



Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba – FUMEP
Escola de Engenharia de Piracicaba – EEP.
Semana da Engenharia Civil - 2017



APRENDENDO COM ERROS E ACIDENTES NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO



"do laboratório de pesquisa ao canteiro de obras"

Paulo Helene

02/10/2017
Piracicaba - SP

1

**Erros, falhas,
Omissões, Colapsos,
Acidentes, Frustrações,
Atrasos, Retrabalho,
Constrangimentos,
Decepções, Vergonha...**

2

“Duro” Aprendizado!

3

Robert Stephenson no discurso de posse na presidência do Instituto dos Engenheiros Civis da Grã-Bretanha em 1856:

“Tenho esperança de que todos os acidentes e problemas que tem ocorrido nos últimos anos sejam registrados e divulgados.

Nada é tão instrutivo para jovens engenheiros como o estudo dos acidentes e da sua correção.

O diagnóstico desses acidentes, o entendimento dos mecanismos de ocorrência, é mais valioso que a descrição dos trabalhos bem sucedidos.

Também os engenheiros experientes aprendem desses ensinamentos e lições dos acidentes que até podem ocorrer nas suas próprias obras.

Com esse objetivo nobre é que proponho a catalogação desses problemas nos arquivos desta reconhecida Instituição”.

4



5

**Ser Engenheiro é
bom... mas cuidado
com os riscos !**

6

Desabamento de área de lazer de condomínio

Vitória/ES

Acidente: 19/07/2016
madrugada de terça-feira

em uso (5 anos)

7

MENU G1 ESPÍRITO SANTO tvgozeta

19/07/2016 09h49 - Atualizado em 19/07/2016 19h32

Área de lazer em condomínio de luxo desaba e porteiro é achado morto

Drone mostra o estrago no Grand Parc, na Enseada do Suá, em Vitória. Suspeita é de vazamento de gás, segundo Corpo de Bombeiros.

Viviane Machado e Victoria Varejão
Do G1 ES

FACEBOOK TWITTER G+ PINTEREST



As torres do condomínio de luxo Grand Parc Residencial Resort, na Enseada do Suá, em Vitória, foram esvaziadas após toda a **área de lazer desabar, na manhã desta terça-feira (19)**. Quatro pessoas ficaram feridas e **um porteiro ficou desaparecido até as 17h. Ele foi encontrado morto**. O desabamento aconteceu por volta de 3h.

<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/07/torres-de-condominio-de-luxo-no-es-sao-escavadas-apos-desabamento.html>

8



9



10



11



12



13

Ampliação e renovação de ponte

**Werneck – Alemanha
Acidente: 15/06/2016
1 morte y 6 feridos**

em obras

14

<http://www.jn.pt/mundo/interior/varios-mortos-em-colaso-parcial-de-ponte-em-ampliacao-529909.html>

JN Nacional Local Justiça Mundo Economia Desporto Pessoas Inovação Cultura Opinião Multimédia

Alemanha
Colapso parcial de ponte durante trabalhos de ampliação

JN
 15 Junho 2016 às 18:57

f t +
 COMENTAR

TÓPICOS
 Mundo



Pelo menos um trabalhador morreu e seis ficaram feridos com gravidade, esta quarta-feira, na queda dos andaimes e parte de uma ponte em obras de renovação e alargamento, em Werneck, na Alemanha.

O acidente ocorreu esta tarde, quando cerca de 20 operários se encontravam a trabalhar nas obras de renovação e ampliação de um viaduto na Autoestrada 7, na região da Bavaria.

Segundo os meios de comunicação locais, uma porção de 40 metros da parte do viaduto que ainda estava a ser construída caiu, bem como os andaimes onde os trabalhadores se encontravam.

15



16



17

The Harmon Hotel and SPA

**Las Vegas - EUA
Demolição: 20/06/2014
Sem mortes**

erro de projeto

em obras

18

LAS VEGAS REVIEW-JOURNAL Advertise R.J. Rewards Subscriptions Email alerts e-Edition Recent Stories

Thursday, March 31, 2016 48°F Clear Las Vegas NV ROOMS FROM \$43 (BOOK NOW) f t p r

Home News Politics Crime Business Neon Sports Life The Strip Opinion Obitis Autos Homes Jobs Classifieds

Gaming Conventions Tourism Stadium Economy Money Neon Rebirth Markets Get On the List

Home » Business » Casinos & Gaming LEAVE US A MESSAGE

[Tweet](#) 120 [Share](#) 548 [Share](#) 14 [Pinterest](#) 5 [Share](#) 10 [share](#) 10.1K SUBMIT A NEWS TIP

Atlantic City's Revel warns... Lawyer: Revel 'a melting...

Posted June 20, 2014 - 11:29am | Updated June 20, 2014 - 1:57pm

Coming down: MGM begins dismantling Harmon Hotel

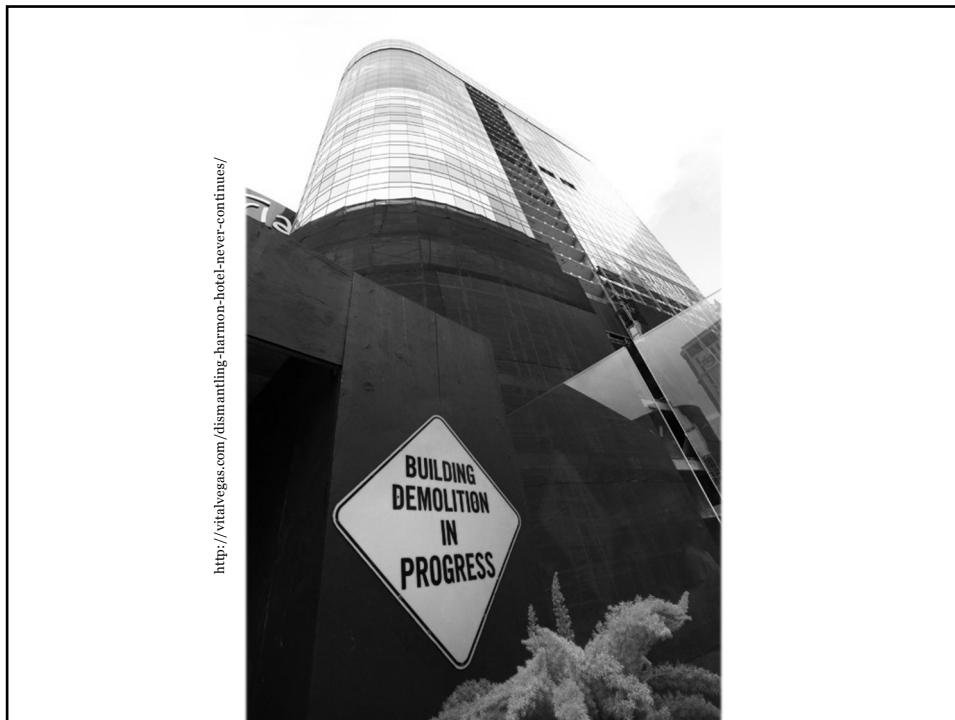


The south side of the Harmon Hotel at MGM Center is seen while in the process of being demolished in Las Vegas.

Most Popular | Top Commented

- 10 secret ways to save money at Costco
- Two lower implosions in separate months proposed to take down Riviera
- New UNLV coach Chris Beard attempts to keep players on roster
- Local woman hits \$933k jackpot at McCarran
- Is Las Vegas a good place to raise a family?

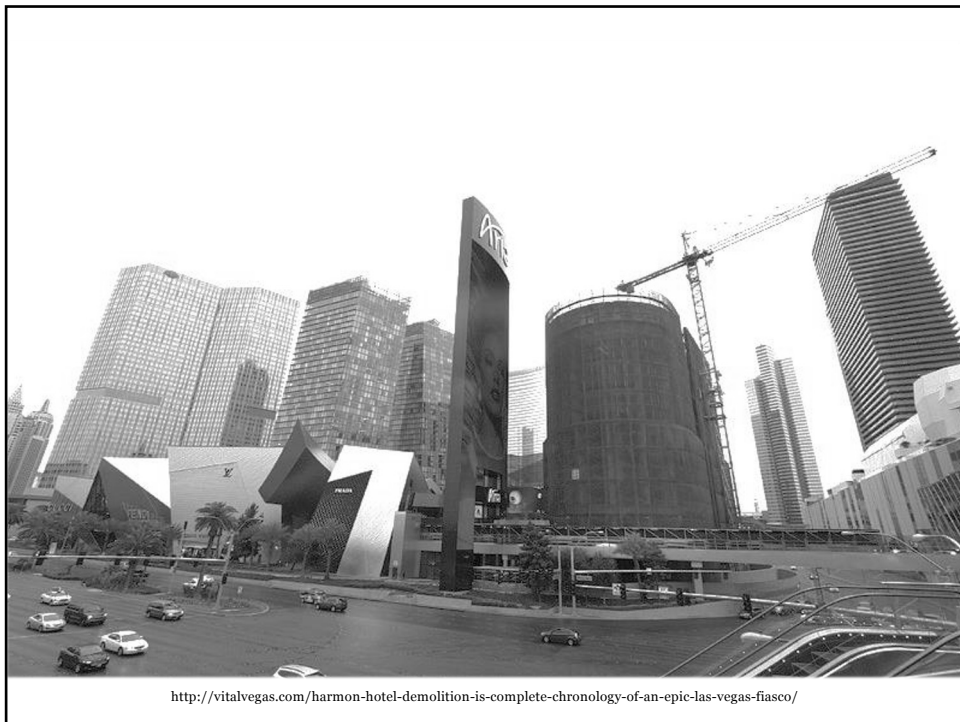
19



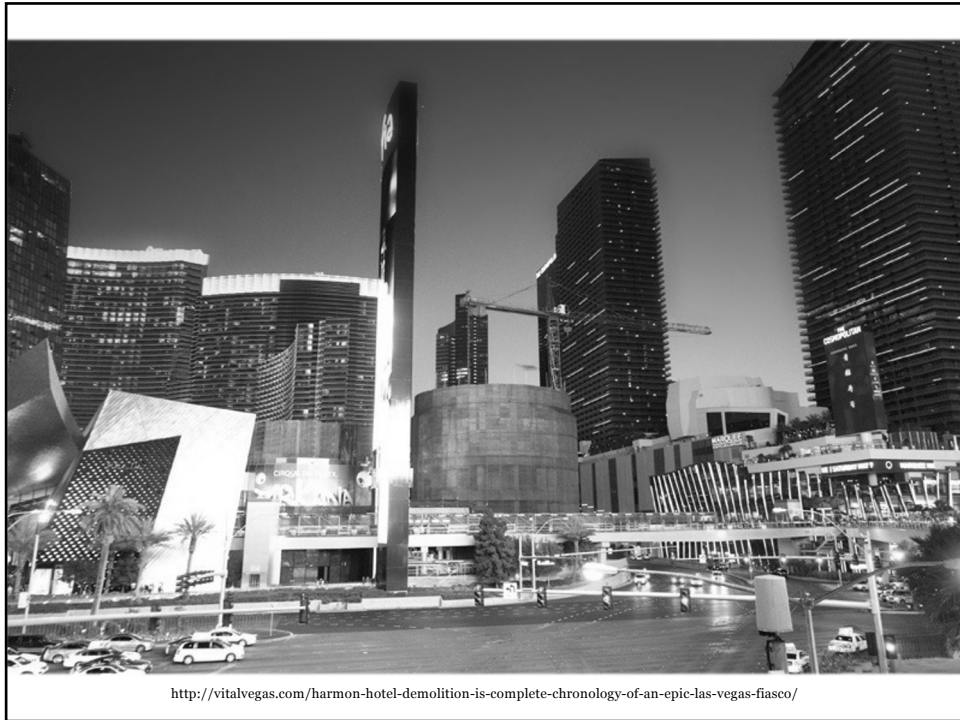
20



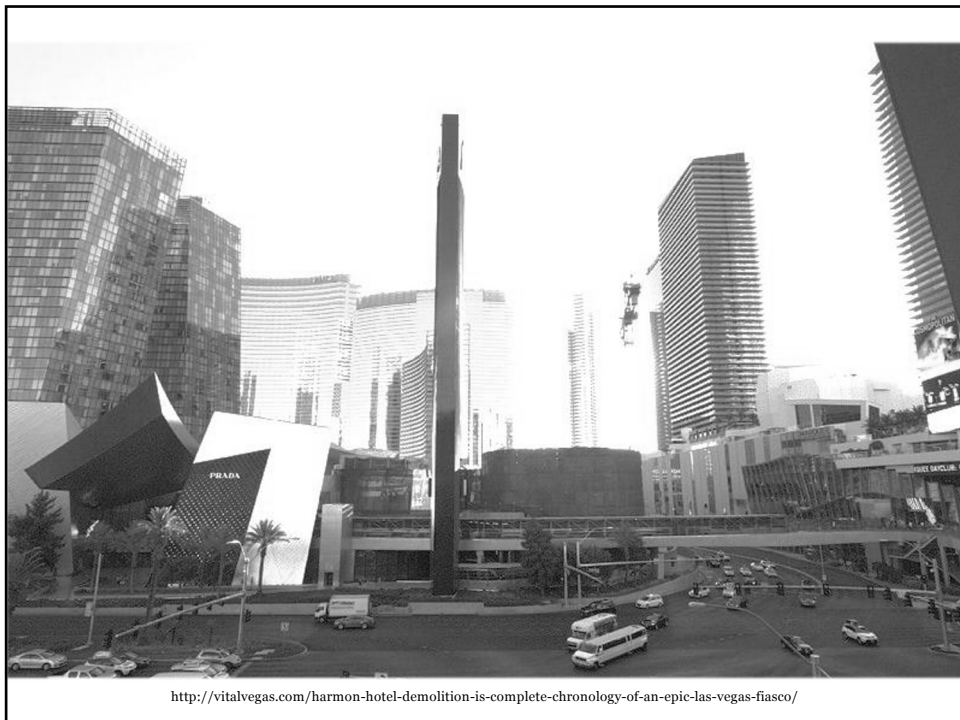
21



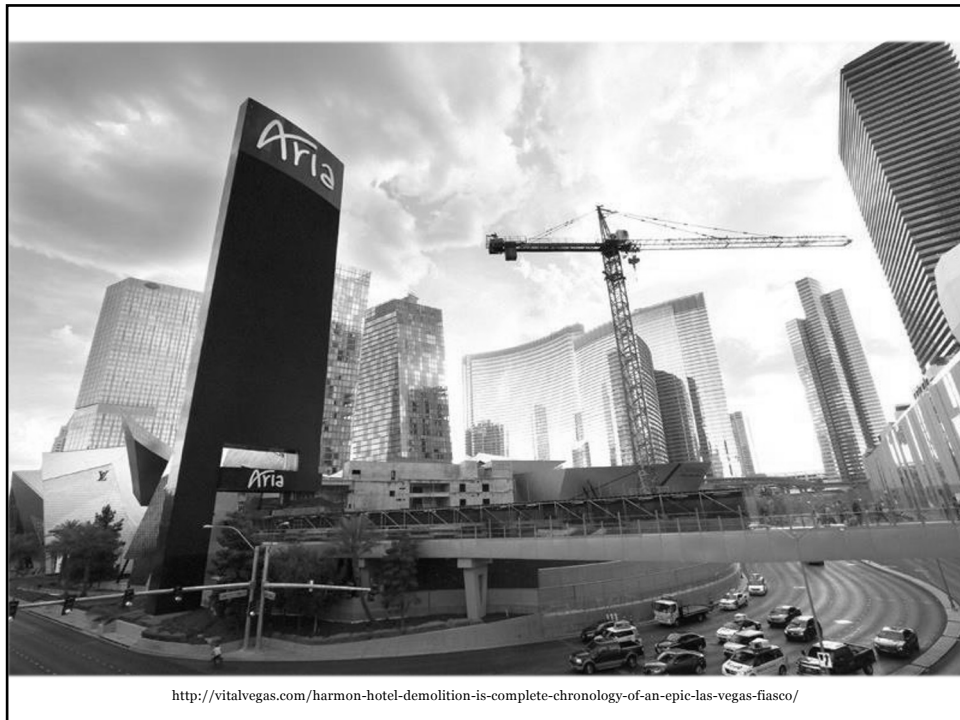
22



23



24



25

Arquitetura Engenharia Civil

Responsabilidade
Conhecimento
Competencia
Liderança
Visão
Ética

26



27

**Ser Engenheiro é
bom... mas cuidado
com a imagem!**

28

Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção
1 mensagem

CGU - Pauta <pauta@cgu.gov.br> 16 de agosto de 2017 12:43

Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União

16/08/2017

Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção
CGU avaliou amostra de 1,4 mil unidades habitacionais das faixas 2 e 3. Apesar de falhas como infiltrações, trincas e vazamentos, índice de satisfação dos beneficiários é positivo

O Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União (CGU) divulga o resultado da avaliação da execução do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), para beneficiários das faixas 2 e 3, financiado com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS). O objetivo foi verificar a regularidade dos contratos da Caixa Econômica Federal com as construtoras e com os mutuários; o impacto no déficit habitacional estimado; a elegibilidade do público-alvo; e o nível de satisfação dos beneficiários.

