

Escola 
Técnica



**Aprendendo com acidentes e
falhas ocorridas com estruturas
de concreto, com enfoque em
projetos e execução de obras**

 **HOCHTIEF**
DO BRASIL

Jéssika Pacheco
Paulo Helene

27/01/2015
São Paulo - SP

1

**Ponte Rio-Niterói
Prova de carga tubulão**

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

Construção: 1968 → 1974
Em construção

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

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



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.

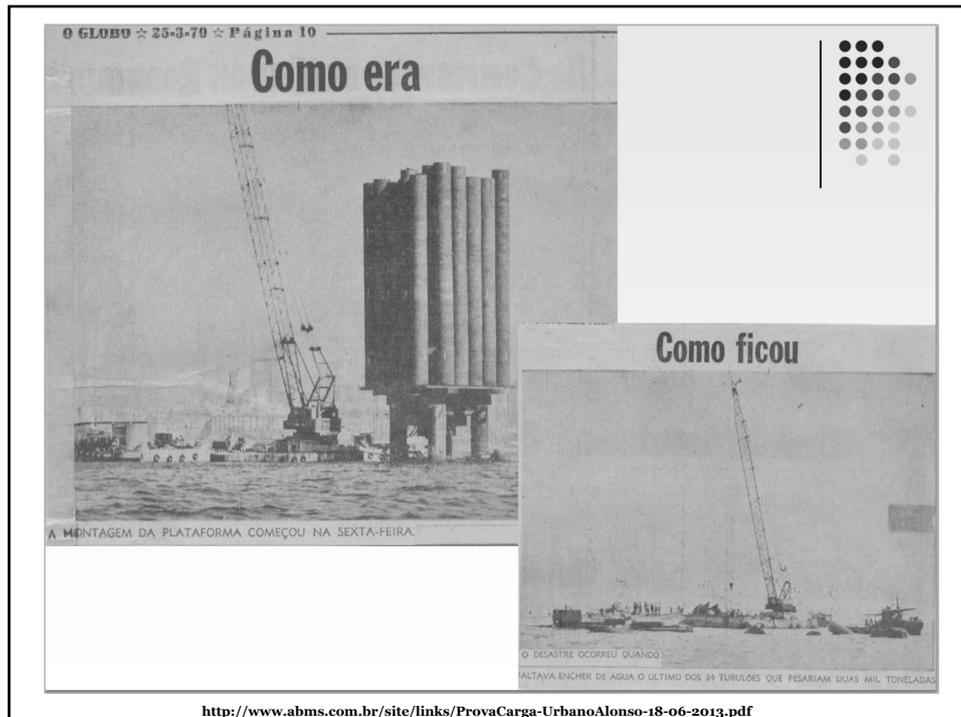
3

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

Construção: 1969 → 1971
Em construção

6



7



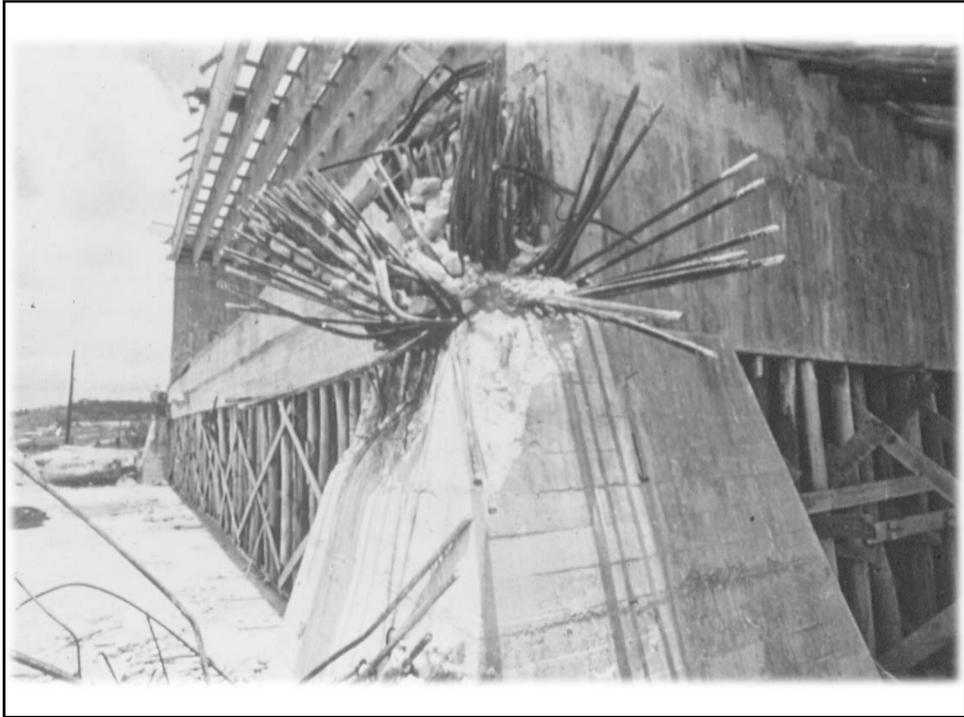
8



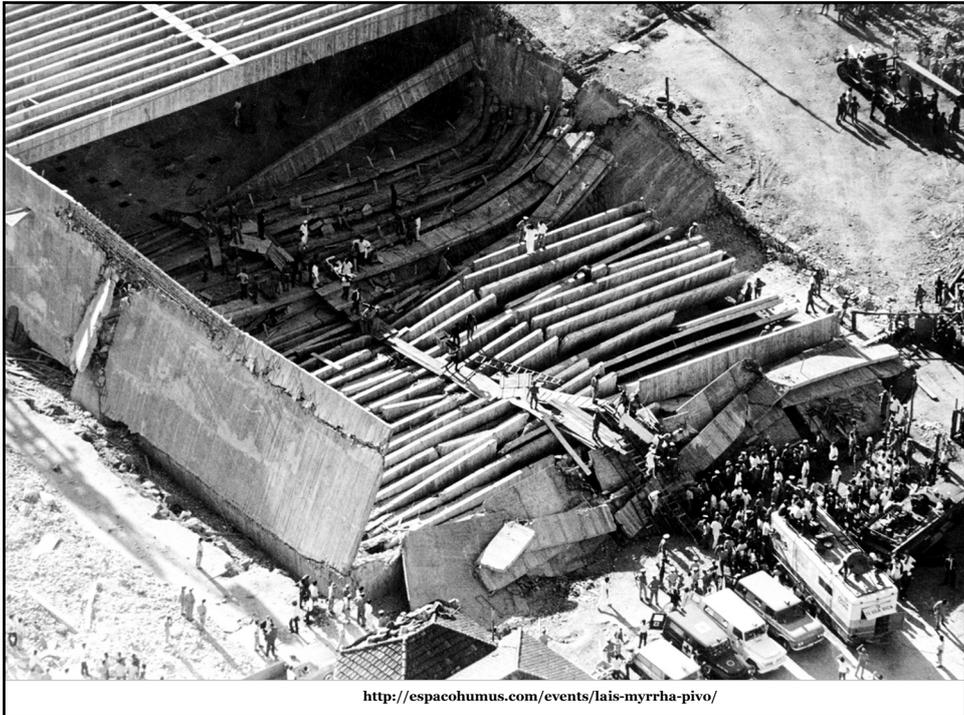
9



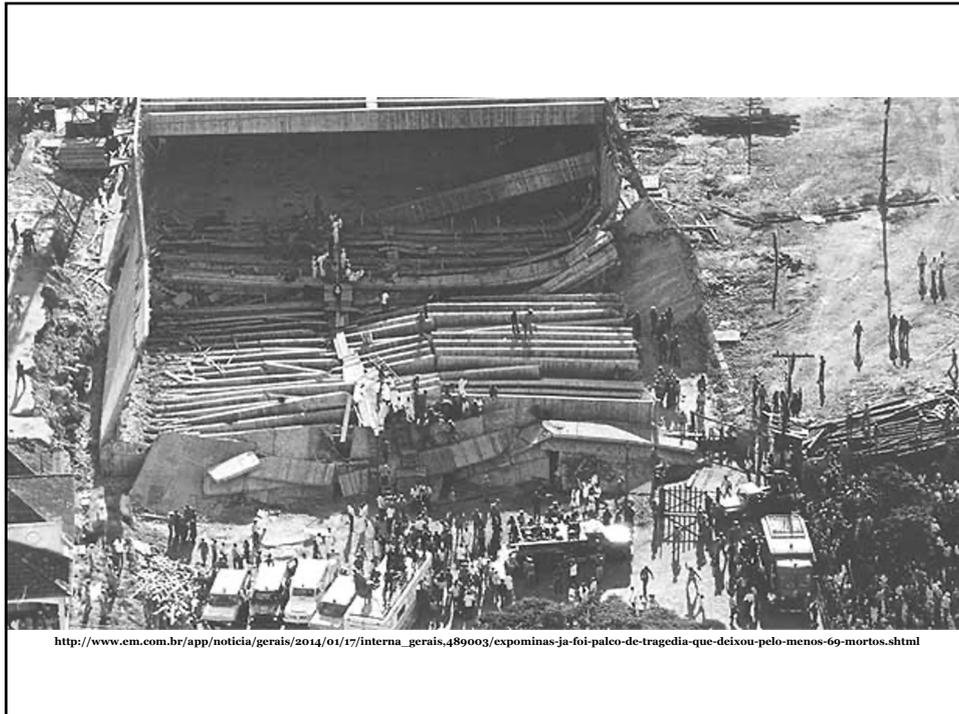
10



11



12



13

Elevado Paulo de Frontin

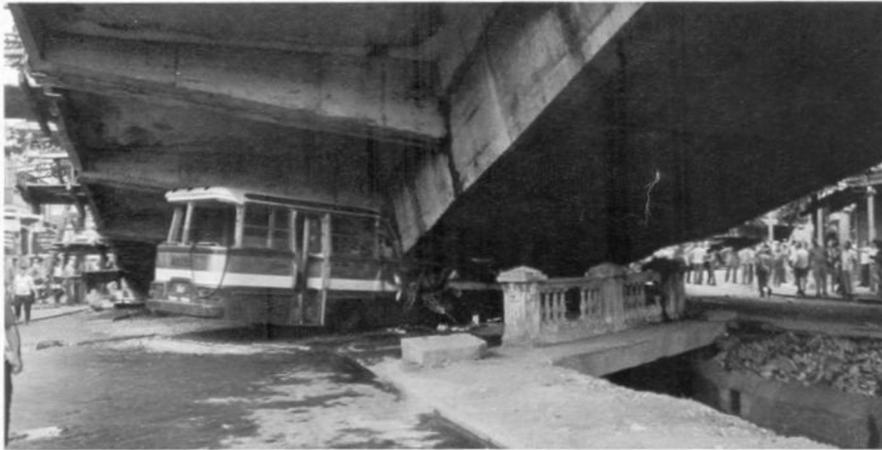
Rio de Janeiro/RJ
Acidente: 20/11/1971

Construção: 1969 → 1974
Em construção

14

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

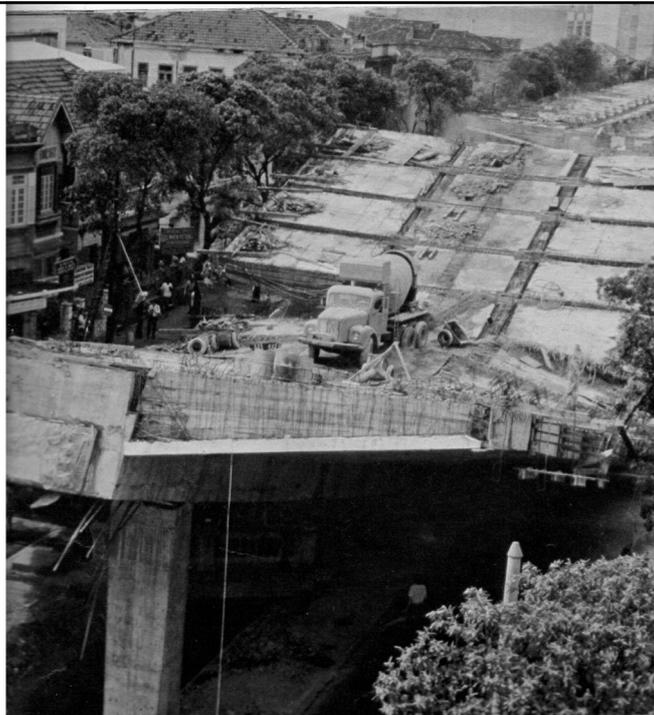
http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/00oelevado/manchete_03.jpg



