



ALCONPAT
EQUADOR

Lecciones de los Accidentes y Errores en Estructuras de Concreto

Paulo Helene
 Presidente de Honor de ALCONPAT Int.
 Director de PhD Engenharia
 Prof. PhD, Ingeniero Civil
paulo.helene@concretophd.com.br

A
L
C
O
N
P
A
T
2
0
1
4



1



ALCONPAT
Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción
CAPITULO ECUADOR

23, 24, 25 de ABRIL DEL 2014
CENTRO DE CONVENCIONES EUGENIO ESPEJO

1^{ER} CONGRESO DE PATOLOGÍA, RECUPERACIÓN DE ESTRUCTURAS Y CONTROL DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

ALCONPAT ECUADOR 2014
QUITO, PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Lecciones de los Accidentes y Errores en Estructuras de Concreto



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Paulo Helene
 Presidente de Honor ALCONPAT Internacional
 fib (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life
 Prof. Titular Universidade de São Paulo USP
 Consejero y Director IBRACON
 Director PhD Engenharia

Centro de Convenciones Eugenio Espejo 24 de Abril de 2014 Quito, Ecuador

2

**Errores, Fallas,
Omisiones, Colapsos,
Accidentes,
Frustraciones, Retrasos,
Constreñimientos,
Decepciones,
Vergüenza...**

PhD Engenharia

3

**“Duro”
Aprendizaje!**

victorias/soluciones/desafios

PhD Engenharia

4

The Point (Guayaquil, Ecuador)



Edificio más alto de Ecuador (140m)

68º edificio más alto de América Latina

Edificio en concreto

Inaugurado en 2013

5

Edificio CFN(Quito, Ecuador)



3º Edificio más alto de Ecuador (83m)

Edificio más alto de Quito

Edificio en concreto

Inaugurado en 1984

6

“Duro” Aprendizaje!

PhD Engenharia

7

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...”

PhD Engenharia

8

Comparezco acá:

✓ **con la experiência de un
Ingeniero Constructor, Diseñador,
Investigador y Profesor**

✓ **con el conocimiento de un
Consultor que atiende casos**

✓ **con la humildad de quién ya ha
cometido errores...**

PhD Engenharia

9

Edifício Liberdade

Rio de Janeiro/RJ.

Acidente: 25/01/2012

Miércoles 20:30h

construcción: 1938 → 1940

Edad: 72 años

18 pisos + tienda + sobrepiso

PhD Engenharia

10



11



12



17 muertos

Ed. Liberdade – Rio de Janeiro/RJ

26/01/2012

13



14

Hipóteses

Cambio de uso:

Carga atuante em edifícios residenciais: 150kg/m^2
(promedio mundial em 1938)

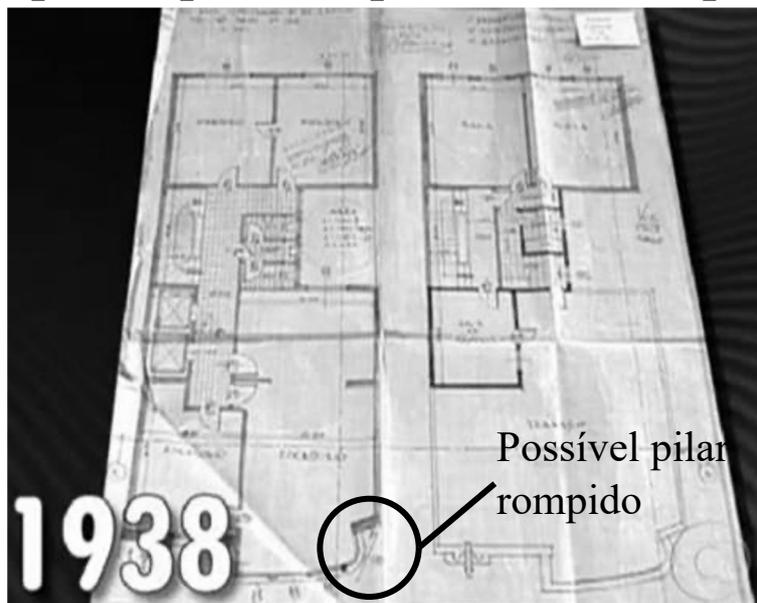
Carga atuante em edifícios de oficinas: 300kg/m^2 (promedio mundial em 2010)

Demolição de paredes portantes

PhD Engenharia

15

Colapso: ruptura de pilar frontal do prédio



PhD Engenharia

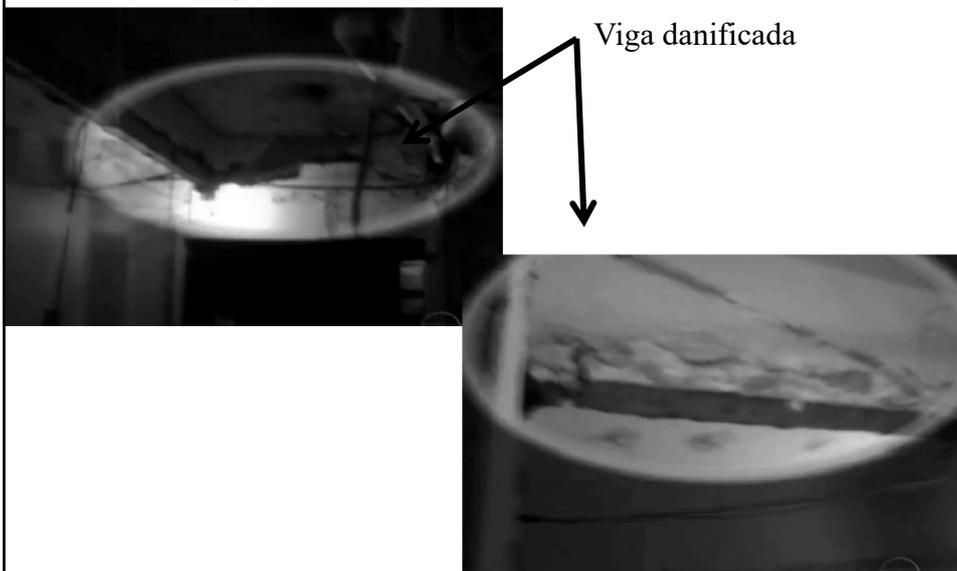
16

Cambio do projeto original: sobrecarga nos pilares frontais



17

Reforma no 3° e 9° andar: danificação de elementos estruturais



18

Reforma no 3° e 9° andar: sobrecarga nas losas



19

Avisos de la Estructura

- 1) A filha do zelador disse que não gostava de dormir ali pois o prédio estalava muito à noite;
- 2) Comerciante local viu reboco da fachada deslocar: “...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.

PhD Engenharia

20

ULTIMAS NOTÍCIAS [O Brasil: 1 bilhão de pessoas em queda e vale R\\$ 1,5 bilhão na queda](#)

MAIS EM RIO [Guardas municipais vão virar zeladores do Rio](#) [CGU vai investigar ex-assessor do Ministério da Saúde](#) [Após bate-bate, deputadas se calar](#)

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
ROGÉRIO SIELSON
WILSON
WILSON

20412 - 23H42
Atualizado: 30/01/2012 - 09:04
Like 272
Tweet 38
3
19
22



Avenida Treze de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (LIDONEX/REPO/RETO/ARQUIVO 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 divide as salas do lado esquerdo do banheiro”. Wanderley diz que o andar “virou

"De acordo com o inquérito policial, a derrubada de cinco paredes estruturais de concreto armado, três columnas do nono piso foram responsáveis por colapsar o edifício..."

