankfurt/GER

Falla: 30/06/2005,  
durante el juego Brasil x Argentina,  
Copa Confederaciones

*Falla en el techo retráctil del estadio.*

75

The screenshot shows the top of a news article on the Folha de S. Paulo website. The page header includes the newspaper's name, date (3 de março de 2015), and navigation menus. The article title is "Estádio de Frankfurt apresenta falha em sua cobertura" (Frankfurt stadium presents a flaw in its coverage). The author is Fábio Victor Paulo Cobos. The text describes a rain incident during a match between Brazil and Argentina at the Waldstadion in Frankfurt, where the retractable roof leaked. A sidebar on the right contains social media links and a "envie sua notícia" (send your news) button.

**FOLHA DE S. PAULO** SÃO PAULO 22°C  
OUTRAS CIDADES

LOGIN ASSINE A FOLHA ATENDIMENTO

\*\*\* UM JORNAL A SERVIÇO DO BRASIL

TERÇA-FEIRA, 3 DE MARÇO DE 2015 10H28

Opinião - Política - Mundo - Economia - Cotidiano - Esporte - Cultura - F5 - Tec - Classificados - Blogs - +SEÇÕES -

ÚLTIMAS NOTÍCIAS SP instala mais uma faixa em 'X' para pedestres no centro de SP

**esporte**

30/06/2005 - 10h05

### Estádio de Frankfurt apresenta falha em sua cobertura

**FÁBIO VICTOR PAULO COBOS** PUBLICIDADE  
da **Folha de S. Paulo**, em Frankfurt

Na primeira vez em que a natureza testou um estádio da Copa das Confederações --ou seja, um estádio do Mundial-2006--, o resultado foi desabonador para organizadores dos dois torneios.

Uma surpresa em meio ao calor escaldante do verão alemão, começou a chover em Frankfurt minutos antes do início de Brasil x Argentina e, antes da metade do primeiro tempo, a chuva virou temporal. O moderno e vistoso teto retrátil do Waldstadion, estádio cuja reforma custou 188 milhões de euros (cerca de R\$ 545 milhões), primeiro revelou algumas poucas goteiras e certa vulnerabilidade à chuva.

Em meio a relâmpagos e trovões, os pingos que caíam deixavam o gramado escorregadio, causando muitas quedas entre os jogadores das duas equipes.

Quando o volume d'água aumentou, abriu-se um rombo na cobertura, pelo qual passou a vazar uma verdadeira cachoeira, quase em cima da marca de escanteio do lado direito do ataque do Brasil no primeiro tempo. Os fotógrafos que estavam ali perto tiveram de ser remanejados.

Para tentar acelerar a drenagem, operários recorreram à rudimentares tridentes, com os quais furavam o chão. O sistema de som do estádio pediu aos torcedores que evitassem sair de seus lugares, porque as escadarias estavam escorregadias.

Pela internet, o site oficial define a condição do gramado durante a partida como "seco".

envie sua notícia

Folha de S. Paulo no Google

Folha de S. Paulo Curtir

4.908.932 pessoas curtiram Folha de S. Paulo.

Plug-in social do Facebook

PUBLICIDADE

**DA LEGALIZAÇÃO DAS DROGAS.**

as últimas que você não leu

1. Médicos vetam, e Alonso está fora do GP da Austrália
2. Única brasileira na elite do surfe vai enfrentar outra vez a campeã mundial
3. Sem Leandrinho, Warriors perdem

76

<http://esportes.terra.com.br/futebol/copa-2014/alemanes-ja-passaram-veronha-com-goleira-em-2005-relembre-a84c3b08e3101gnYCM4000009jcecb0aRCRD.html>



77

<http://www.lajaja.com/blogs/2013/05/30/alemanha-tambem-teve-sua-cachoeira-mas-foi- apenas-de-agua>



78

## La interacción entre los intervinientes



diseñador  
estructural



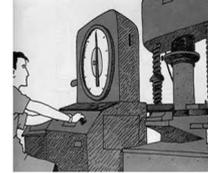
servicios de  
hormigonado



construtora  
(ejecución)



tecnólogo  
(consultor)



laboratorio  
(control)

**atribución de responsabilidades  
ABNT NBR 12655:2015**

79

## Estructuras de hormigón para Edificios

Actividad profesional regida por las normas técnicas:

- de DISEÑO
- de MATERIALES
- de EJECUCIÓN
- de CONTROL
- de OPERACIÓN & MANTENIMIENTO
- y, Adicionales (NR4; NR 6; NR9; NR18 do MT, PMs)

que tienen fuerza de ley debido al CDC

80

# Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado

## Conceptos

- ✓ Envejecimiento natural      *anticipado; no molesta*
- ✓ Envejecimiento prematuro    *no anticipado; caro*
- ✓ Vida util                            *50, 63 y 75 años*
- ✓ Estructura advierte colapso    *saber "escuchar"*

81

## ABNT NBR 6118:2014

*"mecanismos de deterioro y el envejecimiento"*

### 6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ Intemperismo

### 6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

### 6.3.4 Estrutura

ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, fator humano

82

### 6.3.2 Hormigón → ***Lixiviación***



Cobertura do  
Prédio da FAU-USP



Edifício da  
Engenharia Civil  
POLI.USP

83

### 6.3.2 Hormigón → ***Lixiviación***

#### ***Mecanismo***

- carreamento de sales solubles en agua,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

#### ***Manifestación, Síntoma, Adicción***

- Las manchas blancas en la superficie  $\text{CaCO}_3$
- Eflorescencias, pueden incluso formar estalactitas
- El aumento de la porosidad interna de hormigón
- La reducción del pH con riesgo de corrosión

84

### 6.3.2 Hormigón → ***Lixiviación***

#### ***Cómo evitar, Prevención, Profilaxia***

- Reducir relación a/c, uso de adiciones
- La mejora de las condiciones de curado;
- Impermeabilizar evitando agua.

85

### 6.3.2 Hormigón → ***Lixiviación***

#### ***Cómo corregir :***

- ¿de dónde viene el agua?
- ¿por qué el hormigón es poroso y permeable?
- ¿por qué fisura?
- ¿fisura está "viva" o "muerta"?
- ¿es evidente, respetar la estética?
- ¿es estructural, necesitan monolítica?

#### ***Inspección, diagnóstico y proyecto de intervención correctiva***

#### ***Procedimientos de mantenimiento***

86

## ABNT NBR 6118:2014

"*mecanismos de deterioro y el envejecimiento*"

### 6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ Intemperismo

### 6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

### 6.3.4 Estrutura

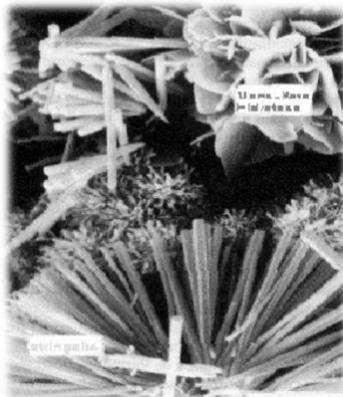
ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, fator humano

87

## 6.3.2 Hormigón → *Expansión*

### Reações expansivas

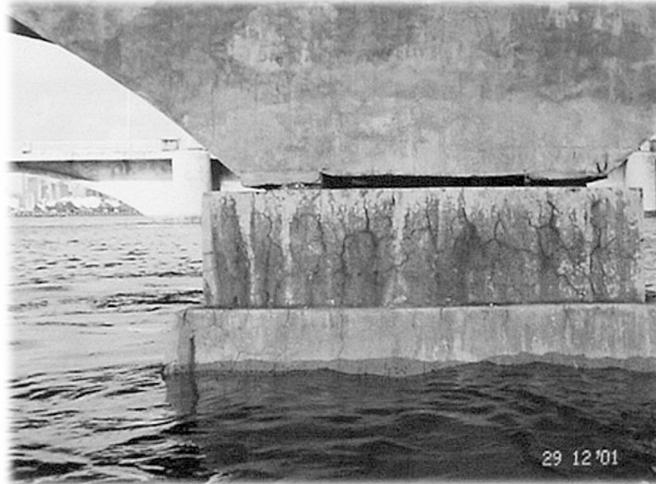
Sulfatos,  $\text{SO}_4^{-2}$



- água de mar
- galerias esgoto
- ETE

88

6.3.2 Hormigón → *Expansión*  
**Reação Álcali-Agregado AAR**



89



90



91



92



93

### 6.3.3 Acero → *Corrosión de las Armaduras* Despassivação por carbonatação

■  $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{pH} \geq 12$   
(aço passivado)

■  $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



94



95

6.3.3 Acero→  
***Corrosión de las  
Armaduras***

Despasivación  
por cloruros

96



97



**Edificio**

**Palace II**

**Rio de  
Janeiro**

**1996**  
*domingo carnaval*

**25 pisos**

**5 años!**

98



99



100

Na madrugada de domingo, à 1h para ser mais exato, ouviu-se um estrondo muito forte no prédio, que fez com que muitas pessoas descessem. Alguns apartamentos já começavam a apresentar fissuras nas paredes internas.

Soubemos, depois por um bombeiro, que havia um tapume no segundo subsolo, na altura do meio do prédio. Esse tapume isolava uma área na garagem do Palace II, que servia como escritório da construtora, onde eram guardados arquivos, plantas, equipamentos de escritórios, etc. O acesso era restrito à construtora e raríssimas eram as visitas de engenheiros no local, com certeza. Por isso, as possíveis inspeções ou o levantamento de irregularidades no segundo subsolo, nessa metade do prédio, eram praticamente nulos.

Então, houve a ruptura do pilar, talvez não em uma extensão significativa, mas o suficiente para acarretar a redistribuição da carga e fazer um recalque, que calculo em torno de 4 centímetros. Esses fatos, a rachadura das paredes e o barulho, evidentemente faziam parte do funcionamento espacial da estrutura, que tentava recompor suas cargas para os pilares vizinhos. Nessa ocasião demoliu-se o tapume e verificou-se que o pilar estava em

condições superprecárias. Quando o engenheiro da Defesa Civil chegou, só teve tempo de testemunhar o que havia acontecido e fazer com que todas as pessoas evacuassem o prédio, o que infelizmente não ocorreu com todos.

É bom frisar que essa caixa de elevador tinha uma coisa assimétrica. As caixas de elevadores, próximas ao trecho que caiu, não estavam em funcionamento. Não existiam elevadores nesse trecho, o que acabou salvando muitas vidas. Por quê? Porque todo mundo que se precipitava em descer utilizava a caixa do elevador do lado oposto. Portanto, depois do desabamento, ainda existiam cerca de 20 a 25 pessoas no interior do prédio, que desceram as escadas.