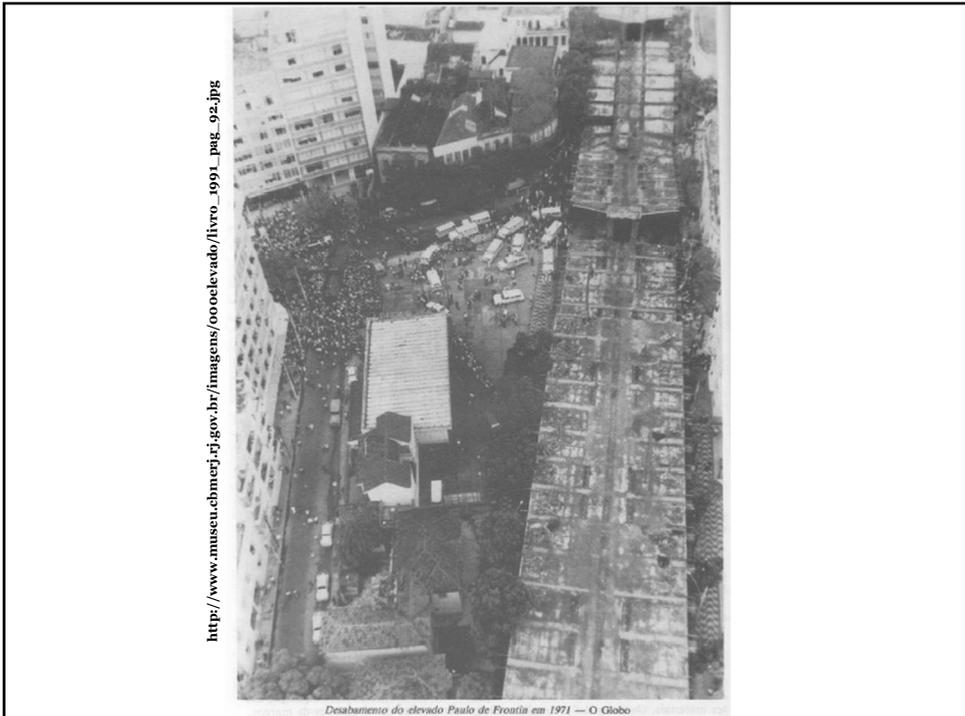
O ônibus da linha Usina/Leblon foi atingido em cheio. Os bombeiros tiveram que abrir brechas na lataria para salvar os passageiros que ainda restavam vivos. Não foram poucas as cenas dramáticas durante o resgate. Um homem só ficou livre das ferragens depois que lhe amputaram as duas pernas (abaixo).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

15

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



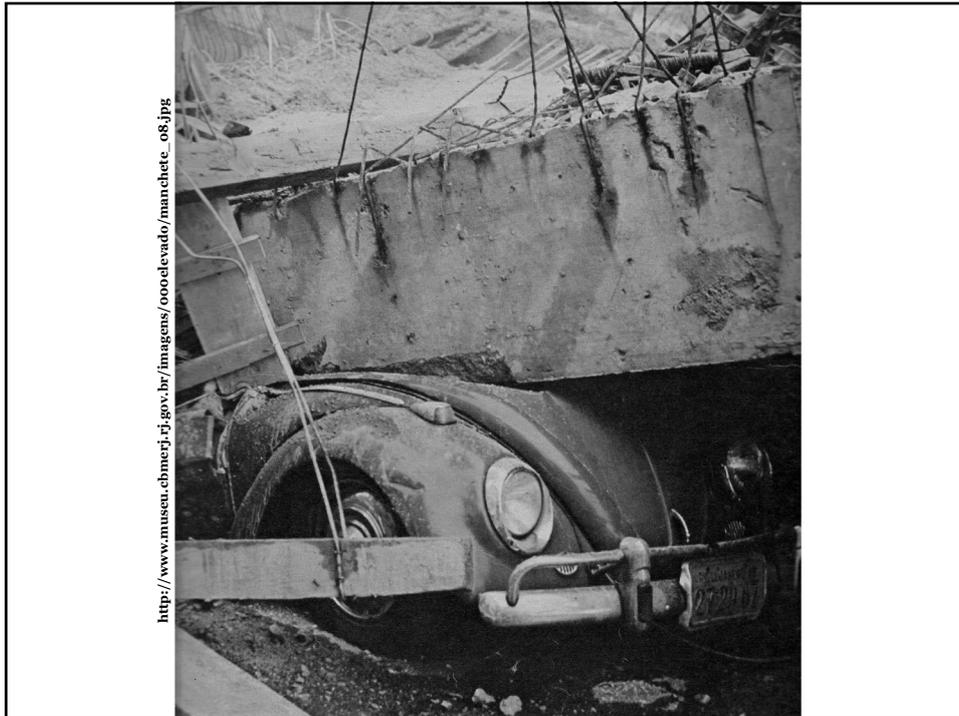
16



17



18



19

Edifício Atlântico

Guaratuba/PR

Acidente: 28/01/1995
manhã de sábado

Finalizado em 1994
6 andares + térreo

20

cotidiano

Prédio desaba e mata pelo menos 5 no Paraná

MÔNICA SANTANNA
Fatos

Três dias após o colapso de um prédio de 20 andares em Curitiba, o Paraná, os bombeiros trabalham para retirar os corpos e identificar as vítimas. O prédio desabou após uma explosão que causou o colapso da estrutura. O acidente ocorreu na noite de sexta-feira, após uma explosão que causou o colapso da estrutura. O prédio desabou após uma explosão que causou o colapso da estrutura. O acidente ocorreu na noite de sexta-feira, após uma explosão que causou o colapso da estrutura.

Três dias após o colapso de um prédio de 20 andares em Curitiba, o Paraná, os bombeiros trabalham para retirar os corpos e identificar as vítimas. O prédio desabou após uma explosão que causou o colapso da estrutura. O acidente ocorreu na noite de sexta-feira, após uma explosão que causou o colapso da estrutura. O prédio desabou após uma explosão que causou o colapso da estrutura.



Vista do condomínio onde mora Leslie da Silva

Bala perdida atinge enfermeira tomava sol em sua casa

Da Sucursal do Rio

O Rio viveu uma madrugada de sábado com tiros entre policiais militares e traficantes de drogas em cinco pontos da cidade. A principal ação ocorreu na favela dos Tabajaras, acesso à favela do morro dos Cabritos, em Copacabana (zona sul). A polícia sabia 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 de madrugada, um carro da PM foi encurralado por cerca de 20 homens armados, supostos traficantes, num acesso ao morro do Turano, na Tijuca. Outros dois carros que saíram em auxílio dos policiais também ficaram encurralados. 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 aos 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.

21



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

22

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 assembléia os proprietários decidiram contratar uma empresa especializada, a Construtora Cambuí, para orientar o trabalho.

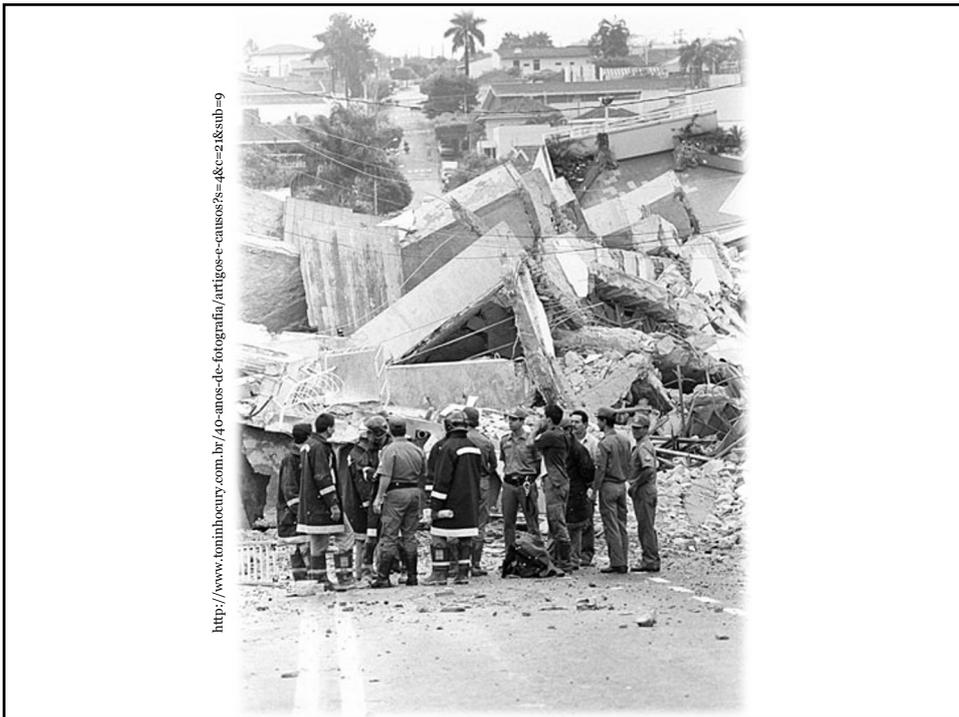
Edifício Itália

**S. J. do Rio Preto/SP
Acidente: 16/09/1997
madrugada de terça-feira**

**Construção: 1985 → 1997
17 andares + térreo**



25



26

Toninho Cury

Fotojornalista / Documentarista
Desde 1970

<http://www.toninhocury.com.br/40-anos-de-fotografia/artigos-e-causos?s=4&c=21&snb=9>

Sucessão de erros

repórter a chegar ao fato. De calça jeans, chinelo e camisa de pijama, captei as primeiras fotos que, posteriormente, foram publicadas no jornal Folha de São Paulo. Não só fui o primeiro como o único a fotografar e participar de todos os acontecimentos e atos relacionados aos prédios desde a queda até a implosão, a retirada de entulhos e limpeza do terreno. Minha intenção, não sei quando, é escrever um livro esmiuçando fatos interessantes e até pitorescos dessa tragédia.

Sinais

"O prédio já dava sinais de algo errado com pelo menos um ano de antecedência. Minha funcionária, na época, pegava o mesmo ônibus de uma funcionária de um dos apartamentos do Edifício Itália. Em conversas mantidas durante o trajeto, sua amiga relatava que no Edifício Itália "só morava gente enjoada". Seu marido era marceneiro e já era a terceira vez que ajustava portas de armários no edifício que sempre voltavam a entortar. Não só ele, como também um outro amigo, que era encanador, não conseguia tirar vazamentos de banheiras e ralos, pois o encanamento vivia rachando. Esses sinais nos levam a crer na frase de um engenheiro italiano que veio ao Brasil apenas para ver de perto a tragédia: "O melhor amigo do homem é o concreto, pois antes de desabar envia os sinais"."

Bastidores

"No dia 15 de Outubro, véspera da queda do edifício, por volta das 14h, a Avenida Bady Bassitt chegou a registrar 38°C. Por volta da 1h do dia 16, debaixo de garoa, os termômetros no local marcavam 18°C. Coincidência ou não, houve de fato uma inversão térmica não muito comum na cidade.

Toda história tem um herói, e nesse caso, o zelador da torre Itália. No dia do desabamento, o zelador começou a ouvir muitos barulhos de vidros se quebrando e sons que pareciam tiros. Interfonou ao síndico que pediu que ele subisse para dar uma olhada. Às 5h10 da manhã, o zelador acionou o elevador de serviço, mas a porta não abriu, pois estava fora do esquadro. O zelador acionou imediatamente o corpo de bombeiros, falando categoricamente que o edifício iria desabar e a necessidade de tirar não só os moradores, como também a vizinhança. Ao chegarem ao local, os bombeiros constataram a informação e fizeram imediatamente o que fora dito.

