



**CURSO INTERNACIONAL
"TECNOLOGÍA AVANZADA DEL
HORMIGÓN"**



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



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.*

CECAT

12 y 13 de febrero

La Habana/Cuba

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.



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

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

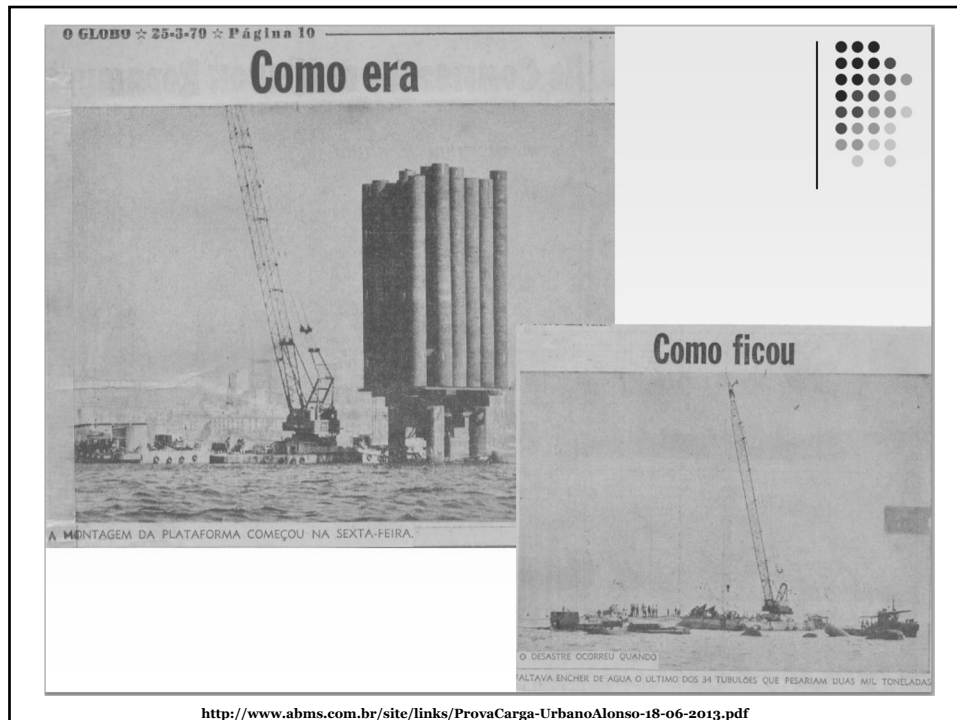
3

PLATAFORMA DESABA E MATA OITO NA PONTE RIO- NITERÓI

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

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

4



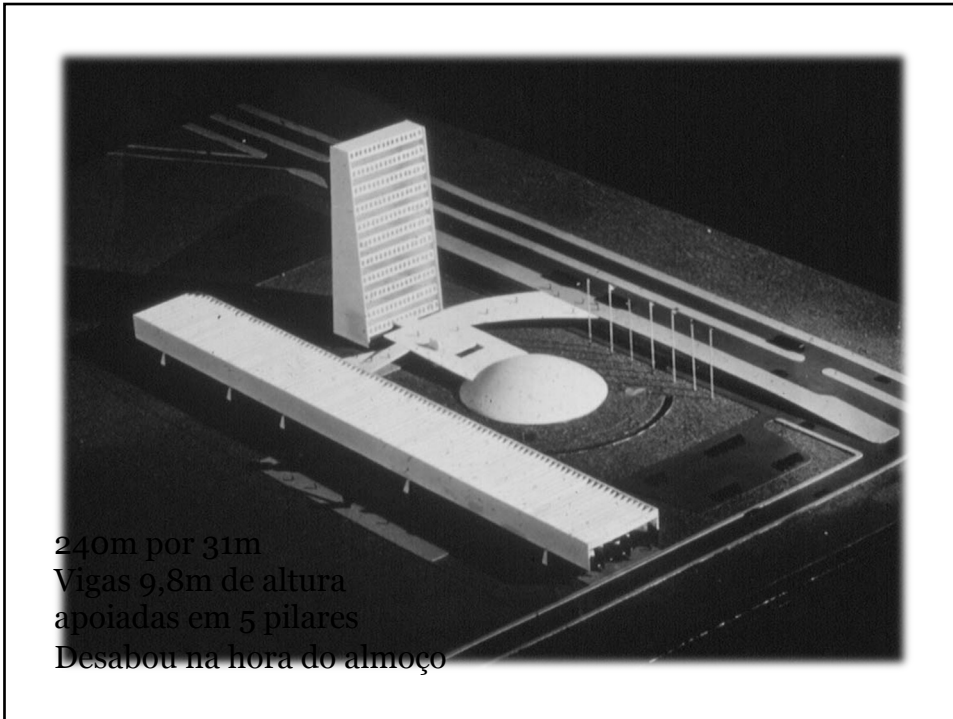
5

Pavilhão da Gameleira

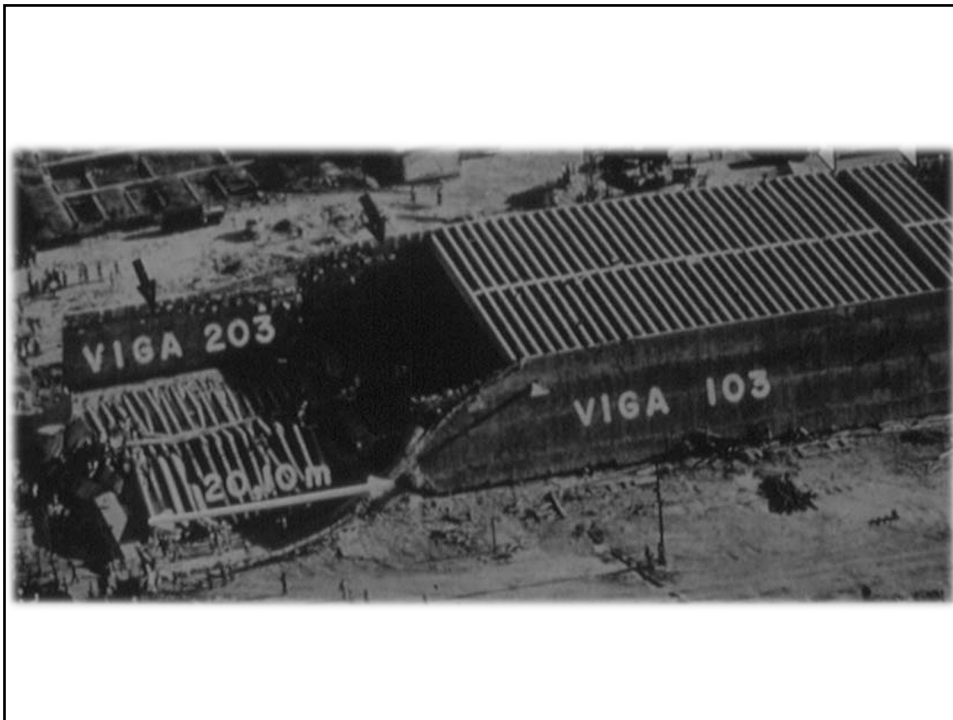
Belo Horizonte/BH
Acidente: 04/02/1971,
manhã de quinta-feira

Construção: 1969 → 1971
Em construção

6



7



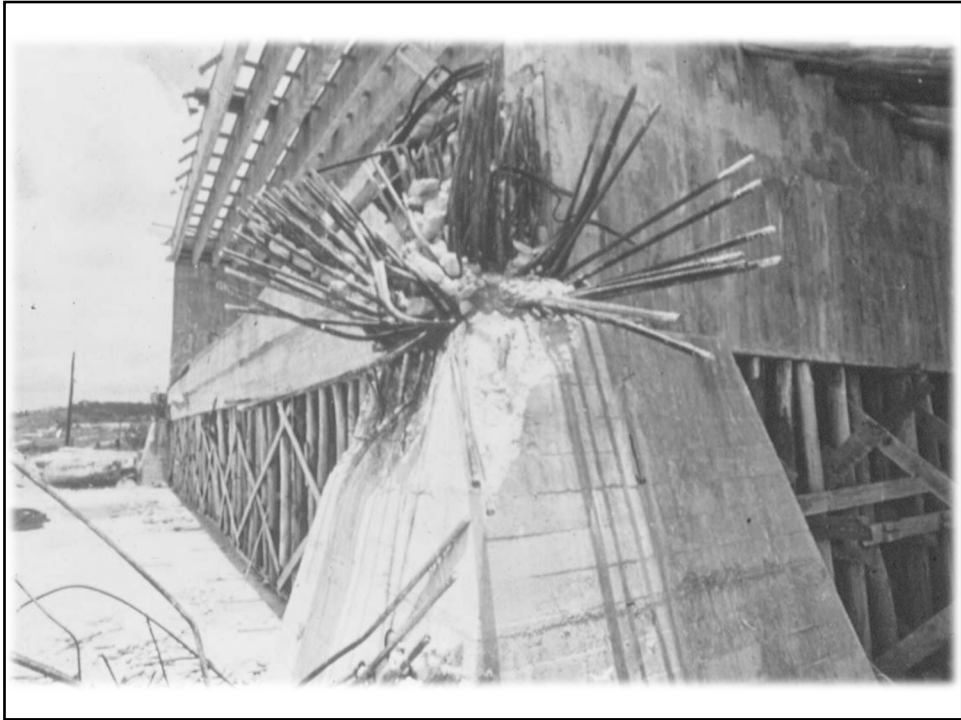
8



9



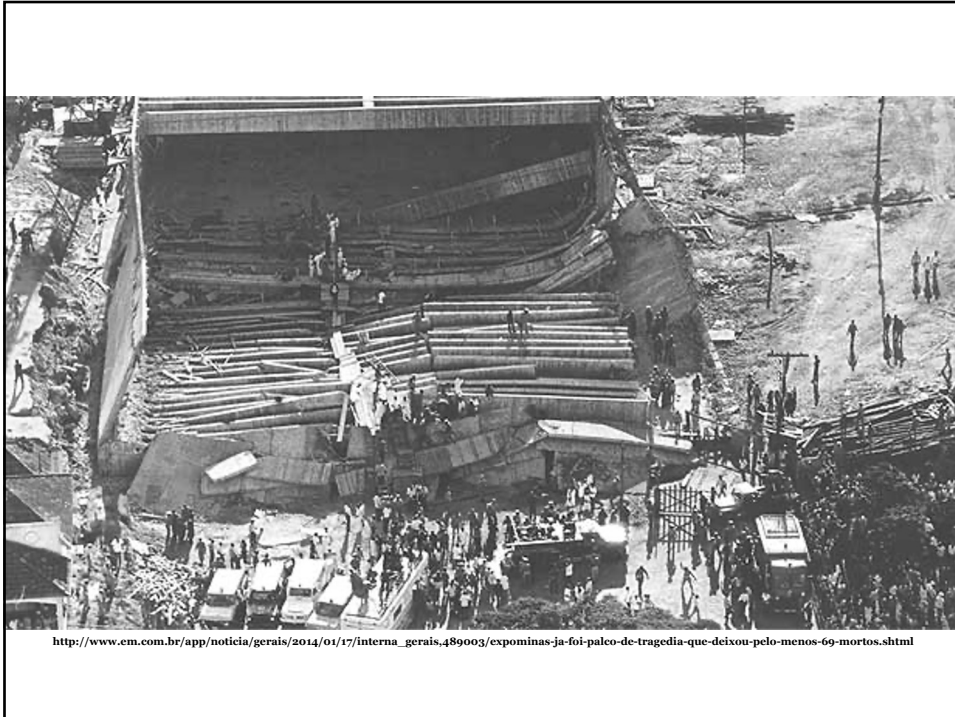
10



11



12



13

Elevado Paulo de Frontin

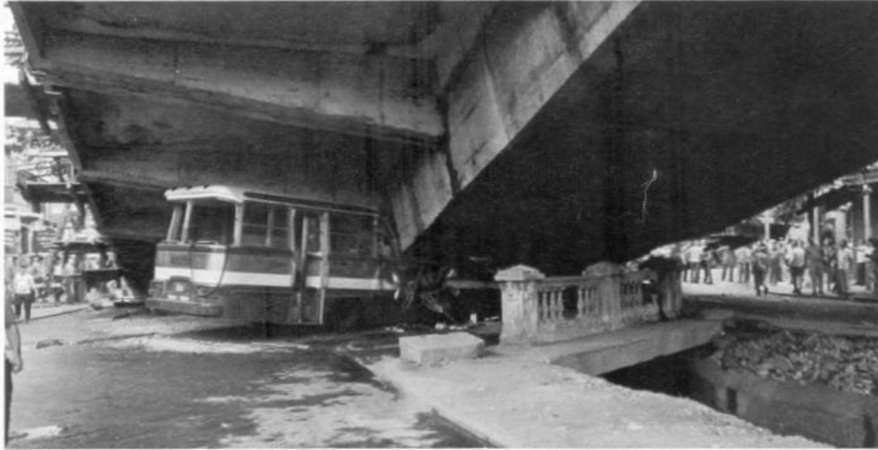
Rio de Janeiro/RJ
Acidente: 20/11/1971

Construção: 1969 → 1974
Em construção

14

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

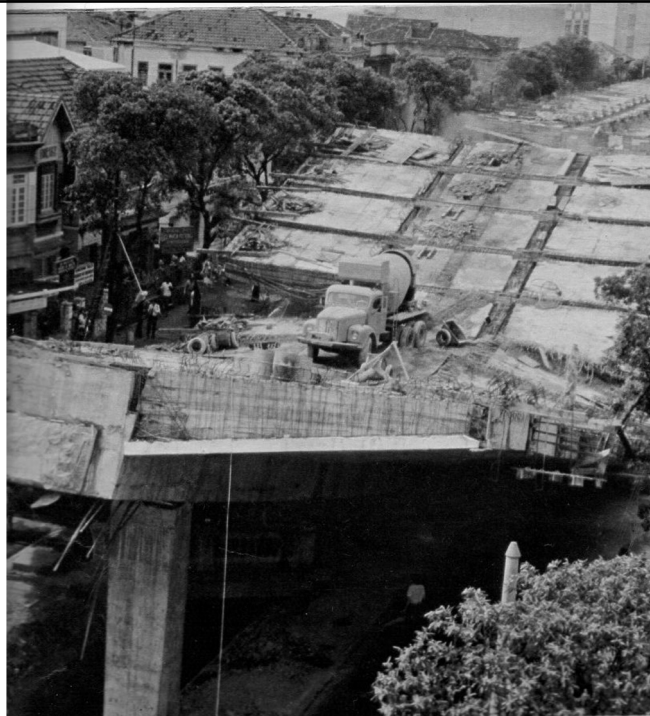
http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/00oelevado/manchete_03.jpg