**Testimonio del Eng.  
Waldir José de Mello,  
no CREA.RJ  
Consultor da PMRJ**

101

dramática e penosa.

Pensamos em inúmeras possibilidades, inclusive a de dar aproximadamente de 10 a 15 minutos, por andar, para que um bombeiro levasse os moradores daquele piso para, com uma caixa pequena, resgatar pertences indispensáveis, como documentos, por exemplo.

No entanto, as portas já estavam empenadas e teriam de ser arrombadas. Esse era um sinal nítido de que a estrutura já apresentava deformação, em função dos esforços de tração em cada nível. As portas funcionavam como elementos resistentes. Primeiro, não havia tempo para arrombar todas as portas e, segundo, não seria seguro tirar um elemento de resistência da estrutura.

Percebemos que realmente não seria possível salvar o prédio, quando vimos que

**Testimonio del Eng. Waldir José de Mello, no  
CREA.RJ  
Consultor da PMRJ**

102



103

FOLHA DE S. PAULO quarta-feira, 4 de março de 1998 **são paulo** 3 5

**DESABAMENTO 4** *Sersan é intimada a consertar prédio em 2 meses; para técnicos, problemas não foram provocados pela implosão.*

## Laudo aponta problemas também no Palace 1

Edição de André Pacheco Imagem

**Os problemas encontrados no Palace 1**

- 1. Defeitos em elementos estruturais nos subsolos, como vigas e pilares
- 2. Instalações metálicas expostas e em situações de corrosão
- 3. Deformações acentuadas nas lajes de piso do pavimento térreo
- 4. Fissuras generalizadas decorrentes de infiltrações
- 5. Instalações prediais elétrica e hidráulica em estado precário de utilização
- 6. Desperdício de revestimento externo (em pilares) das fachadas
- 7. Desperdício de piso do pavimento térreo

**Q**ue a Sersan foi intimada a fazer o reforço da estrutura do Palace 1 com equipamentos de injeção de resina de epóxi, especialmente sobre a capacidade do concreto e sua composição química.

- aprovação do projeto de reforço estrutural, com metodologia a ser aprovada pela Secretaria Municipal de Obras (no dia 13 dia)
- elaboração de parecer técnico conclusivo sobre as condições de segurança (30 dias)
- retirada e reconposição do revestimento do pavimento das fachadas, a ser executada com agrado para proteção aos transeuntes (60 dias)
- execução das instalações elétrica e hidráulica (60 dias)

**FERNANDA DA ESCÓSSIA**  
da Turca do Rio

Um laudo técnico divulgado ontem pela Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio aponta problemas na estrutura do Palace 1 — os trincas nos pilares — e intima a construtora Sersan a recuperar o prédio num prazo de dois meses.

Segundo o laudo, o Palace 1 — trinado ao Palace 2, que desabou no Carnaval e foi implosido no último sábado — está com trincas nas vigas do núcleo, armações metálicas em adiantado estado de corrosão, deformações na laje do térreo, infiltrações, instalações hidráulicas e elétricas em estado precário e desperdício dos revestimentos da fachada do piso.

Para os engenheiros que vistoriaram o prédio, os problemas são estruturais e não foram provocados pela implosão do Palace 2.

O laudo afirma que o projeto de construção do Palace 1 é igual ao do prédio implosido, o que caracteriza uma situação de risco para a segurança de moradores.

“Chegamos à conclusão de que tem que ser feita uma obra rápida, para que não aconteça o colapso que aconteceu com o Palace 2”, disse Marcel Iglicky, diretor do departamento de Vistoria da Secretaria de Urbanismo. Segundo ele, o Palace 1 apresenta hoje situação estável. Iglicky foi evasivo ao ser questionado sobre as possibilidades de um desabamento do prédio.

“A partir do momento em que mantemos a interdição e elaboramos um laudo, é porque a gente tem certeza de que tem condições de recuperá-lo. Não cogitamos perder mais um prédio, mas não temos bola de cristal para saber”, afirmou.

A estrutura do Palace 1 está sendo monitorada por técnicos com equipamentos especializados. O prédio, interditado desde o desabamento do Palace 2, permanecerá fechado por medida de segurança, até que as obras de reforço estrutural sejam feitas.

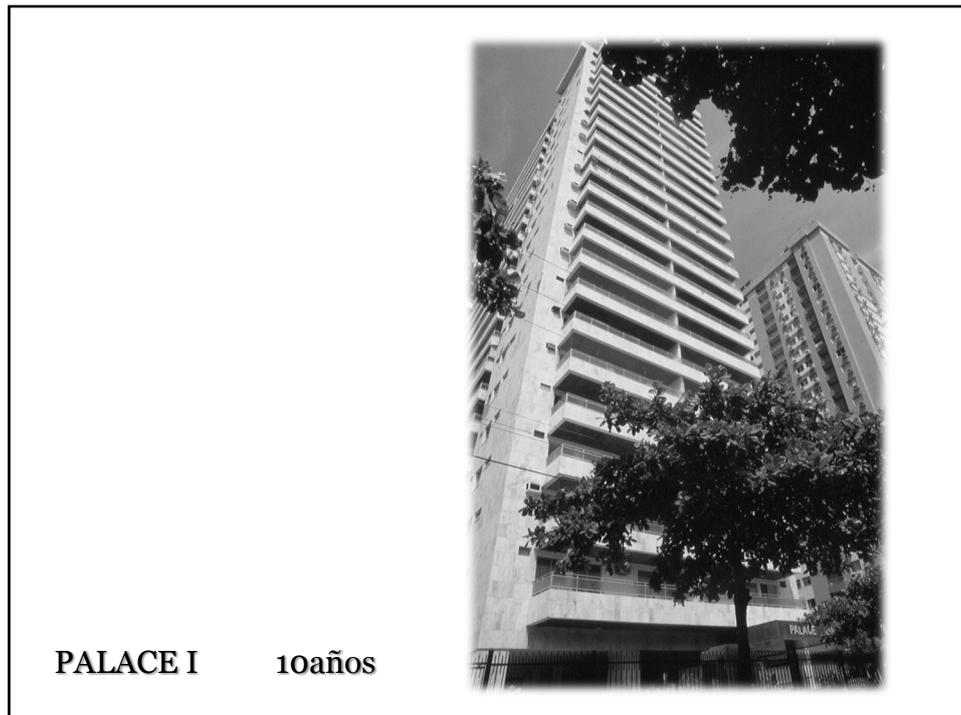
A construtora Sersan deverá também apresentar um relatório com análise de materiais e refazer as instalações hidráulicas e elétricas. A intimação foi enviada ao escritório da construtora.

Se não começar a cumprir em 24 horas as determinações da prefeitura, a Sersan poderá ser multada em até R\$ 240.000. A multa é dobrada a cada dia de atraso.

A assessora do prefeito Luís Paulo Conde (PFL) informou que, caso a Sersan não obedeça às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrará judicialmente da construtora.

O laudo divulgado contém apenas as preliminares e não se refere a materiais utilizados na construção. Uma empresa especializada foi contratada pela prefeitura para avaliar a composição do concreto e de outros materiais. Não há previsão para a divulgação dos laudos dos materiais e das causas do desabamento do Palace 2.

104



105

Em abril de 1997 fui chamado para elaborar um Parecer Técnico de um edifício residencial na Barra da Tijuca, aqui no Rio de Janeiro....  
Era uma edificação com 15 anos de idade e tinha problemas de corrosão...  
Mas o que mais me surpreendeu foi encontrar pilares só com armaduras longitudinais sem estribos....  
Recomendei um reforço estrutural das partes afetadas ... em fevereiro de 1998 caiu o Palace II e me lembrei que a construtora daquele edifício era a Sersan de Sérgio Naia e isso foi decisivo para que o síndico do edifício seguisse à risca o que havíamos recomendado.  
Bem foi a primeira e única vez que vi vários pilares armados sem estribos...  
Escrevo isso porque acho que ninguém em sã consciência poderia afirmar que havia segurança naquela edificação...

Abelardo de Oliveira Júnior  
CREA-RJ 33264-D  
Rio de Janeiro-RJ

106



107



108

**De:** Thainan Almeida .Phd Engenharia [mailto:thainan.almeida@concretophd.com.br]

**Enviada em:** sexta-feira, 15 de agosto de 2014 15:41

**Para:** carlos.britez@concretophd.com.br; Ricardo Boni Gomes Rolim .PhD Engenharia

Boa Tarde.

Prezado Carlos,

A concretagem na segunda - feira foi adiada.

Hoje em inspeção nas vigas já armadas. foi verificado que a viga V1 entre os pilares C1 e C2 faltava uma camada de 7 barras Ø 20, de acordo com o projeto ES-EX-003A-R 06) disponível em obra para conferência dos encarregados, junto com o Eng. Ricardo Boni orientamos a seguir o projeto e colocar à 3 º camada prevista, conforme foto anexa.

Att.,

Thainan

109

## **Edificio Comercial**

# 2009

# Grietas en losas *obra nueva*

110



111



**Diagnóstico:**  
**Mal posicionamiento de la armadura negativa de las losas adyacentes, en las vigas, debido al pisoteo durante el hormigonado**

112



113



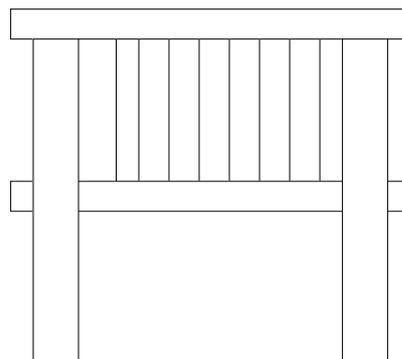
114



115

losas+vigas con espesor medio de 22cm  
→ 550kg/m<sup>2</sup>  
dimensionada para 150kg/m<sup>2</sup>

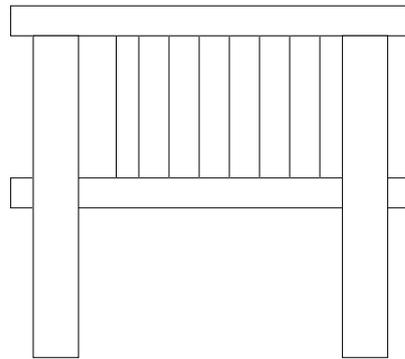
1 año de edad



116

tiene el modulo; tiene el  $f_{ck}$   
pero no está diseñado para  
esta carga

1 año de edad



117



118

## Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m<sup>2</sup>

4 losas protendidas

3 pisos

luces 7,5m x 7,5m

*obra en construcción*

119



120



121



122



123



124

Comunicado

## Shopping Rio Poty

O Shopping Rio Poty vem a público esclarecer a causa do incidente verificado na madrugada de 11/07, bem como detalhar seu plano de retomada das obras, tornado possível após reunir técnicos de renome nacional em colaboração com as autoridades públicas. A conclusão irrefutável a que se chegou foi de que o incidente se deveu a um erro de execução específico e pontual. É importante frisar que, por se tratar de erro isolado, fica garantida a continuidade do projeto. Abaixo a descrição do que ocorreu:

**1** Antes de iniciada a concretagem de um trecho específico da Laje do 5º pavimento (L5), foi retirado INADVERTIDAMENTE o escoramento da Laje do 4º pavimento (L4), que se encontrava parcialmente tensionada.