Por volta das 6h12 um bombeiro estava a postos com uma câmera de filmar em suas mãos. Ao ver o prédio balançar deixou-a no banco da viatura e foi avisar o último companheiro que ainda estava na portaria do edifício. Juntos, saíram correndo e tiveram as costas marcadas com lama oriunda da água da caixa d'água que caiu há poucos metros dos policiais, quase ocasionando uma tragédia maior.

A torre caiu em linha, puxada pelo peso das escadas, atingindo de resvalo os Edifícios Camões, Paraty e um posto de combustíveis com seus tanques repletos. Apenas uma casa, onde residia e trabalhava um cirurgião dentista, foi atingida.

27

Shopping Ribeirão Preto

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

Em construção

28

globo.com notícias esportes entretenimento vídeos

buscar no g1 ok

/ são paulo / acidente de trabalho

29/08/08 - 06h44 - Atualizado em 29/08/08 - 07h47

Operário morre em desabamento de obras de shopping

Vítima foi atingida por laje, que despencou. Quatro pessoas ficaram feridas na obra, em Ribeirão Preto.

Do G1, com informações do Bom Dia São Paulo

Tamanho da letra A- A+

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 despencou e atingiu o trabalhador, que morreu na hora. Trinta homens trabalhavam no momento do acidente. Quatro ficaram levemente feridos.

Leia mais notícias de São Paulo

Links Patrocinados

editórias

- 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

29



30



31



32



33

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

34



/ 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+

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



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.

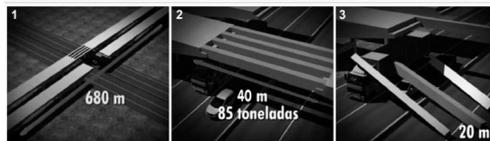
A Polícia Rodoviária Federal informou, por volta das 23h30, que havia pelo menos três feridos, nenhum deles em estado grave. A pista sentido São Paulo da Régis foi totalmente interditada. A alternativa para o motorista é fazer desvio por Itapeperica da Serra. No sentido Curitiba, o tráfego flui pelo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

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

35



SAIBA COMO OCORREU O ACIDENTE NO RODOANEL



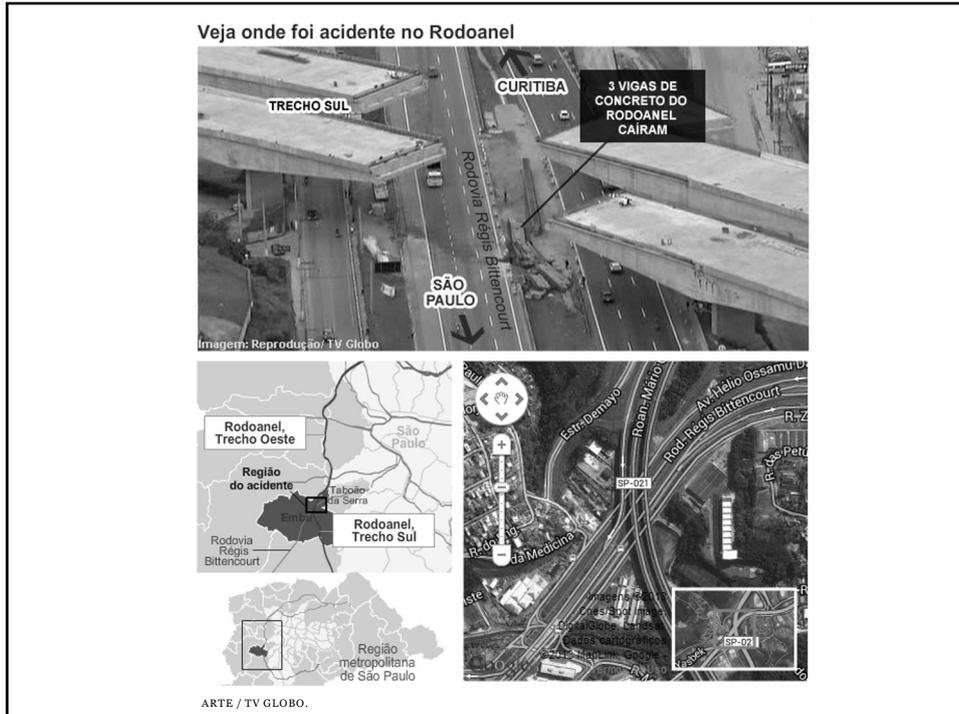
1 O viaduto no trecho sul do Rodoanel tem 680 metros

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

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

IMAGENS: ARTE/TV GLOBO

36



37

Primeira Página

Blog 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>

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.

38

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>

39

Expansão do Shopping Golden Square

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

Em construção

40

<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/11/parte-de-obra-de-shopping-desaba-e-compromete-casas-no-abc.html>

G1 | São Paulo **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.

41



42



43



44

Shopping Metropolitano Barra

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

Em construção

45

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



<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/11/queda-de-laje-na-zona-oeste-do-rio-deixa-mortos.html>

46



47



48

Arena Palmeiras

São Paulo/SP

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

Construção: 2010 → 2014
Investimento de R\$ 330 milhões

49

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.

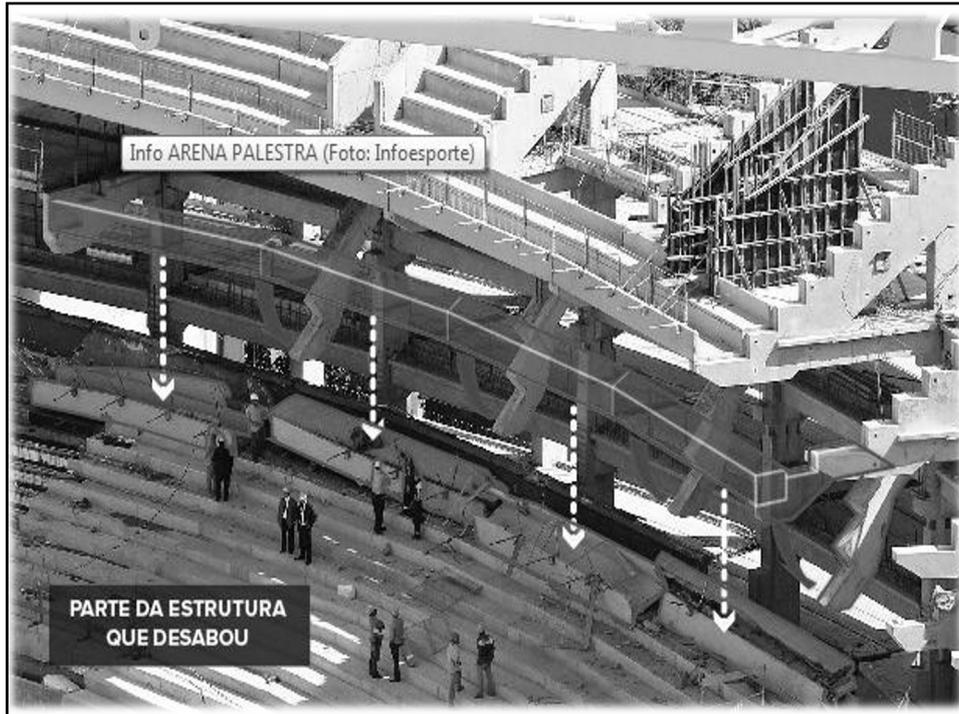


O desabamento no estádio do Palmeiras ocorreu na manhã de hoje



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

50



51

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.

52

O GLOBO BRASIL COMPARTILHE CITE 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 / ARQUIVADO/OBRAS/2014



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.

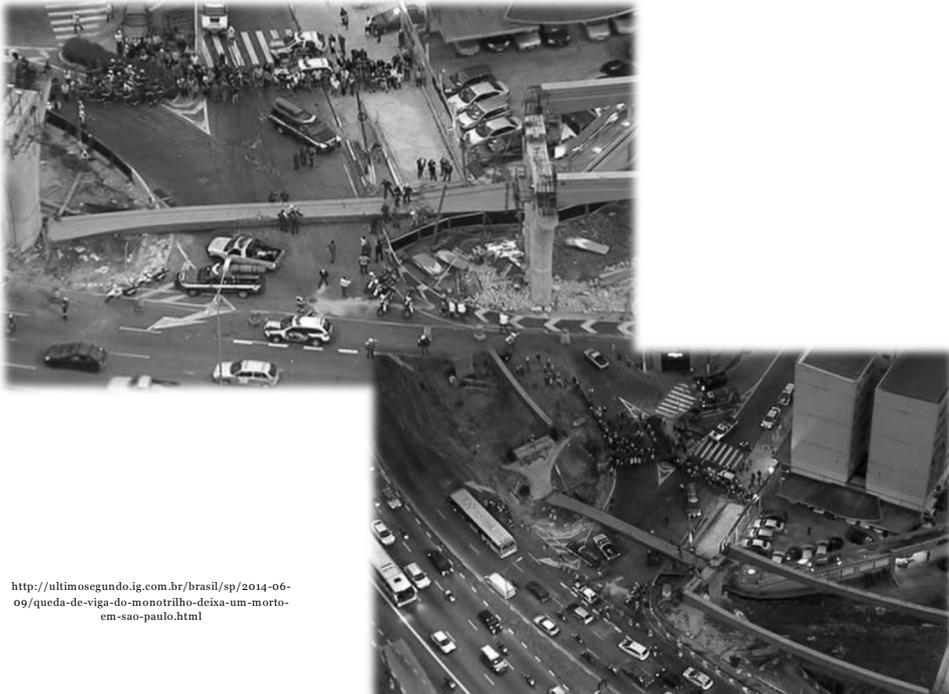
O acidente aconteceu no cruzamento da Rua Vieira de Moraes e da Avenida Washington Luís, próximo ao Aeroporto de Congonhas, no Campo Belo, pouco depois das 16h. Quatro viaturas da corporação, além do helicóptero Águia da PM, foram para o local. O trânsito na Rua Vieira de Moraes foi bloqueado até que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

53



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

54



55

Viaduto Batalha do Guararapes

Pampulha/MG

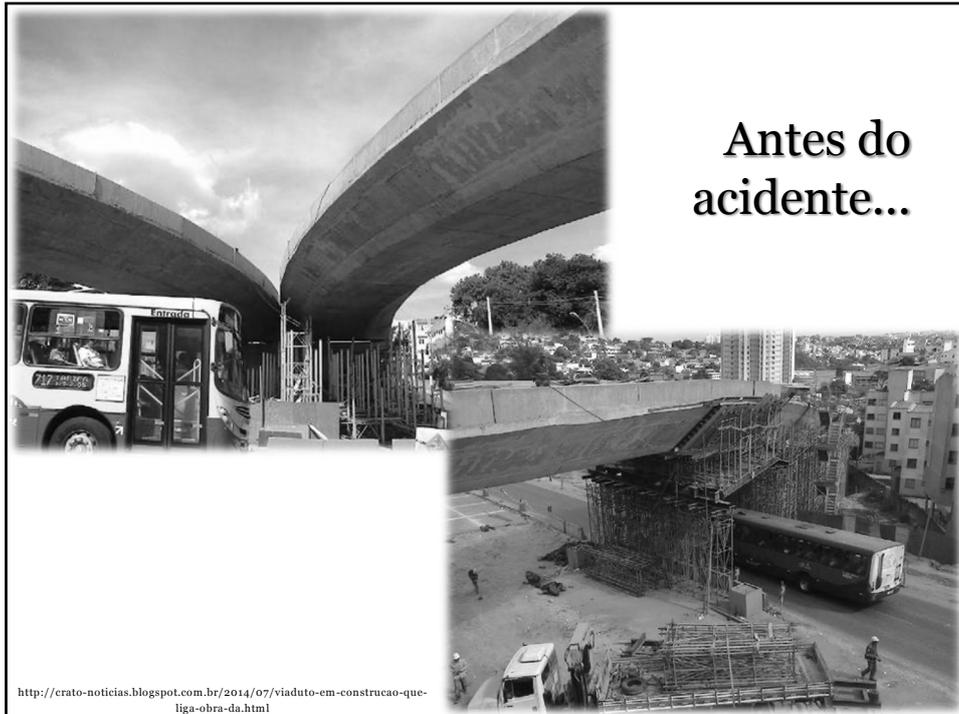
**Acidente: 03/07/2014,
tarde de quinta-feira.**

**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.

56



Antes do acidente...