O relatório consolida dados de 77 empreendimentos ou contratos celebrados entre a Caixa e as construtoras, distribuídos em doze estados (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe), com cerca de 30 contratos individuais de compradores para cada empreendimento visitado. Os trabalhos de campo foram realizados em 2015, com a análise de 2.166 contratos e 1.472 unidades habitacionais de beneficiários que responderam à pesquisa de satisfação e foram contemplados nas fiscalizações da CGU.

>>> Acesse o relatório na íntegra
>>> Confira planilha com empreendimentos fiscalizados

Conclusões

Com relação às construções, foram observados defeitos em 56,4% das unidades da amostra visitada, falhas estruturais ocorridas dentro do prazo de garantia. As principais foram: infiltrações, falta de prumo (verticalidade de paredes e colunas) e de esquadros (se os planos medidos estão com ângulo reto), trincas e vazamentos. Já quanto à área externa, menos de 20% dos moradores informaram situações de alagamento, iluminação deficiente e falta de pavimentação.

Apesar dos problemas apontados, a satisfação dos beneficiários entrevistados em relação aos imóveis se mostrou positiva: o nível foi considerado "Alto" em 33,1% dos casos e "Médio" em 47,2%. O resultado pode estar relacionado

29

O número de unidades habitacionais entregues pelo PMCMV-FGTS não resultou em redução efetiva do déficit habitacional, mas contribuiu para conter seu avanço. Também foi observado que a estratégia adotada no planejamento das alocações de recursos entre as regiões sofreu desfiguração ao longo da implementação do Programa, o que gerou resultados positivos em alguns estados e insatisfatórios em outros, de acordo com as metas estipuladas.

Dentre as principais razões para a fiscalização do PMCMV-FGTS, está sua relevância no contexto econômico-social, pois garantiu o acesso da população de baixa renda à casa própria e viabilizou a geração de milhares de postos de trabalho. No período de 2009 a 2014, houve financiamento de R\$ 225,5 bilhões para a construção/aquisição de quase 3 milhões de unidades habitacionais.

Recomendações

O Ministério da Transparência (CGU) considera que a execução do PMCMV-FGTS apresenta resultados satisfatórios, com oportunidades de aprimoramentos para mitigar as fragilidades identificadas.

30

05/04/2008, do Estado de S. Paulo

Expresso Tiradentes: TCU teria apontado sobrepreço

Técnicos do Tribunal de Contas da União (TCU) teriam aponta suspeitas de superfaturamento nas obras de prolongamento do Expresso Tiradentes (antigo Fura-Fila), em São Paulo. O processo foi encaminhado no dia 11 ao ministro Benjamin Zymler, de acordo com informações do jornal O Estado de S. Paulo.

25/12/2008, da Folha Online

TCU vê superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em obra feita pelo Exército

Auditoria do TCU (Tribunal de Contas da União) apontou indício de superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em uma obra realizada no Mato Grosso pelo 9º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército, informa nesta quinta-feira reportagem de Elvira Lobato publicada pela Folha .

31

Folha de São Paulo

Tribunal Regional do Trabalho (TRT/SP)

Nicolau dos Santos Neto → conhecido por “Juiz Lalau”

A construção da nova sede do TRT/SP, só começa em meados do ano de 1997 e de imediato os fiscais e auditores descobrem irregularidades, e delas logo dão conhecimento ao Tribunal de Contas da União (TCU).

O tamanho da fraude, porém, só viria a público em 1999, quando foi criada a CPI do Judiciário.

Nesse ano o TCU leva ao Congresso o resultado da auditoria, segundo a qual foram repassados 223,9 milhões de reais para a construção do edifício do TRT/SP e desse total foram desviados 169,5 milhões de reais, e a obra ainda está inacabada.

32

ISTOÉ

EDIÇÃO Nº 2486 04.08

GERAL ECONOMIA COMPORTAMENTO CULTURA MUNDO ESPORTES TECNOLOGIA

MUNDO

Odebrecht: o escândalo de corrupção que atinge países da América Latina



Logo da Odebrecht na Vila Olímpica do Rio de Janeiro, 23 de junho de 2016 - AFP/Arquivos

33

O GLOBO MENU BRASIL COMENTAR COMPARTILHAR

GRADUAÇÃO SENAC RJ

Senac Convênio Senac Harvard

Rodoanel: OAS fez repasse a empresa suspeita

Segundo delator, propina ocorreu no governo Serra, que diz desconhecer investigação

POR THIAGO HERDY
17/08/2016 4:30 / atualizado 17/08/2016 19:27

f t g+ in



34

Jusbrasil PESQUISAR PUBLICAR CADASTRE-SE ENTRA

Home Artigos Notícias Jurisprudência Diários Oficiais Modelos e Peças Legislação Diretório de Advogados Alerta

Adicione tópicos

Construtoras envolvidas em escândalo da Petrobras doam R\$ 36 mi à campanha de Dilma

RECOMENDAR COMENTAR

Publicado por Folha Política há 3 anos 221 visualizações

Três construtoras envolvidas em escândalo de corrupção da Petrobras doaram R\$ 36 milhões à campanha de Dilma Rousseff à reeleição, segundo informações divulgadas no TSE (Tribunal Superior Eleitoral). As doações foram feitas pela OAS, Andrade Gutierrez e UTC, citadas pelo ex-diretor de Abastecimento da Petrobras Paulo Roberto Costa como algumas das empreiteiras que teriam fechado contrato com a estatal mediante pagamento de propina a políticos.

35

Mesa-redonda | Engenharia do Milênio

O duro aprendizado e o juramento dos engenheiros

Paulo Helene*

Resposta à 1ª questão. - Sem dúvida a engenharia brasileira está aprendendo a duas vozes, pois a demanda tem sido intensa e a penetração de empresas estrangeiras fornecedoras de equipamentos, materiais e sistemas, até mesmo construção de projetos mais sofisticados tem ocorrido com frequência. É comum o estabelecimento de parcerias entre projetistas brasileiros e estrangeiros, entre construtores, enfim. Está havendo uma transferência de tecnologia, mas o gap de conhecimento tem gerado uma certa insegurança quanto ao futuro de algumas empresas nacionais por causa da agressividade e competência das empresas estrangeiras.

Resposta à 2ª questão. - Considerando que a engenharia civil compreende as etapas de projeto, materiais, construção e uso, sem dúvida a engenharia brasileira se destaca nas etapas de materiais e de construção de grandes obras. A indústria de cimento e de siderurgia brasileiras (líder-se grupo Novacem e grupo Gerdau), têm padrão internacional e são capazes de competir em igualdade de competitividade, produtividade, atualidade e qualidade com os melhores grupos internacionais. As construtoras brasileiras de estradas, barragens, pontes, túneis e metrô também são respeitadas e consagradas no País e no exterior como de primeira linha, orgando qual-quer engenheiro por mais rigoroso que seja. Nessas áreas o Brasil é páreo para qualquer outro país industrializado. Infelizmente, não se pode dizer o mesmo quando o tema é edificações residenciais e comerciais. Nesse campo o atraso é evidente, da arquitetura à construção e operação passando significativamente pelo projeto estrutural e de facilities. Para a construção de estádios, grande parte de nossa engenharia de projeto, de materiais, de execução e até de arquitetura leve de buscar tecnologia externa. Se amanhã um investidor decidir construir um edifício de 300 m de altura (como a Torre Costanera de Santiago do Chile), a engenharia brasileira vai provavelmente agir da mesma forma, buscando desde elevadores e o projeto de arquitetura, até materiais e execução. Os dois museus importantes em construção no País, o MIO e o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, são projetos de escritórios estrangeiros. A engenharia de construção brasileira tem dificuldade para vencer os "desafios" especificados nesses projetos, a exemplo do que ocorreu com a Casa da Música, o Museu Iberé Camargo e outras obras consideradas emblemáticas. É por isso que estão penetrando facilmente no País os escritórios de projeto de arquitetura e estrutural, os softs estruturais e de gerenciamento e os fornecedores de materiais e sistemas de obras sofisticadas. Infelizmente, ainda há grande atraso no domínio de estruturas mistas, de estruturas compostas, de estruturas de pré-moldado. O resultado tem sido, lamentavelmente, uma série de acidentes, colapsos, interdições inesperadas e reformas precoces.

Respostas às duas questões expostas na 3ª pergunta. - A normalização de um país é o retrato de seu grau de desenvolvimento. Novamente é necessário separar as especialidades. Na área, por exemplo, de cimentos, agregados e concreto, o Brasil tem um lugar de destaque e tem sido reconhecido como líder e um dos referenciais para a normalização mundial. Foi um dos primeiros a bem introduzir adições, critérios de desempenho, caprossamento, substituição de combustível, enfrentar o problema de reação alcali-agregado com medidas profiláticas inteligentes e sustentáveis, aceitar maiores teores de MgO, limitar cloratos, e hoje é considerado o país de melhor índice de sustentabilidade na fabricação de cimentos, o material de construção mais consumido pela humanidade. Infelizmente não se pode dizer o mesmo dos materiais tipo aditivos, adesivos, elastômeros, impermeabilizantes, hidrorepelentes, revestimentos, nos quais a carência de normas o atraso é sentido duramente pelo setor. Há poucos anos, a ABNT chegou a ter mais de 15 mil normas no seu acervo. Hoje talvez não chegue a 10 mil, porque muitas delas caducaram, os produtos inovaram e novas não foram geradas. Por outro lado hoje há maior interação do meio técnico nacional com o estrangeiro e da ABNT com os organismos similares de caráter internacional tipo ISO, e eu gosto de pensar que em poucos anos seremos capazes de reverter essa tendência e ajustar melhor e mais rapidamente nosso acervo aderindo e aproximando-o à normalização internacional.

Resposta à 4ª questão. - Esse é um tema complexo e controverso. Particularmente sou favorável ao exercício profissional com responsabilidade e com personalidade aos corruptos, incompetentes e irresponsáveis. A ninguém é dado o direito de desconhecer as leis e de mesma maneira a nenhum engenheiro é dado o direito de desconhecer as normas técnicas e a arte de bem projetar e bem construir. A profissão do engenheiro é igual a de um médico. É uma profissão de "confiança pública" e confiança não se impõe; ao contrário, deve ser conquistada dia a dia ao longo dos tempos com atos, obras e posturas. Assim como para os advogados as leis são os grandes referenciais balizadores do exercício profissional, para nós, engenheiros, o referencial são as normas de projeto, de execução e controle, de produto e mais recentemente de desempenho. Não há como aceitar passivamente que colegas contrariem esses regras. No juramento de engenheiro praticado por todos ao formar-se, juramos algo assim: "Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorre para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação". Em definitivo vê-se claramente que nosso compromisso profissional é com a sociedade e não com a engenharia mal praticada.

*Paulo Helene, professor e diretor da PhD Engenharia

44 | O Empreiteiro | Julho 2013

36

*A profissão do Engenheiro Civil
é uma profissão de*

“confiança pública”

*...e confiança não se impõem...
...deve ser conquistada...*

37

Juramento do Engenheiro

“ Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorrer para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação”.

“este é o juramento dos engenheiros utilizado na colação de grau da POLI.USP”

38

Interação entre os intervenientes



**Projeto
estrutural**



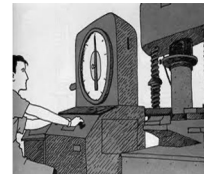
**Serviços de
Concreto**



**Construtora
(Execução)**



**Tecnologia
(consultor)**



**Laboratório
(Controle)**

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

39



40



Edifício ANDRAUS
São Paulo, Brasil
1972
Estrutura de Concreto Armado
32 andares de escritórios
Construção: 1962
Incendio: 24 Fev. 1972
duração: 4 h
240 min
perfeitas condições
nada colapsou

41



42



**aspecto
típico dos
pilares pós
incêndio**

43



aspecto típico das vigas

44



45



46



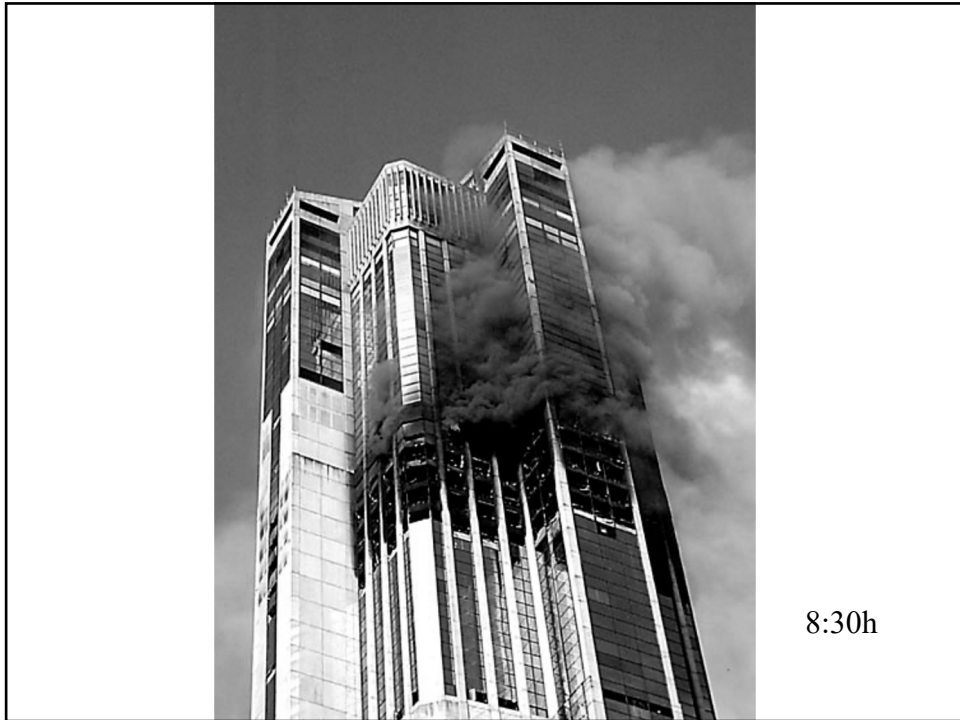
47

No domingo, 17 de outubro de 2004 às 00:05 da manhã, um incêndio se iniciou no 34º andar da Torre "Este" do Parque Central, Caracas, Venezuela. O incêndio se extinguiu por si mesmo no final do domingo, cerca de 8 h da noite.

Os bombeiros de Caracas trabalharam arduamente para controlar esse incêndio, múltiplas irregularidades nos sistemas de prevenção e extinção e falta de pressão de água para elevar a água para mais de 34 andares, motivaram a perda do controle da situação.

O incêndio transpassou uma macro laje de refúgio contra incêndio construída em concreto protendido no 39º andar e permaneceu descontrolado até o 56º andar, até que esgotou o material combustível.