Na fase final da concretagem de trecho do L5, a soma das cargas de duas lajes (L4+L5), sob uma única laje (L4) PARCIALMENTE TENSIONADA e NÃO ESCORADA, acarretou no colapso em cadeia da estrutura.



125

## ***Irresponsabilidade o Incompetência?***

**Caso 1:  
bloco de fundação  
350m<sup>3</sup>  
 $f_{ck} = 35\text{MPa}$   
39 caminhões OK**

**6 caminhões  
com  $f_{ck}$  de 8MPa a 12MPa**

126



127



128

- **o Motorista não percebeu?**
- **quem realizou o controle de aceitação do concreto deixou passar?**
  - **o bombista não reclamou?**
- **o Mestre de obras não percebeu?**
  - **o Engenheiro viu?**

**OMISSÃO  
IGNORÂNCIA  
FALTA de COMPROMETIMENTO**

129

**Resposta do Engenheiro Construtor:**

**Nós percebemos mas decidimos colocar  
250kg de cimento (5sacos) dentro do  
balão para compensar...**

**Depois de 28dias deu no que deu!  
e ainda queria cobrar da Concreteira...**

130



131

## ***Irresponsabilidade***

**0**

## ***Incompetência?***

**Caso 2:**

**Edifício habitacional**

**8<sup>o</sup> andar**

**$f_{ck} = 40\text{MPa}$**

**1 caminhão com 10MPa**

**9 pilares!**

132



133



134



135



136



137



138

- **o Motorista não percebeu?**
- **quem realizou o controle de aceitação do concreto deixou passar?**
  - **o bombista não reclamou?**
- **o Mestre de obras não percebeu?**
  - **onde estava o Engenheiro?**