PhD Engenharia

21



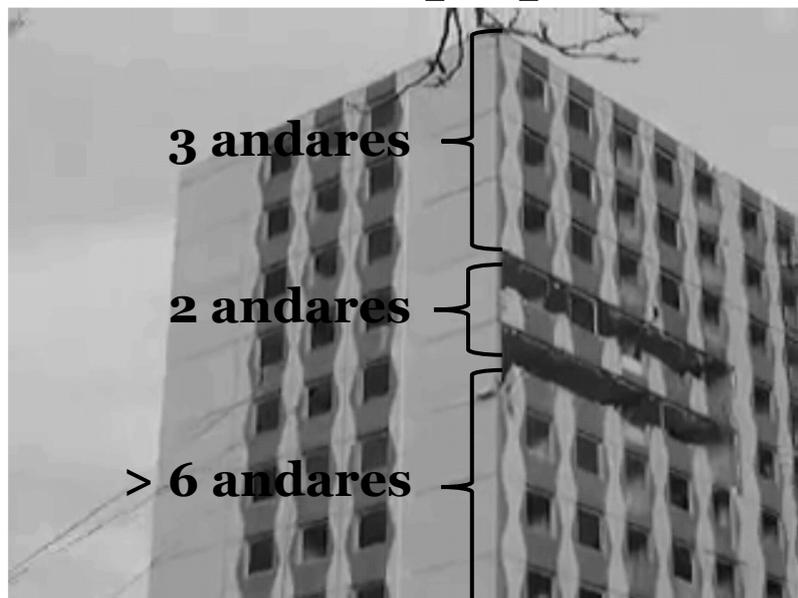
22

Hilos con diamante para corte



23

Estructura preparada



24

Edifício Comercial

2009

fisuras em losas

obra nova

PhD Engenharia

25



26



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

PhD Engenharia

27



28



29

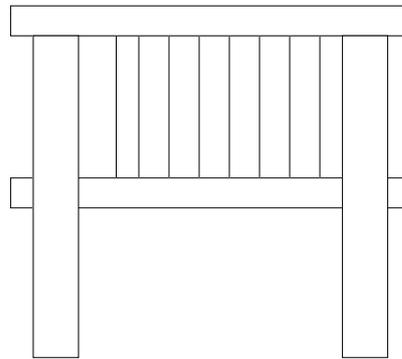


30

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

dimensionada para 150kg/m²

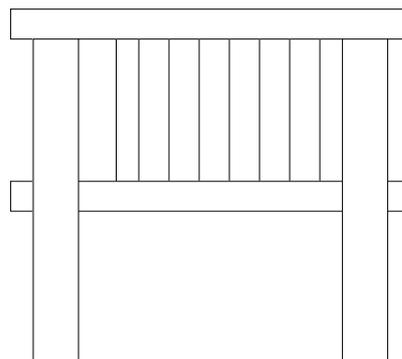
1 ano de idade



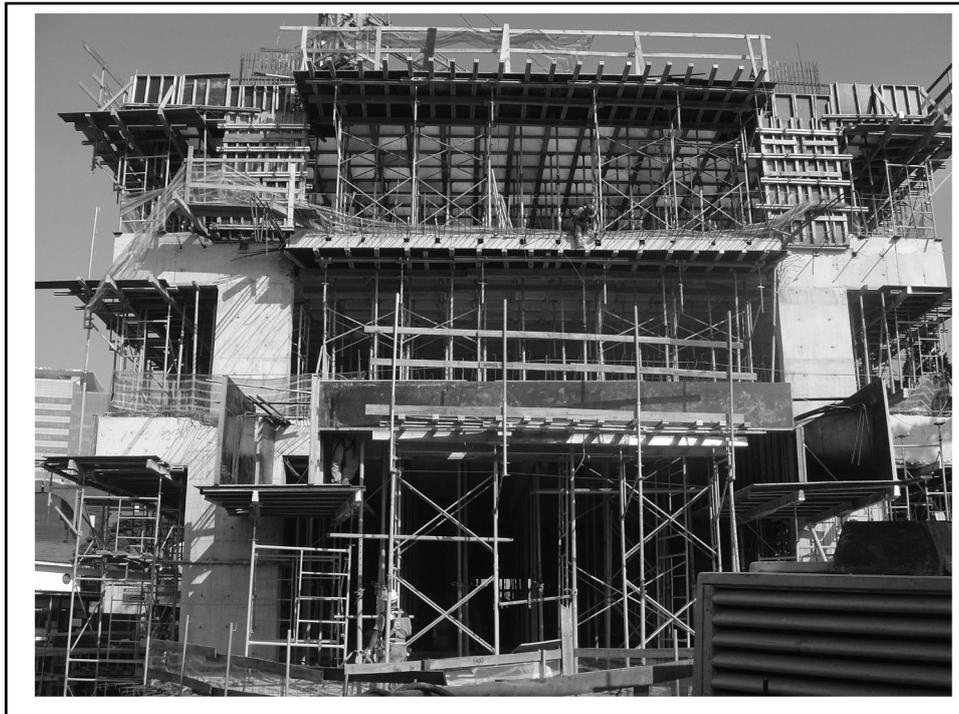
31

tem o módulo; tem o $f'c$
pero no fue dimensionada
para esa carga

1 ano de idade



32



33

Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m²

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5m x 7,5m

obra em construção

34



35



36



37



38



39

***Irresponsabilidade
ou
Incompetência?***

**Caso 1:
bloque de cimentación
350m³
 $f_{ck} = 35\text{MPa}$
39 caminhões OK**

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

PhD Engenharia

40



41



42



43

- **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

PhD Engenharia

44

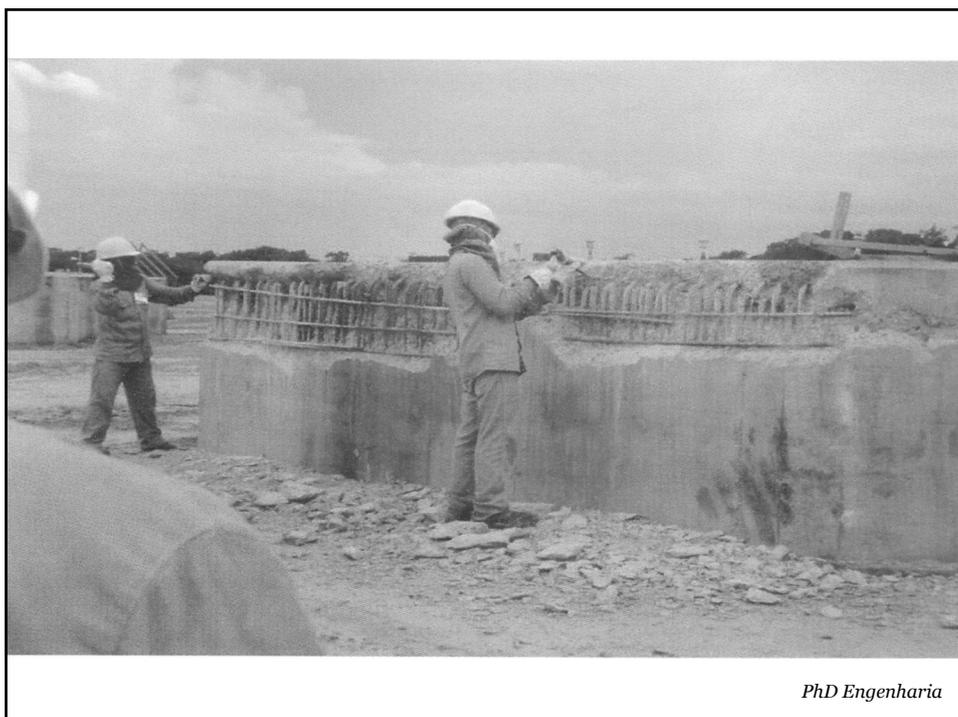
Resposta do Engenheiro Construtor:

**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...**

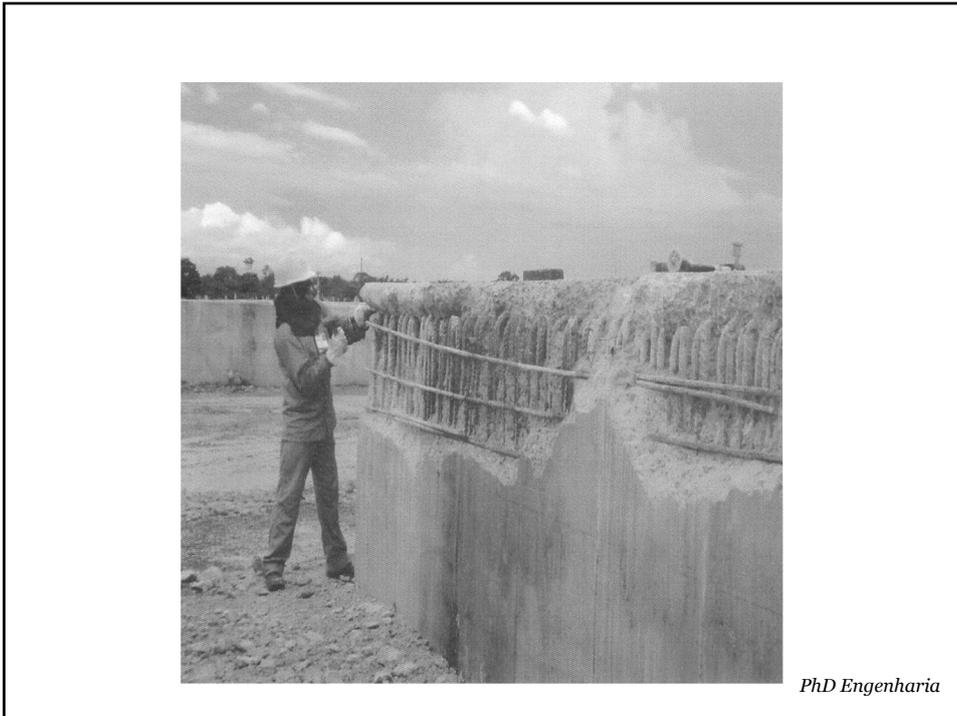
PhD Engenharia

45



PhD Engenharia

46



47



48

Irresponsabilidade ou Incompetência?

Caso 2:

edifício da Diretoria da Construtora

8º andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

PhD Engenharia

49



50



51



52



53



54



55



56



57



58

- 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

PhD Engenharia

59

**seria um caso
de sabotage ???
!!!**

PhD Engenharia

60

Dados do Edifício:

36 pavimentos + 5 subsolos

Edifício em uso há 1 ano

Fissurou 18 andares

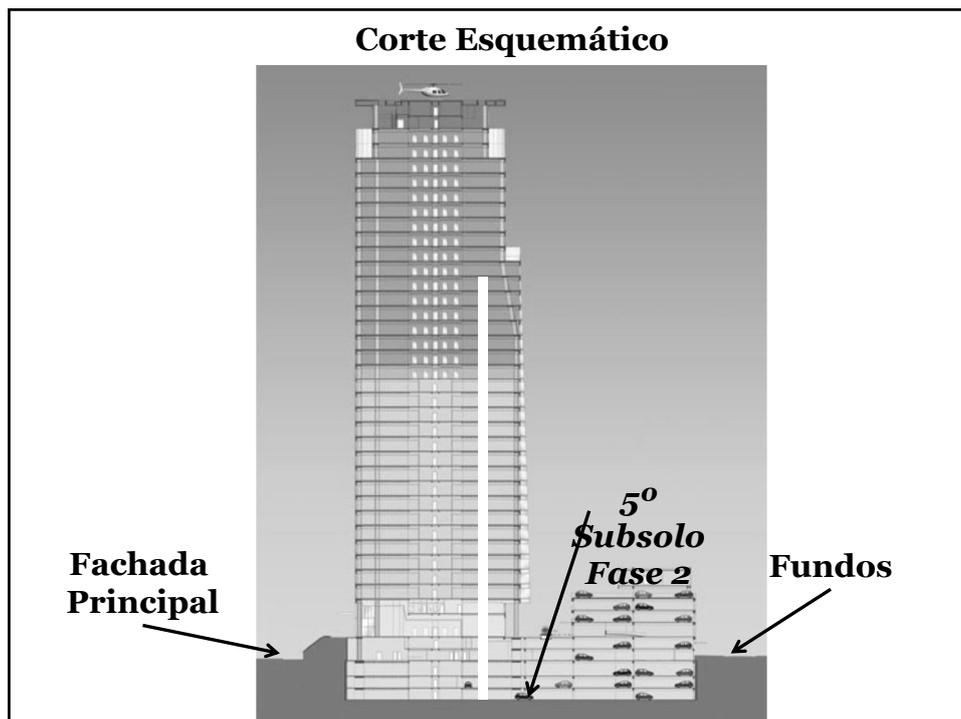
Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

