



GRUPO *idd*
CONSTRUINDO CONHECIMENTO

**Reforço de Estruturas
de Concreto
Soluções Inovadoras**

Reabilitação e reforço de pilares

soluções não convencionais... inovação?





do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras

Paulo Helene
*Diretor PhD Engenharia
Conselheiro Permanente IBRACON
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional
Diretor Técnico do Instituto Brasileiro do Concreto
Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design
Conselheiro da CNTU e SEESP*

IDD 13 de setembro de 2019 Curitiba/PR

1

- **Projeto (ABNT NBR 6118)**
- **Concreto. Controle de recebimento(ABNT NBR 12655)**
- **Concreto. Controle de aceitação (ABNT NBR 12655)**
- **Laboratórios de controle (ABNT NBR 12655)**
- **Execução (ABNT NBR 14931)**
- **Não conformidades (ABNT NBR 7680)**
- **Intervenções corretivas**

2

**Demolição e reconstrução
de pilares com $f_{ck,est}$
abaixo do f_{ck}**

3

 **Hotel
Marrinat
residence
São Paulo**

4



5



6

Hotel Marrinat

São Paulo → 2001

Edifício em construção $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

testemunhos $f_{ck,est} = 21 \text{ MPa}$

**preocupação → 4 andares em construção
acima deste 3º piso de garagem
(subsolo)**

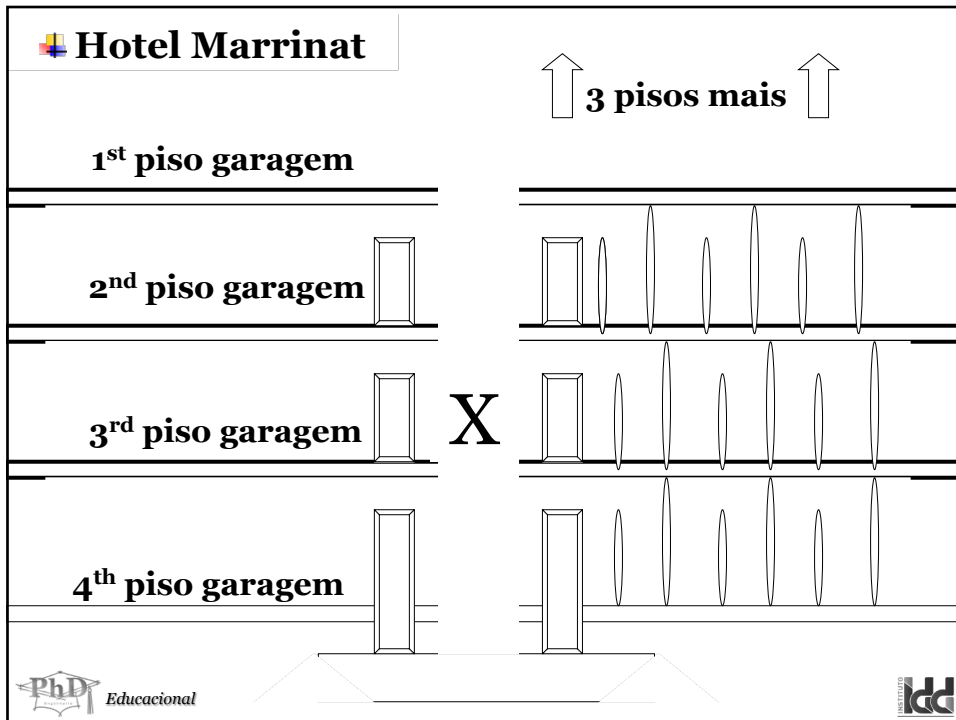
7

Hotel Marrinat

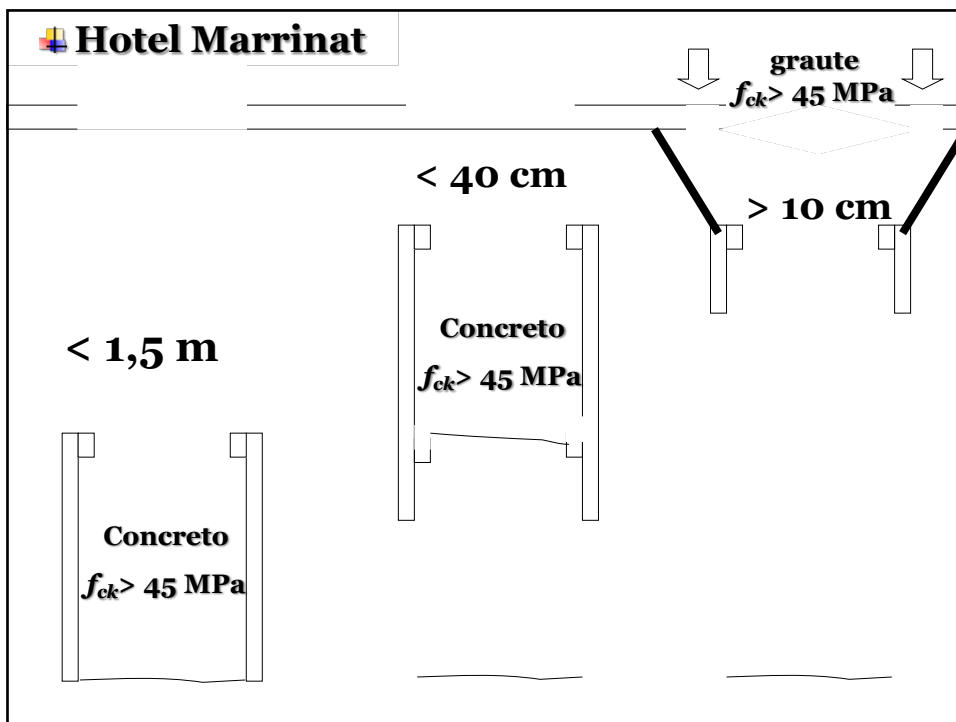
Solução:

- **Demolir 14 pilares, 16 m³**
- **Escorar lajes e vigas**
- **Escorar andares inferiores e superiores**
- **Transferir as cargas para pilares metálicos temporários**
- **Adaptar fundação**
- **Reconstruir os pilares**