**OMISSÃO**  
**IGNORÂNCIA**  
**FALTA de COMPROMETIMENTO**

139

***Dados del Edificio:***

***36pisos + 5subsolos***

***Edificio en uso hay 1año***

***Fissurou 18 pisos***

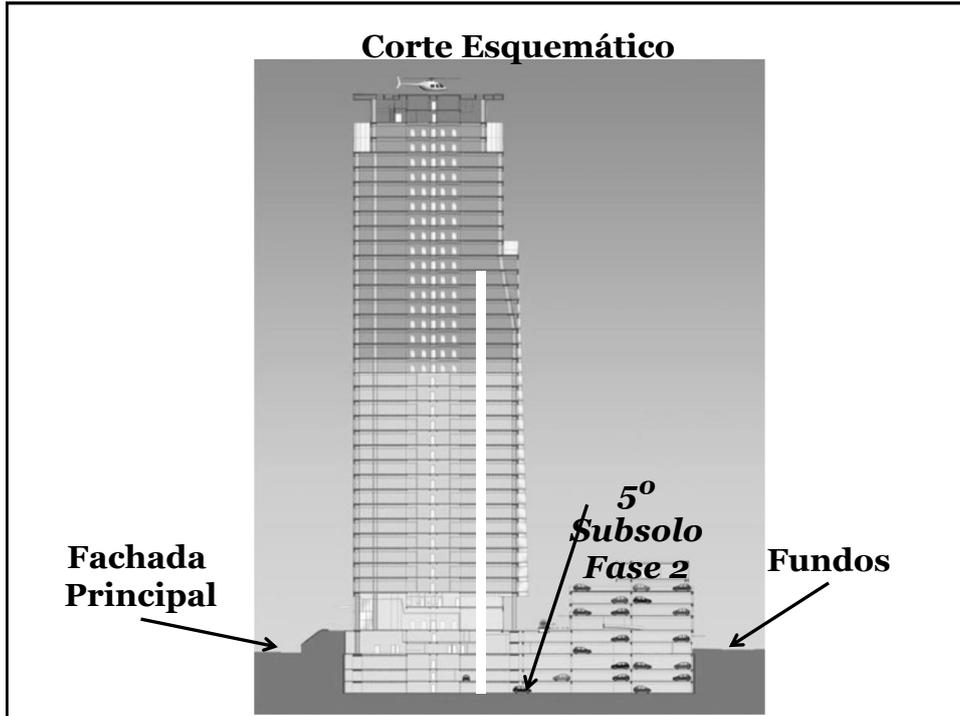
***Pilar P1 Esforços de projeto:***

***Normal: 1.253tf***

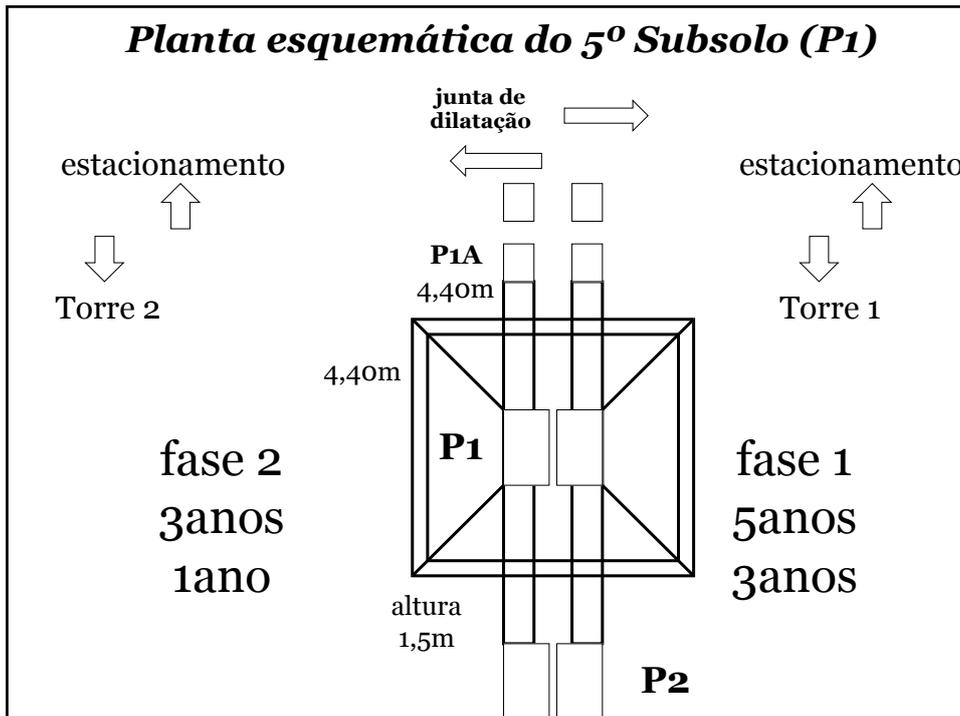
***Mx: 55tf.m***

***My: 8tf.m***

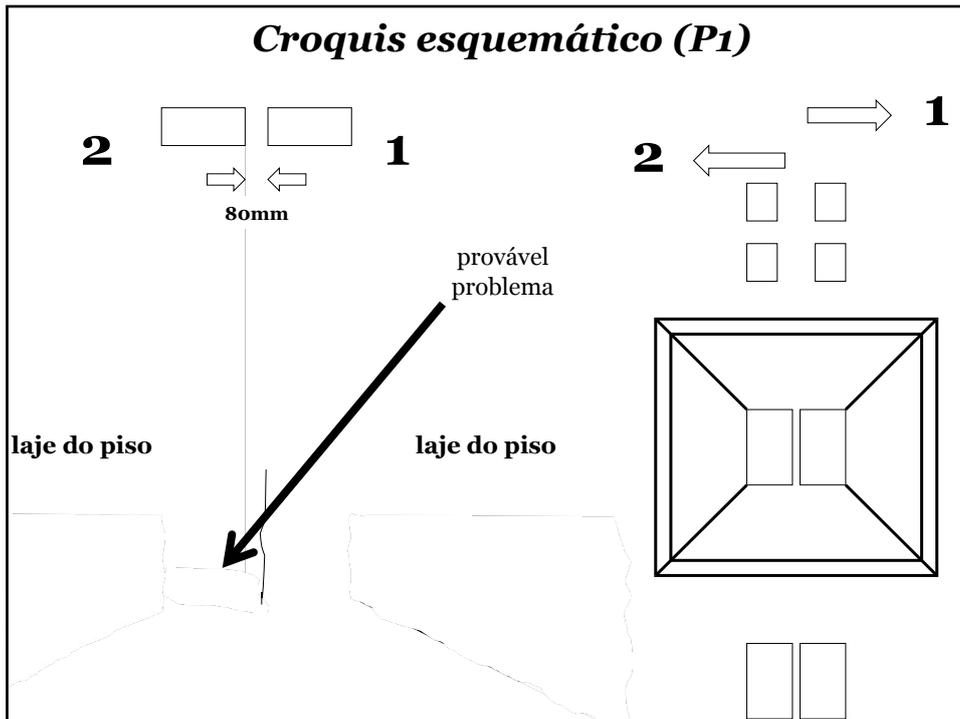
140



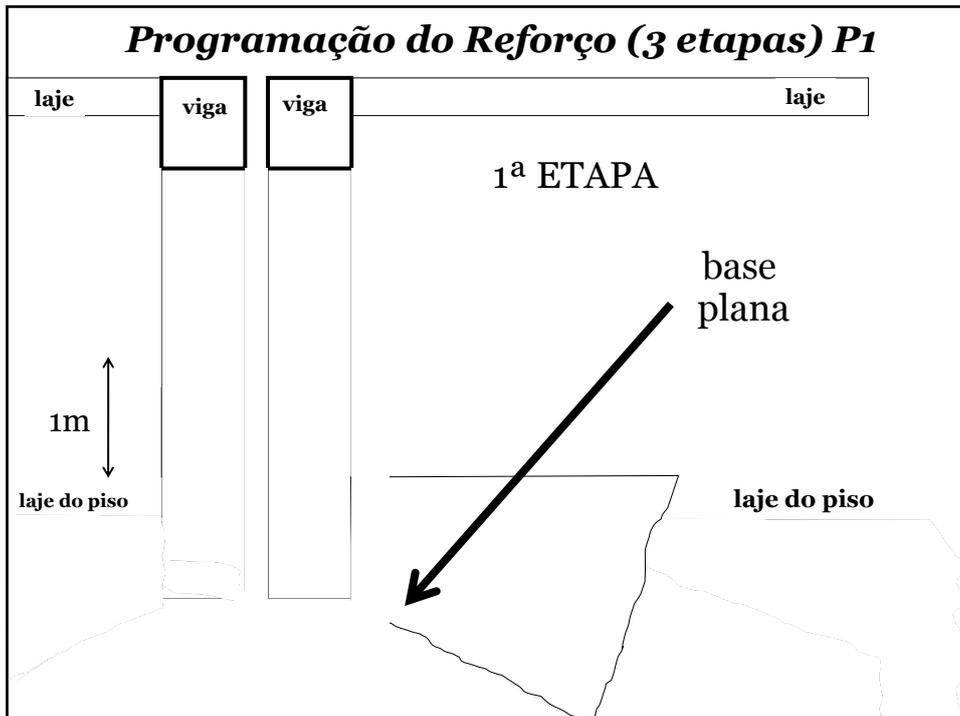
141



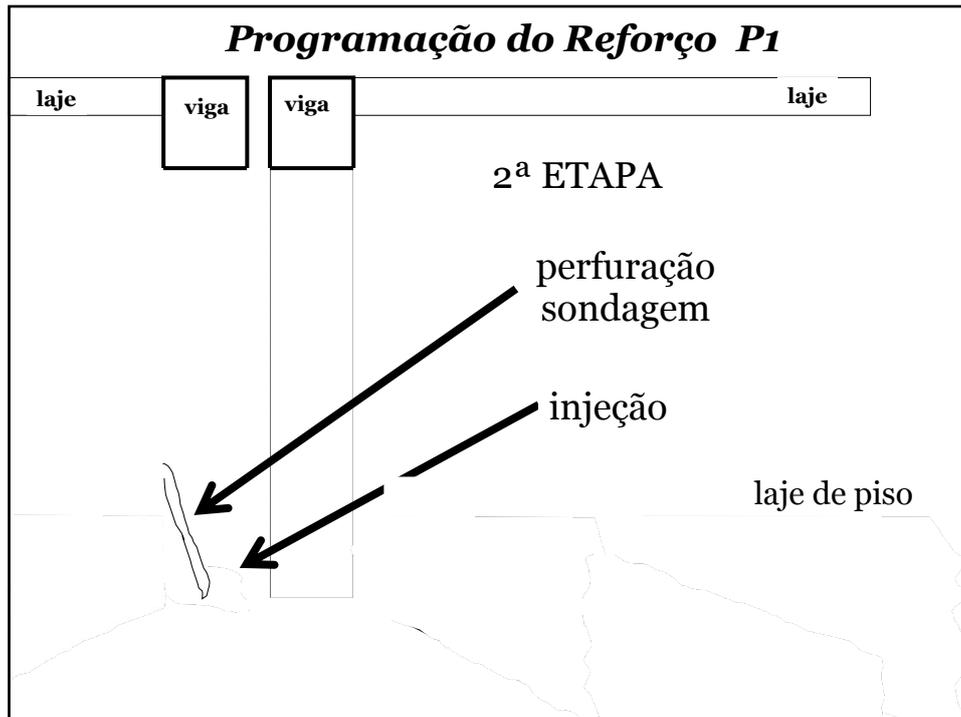
142



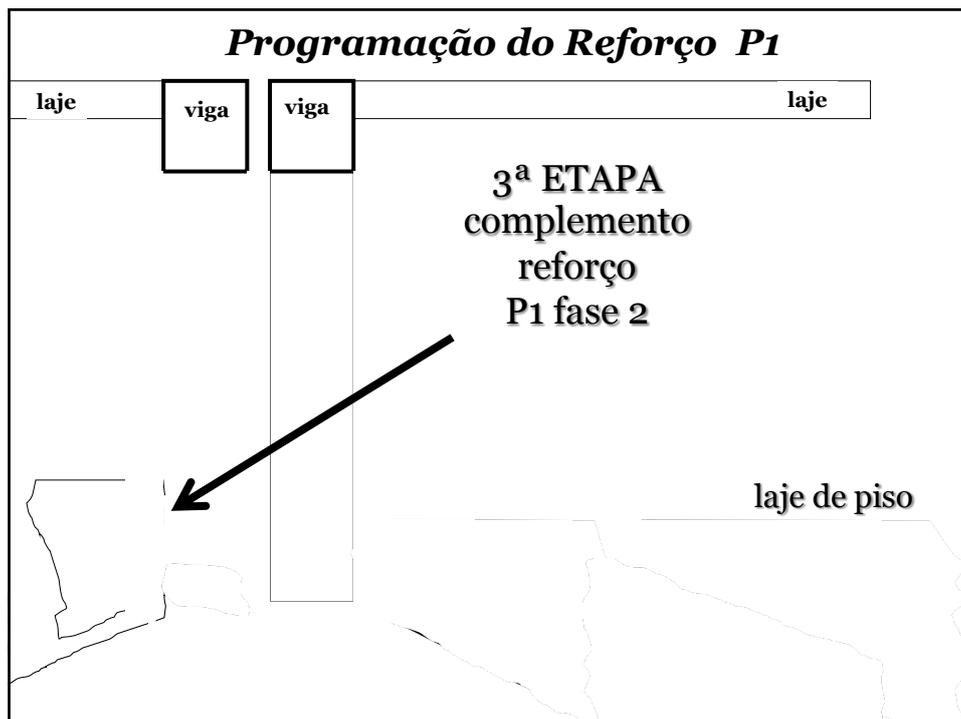
143



144



145



146

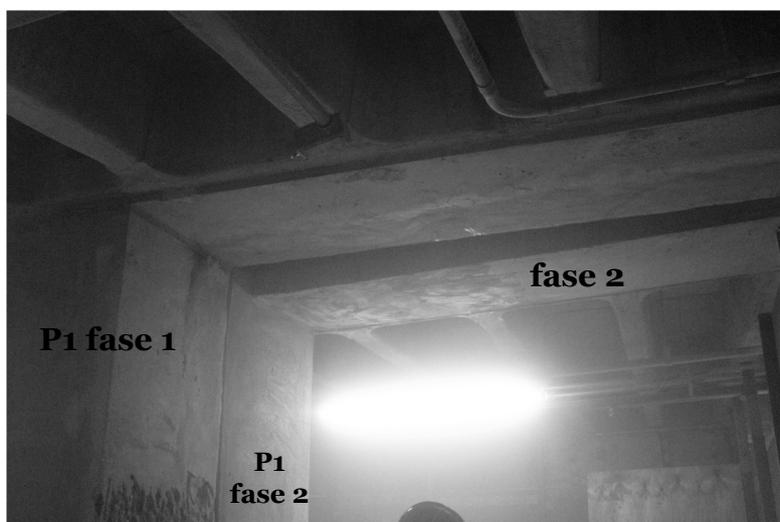
***Inspección / Evidencias***



**Desnivelamento**

147

***Inspección / Evidencias***



**Desnivelamento**

148

***Inspección / Evidencias***



**Fissuras em Vigas**

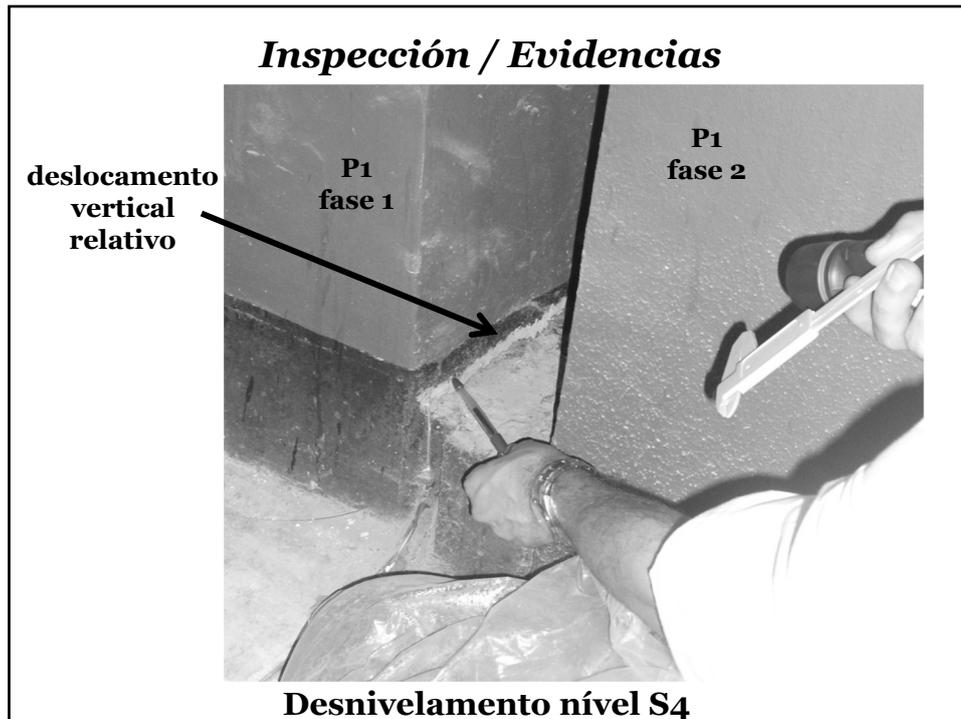
149

***Inspección / Evidencias***

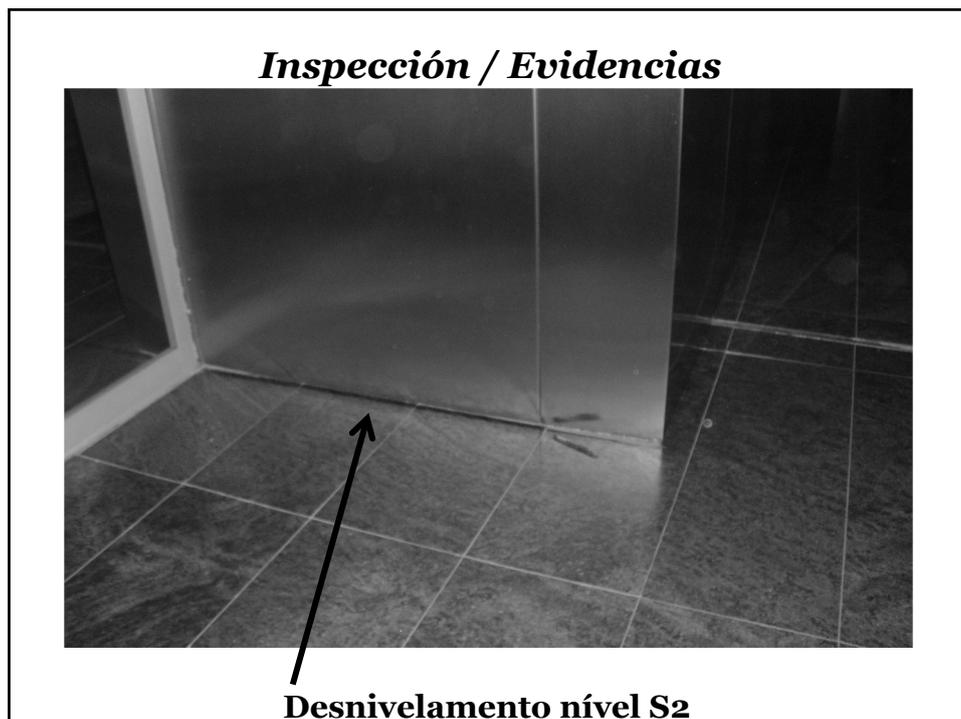


**Fissuras em Vigas**

150



151



152

***Inspección / Evidencias***



**Desnivelamento nível S3**

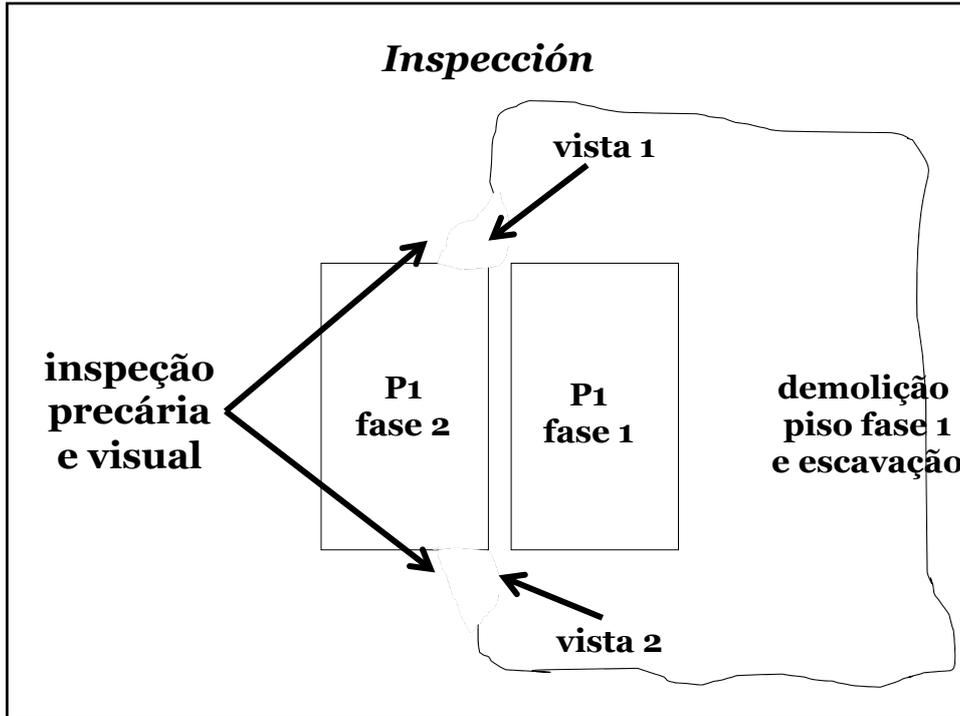
153

***Inspección / Evidencias***

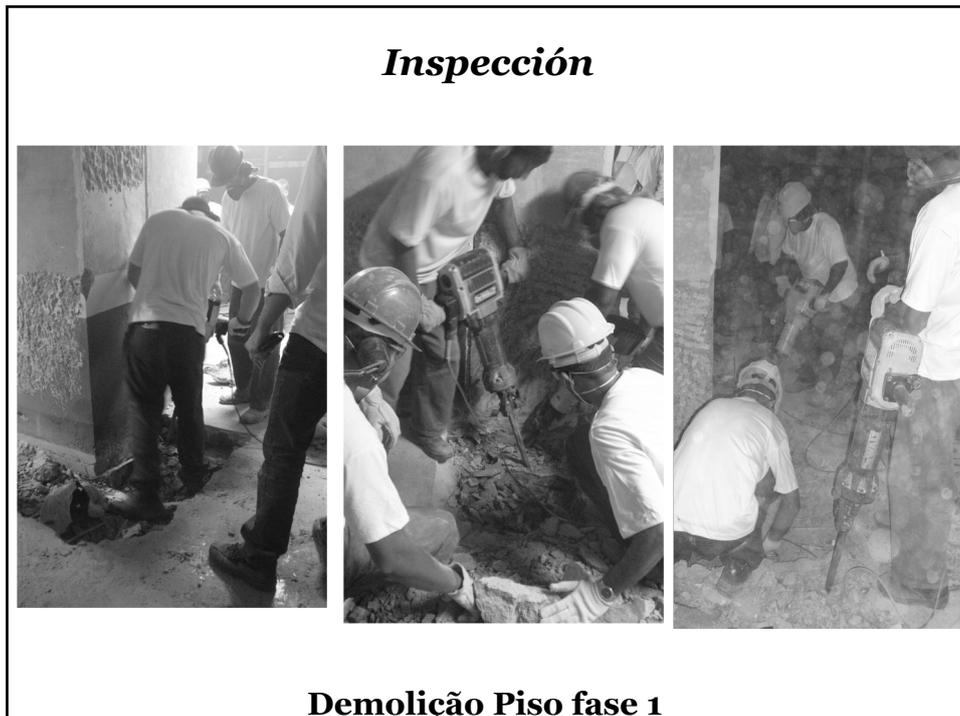


**Desnivelamento e fissuras em vigas**

154

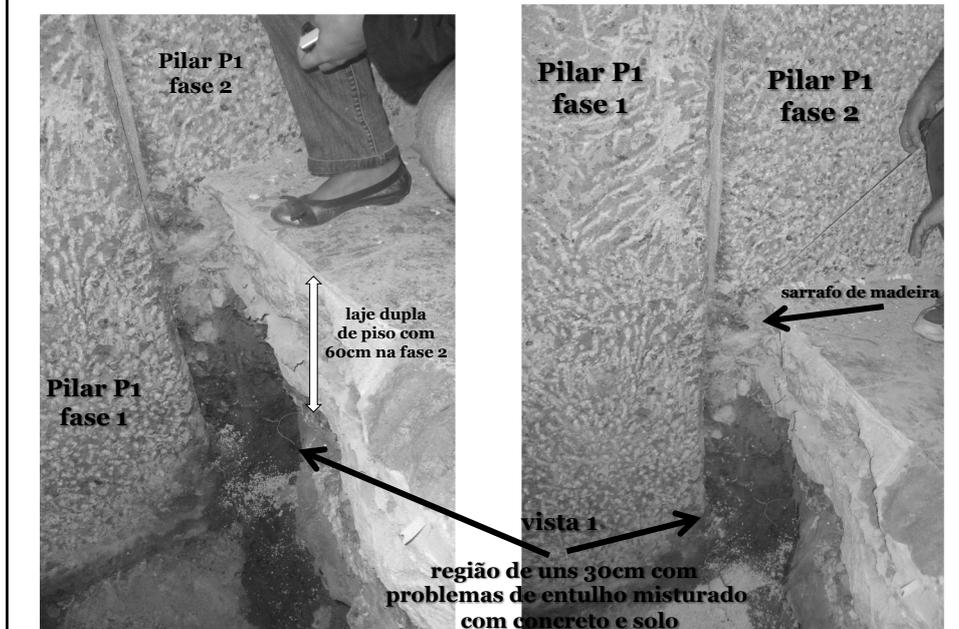


155



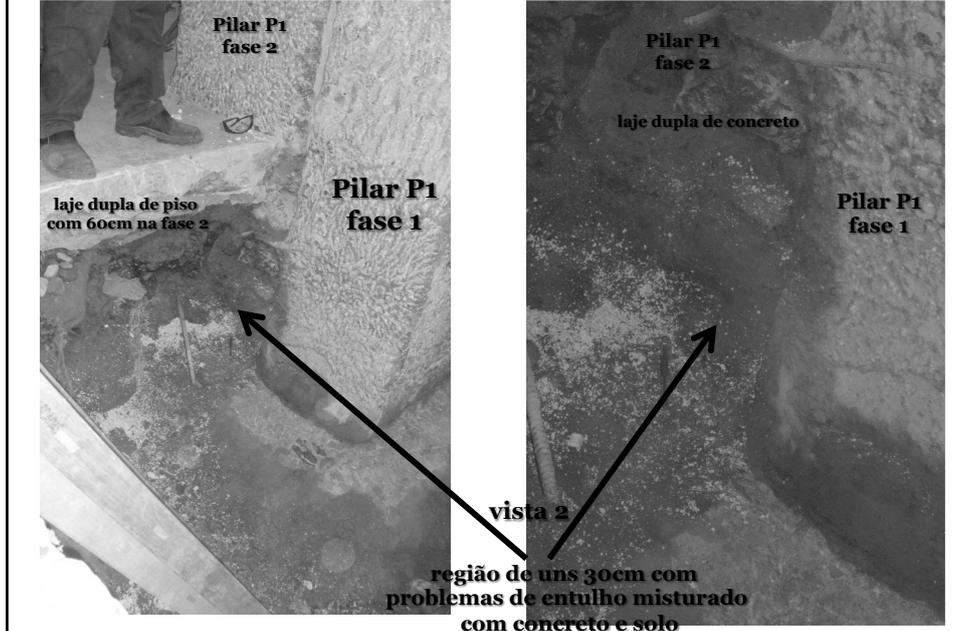
156

### *Inspección / Diagnóstico preliminar*



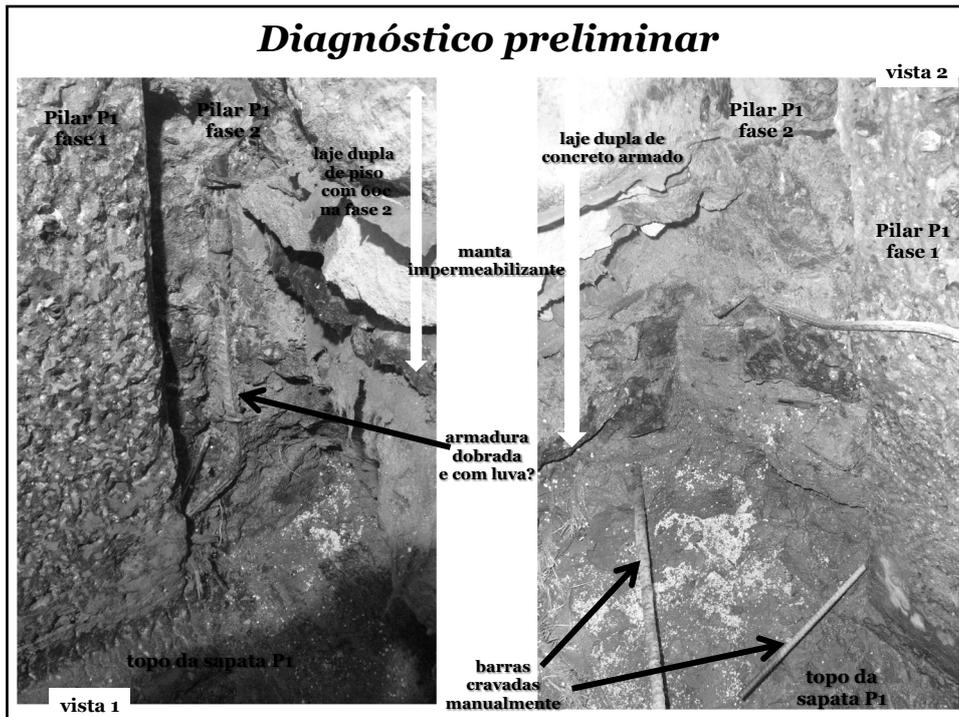
157

### *Inspección / Diagnóstico preliminar*



158

## Diagnóstico preliminar



159

## 4. Preparación del encofrado



160

## ***7. Remoción del encofrado***



161



162



163



164



165



166



167



168

## ***Pilar P1 acabado***



169

## ***Controles***

170

## ***Resistencia a la Compresión Axial***

<b><i>Pilar</i></b>	<b><i>Resistência a compressão axial - MPa</i></b>				
	<b><i>24h.</i></b>	<b><i>2dias</i></b>	<b><i>3dias</i></b>	<b><i>7dias</i></b>	<b><i>28dias</i></b>
<b><i>P4</i></b>	<b><i>57,3</i></b>	<b><i>59,9</i></b>	<b><i>61,2</i></b>	<b><i>68,2</i></b>	<b><i>73,6</i></b>
	<b><i>59,5</i></b>	<b><i>62,4</i></b>	<b><i>63,7</i></b>	<b><i>68,8</i></b>	<b><i>73,6</i></b>
	<b><i>-</i></b>	<b><i>51,3</i></b>	<b><i>51,5</i></b>	<b><i>54,9</i></b>	<b><i>77,1</i></b>
	<b><i>-</i></b>	<b><i>52,2</i></b>	<b><i>55,5</i></b>	<b><i>57,6</i></b>	<b><i>73,8</i></b>
<b><i>Piso</i></b>	<b><i>-</i></b>	<b><i>54,1</i></b>	<b><i>46,4</i></b>	<b><i>57,4</i></b>	<b><i>75,9</i></b>