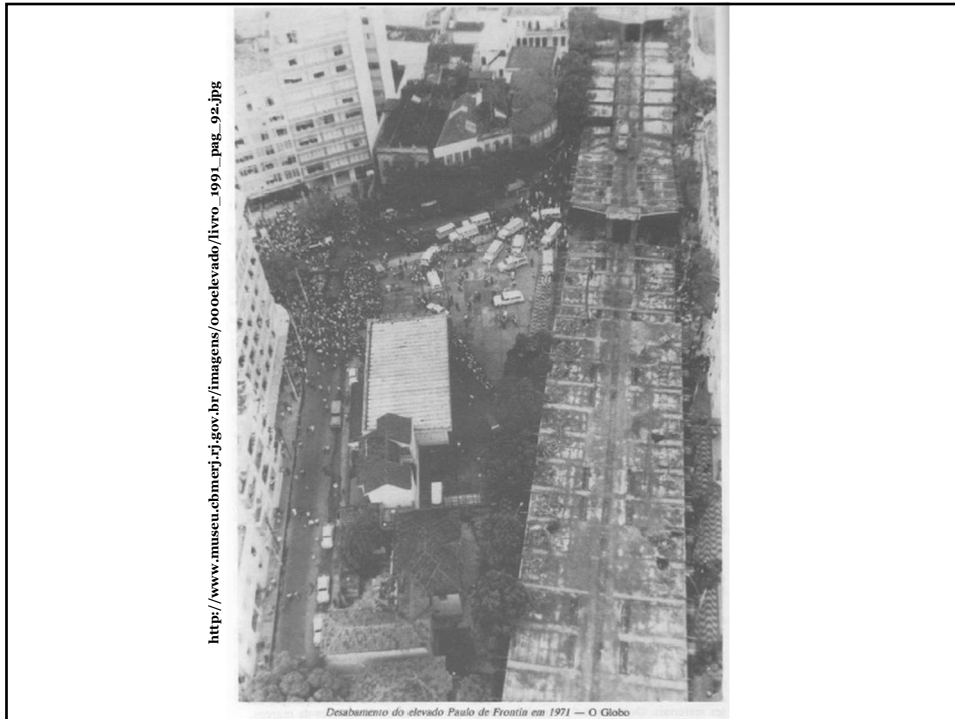
O ônibus da linha Usina/Leblon foi atingido em cheio. Os bombeiros tiveram que abrir brechas na lataria para salvar os passageiros que ainda restavam vivos. Não foram poucas as cenas dramáticas durante o resgate. Um homem só ficou livre das ferragens depois que lhe amputaram as duas pernas (abaixo).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

15

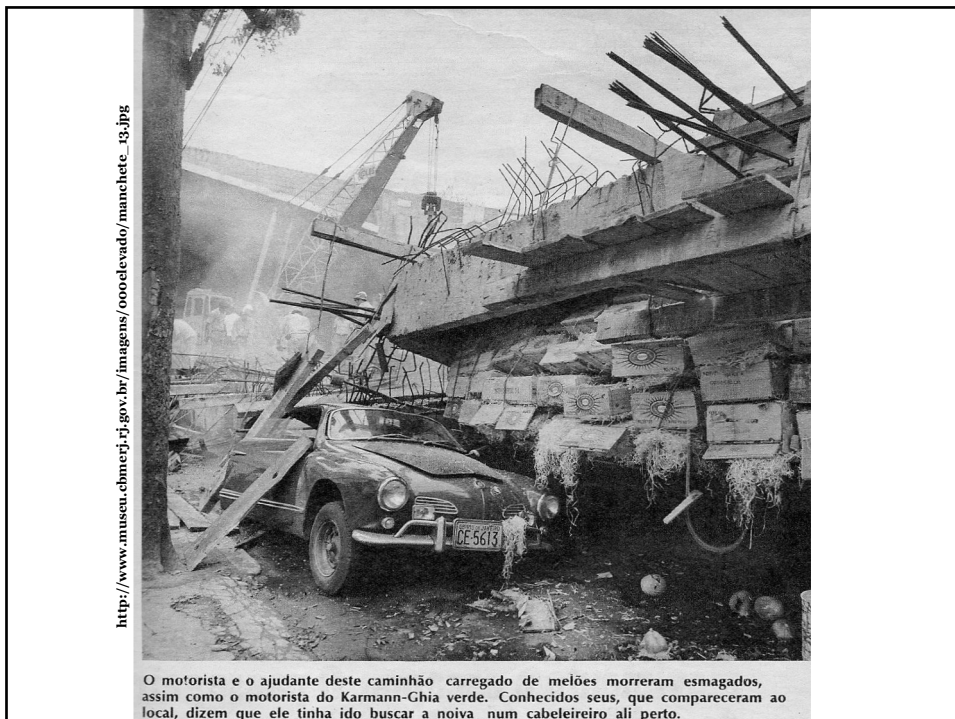
http://www.museu.cbmerj.rj.gov.br/imagens/00oelevado/manchete_07.jpg



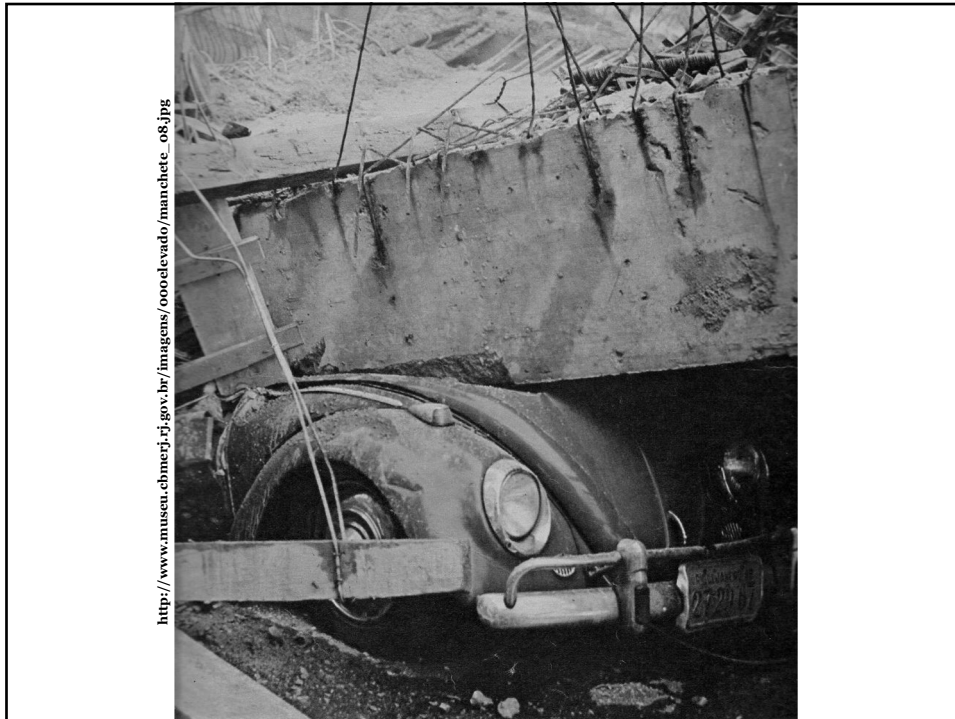
16



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

Um prédio de apartamentos desabou na noite de sexta-feira (17) em Curitiba, matando pelo menos cinco pessoas e ferindo outras 20. O acidente ocorreu no bairro de Brejatuba, na Avenida Santos Dumont, 1733. O prédio tinha 12 andares e estava em fase de construção há alguns meses. Segundo fontes locais, o edifício apresentava problemas estruturais desde o início das obras. O desabamento ocorreu por volta das 22h30, quando o prédio desmoronou sobre si mesmo, causando o colapso de uma das alas. O acidente resultou na morte de cinco pessoas e ferimentos em outras 20. As causas do desabamento são ainda desconhecidas, mas especialistas apontam para falhas na estrutura e na execução das obras.

Os bombeiros usaram guinchos e retroescavadeiras nos trabalhos. Durante toda a tarde, por intermédio de alto-falantes, pediam silêncios, na tentativa de evitar sobreviventes. Um vizinho, que não quis se identificar, disse que, durante a construção do prédio, houve interdição por um período de seis meses, por conta de problemas na fundação. Segundo ele, o edifício estava em obras. O governo do Paraná colocou seis dias-úteis à disposição do Corpo de Bombeiros e a empresa de taxi aéreo Helvisul, seus helicópteros. A 100 km a leste de Curitiba, Guaratuba é o principal balneário do Paraná. O prefeito José Amantio dos Santos (PSC) esteve no local local do acidente, acompanhando o trabalho de resgate das vítimas. A tarde, o governador do Paraná, Jaime Lerner (PDT), também foi a Guaratuba.



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. No início de madrugada, um carro da PM foi encurralado por cerca de 20 homens armados, sepostos 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 5 e 6 batallhões 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.

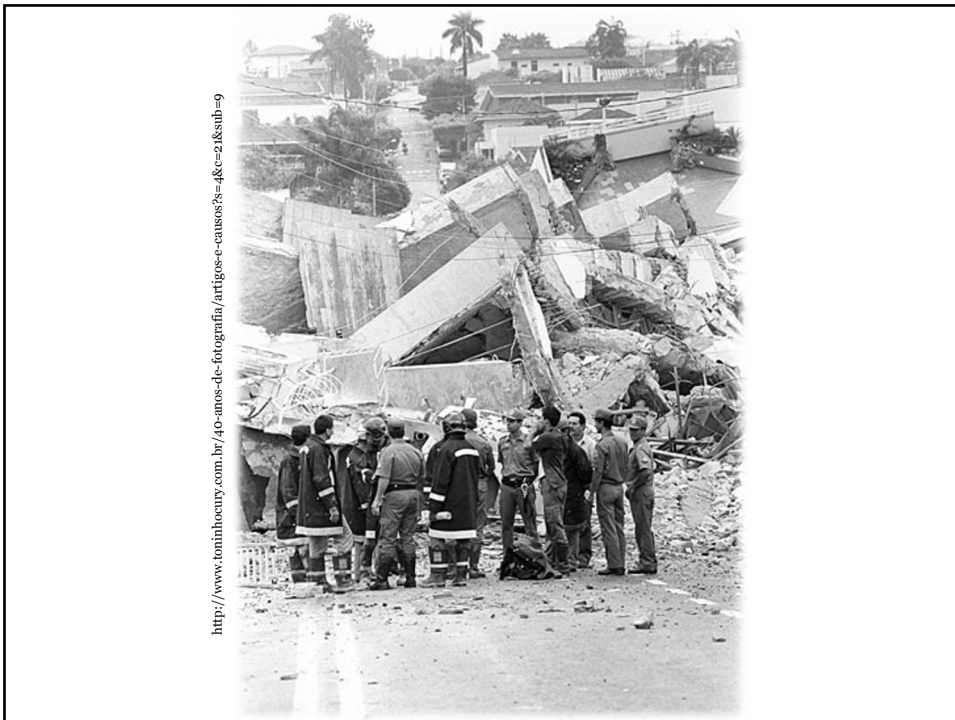
Edifício Itália

**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&sl=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

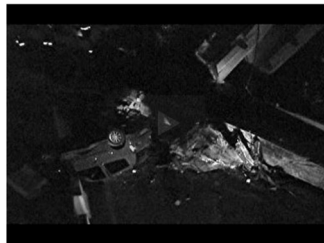
Pista da Régis no sentido São Paulo foi interditada; há feridos. Acidente ocorreu por volta das 21h10, segundo a polícia rodoviária.

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.

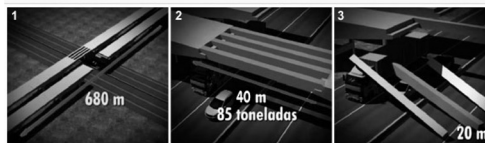
A Polícia Rodoviária Federal informou, por volta das 23h30, que havia pelo menos três feridos, nenhum deles em estado grave. A pista sentido São Paulo da Régis foi totalmente interditada. A alternativa para o motorista é fazer desvio por Itapeperica da Serra. No sentido Curitiba, o tráfego flui pelo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



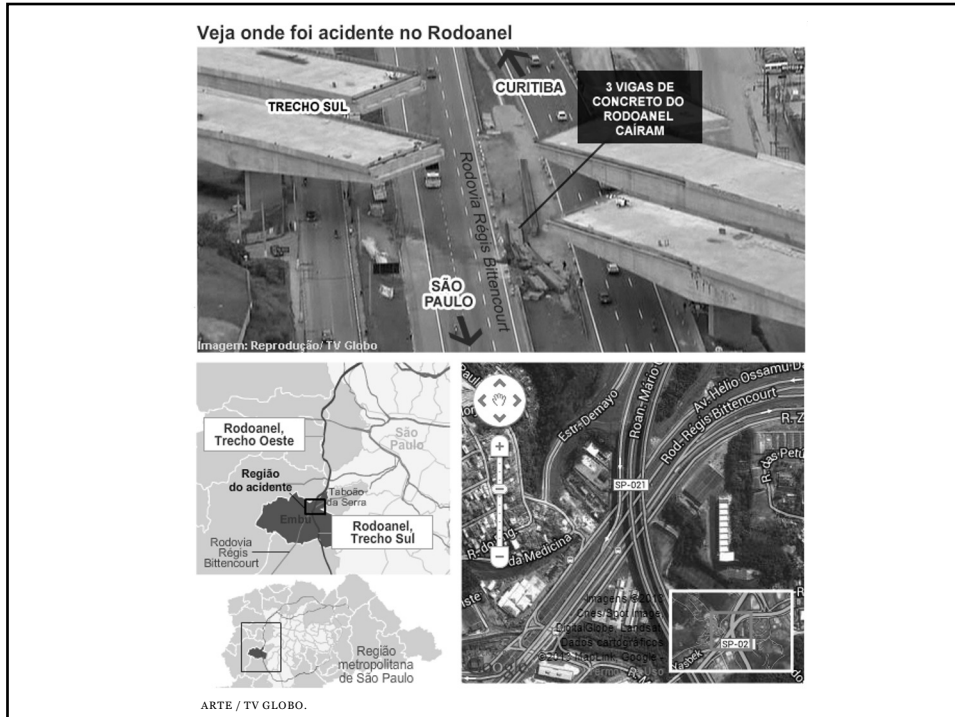
1 O viaduto no trecho sul do Rodoanel tem 680 metros

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

G1 São Paulo    

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

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

Parte de obra de shopping desaba e compromete casas no ABC

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

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



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

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

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

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

41



42



43



44



45



46

Shopping Metropolitano Barra

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

Em construção

47

G1 RIO DE JANEIRO  

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

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

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

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

Alba Valéria Mendonça
Do G1 Rio

15 comentários  37  Recomendar 426



48



49



50

Arena Palmeiras

São Paulo/SP

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

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

51

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

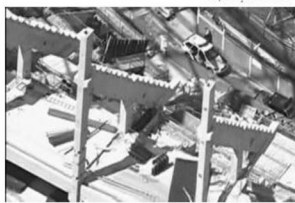
Na manhã desta segunda-feira (15), uma pessoa morreu e outras três ficaram feridas após desabamento de vigas de sustentação das arquibancadas da Arena Palestra, futuro estádio do Palmeiras que deve ficar pronto no segundo semestre deste ano.

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.

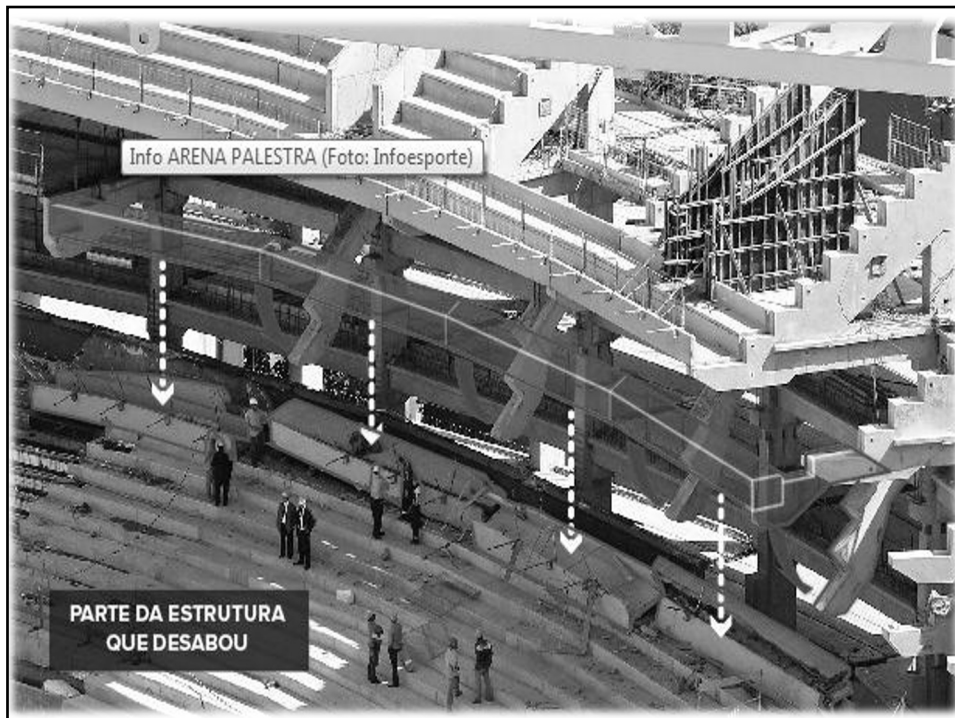
<http://veja.abril.com.br/multimedia/galeria-fotos/slideshow/desabamento-na-arena-palmeiras>



O desabamento no estádio do Palmeiras ocorreu na manhã de hoje



52



53

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.

