

2014
**ALCONPAT
&
COPAINGE**
TERCER CONGRESO

8, 9, 10 y 11 / SETIEMBRE / 2014
Centro Paraguayo de Ingenieros
España 959 c/ Washington

ENFOQUE
Patología y Control de Calidad en la Construcción
Actualización en Ingeniería Geotécnica

Aprendiendo con los Accidentes y Errores en las Estructuras de Hormigón



Paulo Helene

Consejero IBRACON
Director PhD Engenharia
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.

Centro Paraguayo de Ingenieros

08 de Septiembre de 2014

Asunción/Paraguay

1

Edifício em Construção

Luis Alves/SC

Acidente:

03/09/2014

mañana de jueves

2



3



4

Ponte Rio-Niterói

Prova de carga tubulão

Rio de Janeiro/RJ
Acidente: 24/03/1970,
tarde de terça-feira

Construção: 1968 → 1974
Em construção

5

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

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 enchidos de água do mar, pesando 2 mil toneladas. A plataforma não resistiu e afundou, matando oito pessoas, três delas engenheiros.



Num teste de carga, feito 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

6

PLATAFORMA DESABA E MATA OITO NA PONTE RIO- NITERÓI

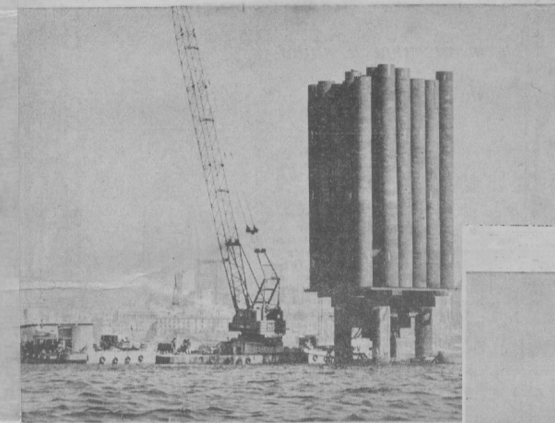
Um acidente provocado ontem à tarde, pelo desmoronamento de uma plataforma com 34 tubulões de 22 metros de altura, pesando duas mil toneladas, matou três engenheiros e cinco operários que trabalhavam na construção da Ponte Rio—Niterói, e interrompeu um teste de carga que vinha sendo realizado por técnicos 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>

7

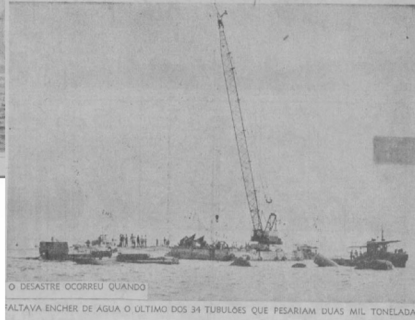
O GLOBO ☆ 25-3-70 ☆ Página 10

Como era



A MONTAGEM DA PLATAFORMA COMEÇOU NA SEXTA-FEIRA.

Como ficou



O DESASTRE OCORRUI QUANDO
ALTAVA ENCHER DE AGUA O ÚLTIMO DOS 34 TUBULOS QUE PESARIAM DUAS MIL TONELADAS

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

8

Pavilhão da Gameleira

Belo Horizonte/BH
Acidente: 04/02/1971,
manhã de quinta-feira

Construção: 1969 → 1971
Em construção

9



240m por 31m
Vigas 9,8m de altura
apoiadas em 5 pilares
Desabou na hora do almoço

10

Predio cai, mata 20 e fere 60



Pensavam que Antonio Flores fosse um mendigo. Ele fez um "strip-tease" e mostrou as pesetas.

Velhinho assusta o Rio com seu "strip"

Um avô magro e baixo, "strip-tease", quase ao império ontem de desembarcar o rio, quando as senhoras as-

Uma laje de 100 mil quilos ocupando área de 180 metros quadrados desabou ontem num prédio em construção de av. Amazonas, 6261, em Belo Horizonte, destinada às exposições industriais no Parque da Gammeleira, projetado por Oscar Niemeyer, soterrando os operários que ali se encontravam desancando na hora do almoço.

Até ontem à noite, informações telefônicas recebidas de Belo Horizonte davam conta de que pelo menos 20 operários morreram e 60 ficaram feridos, sendo que 40 em estado grave.

Somente em cinco dias poderão ser dados os números exatos de mortos e feridos. Os operários permanecem soterrados em meio aos escombros. As equipes de socorro continuam os trabalhos de salvamento. O espetáculo é trágico. Até ontem à noite, homens ainda vivos, com membros fraturados, permaneciam presos entre o material. Somente com a remoção total poderá se calcular a extensão dos prejuízos e vítimas. Inesperadamente, a armagem não suportou o peso da laje e veio abaixo. Uma explosão muito forte aconteceu à queda, elevando em alguns metros a onda de poeira que logo encobriu tudo. Não se sabe quantos foram mortos e feridos. Estavam no local apenas 200

da, foram mobilizados todos os recursos e setores, tanto policial como de voluntários. Guardas do Corpo de Bombeiros, da Polícia Militar e Civil, guardas de trânsito, médicos, enfermeiros de hospitais particulares e do Pronto Socorro se dirigiram imediatamente para o local com equipes preparadas para atuar em transferências de sangue, fazer cirurgias e aplicar dispositivos de oxigênio e de salvavidas.

Além do governador do Estado, secretários e auxiliares permaneceram durante grande parte da tarde orientando diretamente os trabalhos de salvamento. O comandante da Polícia Militar, do Corpo de Bombeiros, chefes de Departamento, inúmeros médicos, estavam presentes. Imediatamente, as equipes de socorro foram removendo os feridos e os mortos. Hospitais, particularmente, inclusive o Barão Kubitschek, que se localiza nas imediações, ofereceram suas dependências e socorro. Pouco depois da ocorrência devido ao grande número de vítimas, os hospitais já se encontram lotados.

Grande era a dificuldade que as equipes de socorro encontravam na identificação das vítimas. Até o fim da tarde não era oficial as relações que muitos emissoras de rádio divulgavam. A Petróbrás colocou todo, os seus operários à disposição para auxílio. Vários engenheiros que se encontram no local, inclusive os respon-

sáveis pela construção, alertaram os policiais e bombeiros que ainda está de pé poderá cair a qualquer momento e pediram que fossem acelerados os trabalhos de remoção dos escombros para evitar dos soterrados com a queda de outras paredes de concreto.

O prédio seria destinado às exposições industriais, pertencente ao parque da Gammeleira, do Departamento de Produção Animal do governo de Minas. Sua forma é retangular, sendo que a parte de maior extensão é paralela à av. Amazonas, da qual está distante a 300 metros de nível do asfalto. A obra é caracterizada dentro do estilo de Niemeyer, que a projetou, sendo constituída de grandes extensões de laje com intervalos distantes de sustentação. O edifício terá três andares, mas até o momento só se havia construído o primeiro pavimento. Foi exatamente a sua cobertura de laje desse primeiro andar que ruíu.

Jornalistas e autoridades presentes observaram fato curioso e ao mesmo tempo estranho que se verificou pouco depois do desabamento da laje. A placa, que sempre é colocada nas construções, indicando a responsabilidade da obra, não foi encontrada. Teria desaparecido sob os escombros ou retirada estrategicamente para evitar publicidade de nomes dos responsáveis pela obra. Os engenheiros e chefe de serviço não haviam até

o fim da tarde de serem alçados às autoridades pelas autoridades que dizem ouvir os no inquérito mandado ser aberto pelo secretário de Segurança Pública, coronel Edmundo Adolfo Marquês, que está supervisionando todo o trabalho policial.

Explosão em Niterói

Bombas e estilhaços de uma pedreira danificaram ontem 4 casas - provaram ferimentos graves num morador do centro de Niterói, durante uma explosão que deixou a cidade em pânico por algumas horas. A única vítima Zéilton Batista, está internado em estado grave no hospital universitário Antônio Pedro.

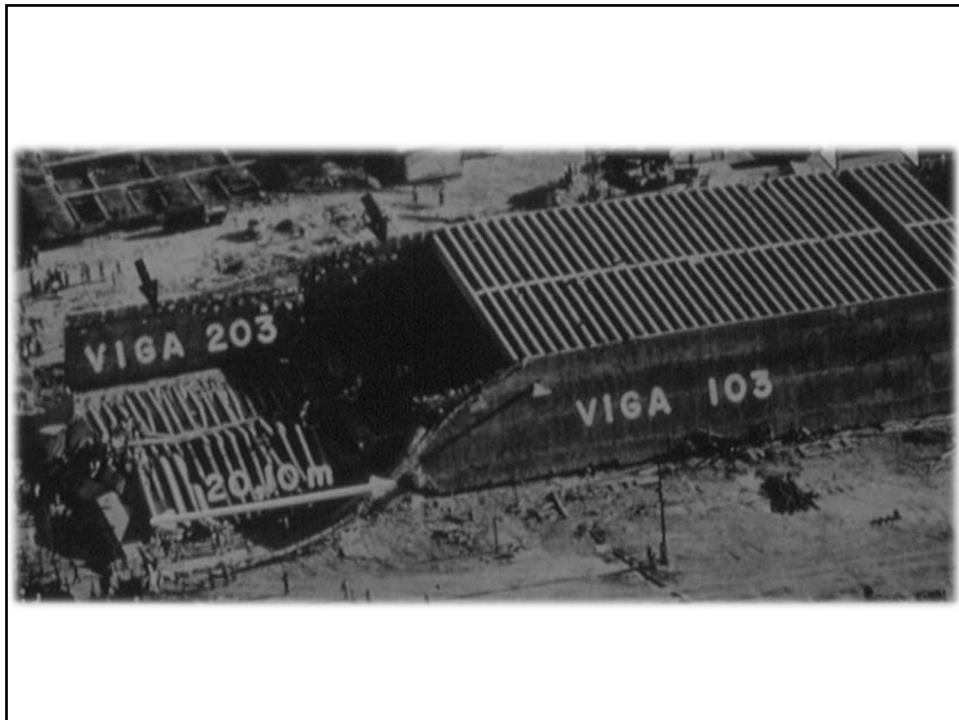
As casas atingidas foram a da rua Marques do Paraná, 165 - 325, rua Andrade Pinto, 25 e da rua Irupuiçu, 85, que foram arrasadas, não tendo tido havido uma fragmentação porque as estruturas vazias.

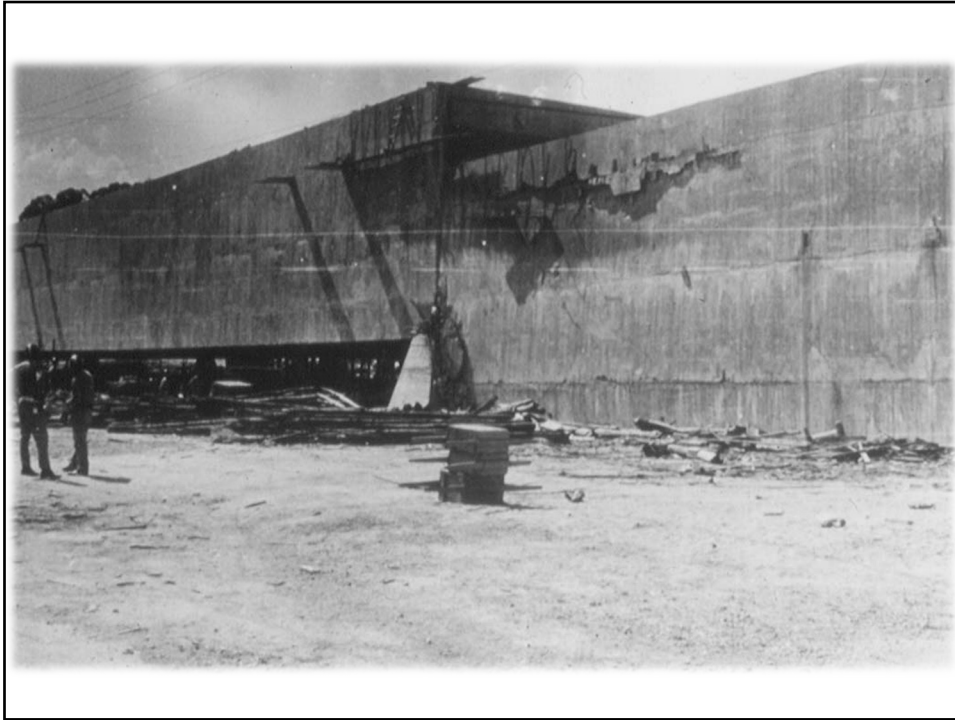
O responsável pela firma que explora a pedreira, Cláudio de Oliveira, após na ocorrência de explosões de DOPS, criticando na oportunidade ter havido erro técnico (excesso de pólvora) na explosão.