	<b><i>-</i></b>	<b><i>55,2</i></b>	<b><i>48,3</i></b>	<b><i>56,4</i></b>	<b><i>74,3</i></b>

171

***Hipótesis probables...***

172

## *Hipótesis probables...*



173

**Edificio Habitacional**  
**armadura de**  
**pilares**  
*obra nueva*

174



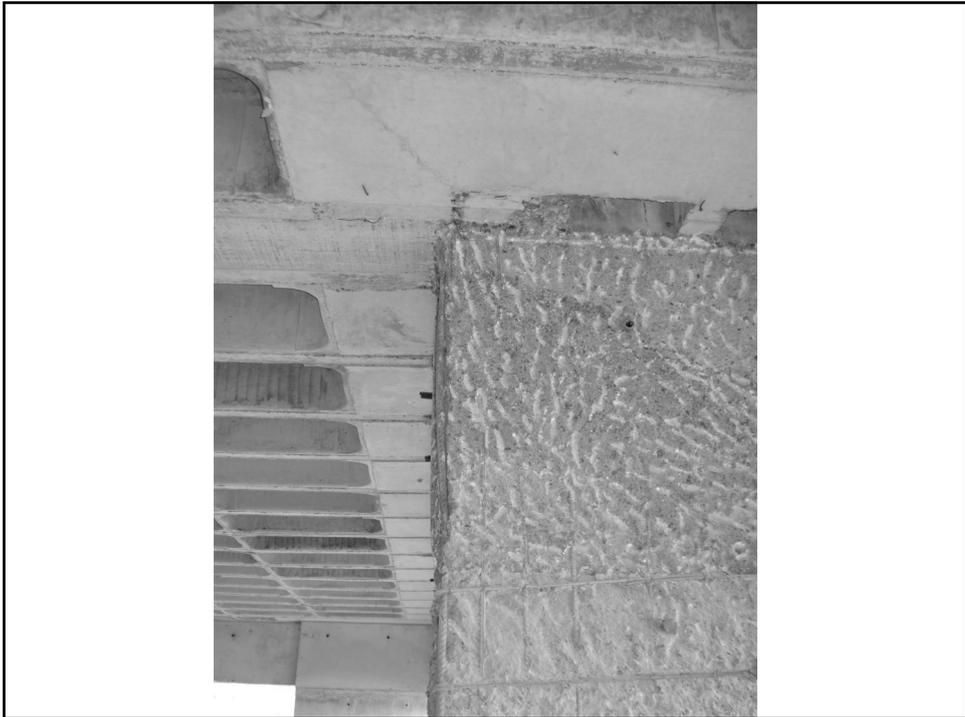
175



176



177



178



179

¿Cuál es el  
papel del  
constructor?

180

- ✓ Realizar un Proyecto
- ✓ Compatibilizar sueños (proyectos)
- ✓ Realizar expectativas
- ✓ Liderar operários (dar o exemplo, saber fazer, dar importância ao que eles fazem)
- ✓ No es gerenciar, nem projetar!

181

terceirizar un  
serviço ≠  
terceirizar  
responsabilidad

182

# outro caso desastroso!

183

LEVANTAMENTO DE CAMPO DAS ARMADURAS PILARES				
PILAR	DIMENSÃO PILAR NO SUBSOLO (cm)	FERRO LONGITUDINAL EXECUTADO (QUANT./mm)	FERRO LONGITUDINAL PROJETADO (QUANT./mm)	diferença
01	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	<b>+12 %</b>
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	<b>- 16 %</b>
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	<b>- 4 %</b>
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	<b>- 33 %</b>
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	<b>- 19 %</b>
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	<b>+12 %</b>
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	<b>-----</b>
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+ 56 %</b>
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	<b>- 10 %</b>

184

Registrado em 06 de abril de 2011.  
Livro: 010/ENG.

				<b>diferença</b>
<b>10</b>	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	<b>- 39 %</b>
<b>11</b>	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+5 %</b>
<b>12</b>	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
<b>13</b>	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	<b>+8 %</b>
<b>14</b>	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+0,5 %</b>
<b>15</b>	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
<b>16</b>	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
<b>17</b>	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
<b>18</b>	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+0,5 %</b>
<b>19</b>	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	<b>+2 %</b>
<b>20</b>	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+56 %</b>