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

57



Depois do acidente...

<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 G1 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.

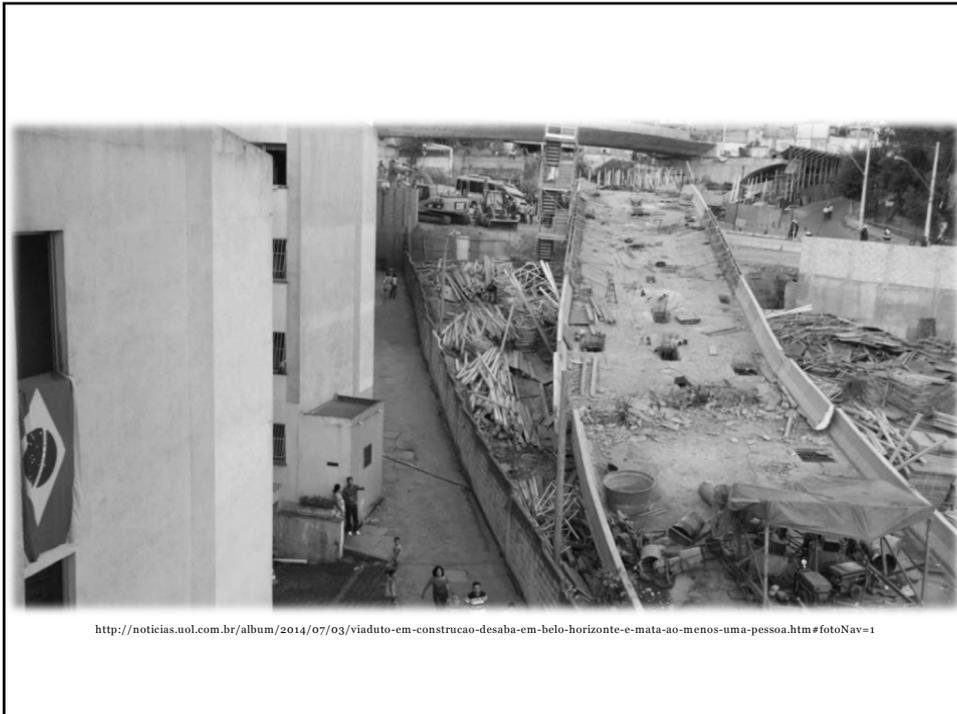
Do G1 MG

Tweeter 2,313 Recomendar 7 mi



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

58



<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>

59

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)

60

<http://noticias.terra.com.br/brazil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falhas-no-projeto-diz-construtora.1e417332e2067410YgA1CM9000099a1f54b08CRD.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

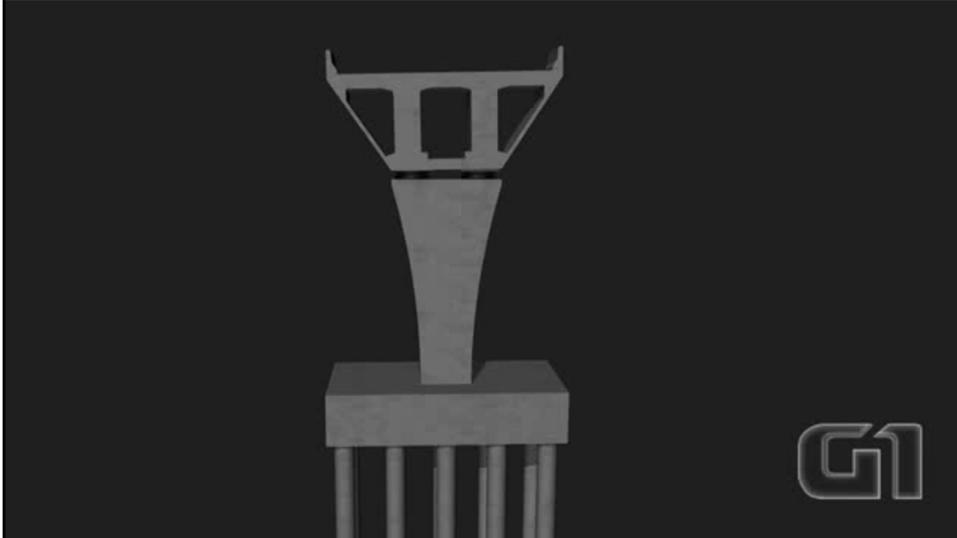
Avenida onde caiu viaduto pode ser liberada sábado em BH

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

Vídeo



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-de-viaduto-que-desabou-na-pedro-i-foi-construido-com-um-decimo-do-aço-necessario-1.256208>

63

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

Três meses e meio depois do desabamento da alça sul do Viaduto Batalha dos Guararapes 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.

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 Engenharia 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.

<http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/18/in-tem-a-gerais,5701959/projetista-que-fez-calculos-nega-culpa-por-queda-de-viaduto-na-avenida-pedro-i.shtml#.VBsX1kUQEng.facebook>

64



Créditos: Nelson Araujo Lima

65



Créditos: Nelson Araujo Lima

66

em.com.br

Belo Horizonte, 27/AGO/2014

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: f t o + 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/interma_gerais,566693/prefeitura-marca-implosao-da-alca-do-viaduto-batalha-dos-guararapes.shtml

67

em.com.br

Belo Horizonte, 08/SET/2014

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

(7) Comentários Votação: ☆☆☆☆☆ 8+1 Compartilhe: f t o + 7

Custo de implosão do Viaduto Batalha dos Guararapes será de R\$ 1,2 mi

Prefeito Márcio Lacerda revelou os valores na manhã desse sábado, durante entrega de Centro de Saúde e Umei na Região Noroeste

Rodrigo Melo
Publicação: 06/09/2014 15:35 Atualização: 06/09/2014 16:24



Plano de defesa civil e trabalhos para demolição da alça já estão sendo executados

O prefeito de Belo Horizonte, Márcio Lacerda (PSB), declarou na manhã desse sábado, durante a inauguração de um Centro de Saúde no Bairro Dom Cabral, Região Noroeste, que o valor da implosão da alça norte do viaduto Batalha dos Guararapes custará R\$ 1,2 milhão.

http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/06/interma_gerais,566947/custo-de-implosao-do-viaduto-batalha-dos-guararapes-sera-de-r-1-2-mi.shtml

68

Viaduto na Rodovia Anchieta

Cubatão/SP

Acidente: 10/07/2014,
manhã de sexta-feira.
Concessionária: Ecovias.

Previsão de entrega antes do acidente: Setembro de 2014.

69

globo.com g1 globoesporte gshow famosos & etc videos

MENU G1 SANTOS E REGIÃO TV TRIBUNA

10/07/2014 11h25 - Atualizado em 10/07/2014 14h42

Três vigas de viaduto em construção desabam na Anchieta, em Cubatão

Acidente aconteceu por volta das 10h40 desta quinta; ninguém ficou ferido. Cada uma das vigas que desabaram pesava cerca de 100 toneladas.

Jéssica Bitencourt
Do G1 Santos

Tweetar 150 Recomendar 5,1 mil



Parte de viaduto desabou em Cubatão, no litoral de São Paulo (Foto: Jéssica Bitencourt/G1)

<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2014/07/parte-de-viaduto-em-construcao-desaba-na-anchieta-em-cubatao.html>

70

Viaduto em construção sobre a Via Anchieta, em Cubatão, desabou por volta das 10h de ontem após queda de uma viga de 100 toneladas. Cerca de 12 operários trabalhavam no local, mas ninguém se feriu. Nenhum veículo foi atingido pelos escombros. Segundo a concessionária Ecovias, o tráfego na rodovia não foi prejudicado. O elevado funcionará como alça de acesso ao futuro anel viário da Baixada Santista, previsto para ficar pronto até o fim de setembro.

O gerente de Engenharia da Ecovias, Rui Klein, explica que o acidente ocorreu durante o içamento de uma viga. "Com a queda, a estrutura se chocou com outras duas vigas que já estavam posicionadas. As três vieram abaixo." Dois guindastes participavam da operação para elevação do material, que tinha 45 metros de comprimento. As causas do problema deverão ser conhecidas em poucos dias, diz Klein.

Devido ao impacto, nenhuma das três vigas poderá ser reutilizada. "Qualquer esforço não previsto faz com que elas se rompam, não podendo mais ser aproveitadas", detalha o engenheiro. Os materiais serão refeitos, processo que deve demorar em torno de 20 dias. De acordo com Klein, não há necessidade de alteração do prazo de entrega do anel viário, que irá interligar as rodovias Anchieta, Cônego Domênico Rangoni e Padre Manuel da Nóbrega.

<http://www.dgabc.com.br/Noticia/719360/viaduto-em-construcao-desaba-na-via-anchieta-mas-nao-deixa-vitimas?referencia=minuto-a-minuto-topo>

71



<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2014/07/parte-de-viaduto-em-construcao-desaba-na-anchieta-em-cubatao.html>

72



<http://www.atribuna.com.br/cidades/viga-de-100-toneladas-desaba-na-via-anchieta-em-cubat%C3%A7o-1.391755>

73

Ponte do Rio Arataú

Pacajá/PA

**Acidente: 05/08/2014,
manhã de terça-feira.**

Construída na década de 90

74

notícias | esportes | entretenimento | especiais

notícias

Pará | Brasil | Economia | Amazônia | Belém | Região Metropolitana

Home / Notícias / Ponte desaba na Transamazônica e deixa um ferido

05 DE AGOSTO, 2014 - 12:00 - PARÁ

Ponte desaba na Transamazônica e deixa um ferido

Por causa do acidente, o acesso à região está interrompido

Por: Redação ORM News

Curtir (112) **Tweet** (3) **Share** (28)

Atualizada às 15h50

Foto: Valéria Loch

<http://www.ormnews.com.br/noticia/ponte-desaba-na-transamazonica-deixa-um-ferido>

75



76

<http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2014/09/parte-de-estrutura-de-prédio-no-recife-cai-e-atinge-outros-dois-edificios.html>

MENU | G1 | PERNAMBUCO NORDESTE

08/09/2014 11h39 - Atualizado em 08/09/2014 20h05

Parte de estrutura de prédio no Recife cai e atinge outros dois edifícios

Segundo gerente de prédio vizinho, ocorrência foi no começo da manhã. Janelas e caixas de ar condicionado foram quebrados, ninguém se feriu.

Do G1 PE

Tweetar 156 | Recomendar 80



Revestimento externo do prédio caiu no começo da manhã. (Foto: Katherine Coutinho/G1)

Parte do revestimento do edifício Madison Avenida, na Avenida Boa Viagem, Zona Sul do Recife, caiu no começo da manhã desta segunda-feira (8) e atingiu outros dois prédios vizinhos. Segundo testemunhas, ventava muito pela manhã, o que pode ter contribuído para as placas se desprendêrem e voarem. O gerente do prédio Portal Studio, do lado esquerdo do edifício Madison Avenida, conta que os pedacos que caíram eram placas de metal. "Quebrou janela de

79

Marquise **AC American Course**

São João de Meriti/RJ
 Acidente: 17/09/2014,
 tarde de quarta-feira

Edifício em uso

80

MENU G1 RIO DE JANEIRO

17/09/2014 18h37 - Atualizado em 17/09/2014 18h41

Marquise desaba em São João de Meriti, no RJ; assista ao vídeo

Equipe da Defesa Civil foi acionada por conta do risco de desabamento. Área foi isolada, trânsito desviado e marquise será demolida.