Em Guarulhos

O temporal que desabou, ontem em Guarulhos destruiu numerosas residências do conjunto habitacional Haroldo Veloso. Registraram-se também alguns desabamentos. Os moradores solicitaram providências à COHAB para a segurança das casas, pois é a segunda vez que isso ocorre em meio de 60 dias.

<http://acervo.folha.com.br/fsp/1971/02/05/2/>

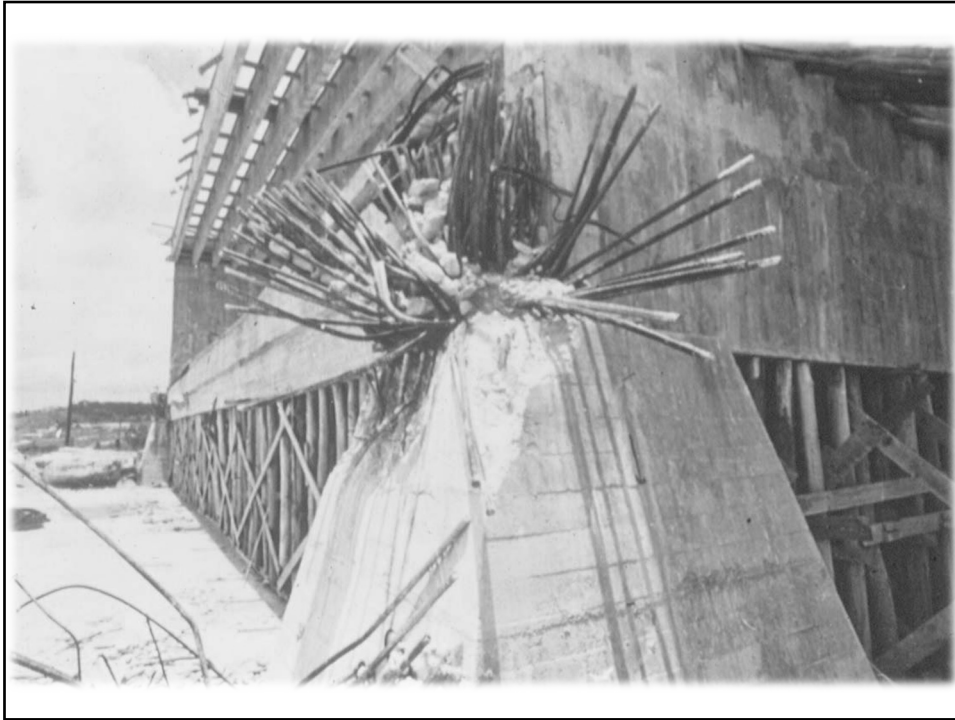




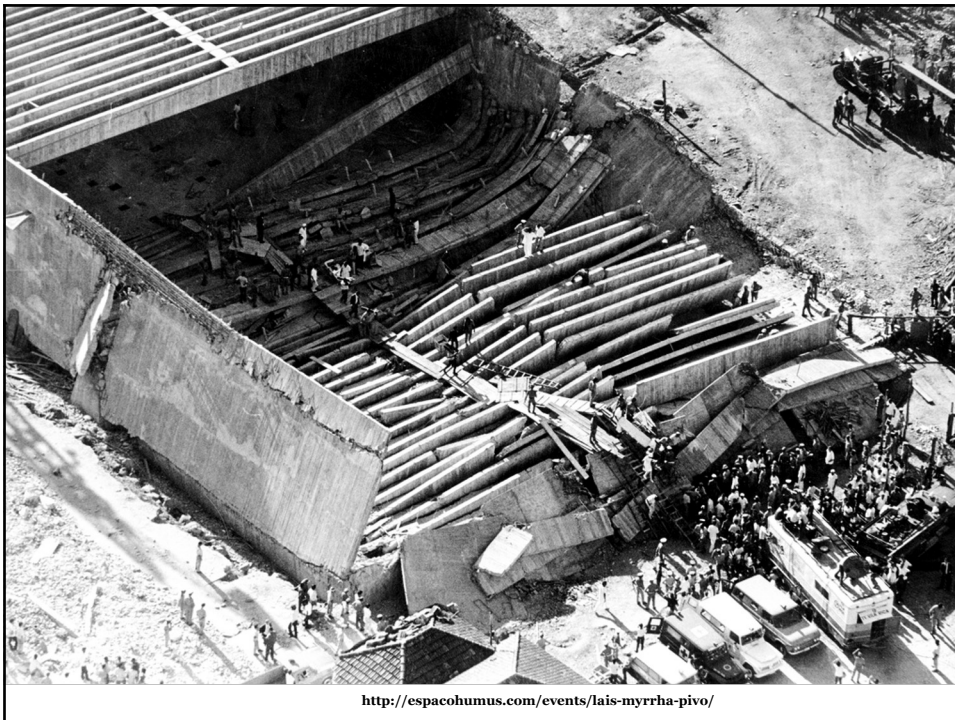
13



14

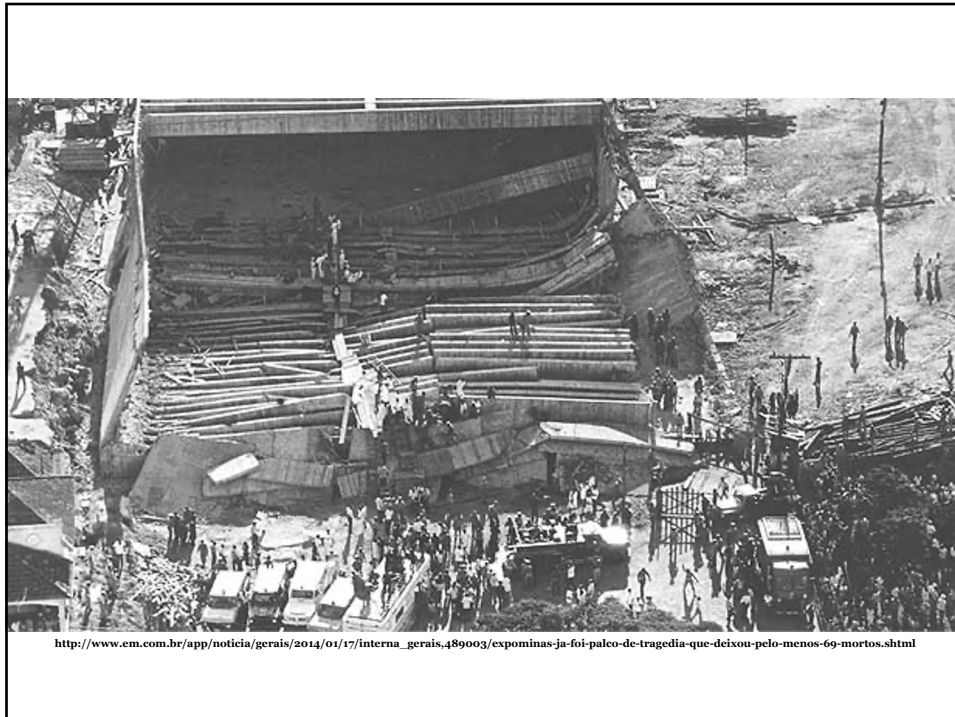


15



<http://espacohumus.com/events/lais-myrrha-pivo/>

16



17

Elevado Paulo de Frontin

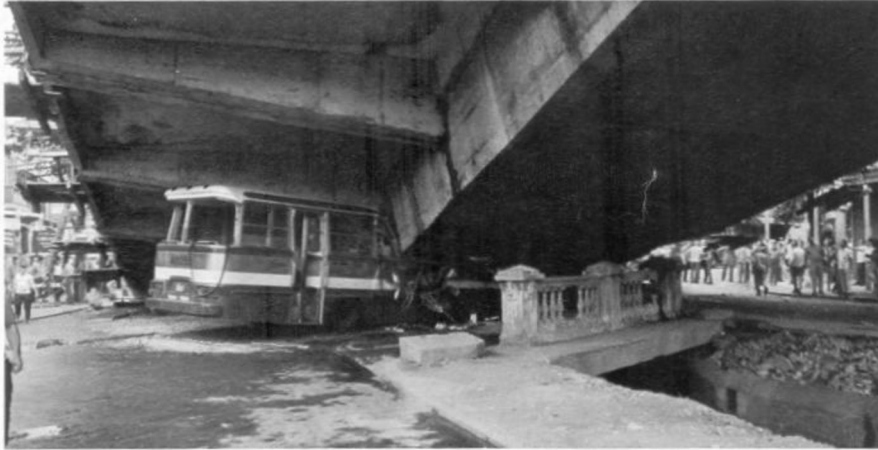
Rio de Janeiro/RJ
Acidente: 20/11/1971

Construção: 1969 → 1974
Em construção

18

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

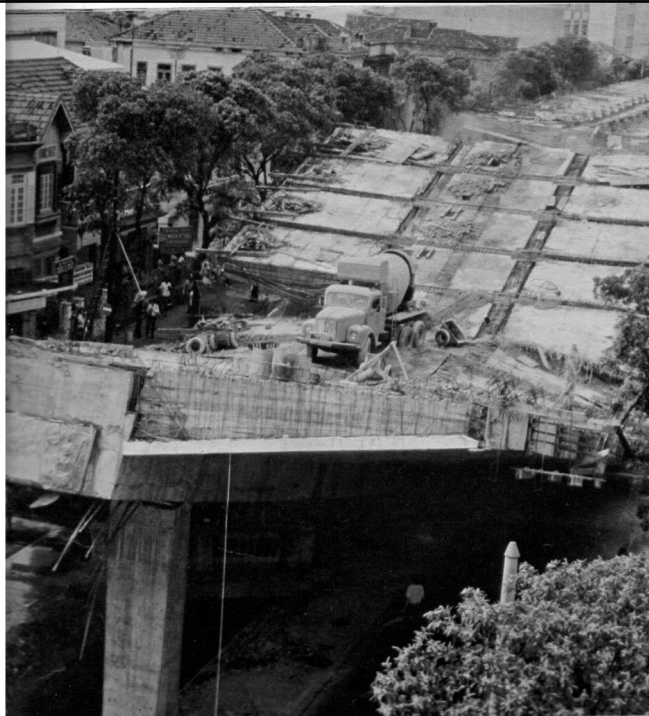
http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/00oelevado/manchete_03.jpg



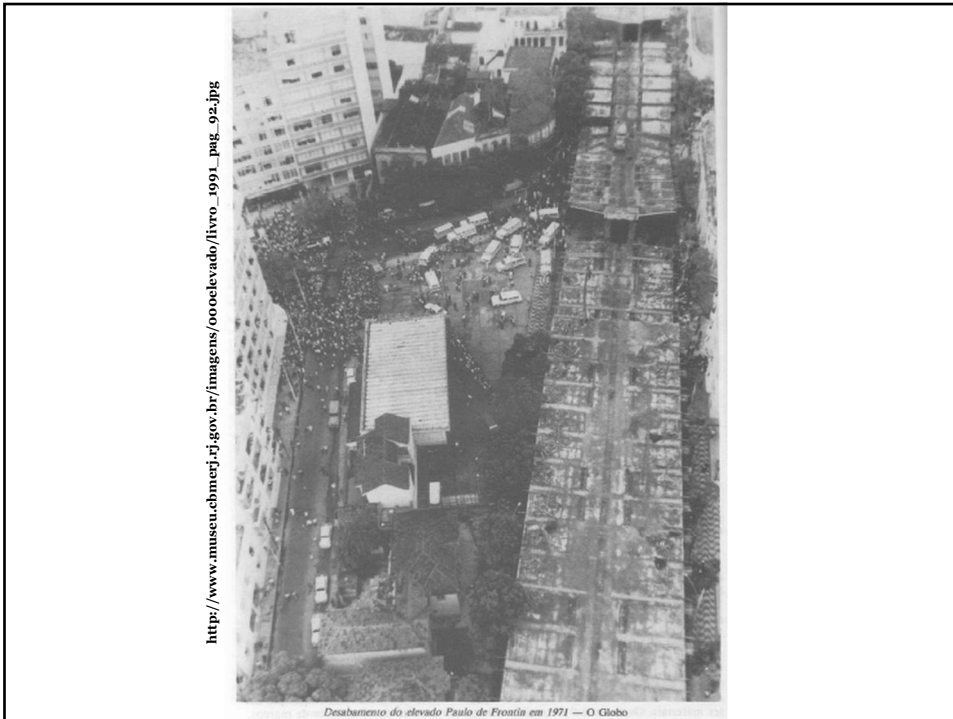
O ônibus da linha Usina/Leblon foi atingido em cheio. Os bombeiros tiveram que abrir brechas na lataria para salvar os passageiros que ainda restavam vivos. Não foram poucas as cenas dramáticas durante o resgate. Um homem só ficou livre das ferragens depois que lhe amputaram as duas pernas (abaixo).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