48



49



50



51



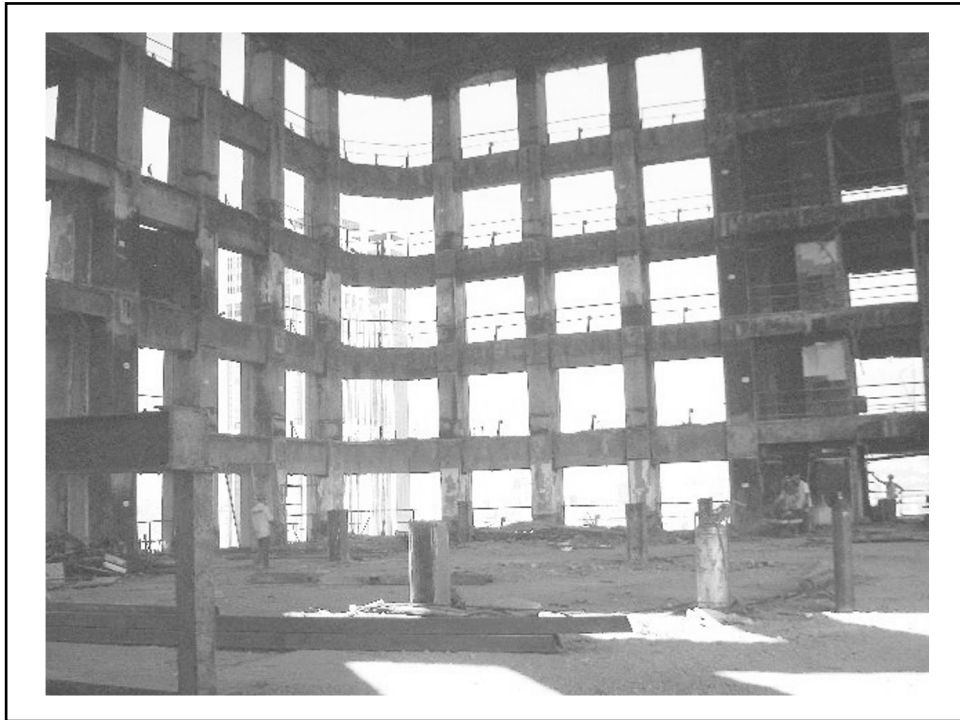
52



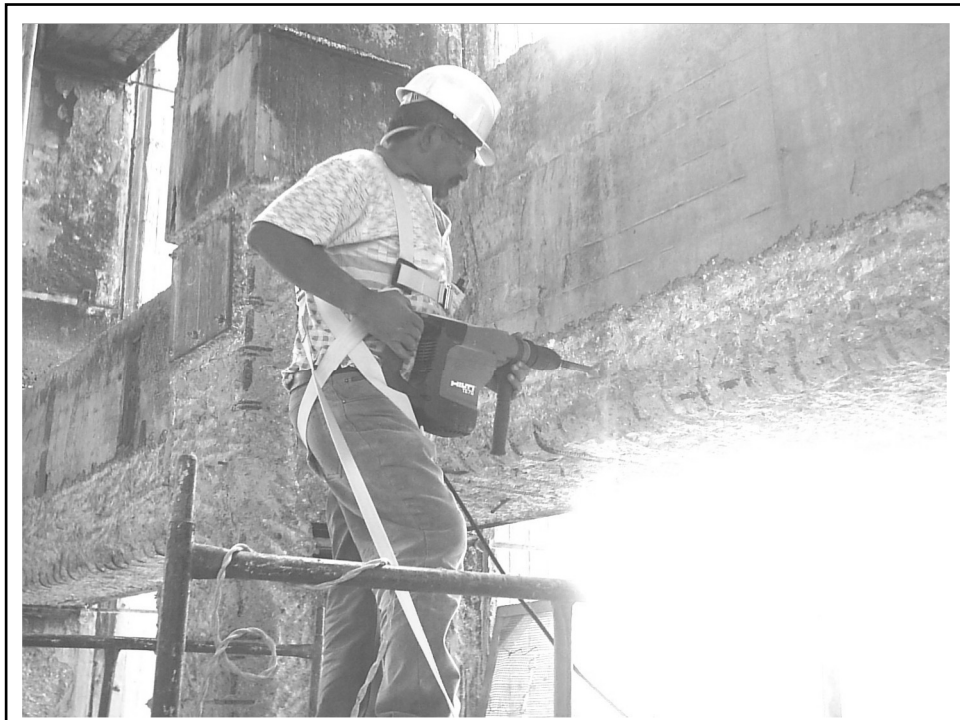
53




54



55



56



Edifício WINDSOR
Madri, Espanha
2005
Estrutura mista aço-concreto

37 andares
5 andares de garagem
+ 31 andares de escritórios

Construção: 1991
Incêndio: 12 Fev. 2005

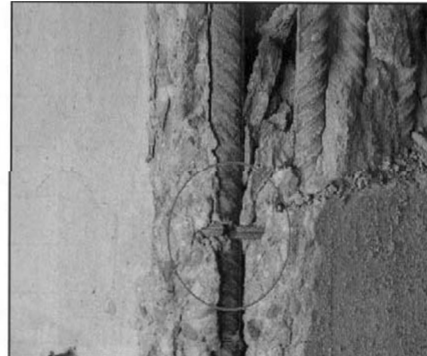
Duração: 16h
960min

*somente as partes de
aço colapsaram
totalmente demolido*

57



58



“the reinforced concrete structure, columns, beams and slabs under 16h severe fire condition , could perform well and no collapse”

... “the penetration of the damaged, is heterogeneous and vary from 1.5 cm in 19 floor to 3 cm in 12 floor... “

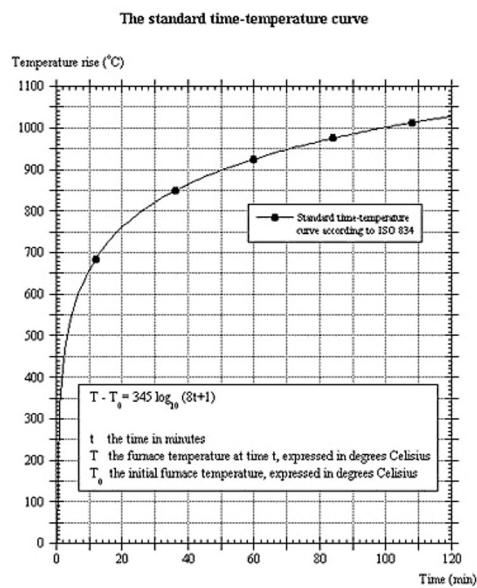
Dra. Mari Cruz Alonso. IET.

59

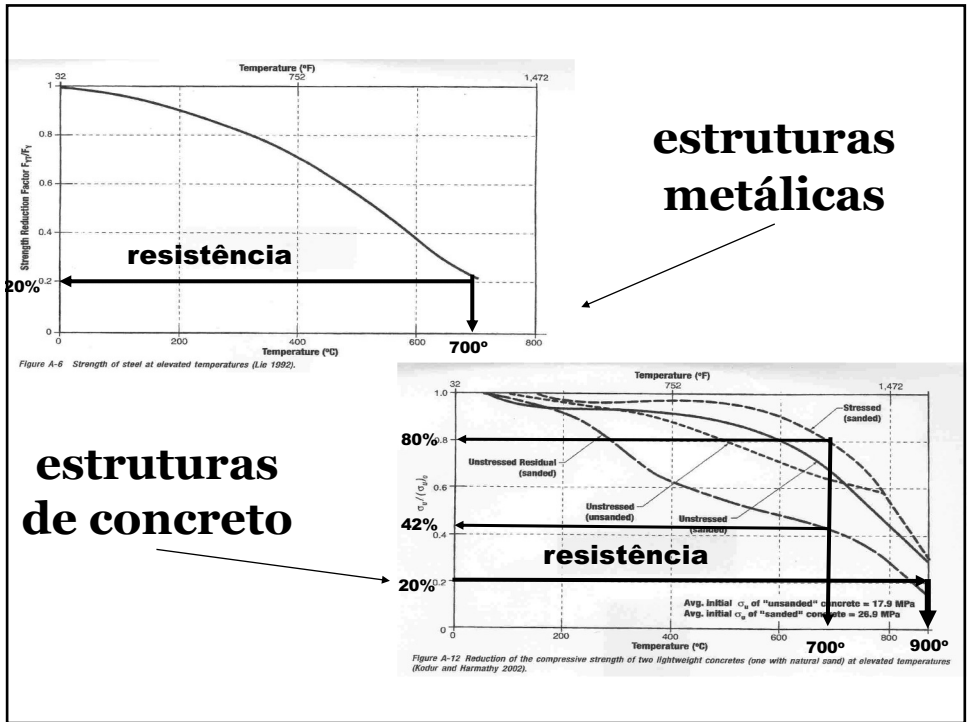
**Incêndio
padrão**

**Crescimento
da
temperatura**

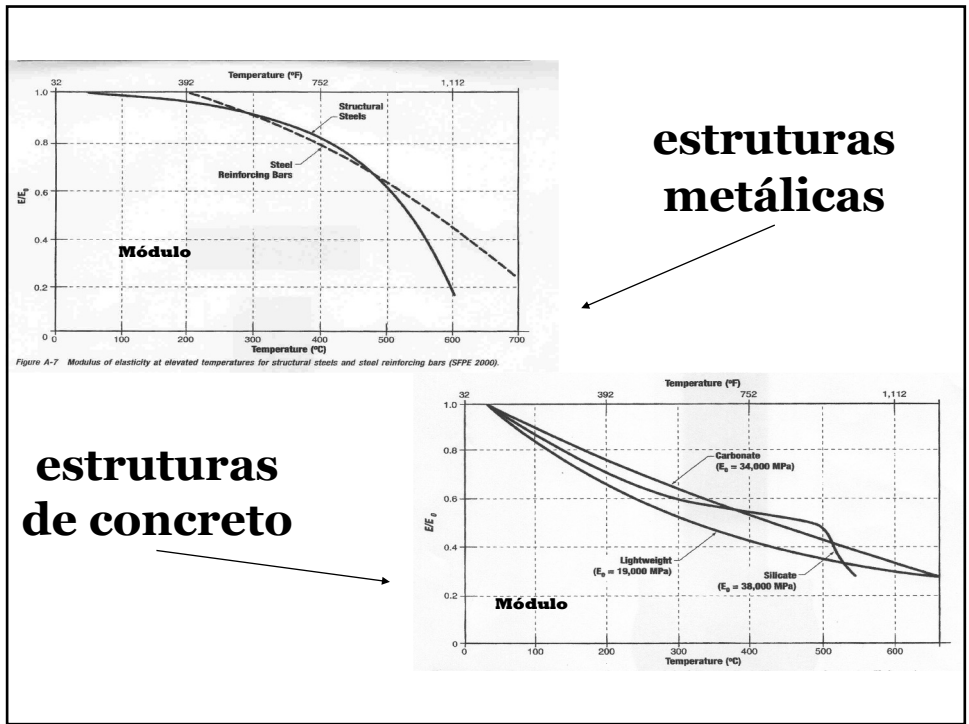
Curva ISO 834



60



61



62

Distribuição da temperatura em perfis metálicos

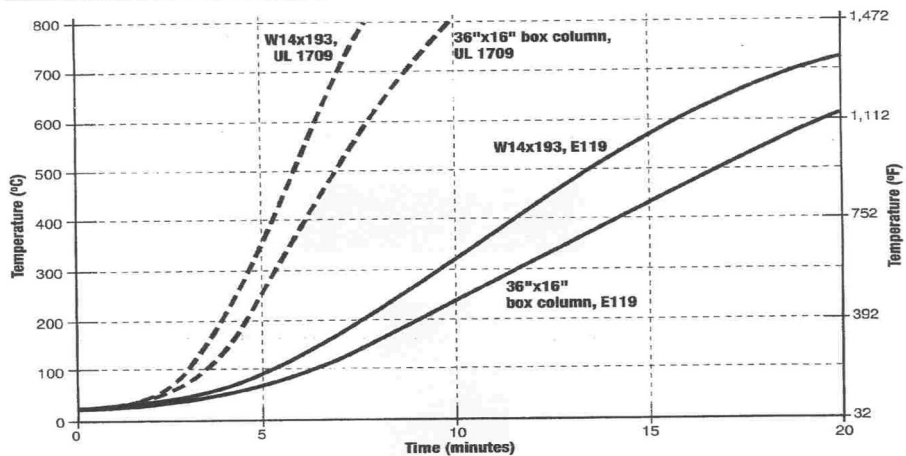


Figure A-9 Steel temperature rise due to fire exposure for unprotected steel column.

63

Distribuição da temperatura em um pilar de concreto de 50 x 50 cm



64

O concreto e o incêndio

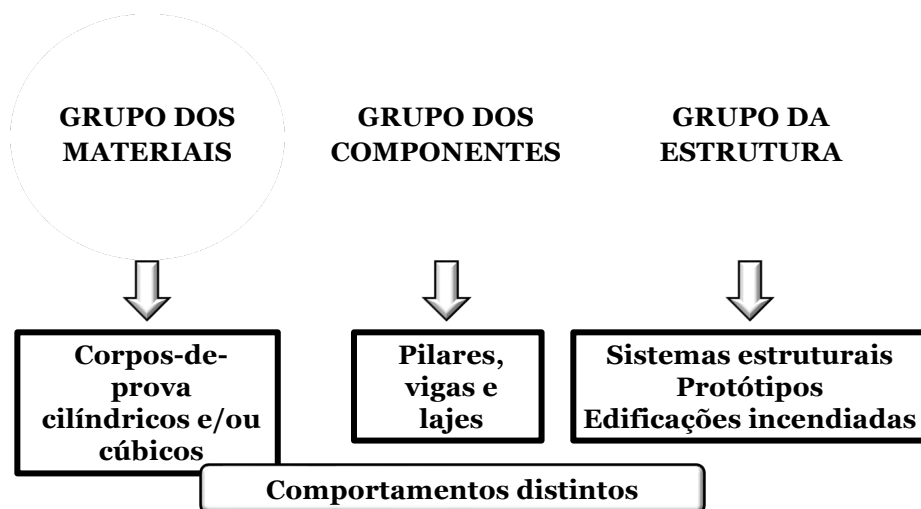
Concreto é versátil
Concreto não é inflamável
Concreto é incombustível
Concreto é resistente
Concreto é isolante térmico

Concreto perde resistência
Concreto pode explodir (*spalling*)

0 a 100 °C → umidade → vapor d'água → íntegro
100 a 350 °C → CSH perde água → pode explodir
350 a 900 °C → Ca(OH)_2 → CaO → agregados soltam
900 a 1200 °C → fusão parcial, CO_2

65

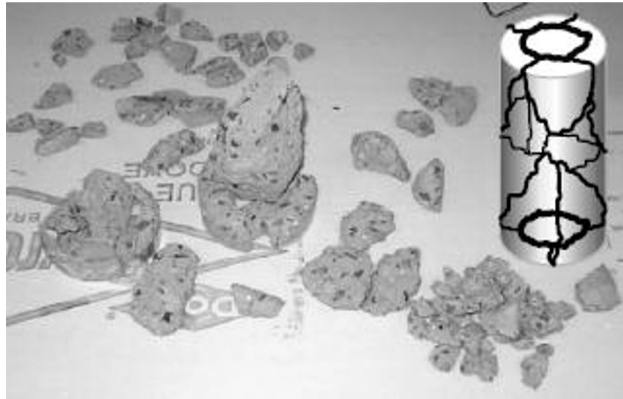
Universo das amostras



66

Discussões

O **tipo** e as **dimensões** da **amostra**, influenciam potencialmente nos resultados obtidos referentes ao **material** que está sendo avaliado, independentemente de sua **classe de resistência**, por exemplo

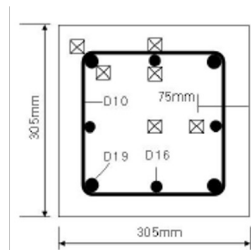


(Phan, 2002)

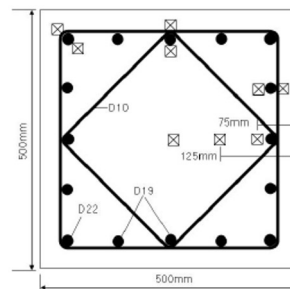
67

Discussões

Tamanho da seção transversal



30,5 cm x 30,5 cm x 3,4 m



50 cm x 50 cm x 3,4 m

**pilares de 120 MPa
(mesmo concreto, taxa de aço
e intensidade de
carregamento)**

(Park et al., 2007)

68

Discussões

Tamanho da seção transversal
 f_{ck} 120 MPa



Spalling: até 13mm
Resistência ao fogo:
176 min
Colapso por
compressão

30,5 cm x 30,5 cm x 3,4 m



Spalling: de 0mm
até 5mm
Resistência ao fogo:
240 min
Não houve colapso

50 cm x 50 cm x 3,4 m

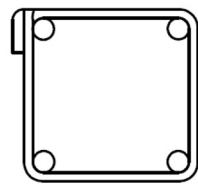
(Park et al., 2007)

69

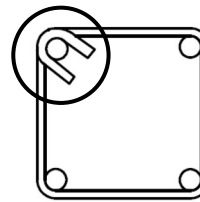
Discussões

Presença de aço na
amostra

Elemento de concreto armado (pilar)



(a) Configuração convencional de estribos



(b) Configuração modificada de estribos

**espaçamento de estribos:
0,75 vezes do convencional**

(Kodur, 2005)

70

Discussões



Configuração Convencional de Estribos

(Kodur, 2005)

f_{ck} 83 MPa



Configuração Modificada de Estribos

Presença de aço na amostra

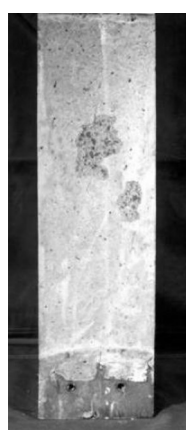
Corpos-de-prova não tem armadura...