Enoque Soares
Internauta, Rio de Janeiro, RJ

Tweetar 57 Recomendar 585



<http://br.iglobo.com/rio-de-janeiro/noticia/2014/09/marquise-desaba-em-sao-joao-de-meriti-no-rj-assista-ao-video.html>

Uma marquise caiu em São João de Meriti, na Baixada Fluminense, na tarde desta quarta-feira (17). De acordo com o engenheiro da Defesa Civil, Enoque Soares da Rosa, uma equipe foi chamada por conta do risco de desabamento por volta das 13h. A área foi isolada, mas não houve tempo para que uma equipe de escora chegasse ao local. Ninguém ficou ferido. A reclamação foi enviada pela plataforma **VC no G1**.

"O pessoal está com a área isolada até agora, a imobiliária vai fazer a demolição da marquise, mas o prédio em si está intacto. Uma falha na manutenção da marquise acabou causando o desabamento", afirmou Enoque.

81

Edifício residencial

Matariya

Cairo / Egito

Acidente: 25/11/2014, manhã de terça-feira

Edifício em uso

82

MENU G1 MUNDO

25/11/2014 06h18 - Atualizado em 25/11/2014 06h18 AFP

Desabamento de prédio deixa mortos no Cairo

Pelo menos 10 pessoas morreram e 15 ficaram presas nos escombros. Muitos prédios são construídos sem cumprir normas no país.

Da France Presse

FACEBOOK TWITTER G+ P



<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2014/11/desabamento-de-predio-deixa-mortos-no-cairo.html>

Pelo menos 10 pessoas morreram em desabamento de prédio no Cairo nesta terça-feira (25) (Foto: Ahmed Abdel Fattah, El Shrouk Newspaper/AP)

83

Pelo menos 10 pessoas morreram e 15 estavam presas nos escombros de um edifício que desabou nesta terça-feira (25) no Cairo, onde muitos imóveis são construídos sem levar em consideração as normas.

O prédio de oito andares desabou durante a madrugada em Matariya, um bairro pobre da zona oeste do Cairo.

"Não sabemos as causas do acidente, mas nos informaram que dois andares foram adicionados recentemente, de maneira ilegal", afirmou o general Mamdu Abdelkader, comandante da Defesa Civil do Cairo.

As equipes de emergência determinaram a evacuação de dois prédios anexos pelo temor de novos desabamentos.

<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2014/11/desabamento-de-predio-deixa-mortos-no-cairo.html>

84

MENU G1 MUNDO

25/11/2014 15h38 - Atualizado em 25/11/2014 17h07

AFP

Sobe para 17 o número de mortos em desabamento de edifício no Egito

Imóvel de sete andares desabou durante a noite. Três pessoas ficaram presas sob os escombros.

Da AFP

FACEBOOK TWITTER G+ PINTEREST



http://g1.globo.com/mundo/mundo/noticia/2014/11/sobe-para-17-o-numero-de-mortos-em-desabamento-de-edificio-no-egito.html?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=g1

Vizinhos observam operação de resgate através de vão na parede causado pelo desabamento que deixou vários mortos no Cairo (Foto: Amr Nabil/AP)

85

Edifício de uso escolar

Cascavel/PR

**Acidente: 16/01/2015,
tarde de sexta-feira**

Em construção

86

Publicado em 16 de Janeiro de 2015 às 13h09min - Atualizado em 16/01/2015 às 20h39min

Laje de escola desaba e mata trabalhador

Outra vítima ficou ferida e foi levada à UPA Veneza; terceiro homem conseguiu escapar ileso...

Cascavel | Rafael Marcante | CGN

🔊 📄



Um trabalhador morreu e o outro ficou ferido, com o desabamento de uma laje, em uma escola, em construção. O acidente aconteceu na tarde desta sexta-feira (16), na Rua Jurandir Antonio Zaniucki, no Parque dos Ipês, na região do Bairro Santa Cruz.

As vítimas eram contratadas por uma empresa terceirizada que fazia o piso da obra. Segundo testemunhas, os trabalhadores estavam em horário de almoço, quando a laje desabou sobre eles.

O homem identificado como Fernando, não conseguiu sair a tempo e morreu prensado pela estrutura. O colega dele ainda tentou correr, mas foi atingido. A vítima que ainda não foi identificada recebeu atendimento do Siate e foi levada à UPA Veneza, com ferimentos leves.

Um terceiro trabalhador que também estava embaixo da estrutura, conseguiu correr sem ser atingido.

"Foi muito rápido, hora que vi o desabamento, apenas pulei para trás e consegui me salvar. Foi por Deus", disse o trabalhador, Jair Lutério.

<http://cgn.uol.com.br/noticia/120116/laje-cai-e-mata-trabalhador-em-obra>

87



<http://cgn.uol.com.br/noticia/120116/laje-cai-e-mata-trabalhador-em-obra>

88

Interação entre os intervenientes



projetista
estrutural



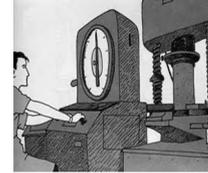
serviços de
concretagem



construtora
(execução)



tecnologista
(consultor)



laboratório
(controle)

**atribuição de incumbências
ABNT NBR 12655:2015**

89

Objetivos

- ✓ **segurança e confiabilidade** (*projetista, fabricante, controle e construtor*)
- ✓ **que não haja retrabalho** (*construtor*)
- ✓ **que não haja desperdício de material** (*construtor*)
- ✓ **que não haja desperdício de tempo e prazo** (*todos*)
- ✓ **que sejam reduzidas as não conformidades** (*todos*)
- ✓ **verificar se está conforme com o especificado no projeto** (*tecnologista*)
- ✓ **verificar se está conforme com o prescrito em norma** (*tecnologista*)
- ✓ **que se evitem manutenções futuras desnecessárias...** (*todos*)

a imagem da empresa não tem preço

90

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

91

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).”

92

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.”

93

- ✓ **Mais de 12mil construtoras**
- ✓ **Poucas buscam excelência**
- ✓ **Poucas buscam treinamento**
- ✓ **Poucas buscam capacitação**
- ✓ **Valorizem sua empresa e honrem seu diploma**

94

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”*

95

ABNT NBR 6118:2014

“mecanismos de envelhecimento e deterioração”

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

96

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*



Cobertura do
Prédio da FAU-USP



Edifício da
Engenharia Civil
POLI.USP

97

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

98

6.3.2 Concreto → ***Lixiviação***

Como evitar, Prevenção, Profilaxia

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

99

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

100

NBR 6118:2014

"mecanismos de envelhecimento e deterioração"

6.3.2 Concreto

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

6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

6.3.4 Estrutura

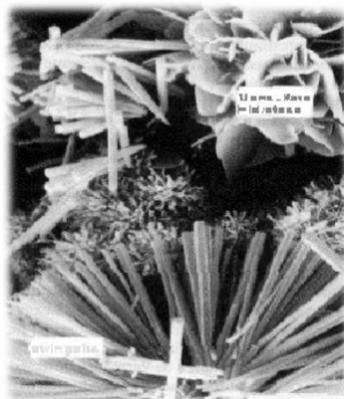
ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, fator humano

101

6.3.2 Concreto → *Expansão*

Reações expansivas

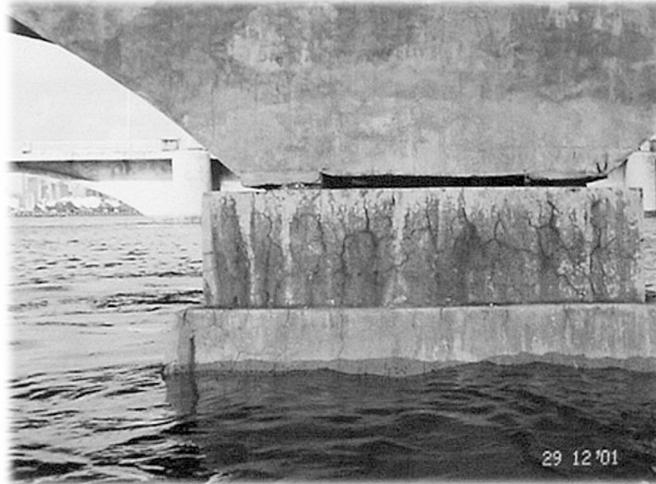
Sulfatos, SO_4^{-2}



- água de mar
- galerias esgoto
- ETE

102

6.3.2 Concreto → *Expansão*
Reação Álcali-Agregado AAR



103



104



105



106



107

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

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

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



108



109

6.3.3 Aço → ***Corrosão de Armaduras***

Despassivação
por cloretos



110



111



Edifício

Palace II

**Rio de
Janeiro**

1996
domingo carnaval

25 andares

5 anos!

112



PALACE II 5anos

113



114



115

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**

116

uma hipótese...
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**

117

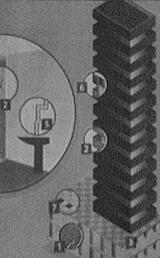


118

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

Os problemas encontrados no Palace 1

- 1 Falhas em elementos estruturais nos subsolos, entre vigas e pilares
- 2 Instalações elétricas expostas e em situação inadequada de conservação
- 3 Informações incorretas nas lajes de piso do pavimento térreo
- 4 Manchas generalizadas decorrentes de infiltrações
- 5 Instalações prediais (elétrica e hidráulica) em estado precário de utilização
- 6 Desprendimento do revestimento externo (em painéis) das fachadas
- 7 Desprendimento do piso do pavimento térreo



O que a Sersan foi intimada a fazer

- monitoramento da edificação com equipamentos
- apresentação do relatório de análise de materiais, 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 (15 dias)
- retirada e recomposição do revestimento e do pavimento das fachadas, o serviço deverá ser executado com aparafusos para proteção aos transeuntes (60 dias)
- recuperação das instalações elétrica e hidráulica (60 dias)

FERNANDA DA ESCÓSSIA
 da Secretaria do Rio

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

Segundo o laudo, o Palace 1 — vizinho ao Palace 2, que desabou no Carnaval e foi implodido no último sábado — está com trincas nas vigas do subsolo, armações metálicas em avançado 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 implosão do Palace 2.

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

teriza 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 cenário que aconteceu com o Palace 2”, disse Marcel Iglicky, diretor do departamento de Vistoria da Secretaria de Urbanismo. Segundo ele, o Palace 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.”

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 reforçar as instalações hidráulicas e elétricas. A intimação foi afixada no escritório da construtora.

Se não conseguir 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 assessoria 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 ontem é apenas preliminar e não se refere a problemas referentes ao solo nem a materiais utilizados na construção. Uma empresa especializada foi contratada pela prefeitura para avaliar a compatibilidade do concreto e de outros materiais. Não há previsão para a divulgação dos laudos dos materiais e das causas do desabamento do Palace 2.