19

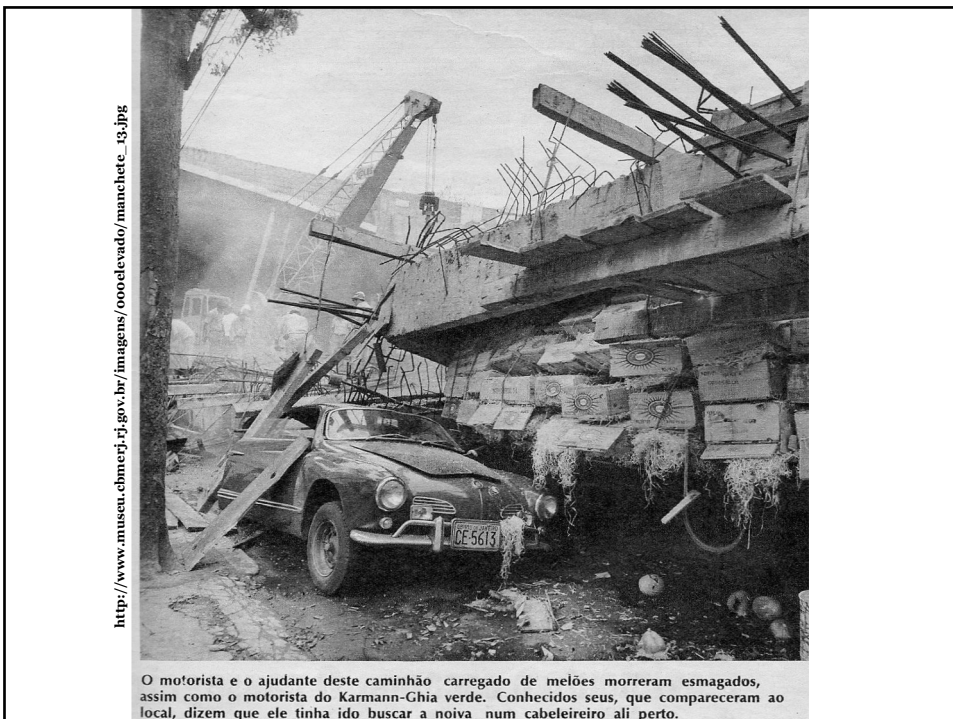
http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/00oelevado/manchete_07.jpg



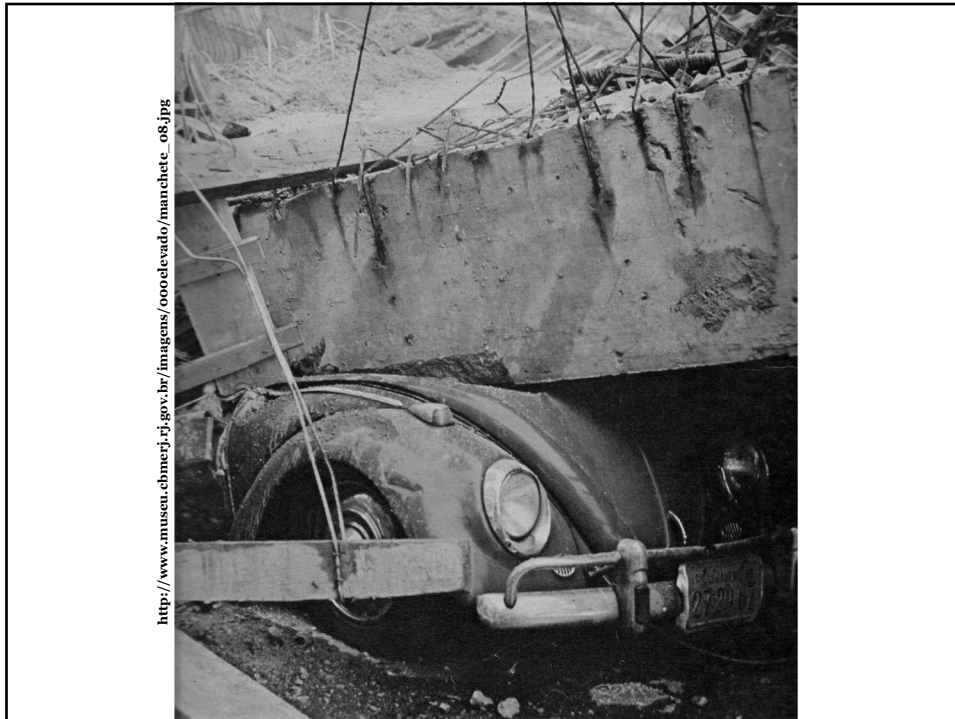
20



21



22



23

Edifício Sainte Marie

Niterói/RJ

Acidente: 02/09/1982
tarde de quinta-feira

Em construção

24

COORDENADOR DA DEFESA CIVIL CONTRARIA ENGENHEIRO E EVITA TRAGÉDIA

Prédio de 20 andares cai sobre casas em Niterói




1 Debris of the collapsed building.

2 Construction site showing the building's structure.

3 Debris of the collapsed building.

Rachaduras afastavam os compradores

O engenheiro Nicola Tutungi, da Prefeitura de Niterói, informou que há três meses o vendedor do edifício que desabou ontem lhe disse estar em dificuldades para concretizar as vendas dos 46 apartamentos do prédio, porque os interessados em comprá-los viam as rachaduras e desistiam. O edifício, além dos 46 apartamentos de um e dois quartos distribuídos em 14 andares, tinha três andares com garagens e três com salão de festa e administração.

Nicola Tutungi e outros engenheiros da Prefeitura e da firma Jato-Cret constataram, antes do desabamento, que há mais de 15 dias a empresa construtora do prédio estava reforçando as estruturas: havia uma fundação paralela para ser erguida uma nova viga. Do lado de fora do prédio vêem-se os ferros que escoravam a viga de concreto do primeiro pavimento.

Três hipóteses para apontar a causa

As hipóteses apontadas para a causa do desabamento são:

- 1. Falta de manutenção das estruturas.
- 2. Erros de projeto.
- 3. Falta de fiscalização.

Construtora não dá a vilões qualquer apoio

A construtora não dá a vilões qualquer apoio.

Rachaduras afastavam os compradores

Rachaduras afastavam os compradores.

25

Cronologia - por Gilson Barreto

No dia 02/09/1982, na Rua Fagundes Varela, Niterói, RJ, um prédio pronto, faltando apenas o habite-se, ruiu.

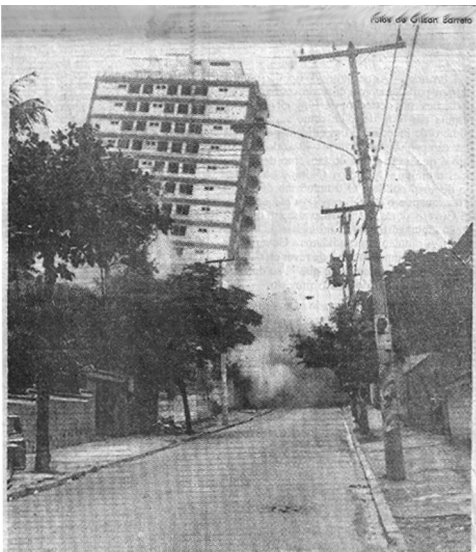


Foto de Gilson Barreto

http://3.bp.blogspot.com/_rpnLsuRmY/Rv4ymq0RI/AAAAAAAAAAB/LE6h0wppwI84/s1600-h/Gilson+Barreto-1.jpg

As 16h15min, três andares de garagem tombaram para a frente...

26

Era, na época, anunciado como o melhor de Icaraí, sendo que mais de quarenta apartamentos, de um total de cinquenta e seis unidades, já estavam vendidas. Mas, a má execução da obra, aliada à negligência da firma, levaram ao esmagamento de pilares, o que ocasionou a queda de um prédio de vinte andares.

Cheguei no local do acidente às 15:45h. Todos os jornais estavam lá desde cedo, alguns até com duas equipes, e os jornalistas cada vez se aproximavam mais do prédio interditado. Nesta hora, o responsável pela Defesa Civil, Frederico Behen, gritava, histérico, “saíam, saíam, saíam, porque o prédio vai cair!”. Nós nos afastávamos, mas logo em seguida voltavam todos.



...os 16 andares de apartamentos giraram para a esquerda...

http://4.bp.blogspot.com/_rpdnL5uRmY/RvAoKzq0lII/AAAAAAAAAFE/uz7...ITLqHQC/s1600-h/Gilson+Barreto-2.jpg

27

Nesse momento o prédio estalou, todos correram, alguns para a parte alta da rua e outros para a parte baixa, sendo que eu corri para baixo. Logo em seguida todos voltaram, quando, sem outro aviso, o prédio caiu.



...e o edifício se desmanchou, em meio a uma nuvem de poeira

http://1.bp.blogspot.com/_rpdnL5uRmY/RvAoKzq0lII/AAAAAAAAAFM/EnYZY/nemK0/s1600-h/Gilson+Barreto-3.jpg

28

Shopping Ribeirão Preto

Ribeirão Preto/SP
28 de agosto de 2008
tarde de quinta-feira

Em construção

29

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 despenhou. Quatro pessoas ficaram feridas na obra, em Ribeirão Preto.' A video player is embedded in the article, showing a construction site. 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 sidebar with a list of categories under the heading 'editorias', including 'Primeira Página', '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', and 'Vídeos'. At the bottom right of the page, there is a link for 'Links Patrocinados'.

30



31



32



33



34

Rodoanel Mário Covas (trecho sul)

Embu/SP

Acidente: 13/11/2009, sexta-feira às 21h10.

Investimento de R\$ 5 bilhões

R\$ 3,2 bilhões referentes às obras brutas e R\$ 1,8 bilhão destinados às compensações ambientais, desapropriações, reassentamentos e interferências

35



/ são paulo / **desabamento no rodoanel**

13/11/09 - 21h47 - Atualizado em 14/11/09 - 02h22

Vigas de construção de viaduto do Rodoanel caem sobre rodovia

Pista da Régis no sentido São Paulo foi interditada; há feridos. Acidente ocorreu por volta das 21h10, segundo a polícia rodoviária.

Do G1, em São Paulo

Tamanho da letra
A- A+



Três vigas de sustentação de um viaduto em construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas desabaram, por volta das 21h10 desta sexta-feira (13), e atingiram um caminhão e dois carros que passavam pela Rodovia Régis Bittencourt. De acordo com a Polícia Rodoviária Federal, o acidente ocorreu no km 279 da Régis, na região de Embu, na Grande São Paulo.