71

Discussões



Sem fibras



Com fibras

Presença de fibras de polipropileno

maiores quantidades com menores diâmetros e maiores comprimentos, diminuem o *spalling*

(Kawai, 2005)

72

BETTER BUILT WITH CONCRETE

Last Updated: Aug 31st, 2004 - 18:25:55

The Cardington Fire Test

By Pal Chana and Bill Price, British Cement Association
Jul 15, 2003, 09:00

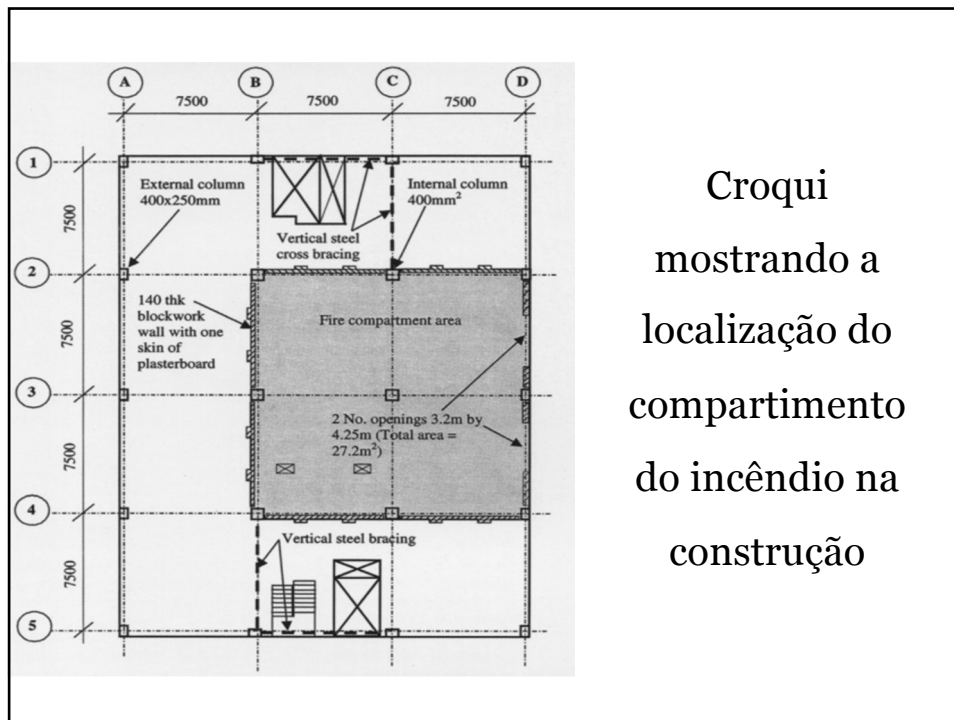
[Email this article](#)
[Printer friendly page](#)

- ✓ 7 pisos
- ✓ 25m de altura
- ✓ 3 x 4 de 7,5 m por 7,5 m
- ✓ Laje → espessura 15 cm
- ✓ Laje → $f_{ck} = 37$ MPa
- ✓ Vigas → $f_{ck} = 74$ MPa
- ✓ Cobrimento → 2 cm
- ✓ Pilares → $f_{ck} = 100$ MPa
- ✓ Cobrimento → 4 cm
- ✓ Agregados calcita e granito
- ✓ 2,7% fibras propileno
- ✓ umidade alta



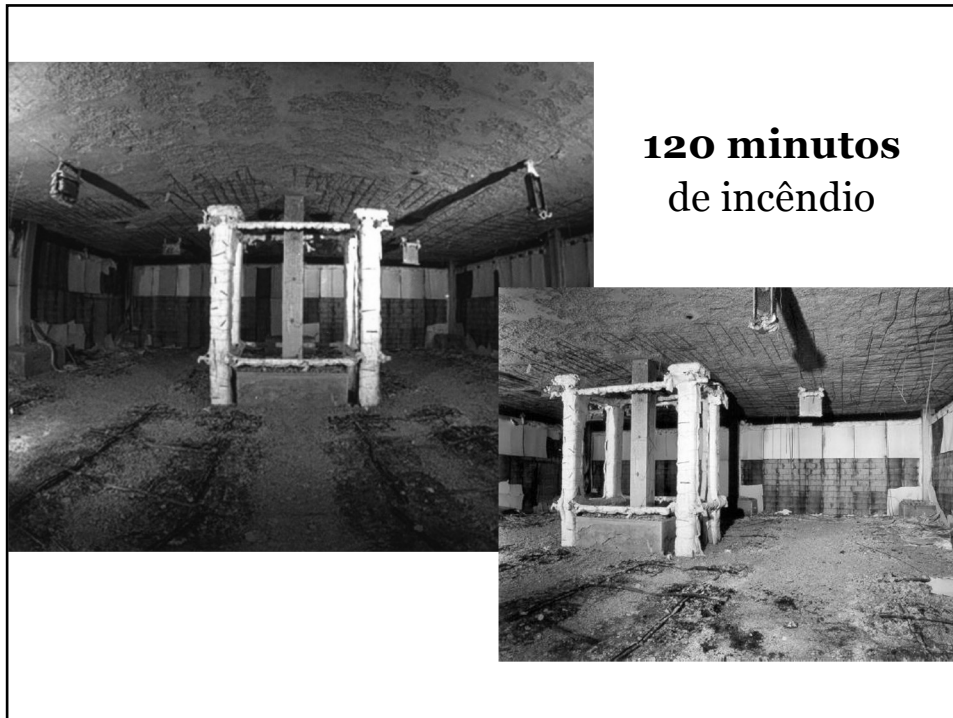
Cardington Concrete Building Frame

73



Croqui
mostrando a
localização do
compartmento
do incêndio na
construção

74



75

- 1. A estrutura de concreto suportou um fogo intenso sem colapsar;**
- 2. A estrutura satisfaz a critérios de desempenho relevantes da função de suporte de carga, de isolamento e de integridade, quando submetida a um incêndio real;**
- 3. Observou-se *spalling* na laje do 1º pavimento, mas isto não comprometeu a integridade estrutural dos andares sob cargas impostas;**
- 4. Os pilares HPC (103 MPa), que continham fibras de propileno, tiveram excelente desempenho;**
- 6. A laje conseguiu suportar os carregamentos impostos mesmo com flechas residuais (7 cm).**

76

INVESTIGAÇÃO

Universidade de São Paulo

Brasil
2002 → 2010

PhD student: Carlos Brites
Supervisor: Paulo Helene

77

História



Edifício e-Tower
São Paulo, Brasil
2002
 $f_{ck} = 125\text{MPa}$
world record
6 pilares em 7 pisos

78



concreto

79

**“ HPCC in Brazilian
Office Tower”**

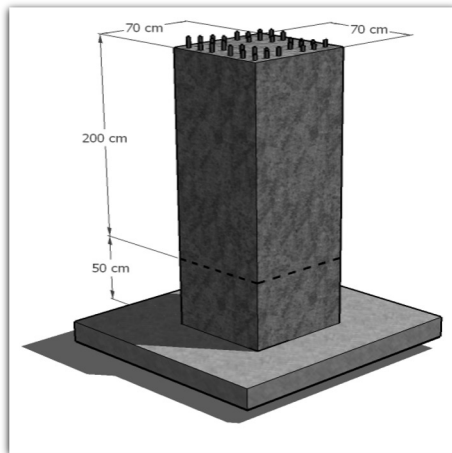
*Concrete International. ACI,
American Concrete Institute, v. 25, n.
12, p. 64-68, 2003*

HELENE, Paulo & HARTMANN,
Carine



80

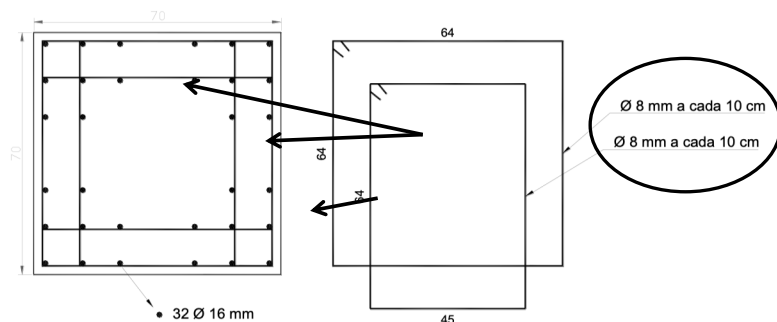
Pilar ensaiado



- ✓ 70 cm x 70 cm
- ✓ altura: 2 m
- ✓ peso: 2500kg
- ✓ idade: 8 anos
- ✓ $f_{ck} = 140$ MPa
- ✓ Cobrimento: 25 mm

81

Seção transversal



Geometria e configuração da armadura

82

Condições similares às reais

Pilar mantido em ambiente externo



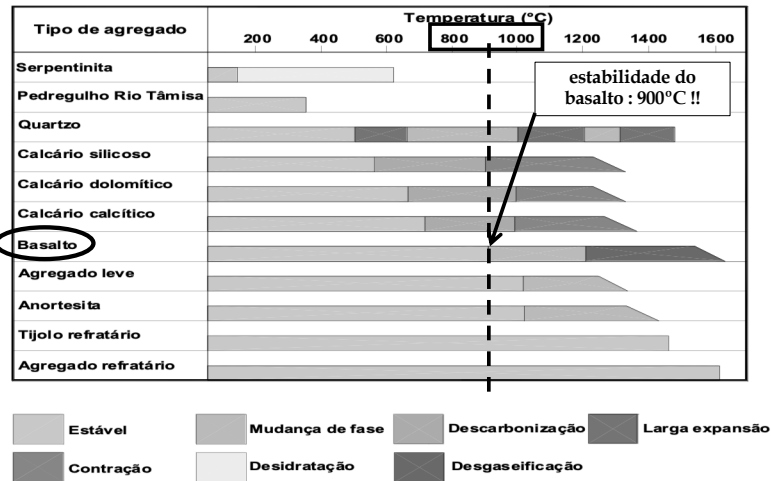
83

Originalidades da investigação

- ✓ **Petrografia dos agregados (basalto)**
- ✓ **Envelhecimento natural**
- ✓ **Concreto colorido (pigmentado)**
- ✓ **Concreto de alta resistencia**

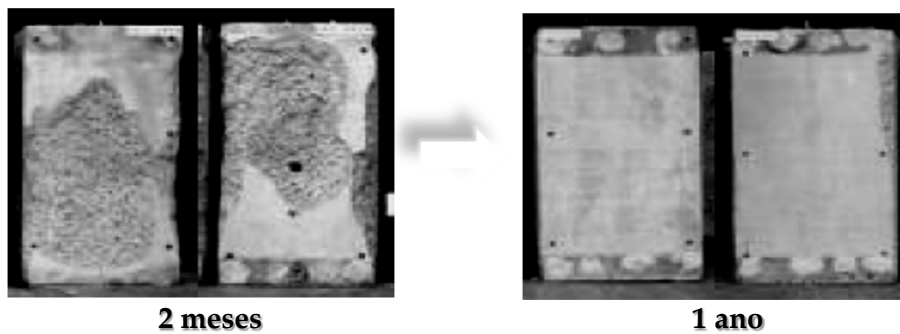
84

Agregados (fib bulletin 38, 2007)



85

Influência da idade



(Morita et al, 2002)

86

Concreto colorido



87

Pilar: corte, içamento e transporte



Fio diamantado



88

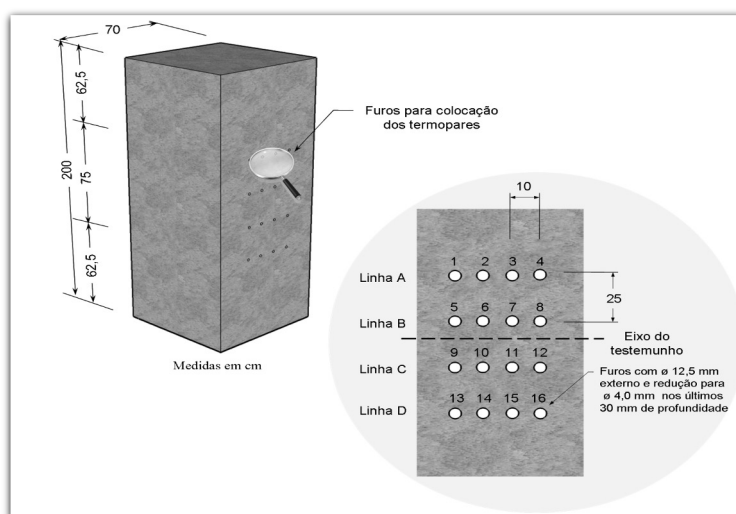
Testemunhos extraídos



Após 8 anos
140 MPa

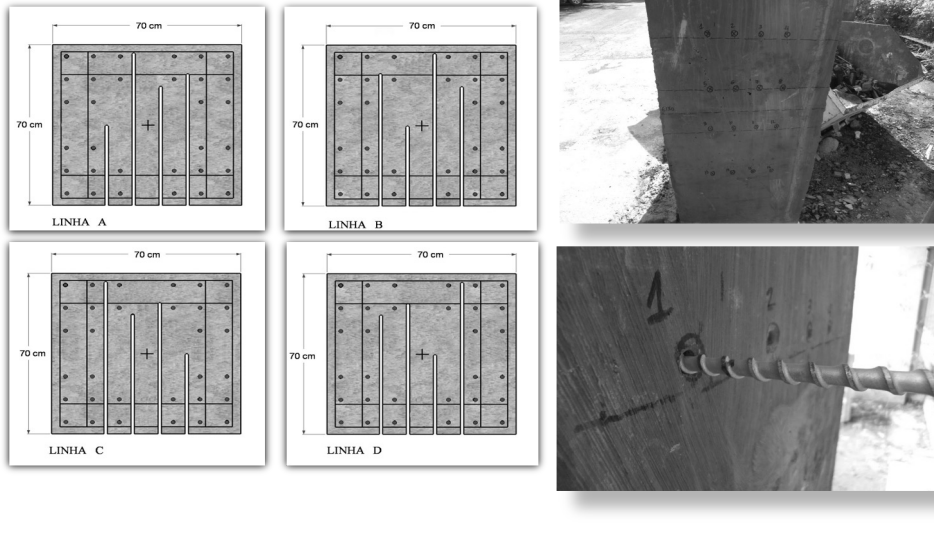
89

Esquema dos termopares



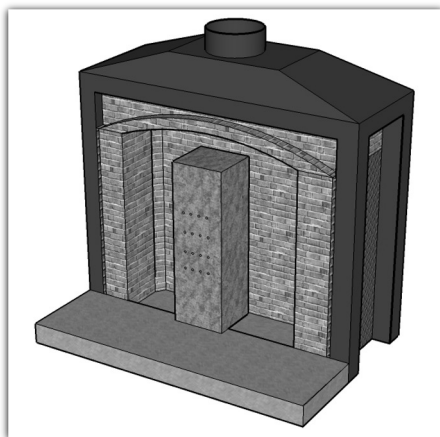
90

Inserindo os termopares



91

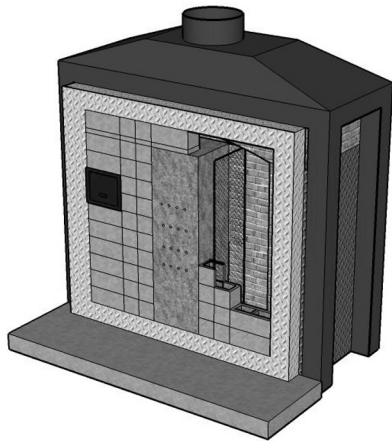
Esquema geral do experimento



- ✓ forno IPT (tradição)
- ✓ sem carregamento
- ✓ Exposição: 3 faces
- ✓ Curva padrão ISO 834
- ✓ Simulação: 180 minutos

92

Esquema geral do experimento



- ✓ alvenaria fechamento
- ✓ gaiola de segurança
- ✓ fibra cerâmica interna
- ✓ grauteamento
- ✓ preenchimento com areia
- ✓ janelas de alívio