54

O GLOBO BRASIL COMPARTILHE CITE SEUS AMIGOS ASSINE

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

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

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



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

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

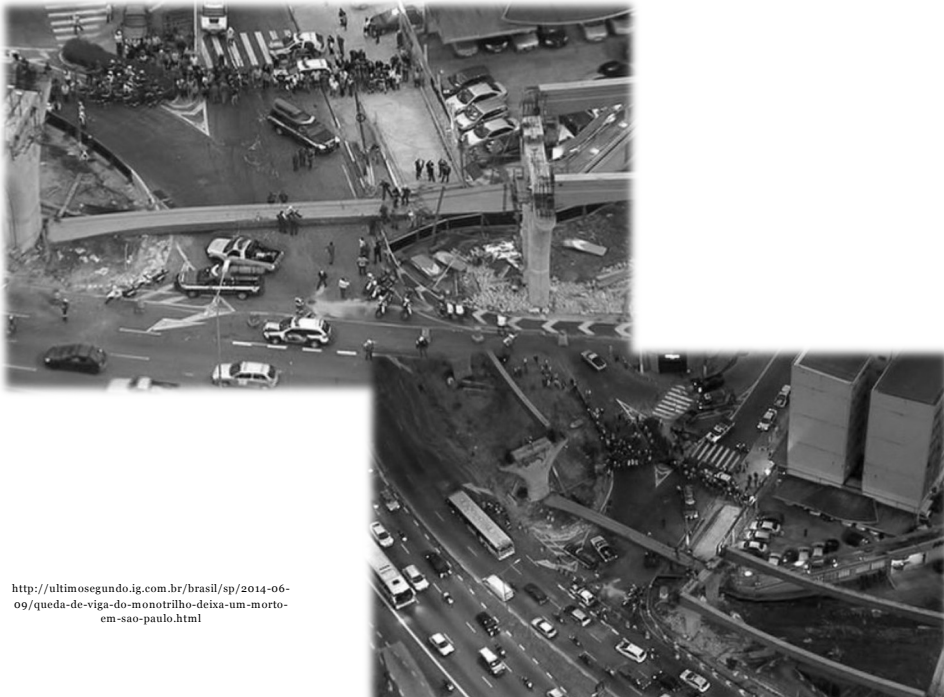
O acidente aconteceu no cruzamento da Rua Vieira de Moraes e da Avenida Washington Luís, próximo ao Aeroporto de Congonhas, no Campo Belo, pouco depois das 16h. Quatro viaturas da corporação, além do helicóptero Águia da PM, foram para o local. O trânsito na Rua Vieira de Moraes foi bloqueado até que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

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

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

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

55



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

56



57

Viaduto Batalha do Guararapes

Pampulha/MG

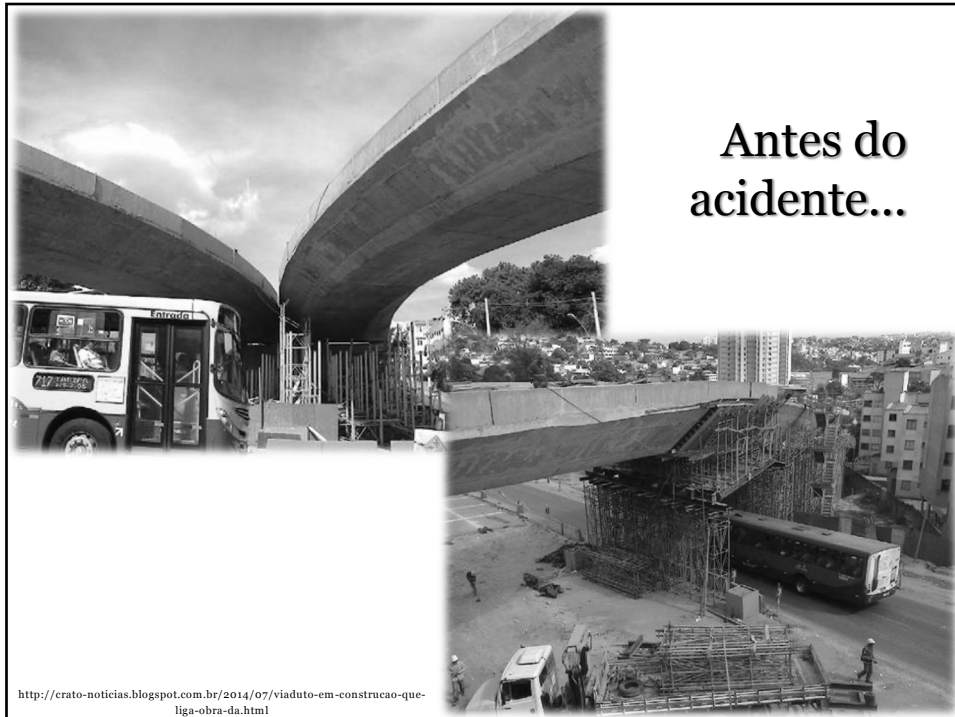
**Acidente: 03/07/2014,
tarde de quinta-feira.**

**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.

58



Antes do acidente...

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

59



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 Tweetar 2,313 Recomendar 7 mil



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

60

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

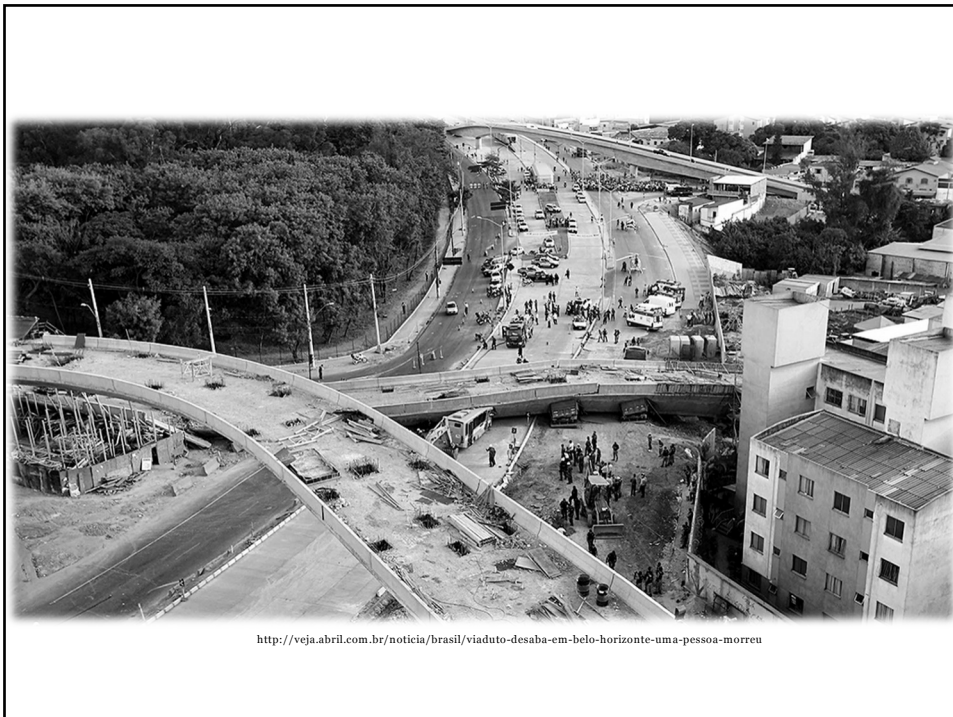


O viaduto, que estava em construção desabou sobre parte de um ônibus, vários caminhões e um veículo que trafegava na Avenida Dom Pedro I, no bairro São João Batista, em Belo Horizonte (Paulo Fonseca/EFE)

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 Clória, 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.

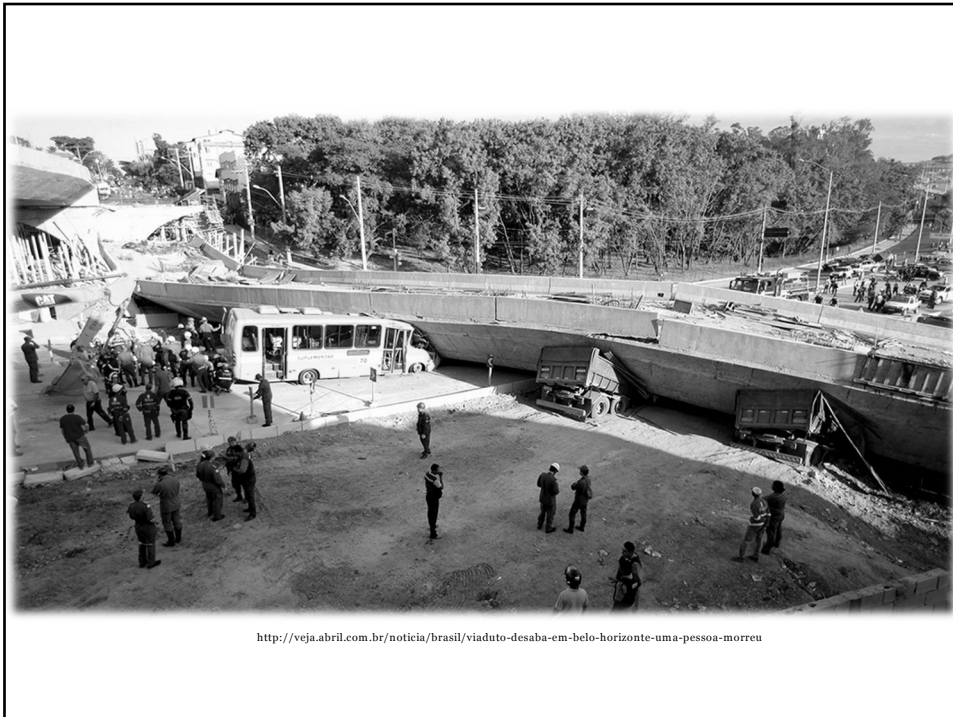
<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

61

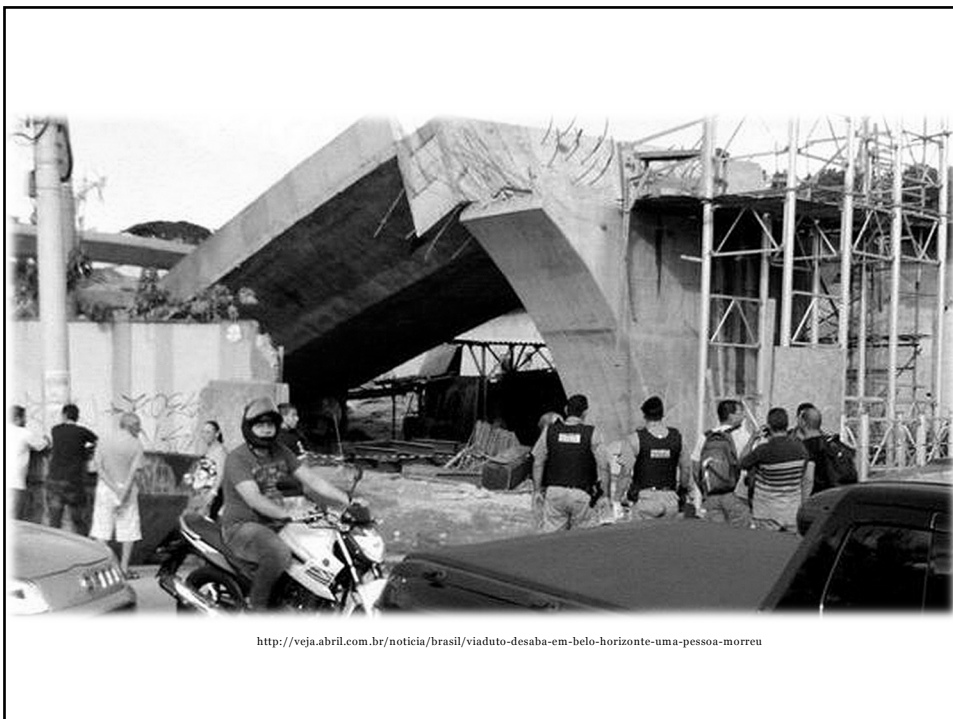


<http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu>

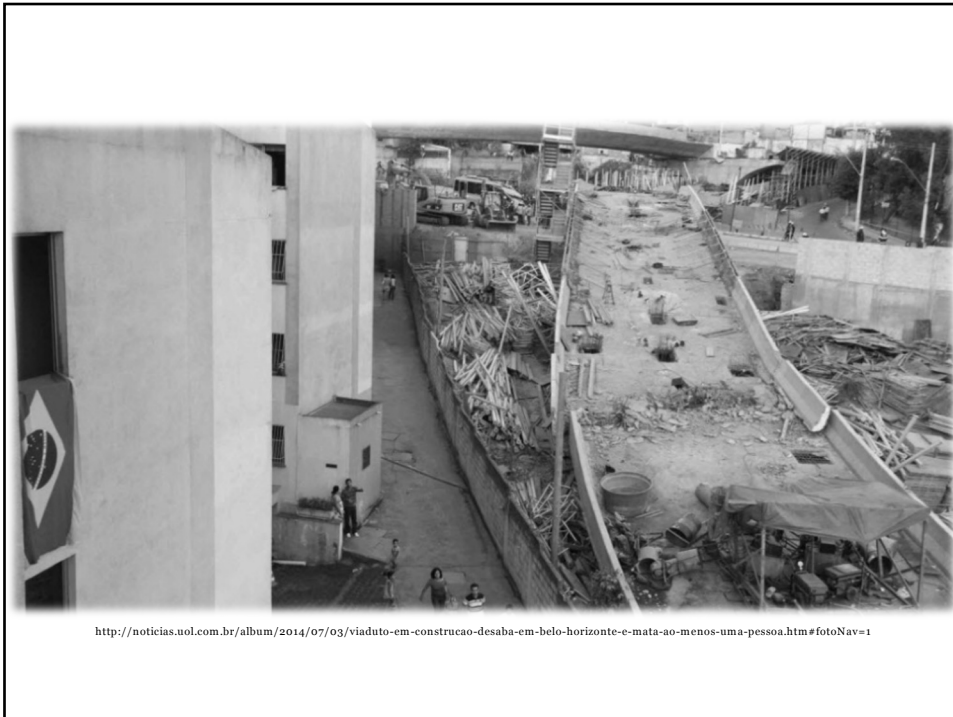
62



63



64



<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>

65

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
Tweeter 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)

66

<http://noticias.terra.com.br/brazil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falhas-no-projeto-diz-construtora.1e417332e2067410YgA1CM9000099154408CRD.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