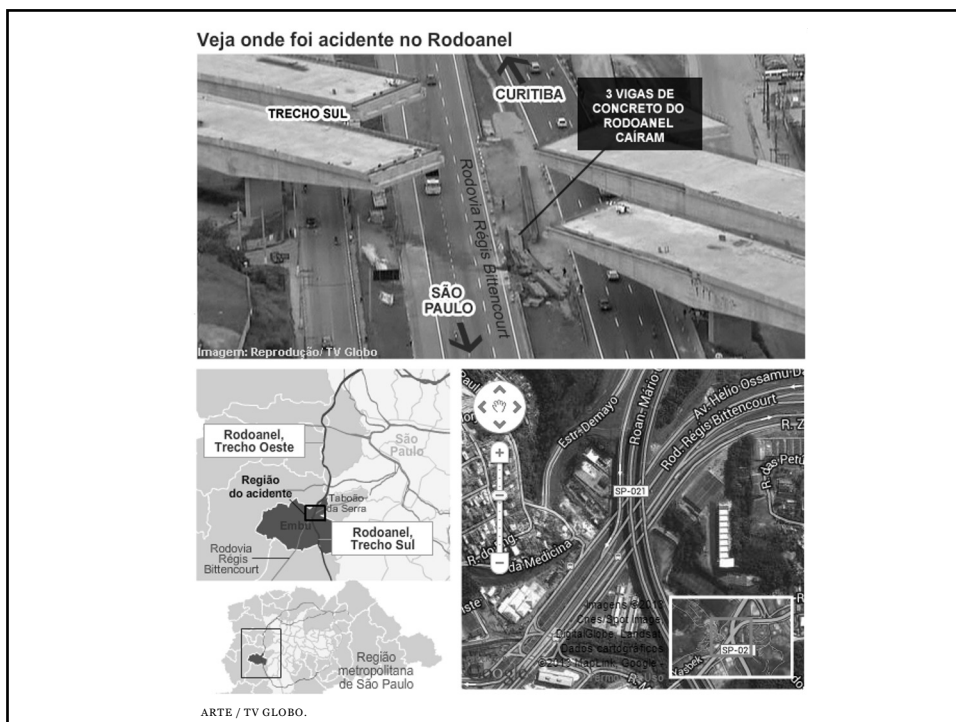
A Polícia Rodoviária Federal informou, por volta das 23h30, que havia pelo menos três feridos, nenhum deles em estado grave. A pista sentido São Paulo da Régis foi totalmente interditada. A alternativa para o motorista é fazer desvio por Itapeperica da Serra. No sentido Curitiba, o tráfego flui pelo acostamento.

<http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/o,,MUL1378871-5605,00-VIGAS+DE+CONSTRUCAO+DE+VIADUTO+CAEM+SOBRE+PISTA+DO+RODOANEL.html>

36



37



38

/ 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).

Lúcia Brito
Do G1, em São Paulo

Tamanho da letra
A- A+

Procedimento de montagem inadequado

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.

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/o,,MUL1380983-5605,00->

ACIDENTE+NO+RODOANEL+PODE+TER+OCORRIDO+POR+FALTA+DE+VIGA+EM+VIADUTO+DIZ+CRE.html

editorias

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

39

28/12/2009 - 18h21

Laudo aponta vigas mal travadas como causa de acidente no Rodoanel

da Folha Online

PUBLICIDADE

Recomendar 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

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.

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

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u672081.shtml>

40

Expansão do Shopping Golden Square

São Bernardo do Campo/SP
31 de novembro de 2011
manhã de domingo

Em construção

41

G1 São Paulo **SÃO PAULO** **CITROËN**

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](#) [Tweeter](#) (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.

42



43



44



45

Shopping Metropolitano Barra

Jacarepaguá /RJ
09 de novembro de 2012
manhã de sexta-feira

Em construção

46

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  426



47



48



49

Arena Palmeiras

São Paulo/SP

**Acidente: 15/04/2013,
segunda-feira pela manhã.**

Construção: 2010 → 2014

Investimento de R\$ 330 milhões

50

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 todo 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>

51



52

Expansão do Shopping Iguatemi

Campinas/SP

Acidente: 19/05/2014,
noite de segunda-feira.

Em construção

Investimento de R\$ 330 milhões

53

Desabamento em obra de ampliação de shopping de Campinas mata 2 operários

Do UOL em Campinas 19/05/2014 22h49



5+1



4



Tweetar 43



Recomendar 254



Imprimir



Comunicar erro



Denny Cesare/Código19/Estado Conteúdo



Desabamento nas obras de ampliação do Shopping Iguatemi, em Campinas (SP), matou dois operários

Dois operários morreram, no início da noite desta segunda-feira (19), após um acidente nas obras de ampliação do Shopping Iguatemi, em Campinas.

As informações são da Polícia Militar e do Corpo de Bombeiros, responsáveis pela localização dos corpos.

De acordo com informações iniciais, uma laje de aproximadamente 15 metros quadrados caiu do terceiro andar e atingiu os operários, que trabalhavam no andar imediatamente abaixo.

Para localizar as vítimas, um mini-tractor, uma retroescavadeira e até cães farejadores foram utilizados. Não há informações sobre outras vítimas.

54



55



56

Monotrilho Linha 17-Ouro

São Paulo/SP
Acidente: 09/06/2014,
tarde de segunda-feira.
Investimento de R\$ 3,17 bilhões
Previsão de entrega antes do acidente: segundo semestre de 2015.

57

O GLOBO BRASILEIRÃO

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

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

POR LEONARDO GUANDELINE E TIAGO DINIZ
FOTOGRAFIA: GUSTAVO DE OLIVEIRA/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.

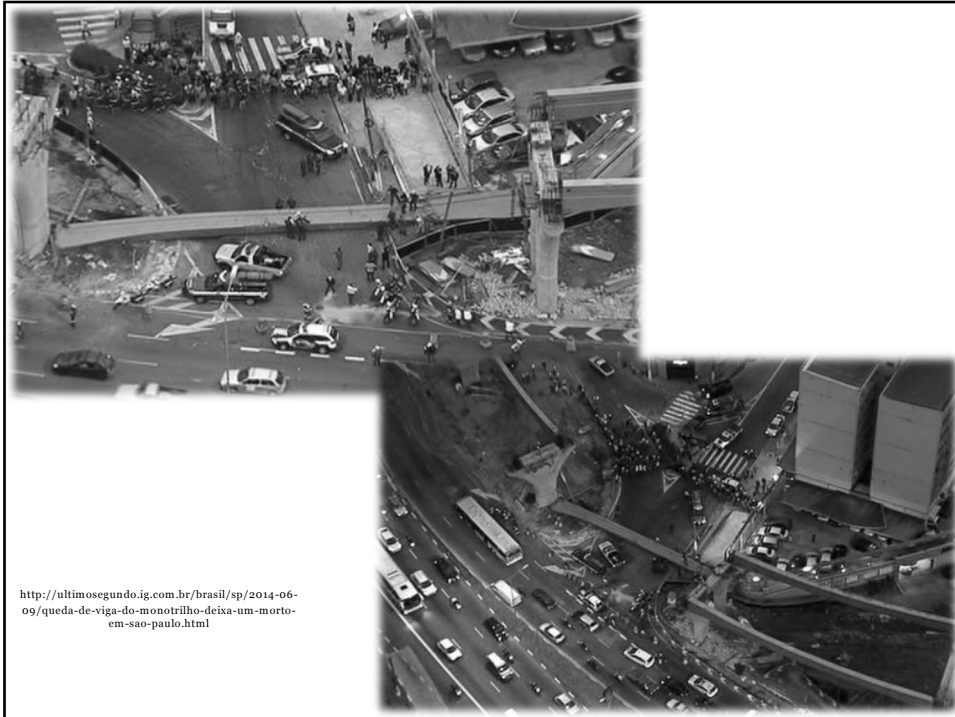
O acidente aconteceu no cruzamento da Rua Vieira de Morais e da Avenida Washington Luís, próximo ao Aeroporto de Congonhas, no Campo Belo, pouco depois das 16h. Quatro viaturas da corporação, além do helicóptero Águia da PM, foram para o local. O trânsito na Rua Vieira de Morais foi bloqueado até que 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, prensando 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>

58



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

59



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

60

Viaduto Batalha do Guararapes

Pampulha/MG

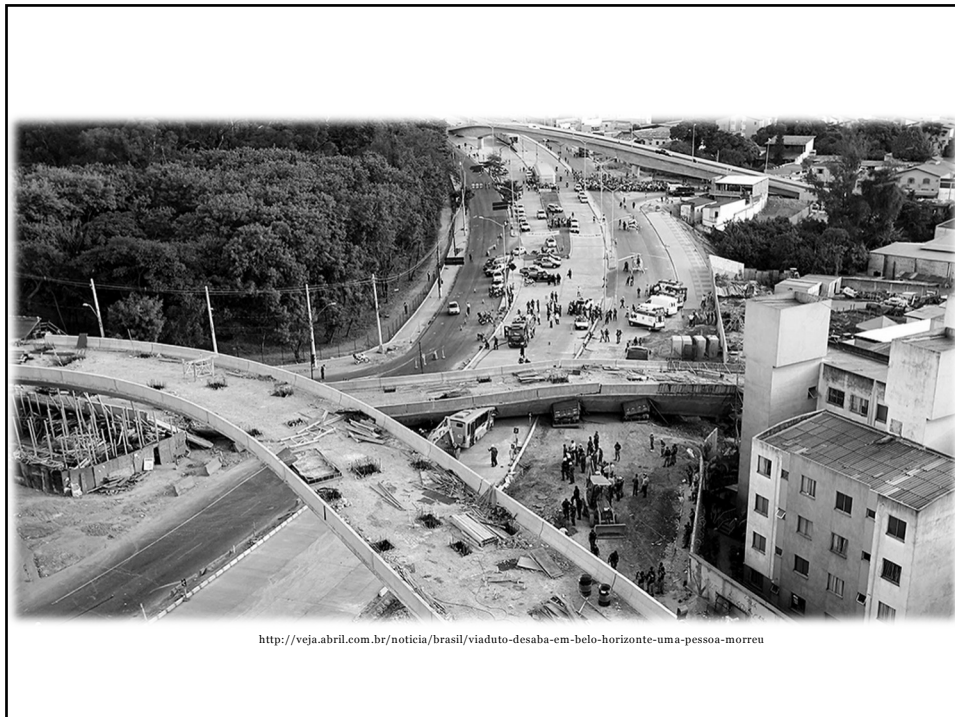
**Acidente: 03/07/2014,
tarde de quinta-feira.**

**Construtora: Consórcio Integração
– Construtora Cowan S.A. / Delta
Construções S.A.**

Investimento de R\$ 460,5 milhões

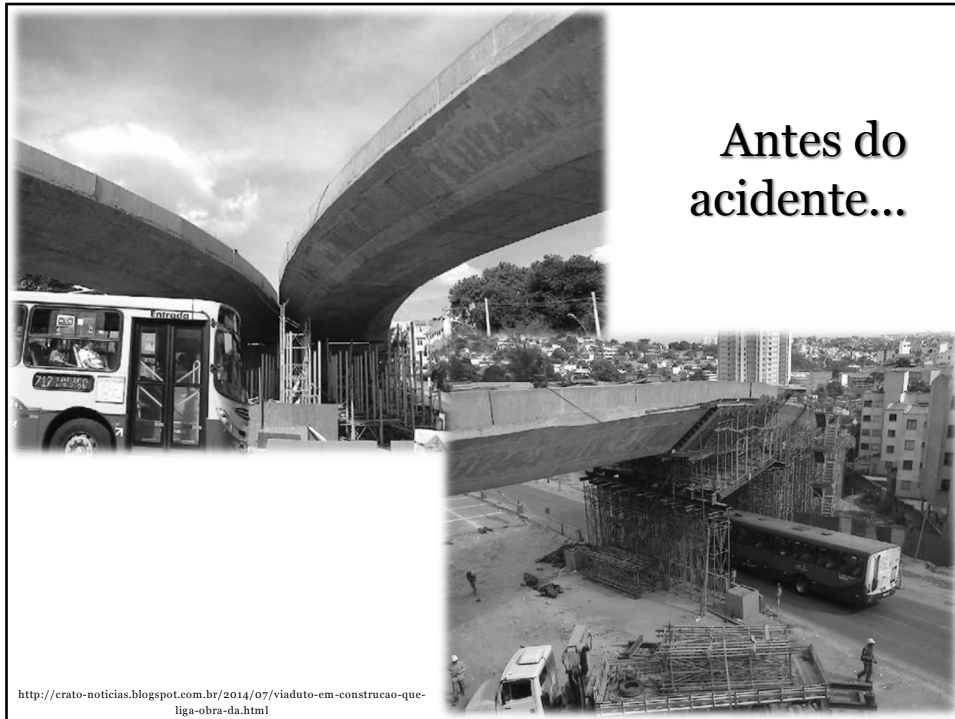
Previsão de entrega antes do acidente: Julho de 2014.