93

93

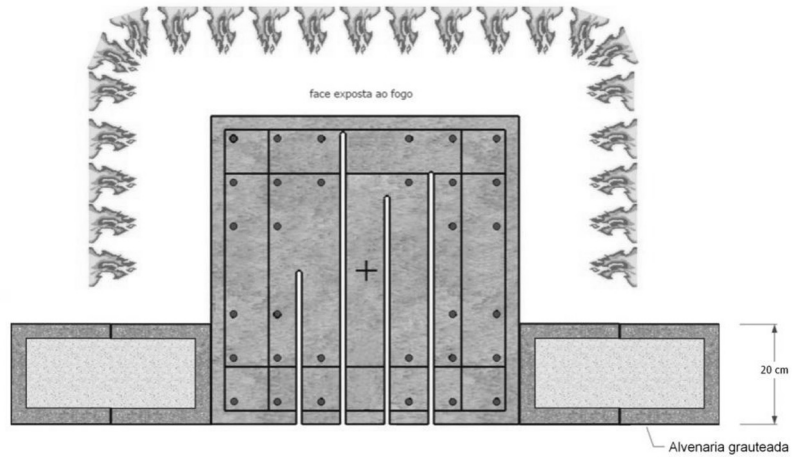


Laboratório
forno de alta temperatura



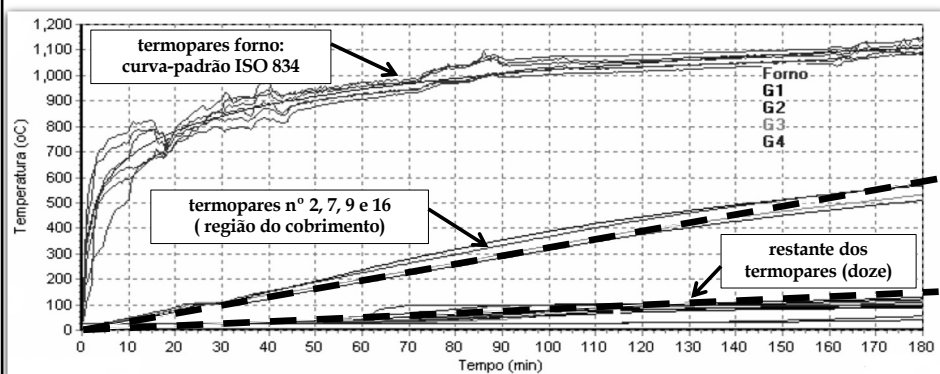
94

Esquema da simulação (planta)



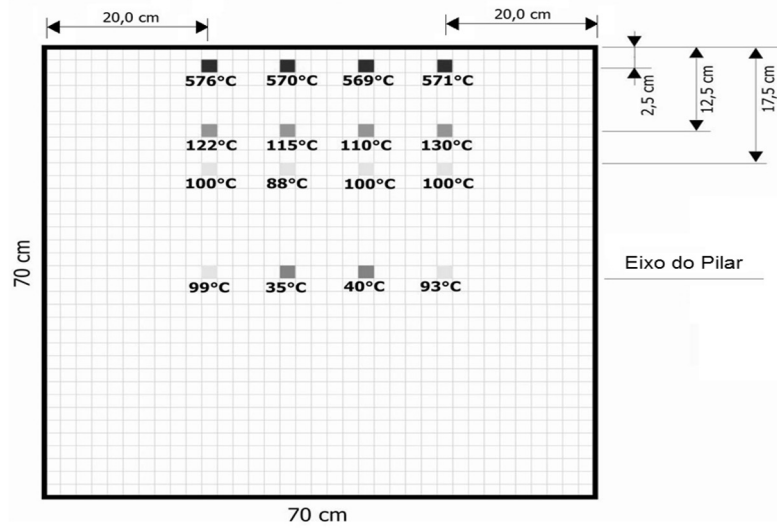
95

Evolução das temperaturas



96

Temperaturas aos 180min



97

Depois do ensaio...
180min de fogo + 3 dias



98

Integridade



arestas perfeitas

99

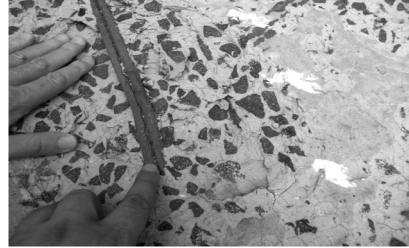
Integridade depois de 180min



- ✓ Spalling superficial
- ✓ Ocorrência: 36 min (inicial)
- ✓ Som “pipocamento”
- ✓ Arestas intactas
- ✓ Tipo: deslocamento
- ✓ Profundidade: de 0 a 48 mm (em um único ponto), média de 9,3 mm)

100

Integridade



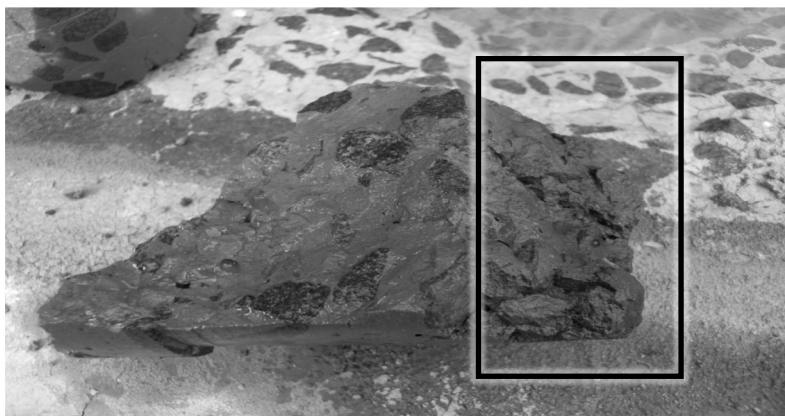
**armadura exposta
inferior a 5%**



**Seção transversal
perdida por *spalling*
aproximadamente 5%**

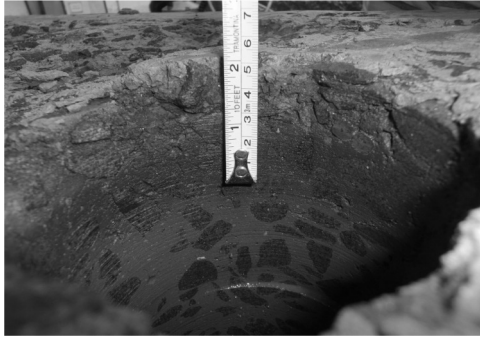
101

Indicador colorimétrico: faces



102

Termômetro natural



- ✓ Óxido de ferro (Fe_2O_3)
- ✓ Profundidade: $\approx 55\text{mm}$
- ✓ Centro das faces
- ✓ Arestas não evidentes
- ✓ Fe_2O_3 em Fe_3O_4
- ✓ hematita em magnetita

cerca de 600°C

103

Conclusões

Investigação baseada somente no comportamento dos materiais não é suficiente para explicar o efetivo comportamento das estruturas sob incêndio

Ainda desconhecemos todos os fatores intervenientes e necessitamos de mais estudos experimentais adequados e consistentes

Ainda não é possível controlar e prever com segurança o comportamento sob incêndio

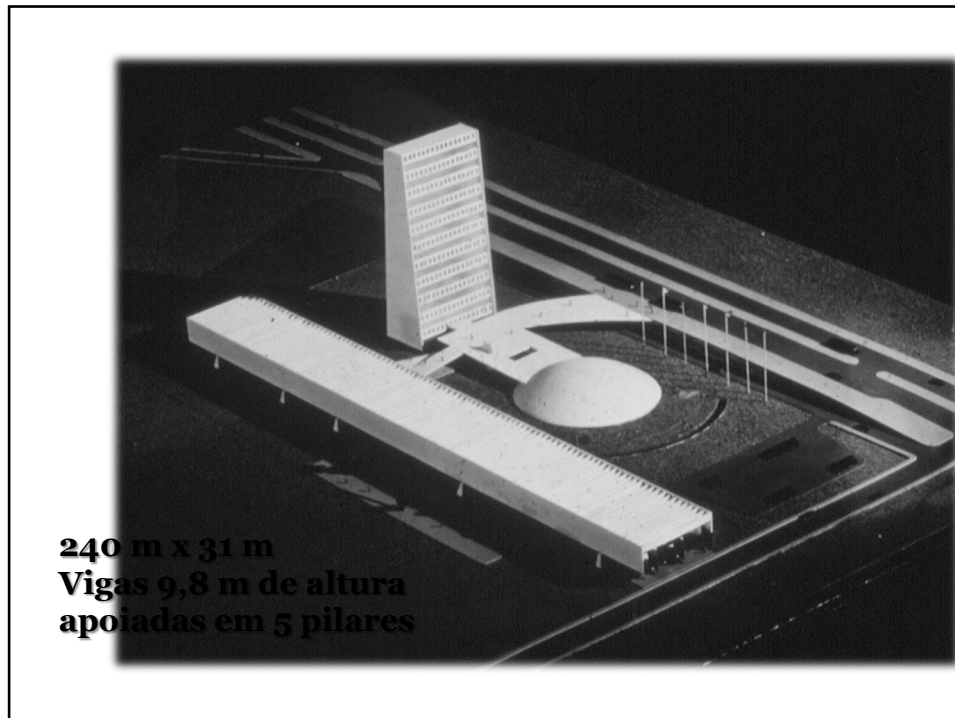
104

Centro de Exposições Gameleira

Belo Horizonte/BH
Acidente: 04/02/1971
quinta feira hora do almoço

Construção: 1969 a 1971
estrutura em obras

105



106

Mortos podem ser mais de 50



Da Sucursal de Belo Horizonte. A vida é uma esperança sob as escomburas.

Da Sucursal de Belo Horizonte

Trinta e quatro horas após o desabamento do Pavilhão de Exposições da Gamela, quando se calcula que o número de mortos poderá superar 50, elementos da equipe de resgate teriam localizado por volta das 21 horas de ontem, dois operários ainda com vida. Recursos foram concentrados no local que é de difícil acesso.

Nove cadáveres já foram identificados e 42 operários continuam desaparecidos. O Departamento de Pessoal da SERGEN, na noite de ontem, com Base nos cartões de ponto, informou oficialmente que 353 operários estavam no canteiro de obras no momento, dos quais 432 não foram atingidos pelo desabamento. O mortuário, já tendo sido identificado, já ficaram feridos e 42 continuam desaparecidos.

Os 42 desaparecidos podem estar ainda debaixo das grandes vigas de concreto armado do pavilhão desabado, onde o mau cheiro, provocado por corpos humanos em decomposição, já está atrapalhando as operações de resgate, que se processam lentamente. As autoridades estão convencidas de que se algum dos 42 desaparecidos estiver vivo já teria procurado o departamento de pessoal da SERGEN, pois vários apelos têm sido transmitidos pelas emissoras de rádio e televisão de Belo Horizonte. O cartão de ponto é a única forma de prever o número total de vítimas.

Identificados

beiras, todos os 42 operários de desaparecidos devem ainda estar sob as vigas de concreto.

Toda a área continua isolada pelas tropas da Polícia Militar, para evitar a presença de curiosos e de parentes das vítimas cujos corpos ainda não foram descobertos, o que atrapalharia o desenvolvimento das operações de resgate. Cerca de 500 soldados da Polícia Militar se encontram no local onde continua instalado também um posto médico, apesar das remotas possibilidades de ainda se encontrar qualquer operário com vida. A equipe médica está atendendo principalmente os membros das equipes de socorro que se sentem mal.

Muitos feridos

Além de o número de mortos poder superar 50, o desabamento

do Pavilhão de Exposições da Gamela deixou um saldo de 62 feridos, a maioria deles em estado grave. Apenas 25 operários já receberam alta nos hospitais do pronto socorro Sarah Kubitschek, Sempar, Felício Rocha, Santa Rita, São José e SOS. Os demais outros internados, vários deles com braços e pernas amputados ou com fraturas graves, principalmente na coluna vertebral.

Somando-se o número de mortos feridos e desaparecidos conclui-se que 113 operários foram atingidos pelo desabamento dos 10 mil toneladas de concreto armado. Os trabalhos de resgate não pararam à noite continuando hoje, até a retirada total de todas as vigas, sob as quais devem encontrar-se os cadáveres dos 42 operários desaparecidos.

Ordenada a interdição

O delegado Geraldo Lara Resende, da Delegacia de Vigilância

Pessoal, que dirigiu o inquérito sobre o desabamento do pavilhão de exposições da Gamela, determinou a interdição de toda a obra. Dessa forma, não mais será feito o encoramento do bloco "B" do pavilhão, como queria a SERGEN, firma encarregada das obras civis do edifício.

A autoridade policial justificou-se afirmando que se há perigo de desabamento também no outro bloco, não se deve permitir que operários arrisquem a vida na colocação das estacas. Acrescentou que toda a obra ficará interdita

pela CURBE e feita dentro da mais perfeita técnica.

Comissão de alto nível

Paralelamente ao trabalho de polícia, uma comissão de alto nível, composta por engenheiros do Instituto de Tecnologia de Minas Gerais, e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, também estudará as causas do desabamento. Ambos os órgãos têm a incumbência de controlar

o material que é utilizado nas grandes estruturas. Segundo José Ferreira Filho, presidente da CURBE (Cia. Urbanizadora Serra do Curral), a comissão de alto nível, formada

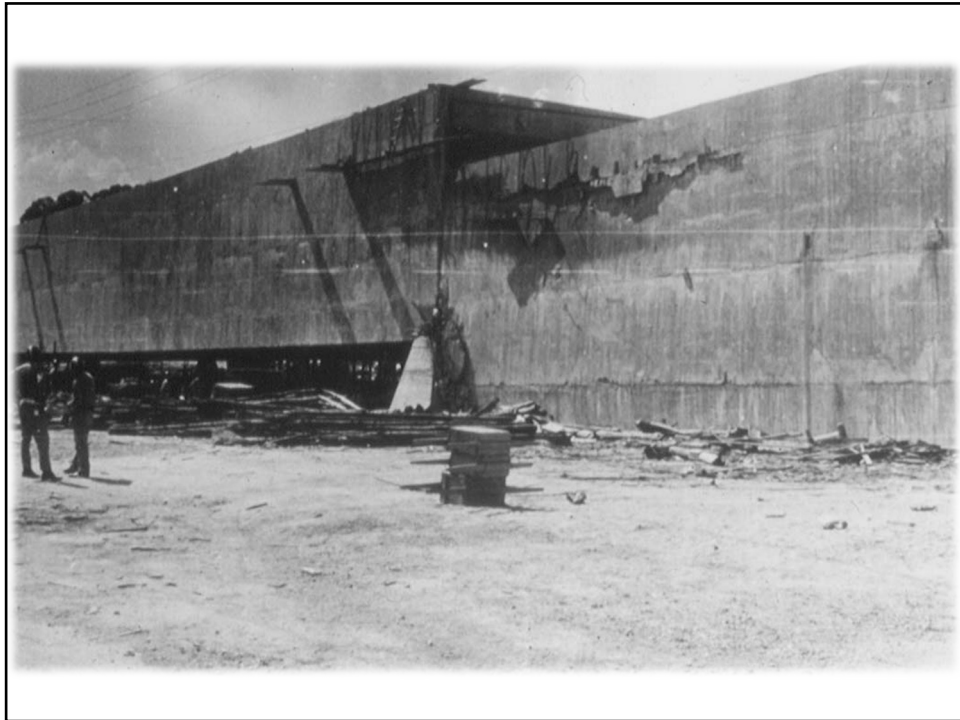
Com Médico

Em audiência que teve ontem com o presidente Médici, o governador Israel Figueira comentou, entre outros assuntos, o desabamento do pavilhão.

Mais tarde, falando a jornalistas, o governador reiterou sua afirmativa anterior de que as firmas que participaram da construção da obra têm incontestável idoneidade técnica. "O fato — afirmou — teria recebido pouca repercussão, se aquela hora não estivessem ali reunidas algumas dezenas de operários".

