



APRENDENDO COM ACIDENTES E FALHAS OCORRIDAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO



Eng. Douglas Couto
Engenheiro Civil PhD Engenharia

23/10/2015
Piracicaba - SP

1

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

2

“Duro” Aprendizado!

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

3

“Duro” Aprendizado!

vitórias/soluções/desafios

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

4

**Robert Stephenson discurso de posse presidência
Instituto dos Engenheiros Civis da Grã-Bretanha. 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 e experientes 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.*

*Com esse objetivo nobre é que proponho a catalogação,
discussão e divulgação desses problemas através desta
reconhecida Instituição...”*

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

5

Ed. Luiz de Queiroz

Piracicaba / SP

Acidente: 06/11/1964

13:35h

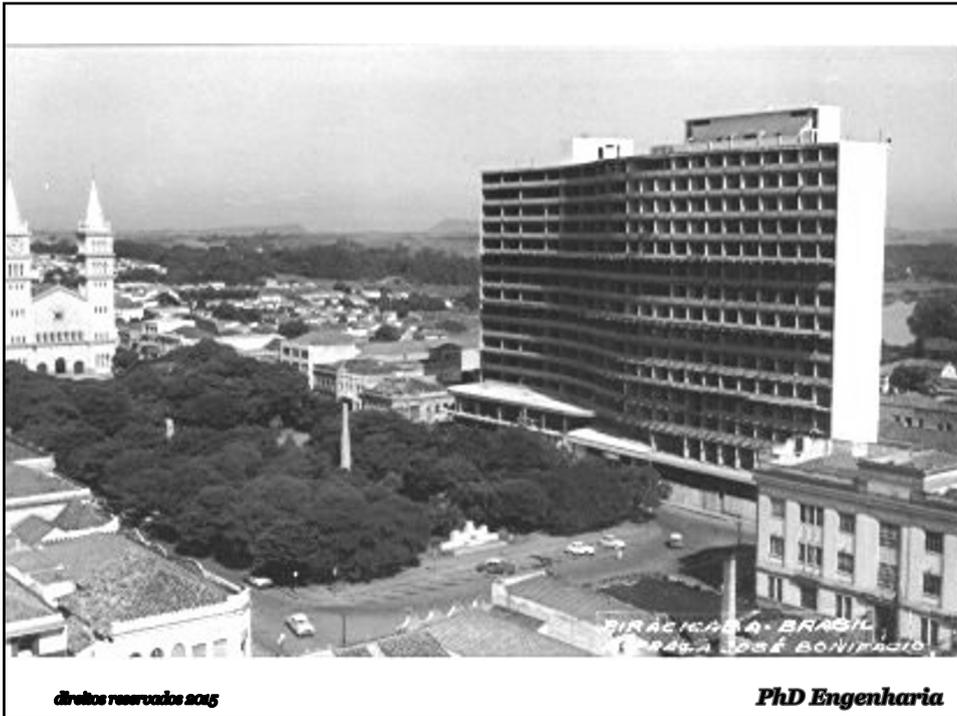
**Construção: final da década
de 1950**

15 andares

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

6



7



8

JORNAL DE PIRACICABA

Gerente — EUGENIO L. LOSSO
 Diretor — LOBNO NETTO
 Redator-Secretario — S. A. FERREZ FILHO
 ANO LXV
 ASSINATURAS (Adiantadamente)
 Semestre — Cr\$ 1.800,00
 Trimestre — Cr\$ 900,00
 Mensal — Cr\$ 300,00
 Venda avulsa, Cr\$ 20,00, aos domingos, Cr\$ 20,00
 PIRACICABA — Sábado, 7 de Novembro de 1964
 REDAÇÃO E OFICINAS
 Rua Moraes Barros 82
 Fone: Redação, 3061 — Direção, 3000
 N.º 20.479

Impressionante catastrophe abalou a cidade

RUÍM METADE DO EDIFÍCIO "LUIZ DE QUEIROZ", DESTRUINDO TOTALMENTE O CINE PLAZA — SOCORROS AOS FERIDOS E SOLIDARIEDADE EM FACE DA PAVOROSA TRAGÉDIA. 14 MORTOS, CERCA DE 20 DESAPARECIDOS E NUMEROSOS FERIDOS. O TRÁGICO BALANÇO DO DESASTRE. CONTINUAM OS TRABALHOS DE DESENTULHO, SEGUIDOS ANSIOSAMENTE POR MEMBROS DAS FAMÍLIAS DOS DESAPARECIDOS

Piracicaba foi abalada ontem por uma das maiores tragédias da que há memória em essa terra: ruína e morte do Edifício "Luiz de Queiroz", de 15 andares, que era o orgulho dos piracicabanos, pela imponência de sua arquitetura, e pela grandiosidade da construção, que era o maior em área construída do interior do Estado, com uma área de 22.000 metros quadrados de construção, em plena Praça José Bonifácio.



O gigante mutilado — Aspecto impressionante do Edifício "Luiz de Queiroz", parcialmente destruído. (Foto: Lacombe)

Intenção do edifício, de calcular foram realizadas por escritório no Estado, também na capital paulista, Moura Abreu, calculistas de grandes estruturas, de São Paulo. A construção foi confiada a duas firmas de cidade: Holand Limitada e Gory, Limitada, que trabalharam sob a orientação dos especialistas paulistas.

O Edifício "Luiz de Queiroz", como dissemos, tem 22.000 metros quadrados de construção, sendo dividido em duas partes distintas, uma que vai da rua São José até a metade mais ou menos do terreno, e outra que vai da metade para cima, e que ficou unido por uma junta de dilatação, e que também há separamentos, já em fase de acabamento, e é mais o edifício, havia uma varagem com capacidade para mais de 30 automóveis. Para se avaliar o tamanho do prédio, basta dizer que, somente a área da fachada do Edifício "Luiz de Queiroz" era maior do que o "Lido" de São Paulo, conhecido como o "Lido" de São José e da Rua da Boa Vista.

COMO SE DEU O DESASTRE
 Seriam 13,35 horas, em meio a silêncio, sem dar o menor sinal, sem ter se observado trincas ou rachaduras, abruptamente, toda a ala que dá para a rua Prudente de Moraes, do prédio da Comurba, veio abaixo com grande estrondo, levantando-se uma nuvem de calça que obscureceu por completo toda a Praça José Bonifácio.

vam, calculados em trinta o movimento de pedestres e de automóveis naquele momento era grande, como costumava ser nas primeiras horas da tarde, o que fez prever que o número de vítimas vá além de três dezenas.

CORDÃO DE ISOLAMENTO
 Com a chegada da notícia e do corpo de bombeiros, logo foi estabelecido o cordão de isolamento para evitar novos desastres desde que o povo o fluiu para a Praça José Bonifácio de todas as partes da cidade. No pavimento central o tráfego se tornou impossível, sendo impossível o estacionamento de carros. Era vivida a angústia de todos, que procuravam notícias, solidarizando-se com a pesar de muitos lares piracicabanos.

As indústrias locais, ocupando as potências paulistas, se movimentaram para prestar socorros. Passaram milhares de toneladas de materiais, em meio dos materiais, em São Paulo unidades de carros de bombeiros enviados para Piracicaba, através à Comurba, para os trabalhos durante toda a noite na remoção dos escombros e busca das pessoas soterradas.

SALVA EM EMOCIONANTE LANC
 Na ocasião do desabamento, se encontravam na "bombeiros" o sr. Vladimir Maretti, funcionário do cinema, e a sr. Clotilde Cavali, que ali trabalhava. Mas de uma hora depois do desastre, quando o proprietário de um Sines, que se achava no primeiro andar...

Av lado da casa, dentro do automóvel e aguardando as outras senhoras, escorruvava-se a sr. prof. Maria de Lourdes Pereira, professora do Instituto de Educação...



A que tipo cenário o magnífico Cine Plaza, um mundo de calça e ferro, mergulhou. Segue sendo procurado ajudar a busca do local em busca de possíveis vítimas. (Foto: Clever)

Claro, numa comovedora prova de solidariedade para ajudar duas senhoras, escorruvava-se a sr. prof. Maria de Lourdes Pereira, professora do Instituto de Educação...

FERIDOS SOCORRIDOS NA SANTA CASA
 Afirma-se que aproximadamente pequenas escorruvadas, foram socorridos na Santa Casa: Sebastião Antonio Queiroz, rum...

medicos socorridos, dr. Zé Maria Roberto, Augusto Matta, Luiz Angelo, Dirceu Perillo, Clotilde, Alvarado, José Takara José Marinho, do Santa Casa desta cidade, e do Hospital Santa Filomena, Tombador de Lins, Rio de...

COMO SE DEU O DESASTRE

Seriam 13,35 horas, em meio a silêncio, sem dar o menor sinal, sem ter se observado trincas ou rachaduras, abruptamente, toda a ala que dá para a rua Prudente de Moraes, do prédio da Comurba, veio abaixo com grande estrondo, levantando-se uma nuvem de calça que obscureceu por completo toda a Praça José Bonifácio.

Estarrecidas, ce tenas de pessoas que se achavam naquela parte do centro da cidade, voltaram suas vistas para o Edifício "Luiz de Queiroz", que toma todo quartelão entre as ruas São José e Prudente de Moraes, percebendo, desde logo o alcance

direitos reservados 2015

PhD Engenharia



11

JORNAL DE PIRACICABA

quinta-feira, 22 de outubro de 2015

Leia o JP Digital
CLIQUE AQUI

CAMPINAS
Rua Luiz Otávio, 1113.
(19) 3796 1010

PIRACICABA
Av. Cláudio P. Padovani, 330.
(19) 3403 9944

INDAIATUBA
Rua Antonio Farinello, 28.
(19) 3834 9500

**CLIQUE E A
JÁ SUA RE**

* Referência a mão de obra dos serviços prestados.

HOME
OPINIÃO
CIDADE
ESPORTES
CULTURA
REGIÃO
CHARGES
AGENDA DE EVENTOS
JORNALZINHO

Últimas notícias

Depois de cinquenta anos da tragédia, Comurba ainda é mistério em Piracicaba

Gabriela Garcia
quinta-feira, 9 de novembro de 2014 0h5

A+ | A-

ENVIAR
IMPRIMIR
Twitter
Facebook

“Eles não conseguiram fechar uma causa, mas foram levantadas duas hipóteses: ou foi erro de cálculo no projeto ou foi um erro de execução (da obra)”, afirmou Chaddad.



As 13h35 de 9 de novembro de 1964, parte da construção do edifício Luiz de Queiroz, o Comurba, desabou e matou 54 pessoas além de deixar dezenas de feridos.

As causas do acidente, porém, ainda estão envolvidas em muitas dúvidas e mistérios. Ainda é difícil encontrar pessoas que se dispõem a falar sobre o caso e sobre possíveis causas da tragédia.

Segundo o vice-prefeito João Chaddad, que é arquiteto e participou diretamente da retirada dos escombros, técnicos do Brasil e também do exterior analisaram o projeto, porém, ninguém chegou a uma conclusão.

“Eles não conseguiram fechar uma causa, mas foram levantadas duas hipóteses: ou foi erro de cálculo no projeto ou foi um erro de execução (da obra)”, afirmou Chaddad.

Chaddad relatou que, após o acidente, muitas histórias começaram a ser ditas pela população, mas sem comprovações técnicas.

“Foi falado de tudo, que no Cine Plaza várias janelas trincaram e era um aviso de que o prédio já estava colado”, afirmou Chaddad.

PhD Engenharia

12

JORNAL DE PIRACICABA
 quinta-feira, 22 de novembro de 2014
 Linha 0 JP Digital
 CUIDE BEM DO SEU MT!
 TODOS OS SERVIÇOS EM ATÉ 6X COM.

HOME OPINIÃO CIDADES E REPORTERES CULTURA SAÚDE OPINIONÁRIOS AGENCIA DE EVENTOS JORNALISMO

Últimas notícias

Depois de cinquenta anos da tragédia, Comurba ainda é mistério em Piracicaba

Roberto Ribeiro
 quinta-feira, 22 de novembro de 2014 09:00

Outra "causa" apontada pela população à época era de que três andares a mais teriam sido incorporados irregularmente no projeto, tese rechaçada por Chaddad.

"O projeto original do prédio tinha 12 andares e depois foi modificado, aumentando para 15. Este aumento foi autorizado e estava tudo dentro do padrão. Os cálculos foram feitos pelo escritório técnico Moura Abreu, de São Paulo. Não foi nada feito na marra", afirmou.

Elas não conseguiram fechar uma causa, mas foram levantadas duas hipóteses ou fo erro de cálculo no projeto ou fo um erro de execução (da obra)", afirmou Chaddad.
 Chaddad relatou que, após o acidente, muitas histórias começaram a ser ditas pela população, mas sem comprovações técnicas.

"fo muito de tudo que no Cine Plaza várias janelas trincaram e era um aviso de que o prédio já estava caindo, que a queda ocorreria por causa que a caixa d'água estava cheia naquele dia e isso provocou peso na estrutura, entre outras coisas."

Outra "causa" apontada pela população à época era de que três andares a mais teriam sido incorporados irregularmente no projeto, tese rechaçada por Chaddad.

"O projeto original do prédio tinha 12 andares e depois foi modificado, aumentando para 15. Este aumento foi autorizado e estava tudo dentro do padrão. Os cálculos foram feitos pelo escritório técnico Moura Abreu, de São Paulo. Não foi nada feito na marra", afirmou.

A construção do prédio era uma novidade em matéria de usadia. Pode ser que, na época, não tínhamos a mão de obra qualificada para a execução de um projeto tão original?

CONSTRUÇÃO — A construção do edifício Luitza Queiroz teve início no fim da década de 1950, quando foi constituída uma incorporação com cerca de 100 ações chamadas de Comurba (Companhia de Melhoramentos Urbanos) — esse fo o nome adotado pela população para se referir ao prédio.

A construção era o símbolo máximo do progresso em Piracicaba.

"Havia a ideia de que para ser uma cidade progressista era necessário ter muitos prédios", afirmou o jornalista e historiador Cecílio Elias Neto.

O prédio contava com 22 mil metros quadrados de construção na praça José Bonifácio, sendo dividido em dois corpos distintos: um constituído por salas de escritório e o outro, que desabou, contava com 54 apartamentos já em fase de acabamento.

"Muita coisa fo falada após o desabamento, houve todo tipo de comentário. Não posso afirmar quem foram os responsáveis e era muito difícil responsabilizar todos uma única pessoa", disse Elias Neto.

PhD Engenharia

13

Edifício Palace II

Rio de Janeiro/RJ

Acidente: 22/02/1998

madrugada de domingo

Construção: 1990 → 1996

22 andares + térreo

PhD Engenharia

14



**Edifício
Palace II**

**Rio de
Janeiro**

1998
domingo carnaval

25 andares

PhD Engenharia

direitos reservados 2015

15

JORNAL DO BRASIL ATENDIMENTO AO ASSINANTE 505-5000

FUNDADO EM 9 DE ABRIL DE 1891

© JORNAL DO BRASIL S.A. 1998 Rio de Janeiro • Segunda-feira • 21 de fevereiro de 1998 • Ano CVII • Nº 321 2ª Edição Preço para o Rio: R\$ 1,00

SONHOS NO CHÃO João Capuano



Prédio desaba na Barra e 8 desaparecem

■ Moradores já estavam na Justiça

Pelo menos oito pessoas, quatro de uma família – estão desaparecidas desde o desabamento, às 4h30 de ontem, de uma coluna de 22 andares e 44 apartamentos de um edifício de 176 apartamentos do Condomínio Palace, na Barra da Tijuca. Os moradores – que começaram a sair com pertences por volta de 1h, depois de um estrondo denunciaram a má qualidade da obra, mas reconheceram que foram para o Palace II sem o Habite-se da prefeitura. A Construtora Sereza, do deputado federal Sérgio Naya (PPB-MG), que já teve problemas com a fiscalização da prefeitura, estava sendo processada por moradores do condomínio. A busca a eventuais vítimas algumas pessoas estavam no prédio quando ele desabou – foi suspensa porque o restante da construção, que está sustentada pelos escombros, pode desabar a qualquer momento. (Páginas 12, 13 e 14)

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

PhD Engenharia

direitos reservados 2015

16



17



18



direitos reservados 2015

PALACE II

PhD Engenharia

19



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

20



21

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**

PhD Engenharia

22

uma hipótese...
dramática e penosa.

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

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

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

Depoimento do Eng. Waldir José de Mello, no CREA.RJ

direitos reservados 2015

Consultor da PMRJ

PhD Engenharia

23



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

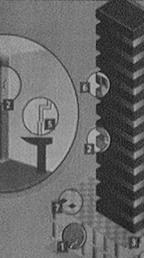
24

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

Laudo aponta problemas também no Palace 1

Os problemas encontrados no Palace 1

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



O que a Sersan foi intimada a fazer

- monitoramento de estacação com equipamentos
- apresentação do relatório de análise de materiais, especialmente sobre a capacidade do concreto e sua composição química
- apresentação do projeto de reforço estrutural com metodologia a ser aprovada pela Secretaria Municipal de Obras (prazo de 15 dias)
- execução do reforço estrutural (60 dias) e elaboração de parecer técnico conclusivo sobre as condições de segurança (15 dias)
- retirada e recomposição do revestimento e do pavimento das fachadas, o serviço deverá ser executado com aparafusos para proteção aos transeuntes (60 dias)
- recuperação das instalações elétrica e hidráulica (60 dias)

FERNANDA DA ESCÓSSIA da Secretaria do Rio

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

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

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

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

teriza uma situação de risco para a segurança de moradores.