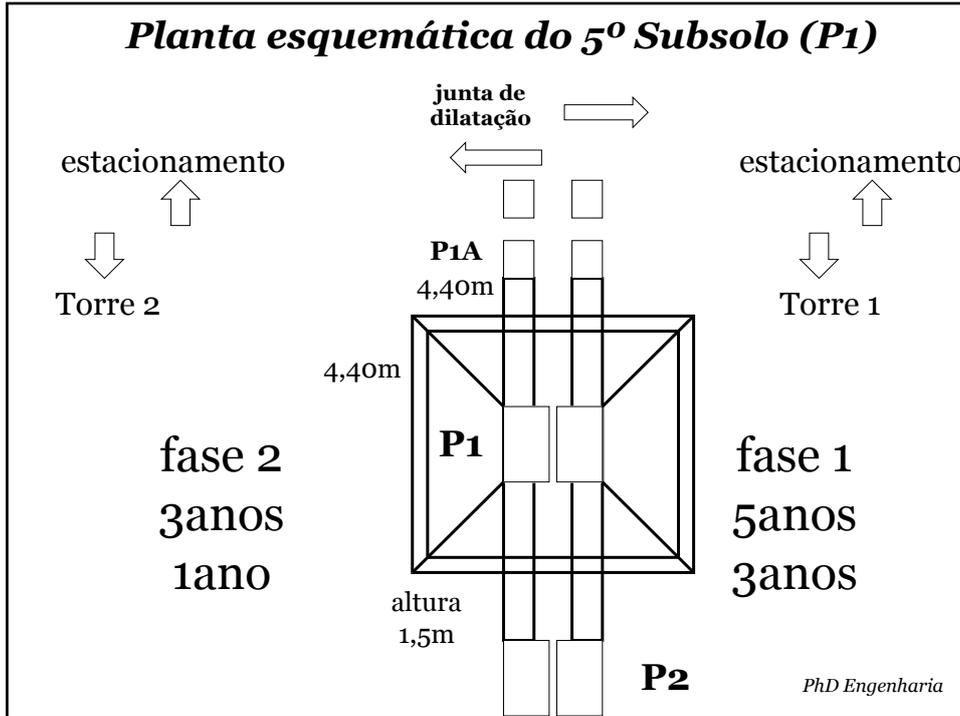
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