119

PALACE I **10anos**

120

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

121



122



123

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.,

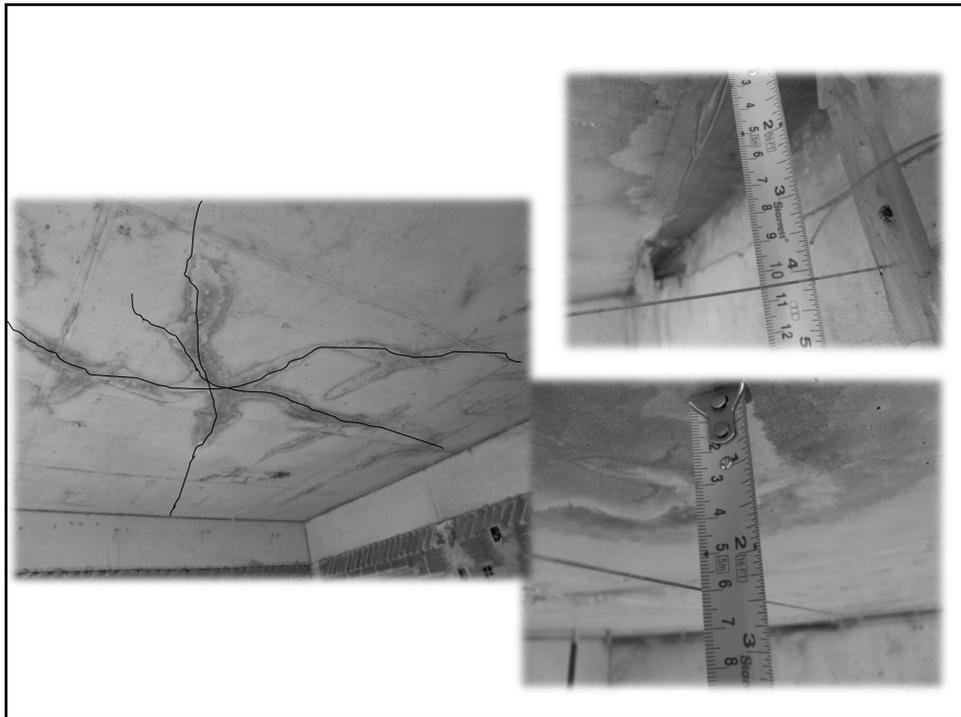
Thainan

124

Edifício Comercial

2009 fissuras em lajes *obra nova*

125

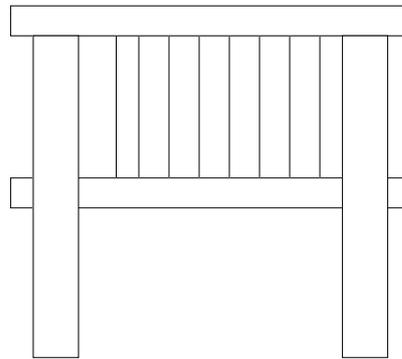


126

laje+vigas com espessura média de
22cm → 550kg/m²

dimensionada para 150kg/m²

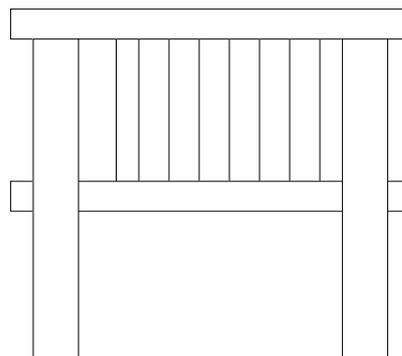
1 ano de idade



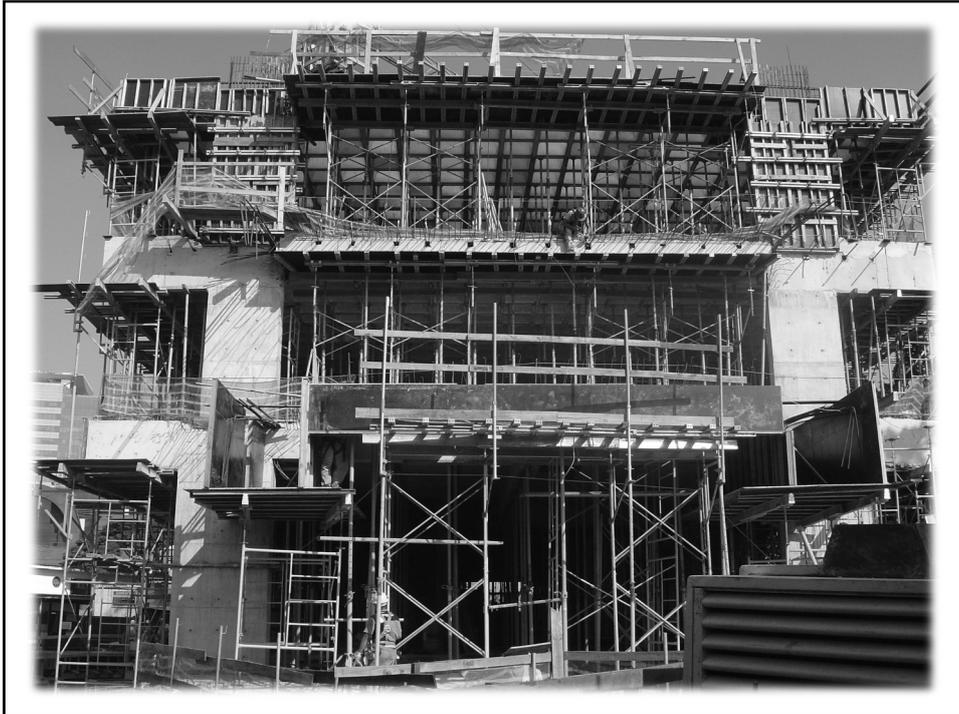
127

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

1 ano de idade



128



129

Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m²

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5m x 7,5m

obra em construção

130



131



132



133



134



135

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.

2

Procedimento Incorreto

Procedimento Correto

136

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**

137



138



139

- **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

140

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...**

141



142

***Irresponsabilidade
ou
Incompetência?***

Caso 2:

Edifício habitacional

8^o andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

143



144



145



146



147



148



149

- **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

150

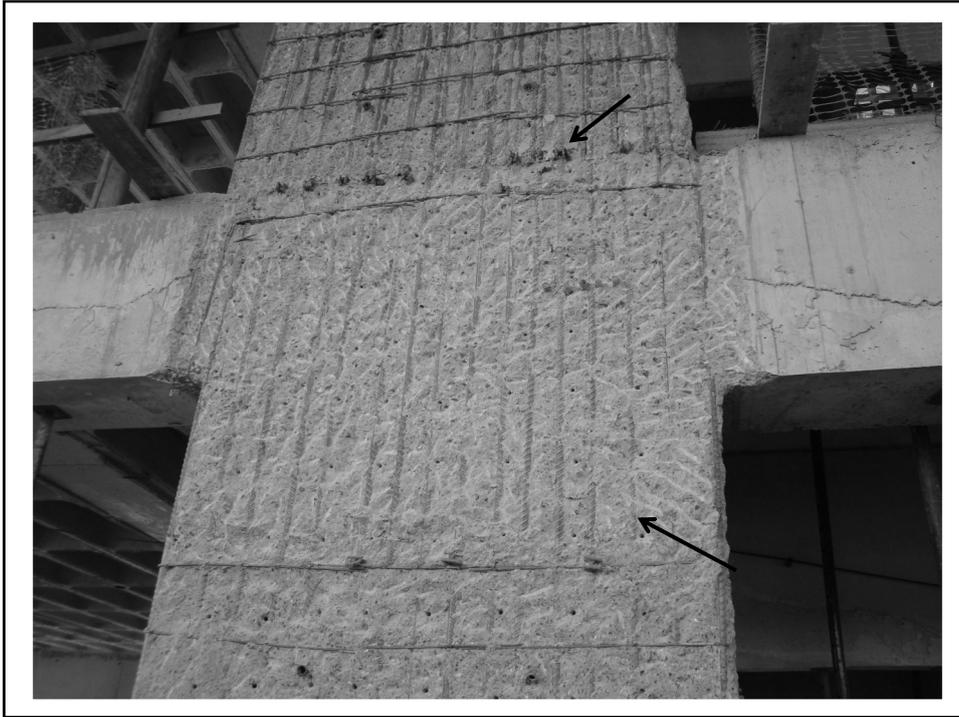
Edifício Habitacional

armadura de
pilares
obra nova

151



152



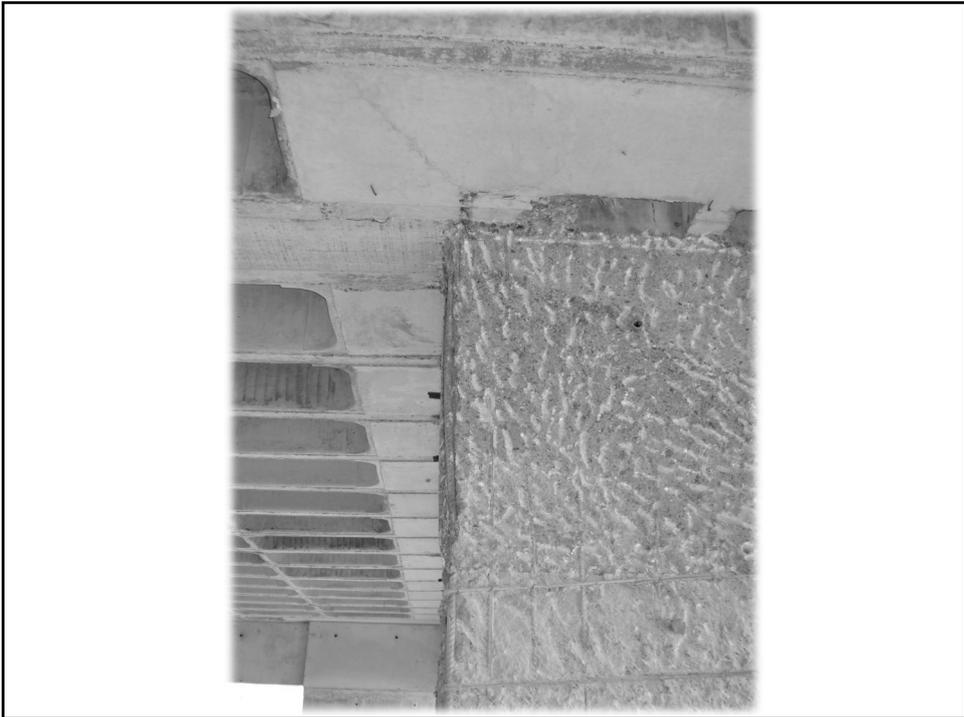
153



154



155



156



157

Qual o papel
do
Construtor?

158

- ✓ 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!

159

**terceirizar um
serviço ≠
terceirizar
responsabilidade**

160

outro caso desastroso!

161

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 %

162

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.

163



164

Edifício Real Class



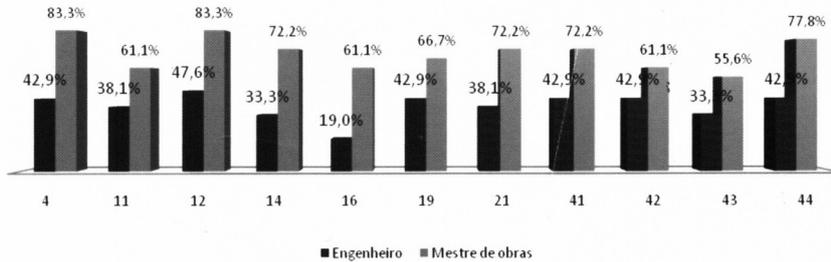
Belém do Pará

34 pavimentos

105m 20.01.2011 35MPa

165

Figura 3 – Desvios de função



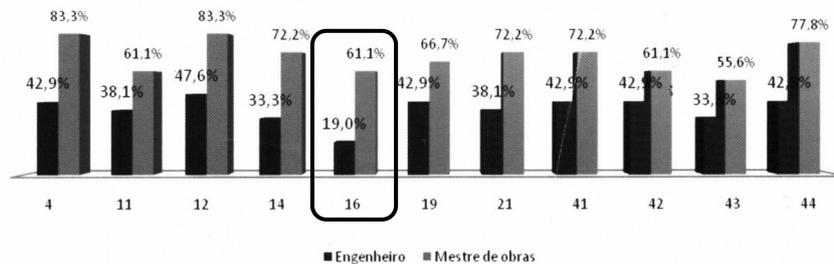
DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 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

166

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

167

Edifício Habitacional

concretagem de pilares *obra nova*

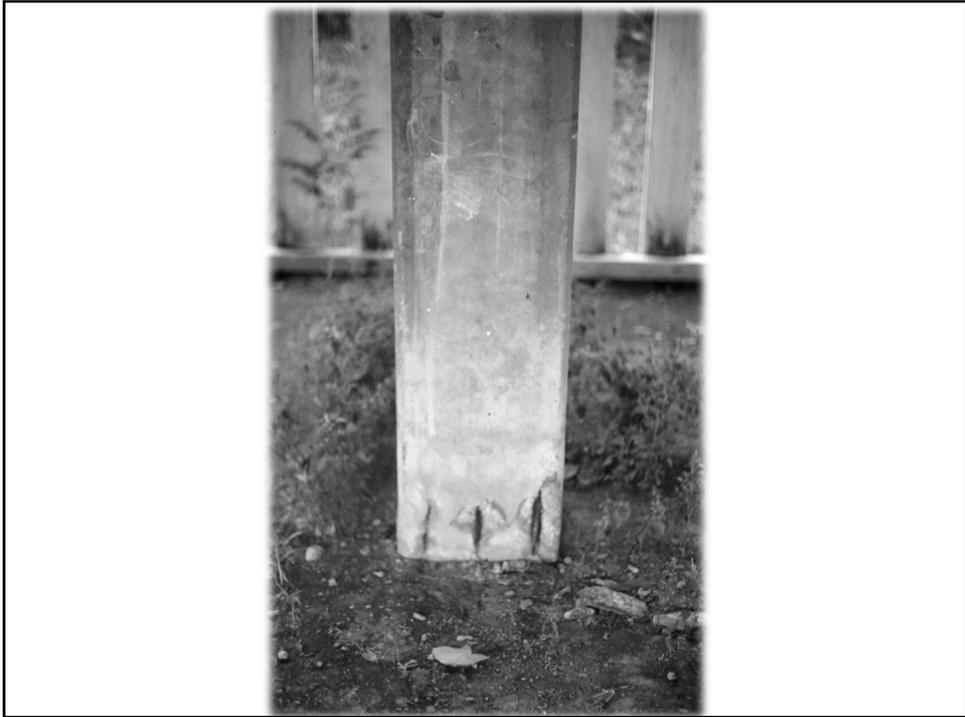
168



169



170



171



172



173

Reparo Estrutural !?