61



<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

62



63



64

<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/07/parte-de-viaduto-desaba-na-avenida-pedro-i-em-belo-horizonte.html>

MENU G1 MINAS GERAIS MINAS

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 Tweetar 2.313 Recomendar 47 mil



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

65

veja Brasil

03 de Julho de 2014

Minas Gerais

Viaduto desaba em Belo Horizonte e mata ao menos dois

Local do acidente fica a cerca de cinco quilômetros do estádio Mineirão, que recebe em 8 de julho, próxima terça-feira, um dos jogos das semifinais da Copa



O viaduto, que estava em construção desabou sobre parte de um ônibus, vários caminhões e um veículo que trafegava na Avenida Dom Pedro I, no bairro São João Batista, em Belo Horizonte (Paulo Fonseca/EFE)

Um viaduto em construção caiu nesta quinta-feira na Avenida Pedro I, em Belo Horizonte. De acordo com a Secretaria de Saúde de Minas Gerais, pelo menos duas pessoas morreram e outras vinte e duas ficaram feridas. Nove feridos são atendidos no local, oito foram encaminhados ao Hospital Risoleta Tolentino Neves, na Vila Clóris, e dois ao Hospital Municipal Odilon Behrens, no Centro. Segundo informações da Globonews, a estrutura esmagou dois caminhões, um micro-ônibus e um carro. O acidente ocorreu próximo à Lagoa do Nado, na região da Pampulha. Oito viaturas dos Bombeiros foram enviadas ao local.

<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

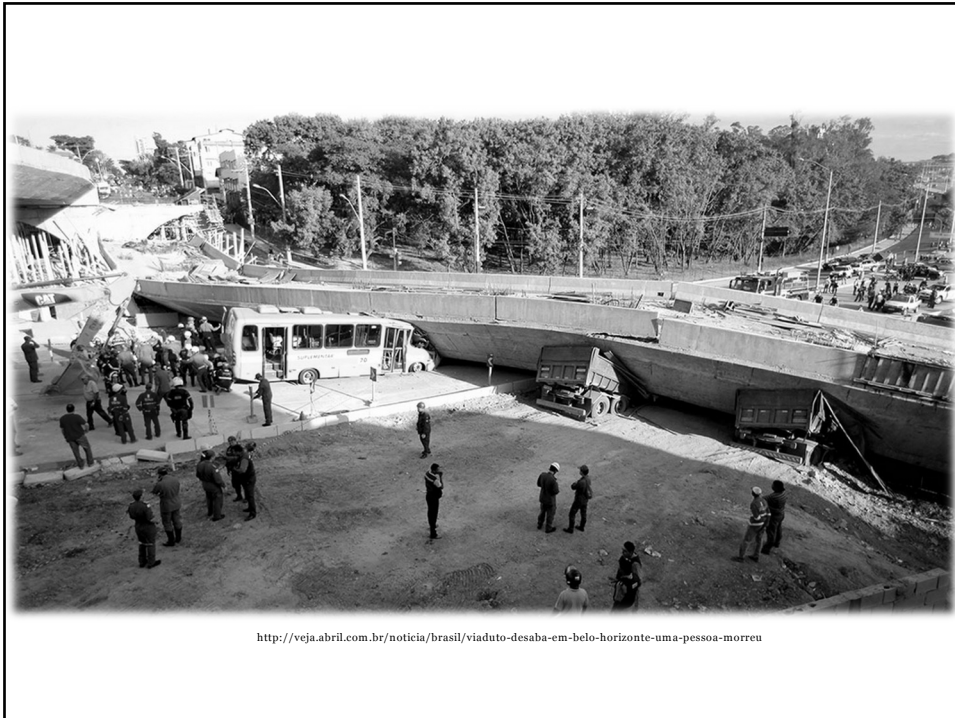
66

Vídeo

<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

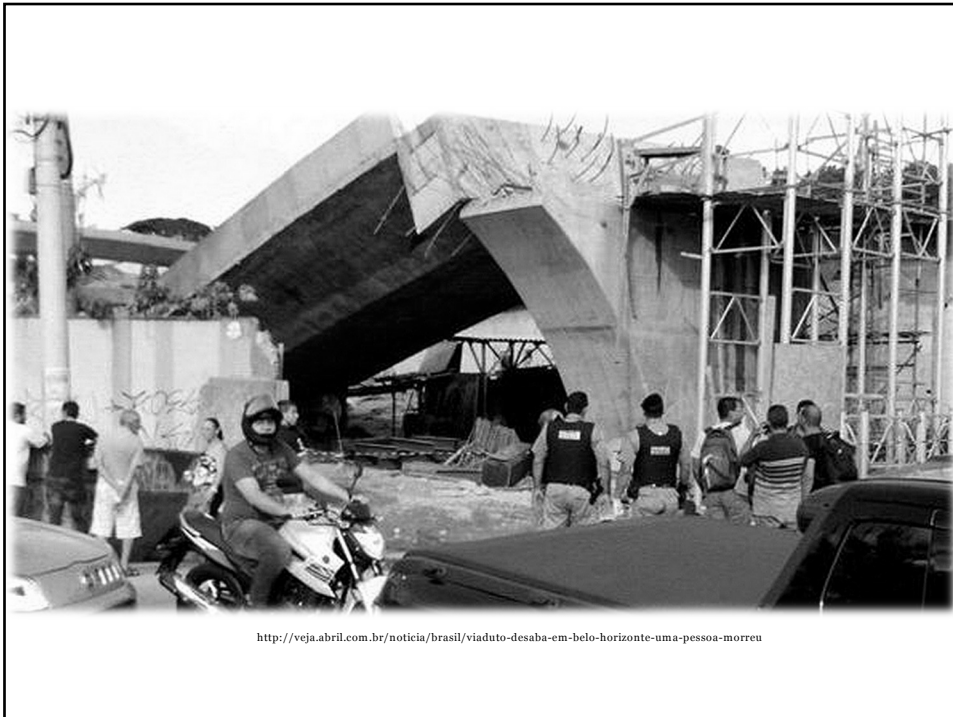


67

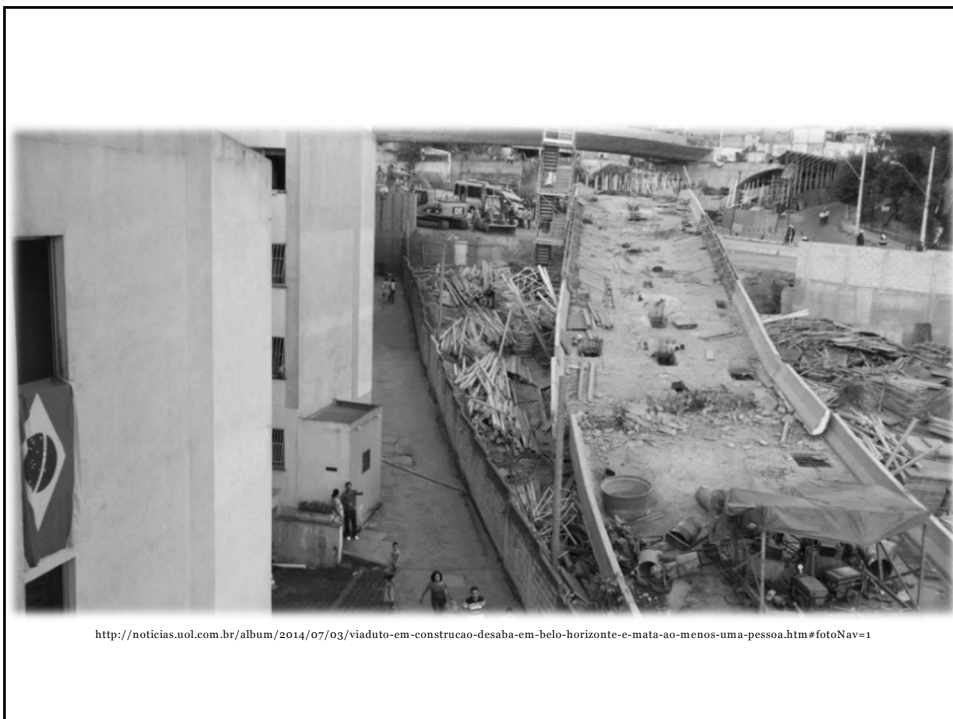


<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

68



69



70

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 Pimentel
Do G1 MG

Tweetar 137 Recomenar 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)

<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/07/falha-em-projeto-provoco-queda-de-viaduto-em-bh-diz-construtora.html>

71

terra

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.

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, resultado no desabamento do ramo sul do viaduto.

Segundo o projeto, a armadura foi projetada para flexão de 50,3 cm², quando o necessário seria de 685 cm². 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 toneladas-força, quando deveria ser de 467 toneladas-força. Isso significa que as estacas deveriam ser mais profundas ou ter um diâmetro maior.



O viaduto despenca e atinge um micro-ônibus, um carro e dois caminhões

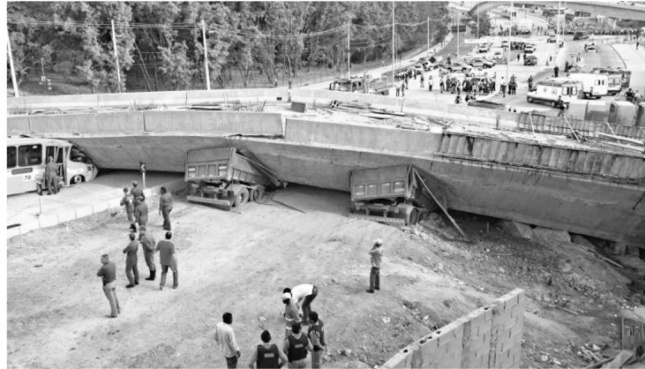
Foto: André Brant / Hoje em Dia / Futura Press

<http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falhas-no-projeto-diz-construtora.tcl?cid=300674100&gclid=3000099af54d08cfd.html>

72

Bloco do viaduto que desabou na Pedro I foi construído com um décimo do aço necessário

Lucas Prates/Hoje em Dia/Arquivo



No dia 3 de julho, uma das alças do viaduto Batalha dos Guararapes ruíu, matando duas pessoas

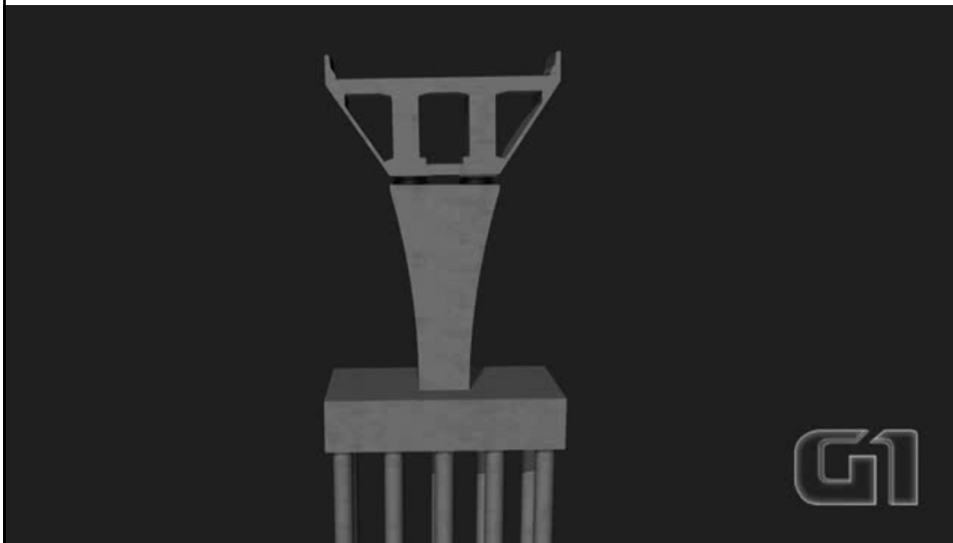
A construtora Cowan apresentou, nesta terça-feira (22), o resultado da perícia feita no projeto do viaduto "Batalha dos Guararapes", que caiu no último 3 de julho, na avenida Pedro I, em Belo Horizonte. A empresa informou que foram detectadas falhas de concepção do projeto executivo feito pela Consol, o que provocou a queda do ramo sul do viaduto. O documento do projeto avaliado pela construtora foi fornecido pela Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap).

Na coletiva, a construtora Cowan informou que um erro de planejamento do projeto executivo, que apontava a quantidade de aço que deveria sustentar o pilar do viaduto, foi a principal causa do desabamento. Com o erro, um dos pilares afundou, provocando a tragédia.