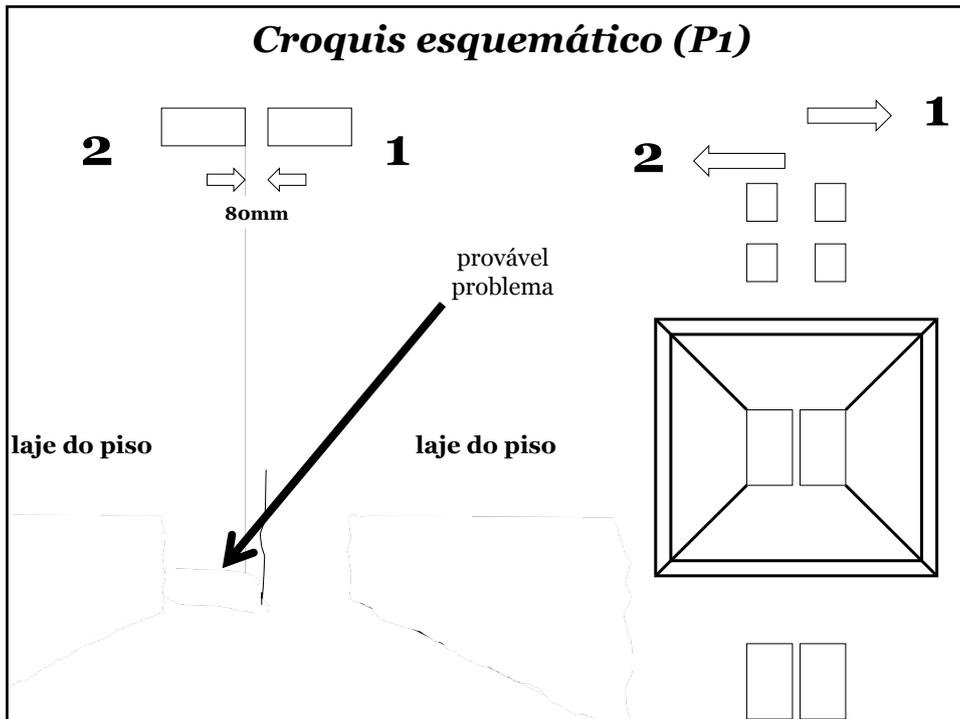
61



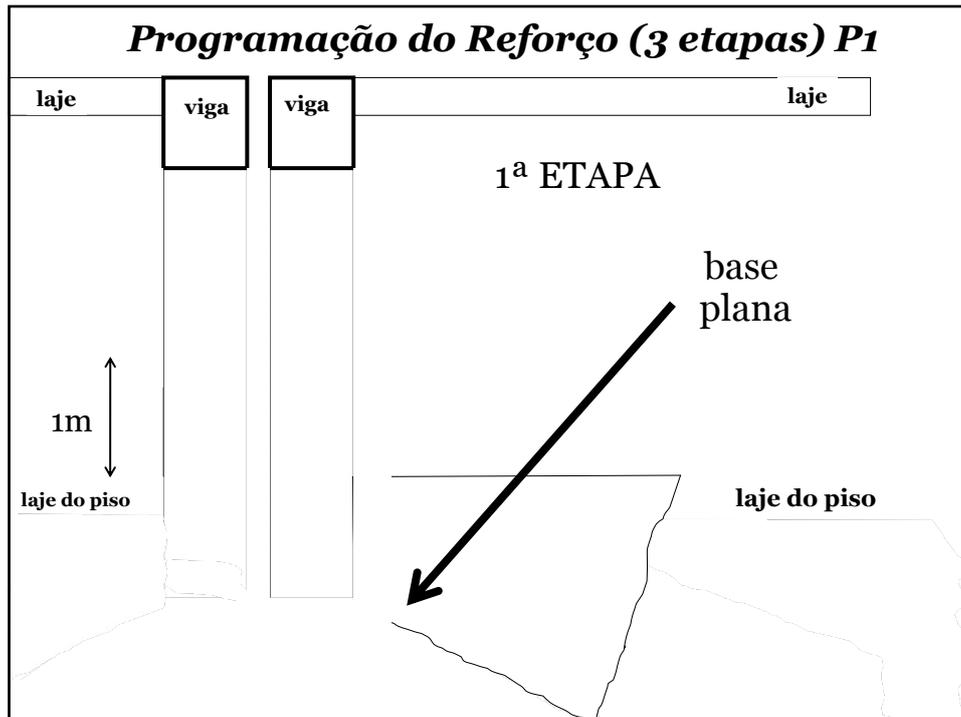
62



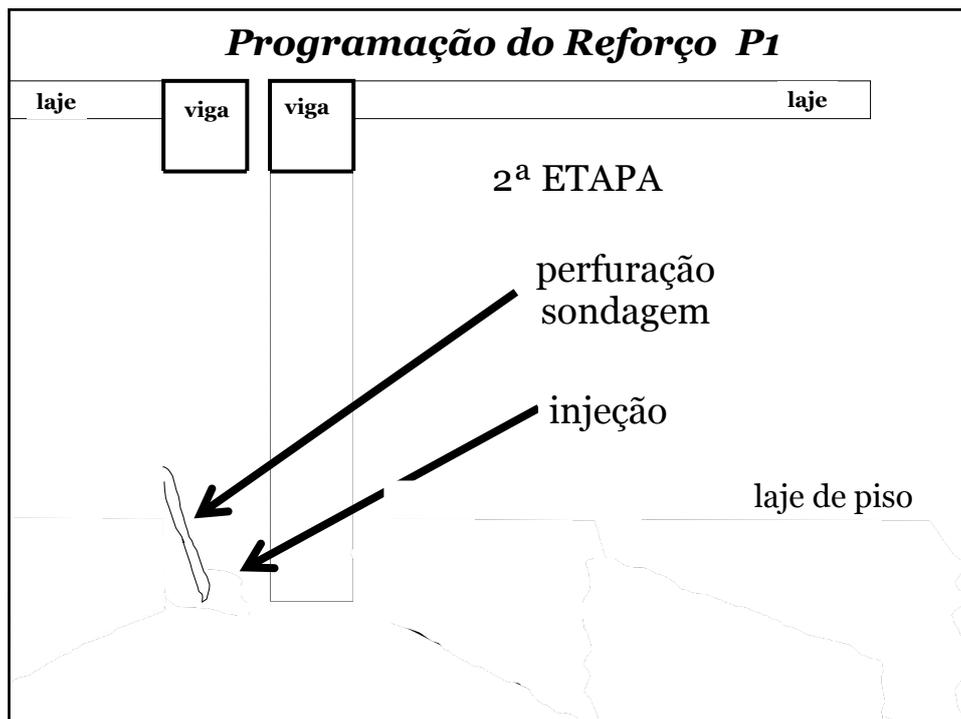
63



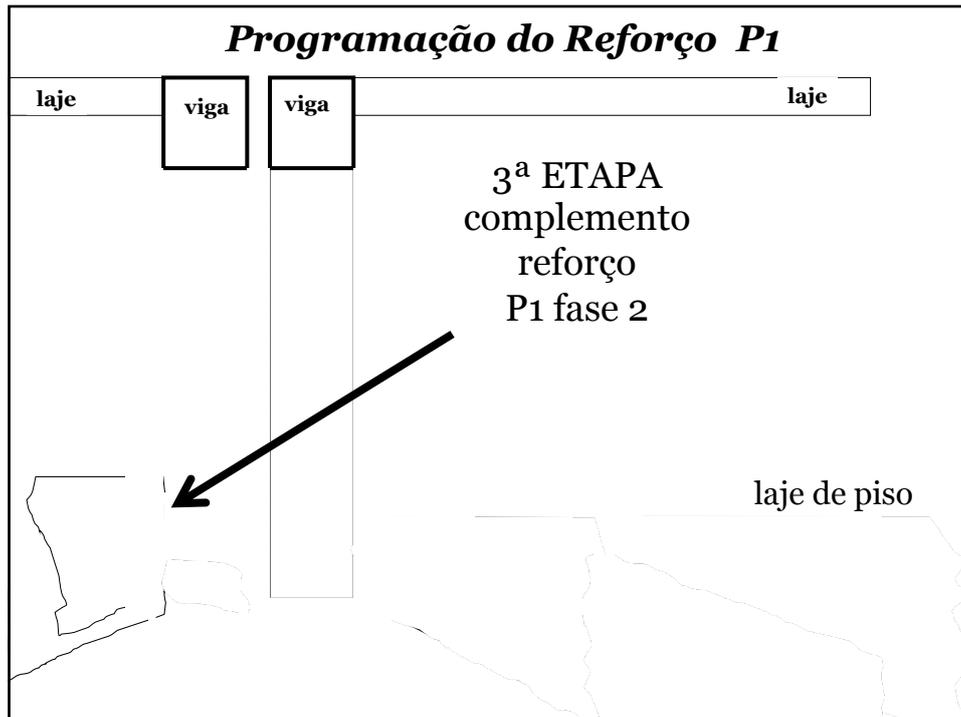
64



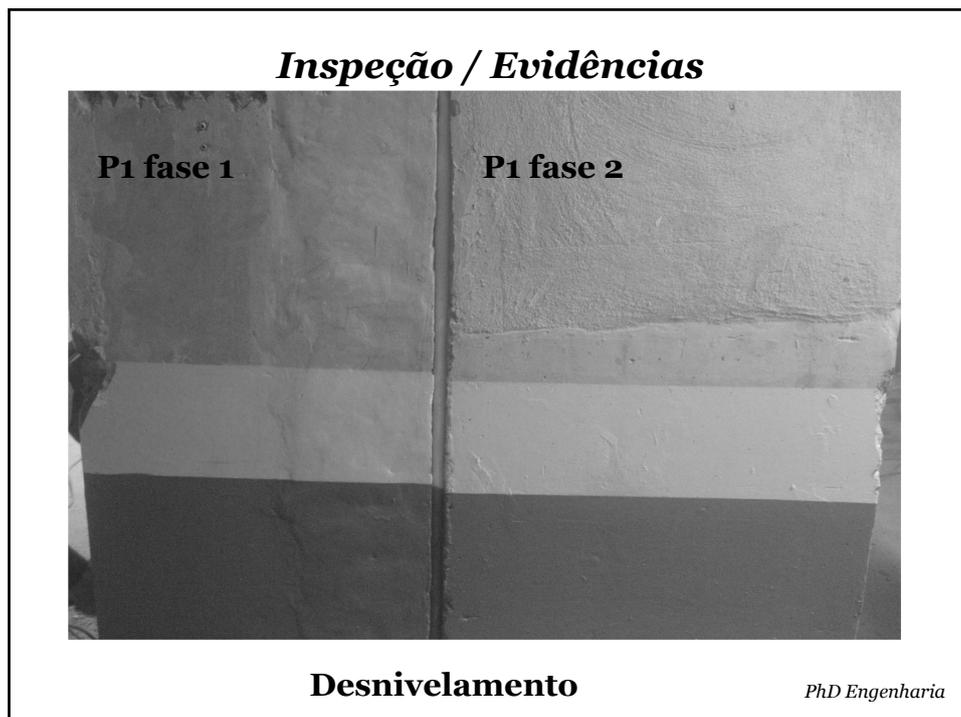
65



66

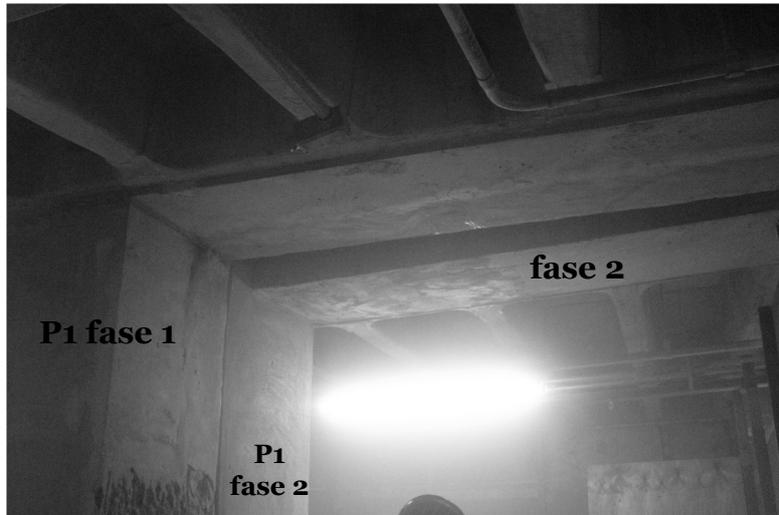


67



68

Inspeção / Evidências



Desnivelamento

PhD Engenharia

69

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

PhD Engenharia

70

Inspeção / Evidências

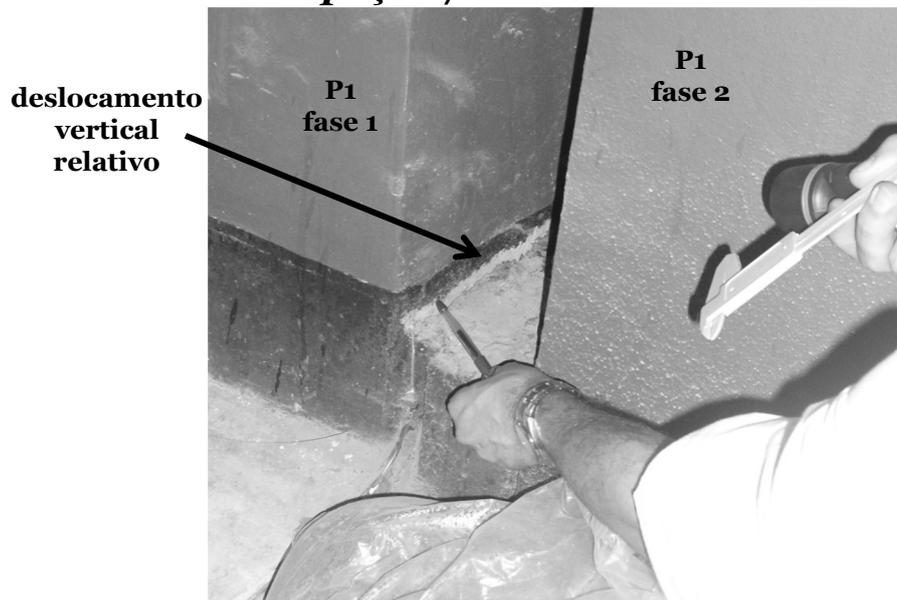


Fissuras em Vigas

PhD Engenharia

71

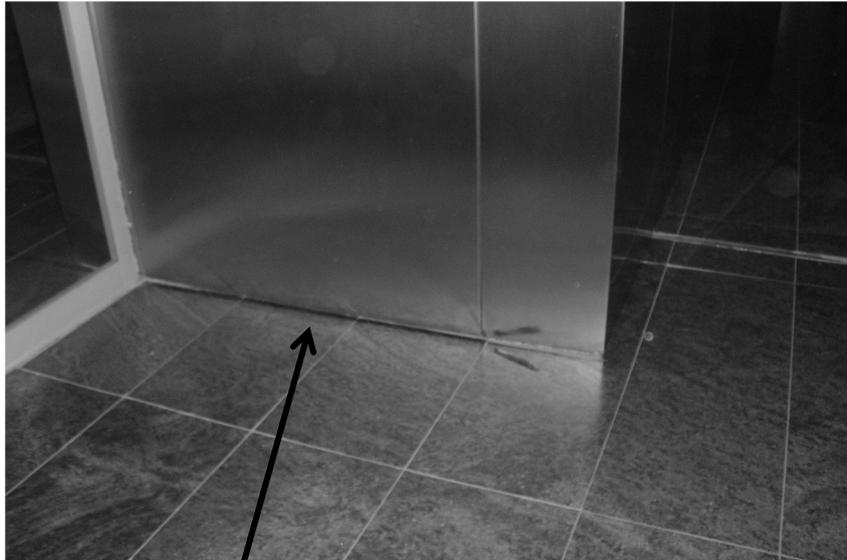
Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S4