<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#/19710206-29398-nac-0008-999-8-not>

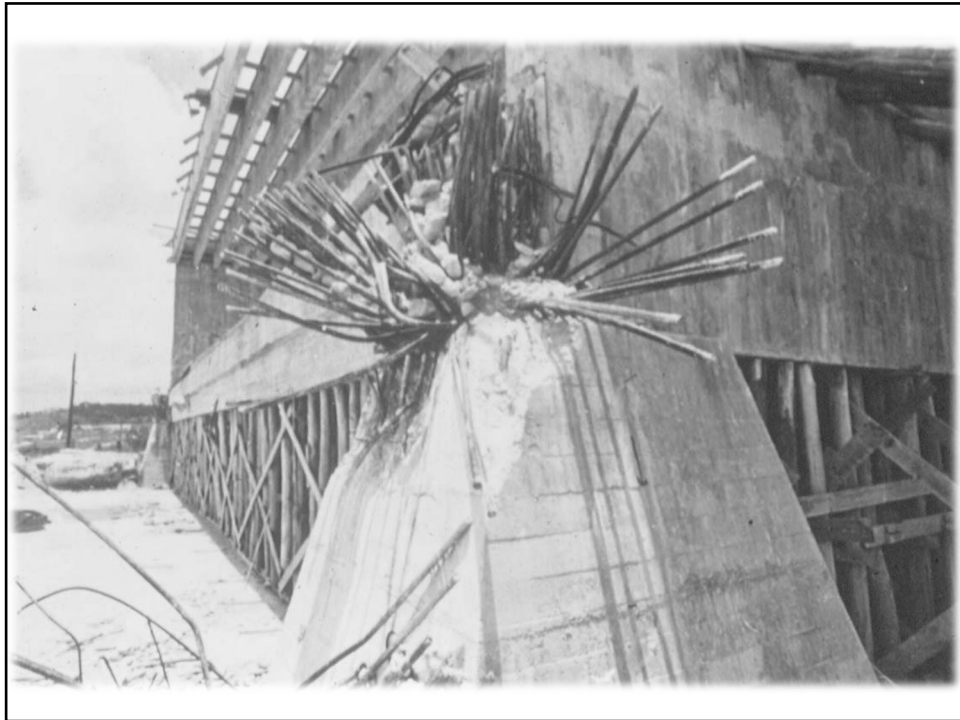




109



110

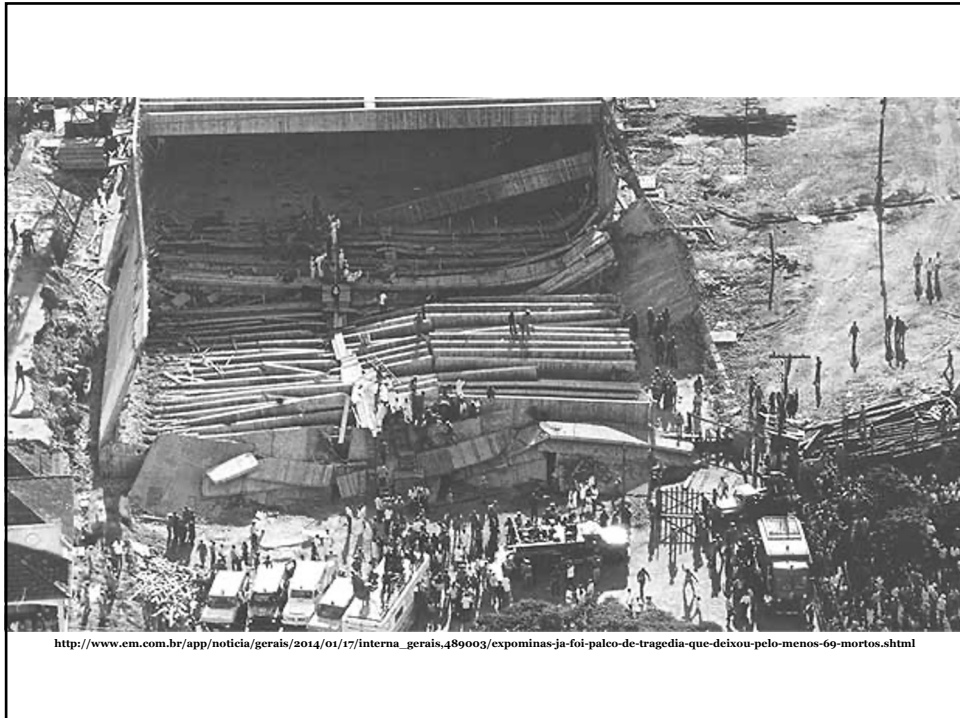


111



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

112



113



114

Edifício Comercial

36 andares + 5 subsolos

Edifício em uso há 1 ano

Fissurou 18 andares

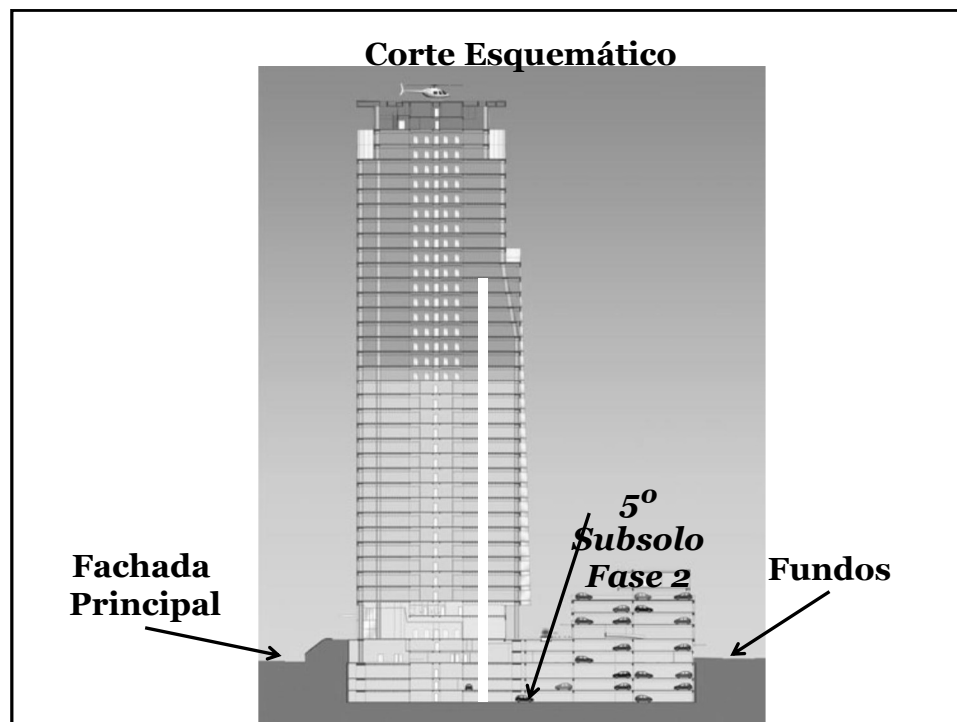
Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

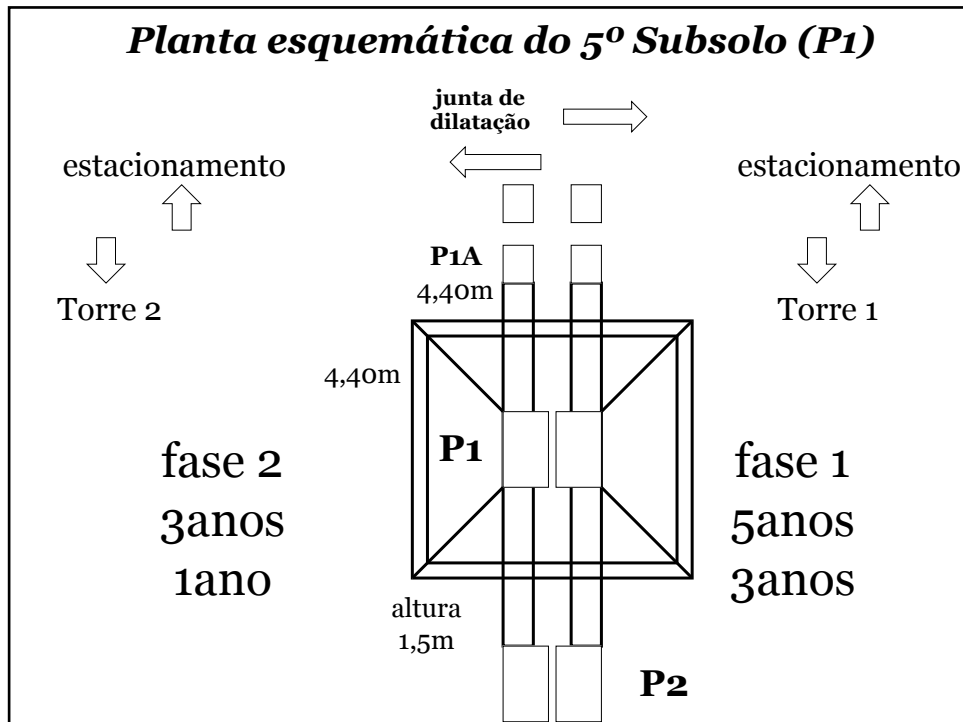
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