A black and white photograph showing a worker in a hard hat and work clothes kneeling on the floor of a building under construction. The worker is focused on repairing the base of a concrete column. In the background, other concrete columns and structural elements are visible, along with some scaffolding.

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

174

Reparo Estrutural !?

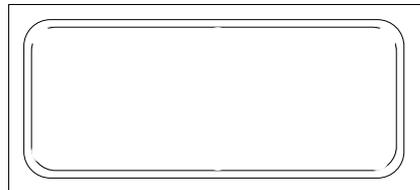


Todo reparo estrutural deve ser realizado com argamassa, graute ou concreto com resistência bem superior à do elemento. No mínimo igual.

175

80cm

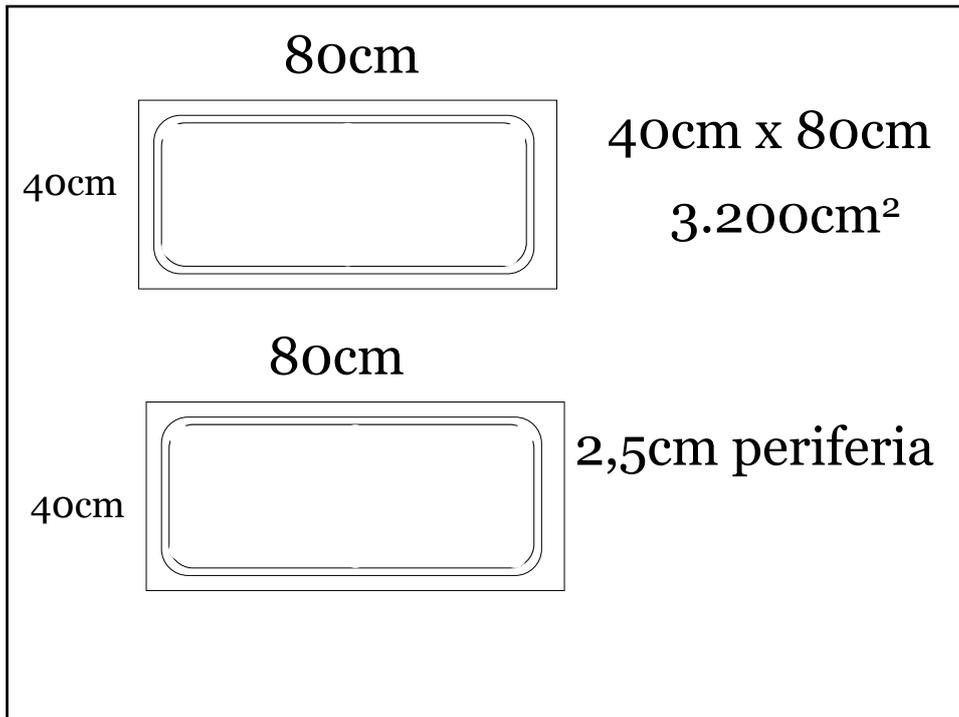
40cm



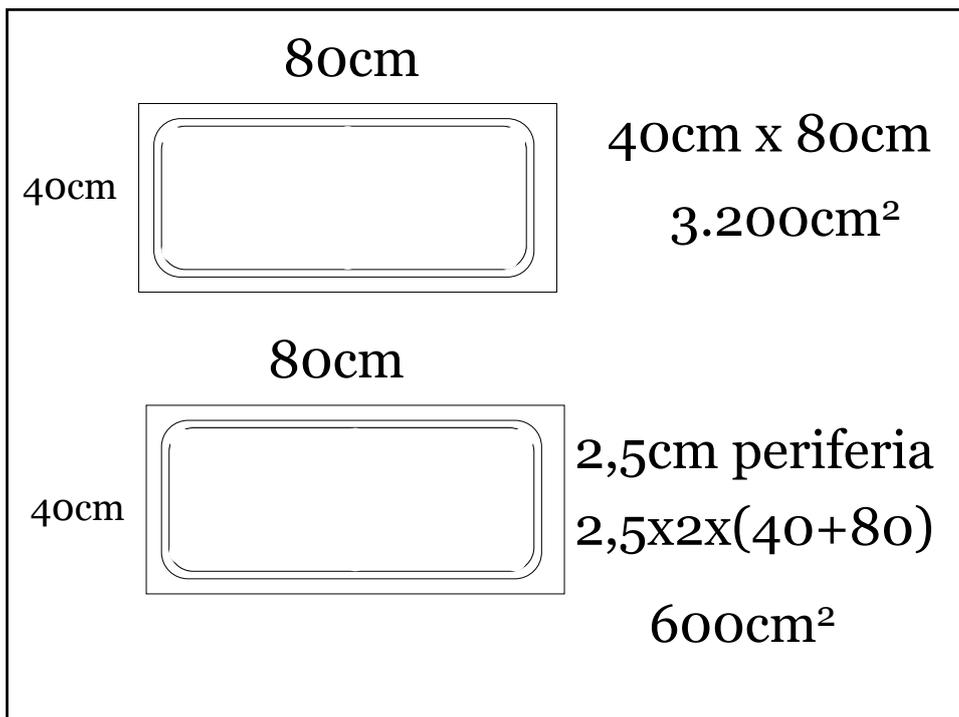
40cm x 80cm

3.200cm^2

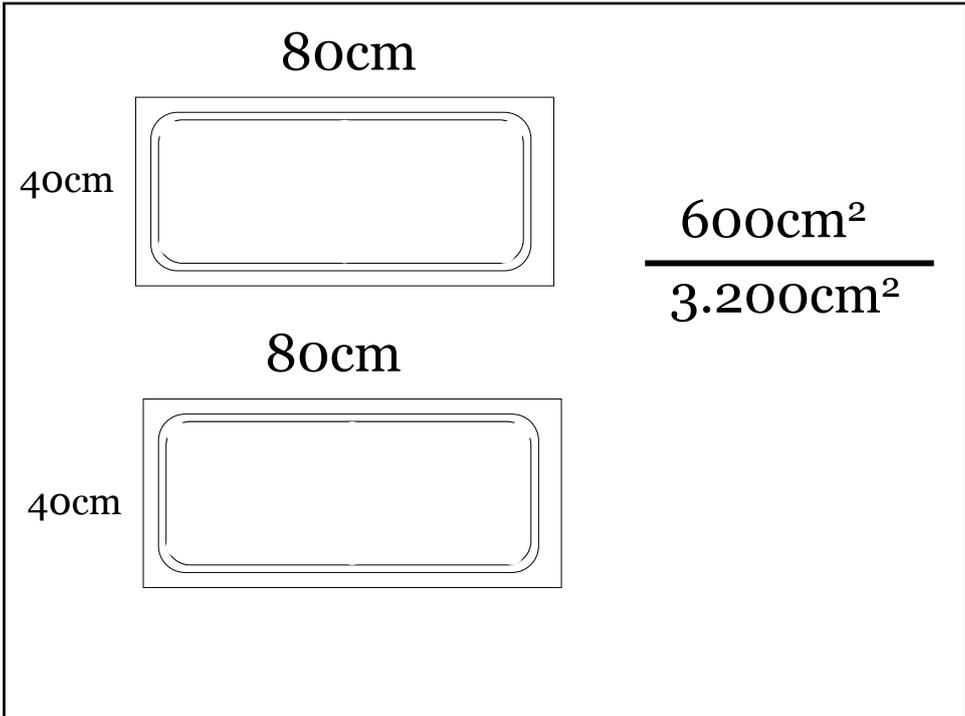
176



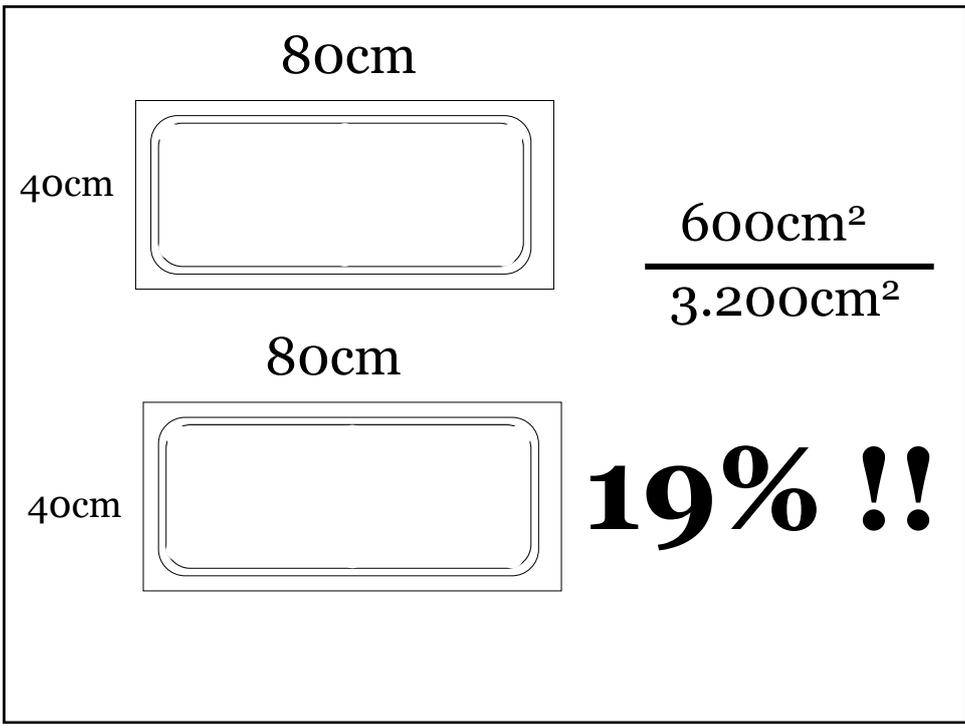
177



178



179



180

CONSTRUTOR

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

181

Edifício Areia Branca

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

182



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

183



184



Escombros - manhã seguinte do desabamento

185



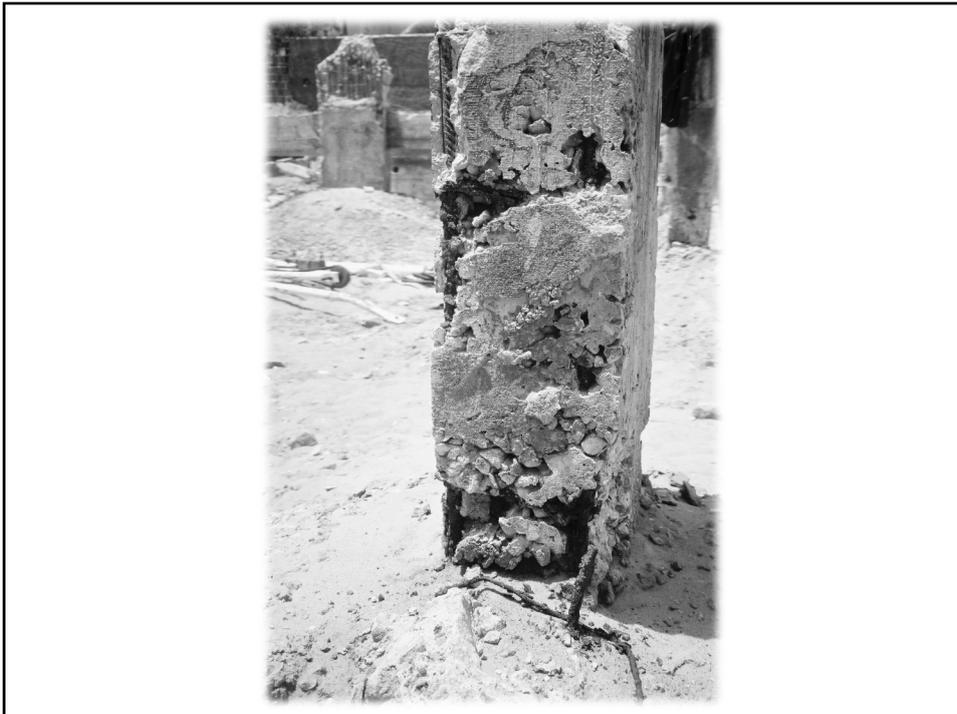
186



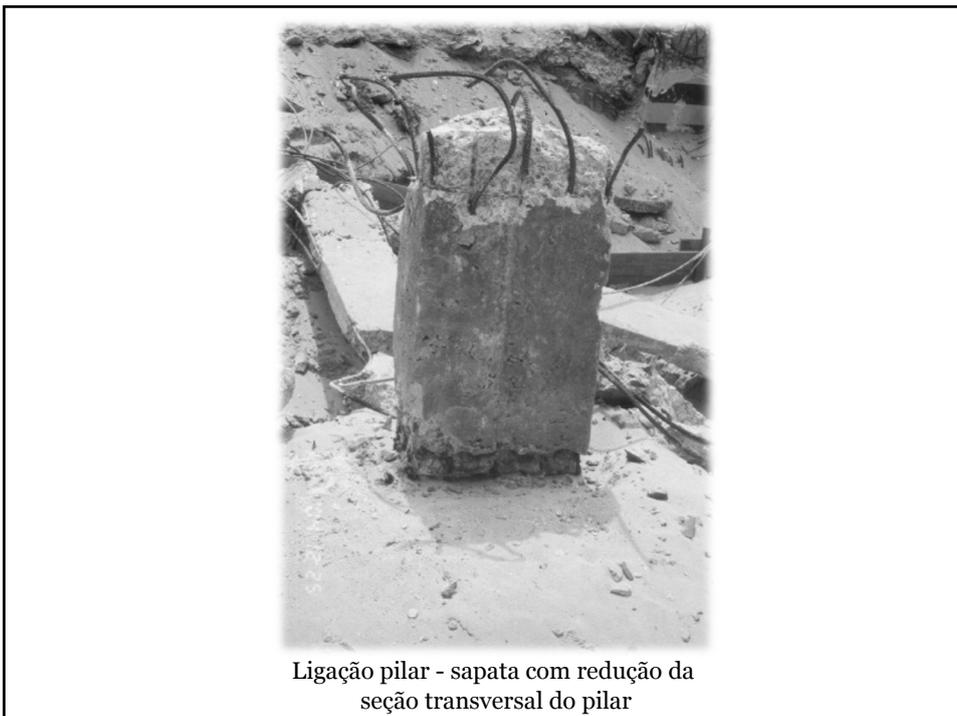
187



188



189

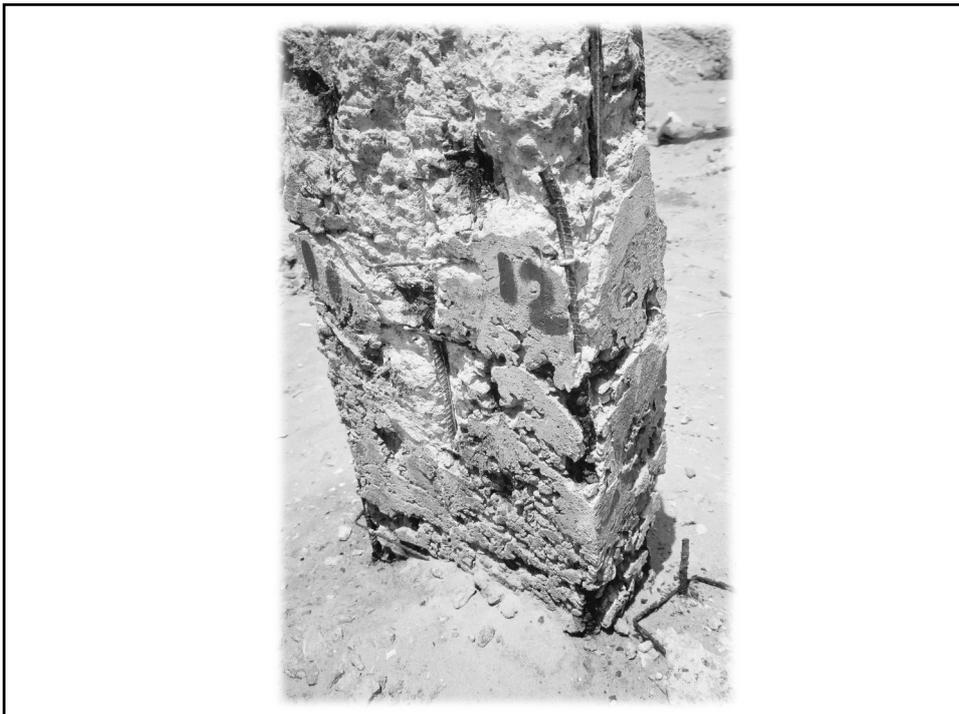


Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

190



191

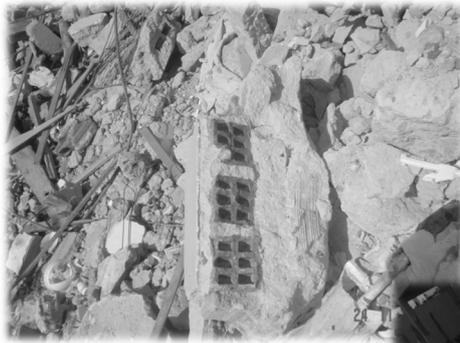


192



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

193



> 20cm!!!



194

CONSTRUTOR

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

195

Edifício Emblemático

Alphaville, São Paulo

50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

196



197



198



199



200



201



202



203



204



205

CONSTRUTOR

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

PhD Engenharia

206

CONSTRUTOR

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

PhD Engenharia

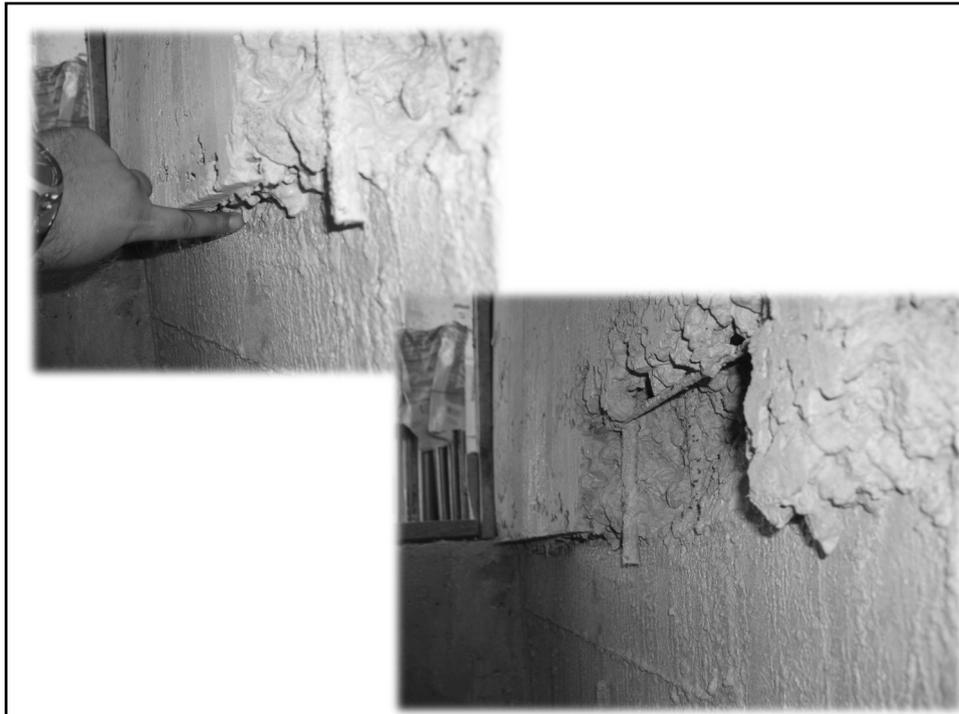
207



**90mm
desaprumo**



208



209

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.”



210