72

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S2

PhD Engenharia

73

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S3

PhD Engenharia

74

Inspeção / Evidências

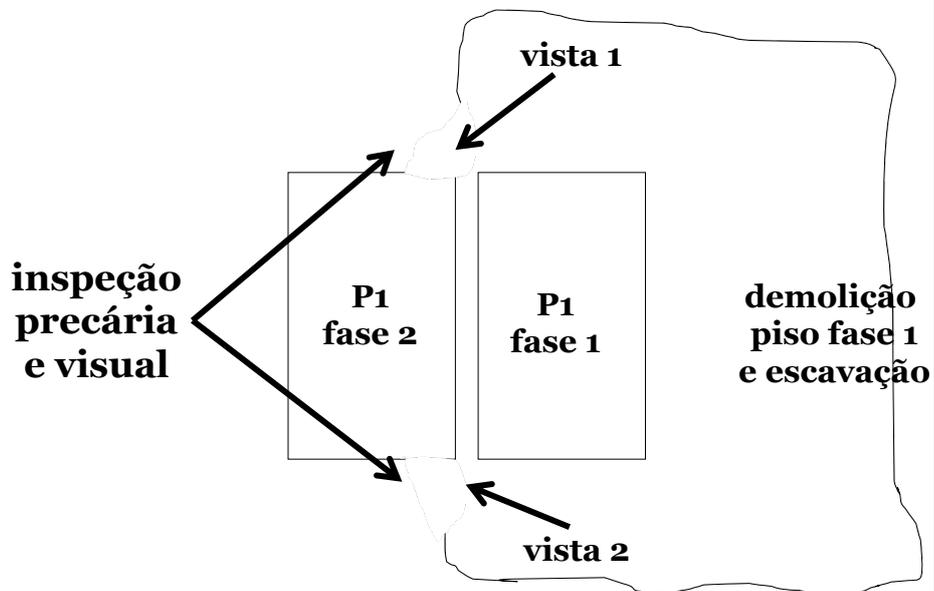


Desnivelamento e fissuras em vigas

PhD Engenharia

75

Inspeção



76

Inspeção



Demolição Piso fase 1

PhD Engenharia

77

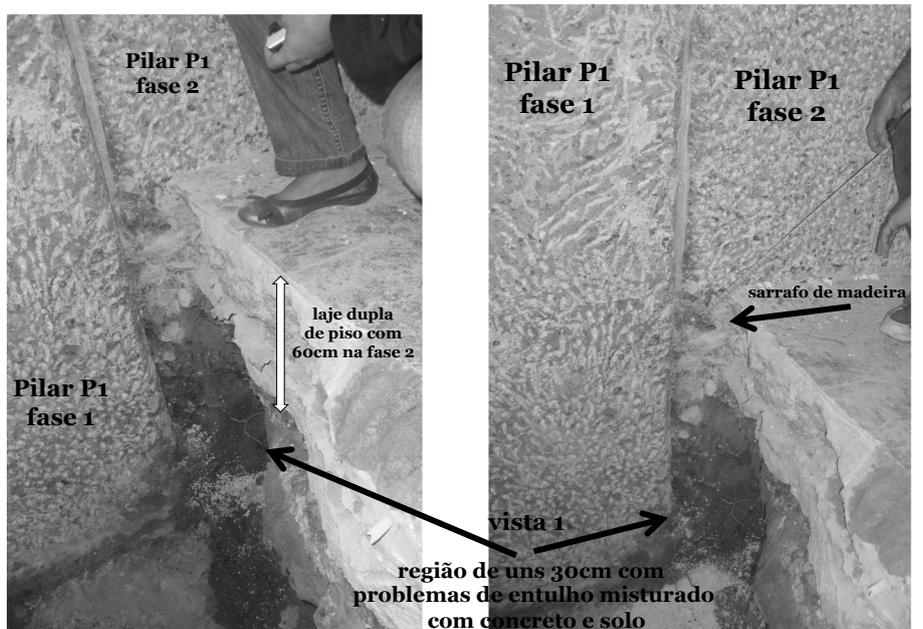
Inspeção



Escavação Piso fase 1

78

Inspeção / Diagnóstico preliminar



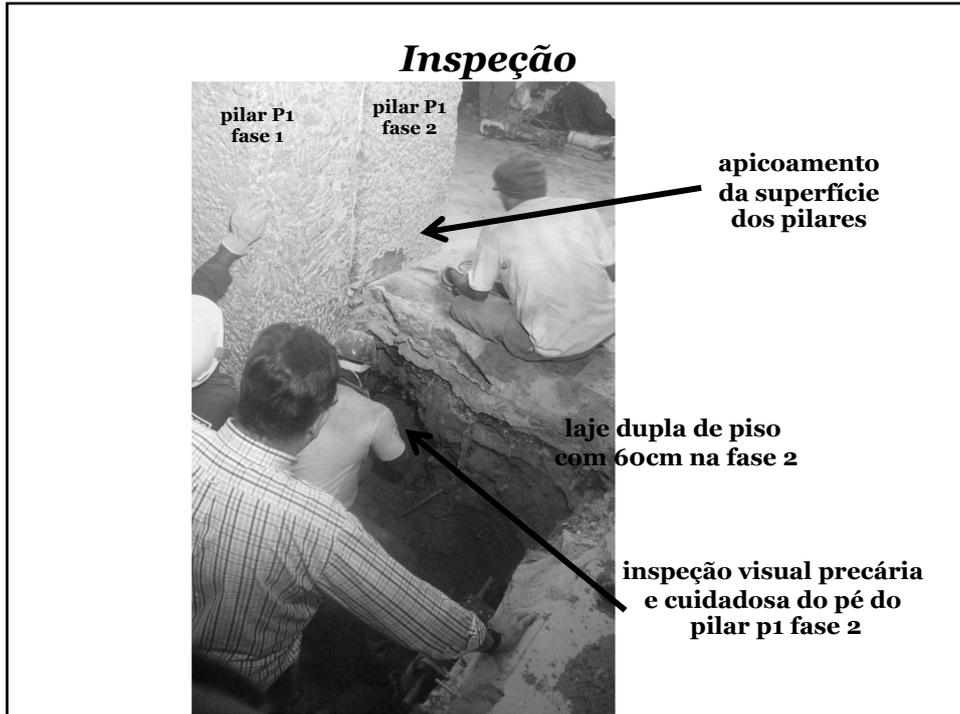
79

Inspeção

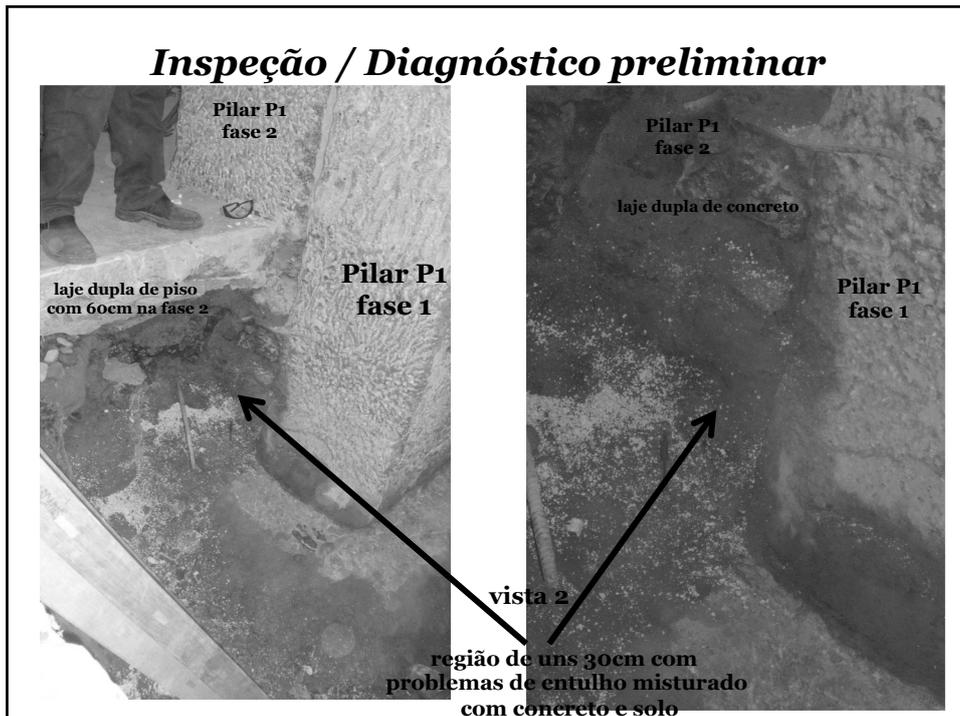


janela de prospecção vista 1

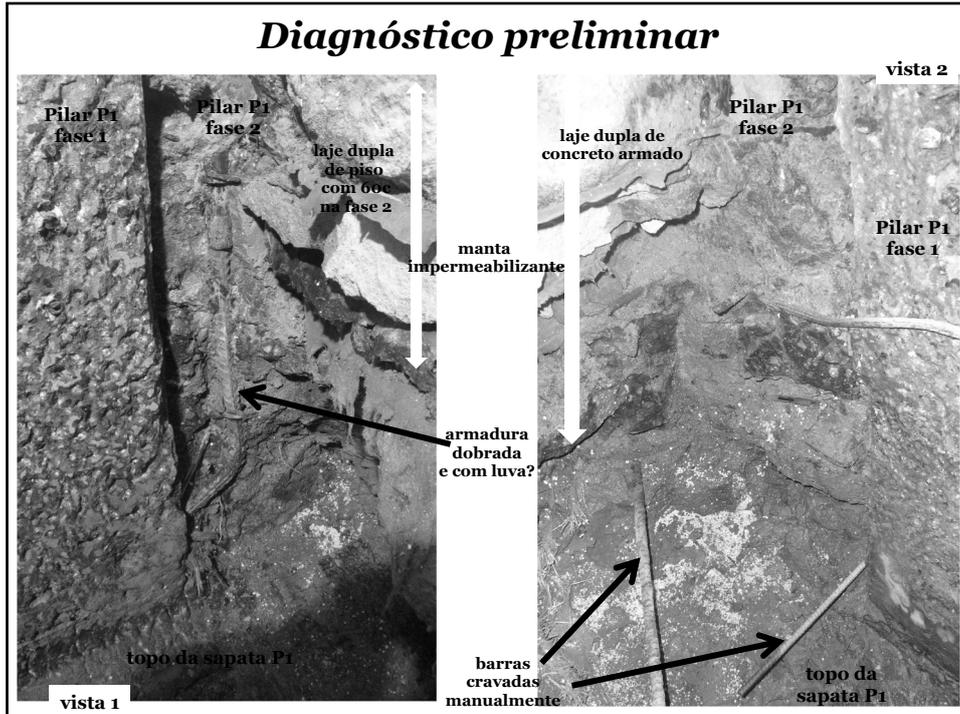
80



81



82



83



84

Inspeção

**nesse momento o grupo
encarregado da observação
por topografia da
movimentação da estrutura
informou que o pilar P1 fase
2 desceu 3mm!!**

85

Inspeção



o encarregado
da observação
do selo
de
gesso
confirmou
rompimento
do gesso

86

Inspeção

**imediatamente os
serviços de
escavação e
prospecção foram
interrompidos**

87

Inspeção



**colagem de plaquetas de
vidro 2mm para controle
de eventual movimento
de fissuras**

88

Inspeção

o reforço foi iniciado logo após observação de que o processo de recalque havia estabilizado (1,5h)

89

Preparação da fôrma



90

Preparação do Graute



91

Preparação do Graute

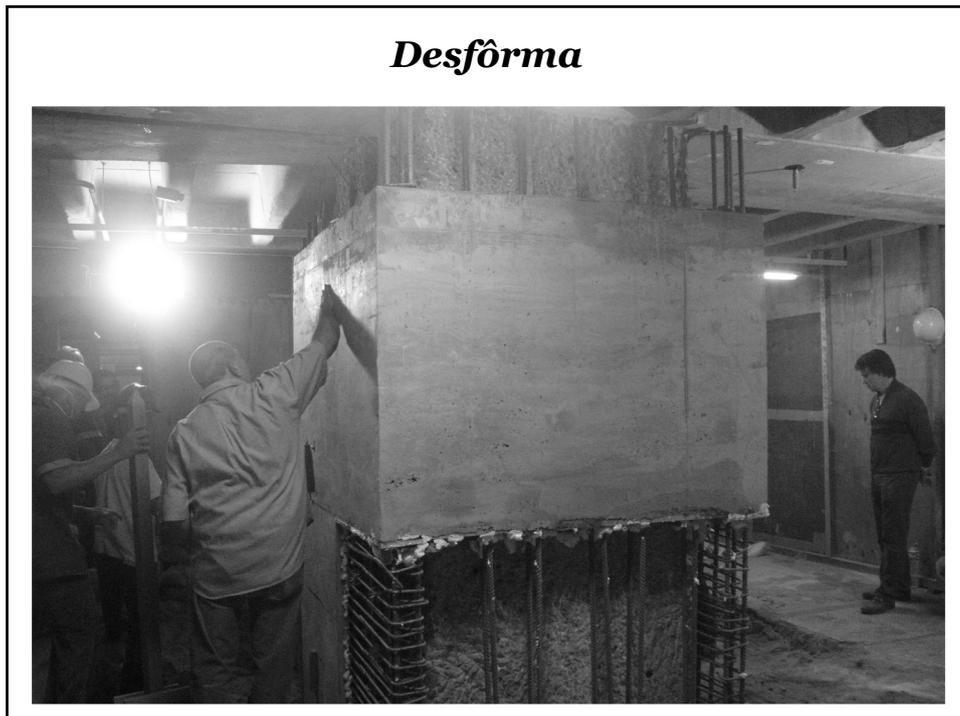


PhD Engenharia

92



93



94



95



96



97



98



99



100



101



102

Controles

PhD Engenharia

103

Resistência a Compressão Axial

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

PhD Engenharia

104

Hipóteses prováveis...