<http://www.hojeemdia.com.br/horizonte/tes/bloco-do-viaduto-que-desabou-na-pedro-i-foi-construido-com-um-decimo-do-aço-necessario-1.256208>

73

Vídeo



74



75



76



77



78

Situação de emergência

O governo federal reconheceu situação de emergência em 12 cidades de Minas, da Bahia e de Santa Catarina. No Estado, foram incluídas as localidades de Capitão Enock e Jequitinhonha, pela estiagem. A decisão, publicada ontem, permite receber auxílio do Estado ou da União.

Manifestação fecha BR-040

Uma manifestação com cerca de 20 pessoas fechou os dois sentidos da BR-040, no bairro Califórnia, na região Noroeste de Belo Horizonte, na manhã de ontem. A Polícia Rodoviária Federal (PRF) não soube informar o que motivou o protesto, que durou cerca de uma hora.

Pedro I. Análise aponta que aberturas em laje superior do tabuleiro foram malfeitas e reduziram resistência

Viaduto tem falha de execução

Segundo engenheiro, problema não foi causa da queda, mas condena a alça norte

■ JOMARA SUAREZ

Aberturas excessivas e irregulares no tabuleiro do viaduto Batalha dos Guararapes, na avenida Pedro I, são apontadas como motivos para condenar a alça que ficou de pé. A conclusão é do engenheiro especialista em estruturas Nelson Araújo Lima, que analisou os projetos da obra, assim como as fotos do desabamento e da escavação em torno do pilar que afundou. O especialista carioca, com 50 anos de experiência na área, também acredita que a causa da queda tenha sido a falta de armadura no bloco de sustentação — mesma tese da Cowan, responsável pela obra. O Instituto de Criminalistas da Polícia Civil de Minas informa que já está redigindo o laudo oficial, que deve ser entregue nas próximas semanas.

Uma das alças do viaduto caiu em 3 de julho, deixando dois mortos. Em sua análise, o engenheiro explica que o tabuleiro (toda parte da estrutura, fora o pilar) da alça que ficou de pé está



Na imagem, pilar do Batalha dos Guararapes afundado sobre o bloco que se rompeu



Aberturas são feitas para, durante a obra, criar acesso à parte inferior do tabuleiro

como a causa do desabamento, mas, ao analisar o projeto e as formas como o pilar afundou e o bloco rompeu, não restam dúvidas que houve erro de cálculo e que faltou mesmo 90% de aço na armadura do bloco. "Quando eles fizeram o bloco de concreto compacto (redigido), ele passou a funcionar como uma viga e precisaria de mais aço para ser compatível com a base do pilar (quadrada)". A Consol defende que adoteu o conceito de bloco rígido e entregou um relatório às autoridades.

A possibilidade de o tabuleiro ter sido mal-executado pela construtora, de acordo com o especialista em estruturas, faz com que a alça ainda de pé seja irrecuperável. "Não basta corrigir a falta de aço no bloco, porque o tabuleiro também está condenado. Se fechar as aberturas, as forças não serão transmitidas porque já estão implantadas pelos cabos", destacou Lima. Até o fechamento desta edição, a Cowan e a prefeitura não haviam retornado o contato da reportagem.

Saiba mais

O Especialista. No ramo há 50 anos, Nelson Lima, hoje aposentado, é coautor do livro "Acidentes Estruturais na Construção Civil". Ele afirma que analisou a queda do viaduto para que o caso fosse estudado pela comunidade acadêmica e "servisse como aprendizado para evitar outros erros".

O Apurção. Lima foi diretor da Divisão de Estruturas da Secretaria Municipal de

Obras do Rio de Janeiro por 25 anos, e nesse período atuou na comissão técnica de vistoria, examinando causas de diversos acidentes estruturais.

O Investigação. Segundo a Polícia Civil de Minas, a área do pilar segue preservada até a entrega do laudo, caso sejam necessárias mais verificações. A investigação está em andamento; mais de 50 pessoas já foram ouvidas.

Análise Engenheiro aponta risco de queda

Durante sua construção, quando os cabos de aço no interior do tabuleiro do viaduto foram esticados, a estrutura foi suspensa e passou a se apoiar em cima dos pilares, conforme explicou o engenheiro Nelson Araújo Lima. Segundo

em.com.br

EM Digital | EM Digital Web | EM Impresso

Belo Horizonte, 27/AGO/2014

14° / 31°

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: 8+1 Compartilhe: 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_gerais.566693/prefeitura-marca-implosao-da-alca-do-viaduto-batalha-dos-guararapes.shtml

Os intervenientes



**projetista
estrutural**



**fornecedor
do material**



**construtor
(execução)**



**laboratório
(controle)**



**tecnologista
(consultor)**

**atribuição de
responsabilidades
ABNT NBR
12655:2006**

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

81

Estruturas de Concreto para Edificações

Atividade profissional regida por normas técnicas:

- de PROJETO
- de MATERIAIS
- de EXECUÇÃO
- de CONTROLE
- de OPERAÇÃO & MANUTENÇÃO
- e, Complementares (*NR4; NR 6; NR9; NR18 do MT, PMs*)

que têm força de lei por conta do CDC

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

82

A Lei 8.078, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor, diz em seu capítulo V, seção IV, artigo 39, inciso VIII:

“É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas, colocar no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro).”

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

83

Quanto à questão da responsabilidade, o Código de Defesa do Consumidor CDC, estabelece no Capítulo IV, artigo 12:

“O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.”

no artigo 23:

“A ignorância do fornecedor sobre os vícios de qualidade por inadequação dos produtos e serviços não o exime de responsabilidade.”

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

84

Estruturas de Concreto Armado e Protendido

Conceitos

- ✓ Envelhecimento natural *previsto; não incomoda*
- ✓ Envelhecimento precoce *não previsto; caro*
- ✓ Vida útil *50, 63 e 75anos*
- ✓ Estrutura avisa colapso *saber “ouvir”*

direitos reservados 2022

PhD Engenharia

85

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*



Cobertura do Prédio da FAU-USP



Edifício da Engenharia Civil POLI.USP

86

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*

Mecanismo

- carreamento de sais solúveis pela água, Ca(OH)_2

Manifestação, Sintoma, Vício

- Manchas esbranquiçadas na superfície CaCO_3
- Eflorescência, pode até formar estalactites
- Aumento da porosidade interna do concreto
- Redução do pH com risco de corrosão

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

87

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*

Como evitar, Prevenção, Profilaxia

- Reduzir relação a/c, usar adições
- Melhorar condições de cura;
- Impermeabilizar evitando água.

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

88

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*

Como corrigir:

- de onde vem a água?
- porque o concreto está poroso e permeável?
- porque fissurou?
- é fissura “viva” ou “morta”?
- é aparente, respeitar estética?
- é estrutural, precisa monolitismo?

Inspeção, Diagnóstico e Projeto de Intervenção Corretiva

Procedimento de Manutenção

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

89

NBR 6118:2003

"mecanismos de deterioração e envelhecimento"

6.3.2 Concreto

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

6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

6.3.4 Estrutura

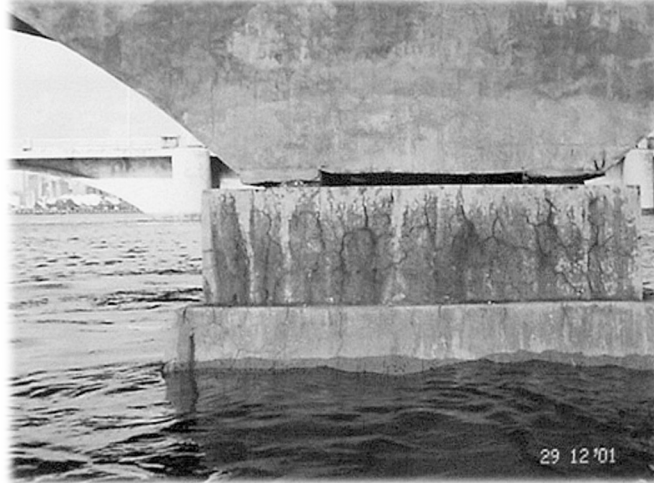
ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos,
ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, fator humano

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

90

6.3.2 Concreto → ***Expansão***
Reação Álcali-Agregado AAR



91



92



93



94



95

6.3.3 Aço → **Corrosão de Armaduras** Despassivação por carbonatação

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

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



96



97



Edifício

Palace II

**Rio de
Janeiro**

1998

domingo carnaval

25 andares

5 anos!

98

SONHOS NO CHÃO

Júlio Conrado



A coluna com 44 apartamentos (igual à do edifício à direita) transformou-se em escombros

Prédio desaba na Barra e 8 desaparecem

■ Moradores já estavam na Justiça

Pelo menos oito pessoas, quatro de uma família — estão desaparecidas desde o desabamento, às 4h30 de ontem, de uma coluna de 22 andares e 44 apartamentos de um edifício de 176 apartamentos do Condomínio Palace, na Barra da Tijuca. Os moradores — que começaram a sair com pertences por volta de 1h, depois de um extremo denunciarem a má qualidade da obra, mas reconheceram que foram para o Palace 11 sem o Ha-

bite-se da prefeitura. A Construtora Sersan, do deputado federal Sérgio Noya (PPB-MG), que já teve problemas com a fiscalização da prefeitura, estava sendo processada por moradores do condomínio. A busca a eventuais vítimas — algumas pessoas estavam no prédio quando ele desabou — foi suspensa porque o restante da construção, que está sustentada pelos escombros, pode desabar a qualquer momento. (Páginas 12, 13 e 14)

99

http://pt.wikipedia.org/wiki/Palace_II



100



101



102

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.

**Depoimento do Eng.
Waldir José de Mello,
no CREA.RJ
Consultor da PMRJ**

103

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

**Depoimento do Eng. Waldir José de Mello, no
CREA.RJ
Consultor da PMRJ**

104



direitos reservados 2012

PhD Engenharia

105

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 imploração

Laudo aponta problemas também no Palace 1

Os problemas encontrados no Palace 1

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

Que a Sersan foi intimada a fazer o reforço da estrutura com equipamentos e a apresentação do relatório de análise de material, especialmente sobre a capacidade do concreto e sua composição química.

- apresentação do projeto de reforço estrutural, com metodologia a ser aprovada pela Secretaria Municipal de Obras (prazo de 15 dias)
- execução do reforço estrutural (60 dias) e elaboração de parecer técnico conclusivo sobre as condições de segurança (30 dias)
- retirada e reconposição do revestimento do pavimento danificado, o serviço deverá ser executado com aparafusos para proteção aos travesseiros (60 dias)
- recuperação 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 — trincado no Palace 2, que desabou no Carnaval e foi implodido no último sábado — está com trincas nas vigas do subsolo, armações metálicas em adiantado estado de corrosão, deformações na laje do térreo, infiltrações, instalações hidráulicas e elétricas em estado precário e despreendimento dos revestimentos da fachada do piso.

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

O laudo afirma que o projeto de construção do Palace 1 é igual ao do prédio implodido, 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.

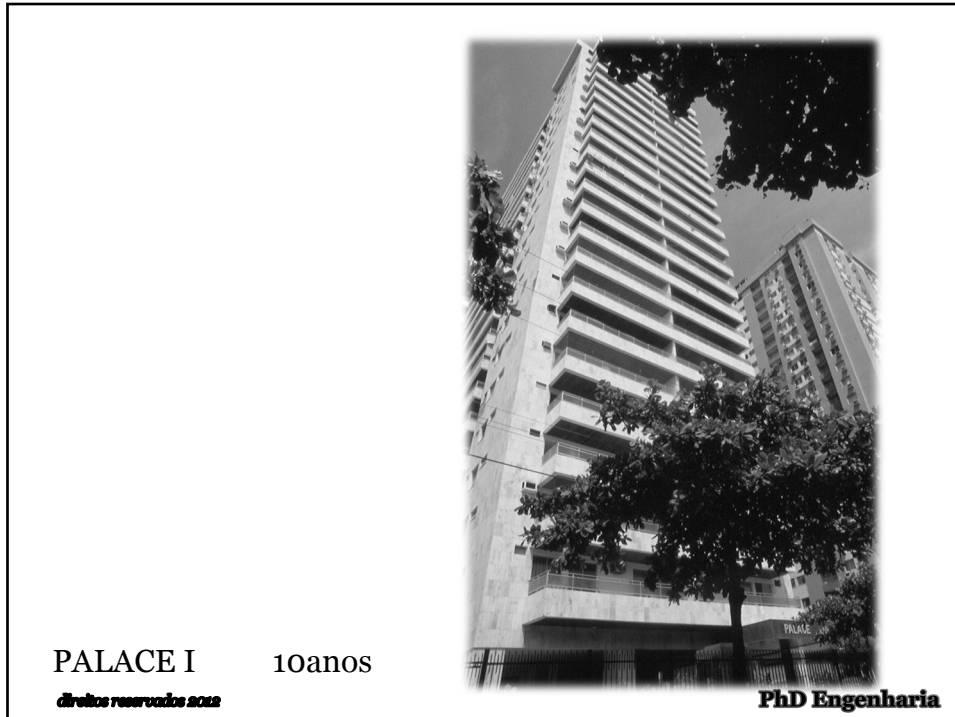
A assessora do prefeito Luiz Paulo Cozelli (PFL) informou que, caso a Sersan não obedeça às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrará judicialmente da construtora.