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

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

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

A construtora Sersan, deverá também apresentar um relatório com análise de materiais e reforço as instalações hidráulicas e elétricas. A intimação foi afixada em 24 horas às determinações da prefeitura, e Sersan poderá ser multada em até R\$ 240.000. A multa é dobrada a cada dia de atraso.

A assessoria do prefeito Luís Paulo Conde (PFL) informou que, caso a Sersan não obedecer às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrá-la 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.

direitos reservados 2015

PhD Engenharia



PALACE I 10anos

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

27

Edifício Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

**Acidente: 25/01/2012,
quarta-feira às 20:30h.**

Construção: 1938 → 1940

Idade: 72 anos

18 andares + loja + sobreloja

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

28



29



30



-17 mortos no acidente;

Edifício desmoronou no Rio de Janeiro/RJ

PhD Engenharia

31

Reação em cadeia

A queda dos 3 prédios no Centro do Rio

Edifício Liberdade*	Edifício 13 de maio, nº 40	Edifício Colombo
Andares: 20	Andares: 4	Andares: 10
Padrão: Comercial*	Padrão: Comercial	Padrão: Comercial
Construção: 1940	Construção: 1938	Construção: 1938
Estrutura: 18 pavimentos de salas comerciais + loja e sobreloja	Estrutura: 4 pavimentos de salas comerciais + loja e sobreloja	Estrutura: 10 pavimentos de salas comerciais + loja e sobreloja
Empresas: Várias, como no ramo turismo, de traduções e de RH	Empresas: Tinha uma loja de produtos naturais	Empresas: Agência bancária do Itaú no subsolo
Endereço: Avenida 13 de Maio, 44 <small>*Zelador morava no térreo</small>	Endereço: Avenida 13 de Maio, 40	Endereço: Avenida 13 de Maio, 38

O acidente

- **Horário**
Por volta das 20h30 de 25 de janeiro
- **Feridos**
Seis pessoas ficaram feridas
- **Resgate**
Na manhã do dia 26 foram encontrados os primeiros corpos

Foto: Globo 2015

PhD Engenharia

32



33



34

Hipóteses

1) Alteração de uso:

Carga atuante em edifícios residenciais:
150kg/m²
(média mundial em 1938)

Carga atuante em edifícios de oficinas:
350kg/m²
(média mundial em 2010)

2) Demolição de paredes portantes

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

35

Colapso

- 1) Parecer encomendado por empresa responsável por reformas: ruptura de pilar frontal do prédio.

Hipóteses

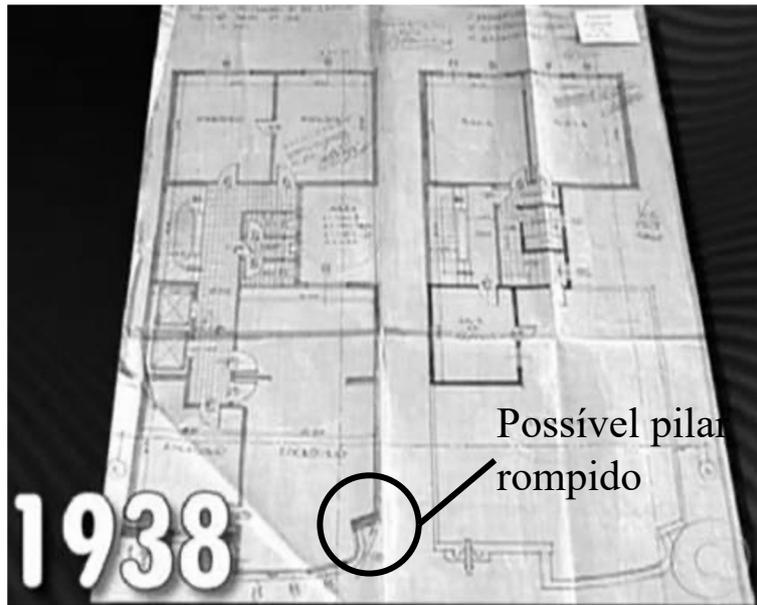
- 1) Alteração de uso: inicialmente projetado para ser residencial mas posteriormente usado como escritórios;
- 2) Alteração do projeto original, resultando sobrecargas não previstas;
- 2) Reforma no 3º e 9º andar: sobrecarga e danificação de elementos estruturais;

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

36

Colapso: ruptura de pilar frontal do prédio



37

2) Alteração do projeto original: sobrecarga nos pilares frontais



38

2) Alteração do projeto original

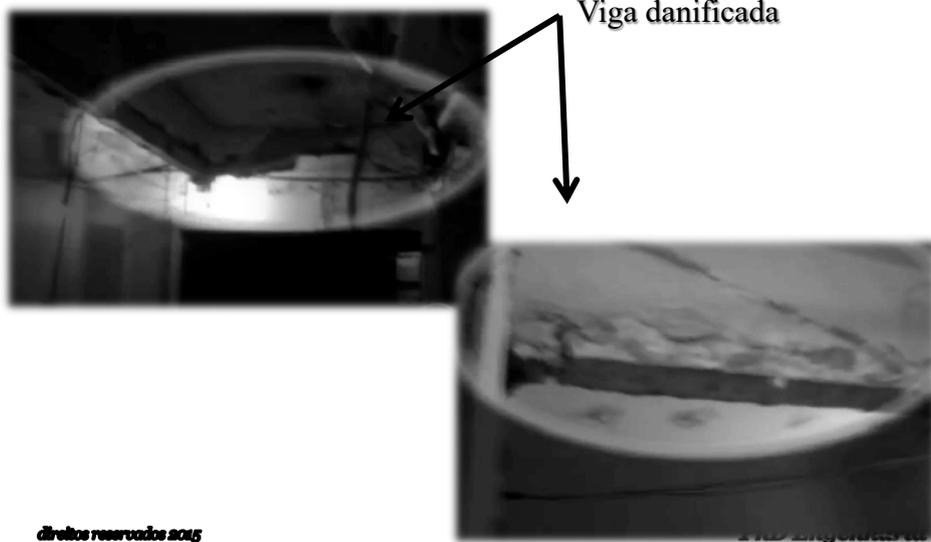


direitos reservados 2015

PhD Engenharia

39

3) Reforma no 3º e 9º andar: danificação de elementos estruturais



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

40

4) Reforma no 3° e 9° andar: sobrecarga nas lajes



direitos reservados 2015

41

Avisos da Estrutura

- 1) A filha do zelador disse que não gostava de dormir ali, nos últimos tempos, pois o prédio estalava muito à noite;
- 2) Comerciante local viu reboco da fachada deslocar dias antes: “...o revestimento da fachada caía frequentemente... pedaços na calçada...”;
- 3) Pedreiro que trabalhava na obra do 9° andar constatou que caía argamassa através do poço de elevador.

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

42

Avisos da Estrutura

- 1) Usuário do edifício contou que encontrou restos de argamassa na entrada do elevador e que isso era recente
- 2) Zelador e Síndico estavam desconformes com a extensão das reformas...
- 3) Engenheiro disse que eram reformas sem importância e nem precisava de engenheiro no local...

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

43

ÚLTIMAS NOTÍCIAS 08:51 - 11h37: opera em queda e vale R\$ 1,83 na venda

MAIS EM RIO Guardas municipais vão virar zeladores do Rio CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar Trem e Metrô apresentam problemas

Operários revelaram à polícia que serraram colunas do Edifício Liberdade

Recomendar 272 recomendações. Cadastre-se para ver o que seus amigos recomendam.

Prédio foi um dos três que desabaram no dia 25 de janeiro na Cinelândia, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas

GUSTAVO SOUZA
RODRIGO ANTONIO
WESLEY BRUNO

Publicado 20/01/12 - 23h42
Atualizado 30/01/12 - 09h04
Like 272
Tweet 38
3
19
22



Avenida Três de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (DOMINGOS PEREIRA / AGENCIA O GLOBO)

RIO - Depoimentos dados à polícia por operários que trabalharam na reforma do nono andar do Edifício Liberdade, na Cinelândia, mostram que foram derrubados pelo menos um pilar e paredes de concreto armado. O Liberdade foi um dos três prédios que desabaram no dia 25 de janeiro, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidas.

Segundo o depoimento do operário Wanderley Muniz da Silva — a que O GLOBO teve acesso —, “todas as paredes foram derrubadas, à exceção das da sala dos arquivos da T.O. e de parte da parede que dividia as salas do lado esquerdo do banheiro”. Wanderley diz que o andar “virou

PUBLICIDADE

para diferentes perfis, um tipo de assinatura.

ÚLTIMAS NOTÍCIAS DE RIO

Trem e Metrô apresentam problemas nesta manhã

Guardas municipais vão virar zeladores do Rio

CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde

Após bate-boca, deputadas agora decidem se calar

Polícia apura vazamento de relatório sobre Rocinha

Siga @O Globo Rio

O Globo on Facebook
Like 293,415

PhD Engenharia

44

Reflexão

A legislação brasileira permite que se façam reformas internas sem a contratação de um Engenheiro, desde que não afete estruturas.

Um leigo não consegue identificar as diferenças entre alvenaria estrutural e estrutura reticulada.

Além disso os edifícios estão envelhecendo...

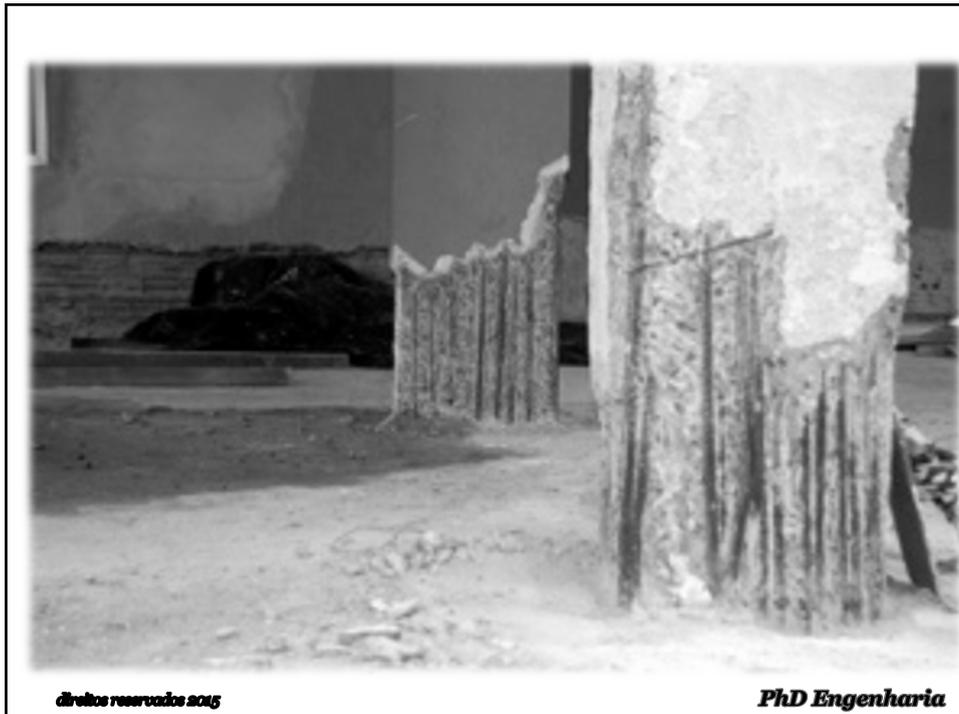
Não há Justiça sem um Advogado e ...

...Não há segurança sem um Engenheiro!

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

45



46



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

47

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

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, de 27. 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 interditou 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.

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.

Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio

PhD Engenharia

28 anos!

48

Marquise do hotel Canadá - RJ

Rio de Janeiro/RJ
26 de fevereiro de 2007

tarde de segunda-feira

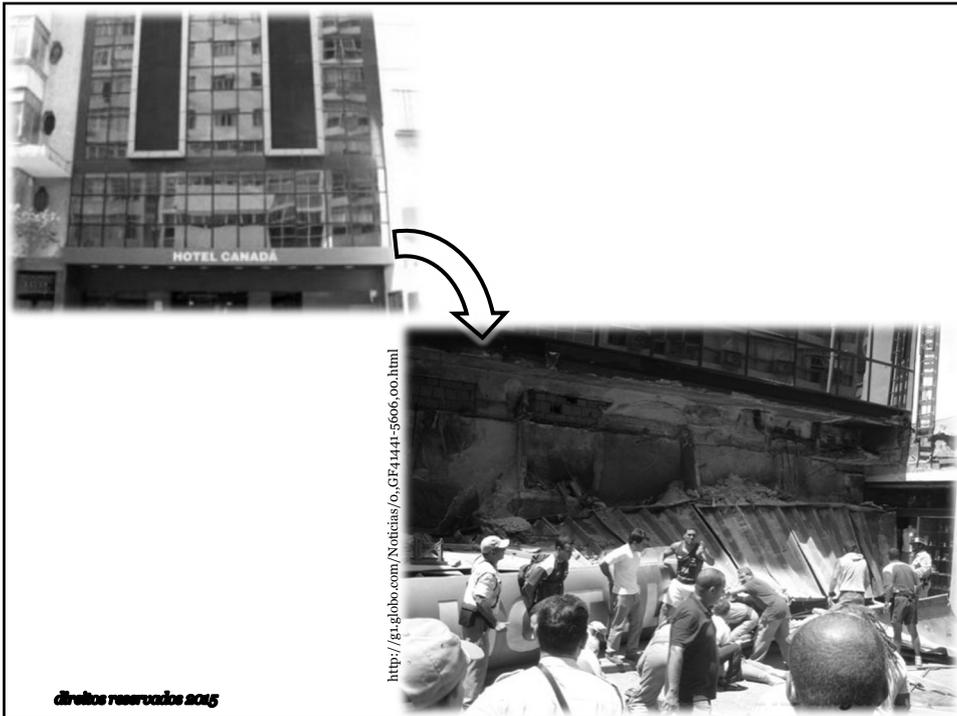
direitos reservados 2015

PhD Engenharia

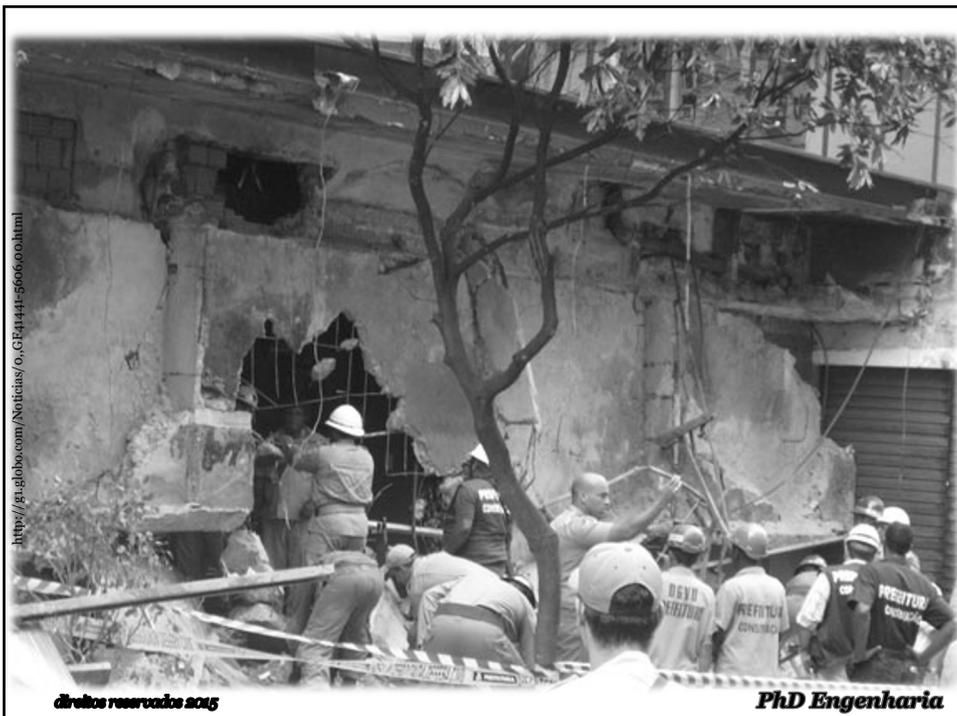
49

The screenshot shows a news article on the website globo.com. The page layout includes a top navigation bar with categories like 'noticias', 'esportes', 'entretenimento', and 'videos'. A search bar is present with the text 'no g1'. The main content area features a large 'G1' logo and the headline 'QUEDA DE MARQUISE DE HOTEL DEIXA 2 MORTOS E 8 FERIDOS EM COPACABANA'. The article text describes an accident on the balcony of the Marquise hotel in Copacabana, where two people died and eight were injured. It mentions that the building was under renovation and that the balcony was used as a storage area for materials. The article is dated '26/02/2007 - 20h31m' and was updated at '26/02/2007 - 20h35m'. On the left side, there is a sidebar with navigation links for 'tv globo', 'globo news', 'outras mídias', and 'classificados'. At the bottom, there is a footer with 'direitos reservados' and 'todos os sites da globo.com' on the left, and the 'ingenharia' logo on the right.