105

Hipóteses prováveis...



106

Edifício Habitacional

armadura de

pilares

obra nova

PhD Engenharia

107



108



PhD Engenharia

109



PhD Engenharia

110



111

Cual es él papel
de un Ingeniero
Constructor?

PhD Engenharia

112

- ✓ Tornar realidade un Proyecto
- ✓ Compatibilizar sueños/proyectos
- ✓ Realizar expectativas
- ✓ Liderar obreros
- ✓ (dar exemplo, saber hacer, dar importância a lo que ellos hacen)

PhD Engenharia

113

tercerizar un
trabajo ≠
tercerizar
responsabilidad

PhD Engenharia

114

outro caso desastroso!

PhD Engenharia

115

| 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 % |

PhD Engenharia

116

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.

117



118

Edifício Real Class



Belém do Pará

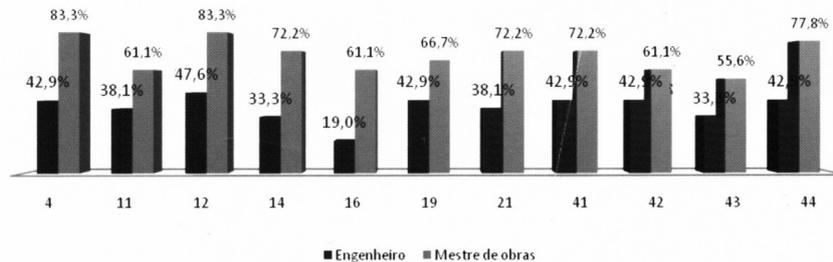
34 pavimentos

105m 20.01.2011 35MPa

PhD Engenharia

119

Figura 3 – Desvios de função



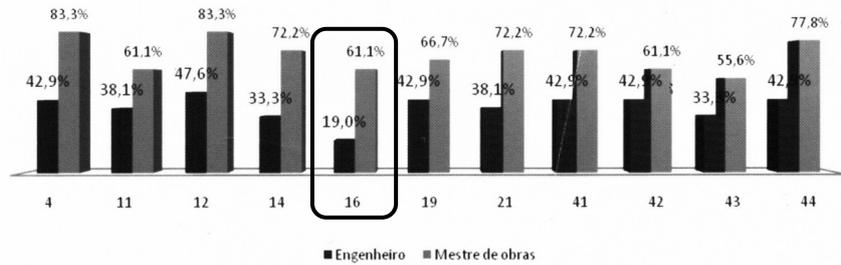
DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

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

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

120

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

Edifício Habitacional

vaciado de columnas *obra nueva*

PhD Engenharia



123



124



PND Engennaria

125



PND Engennaria

126



127

Reparo Estrutural !?

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

PhD Engenharia

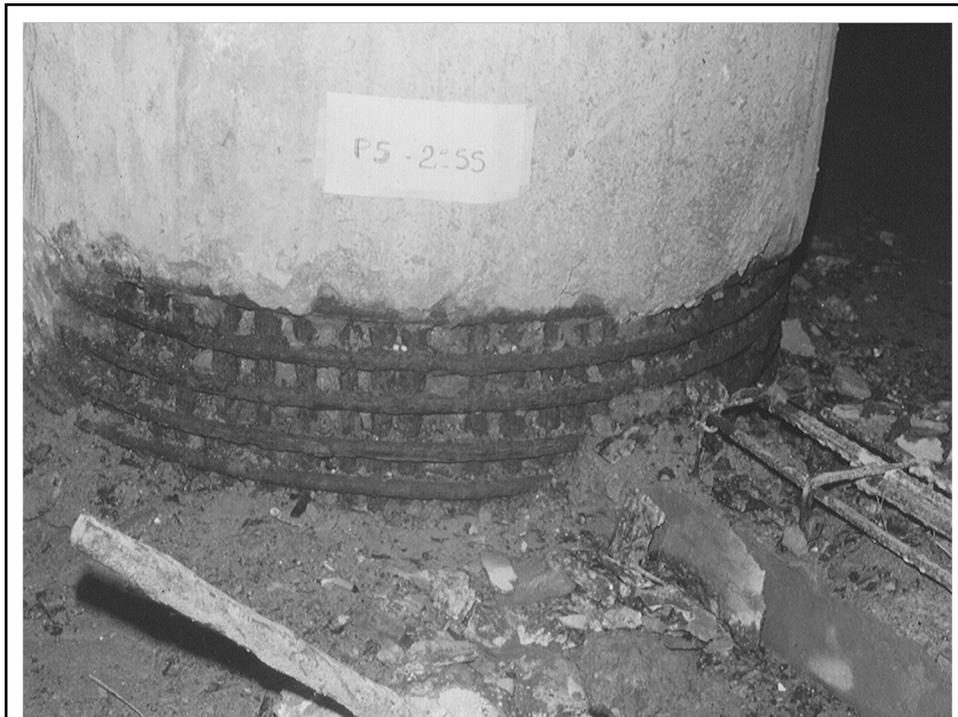
128

Reparo Estrutural !?



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

129

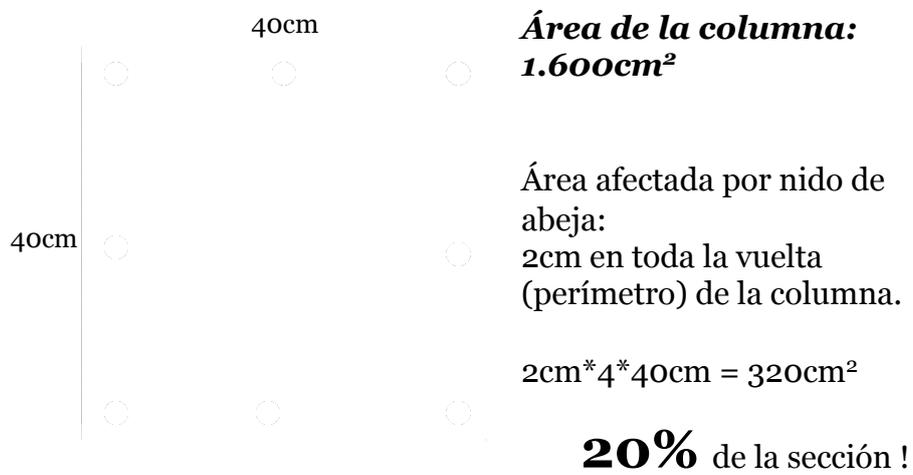


130



131

Región afectada por nidos



132

CONSTRUTOR

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

PhD Engenharia

133

Edifício Areia Branca

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

PhD Engenharia

134



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

135



136



Escombros - manhã seguinte do desabamento

PhD Engenharia

137



138



Vista geral do subsolo

139



Trinca na viga do teto do subsolo junto a cisterna

140



Vista geral do reservatório inferior (cisterna) e alagamento

141



Moradores acompanham a vistoria efetuada pela Defesa Civil

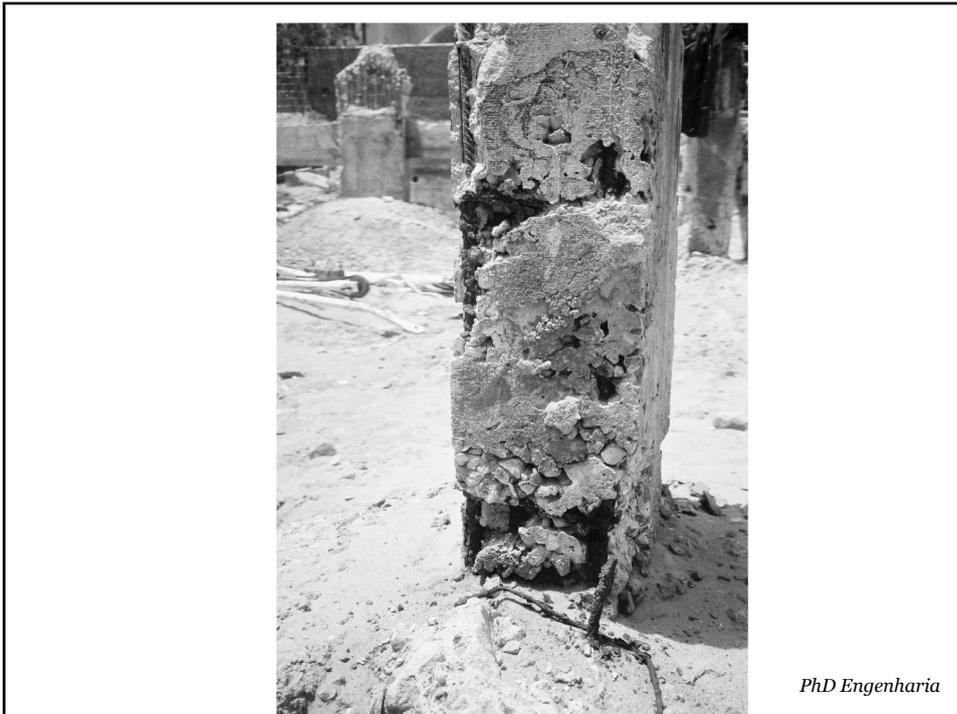
142



143



144



PhD Engenharia

145

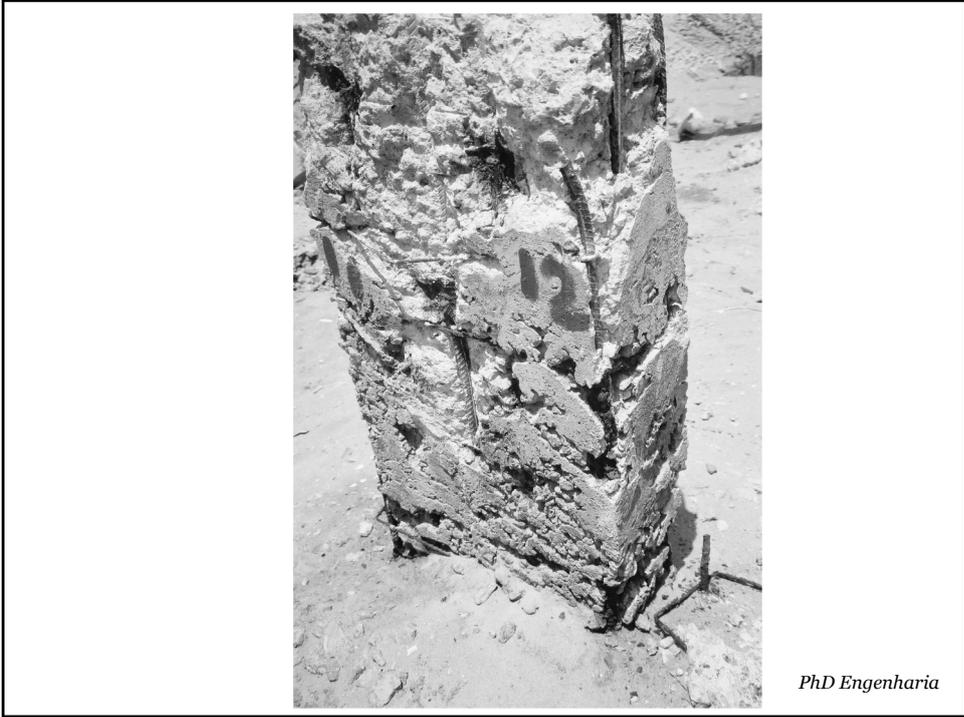


Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

146



147



148



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

149



> 20cm!!!