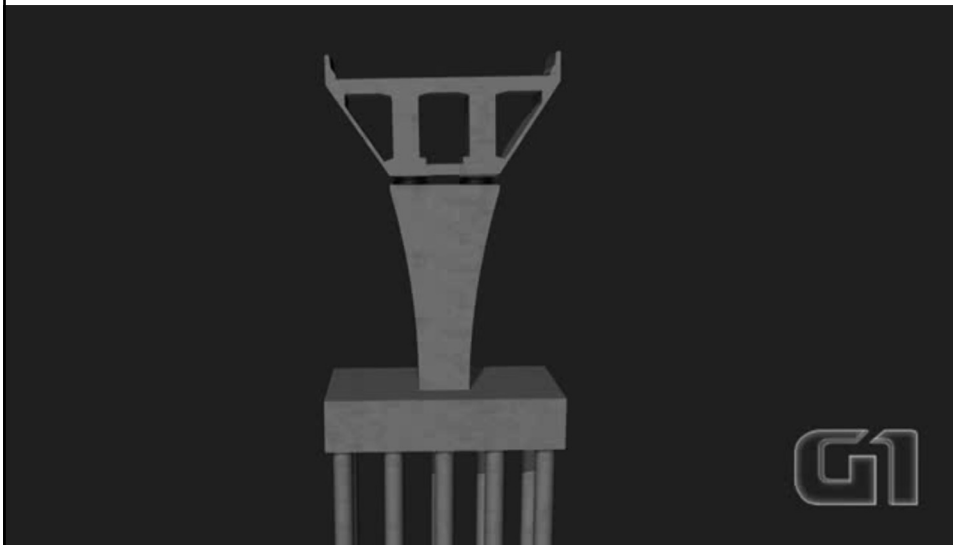
Justiça libera demolição de viaduto em BH

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



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

■ JOANA 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 falha da



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



FOTOS DE REPRODUÇÃO DO RELATÓRIO DO ENGENHEIRO NELSON LIMA

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

como a causa do desabamento, mas, ao analisar o projeto a se firmes como o pilar

A possibilidade de o tabuleiro ter sido mal-executado, pela construtora, da

Saiba mais

Análise

69

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

70

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

direitos reservados 2012

PHD ENGENHARIA

71

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

72

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

73

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

74

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

75

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 2012

PhD Engenharia

76

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 aos

PhD Engenharia

77

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*



Cobertura do
Prédio da FAU-USP



Edifício da
Engenharia Civil
POLI.USP

78

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

79

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

80

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

81

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

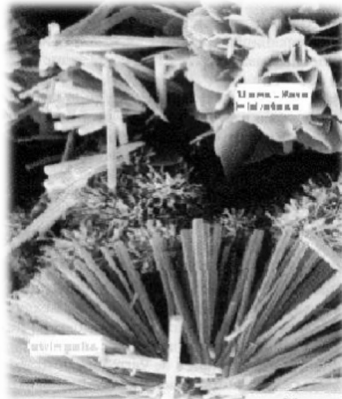
PhD Engenharia

82

6.3.2 Concreto → *Expansão*

Reações expansivas

Sulfatos, SO_4^{-2}

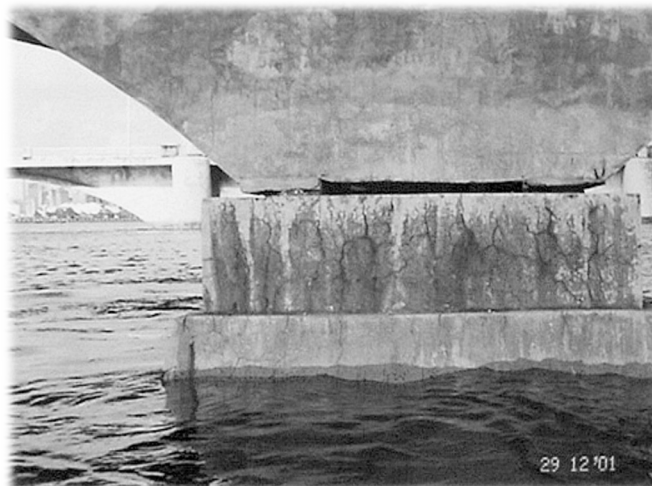


- água de mar
- galerias esgoto
- ETE

83

6.3.2 Concreto → *Expansão*

Reação Álcali-Agregado AAR



84



85



86



87



88

6.3.3 Aço → **Corrosão de Armaduras**

Despassivação por carbonatação

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

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



89



90

6.3.3 Aço →
**Corrosão de
Armaduras**

Despassivação
por cloretos

direitos reservados 2022



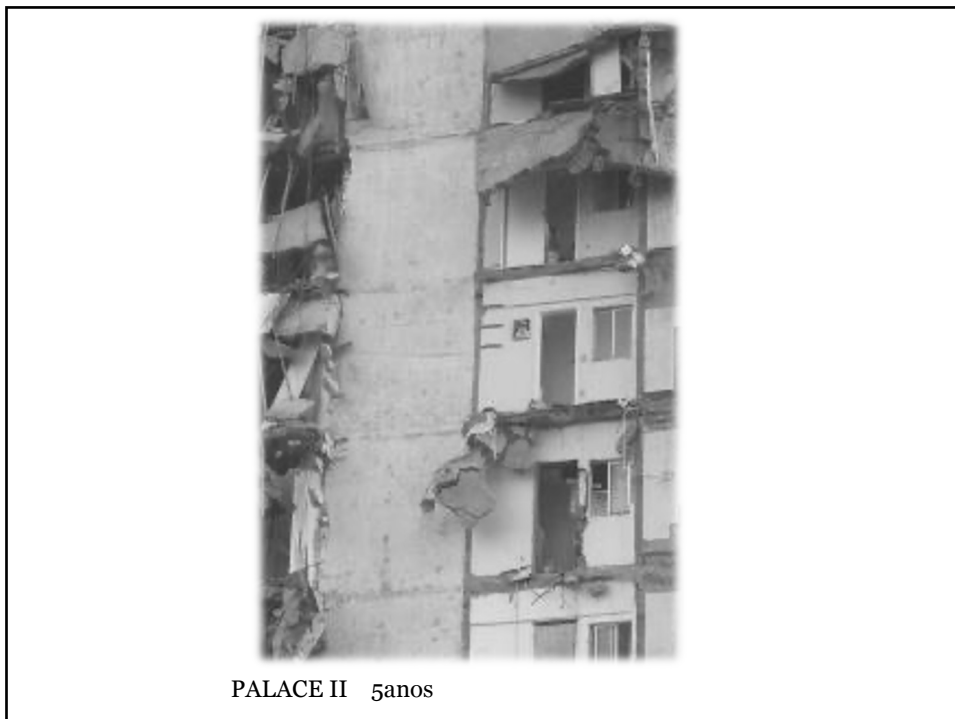
91



92



93



94



95



96

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**

97

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**

98



direitos reservados 2012

PhD Engenharia

99

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

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

Laudo aponta problemas também no Palace 1

Os problemas encontrados no Palace 1

- 1. Trincas 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. Desprendimento do piso do pavimento térreo

Que a Sersan foi intimada a fazer o reforço da edificação 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 das fachadas com aparafusos para proteção aos travessões (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 — com trincas nos pilares — e intima a construtora Sersan a recuperar o prédio num prazo de dois meses.

Segundo o laudo, o Palace 1 — rufino ao Palace 2, que desabou no Carnaval e foi implosido no último sábado — está com trincas nas vigas do núcleo, armaduras 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 vistoriaram o prédio, os problemas são estruturais e não foram provocados pela implosão do Palace 2.

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

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

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

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

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

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

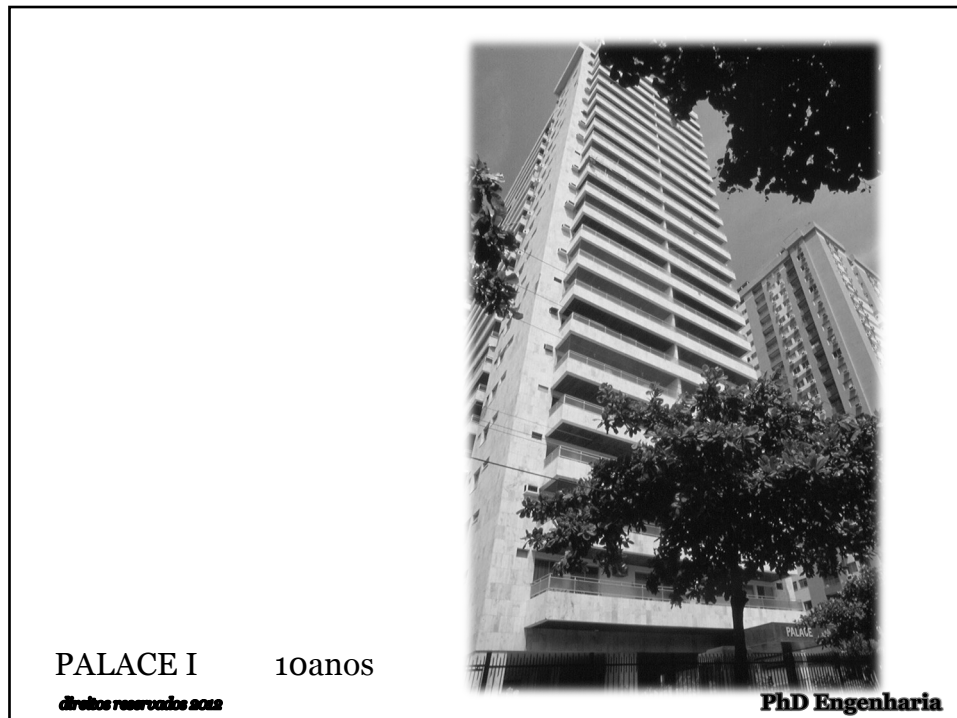
A assessora do prefeito Luís Paulo Conde (PFL) informou que, caso a Sersan não obedeça às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrará judicialmente da construtora.

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

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

100



101

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

102



103



104

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

105

3-4 Sexta-Feira, 26 de fevereiro de 1993 coti

Dona-de-casa morre atingida por pedaço de reboco de prédio no Rio

Da Sucursal do Rio

A dona-de-casa Maria Borges Nascimento, 49, morreu ao ser atingida na cabeça por um pedaço de reboco do 12º andar de um prédio de apartamentos no centro da cidade, na av. Gomes Freire nº 740. A mulher morreu na hora, e teve a face desfigurada. O pedaço de reboco caiu, resvalou na marquise do prédio e acertou a dona-de-casa.

Maria estava voltando para casa com as compras feitas num supermercado da região. Ela morava sozinha com o filho, o estudante, no endereço.

O síndico do prédio em que aconteceu o acidente, João Salvador, afirmou que a obra de recuperação da fachada já havia sido aprovada pelo condomínio, mas faltava orçar o serviço.

O síndico liberou a área em torno do prédio, o que deve causar prejuízo aos estabelecimentos comerciais que funcionam no local. Segundo o diretor do Departamento de Engenharia do órgão municipal, Roberto Formiga Oberlaender, o local só será liberado após o condomínio contratar uma firma para retirar as partes da fachada que ofereçam risco de desabamento.

Na área térrea interditada funcionam uma padaria, uma distribuidora de bebidas. No prédio ao lado, em área também interditada, funcionam um pequeno hotel e um restaurante.



Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio

Oberlaender afirmou que será dado ao condomínio um prazo para recuperação da fachada. Caso o prazo não seja cumprido, o condomínio terá que pagar multa. Muito abalado, o filho da dona-de-casa não quis comentar que providências legais tomará em relação ao caso.

Oberlaender disse que um dos problemas do centro são os prédios antigos em mau estado de conservação. Além da má conservação do reboco, as marquises velhas são problemas apontados pelo diretor da Defesa Civil.

Segundo ele, os proprietários são obrigados a realizar obras de recuperação, mas a fiscalização não cabe à Defesa Civil.

28 anos!

106

Edifício Comercial

2009 fissuras em lajes *obra nova*

107



108



Diagnóstico:
Mal posicionamento de armadura
negativa das lajes adjacentes, sobre as
vigas, devido a pisoteio durante a
concretagem