O laudo divulgado contém apenas 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.

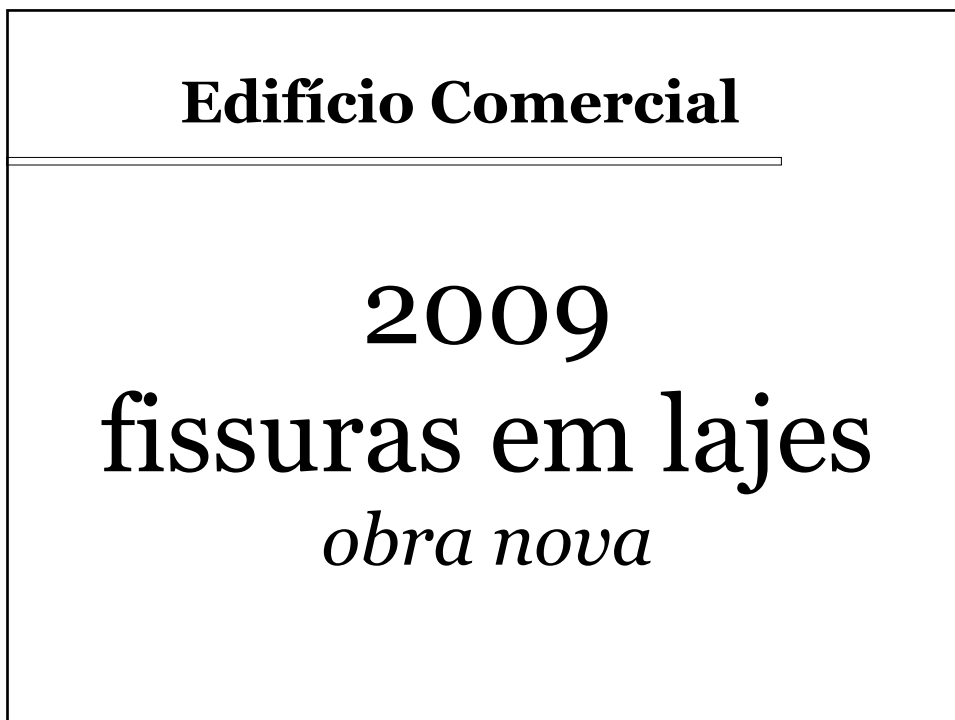
direitos reservados 2012

PhD Engenharia

106



107



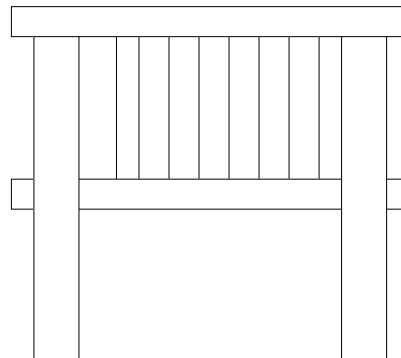
108



109

laje+vigas com espessura média de
22cm \rightarrow 550kg/m²
dimensionada para 150kg/m²

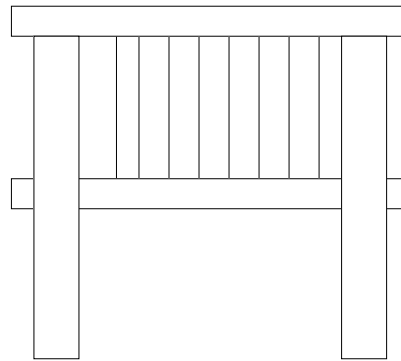
1 ano de idade



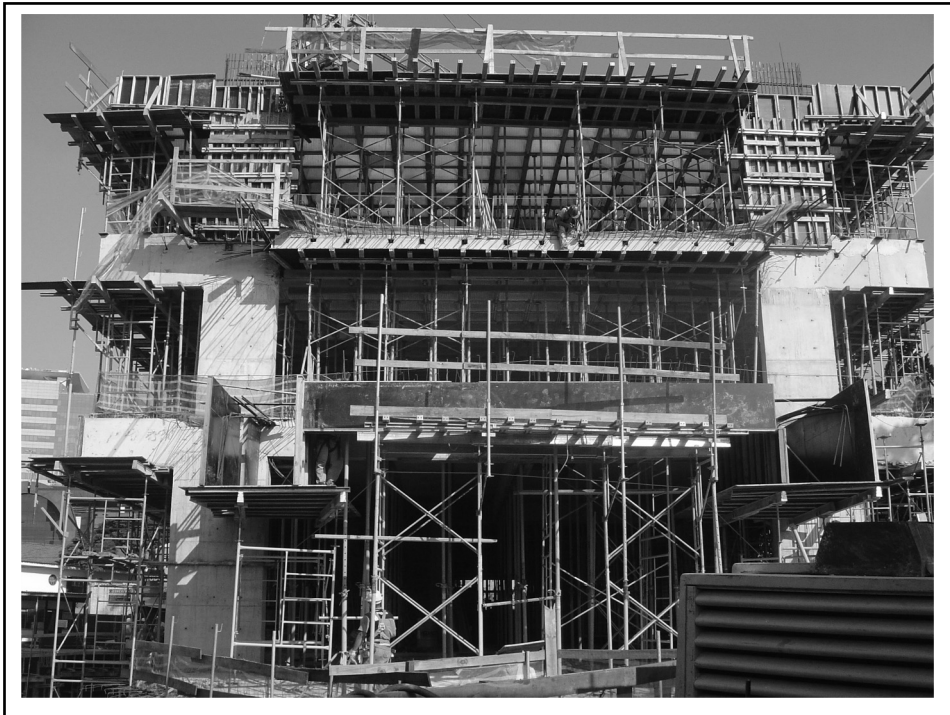
110

tem o módulo; tem o f_{ck}
mas não foi dimensionada
para essa carga

1 ano de idade



111



112

Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m²

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5m x 7,5m

obra em construção

113



114



115



116



117



118

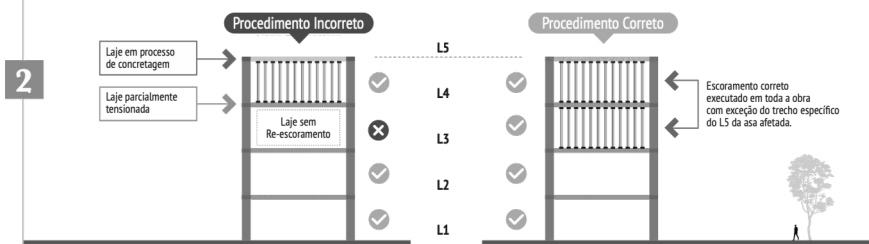
Comunicado

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.



119

Irresponsabilidade ou Incompetência?

Caso 1:
bloco de fundação
350m³
 $f_{ck} = 35\text{MPa}$
39 caminhões OK

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

120



121

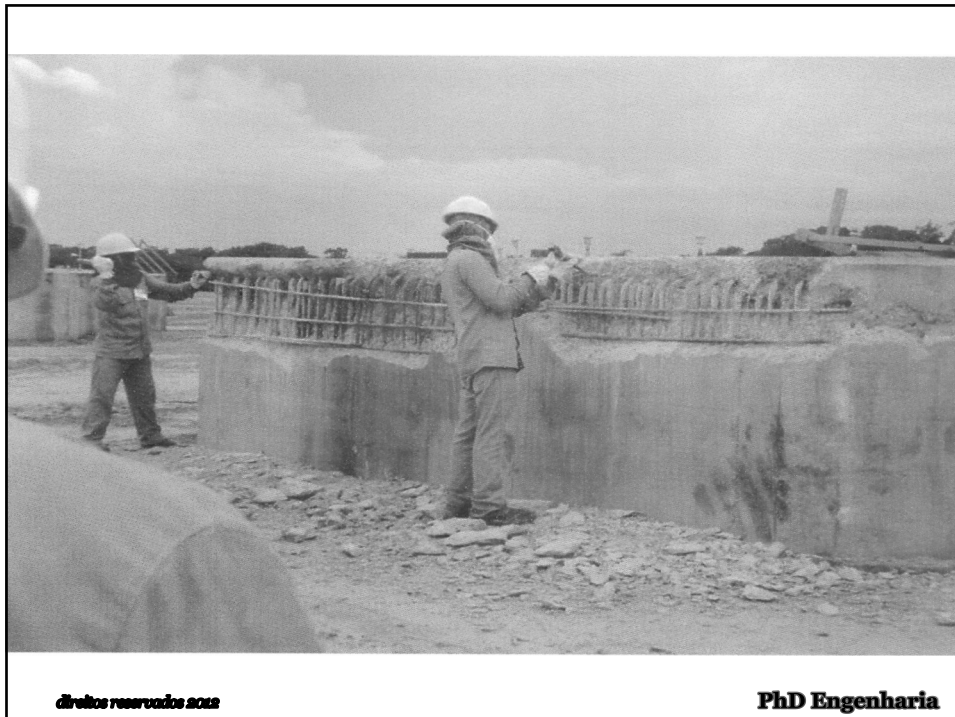


122

- 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

123



124

Irresponsabilidade ou Incompetência?

Caso 2:

Edifício habitacional

8º andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

125



126



127



128



129



130



131

Edifício Habitacional

armadura de
pilares
obra nova

132



133



134



135



136

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

137



138

Qual o papel do Construtor?

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

139

- ✓ Tornar realidade um Projeto
- ✓ Compatibilizar sonhos (projetos)
- ✓ Realizar expectativas
- ✓ Liderar operários (dar o exemplo, saber fazer, dar importância ao que eles fazem)
- ✓ Não é gerenciar, nem projetar!

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

140

terceirizar um
serviço ≠
terceirizar
responsabilidade

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

141

**outro caso
desastroso!**

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

142

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	+12 %
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	- 16 %
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	- 4 %
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	- 33 %
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	- 19 %
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+ 56 %
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	- 10 %

143

Registrado em 06 de abril de 2011. Livro: 010/ENG.				
				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	- 39 %
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+5 %
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	+8 %
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
15	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
16	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	-----
17	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
18	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	+2 %
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+56 %
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	- 37 %
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	- 10 %
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	- 30 %
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	- 21 %
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	- 22 %

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.

144



145

Edifício Real Class




Belém do Pará
34 pavimentos
105m 20.01.2011 35MPa

direitos reservados 2012 **PhD Engenharia**

146

O GLOBO MENU BRASIL COMPARTILHAR BUSCAR

Edifício em construção Real Class desaba em Belém

POR O GLOBO E PORTAL ORM ///
29/01/2011 0:00 / ATUALIZADO 04/11/2011 4:40



Prédio de 35 andares desaba em Belém do Pará e deixa duas pessoas feridas Foto Porta ORM -

<http://oglobo.globo.com/brasil/edificio-em-construcao-real-class-desaba-em-belem-2830760>

147

http://compradorimovel.no.comunidades.net/index.php?pagina=1029312853_03



148

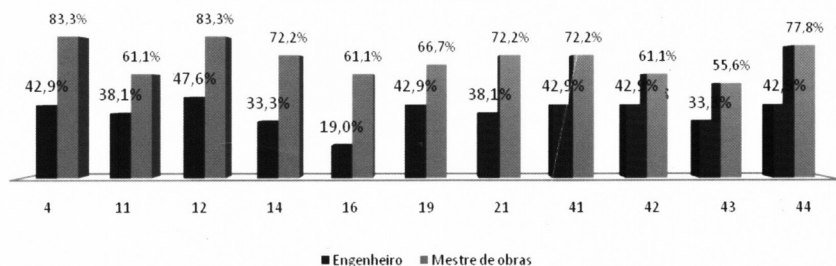


149



150

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 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.