<b>21</b>	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	<b>- 37 %</b>
<b>22</b>	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	<b>- 10 %</b>
<b>23</b>	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	<b>- 30 %</b>
<b>24</b>	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	<b>- 21 %</b>
<b>25</b>	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	<b>- 22 %</b>

Obs: Foi constatado que todos os estribos possuíam bitolas de 4.2mm com espaçamento entre eles de 15cm exceto o pilar P15 que possui estribos de 6.3mm e espaçamento igual aos demais.

185



186

# Edifício Real Class



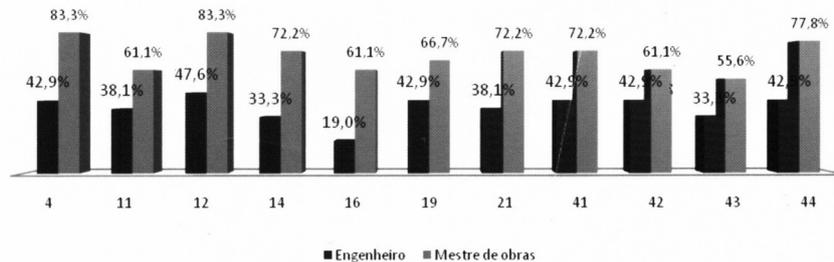
**Belém do Pará**

**34 pisos**

**105m 20.01.2011 35MPa**

187

Figura 3 – Desvios de função



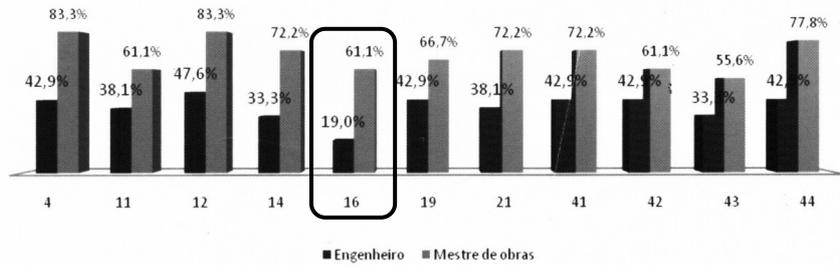
### DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar sequência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
- 21. Definir os espaçamentos das escoras.
- 41. Solicitar compras de materiais.
- 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
- 43. Conhecer a frequência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

188

Figura 3 – Desvios de função



**DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS**

- 4. Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
- 11. Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
- 12. Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
- 14. Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
- 16. Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pre-determinados.
- 19. Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
  - 21. Definir os espaçamentos das escoras.
  - 41. Solicitar compras de materiais.
  - 42. Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
  - 43. Conhecer a freqüência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
- 44. Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

189

## Edificio Habitacional

# hormigonado de pilares *obra nueva*

190



191



192



193



194



195

### **Reparo Estrutural !?**



Todo reparo estrutural deve ser realizado com argamassa, graute ou concreto com resistência bem superior à da peça. No mínimo igual.

196

## Reparo Estrutural !?

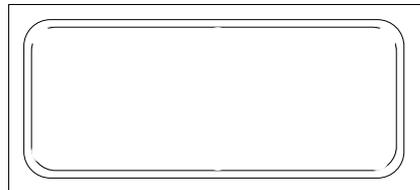


Todo reparo estrutural deve ser realizado com argamassa, graute ou concreto com resistência bem superior à da peça. No mínimo igual.