109



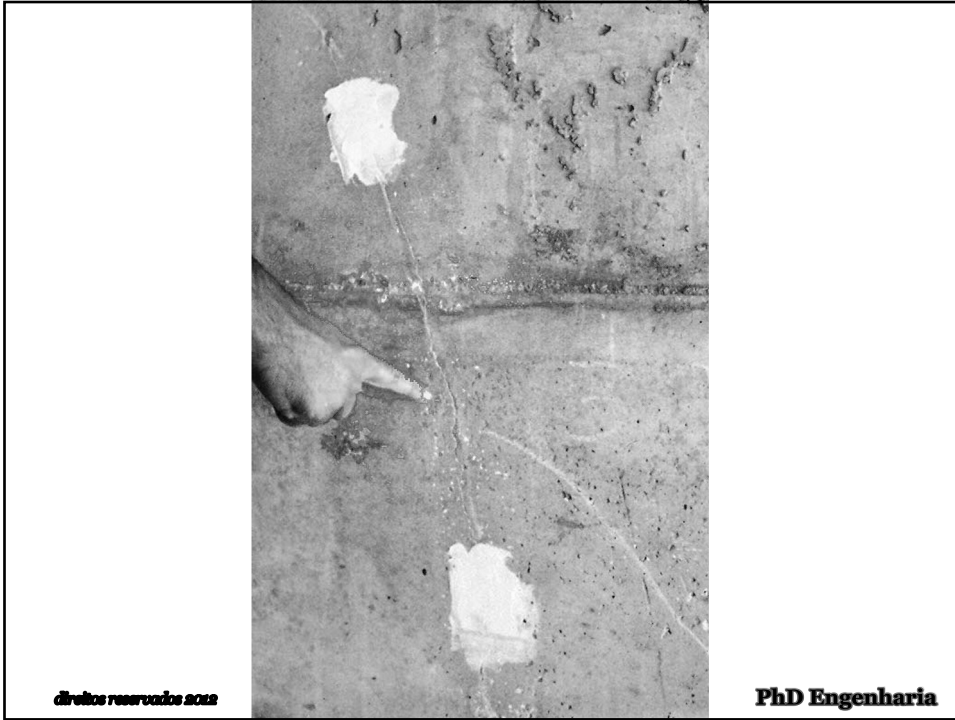
110



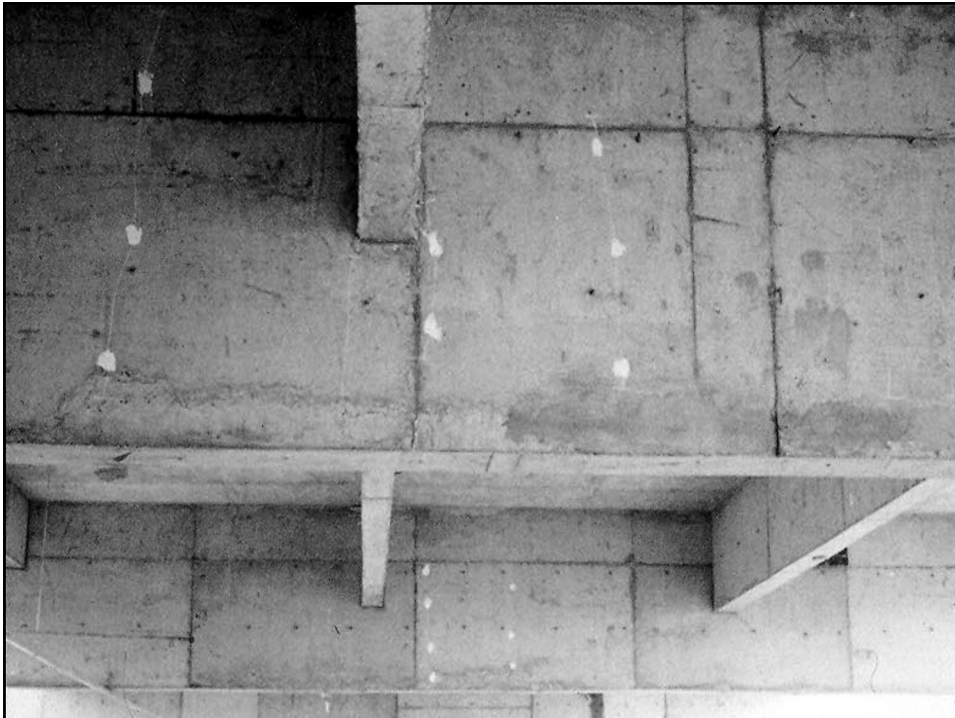
111



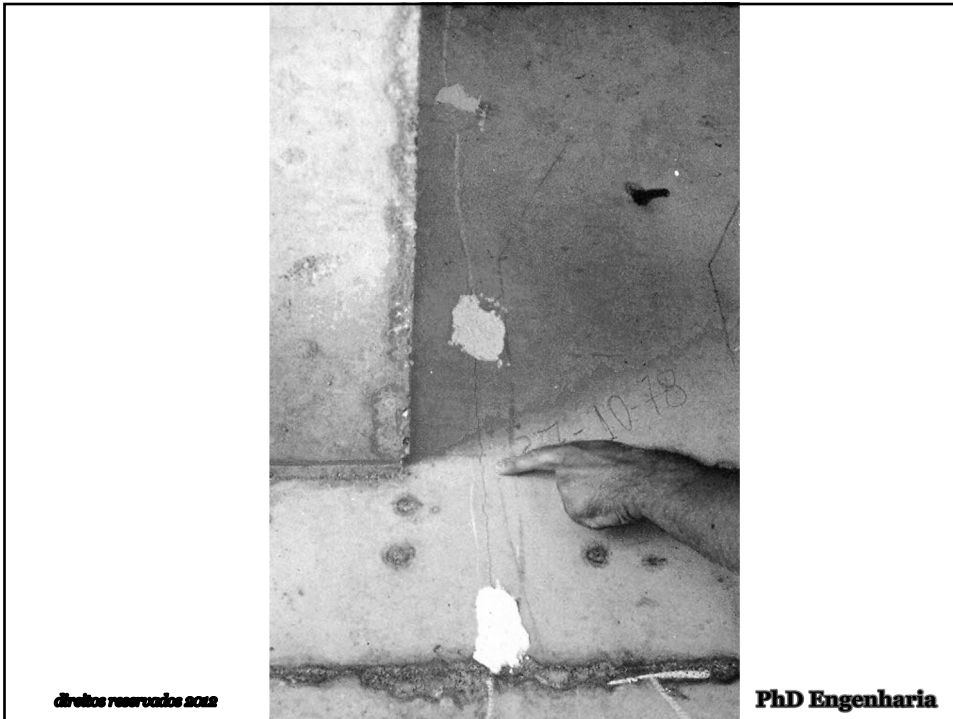
112



113



114



115

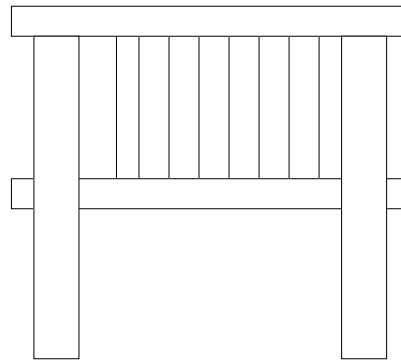


116

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

dimensionada para 150kg/m²

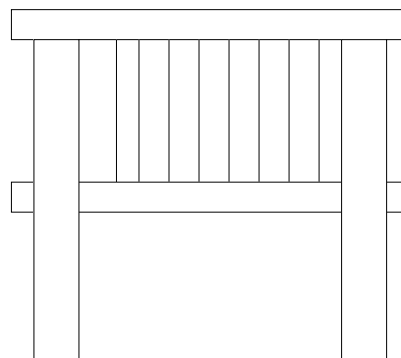
1 ano de idade



117

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

1 ano de idade



118



119

Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m²

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5m x 7,5m

obra em construção

120



121



122



123



124



125

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

126

***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**

127



128



129

- **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

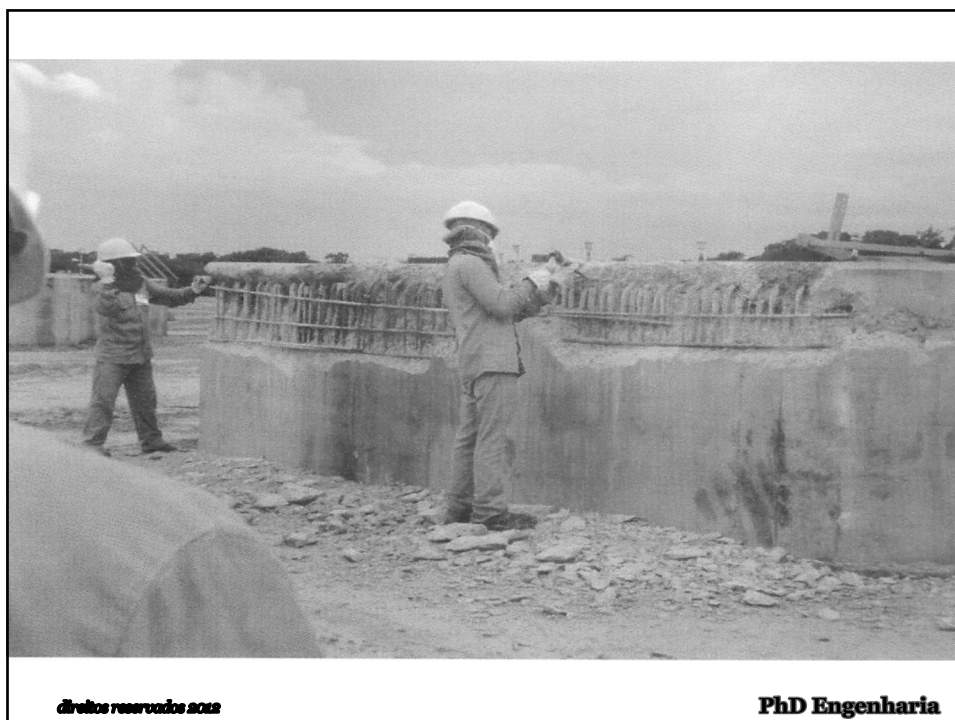
130

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...**

131



132

Irresponsabilidade ou Incompetência?

Caso 2:

Edifício habitacional

8º andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

133



134



135



136



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?**
 - **onde estava o Engenheiro?**

**OMISSÃO
IGNORÂNCIA
FALTA de COMPROMETIMENTO**

140

Dados do Edifício:

36 pavimentos + 5 subsolos

Edifício em uso há 1 ano

Fissurou 18 andares

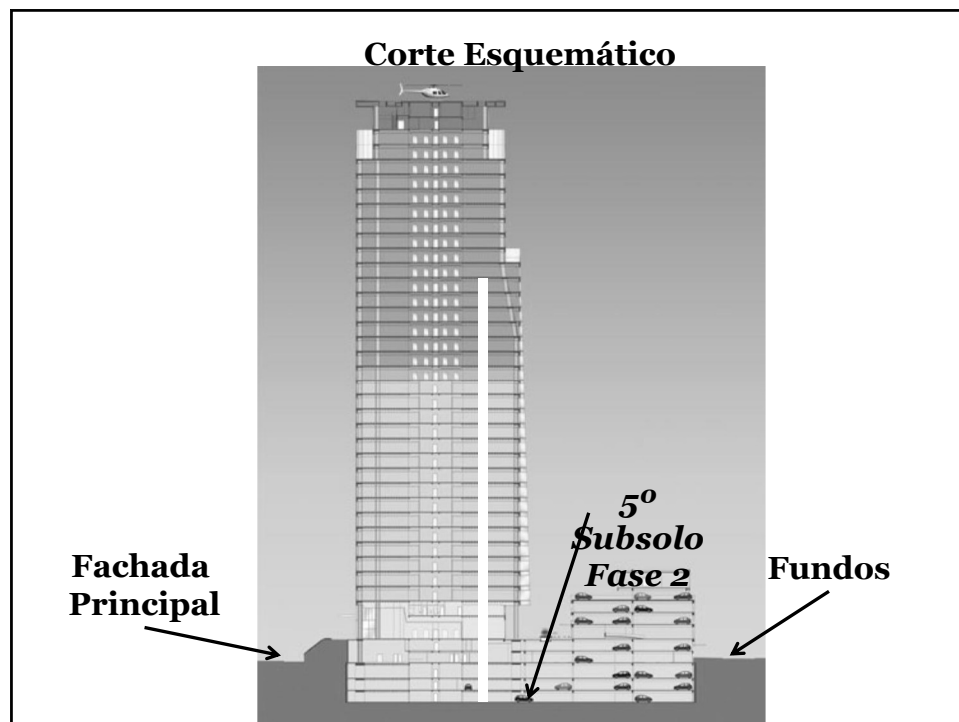
Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

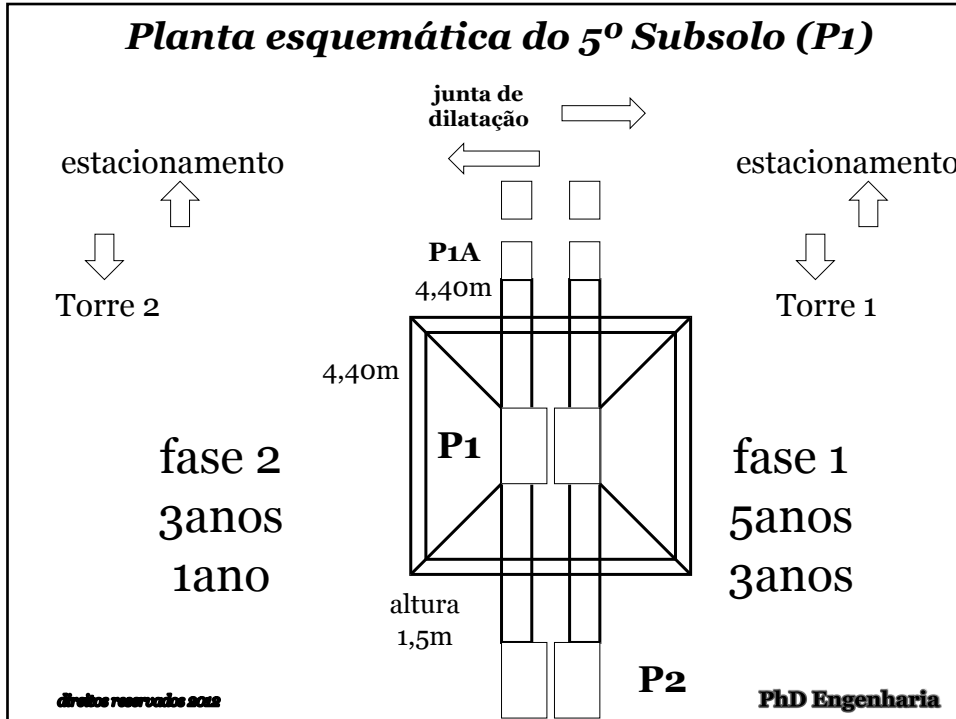
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