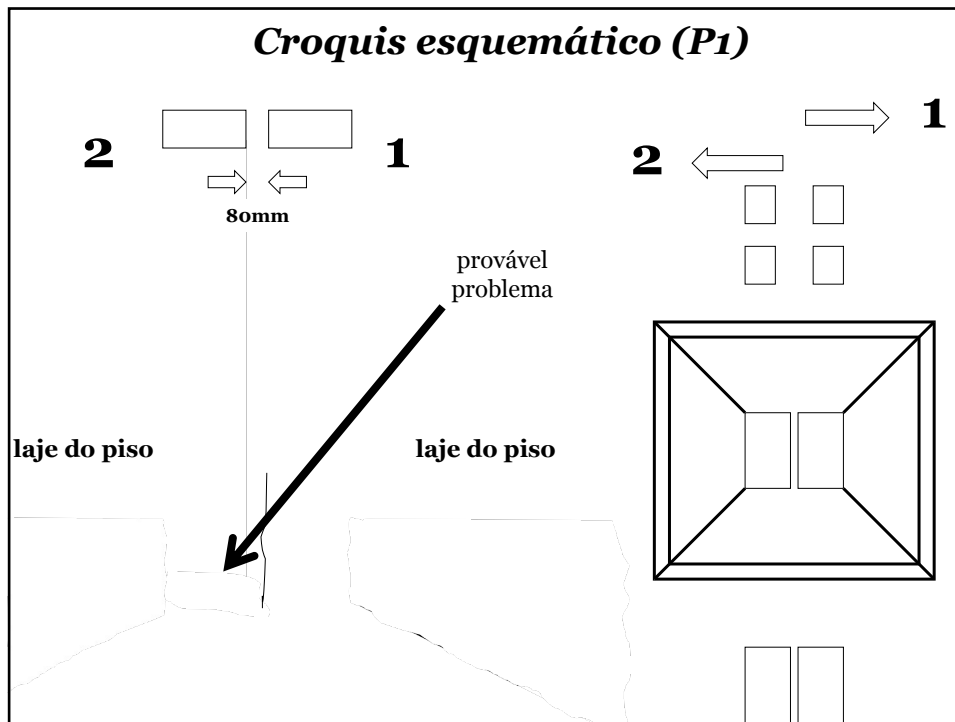
115



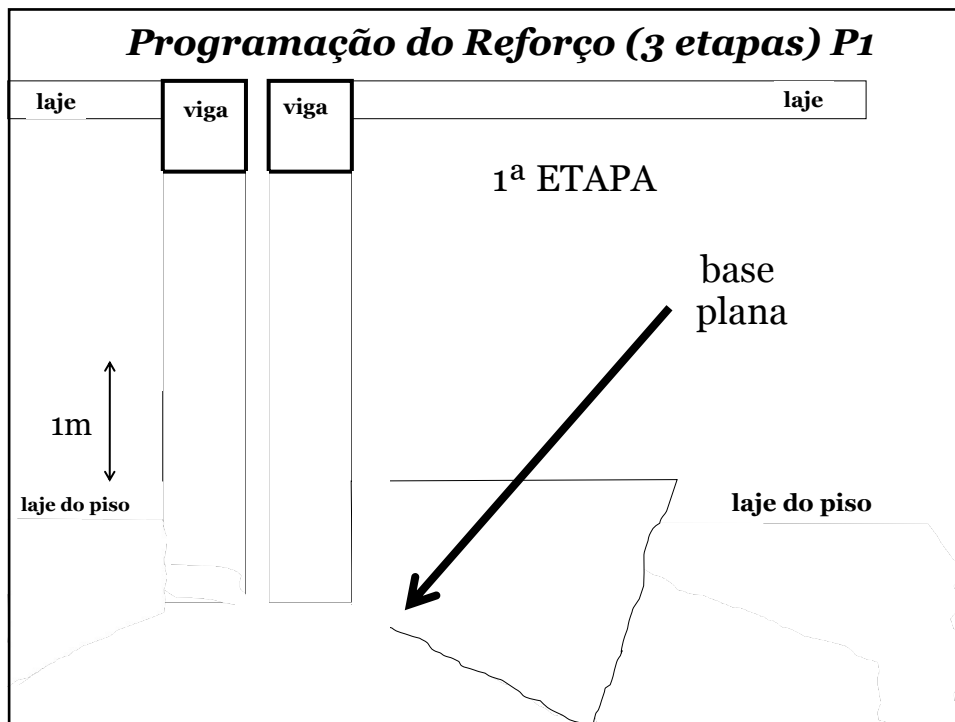
116



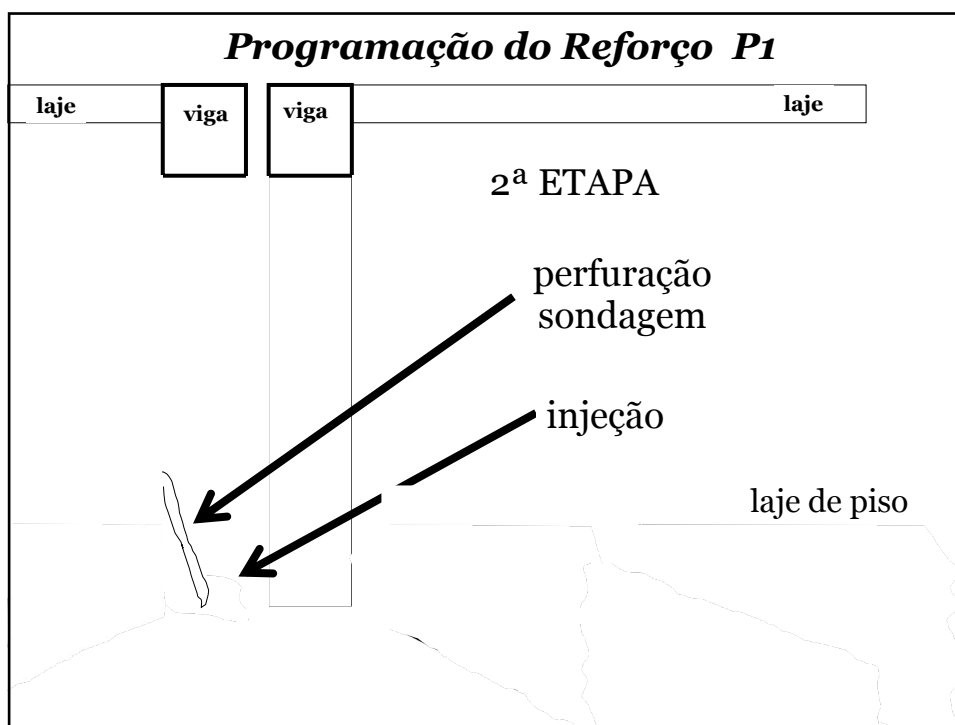
117



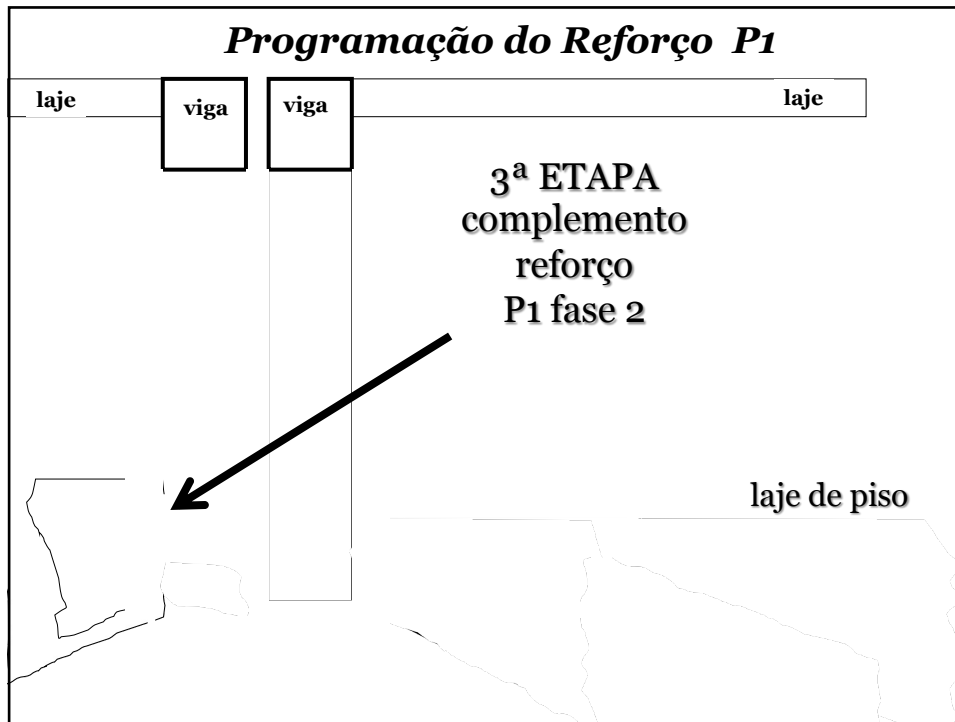
118



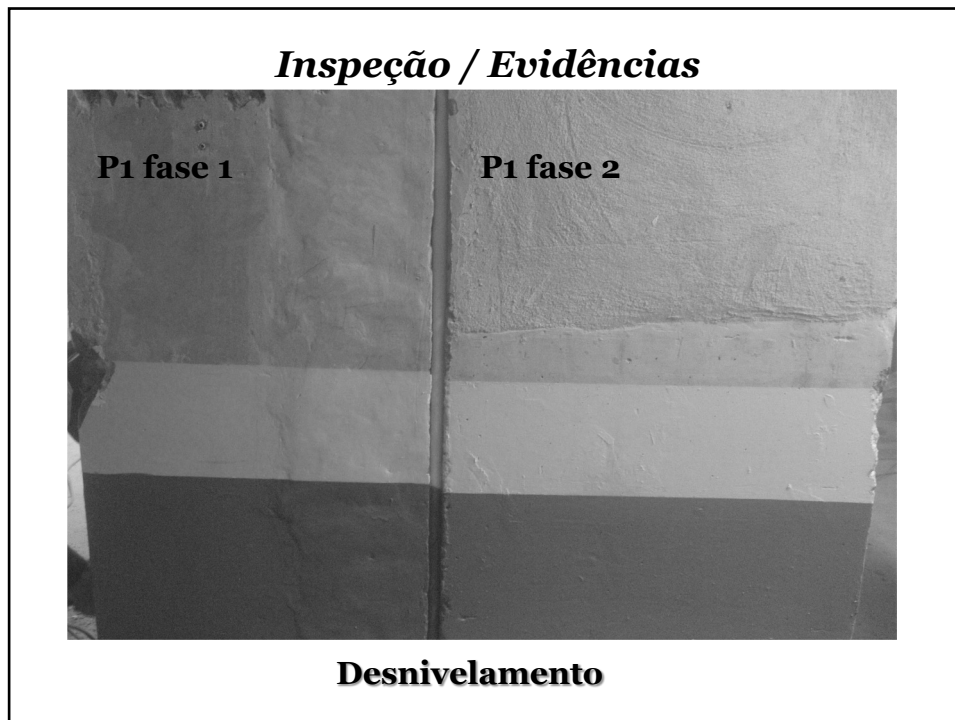
119



120



121



122

Inspeção / Evidências



Desnivelamento

123

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

124

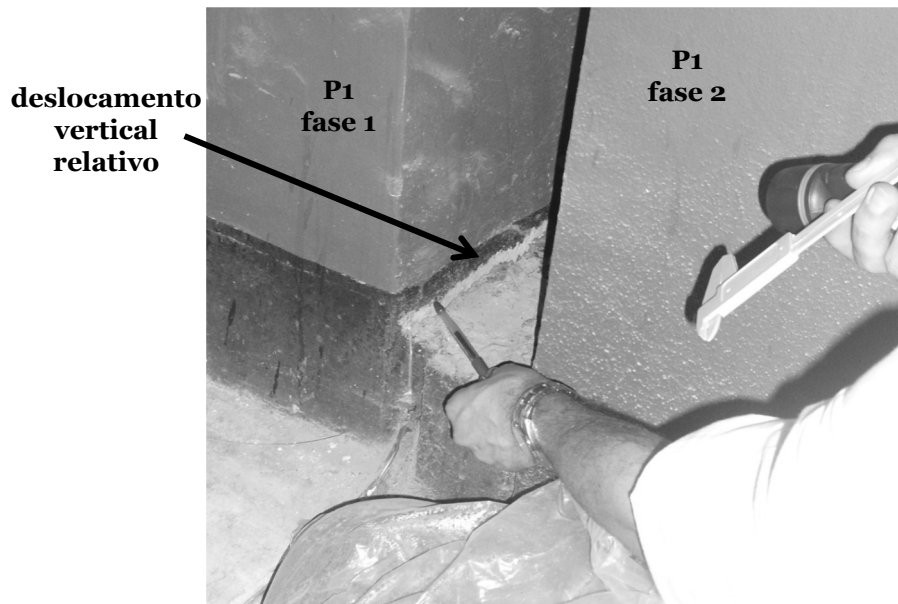
Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

125

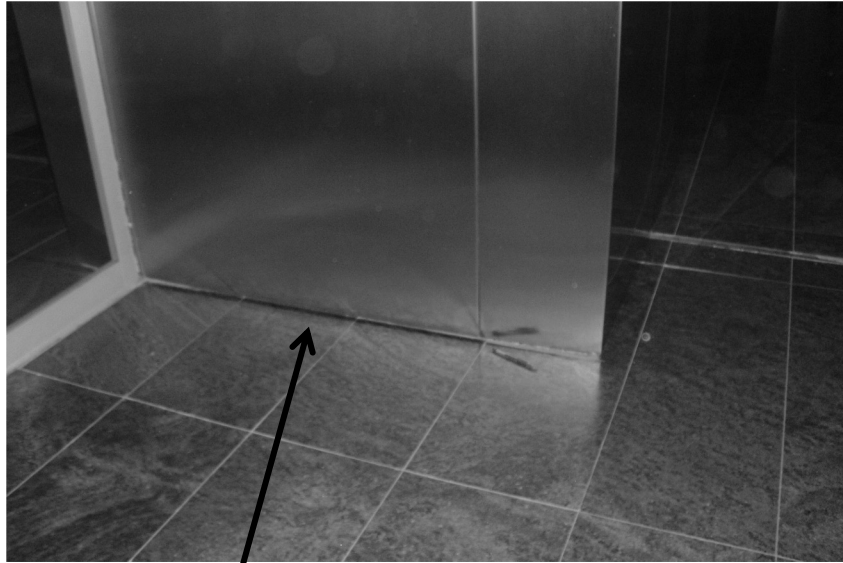
Inspeção / Evidências



Desnívelamento nível S4

126

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S2

127

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S3

128

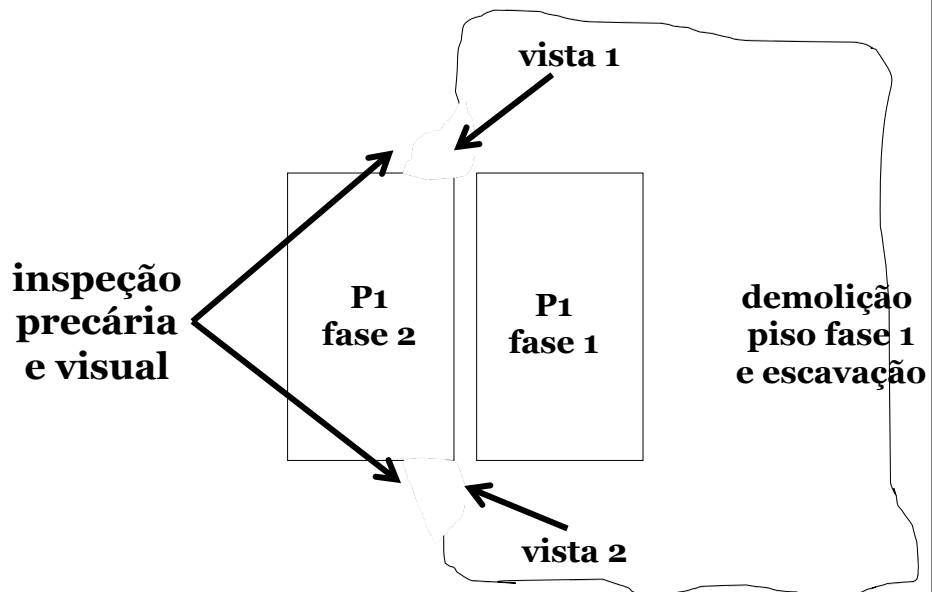
Inspeção / Evidências



Desnivelamento e fissuras em vigas

129

Inspeção



130

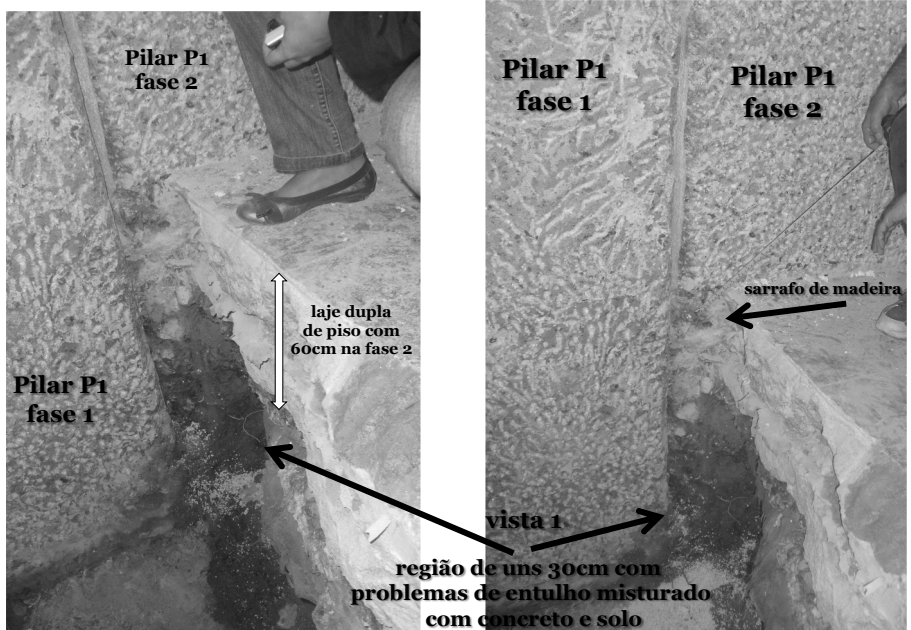
Inspeção



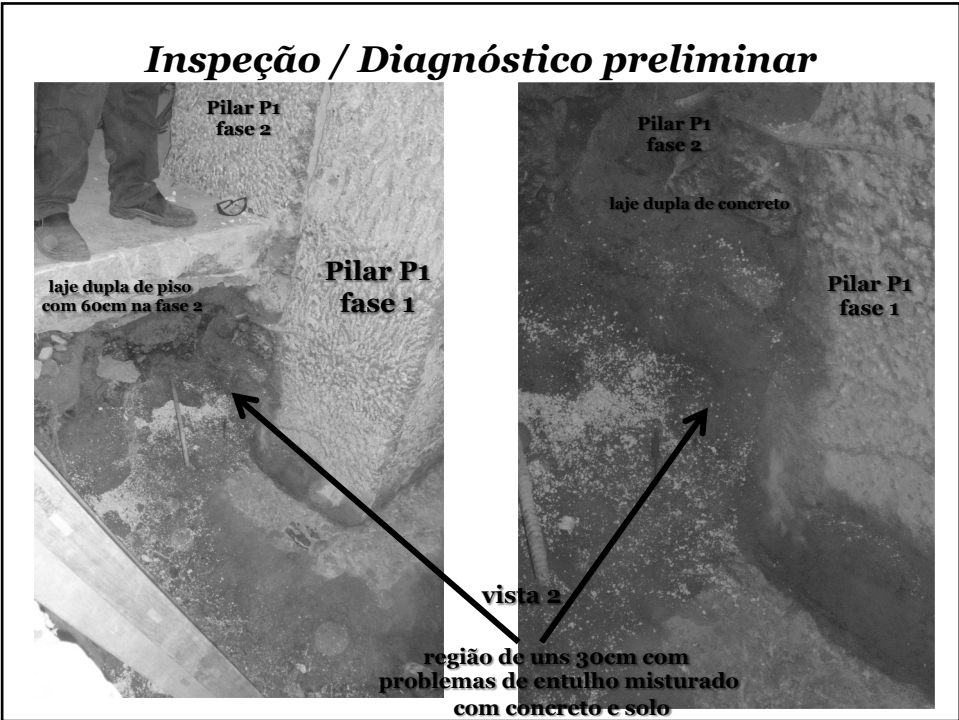
Demolição Piso fase 1

131

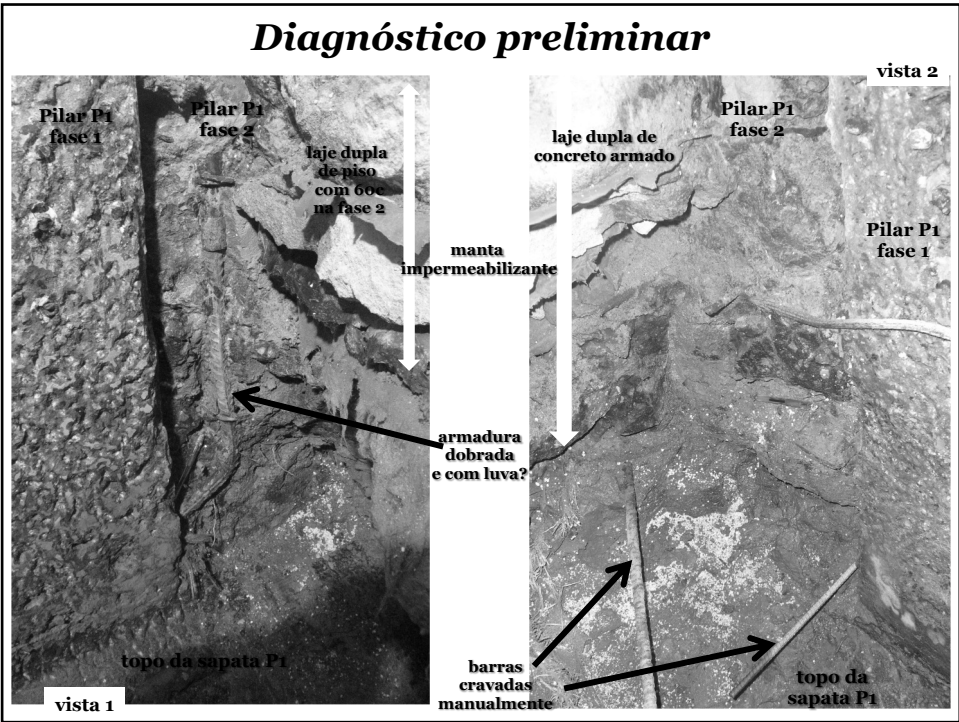
Inspeção / Diagnóstico preliminar



132



133



134

4. Preparação da Fôrma



135

7. Remoção da fôrma



136



137



138



139



140

Pilar P1 acabado



143

Controles

144

Resistência à Compressão Axial

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

145

***Hipóteses
prováveis...***

146

3 anos antes...



147

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.

148

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

MENU G1 MINAS GERAIS MINAS

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

Viaduto desaba na Avenida Pedro I, em Belo Horizonte

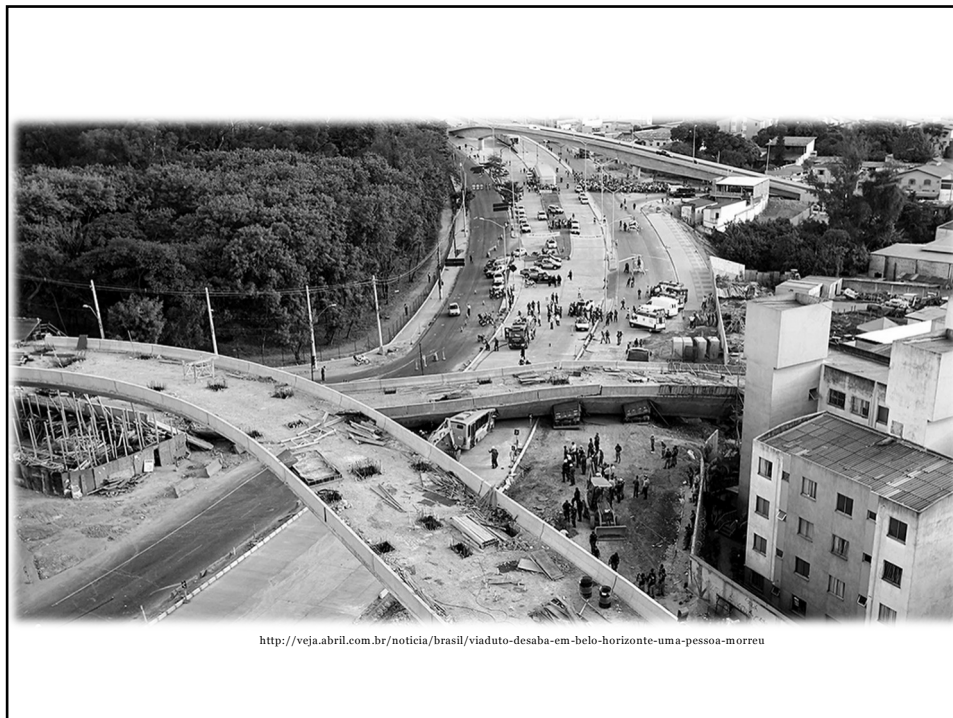
Dois caminhões, um carro e um micro-ônibus foram atingidos. Corpo de Bombeiros diz que há um morto e dez feridos no local.