197

80cm

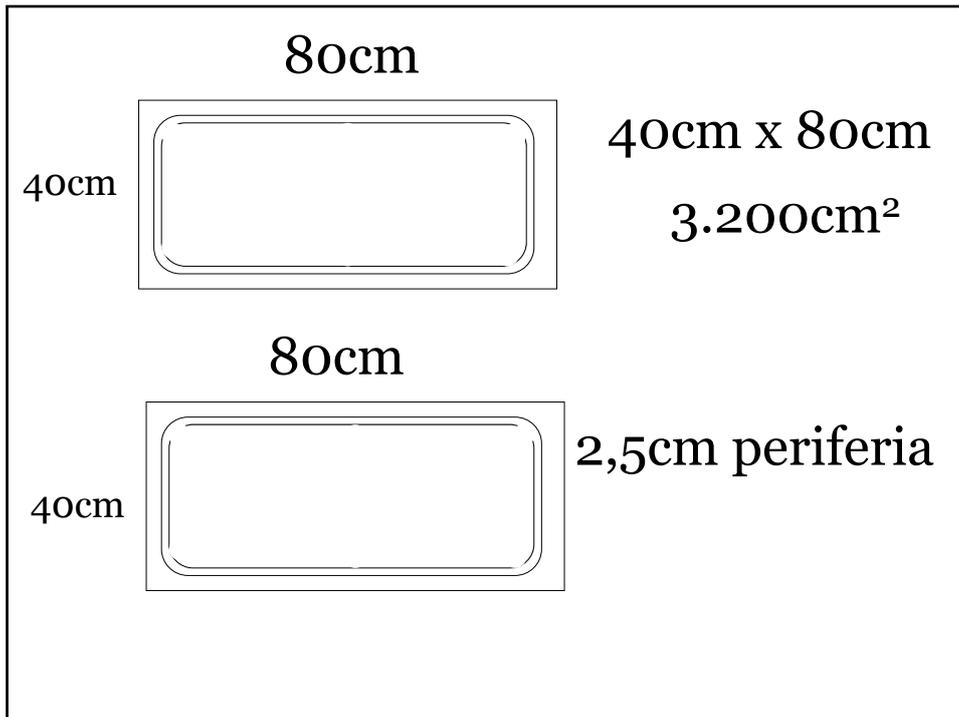
40cm



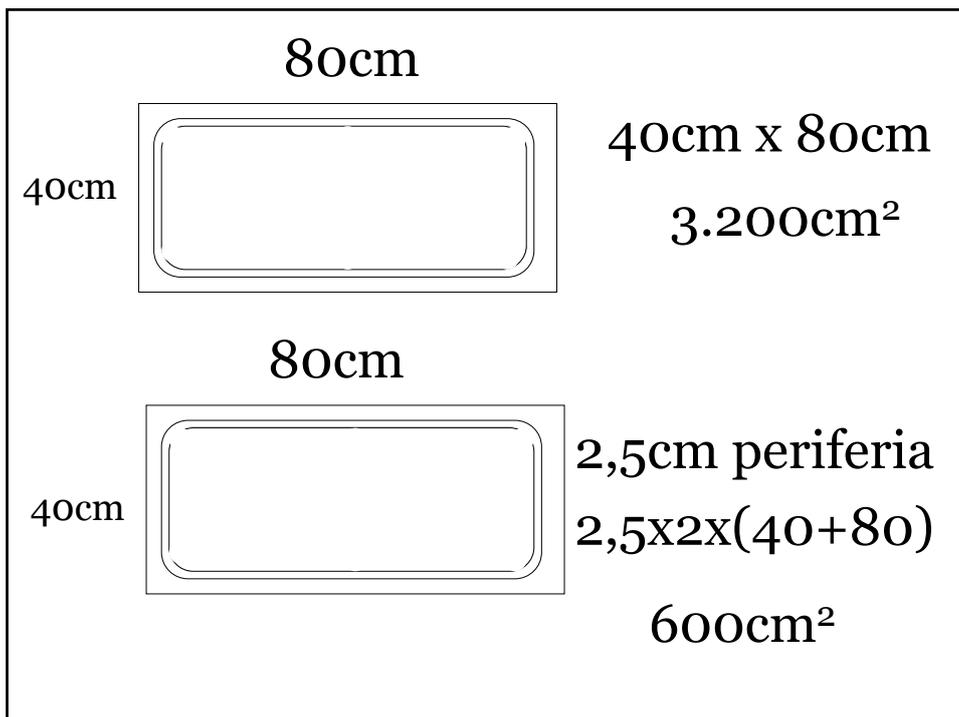
40cm x 80cm

$3.200\text{cm}^2$

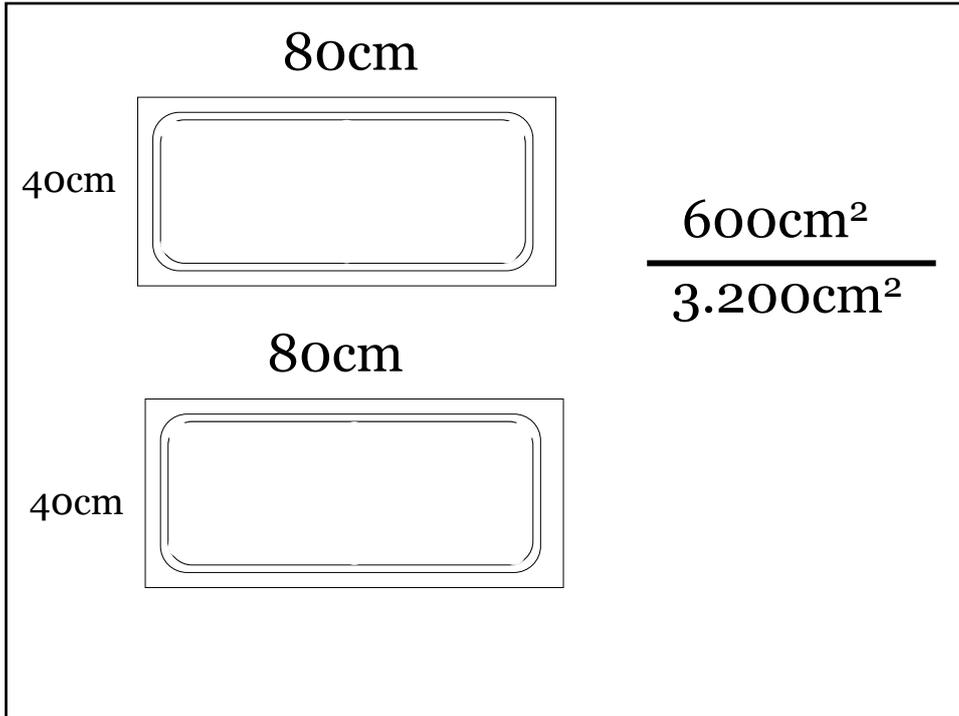
198



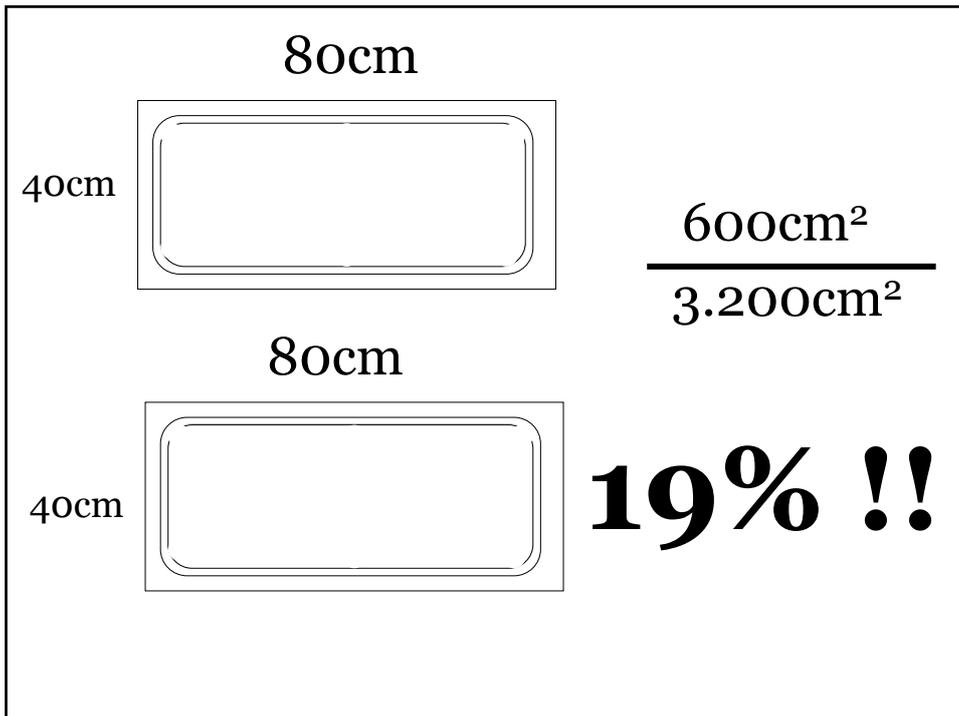
199



200



201



202

## **CONSTRUTOR**

precisa ter consciência  
de que a consequência  
de seus atos pode levar  
anos para aparecer!