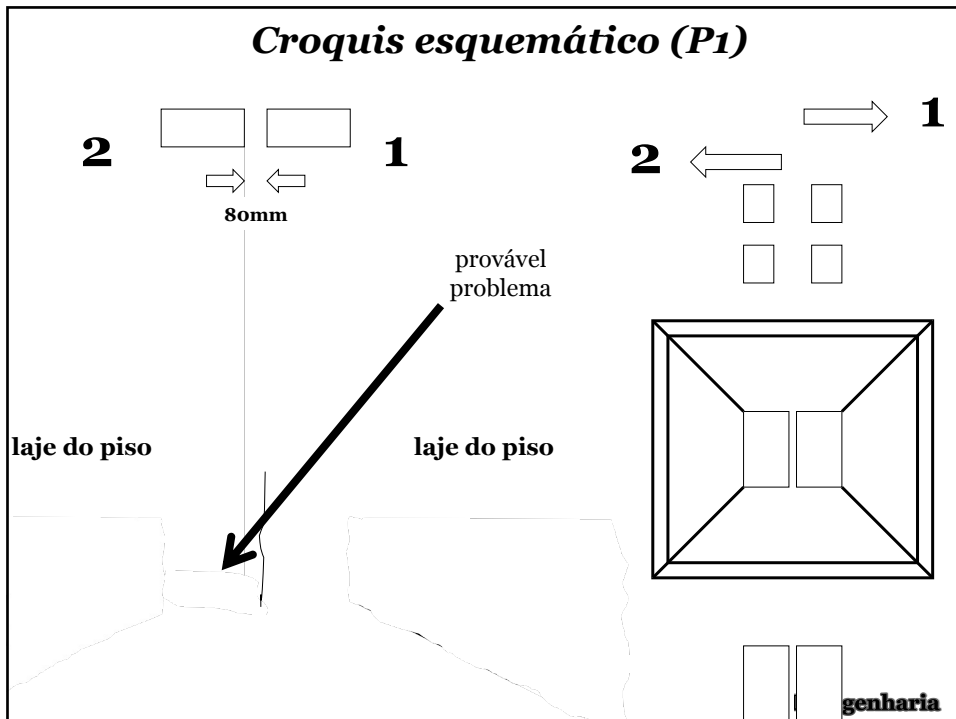
141



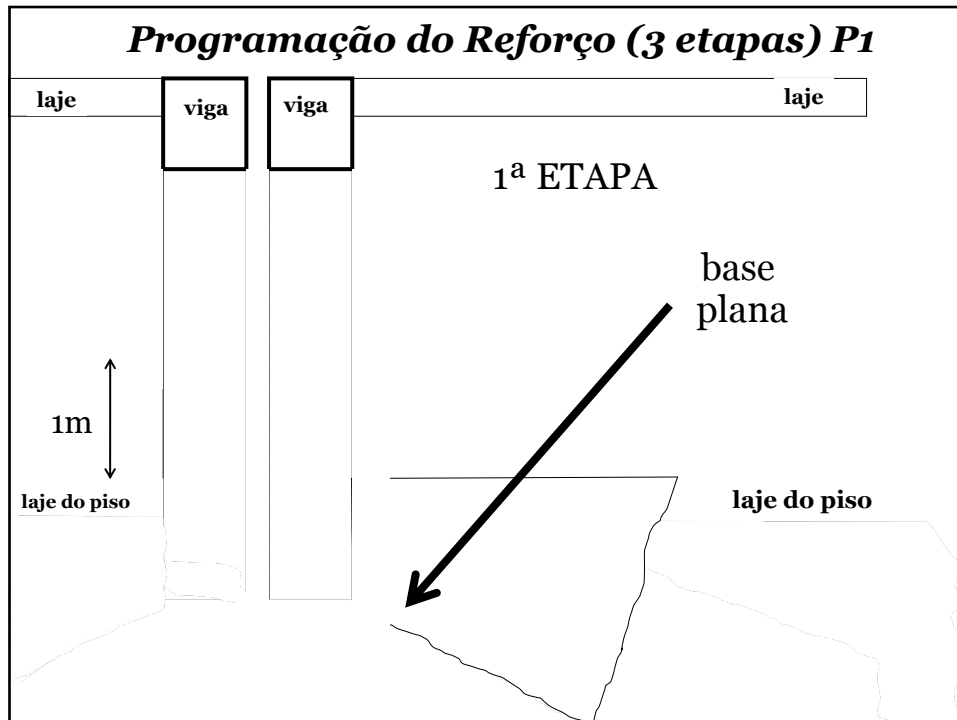
142



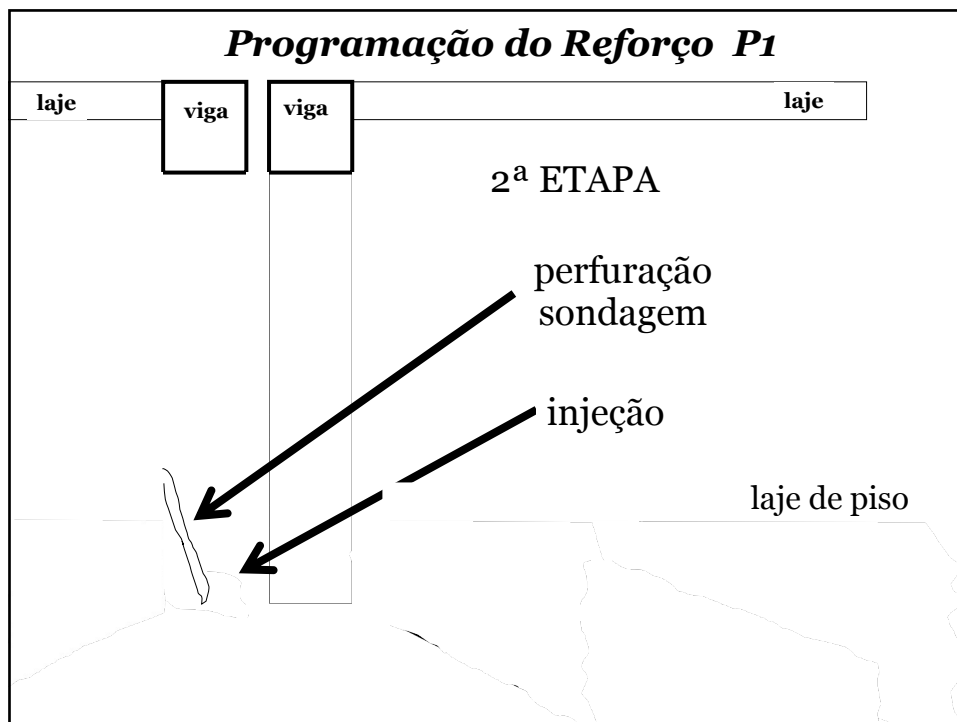
143



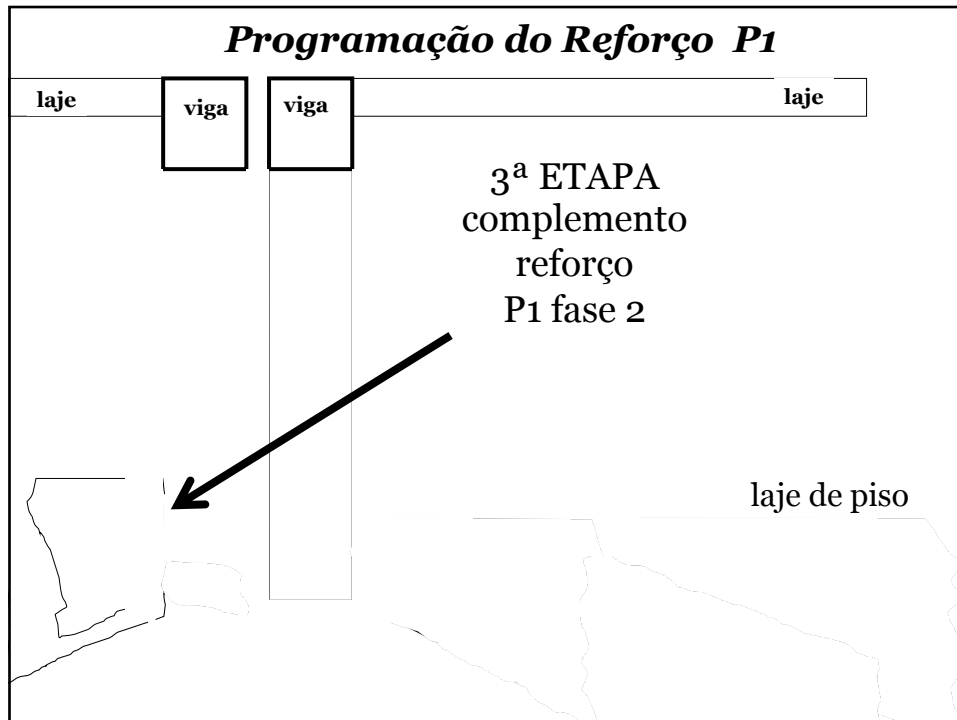
144



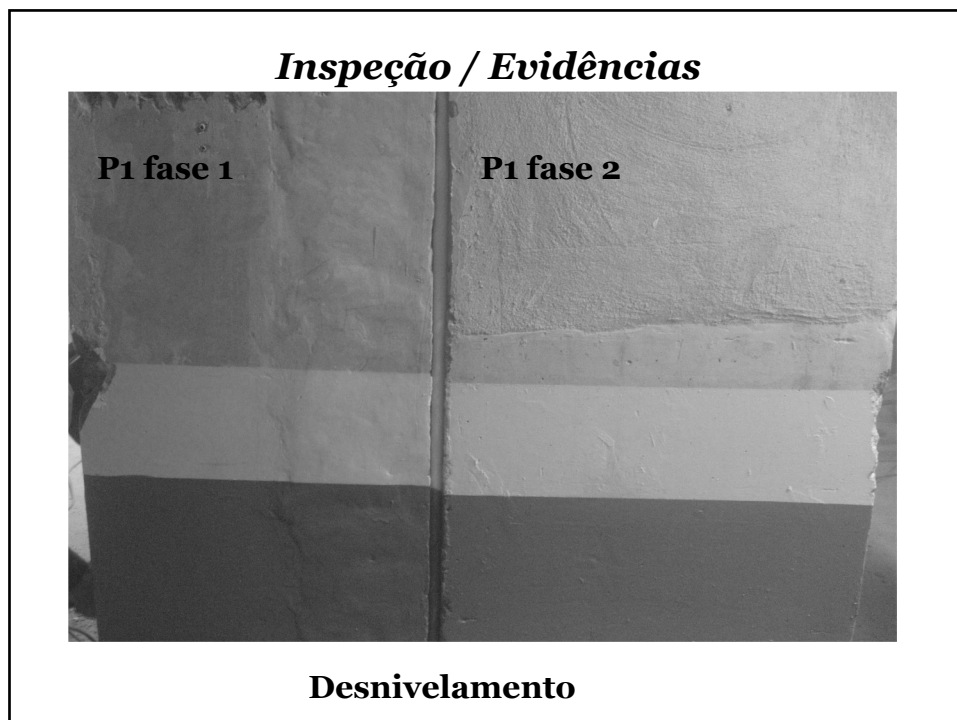
145



146

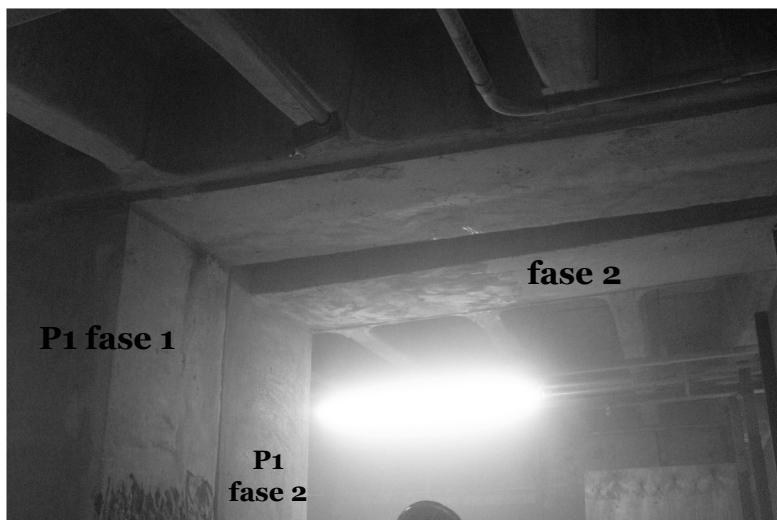


147



148

Inspeção / Evidências



Desnívelamento

149

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

150

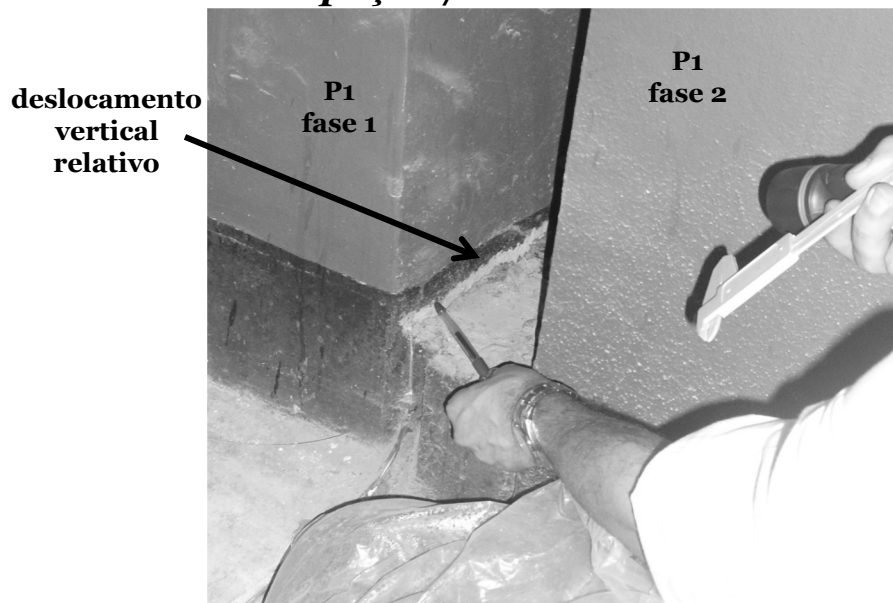
Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

151

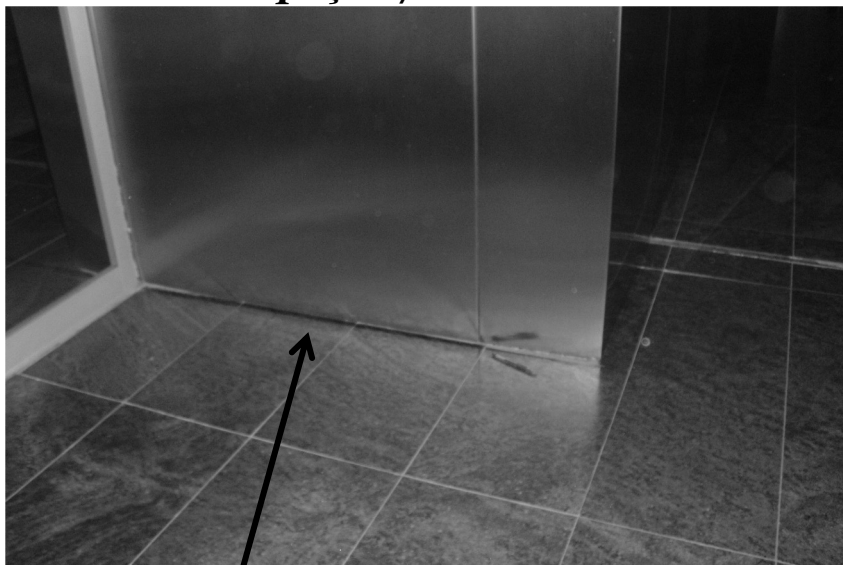
Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S4