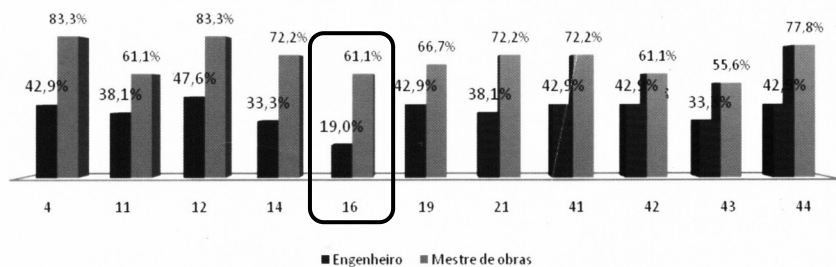
Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

151

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 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

direitos reservados 2012

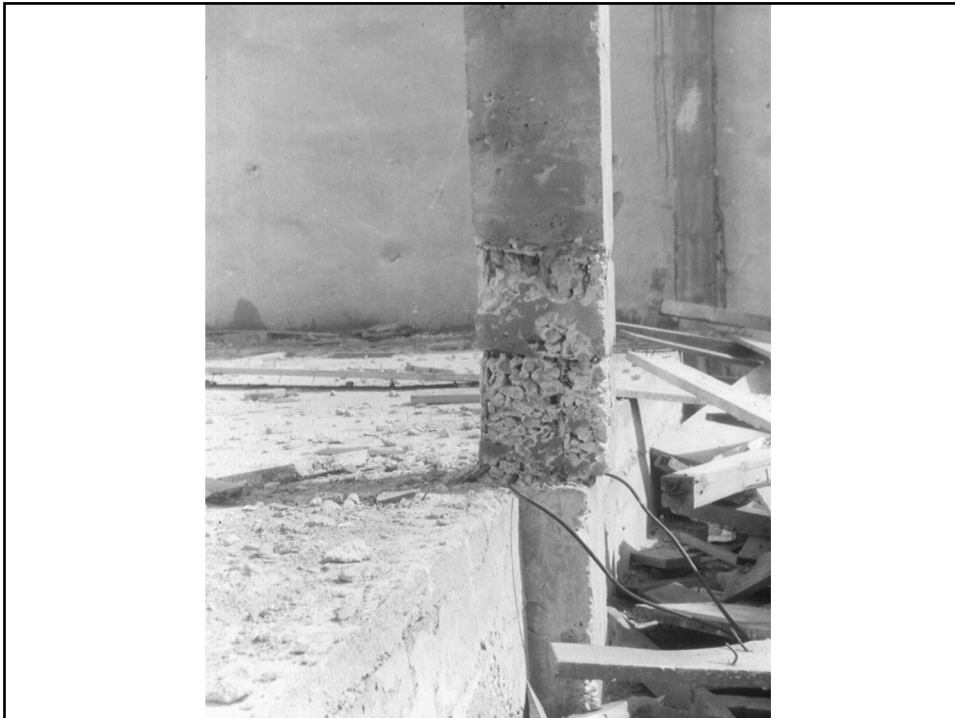
PhD Engenharia

152

Edifício Habitacional

concretagem de pilares *obra nova*

153



154



155



156



157

Reparo Estrutural !?

A black and white photograph of a construction site. A worker wearing a hard hat and work clothes is crouching on the floor, working on the base of a concrete column. The background shows other concrete columns and a partially constructed structure with scaffolding.

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

158

Reparo Estrutural !?



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

159



160

CONSTRUTOR

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

161

Edifício Areia Branca

Recife, Pernambuco
14 de outubro de 2004
quinta-feira às 20:30h
1977 → 1979
25 anos
12 andares + térreo + 1 garagem

162



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

163



164



Escombros - manhã seguinte do desabamento

165



166

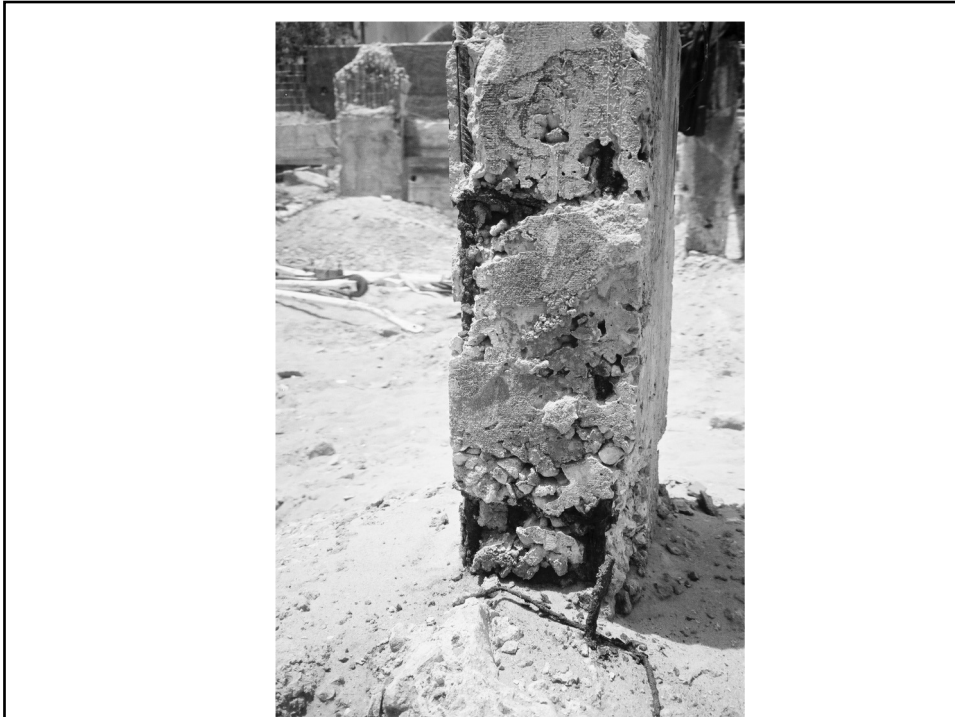


Edificações Vizinhas

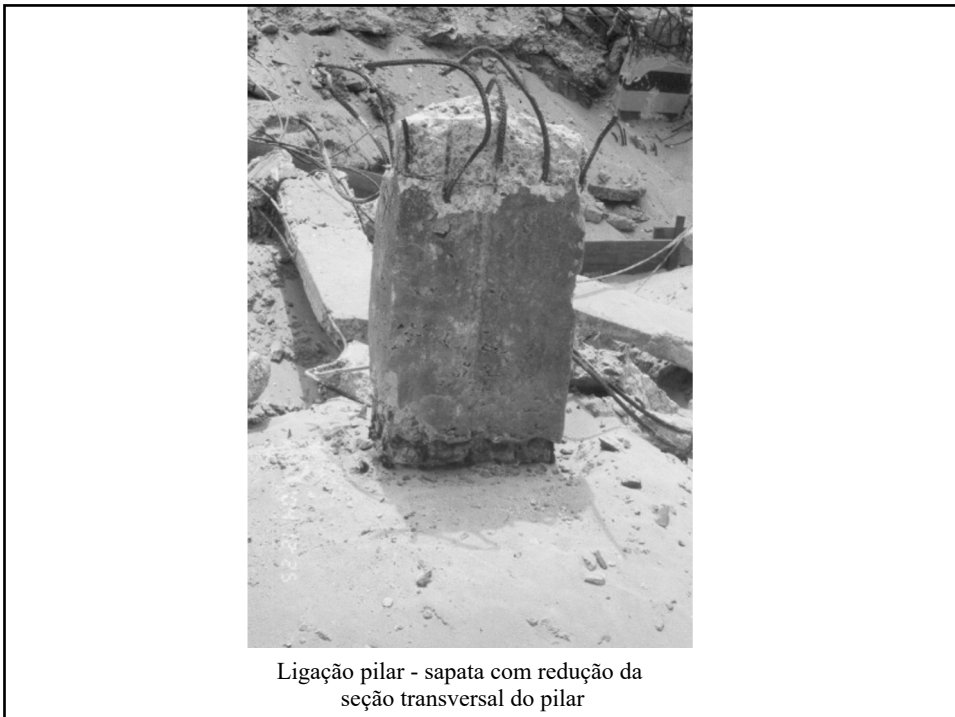
167



168



169



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

170



171



172



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

173



$> 20\text{cm!!!}$



174

CONSTRUTOR

precisa ter consciência
de que as consequências
de seus atos podem ser
desastrosas e onerosas!

175

Edifício Emblemático

Alphaville, São Paulo

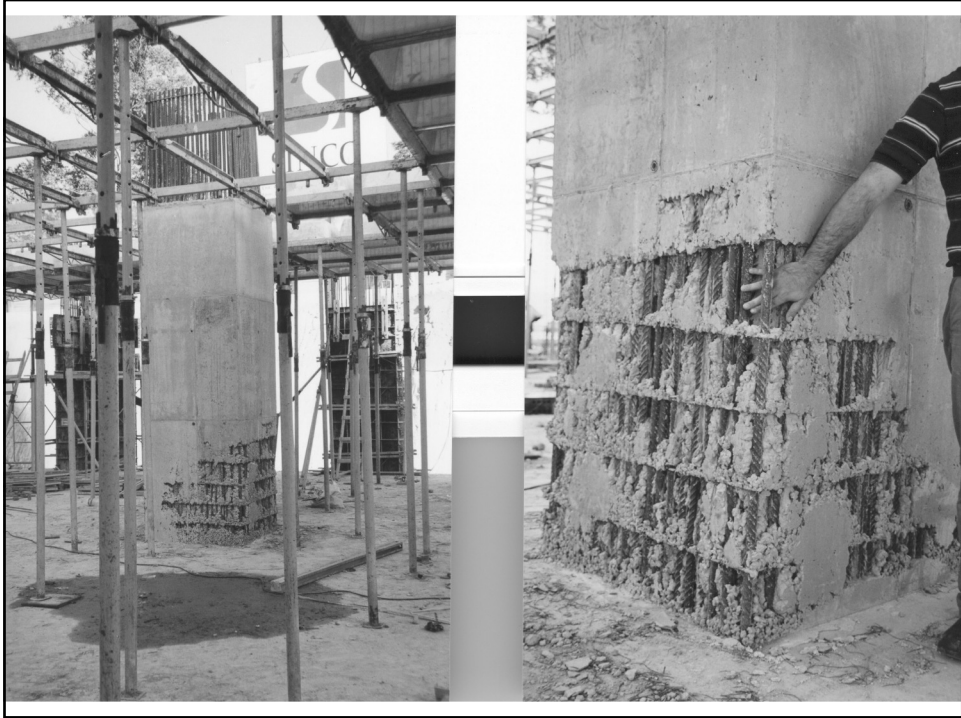
50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

176



177



178



179



180



181



182



183



184



185

CONSTRUTOR

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

186

CONSTRUTOR

Tem a obrigação de fazer
a síntese do conhecimento
daquela obra !

187



90mm
desaprumo



188



189

Sistema de Fôrmas

ABNT NBR 14931:2004 item 9.2.1

“Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posições das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo esteja conforme o projeto.”



direitos reservados

PhD Engenharia

190

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.

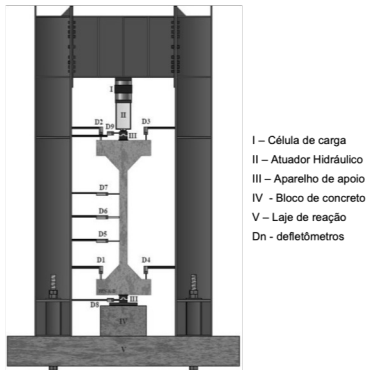


Figura 2 – Pilar posicionado no pórtico de reação com a instrumentação

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

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 inicial (mm)	F _{u,exp} (kN)	D _{6,max} (mm)	ε _c (‰)	ε _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	
PFN 50-2.5	50	201,2	43,60	-2,70	3,00	Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto e escoamento da armadura. (Domínio 3)
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

Qual a MISSÃO do Construtor?

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

193

Qual a MISSÃO do Construtor?

- ✓ Sem dúvida a mais nobre
- ✓ Sem dúvida a mais importante
- ✓ Sem dúvida a mais difícil
 - ✓ Sem dúvida a mais cara
 - ✓ Sem dúvida a de maior
responsabilidade

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

194

A estrutura representa
aproximadamente
30% dos custos totais
da obra e 100% de sua
SEGURANÇA!

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

195

Comprometimento!

Do your best!

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

196



197



198