203

## **Edifício Areia Branca**

Recife, Pernambuco  
14 de outubro de 2004  
jueves por la noche  
1977 → 1979  
25 años  
12 pisos + planta baja + 1 garagem

204



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

205



206



Escombros - mañana seguinte del desabamento

207



208



Edifícios Vizinhos

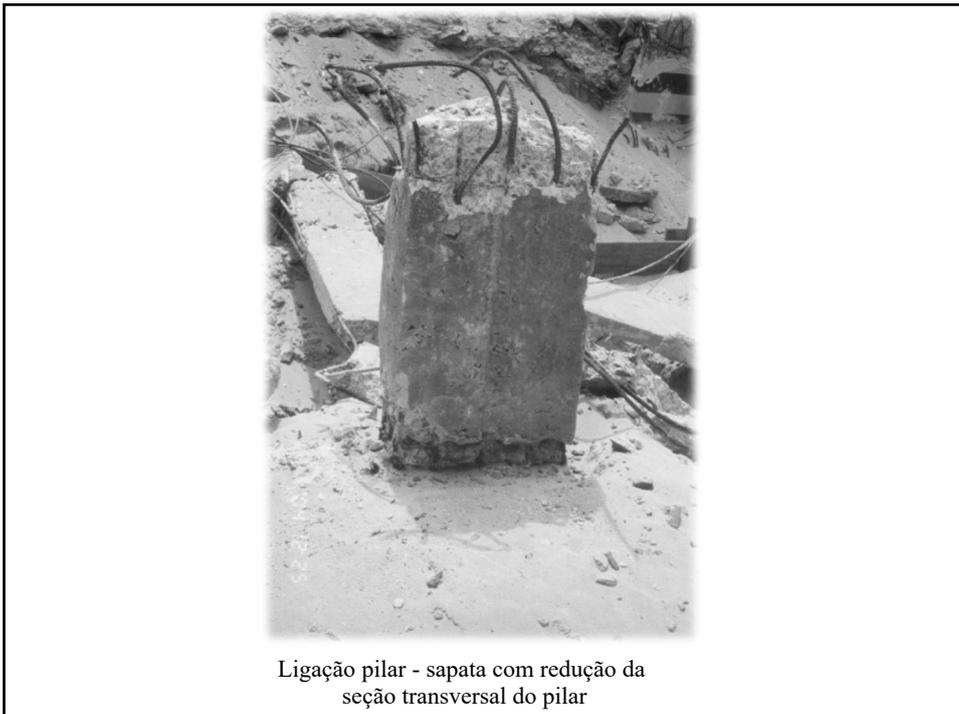
209



210



211

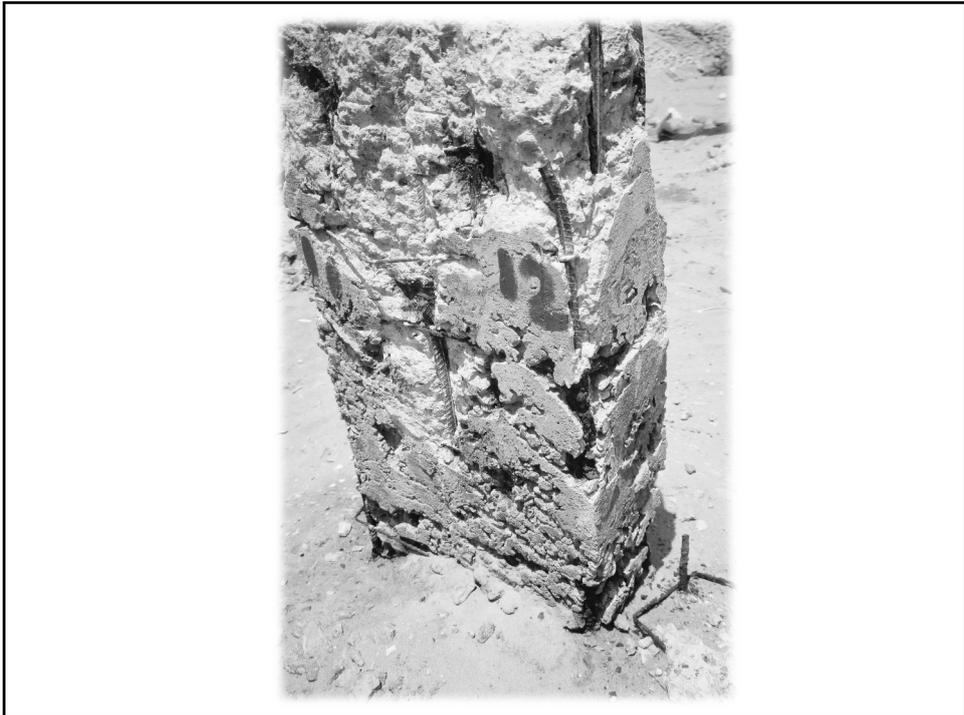


Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

212



213



214



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

215



> 20cm!!!

216

## **CONSTRUTOR**

tienen que ser  
conscientes de que las  
consecuencias de sus  
acciones pueden ser  
desastrosas y costosa!

217

## **Edificio Emblemático**

Alphaville, São Paulo

50MPa

35 pisos

Comercial

Falla de hormigonado

218



219



220



221



222



223



224



225



226



227

## **CONSTRUTOR**

No entiende → PREGUNTA

No ve el detalle → COBRA

Debe estudiar los proyectos y  
anticiparse a los problemas!

228

## **CONSTRUTOR**

**Tiene la obligación de  
hacer una síntesis de los  
conocimientos de la obra !**

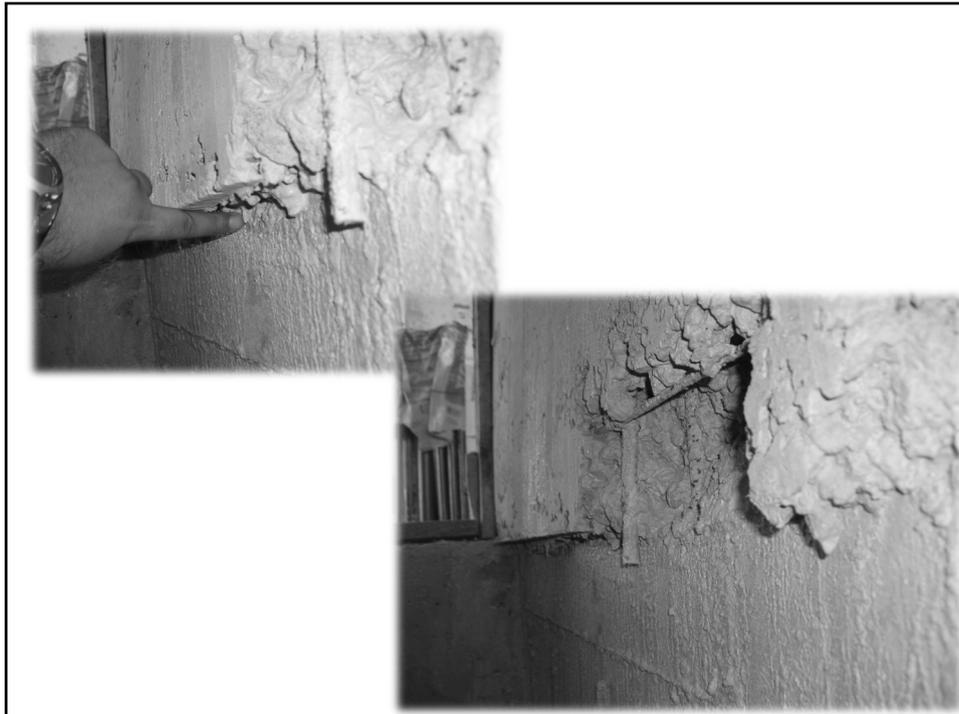
229



**90mm  
desaprumo**



230



231

Anais do 53º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2011  
Novembro / 2011

© 2011 - IBRACON - ISSN 2175-8182

## Estudo Experimental e Numérico de Pilares de Concreto Armado Submetidos a Flexo-compressão Normal

Carlos Eduardo Luna de Melo (1);  
Galileu Silva Santos (2);  
Yosiaki Nagato (3);  
Guilherme Sales Soares de A. Melo (4)

(1) Professor, Departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, email: carlosluna@unb.br  
(2) Doutorando em Estruturas, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: galileueng@yahoo.com.br  
(3) Professor, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: nagato@unb.br  
(4) Professor, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: melog@unb.br

**2.2. Sistema de Ensaio**

O esquema de vinculação utilizado no ensaio foi a de um pilar bi-articulado com excentricidades idênticas em suas extremidades na direção de menor inércia da seção transversal, com aplicação de carga incremental até a ruptura. A carga excêntrica foi aplicada com o auxílio de um atuador hidráulico de 2000 kN de capacidade, atuado por uma bomba elétrica, e as cargas foram medidas com o auxílio de uma célula de carga com capacidade também de 2000 kN.

Foram realizados passos de carga de 20 kN até haver uma decompressão da fibra menos comprimida ou quando o concreto estivesse próximo a uma deformação específica de 2‰, aplicando-se então passos de carga de 10 kN para um melhor entendimento do fenômeno até o momento da ruptura. A Figura 2 mostra um esquema do posicionamento do pilar na estrutura de reação durante a realização do ensaio.

Os ensaios foram realizados no laboratório de Estruturas da Universidade de Brasília – UnB.

- I – Célula de carga
- II – Atuador Hidráulico
- III – Aparelho de apoio
- IV - Bloco de concreto
- V – Laje de reação
- Dn - defletômetros

Figura 2 – Pilar posicionado no pórtico de reação com a instrumentação

ANAIS DO 53º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2011 – 53CBC 4

232

grande excentricidade, com esmagamento do concreto e escoamento da armadura. Foi verificado para todos os pilares que a ruína dos mesmos aconteceu após a ruptura do concreto na face mais comprimida. Nos pilares com maior excentricidade da força, a armadura junto à face T chegou a escoar antes do esmagamento do concreto.

Tabela 2 - Carga, deslocamentos e deformações últimas e modos de ruptura

Modelos	$e_{\text{inicial}}$ (mm)	$F_{u,exp}$ (kN)	$D6_{,max}$ (mm)	$\epsilon_c$ (‰)	$\epsilon_s$ (‰)	Modo de Ruína
PFN 00-2.5	0	1078,2	4,87	-2,20	-1,60	Ruína frágil com esmagamento do concreto. (Domínio 5)
PFN 15-2.5	15	670,4	14,72	-2,15	-0,20	
PFN 24-2.5	24	360,8	14,60	-1,60	0,18	Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto, sem escoamento da armadura. (Domínio 4, 4a)
PFN 30-2.5	30	336,0	72,59	-1,60	0,75	
PFN 40-2.5	40	246,0	27,49	-1,90	1,85	Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto e escoamento da armadura. (Domínio 3)
PFN 50-2.5	50	201,2	43,60	-2,70	3,00	
PFN 60-2.5	60	164,8	39,71	-3,00	1,30	

### 3.2. Deformações específicas das armaduras

A convenção adotada para o sinal das deformações foi de negativa para compressão e positiva para tração. A Figura 4, à seguir, mostra a média das deformações aferidas ao longo dos ensaios, nas armaduras próximas às faces comprimidas (C) e tracionadas ou menos comprimidas (T).

Para os pilares com pequena excentricidade. PFN 00–2.5 e PFN 15–2.5. percebe-se que

233

**¿Cuál es la  
MISIÓN del  
Construtor?**

234

## **¿Cuál es la MISIÓN del Construtor?**

- ✓ Sin duda, el más noble
- ✓ Sin duda la más importante
- ✓ Sin duda la más difícil
- ✓ Sin duda la mais cara
- ✓ Sin duda, la mayor responsabilidad

235

**La estructura es de aproximadamente 30% del coste total de la obra y 100% de su SEGURIDAD!**

236

**Compromiso!**

**Do your best!**

237



238