50



51



52

O que acontece quando um avião colide com uma parede de concreto??



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

53

Pedreiro Suicida



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

54

Edifício Comercial

2009 fissuras em lajes *obra nova*

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

55



56



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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

57



58



59

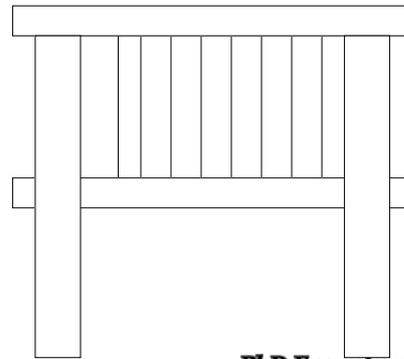


60

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

dimensionada para 150kg/m²

1 ano de idade



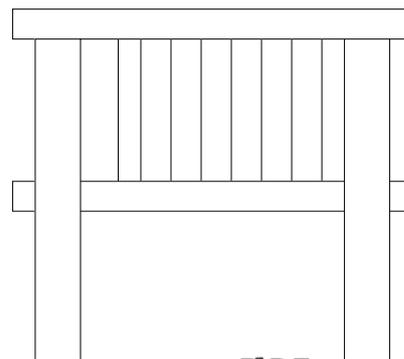
direitos reservados 2015

PhD Engenharia

61

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

1 ano de idade



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

62



63



64



65

**“Engarrafamento”
de armaduras**

**O famoso gogó da
Ema...**

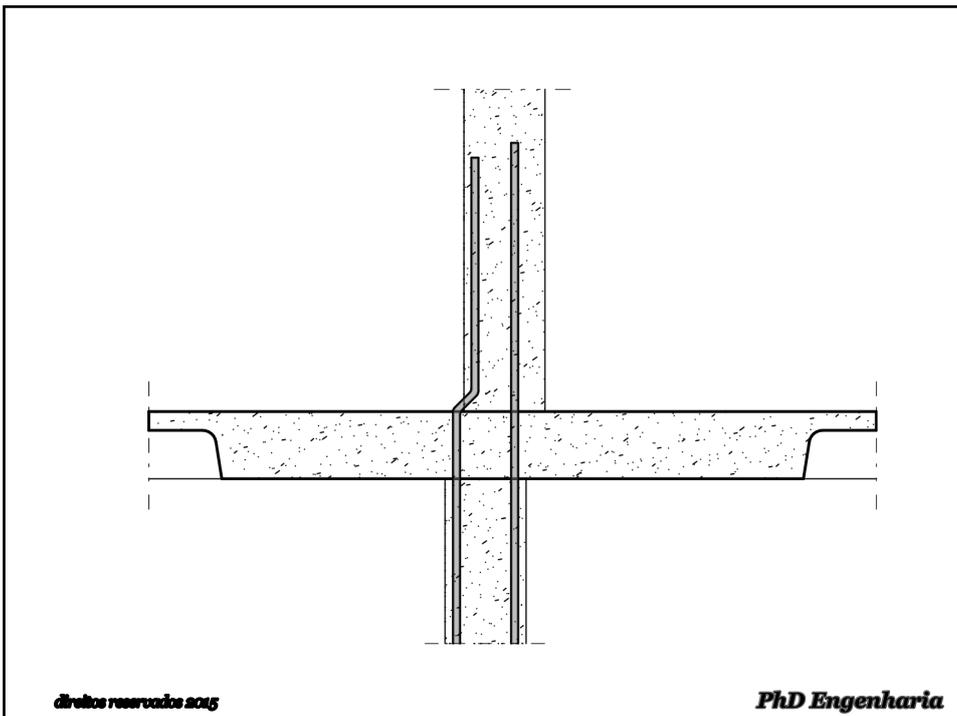
direitos reservados 2015

PhD Engenharia

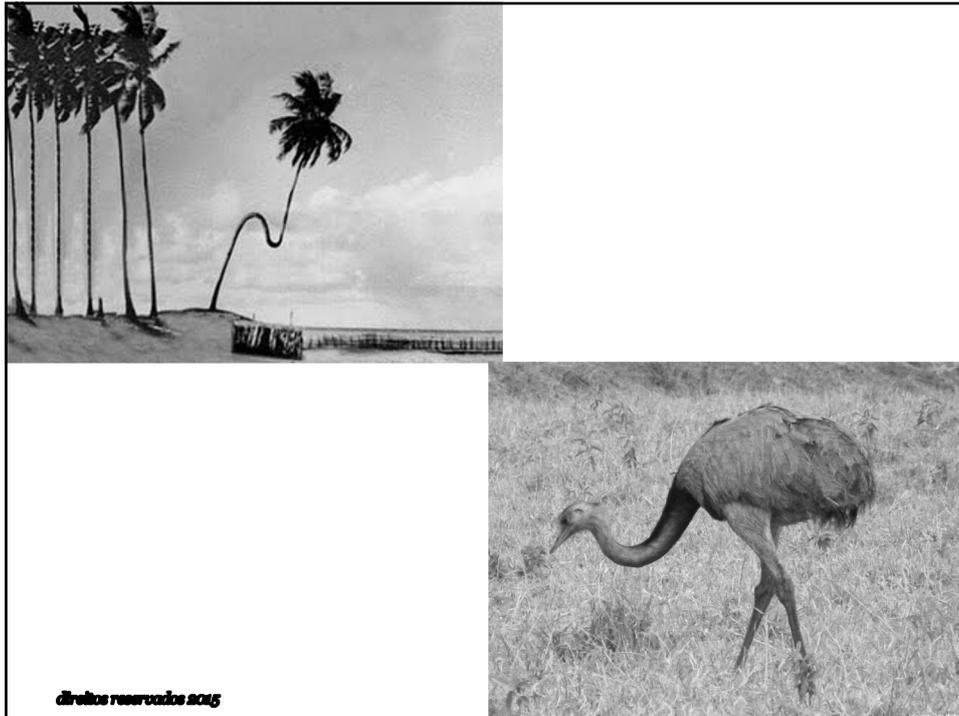
66



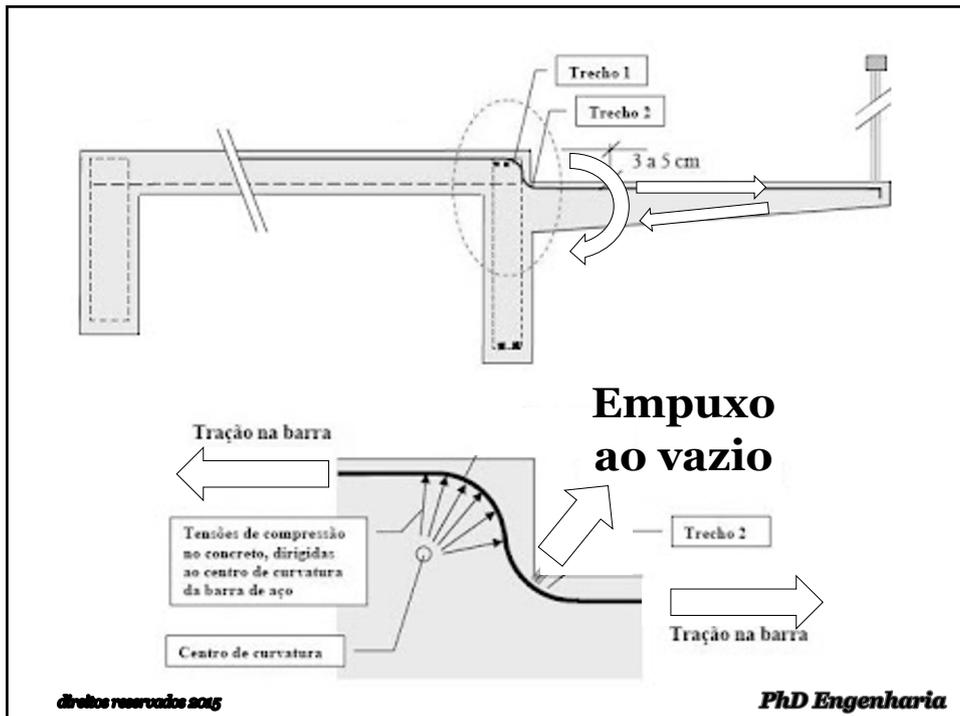
67



68



69



70



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

71

Novo Anel Viário de Piracicaba

Piracicaba/SP

**Acidente: 01/07/2013,
manhã de segunda-feira.**

Investimento de R\$ 79 milhões

Previsão de entrega antes do acidente: dezembro de 2013.

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

72

G1 PIRACICABA E REGIÃO  

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

07/2013 09h10 - Atualizado em 01/07/2013 13h17

Acidente em obra do anel viário de Piracicaba deixa funcionários feridos

cinco homens estão machucados e 5 desaparecidos no rio, diz trabalhador. Equipes do Samu e do Corpo de Bombeiros estão em busca das vítimas.

G1 Piracicaba e Região 3 comentários 6 Tweetar 622 Recomendar



<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/07/acidente-em-obra-do-anel-viario-de-piracicaba-deixa-funcionarios-feridos.html>

Obra do anel viário de Piracicaba tem novo acidente de trabalho nesta segunda (Foto: Fernanda Zanetti/G1)

A queda de vigas e de um equipamento na obra do novo anel viário de Piracicaba (SP) deixou pelo menos cinco funcionários feridos e outros cinco desaparecidos no Rio Piracicaba na manhã desta segunda-feira (1), segundo informações do Corpo de Bombeiros e de trabalhadores do local. Várias equipes de resgate estão na área. Há profissionais mortos, diz a PM.

[...] Segundo apuração do G1 junto à Polícia Militar, os trabalhadores colocavam vigas sobre um pilar em forma de T que estava fixado no Rio Piracicaba. No momento de colocação da décima viga, todas elas e o pilar vieram abaixo.

PhD Engenharia

73



Foto: Fernanda Zanetti/G1

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/07/empresa-especialista-em-naufragios-remove-ponte-que-ruiu-em-piracicaba.html>

PhD Engenharia

74



Foto: Fernanda Zanetti/G1

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/07/ipt-fara-pericia-paralela-para-apurar-acidente-em-obra-viaria-de-piracicaba.html>

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

75

Desabamento de viga de concreto deixa pelo menos três mortos no interior de São Paulo

Acidente aconteceu na obra do anel viário que está sendo construído em Piracicaba. O Ministério do Trabalho e Emprego embargou a obra até que as falhas de segurança sejam resolvidas

Rodrigo Louzas
27/abril/2013

Tweet 0 Recomendar 0 8+1 0

A queda de vigas de uma ponte da obra do anel viário que está sendo construído em Piracicaba, interior de São Paulo, nesta segunda-feira (1) deixou pelo menos três mortos, segundo informações do Corpo de Bombeiros e de trabalhadores do local. Duas pessoas permanecem desaparecidas e cinco ficaram feridas. O Contorno de Piracicaba terá nove quilômetros de extensão, sete viadutos, uma ponte (local do acidente) sobre o Rio Piracicaba, uma galeria na estrada do Monte Alegre e dois grandes dispositivos de acesso e retorno. O tráfego estimado é de 12 mil veículos por dia.



Uma coluna de sustentação da obra, que fica na rodovia do Apicár (SP-308), km 147, junto à rodovia Laércio Corte, se rompeu, derrubando vigas da obra dentro do Rio Piracicaba, onde estavam os funcionários. De acordo com a Polícia Militar, os operários foram jogados na água e desapareceram.

O presidente do Sindicato da Construção Civil de Piracicaba e Região, Milton Costa, disse que o acidente foi causado por problemas de engenharia na obra. Ainda segundo Milton, já havia um inquérito aberto contra a empresa responsável, a construtora Tardelli, por um acidente no mesmo local em maio deste ano. Na ocasião, um cabo de sustentação se soltou e atingiu as pernas dos trabalhadores que ficaram pendurados a 15 metros de altura por cerca de duas horas, até o resgate do Corpo de Bombeiros.

<http://piniweb.pini.com.br/construcao/infra-estruturas/desabamento-de-viga-de-concreto-deixa-pelo-menos-tres-mortos-291978-1.aspx>

O presidente do Sindicato da Construção Civil de Piracicaba e Região, Milton Costa, disse que o acidente foi causado por **problemas de engenharia na obra**. Ainda segundo Milton, **já havia um inquérito aberto contra a empresa responsável**, a construtora Tardelli, por um acidente no mesmo local em maio deste ano. Na ocasião, um cabo de sustentação se soltou e atingiu as pernas dos trabalhadores que ficaram pendurados a 15 metros de altura por cerca de duas horas, até o resgate do Corpo de Bombeiros.

[...] Em nota, o Ministério Público do Trabalho informou que **já existia dois embargos** na obra do anel viário, um em setembro do ano passado e outro em abril deste ano, por irregularidades trabalhistas, relacionadas a **risco de soterramento e trabalho em altura**.

PhD Engenharia

76

G1 PIRACICABA E REGIÃO 

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

03/07/2013 07h49 - Atualizado em 03/07/2013 08h49

Empresa responsável por anel viário de Piracicaba já foi multada 40 vezes

‘Esse acidente não é uma fatalidade’, disse superintendente do MTE. Apuração ‘rigorosa’ será feita no local para identificar responsáveis.

Do G1 Piracicaba e Região 7 comentários  4  59



Acidente nas obras do novo anel viário de Piracicaba ocorreu na segunda-feira (Foto: Sinticom/Divulgação)

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/07/empresa-responsavel-por-obra-em-piracicaba-ja-foi-multada-40-vezes.html>

A Construtora Tardelli, empresa responsável pelas obras do novo anel viário de Piracicaba (SP), recebeu ao menos **40 autuações** referentes a irregularidades com relação a saúde e segurança dos trabalhadores. De acordo com o superintendente do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) no estado de São Paulo (SP), Luiz Antonio Medeiros, que passou essa informação em coletiva à imprensa na tarde desta terça-feira (2), as multas foram aplicadas entre setembro e o final de junho. Três operários morreram, cinco ficaram feridos e dois continuam desaparecidos no leito do Rio Piracicaba após o desabamento de parte da estrutura que sustenta uma ponte em construção no trecho. Bombeiros retomaram as buscas na manhã desta quarta-feira (3).

PhD Engenharia

77

G1 PIRACICABA E REGIÃO  

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

02/07/2013 19h12 - Atualizado em 02/07/2013 19h49

IPT fará perícia 'paralela' para apurar acidente em obra viária de Piracicaba

Concessionária contratou Instituto de Pesquisas Tecnológicas nesta terça. Queda de vigas em ponte do novo anel viário matou e feriu trabalhadores.

Do G1 Piracicaba e Região Comente agora  2  112



Acidente ocorreu nesta segunda-feira nas obras do novo anel viário de Piracicaba (Foto: Fernanda Zanetti/G1)

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/07/ipt-fara-pericia-paralela-para-apurar-acidente-em-obra-viaria-de-piracicaba.html>

Laudo de acidente em anel viário vai ficar pronto em 2014, segundo perito

Queda de estrutura de ponte matou cinco operários em julho, em Piracicaba. Análise de técnicos ainda depende de equipamento que 'seca' trecho do rio.

[...] Segundo o perito, o laudo só poderá ficar pronto após a análise da fundação da pilastra que sustentava a ponte. Desde o acidente, outros peritos e ele viram a necessidade da instalação de equipamento específico. De Gaspari disse ainda que não tem como terminar o laudo sem avaliar a coluna principal.