8



9



10



11



12



13



14



15



16



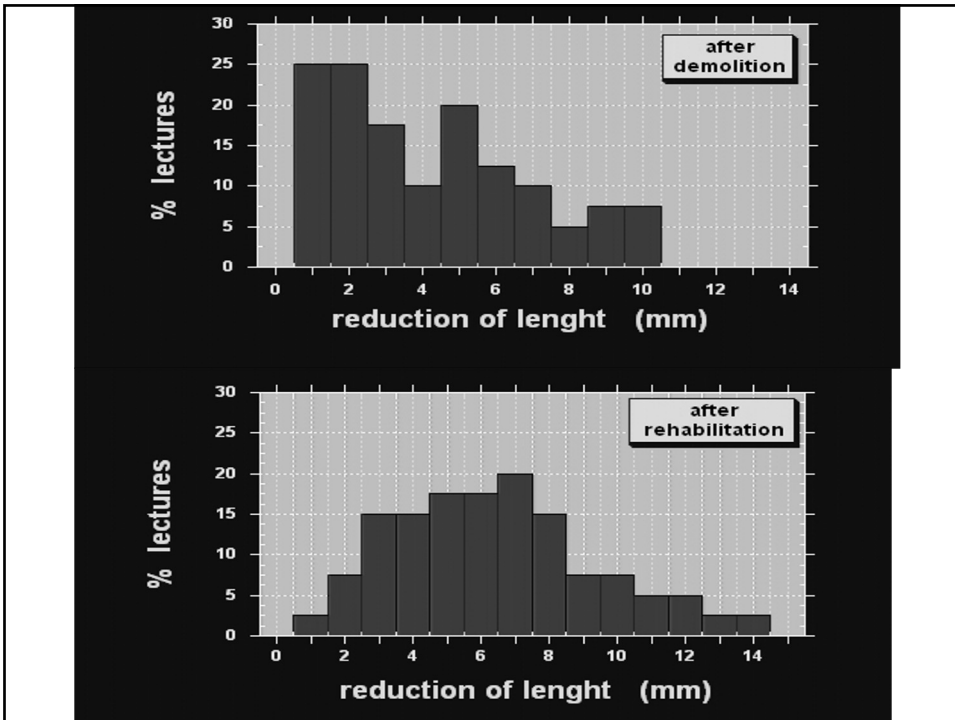
17



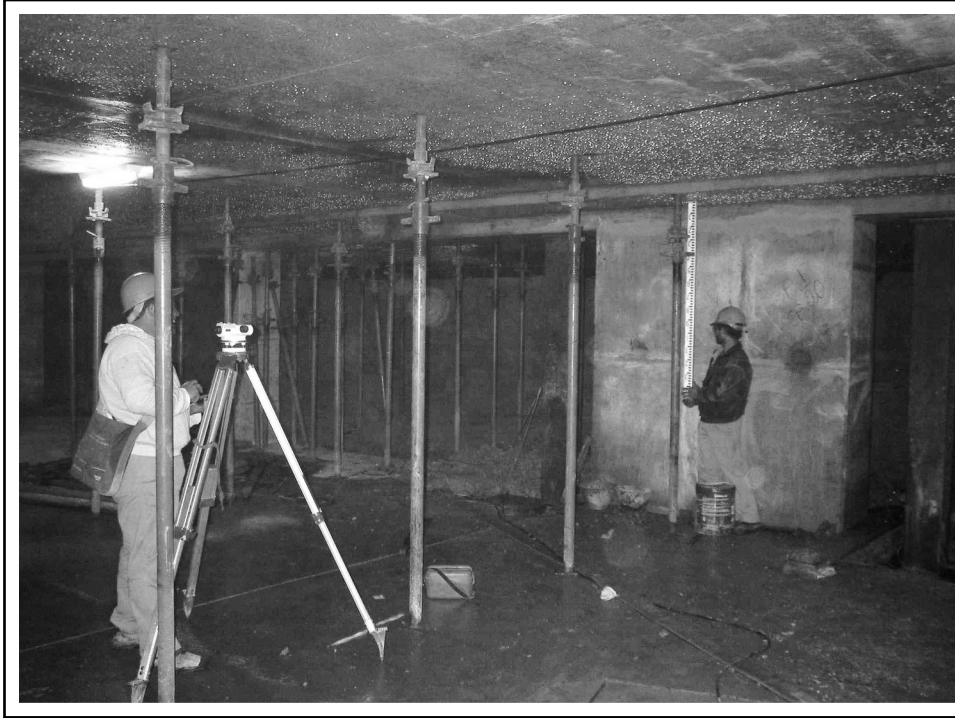
18



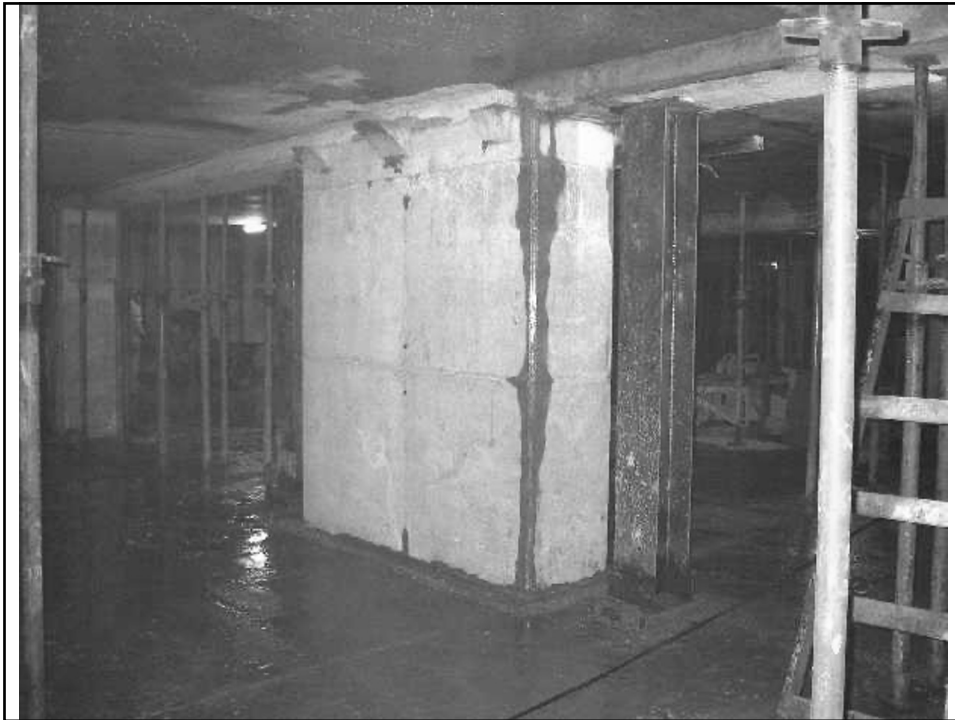
19



20



21



22



23

 **Rome**
Park Hotel
flat residence