Do G1 MG Tweetar 2.313 Recomendar 7 mil



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

149



150

MENU G1 MINAS GERAIS

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

Construtora responsabiliza projeto de viaduto e prefeitura por desabamento

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

Thais Pimentel
Do G1 MG

Tweetar (137) Recomendar (1,2ml)

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

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



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

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

151

terra

Construtora responsabiliza projeto de viaduto

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

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

SAIBA MAIS

- Demolição de viaduto é concluída, mas via segue interditada
- Viaduto que desabou começa a ser demolido em Belo Horizonte
- Avenida onde caiu viaduto pode ser liberada sábado em BH
- Justiça libera demolição de viaduto em BH

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

Segundo o projeto, a armadura foi projetada para flexão de 50,3 cm², quando o necessário seria de 685 cm². Além disso, o projeto não considerou os esforços de cisalhamento e nem de torção. Outro apontamento foi em relação à capacidade de suporte das estacas. No projeto, ela era de 250 toneladas-força, quando deveria ser de 467 toneladas-força. Isso significa que as estacas deveriam ser mais profundas ou ter um diâmetro maior.



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

Foto: André Brant / Hoje em Dia / Futura Press

<http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falha-no-projeto-diz-construtora,tel0723ba097410YRTVCM30000960540RCRU.html>

152

http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/18/interma_gerais_570099/projetista-que-fez-calculos-nega-culpa-por-queda-de-viaduto-na-avenida-pedro-i.shtml#?YBXKfKQng&facebook

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

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

Mateus Parreiras

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



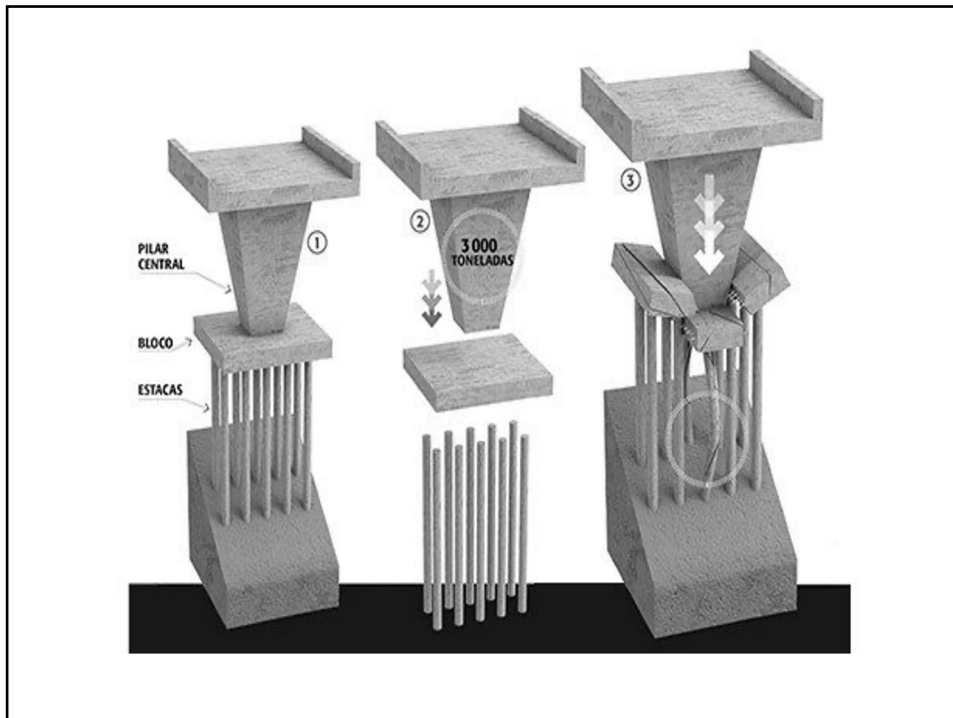
O pilar P3, que afundou pelo meio do bloco devido a dimensões inadequadas, segundo aponta laudo do Instituto de Criminalística

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

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

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

153



154



Créditos: Nelson Araujo Lima

155

em.com.br

EM Digital | EM Digital Web | EM Impresso

Belo Horizonte, 08/SET/2014

12° / 25°

Google

Gerais Política Economia Nacional Internacional Saúde Plena Educação Tecnologia

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

TAMANHO DA LETRA ENVIAR IMPRIMIR CORRIGIR

7 Comentários Votação: 8+1 Compartilhe: 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/interna_gerais.566947/custo-de-implosao-do-viaduto-batalha-dos-guararapes-sera-de-r-1-2-mi.shtml

156

UOL notícias Cotidiano

ULTIMAS - SEU ESTADO - CIÊNCIA - COTIDIANO - ECONOMIA - INTER - JORNAIS - OPINIÃO - POL

Caranda Pousada
Economize até 30% no...
A partir de R\$70,00
[Reserve Já!](#)

Hotel Pousada Calliandr
Economize até 30% no Decota
A partir de R\$60,00
[Reserve Já!](#)

Indiciados por queda de viaduto em MG não serão mais julgados por homicídio 35

Carlos Eduardo Chereem
Do UOL, em Belo Horizonte 09/06/2015 | 10h29

f t g+ e 🔊 Ouvir texto 🖨️ Imprimir 📧 Comunicar erro



Viaduto em construção desaba em Belo Horizonte
47 fotos

14.set.2014 - Foi implodida a alça norte do viaduto Batalha dos Guararapes, em Belo Horizonte. Parte da estrutura desabou durante a Copa do Mundo, em junho, matando duas pessoas e ferindo outras 23 na Avenida D. Pedro I, uma das principais vias da capital mineira [Leia mais](#) Uarlen Valério/Estadão Conteúdo

157

Intervenientes







projetista estrutural **fornecedor do material** **construtora (execução)** **tecnologista (consultor)** **laboratório (controle)**

atribuição de incumbências
ABNT NBR 12655:2015

158

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

159



160



161



162

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.

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

163

uma impressão
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

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

164



165

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

Matéria de Anacleto Antunes

Os problemas encontrados no Palace 1

- 1. Falhas em elementos estruturais nos subsolos, como vigas e pilares
- 2. Instalações hidráulicas expostas e em avançado estado de corrosão
- 3. Impermeabilizações executadas nas lajes do piso do pavimento térreo
- 4. Manchas generalizadas decorrentes de infiltrações
- 5. Instalações prediais elétrica e hidráulica em estado precário de utilização
- 6. Desaparelhamento do revestimento externo em vários dos fachadas
- 7. Desaparelhamento do piso do pavimento térreo

Que a Sersan foi intimada a fazer o monitoramento de 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 (30 dias)
- revisão e recuperação do revestimento e do pavimento danificado; o serviço deverá ser executado com agendamentos para proteção aos moradores (60 dias)
- recuperação das instalações elétrica e hidráulica (60 dias)

FERNANDA DA ESCÓSSIA
de Sucursal do Rio

Um laudo técnico divulgado ontem pela Secretária Municipal de Urbanismo do Rio aponta problemas na estrutura do Palace 1 — como trincas nos pilares — e intima a construtora Sersan a consertar 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 desaparecimento dos revestimentos da fachada e 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 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.”

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.

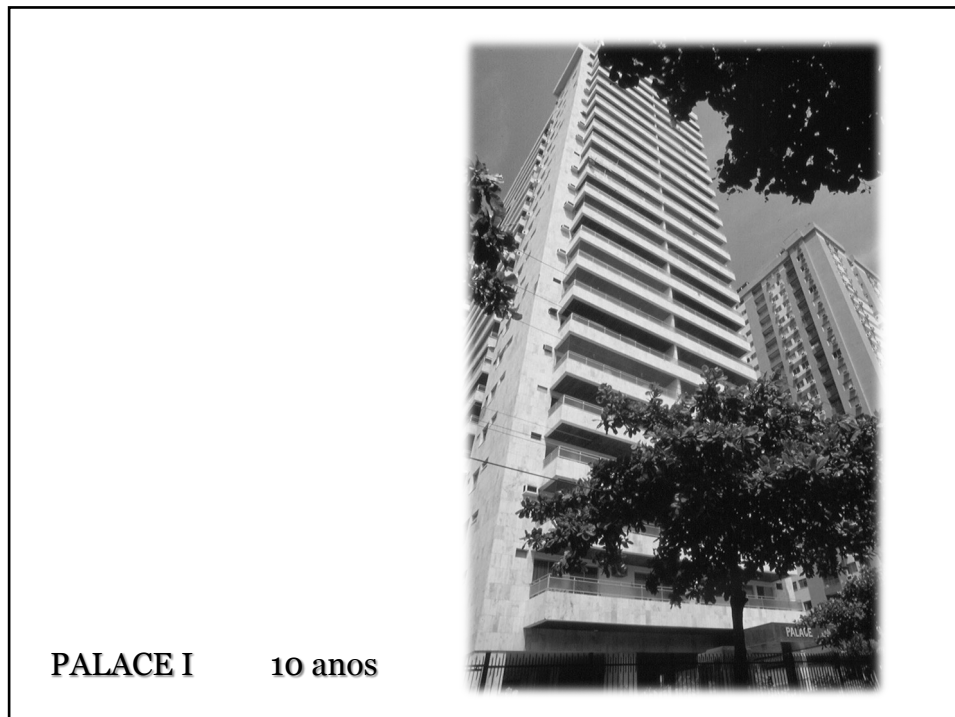
A construtora Sersan, deverá também apresentar um relatório com análise de materiais e reforço as instalações hidráulicas e elétricas. A intimação foi enviada ao escritório da construtora.

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 assessoria do prefeito Luiz Paulo Coade (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 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.

166



167

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 ° camada prevista, conforme foto anexa.

Att.,
Thainan

168

¿Qual é o papel do Engenheiro?

169

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

170

tercerizar um
serviço ≠
tercerizar
responsabilidade

171

**outro caso
desastroso!**

172

| 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 % |

173

| 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.

174



175

Edifício Real Class

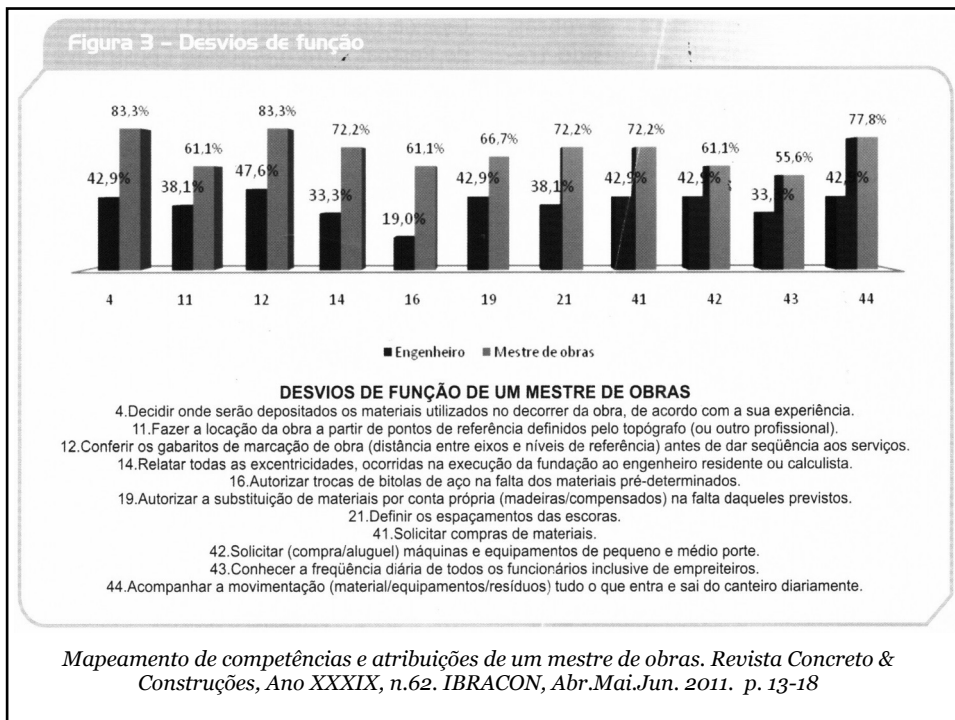


Belém do Pará
34 andares
105m 20.01.2011 35 MPa

176

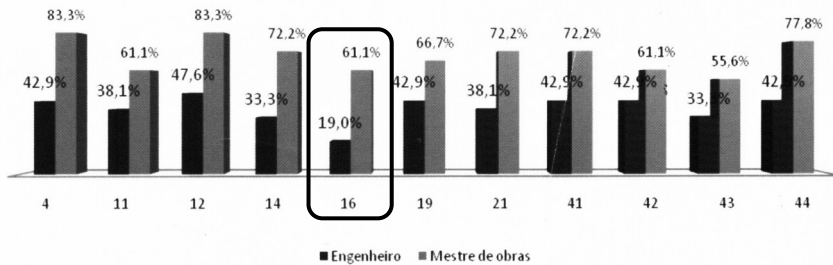


177



178

Figura 3 - Desvios de função



DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

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

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

179

Edifício Habitacional

Concretagem de pilares *obra nova*

180



181



182



183



184



185

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 worker is using a tool to apply material to the column. In the background, other concrete columns and a metal scaffolding structure are visible, indicating an interior space under construction.

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

186

Reparo Estrutural !?



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

187

CONSTRUTOR

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

188

Edifício Areia Branca

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

189



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

190



191



Escombros - manhã seguinte do desabamento

192



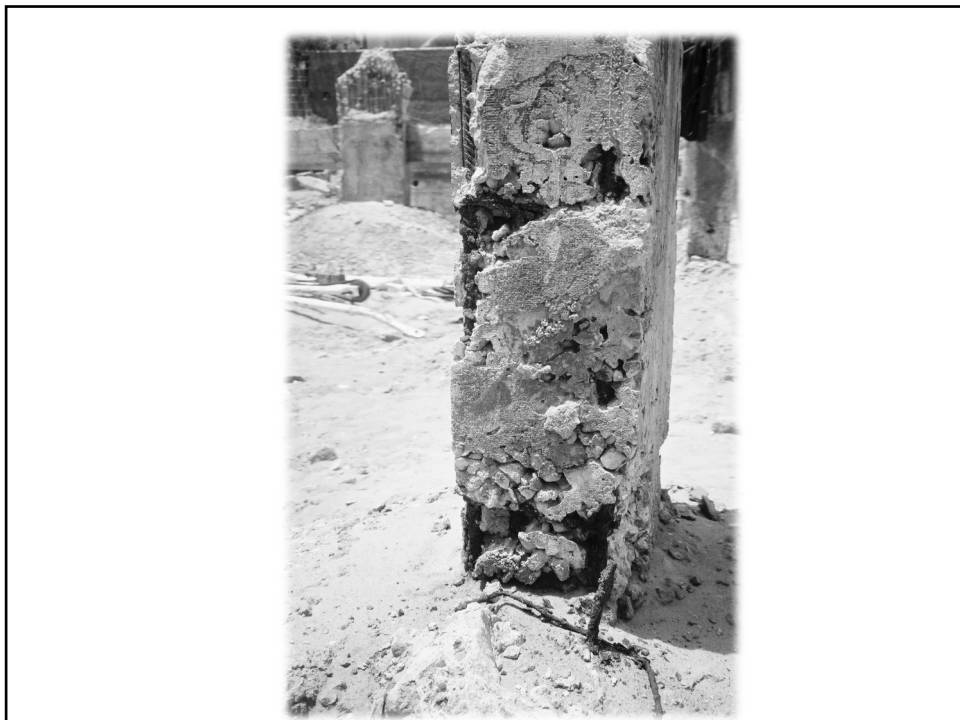
193



194



195



196



Conexión pilar - zapata con reducción de la sección transversal del pilar

197



198



199

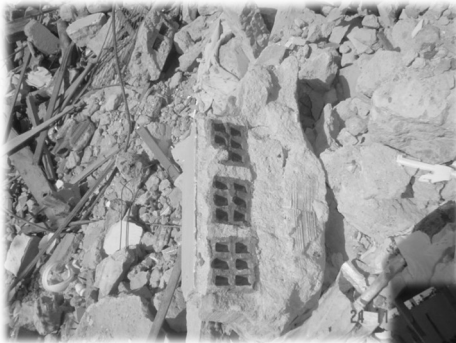


200



Conexión pilar - zapata con reducción de la sección transversal del pilar

201



> 20 cm!!!



202

ENGENHEIRO

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

203

ENGENHEIRO

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

204

Qual a **MISSÃO** do **Construtor?**

205

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

206

Comprometimento!

Do your best!

207



208