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.

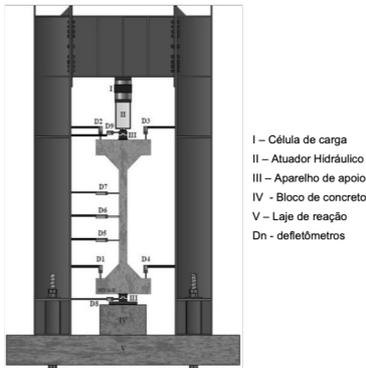


Figura 2 – Pilar posicionado no pórtico de reação com a instrumentação

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?

213

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

214

Documentos exigidos por algumas empresas no CONTRATO

- ✓ Contrato ou Estatuto Social, com última alteração;
- ✓ Comprovante de inscrição junto ao CNPJ/MF;
- ✓ Comprovante de Inscrição Estadual – DECA ou declaração de isenção de inscrição emitida por contador;
- ✓ Comprovante de Inscrição Municipal;
- ✓ Certidão Negativa de Débito junto ao INSS;
- ✓ Certidão Negativa Conjunta de Débitos Relativos a Tributos Federais e a Dívida Ativa da União;
- ✓ Certidão Negativa de Débito de Tributos Estaduais ou Declaração de isenção de inscrição estadual;
- ✓ Certidão Negativa de Débito de Tributos Municipais;
- ✓ Certidão de Regularidade junto ao FGTS (CRF);
- ✓ RG, CPF e comprovante de endereço do representante legal;
- ✓ Prova do Registro no CREA pertinente à atividade exercida pela empresa.

215

Documentos Exigidos para Pagamentos

cópia dos seguintes documentos relativos a competência do mês imediatamente anterior:

- ✓ GPS (Guia da Previdência Social – INSS);
- ✓ GFIP/SEFIP (Guia do Fundo de Garantia e Informação à Previdência) ou Declaração de ausência de fato gerador para recolhimento de FGTS completa (GFIP/SEFIP);
- ✓ GRF (Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia);
- ✓ Folha de Pagamento mensal completa dos funcionários;
- ✓ Comprovante de recolhimento do ISS (Imposto sobre Serviços)
- ✓ Declaração do contador comprovando a escrituração contábil regular da empresa.
- ✓ Declaração do contador atestando que não há recolhimento de GPS e de FGTS;
- ✓ Declaração do contador atestando que não há retirada de pró-labore do(s) sócio(s) da empresa;
- ✓ ART do CREA referente ao serviço

216

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

PhD Engenharia

217

Comprometimento!

Do your best!

PhD Engenharia

218



219