150

CONSTRUTOR

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

PhD Engenharia

151

Edifício Emblemático

Alphaville, São Paulo

50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

PhD Engenharia

152



153



154



155



156



157



158



159



160



161

INGENIERO CONSTRUCTOR

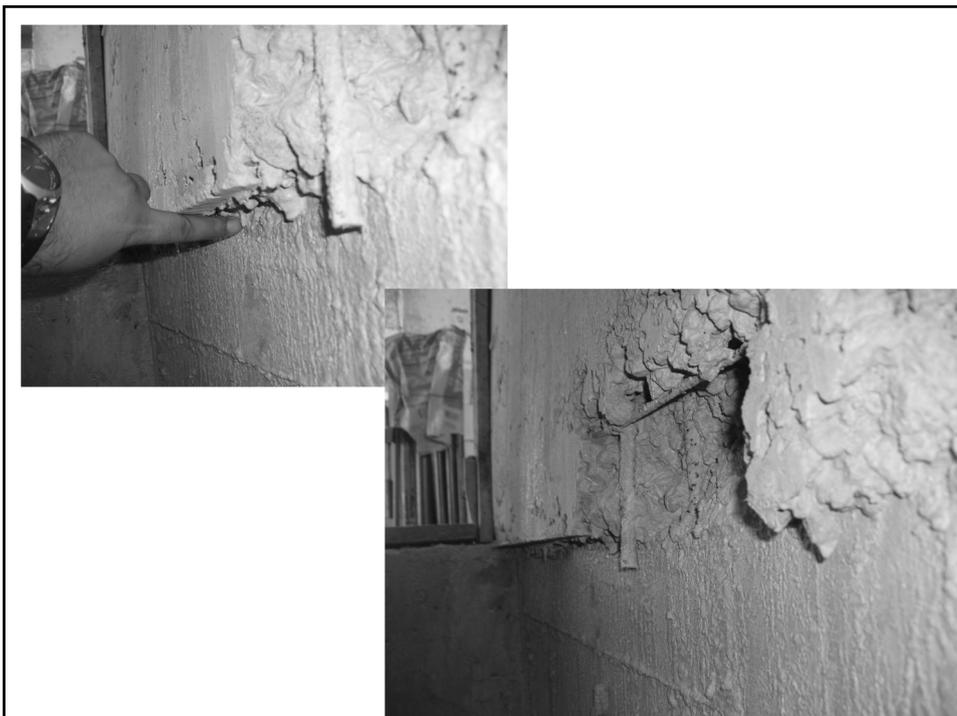
Tem a obrigação de fazer
a síntese do conhecimento
daquela obra !

PhD Engenharia

162



163



164

2.2. Sistema de Ensaio

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

Foram realizados passos de carga de 20 kN até haver uma decompressão da fibra menos comprimida ou quando o concreto estivesse próximo a uma deformação específica de 2 %, aplicando-se então passos de carga de 10 kN para um melhor entendimento do fenômeno até o momento da ruptura. A Figura 2 mostra um esquema do posicionamento do pilar na estrutura de reação durante a realização do ensaio.

Os ensaios foram realizados no laboratório de Estruturas da Universidade de Brasília – UnB.

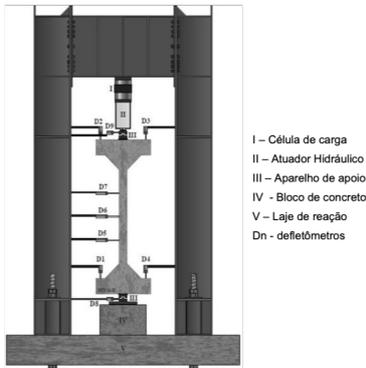


Figura 2 – Pilar posicionado no pórtico de reação com a instrumentação

Estudo Experimental e Numérico de Pilares de Concreto Armado Submetidos a Flexo-compressão Normal

Carlos Eduardo Luna de Melo (1);
Galileu Silva Santos (2);
Yosiaki Nagato (3);
Guilherme Sales Soares de A. Melo (4)

(1) Professor, Departamento de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, email: carlosluna@unb.br
(2) Doutorando em Estruturas, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: galileueng@yahoo.com.br
(3) Professor, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: nagato@unb.br
(4) Professor, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, email: melog@unb.br

grande excentricidade, com esmagamento do concreto e escoamento da armadura. Foi verificado para todos os pilares que a ruína dos mesmos aconteceu após a ruptura do concreto na face mais comprimida. Nos pilares com maior excentricidade da força, a armadura junto à face T chegou a escoar antes do esmagamento do concreto.

Tabela 2 - Carga, deslocamentos e deformações últimas e modos de ruptura

| Modelos | e inicial (mm) | F _{u,exp} (kN) | D _{6,max} (mm) | ε _c (‰) | ε _s (‰) | Modo de Ruína |
|------------|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--|
| PFN 00-2.5 | 0 | 1078,2 | 4,87 | -2,20 | -1,60 | Ruína frágil com esmagamento do concreto. (Domínio 5) |
| PFN 15-2.5 | 15 | 670,4 | 14,72 | -2,15 | -0,20 | |
| PFN 24-2.5 | 24 | 360,8 | 14,60 | -1,60 | 0,18 | Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto, sem escoamento da armadura. (Domínio 4, 4a) |
| PFN 30-2.5 | 30 | 336,0 | 72,59 | -1,60 | 0,75 | |
| PFN 40-2.5 | 40 | 246,0 | 27,49 | -1,90 | 1,85 | Ruína por flexo-compressão com grande excentricidade, com ruptura do concreto e escoamento da armadura. (Domínio 3) |
| PFN 50-2.5 | 50 | 201,2 | 43,60 | -2,70 | 3,00 | |
| PFN 60-2.5 | 60 | 164,8 | 39,71 | -3,00 | 1,30 | |

3.2. Deformações específicas das armaduras

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

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

Qual a MISSÃO do Construtor?