<http://m.g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/11/laudo-de-acidente-em-anel-viario-vai-ficar-pronto-em-2014-segundo-perito.html?id=2013/11/laudo-de-acidente-em-anel-viario-vai-ficar-pronto-em-2014-segundo-perito.html&selector=piracicaba-regiao&type=noticia§ion=sp&hash=2>

PhD Engenharia

78

http://correio.nac.com.br/_conteudo/2014/06/capae/nacional/189903-falha-em-pilar-causou-acidente-no-anel-viario-de-piracicaba.html


CORREIO POPULAR
 CAMPINAS, 23 DE JULHO DE 2014
 CORREIO.COM.BR

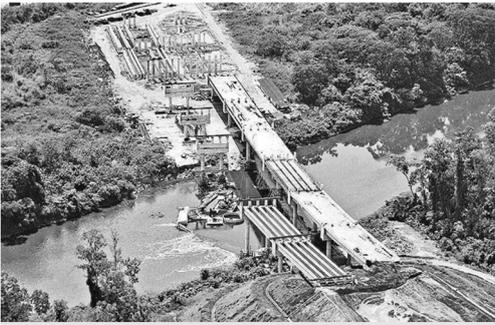
Capa | Esporte | Entretenimento | Tv Correio | Blogs | Colunistas | Especiais | Motor | Turismo
 Campinas e RMC | Nacional | Mundo | Projetos Correio | Região Metropolitana

Falha em pilar causou acidente no Anel Viário de Piracicaba
Laudo da Polícia Científica apontou falha na execução do pilar central de ponte que deixou 5 mortos

19/06/2014 - 09h54 | Adriana Ferezim
 adriana.ferezim@gazetadepiracicaba.com.br

Recomendar 3 | Tweet 0 | +1 0 | Texto: A+ a- | E-mail | Imprimir

Foto: Cristiano Diehl Neto



Desde o acidente, há cerca de um ano, a obra está interditada

O laudo preliminar da Polícia Técnico-Científica do Estado de São Paulo identificou que a causa do acidente que causou a morte de cinco trabalhadores durante a construção da ponte sobre o rio Piracicaba seria uma falha na execução do pilar central

PhD Engenharia

direitos reservados 2015

79

Shopping Rio Poty
 Teresina/PI
 11.06.2013

colapsou 40.000m²
 4 lajes protendidas
 3 pavimentos
 vãos 7,5m x 7,5m
 obra em construção

PhD Engenharia

direitos reservados 2015

80



81



82



83

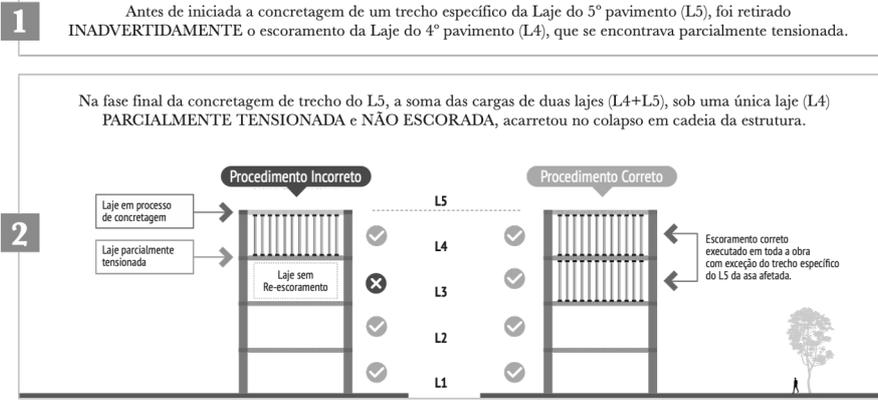


84

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:



85

O fundamental a destacar é que as estruturas são SEPARADAS em duas asas distintas. Ou seja, a estrutura remanescente sempre se manteve completamente independente daquela que foi afetada. Por conta disso, a estrutura remanescente PERMANECE INTACTA.

3

PRÓXIMOS PASSOS
O plano de retomada será executado em duas frentes simultâneas. Um grupo de colaboradores concluirá a estrutura intacta. O segundo grupo se encarregará da reconstrução da área afetada.

Mais uma vez faz-se questão de agradecer aos cidadãos piauienses por todas as manifestações de solidariedade e apoio. O Shopping Rio Poty é desde já um marco no desenvolvimento social, cultural e econômico da cidade de Teresina. Em novembro de 2014, ele estará pronto para receber a todos de braços abertos!

Rio Poty
Mais informações na nossa Fanpage: www.facebook.com/ShoppingRioPoty

engenharia

86

CREA-PI
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHEIROS E ARQUITETOS
DO ESTADO DO PIAUÍ

RELATÓRIO TÉCNICO SOBRE O DESABAMENTO DA OBRA DO SHOPPING RIO POTY



Teresina, Piauí
Setembro de 2013

Praça Demóstenes Avelino, 1767 / Centro • Teresina/PI • CEP: 64000-120
Fone: (86) 2107-9292 • Fax: (86) 2107-9253 Página 1/22

direito rose **iharia**

87



88



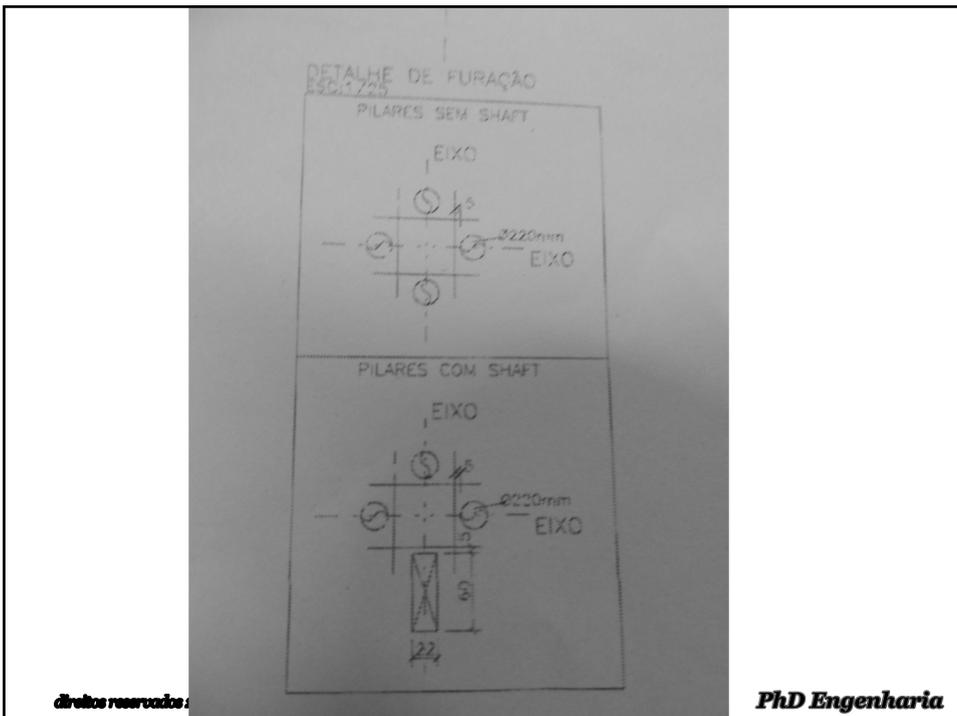
89



90



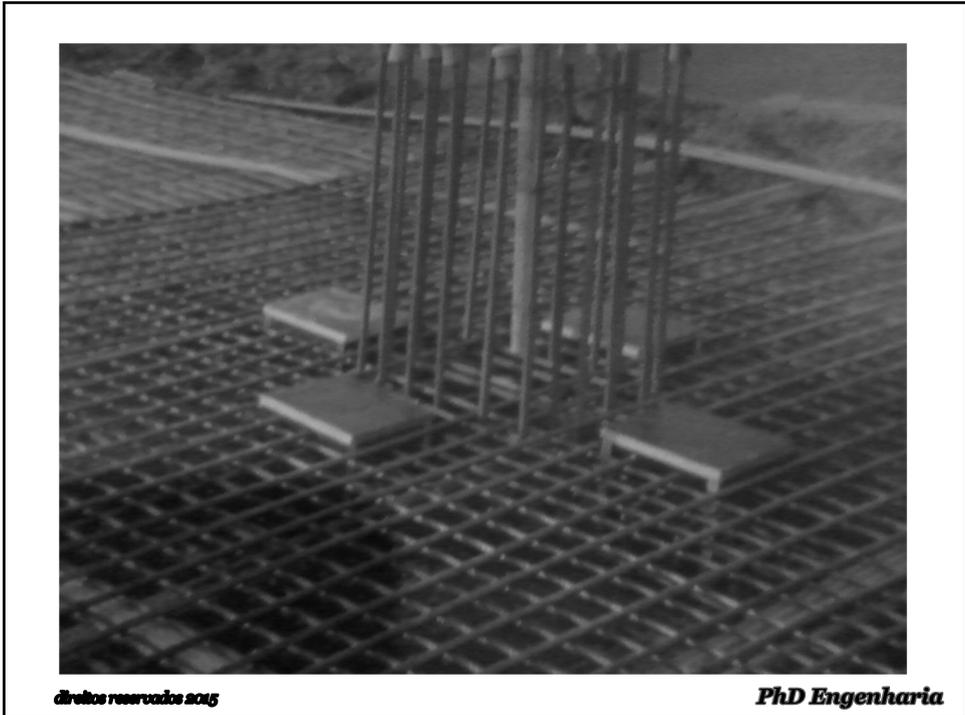
91



92



93



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

94



95

3.2.3.1 Punching outside the shear-reinforced zone

For large amounts of shear reinforcement concentrated in the immediate vicinity of the support region, punching may develop outside the shear-reinforced zone. This happens with development of a single crack localizing strains. The approach of the CSCT for members without shear reinforcement is thus applicable and Eq. (3.3) remains valid. It should be noted that the shear-resisting effective depth (d_v) depends on the geometry and anchorage conditions of the shear reinforcement, see Figure 3.10 and may significantly influence the shear strength.

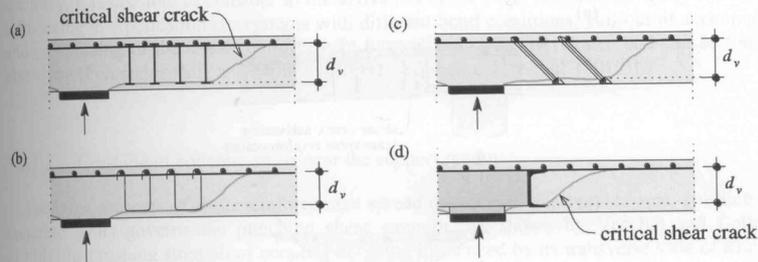


Fig. 3.10: Effective depth outside the shear-reinforced zone as a function of the punching shear reinforcing system: (a) studs; (b) stirrups; (c) bonded reinforcement with anchorage plates; and (d) shearheads

96



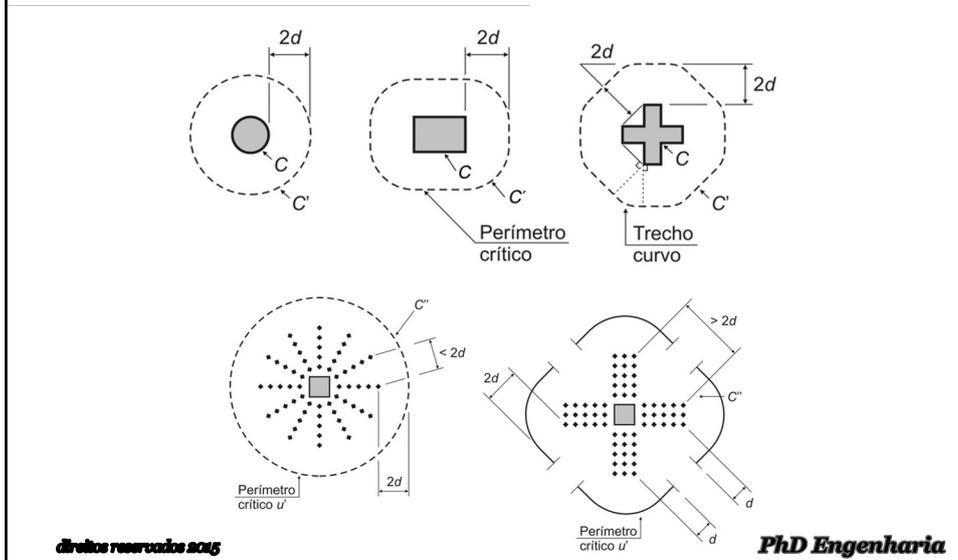
97



98

19.2 Dimensionamento e verificação de lajes - Estado limite último

19.5 Dimensionamento de lajes à punção



99

Demolição do trecho que não caiu



100

Casos em pré-fabricado

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

101

Expansão do Shopping Golden Square

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

Em construção

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

102

G1 São Paulo    

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

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

Parte de obra de shopping desaba e compromete casas no ABC

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

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



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

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

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

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

direitos reservados. **PhD Engenharia**

103



direitos reservados. **PhD Engenharia**

104



105



106



107



108

Expansão do Shopping Iguatemi

Campinas/SP

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

Em construção

Investimento de R\$ 330 milhões

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

109

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

Do UOL em Campinas 19/05/2014 22h49

[Email](#)

[+1](#)

[4](#)

[Tweeter](#)

[43](#)

[Recomendar](#)

[254](#)

[Imprimir](#)

[Comunicar erro](#)

[Comunicar erro](#)

[Comunicar erro](#)

[Comunicar erro](#)

[Comunicar erro](#)

Denny Cesare/Código19/Estado Conteúdo



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

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

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

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

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

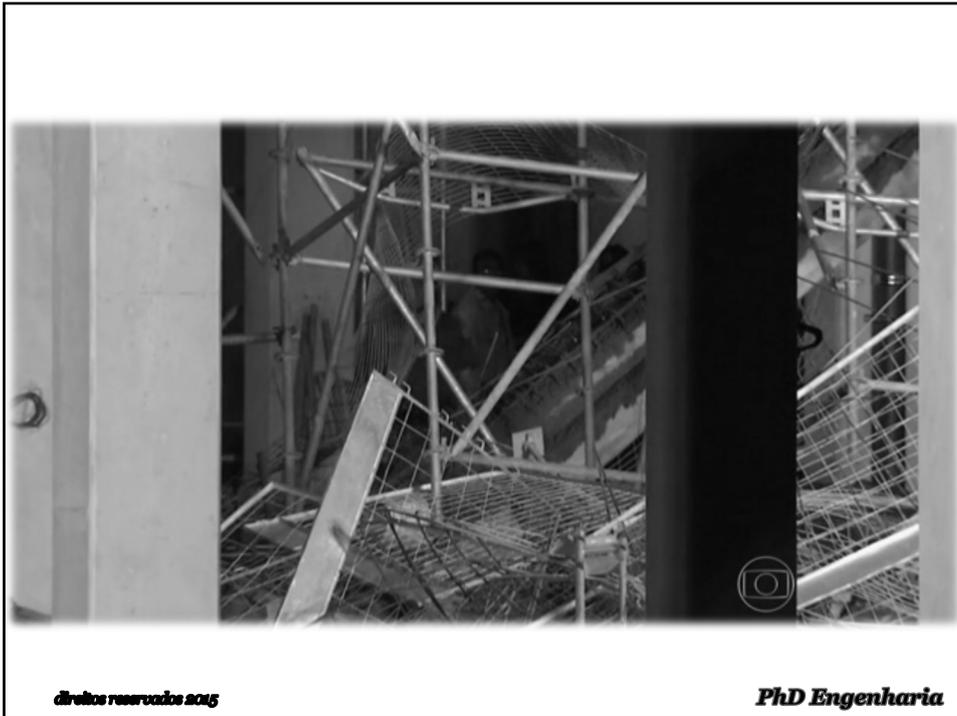
110



111



112



113



114



115

CONSTRUTOR

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

116

CONSTRUTOR

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

117

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**

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

118



119



120

- 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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

121

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...**

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

122



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

123

Irresponsabilidade ou Incompetência?

Caso 2:

Edifício habitacional

8º andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

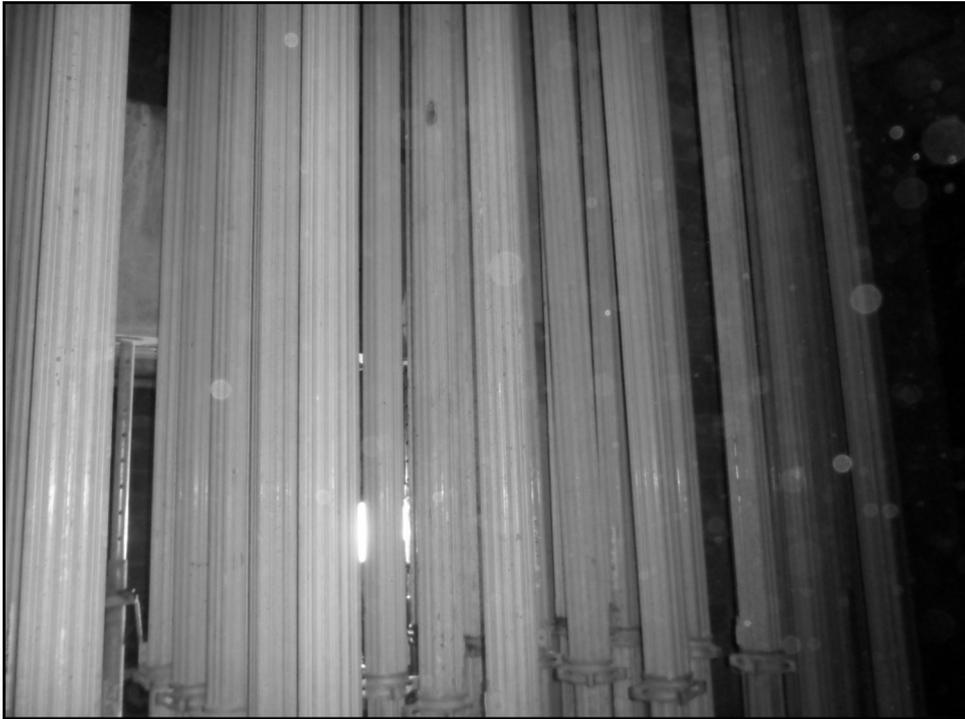
direitos reservados 2015

PhD Engenharia

124



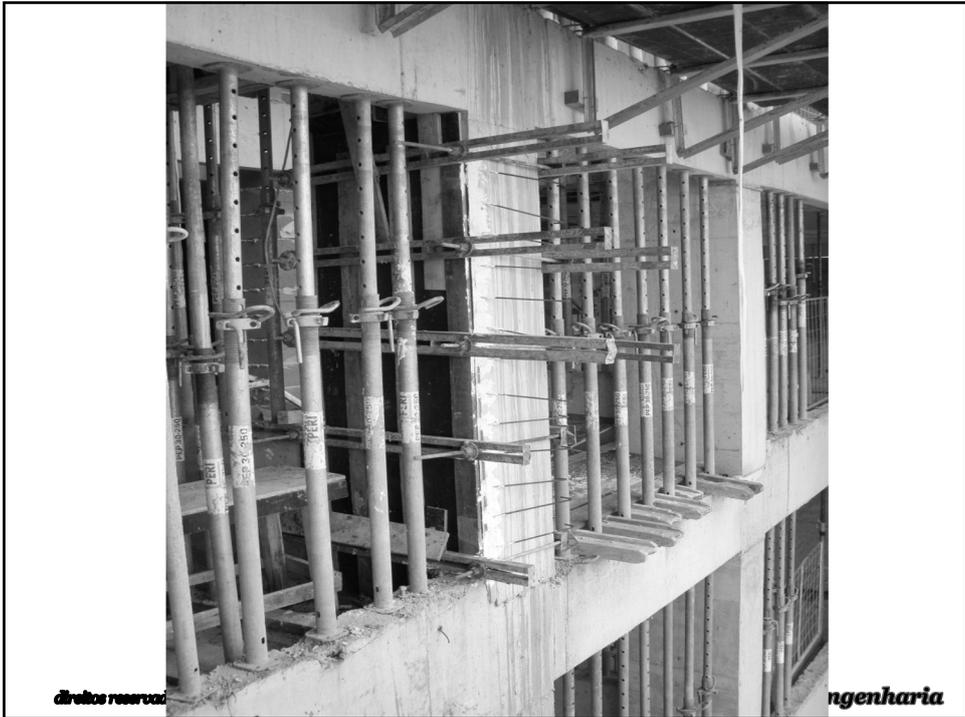
125



126



127



128



129



130

- 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**

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

131

Dados do Edifício:

36 pavimentos + 5 subsolos

Edifício em uso há 1 ano

Fissurou 18 andares

Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

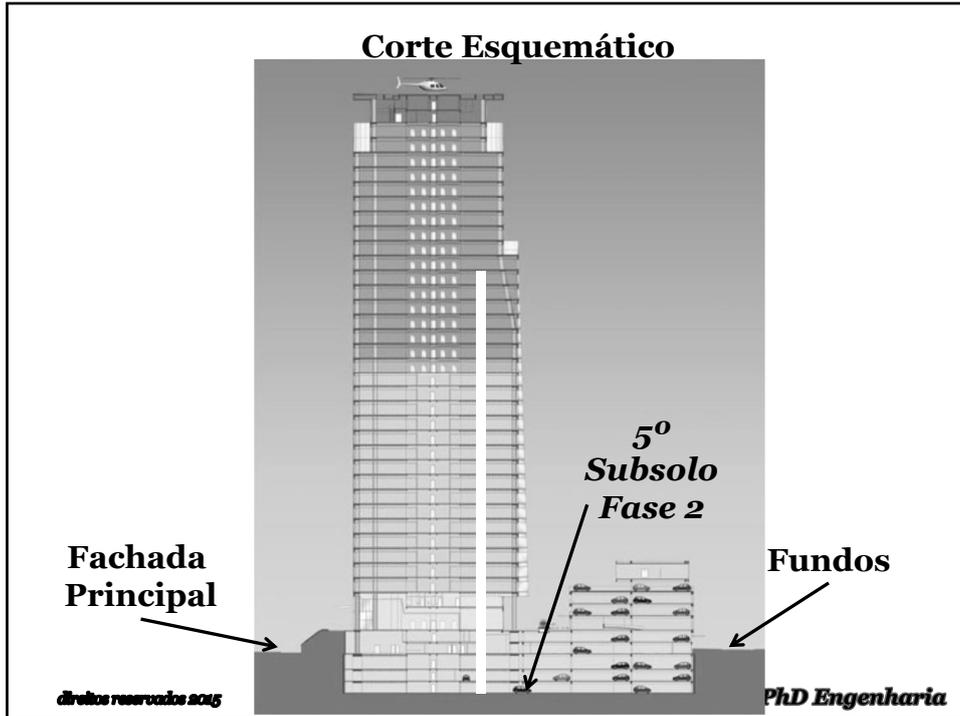
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