152

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S2

153

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S3

154

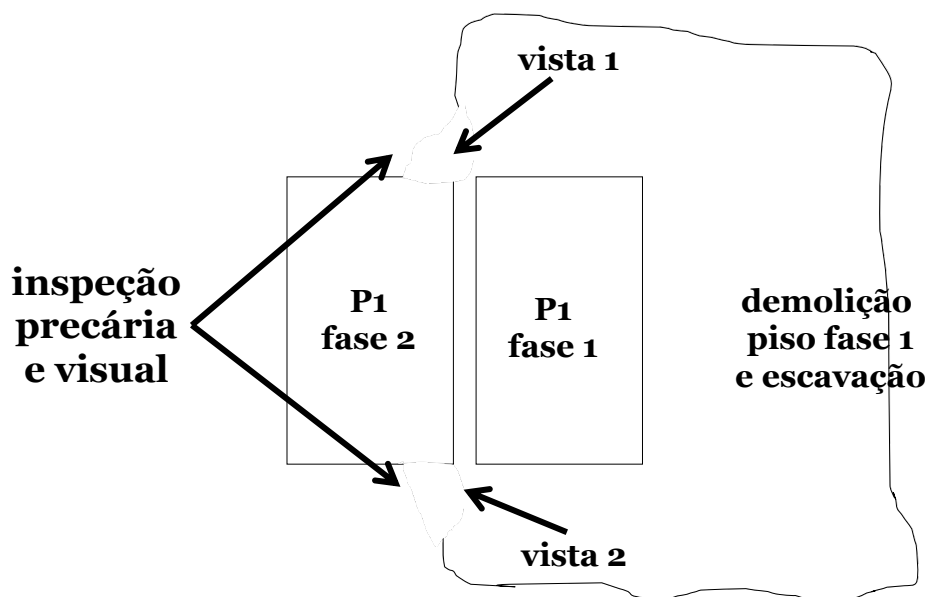
Inspeção / Evidências



Desnivelamento e fissuras em vigas

155

Inspeção



156

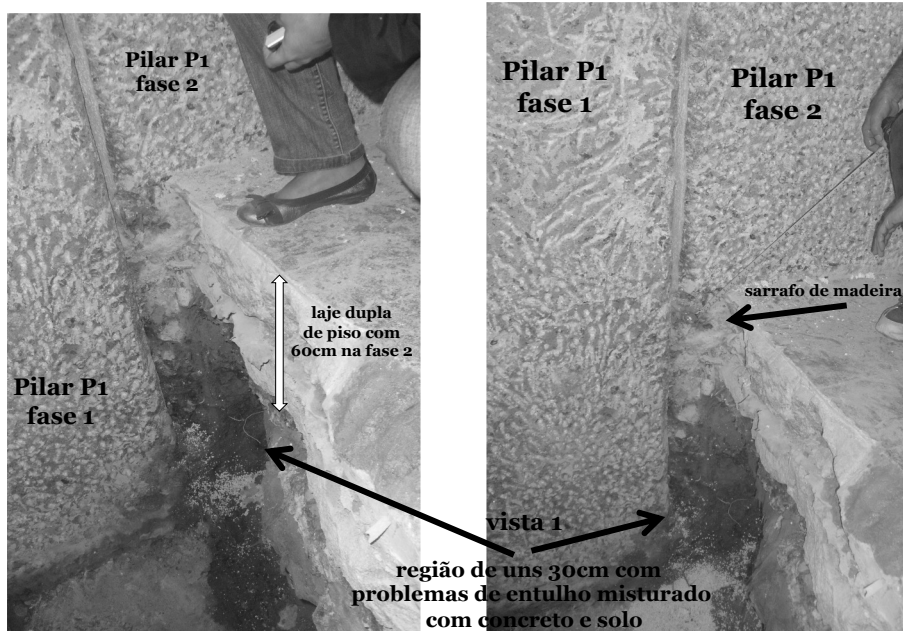
Inspeção



Demolição Piso fase 1

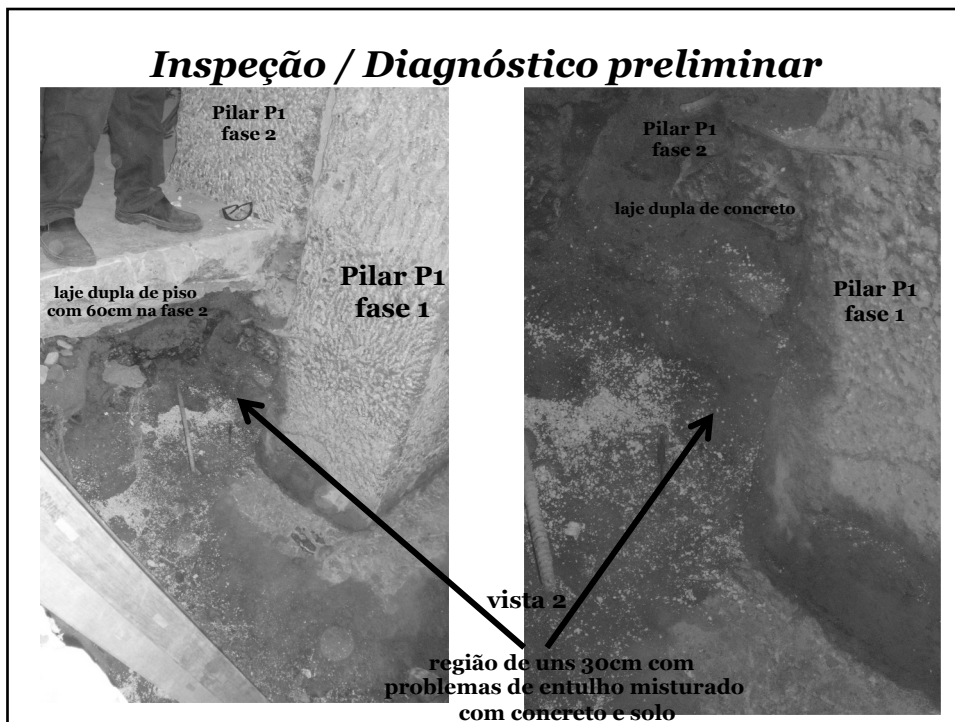
157

Inspeção / Diagnóstico preliminar



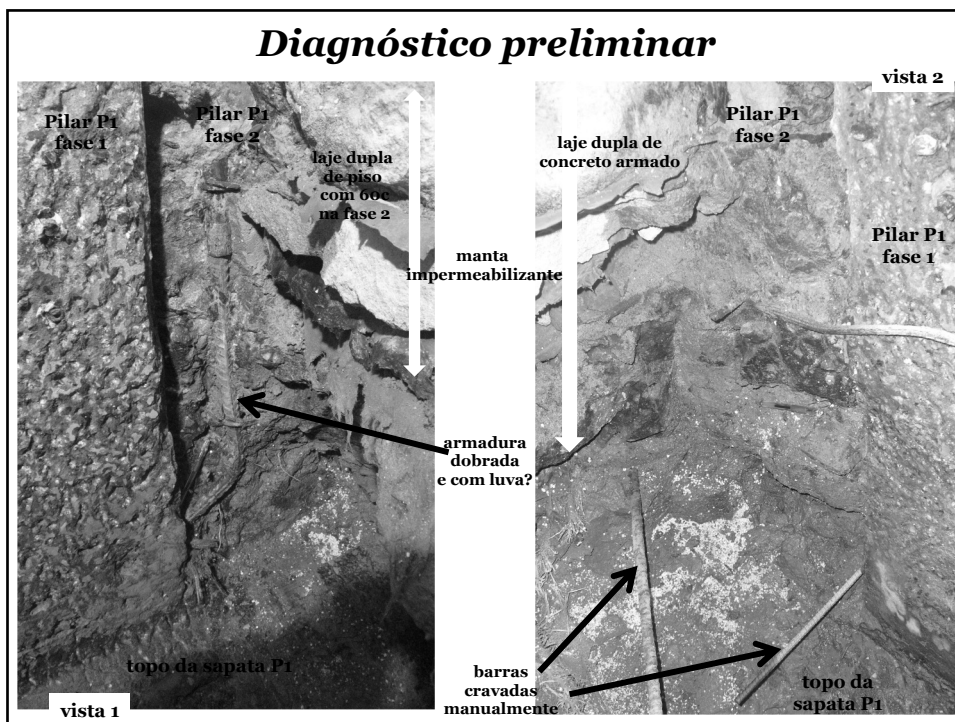
158

Inspeção / Diagnóstico preliminar



159

Diagnóstico preliminar



160

4.Preparação da fôrma



161

7.Desfôrma



162



163



164



165



166



167



168



169

Pilar P1 acabado



170

Controles

direitos reservados 2022

PhD Engenharia

171

Resistência a Compressão Axial

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

172

Hipóteses prováveis...

173



174

Edifício Habitacional

armadura de pilares *obra nova*

175



176



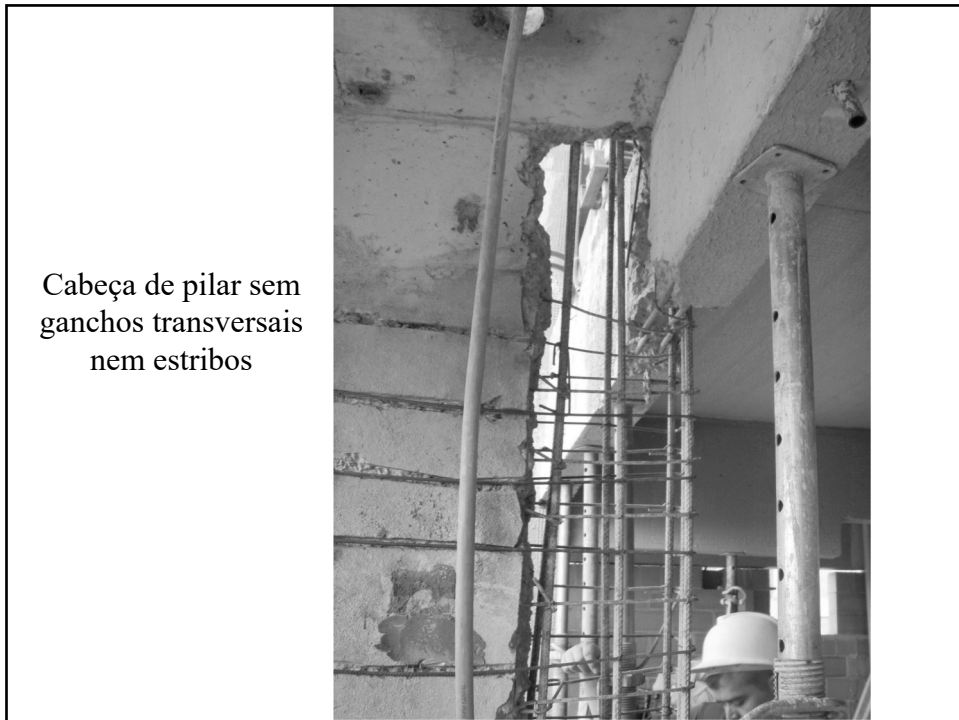
177



178



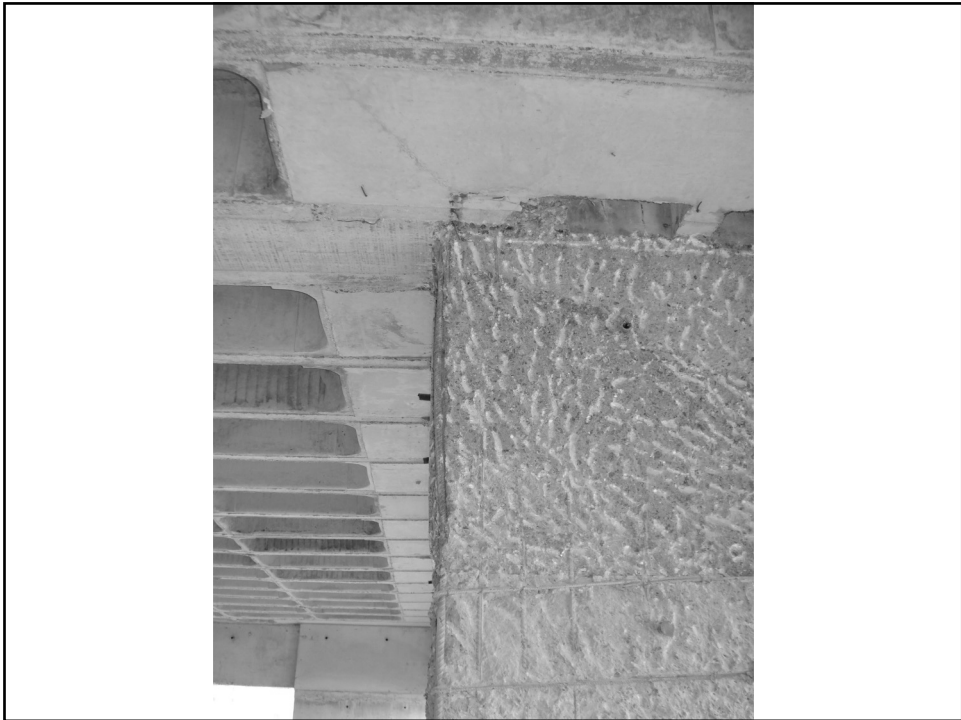
179



180



181



182



183

Qual o papel do Construtor?

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

184

- ✓ 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

185

terceirizar um
serviço ≠
terceirizar
responsabilidade

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

186

outro caso desastroso!

direitos reservados 2022

PhD Engenharia

187

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 %

188

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.

189



190

Edifício Real Class



Belém do Pará

34 pavimentos

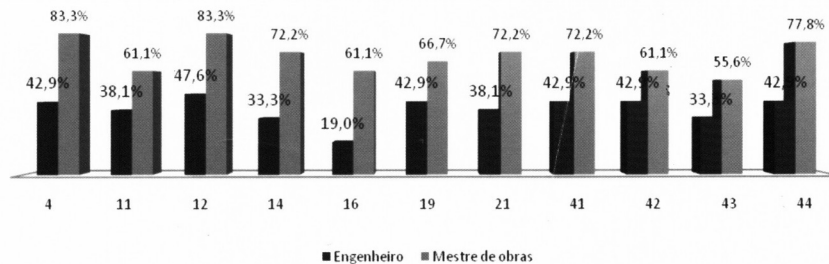
105m 20.01.2011 35MPa

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

191

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.

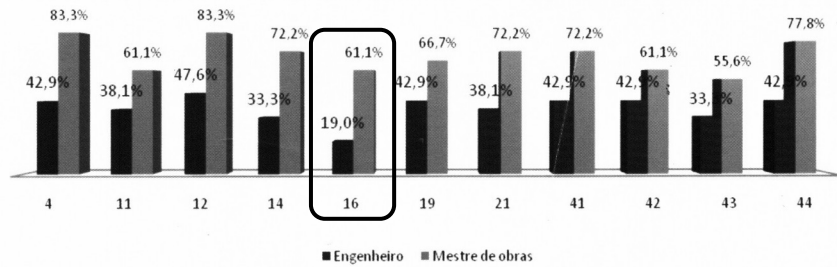
Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

192

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

direitos reservados aos

PhD Engenharia

Edifício Habitacional

concretagem de pilares *obra nova*



195



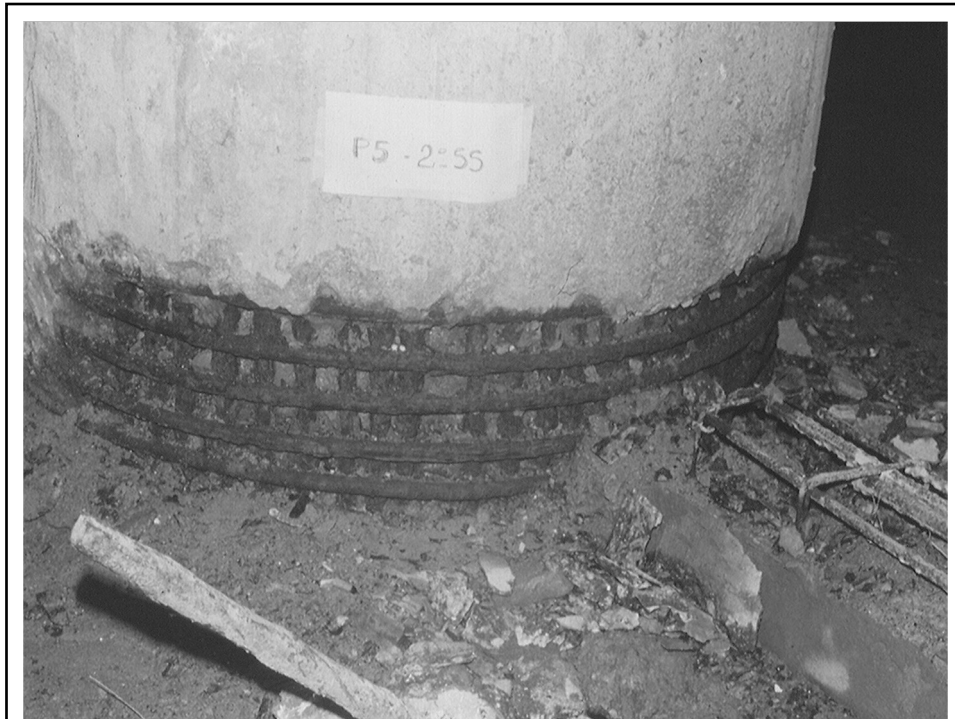
196



197



198



199

Reparo Estrutural !?

A black and white photograph of a construction site. A worker wearing a hard hat and work clothes is kneeling on the floor, working on the base of a concrete column. The background shows other concrete columns and a partially completed structure. The text "Reparo Estrutural !?" is centered above the image.

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

200

Reparo Estrutural !?

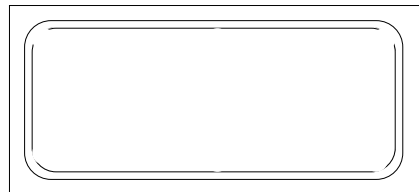


Todo reparo estrutural deve ser realizado com argamassa, grante ou concreto com resistência bem superior à da peça. No mínimo **PhD Engenharia**