PhD Engenharia

167

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

PhD Engenharia

168

BROOKFIELD MALZONI 2010

Arquitetura: BOTTI e RUBIN

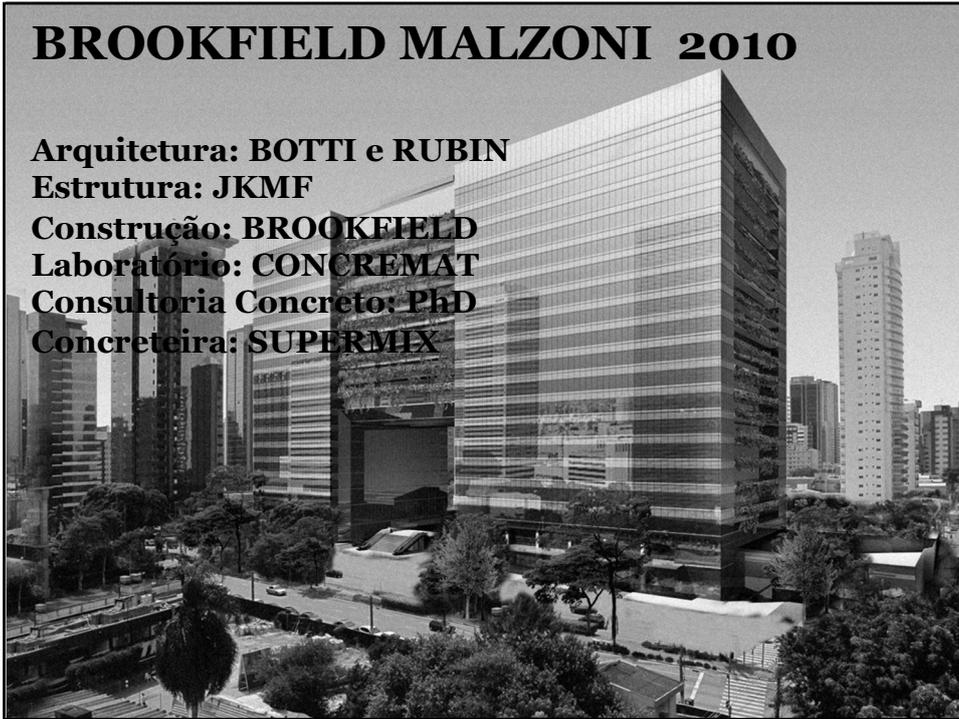
Estrutura: JKMF

Construção: BROOKFIELD

Laboratório: CONCREMAT

Consultoria Concreto: PhD

Concreteira: SUPERMIX



169



170



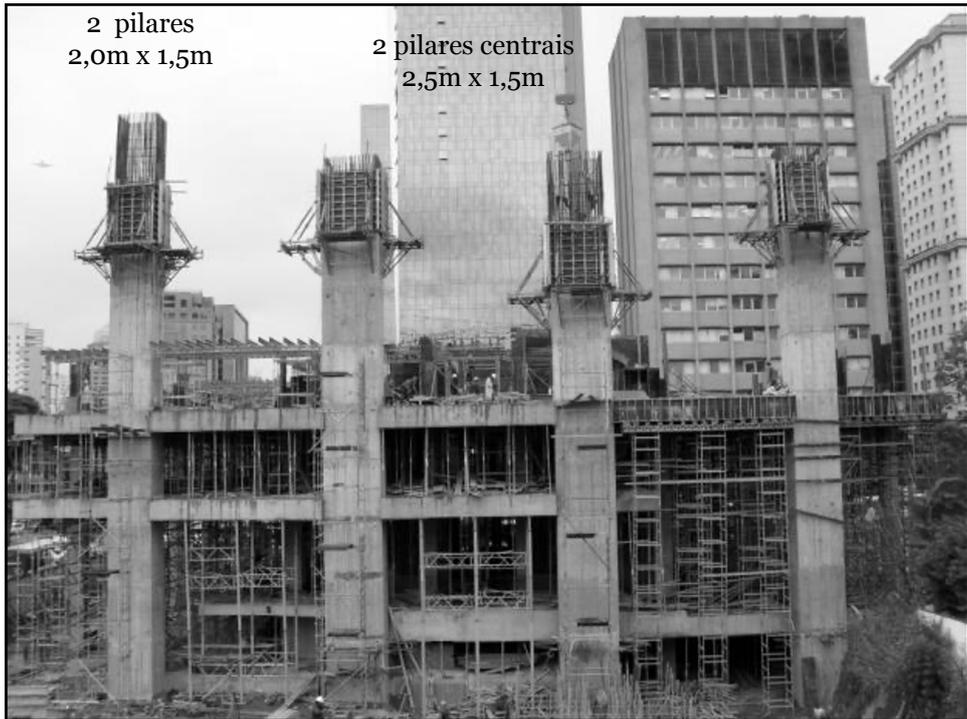
171



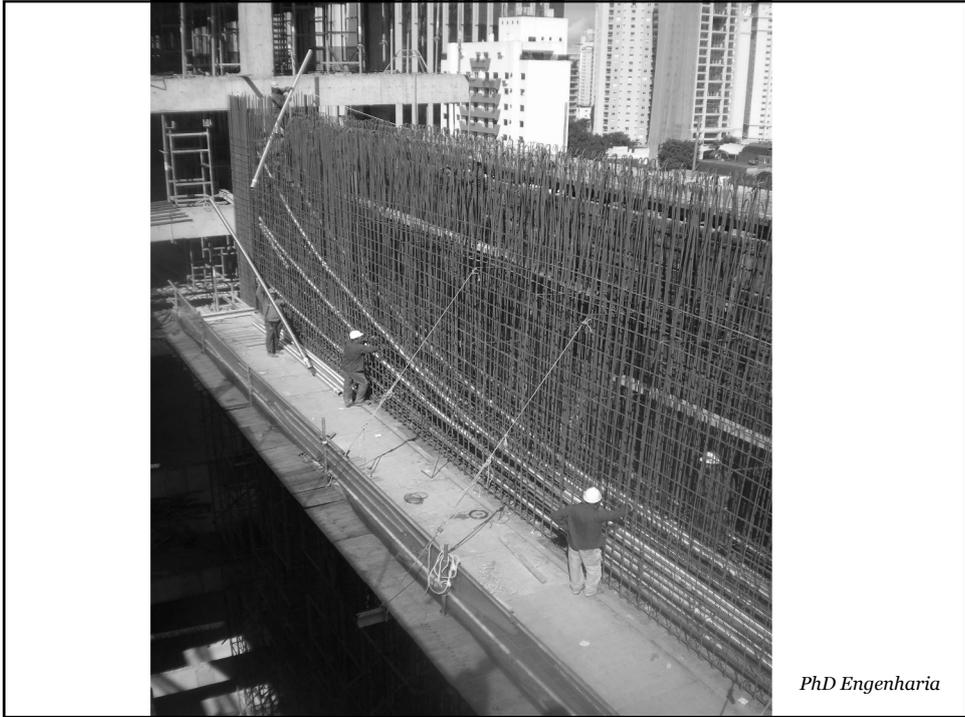
172



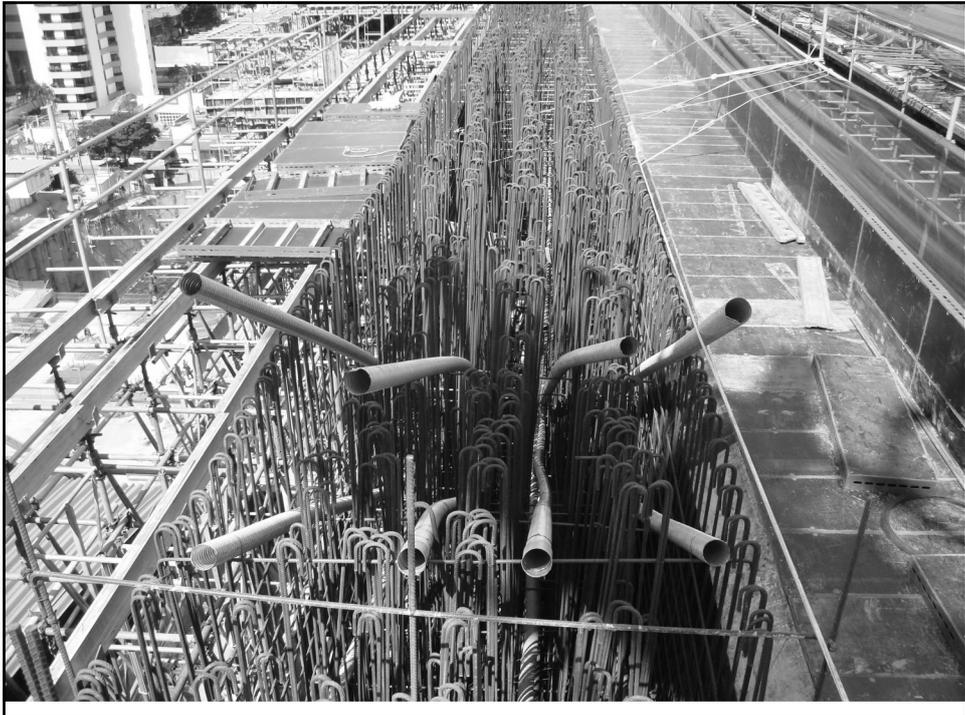
173



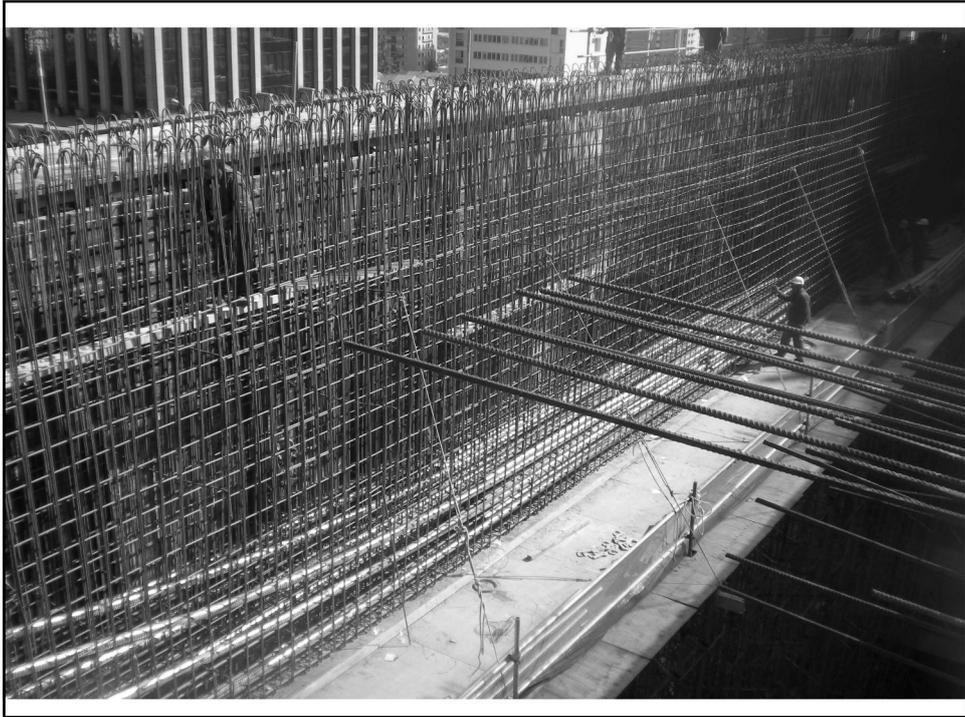
174



175



176



177



178



179



180



escoramento em balanço

PhD Engenharia

181



**CEB-FIP
fib Bulletin 38,
2007**

PhD Engenharia

182

Acabamento



183



184

Torre Solar de los Juegos Olímpicos de 2016

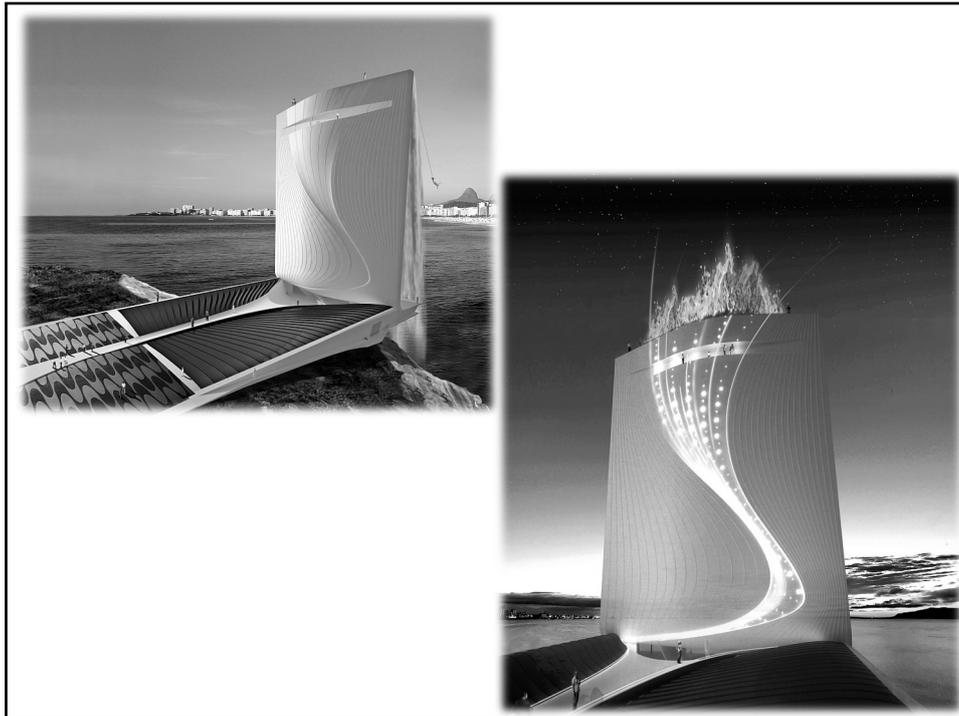
Rio de Janeiro - BR



185



186



187

ALCONPAT Int.
ALCONPAT Ecuador:
Compromiso !
Do your best!
Haga su mejor!

188



189