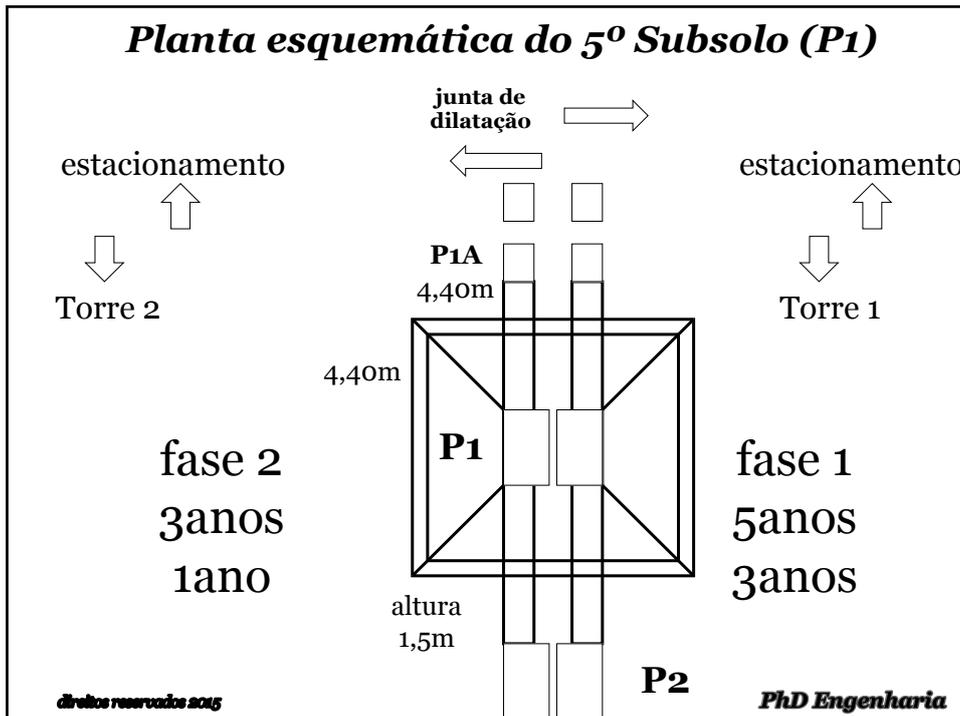
direitos reservados 2015

PhD Engenharia

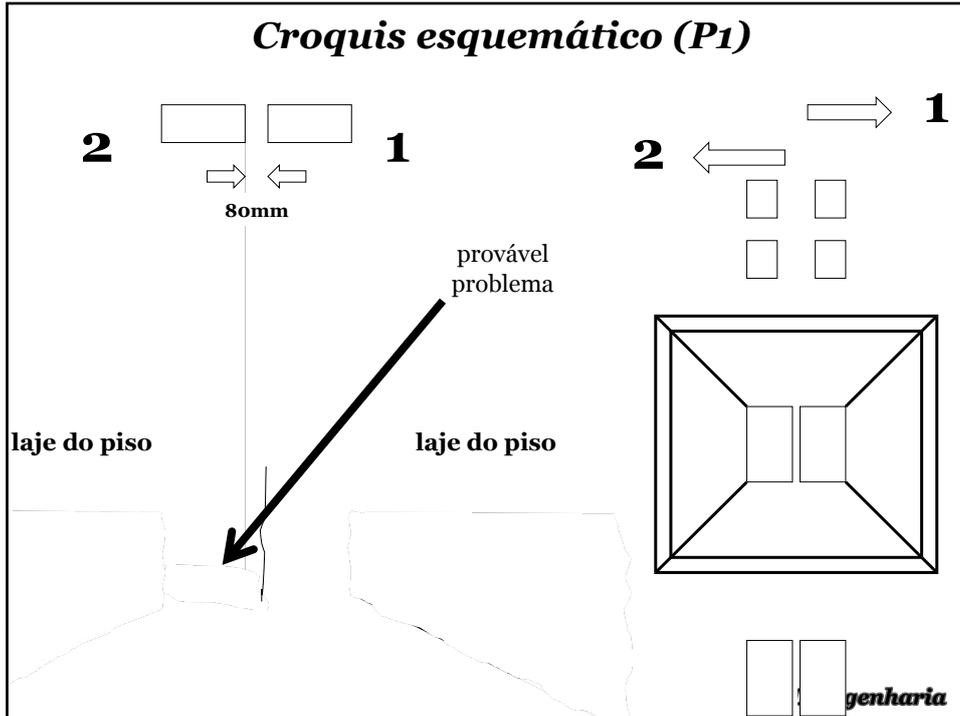
132



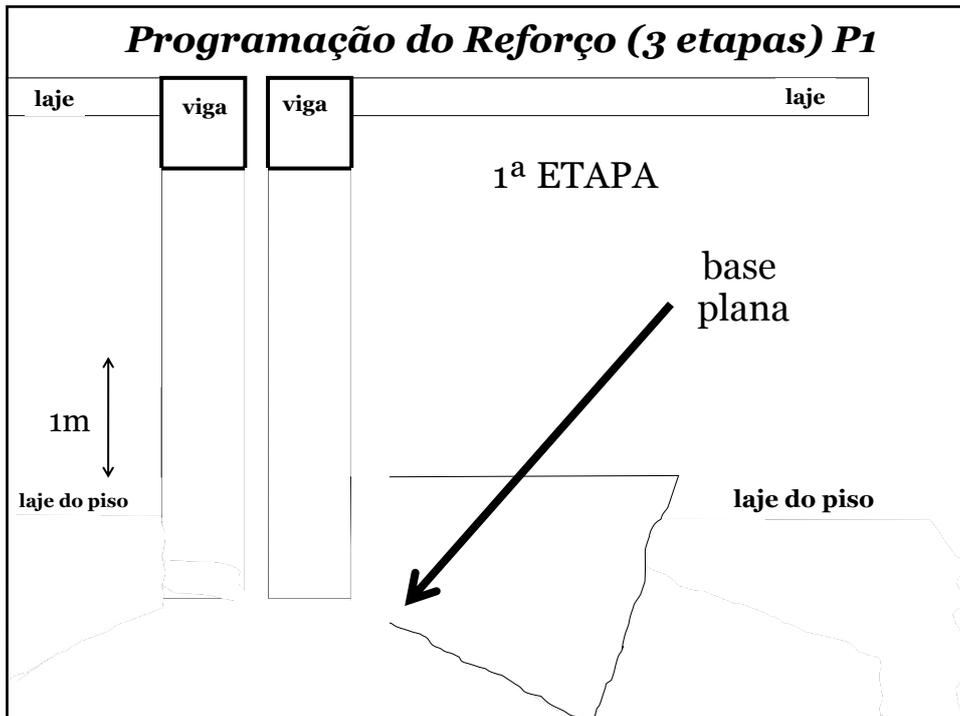
133



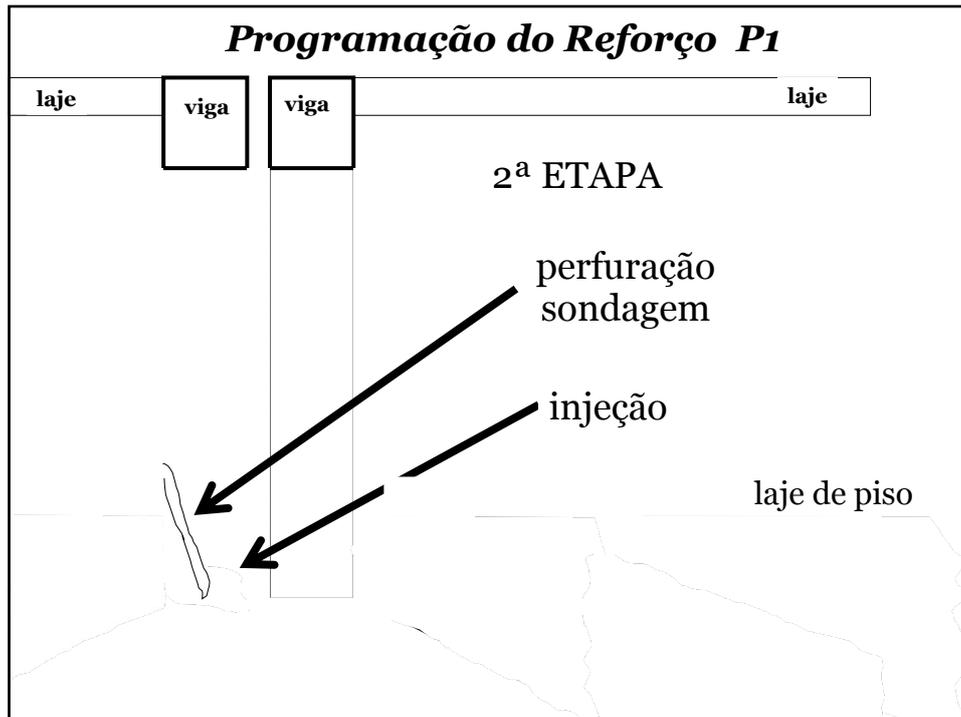
134



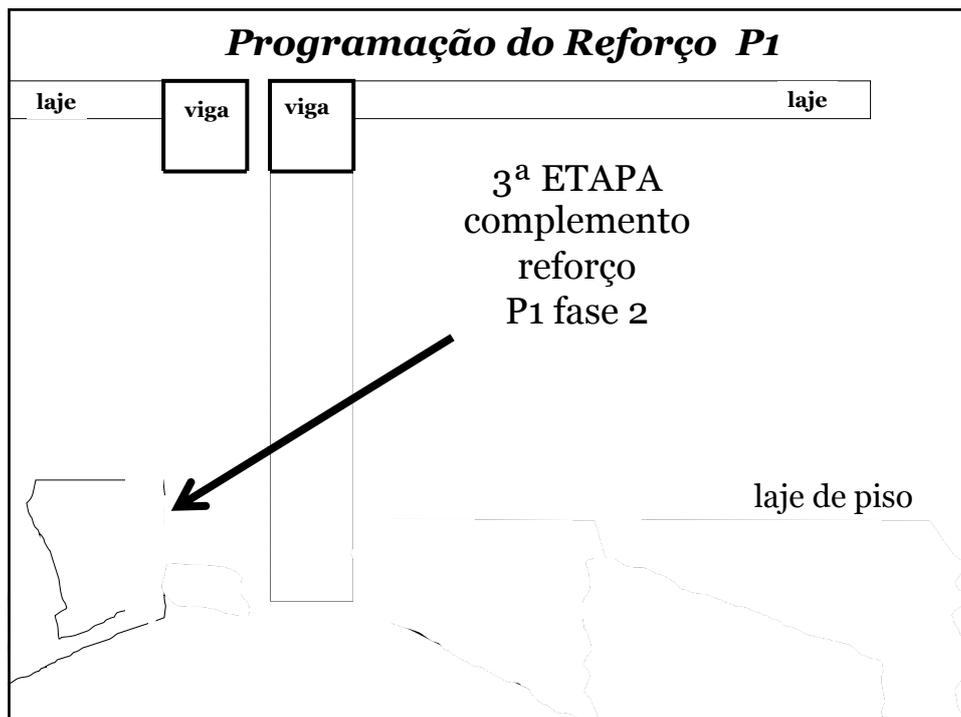
135



136

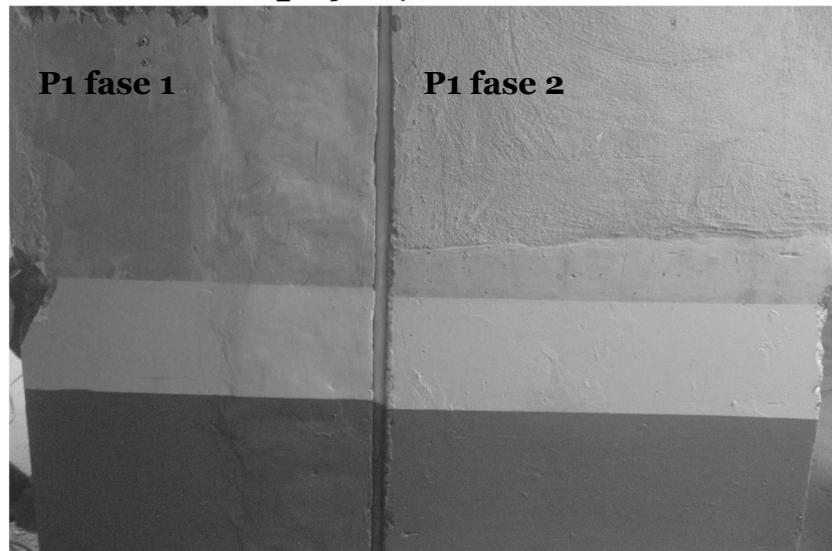


137



138

Inspeção / Evidências



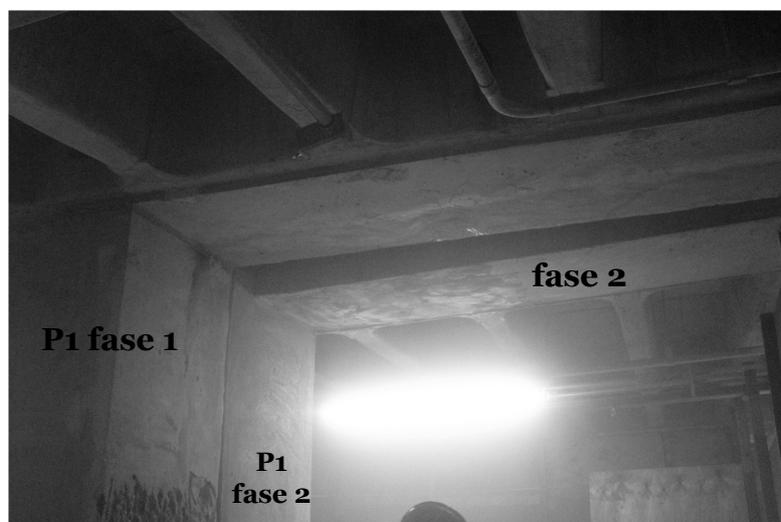
direitos reservados 2015

Desnivelamento

PhD Engenharia

139

Inspeção / Evidências



direitos reservados 2015

Desnivelamento

PhD Engenharia

140

Inspeção / Evidências



direitos reservados 2015

Fissuras em Vigas

PhD Engenharia

141

Inspeção / Evidências

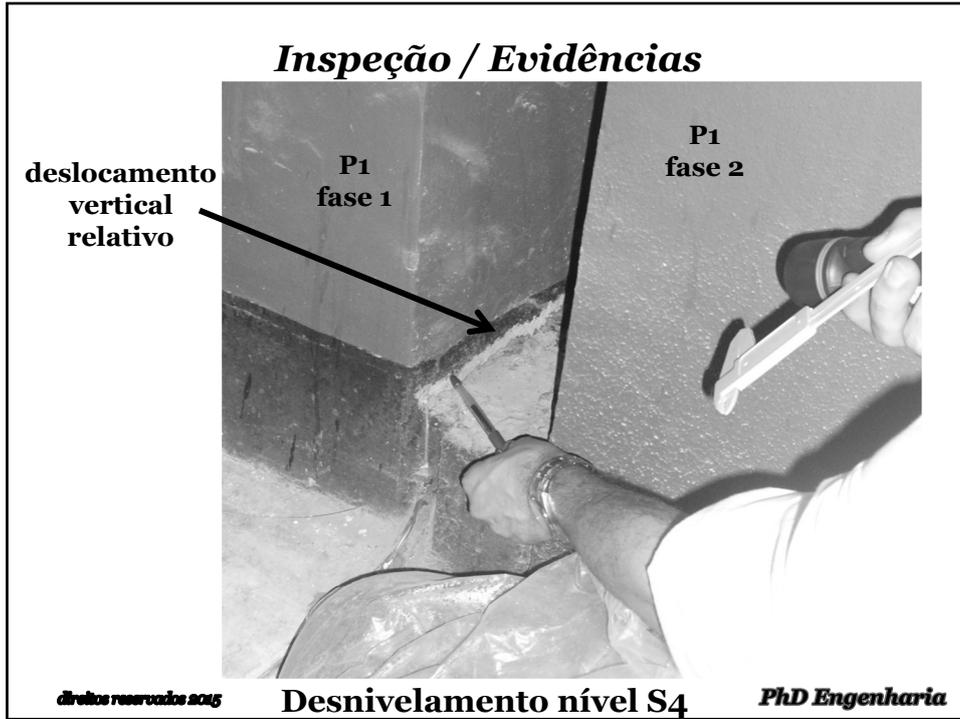


direitos reservados 2015

Fissuras em Vigas

PhD Engenharia

142



143



144

Inspeção / Evidências



direitos reservados 2015

Desnívelamento nível S3

PhD Engenharia

145

Inspeção / Evidências

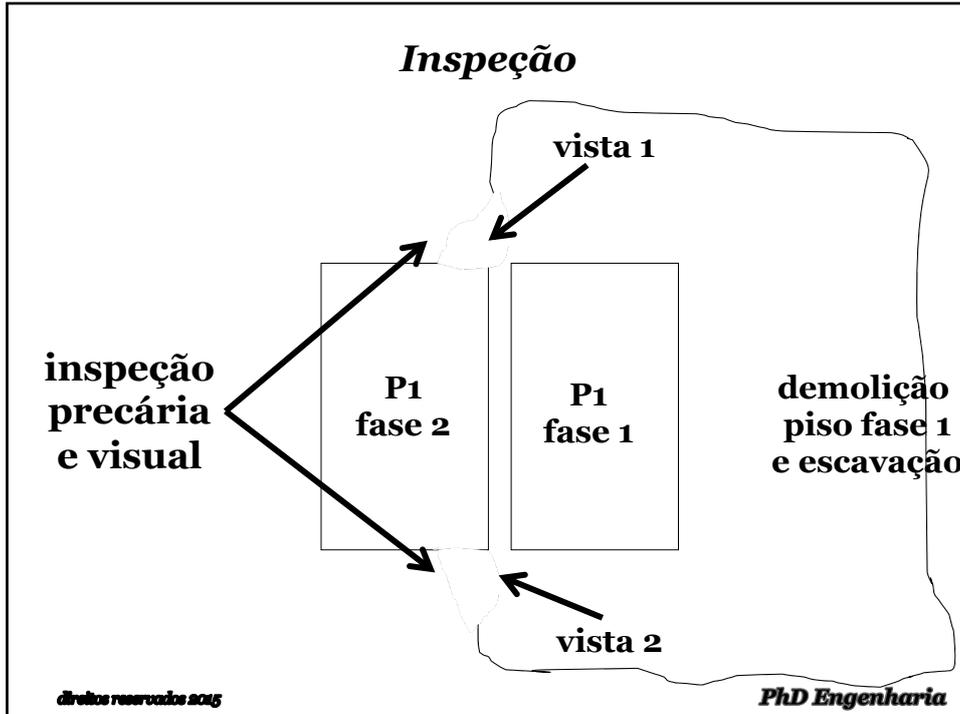


direitos reservados 2015

Desnívelamento e fissuras em vigas

PhD Engenharia

146

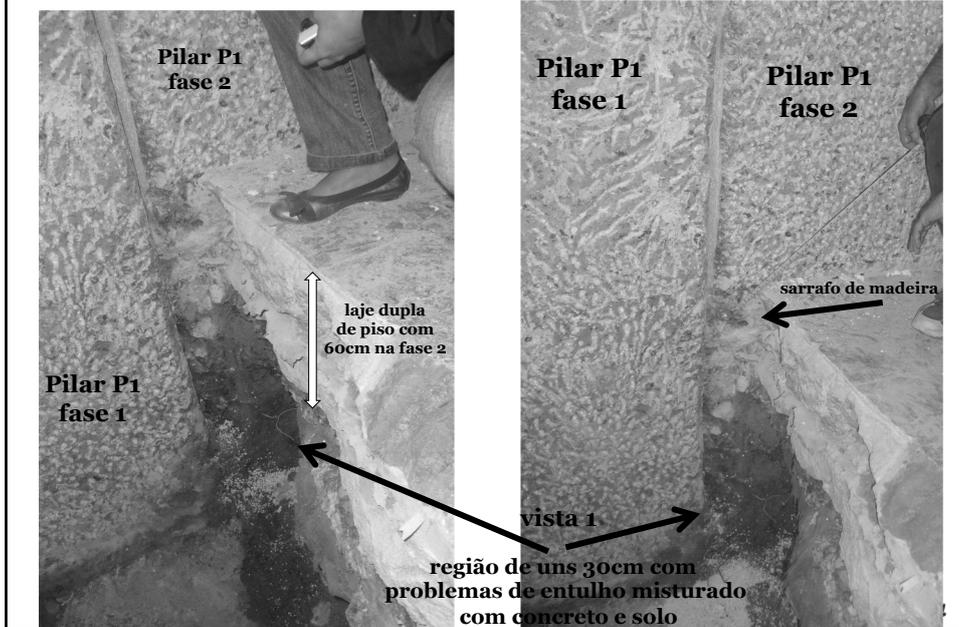


147



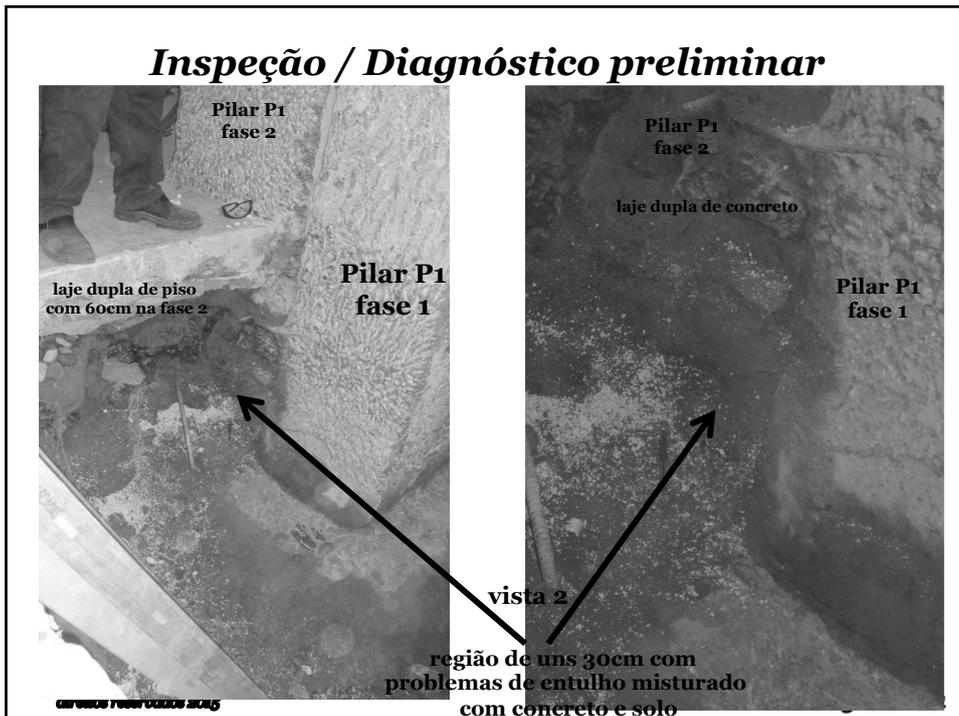
148

Inspeção / Diagnóstico preliminar



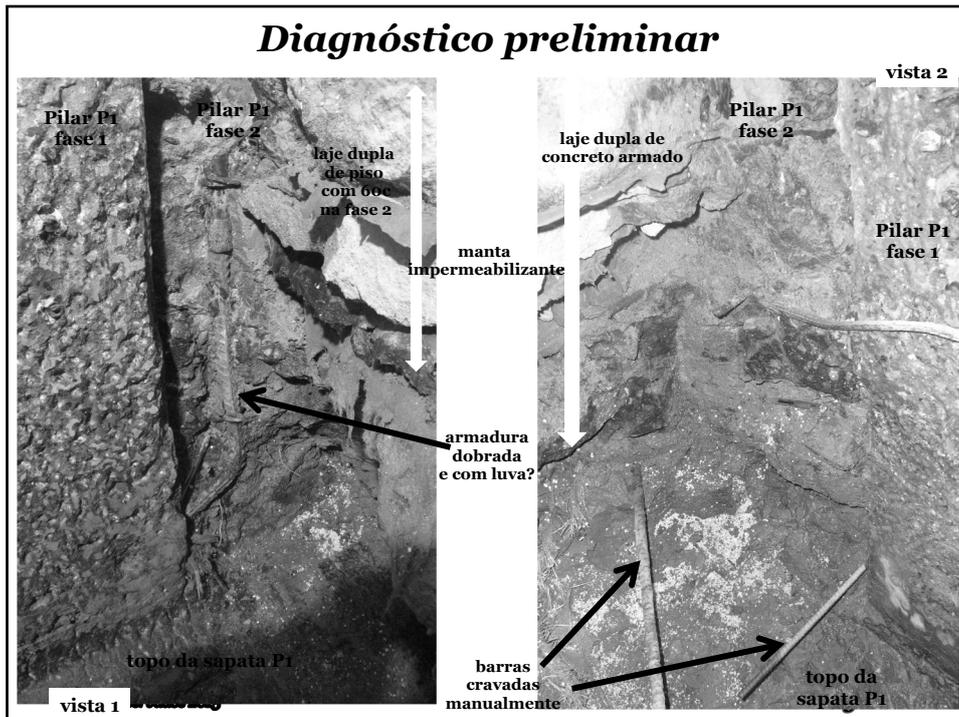
149

Inspeção / Diagnóstico preliminar



150

Diagnóstico preliminar



151

4. Preparação da fôrma



152

7.Desfôrma



direitos reservados SCS

PHD Engenharia

153



154



155



156



157





159



160



161



162

Controles

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

163

Resistência a Compressão Axial

Pilar	Resistência a compressão axial - MPa				
	24h.	2dias	3dias	7dias	28dias
P1	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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

164

Hipóteses prováveis...

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

165



166

Edifício Habitacional

**armadura de
pilares
*obra nova***

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

167



direitos

PhD Engenharia

168



169



170

Cabeça de pilar sem
ganchos transversais
nem estribos

direitos reservados 2015



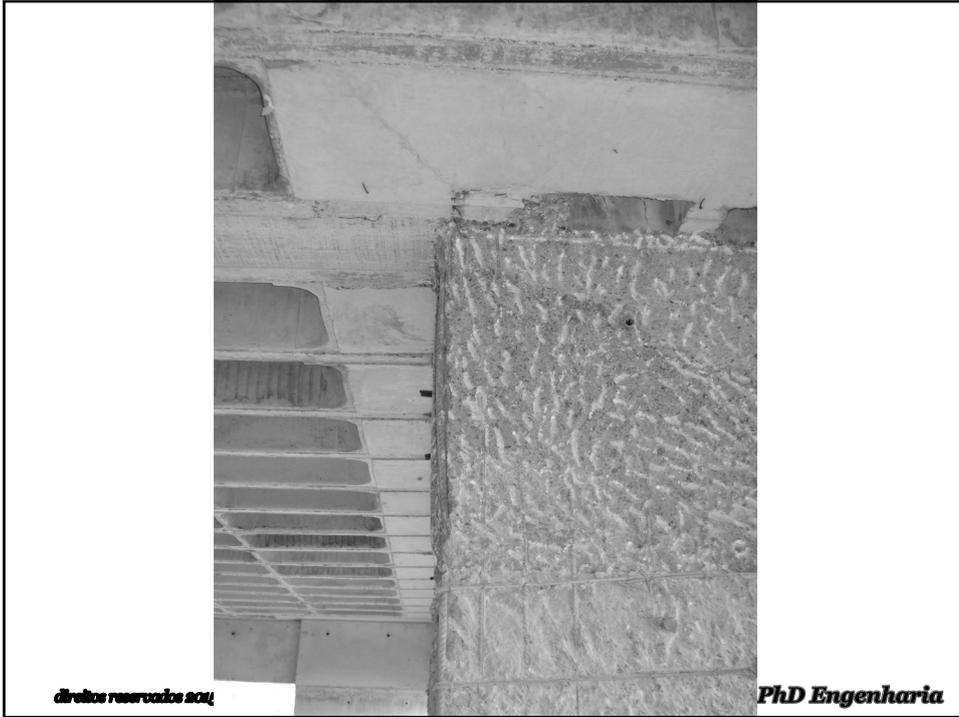
uharia

171



ia

172



173



174

Qual o papel do Construtor?