201

80cm

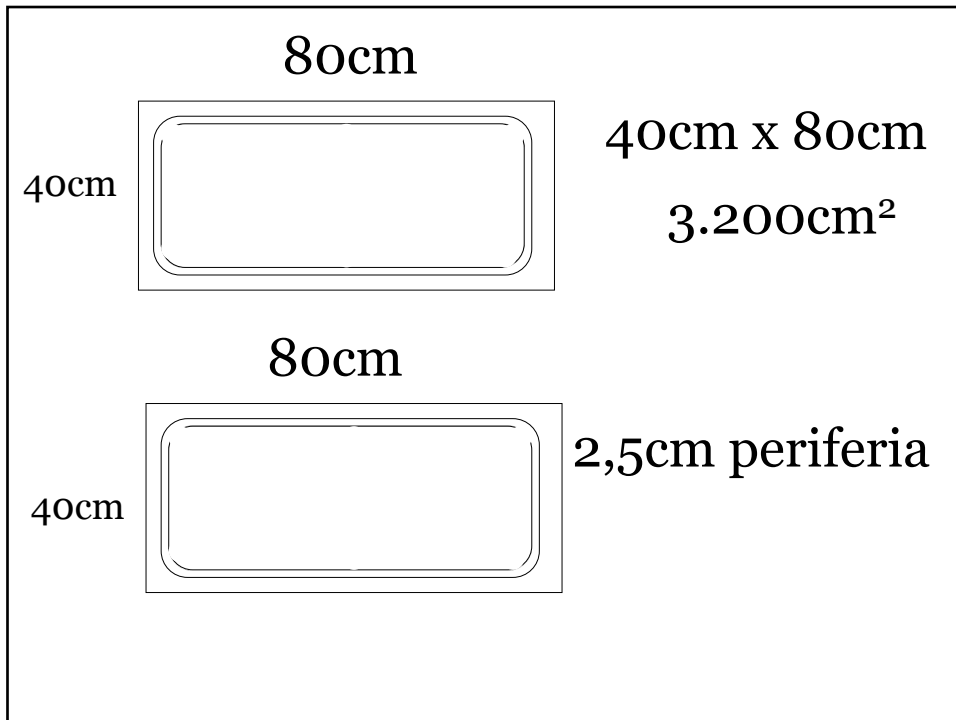
40cm



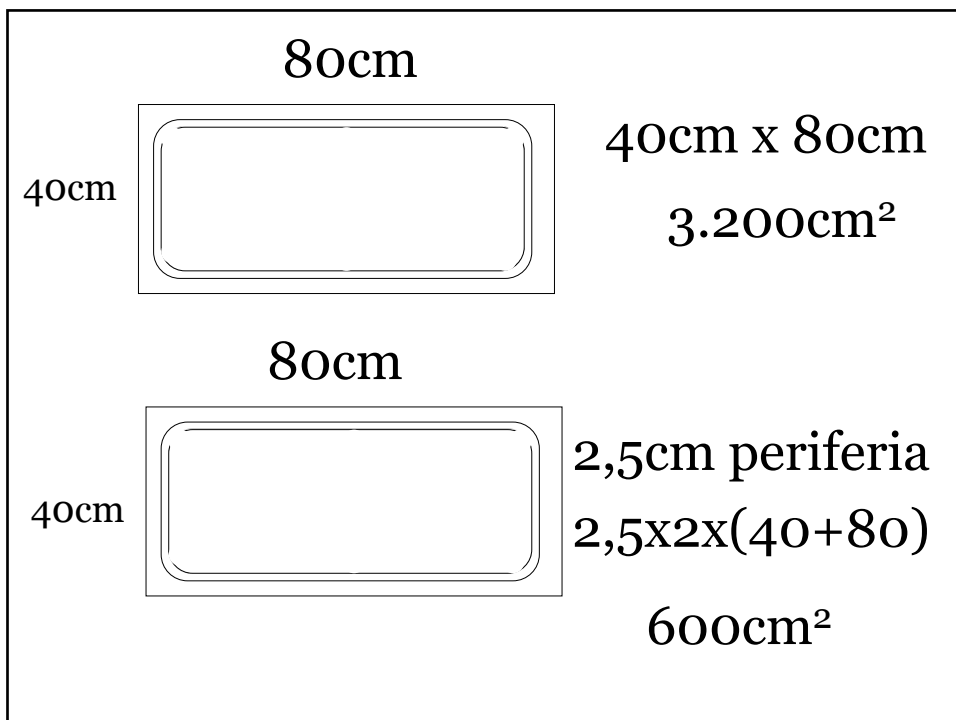
40cm x 80cm

3.200cm^2

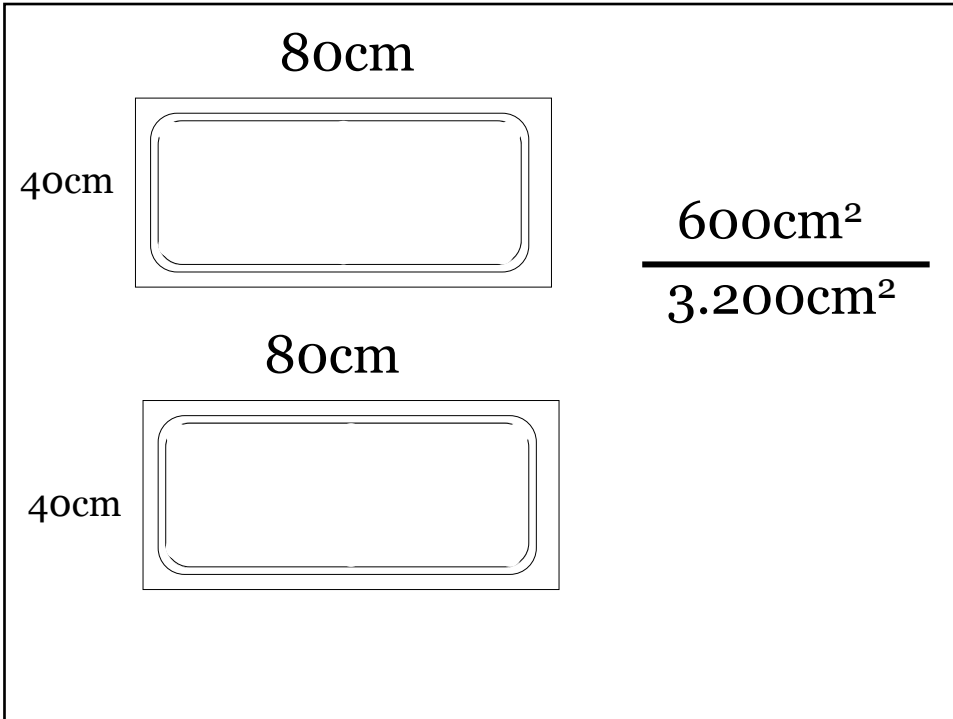
202



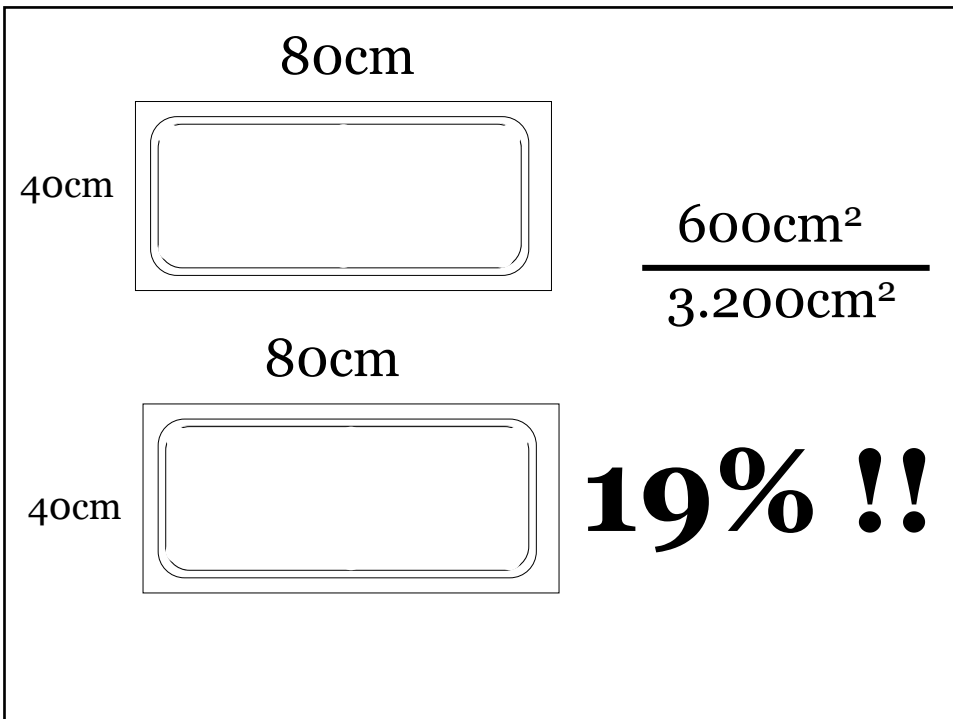
203



204



205



206

CONSTRUTOR

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

207

Edifício Areia Branca

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

208



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

209



210



Escombros - manhã seguinte do desabamento

211



212



Edificações Vizinhas

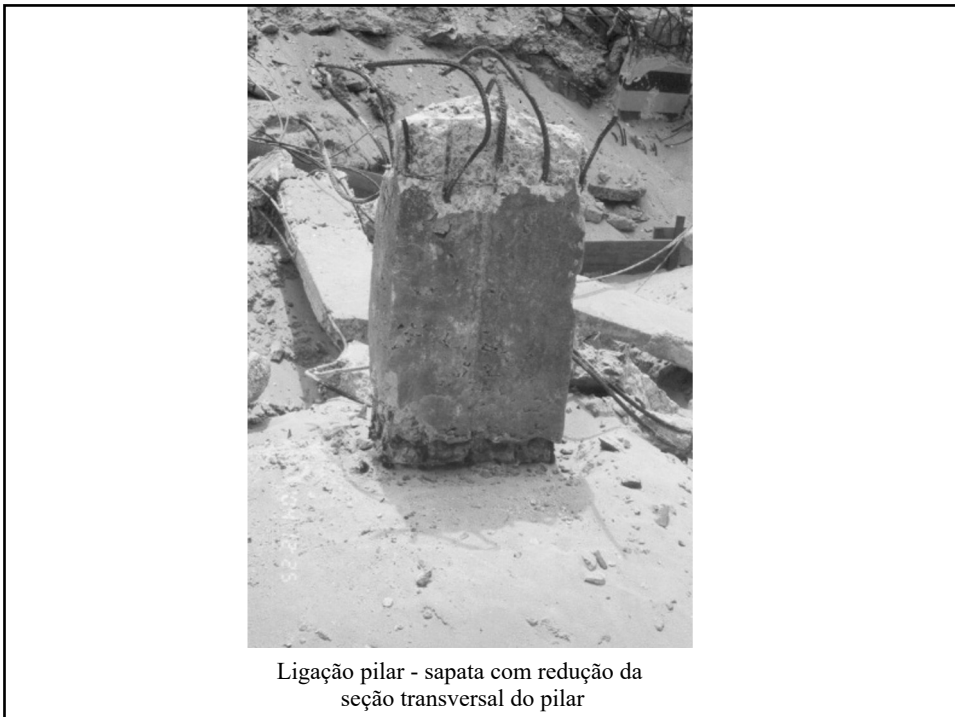
213



214



215



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

216



217



218



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

219



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



220

CONSTRUTOR

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

221

Edifício Emblemático

Alphaville, São Paulo

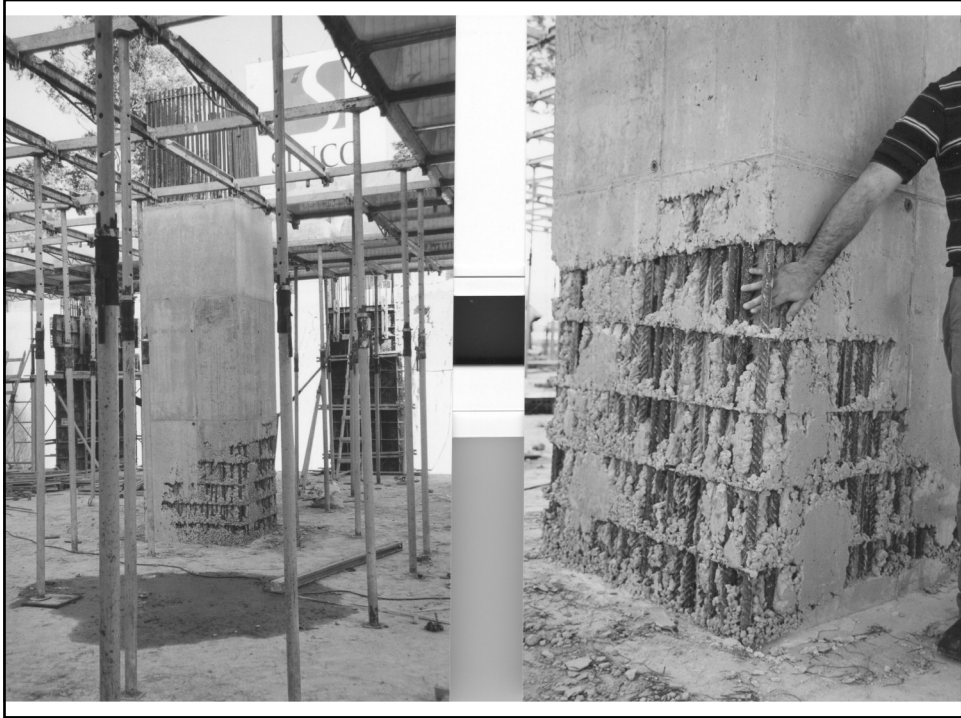
50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

222



223



224



225



226



227



228



229



230



231

CONSTRUTOR

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

232

CONSTRUTOR

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

233



90mm
desaprumo



234



235

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

236

2.2. Sistema de Ensaio

O esquema de vinculação utilizado no ensaio foi o 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.

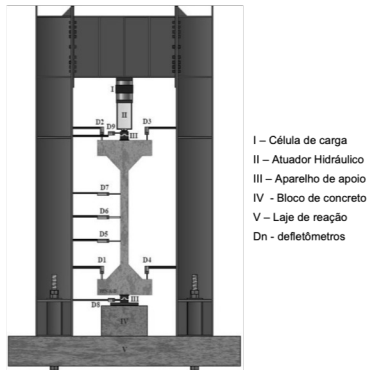


Figura 2 – Pilar posicionado no pórtico de reação com a instrumentação

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	Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto e escoamento da armadura. (Domínio 3)
PFN 50-2.5	50	201,2	43,60	-2,70	3,00	
PFN 60-2.5	60	164,8	39,71	-3,00	1,30	

3.2. Deformações específicas das armaduras

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

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

Qual a MISSÃO do Construtor?

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

239

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

240

Estruturas de Concreto para Edificações

Atividade profissional regida por normas técnicas:

- de PROJETO
- de MATERIAIS
- de EXECUÇÃO
- de CONTROLE
- de OPERAÇÃO & MANUTENÇÃO

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

241

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.

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

242

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

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

243

Estruturas de Concreto para Edificações

Normas Técnicas de **EXECUÇÃO**:

- ✓ *NBR 14931:2004 Execução de Estruturas de Concreto*
- ✓ *NBR 15696:2009 Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*
- ✓ *NBR ISO 9000:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade*
- ✓ *NBR ISO 14040:2009 Gestão Ambiental*
- ✓ *NBR ISO 26000:2010 Diretrizes sobre Responsabilidade Social*

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

244

Documentos Importantes

ECA 3. Recomendações para Execução

- Forma estanqueidade, empuxo
- Armadura estribos, encontros, ganchos
- Transporte
- Cura
- Retirada escoramento
- Definir responsabilidades
- Quem recebe?
- Quem comanda?
- Quem adensa?
- Quem cura?
- Plano de concretagem (juntas?)
- Plano de controle
- Como agir com não conformidades

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

245

Estruturas de Concreto para Edificações

Normas Técnicas de **CONTROLE**:

- ✓ *NBR 12655 Concreto de Cimento Portland. Preparo, controle e recebimento*
- ✓ *NBR 15146:2011 Controle tecnológico de concreto. Qualificação de pessoal*
- ✓ *NBR 12654:2000 Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto*
- ✓ *NBR ISO 9000:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade*
- ✓ *NBR ISO 14040:2009 Gestão Ambiental*
- ✓ *NBR ISO 26000:2010 Diretrizes sobre Responsabilidade Social*

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

246

Estruturas de Concreto para Edificações

Normas Técnicas de **OPERAÇÃO (uso) e MANUTENÇÃO:**

- ✓ *NBR 14037:2011 Diretrizes para Elaboração de Manuais de Uso, Operação e Manutenção das Edificações*
- ✓ *NBR 5674:1999 Manutenção de Edificações*
- ✓ *NBR 13752:1996 Perícias de Engenharia na Construção Civil*
- ✓ *NBR 7680:2007 Concreto. Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto*
- ✓ *NBR ISO 9000:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade*
- ✓ *NBR ISO 14040:2009 Gestão Ambiental*
- ✓ *NBR ISO 26000:2010 Diretrizes sobre Responsabilidade Social*

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

247

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

direitos reservados 2012

PhD Engenharia

248

Comprometimento!

Do your best!

direitos reservados 2022

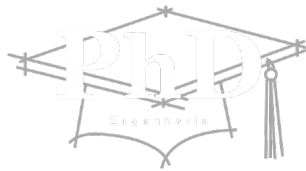
PhD Engenharia

249



250

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br

11-2501-4822 / 23
11-7881-4014

direitos reservados 2012

PhD Engenharia