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

175

- ✓ 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 2015

PhD Engenharia

176

terceirizar um
serviço ≠
terceirizar
responsabilidade

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

177

**outro caso
desastroso!**

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

178

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 %

direitos reservados aos **PhD Engenharia**

179

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.

direitos reservados aos **PhD Engenharia**

180



181

Edifício Real Class



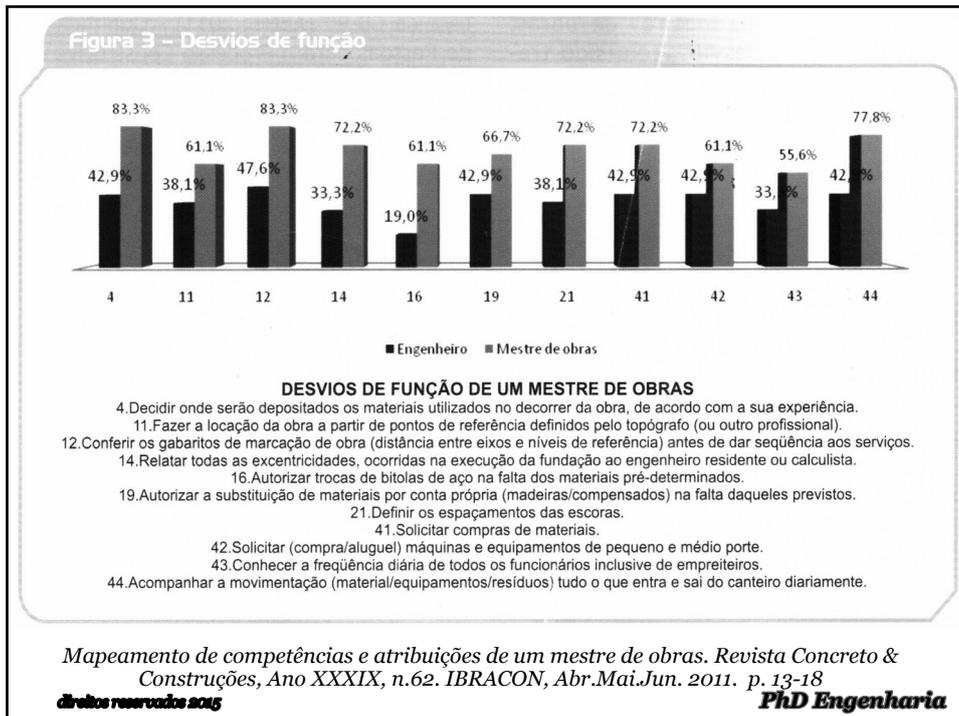
Belém do Pará
34 pavimentos
105m 20.01.2011 35MPa

direitos reservados 2015***PhD Engenharia***

182

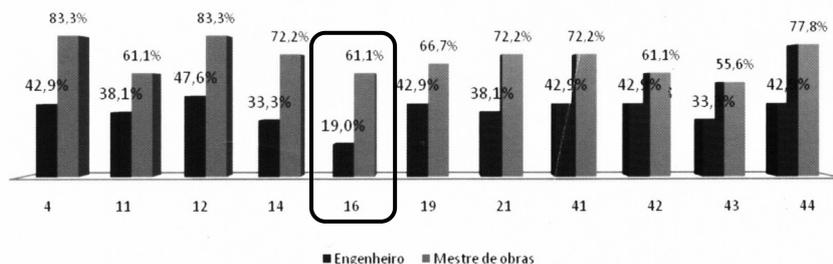


183



184

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 2015

PhD Engenharia

Edifício Habitacional

concretagem de pilares *obra nova*

direitos reservados 2015

PhD Engenharia



187



188



189



190

Reparo Estrutural !?



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

191

Reparo Estrutural ???!



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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

192



193

CONSTRUTOR

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

194

Edifício Areia Branca

Recife, Pernambuco

14 de outubro de 2004
quinta-feira às 20:30h

1977 → 1979

25 anos

12 andares + térreo + 1 garagem

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

195



direitos reservados 2015 EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes
PhD Engenharia

196



197



198



199



direitos reservados 2015

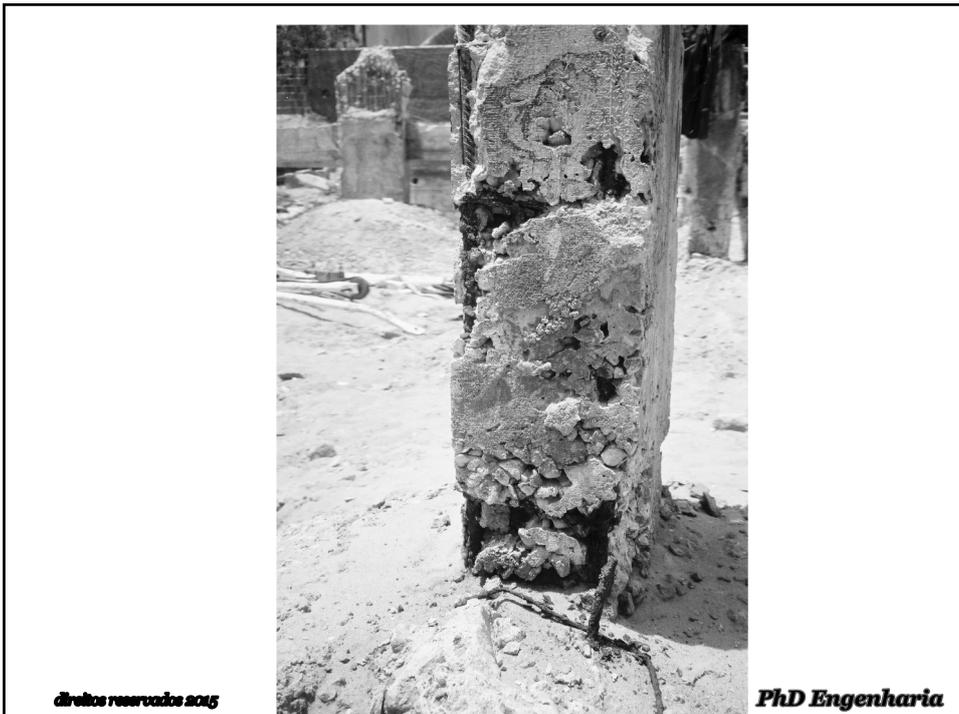
Edificações Vizinhas

PhD Engenharia

200



201



202



direitos reservados 2015

Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

PhD Engenharia

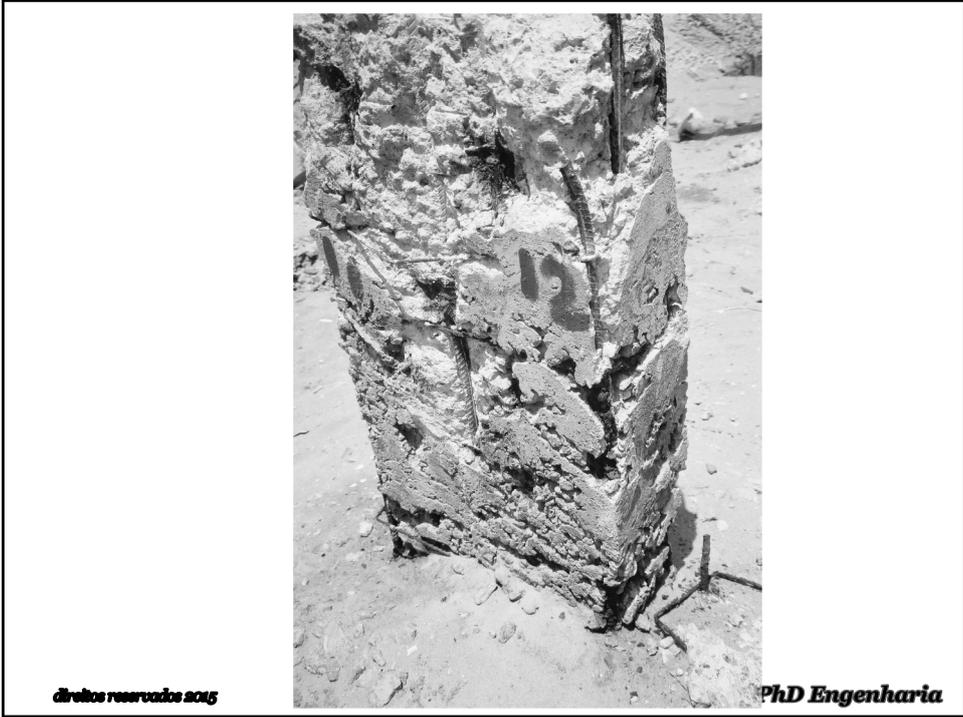
203



204



205

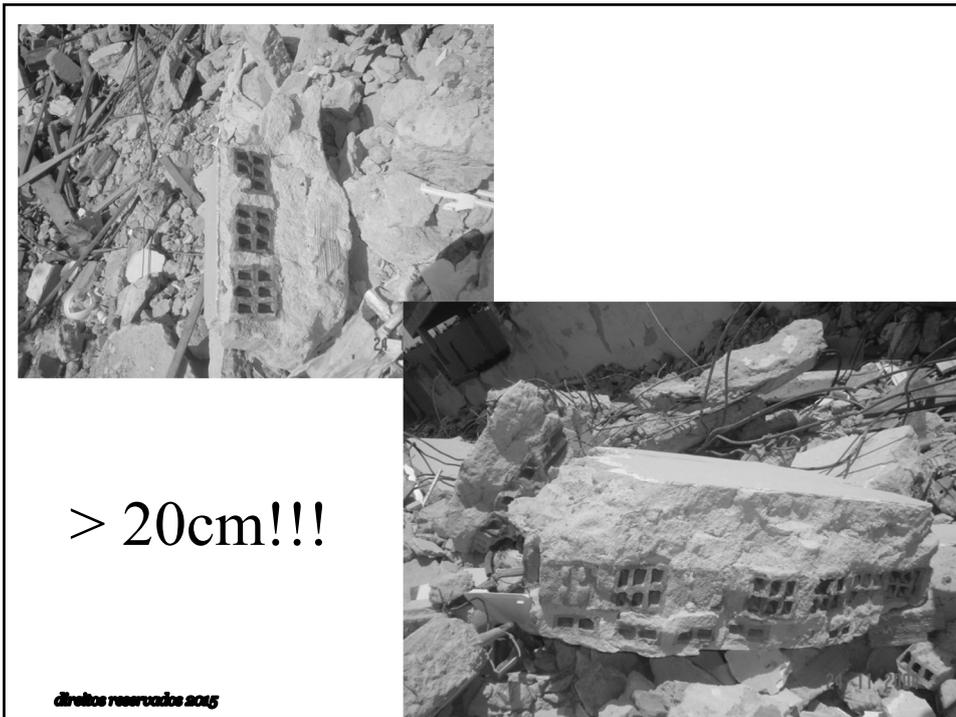


206



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar
direitos reservados 2015 **PhD Engenharia**

207



208

CONSTRUTOR

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

209

Edifício Emblemático

Alphaville, São Paulo

50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

210



211



212



213



214



215



216



217



218

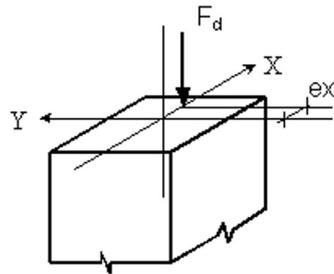


219



direitos reservados 2015

Excentricidades em Pilares

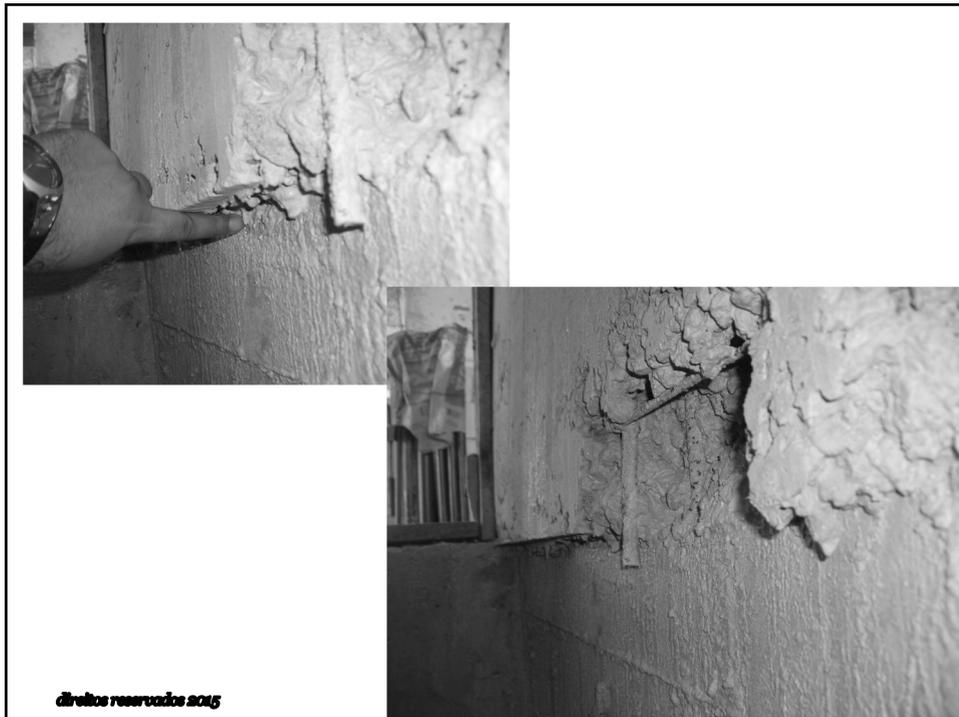


PhD Engenharia

220



221



222

Sistema de Fôrmas

ABNT NBR 14931:2004 item 9.2.1

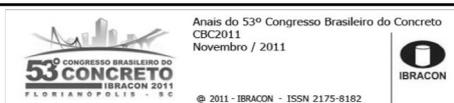
“Antes do lançamento do concreto devem ser devidamente conferidas as dimensões e a posições das fôrmas, a fim de assegurar que a geometria dos elementos estruturais e da estrutura como um todo esteja conforme o projeto.”



direitos reservados

PhD Engenharia

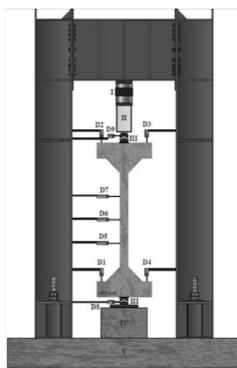
223



2.2. Sistema de Ensaio

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

Foram realizados passos de carga de 20 kN até haver uma decompressão da fibra menos comprimida ou quando o concreto estivesse próximo a uma deformação específica de 2 ‰, aplicando-se então passos de carga de 10 kN para um melhor entendimento do fenômeno até o momento da ruptura. A Figura 2 mostra um esquema do posicionamento do pilar na estrutura de reação durante a realização do ensaio. Os ensaios foram realizados no laboratório de Estruturas da Universidade de Brasília – UnB.



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

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

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

4

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

PhD Engenharia

224

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

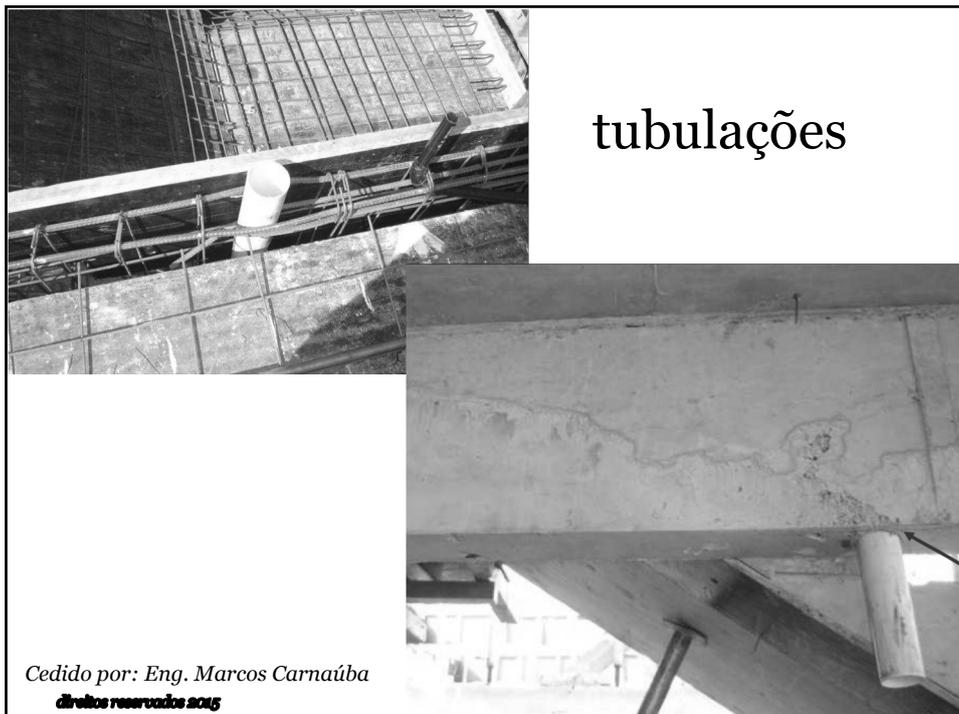
225



226

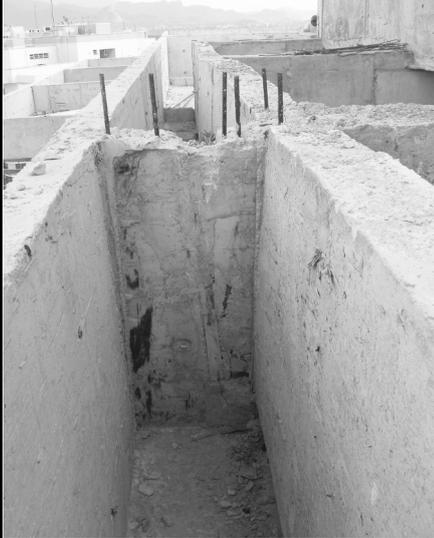


227



228

Por que ocorre isso?



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

229

Por que ocorre isso?



PhD Engenharia

230

Por que ocorre isso?



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

231

Por que ocorre isso?



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

232

Por que ocorre isso?



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

233

Por que ocorre isso?



direitos reservados 2015

PhD Engenharia

234

Viaduto

Belo Horizonte/MG.
Acidente: 11/07/2013,
quinta-feira às 00:30h.
Construção: 2013
Idade: em fase de construção
4 andares + térreo

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

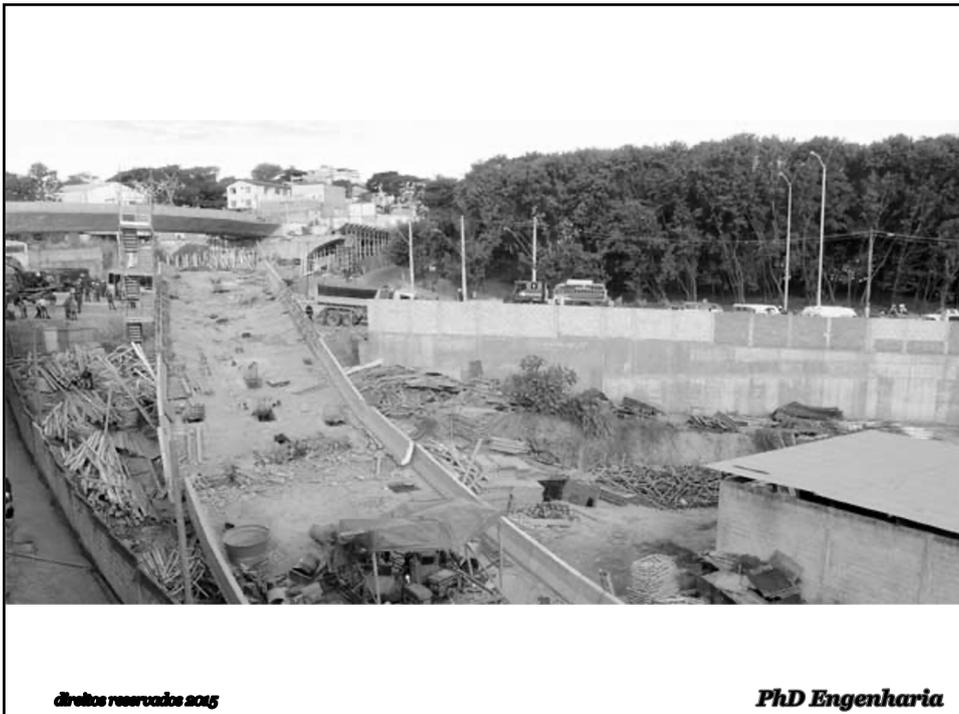
235



236



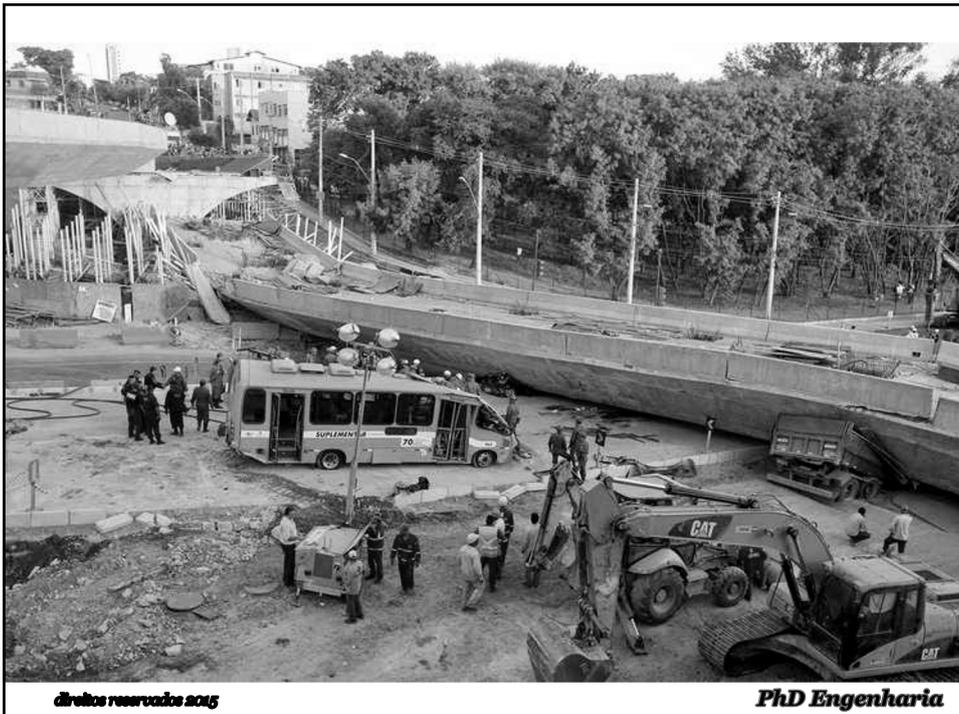
237



238



239



240

Vídeo - Construção



241

Vídeo - Colapso



242



243



244

Qual a MISSÃO do Construtor?

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

245

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 2015

PhD Engenharia

246

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

direitos reservados 2015

Superior Tribunal de Justiça *PhD Engenharia*

247

Pavilhão da Gameleira

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

Construção: 1969 → 1971
Em construção

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

248



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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

249

Sexta-feira, 5 de fevereiro de 1971

FOLHA DE S. PAULO

Predio cai, mata 20 e fere 60



Uma laje de 100 mil quilos ocupando area de 180 metros quadrados desabou ontem num predio em construçao da av. Amazonas, 6251, em Belo Horizonte, destinado às exposições industriais no Parque da Gameteira, projetado por Oscar Niemeyer, soterrando os operários que ali se encontravam descauando na hora do almoço.

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

Somente em cinco dias poderão ser dados os números exatos de mortos e feridos. Os operários permanecem soterrados em meio aos escombros. As equipes de socorro continuam os trabalhos de salvamento. O espetáculo é trágico. Até ontem à noite, homens ainda vivos, com membros fraturados, permaneciam presos entre o material. Somente com a remoção total poderá se calcular a extensão dos prejuízos. Inesperadamente, a armação não suportou o peso da laje e veio abaixo. Uma explosão muito forte aconteceu a queda, elevando em alguns metros a altura da pilha de escombros. Tudo teria sido pior não fosse o horário. Trabalhavam ali 500 operários, que descauaram na hora do almoço. Estavam no local apenas 205.

Havia gritidos entre os escombros. Logo, após a queda, foram mobilizados todos os recursos e setores, tanto policial como de voluntários. Comissões do Grupo de Bombeiros, da Polícia Militar e Civil, guardas de trânsito, médicos, enfermeiros de hospitais particulares e do Pronto Socorro se dirigiram imediatamente para o local com equipes preparadas para atuar em transfusões de sangue, fazer cirurgias e aplicar dispositivos de oxigênio e de salvavida.

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

Grande era a dificuldade que as equipes de socorro encontravam na identificação das vítimas. Até o fim da tarde não era oficial as relações que muitos emissoras de rádio divulgavam. A Petrópolis colouva todos os seus operários à disposição para auxílio. Vários engenheiros que se encontravam no local, inclusive os, responsáveis pela construção, alertaram os policiais e bombeiros que a parte do predio que ainda está de pé poderá ruir a qualquer momento e pediram que fossem acelerados os trabalhos de remoção dos escombros para evitar que se agravasse a situação dos soterrados com a queda de outras paredes de concreto.

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

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

o fim da tarde de ontem aldo localizados pelas autoridades que dirigiam os trabalhos. Inquirido mandado ser aberto pelo secretário de Segurança Pública, e o nome do Estímulo Adolfo Moura, que está supervisionando todo o trabalho policial.

Explosão em Niterói

Ilhas e estibação de uma pedreira danificaram ontem 4 casas e provocaram ferimentos, entre um morador do centro de Niterói, durante uma explosão que deixou a cidade em pânico por algumas horas. A única vítima Zéilton Barbosa, está internada em estado grave no hospital universitário Antônio Pedro.

As casas atingidas foram a da rua Marques do Paraná, 165 e 325, rua Andrade Pinheiro, 25 e da rua Indígena, 85, que foram arrasadas, não tendo tido havido uma irregularidade porque se encontravam vazias.

O responsável pela firma que explora a pedreira, Cláudio de Oliveira, depois no serviço de explosivos da DOPS, conferiu na oportunidade ter havido uma pequena explosão de pólvora na explosão.

Em Guarulhos

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

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

Velhinho assusta o Rio com seu "strip"

Um ancão magro e baixo, tímido, nervoso, começou a arrapicho, quase foi impedido de desembarcar, pelas calças, quando as senhoras cus-

direitos reservados 2015

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

PhD Engenharia

250



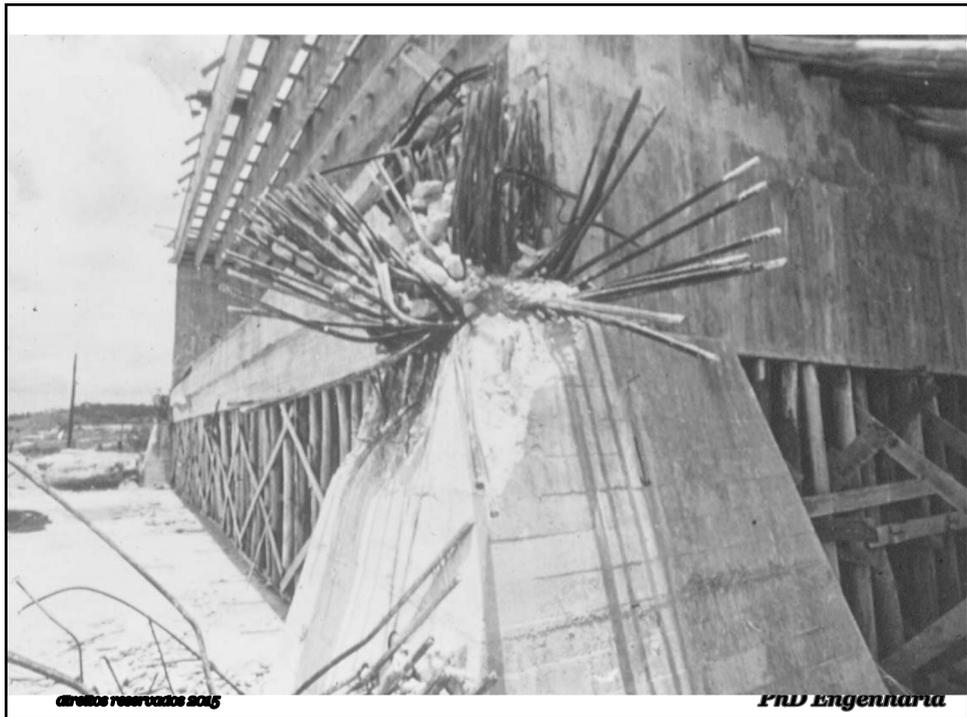
251



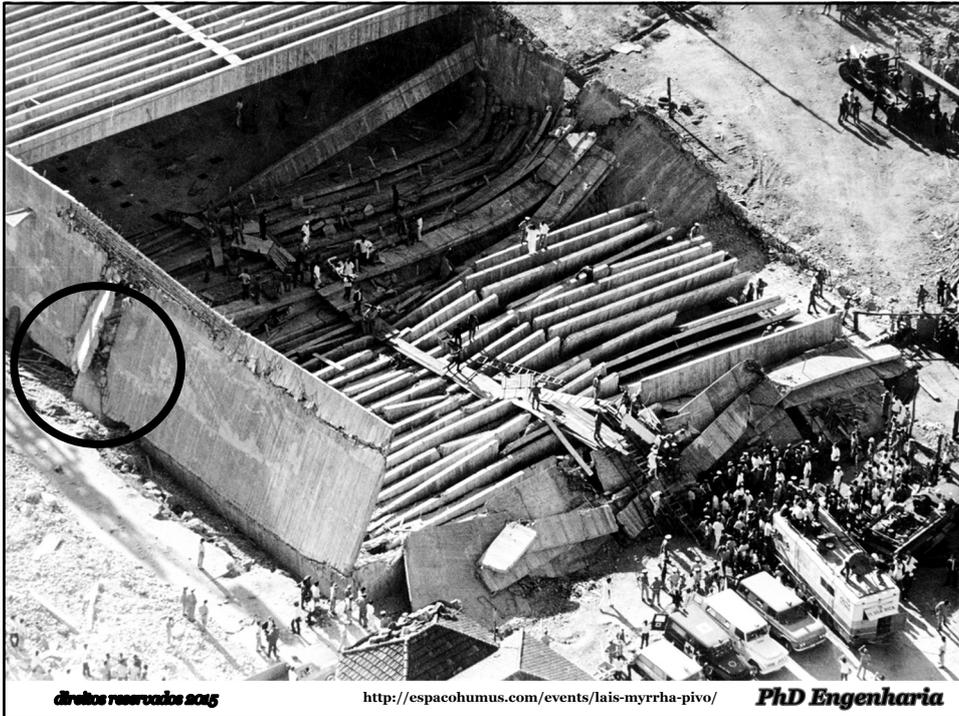
252



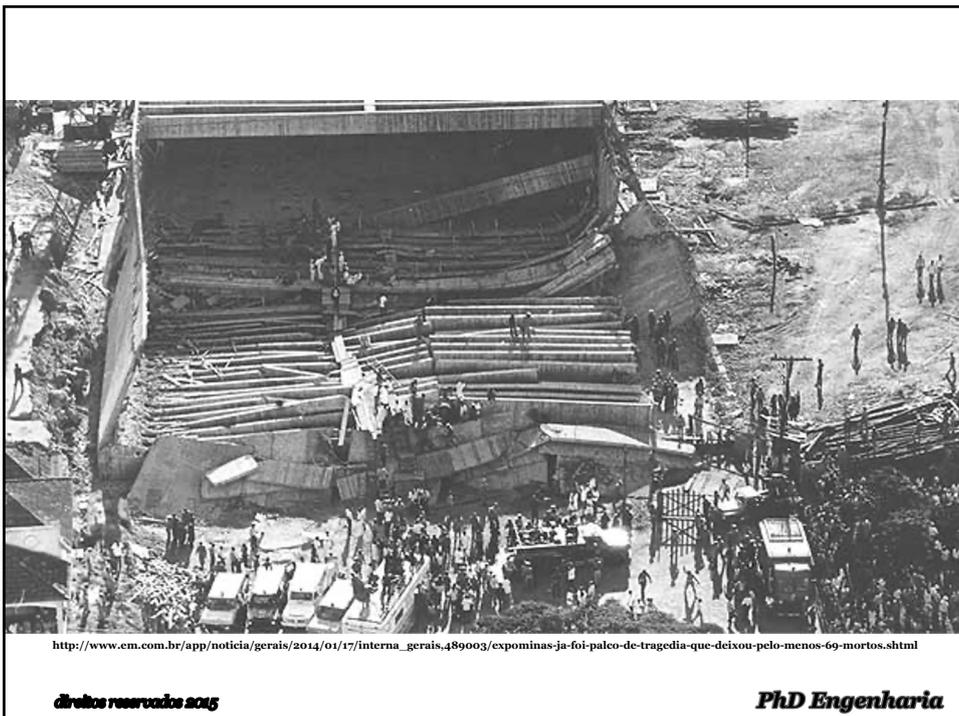
253



254



255



256

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

direitos reservados 2015

Superior Tribunal de Justiça

PhD Engenharia

257

Estruturas de Concreto para Edificações

Atividade profissional regida por normas técnicas:

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

258

Existem muitas informações importantes que devem constar nos projetos estruturais

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

259

NOTAS:

1 - CONCRETO:

RESISTÊNCIA $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

RELAÇÃO AGUA/CIMENTO $< 0,55$

EXECUÇÃO COM CONTROLE RIGOROSO, CONFORME NBR-6118

MÓDULO DE ELASTICIDADE SECANTE $E_{cs}=30 \text{ GPa}$

2 - DAR CONTRA FLECHA NAS VIGAS DE :

1,0 cm - V3f, V4b, V5a, V5e, V6c, V8a, V13b, V17a, V18a, V20b, V22a, V23a, V27
V29b, V29c, V29d, V30a, V30b, V30c, V30d, V37e, V46b, V51b, V63a, V63

1,5 cm - V2a, V2b, V3d, V3e, V10b, V24a, V27a, V29a, V40a, V41a, V49a, V50a, V

3 - DAR CONTRA FLECHA NAS LAJES DE:

1,0 cm - L1, L5, L6, L50, L66

2,0 cm - L14, L15, L24, L57, L58, L59

NOTAS:

1 - CONCRETO:

RESISTÊNCIA $f_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$

2 - ACOS:

CA-50A e CA-60B

3 - COBRIMENTOS:

LAJES: HOR. = 2.5 cm e VERT. = 2.0 cm

VIGAS = 2.5 cm e PILARES = 4.0 cm

ATENÇÃO:

É importante que também esteja presente no projeto as idades de desfôrma ou movimento de escoramento.

PhD Engenharia

260

*E se faltar alguma
informação no projeto?*

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

261

CONSTRUTOR

Não entendeu → **PERGUNTE**

Não achou o detalhe → **COBRE**

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

262

CONSTRUTOR

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

263

Todo concreto com função
estrutural deve ser
obrigatoriamente
controlado (fundações,
pilares, vigas e lajes).

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

264

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

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

265

Avanços em Concreto

- **É possível não ter problemas**
- **Necessita estudos prévios**
- **Necessita gerenciar a qualidade**
- **Necessita ter visão sistêmica**
- **É um trabalho de equipe**
- **Precisa conhecer e bem usar
normas e documentos existentes**

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

266

***Mas como tudo na
vida, não existe só
tragédia...***

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

267

***Museu da Imagem e do Som - MIS
Rio de Janeiro RJ (VIDEO)***

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

268



269



270



271



272



273



274



275



276

Comprometimento!

Do your best!

direitos reservados 2015

PhD Engenharia

277



278