Alphaville SP

24



25



26

Rome Park Hotel

Alphaville SP → 2001

Edifício em construção $f_{ck} = 35$ MPa

Testemunhos $f_{ck,est} = 19$ MPa

**preocupação → 7 pisos em construção
acima do térreo**

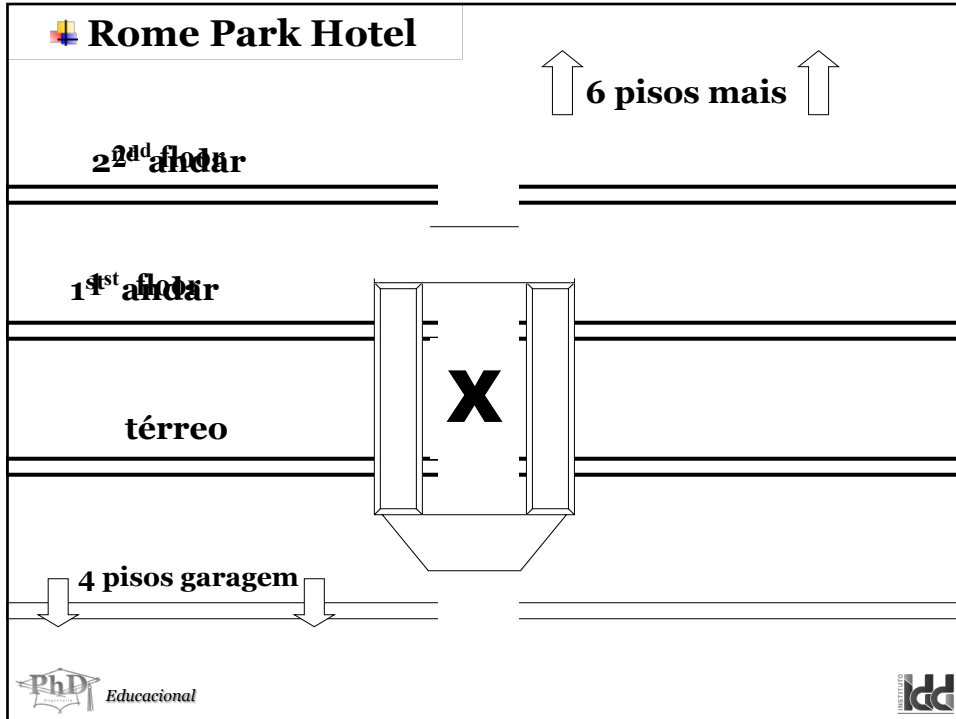
27

Rome Park Hotel

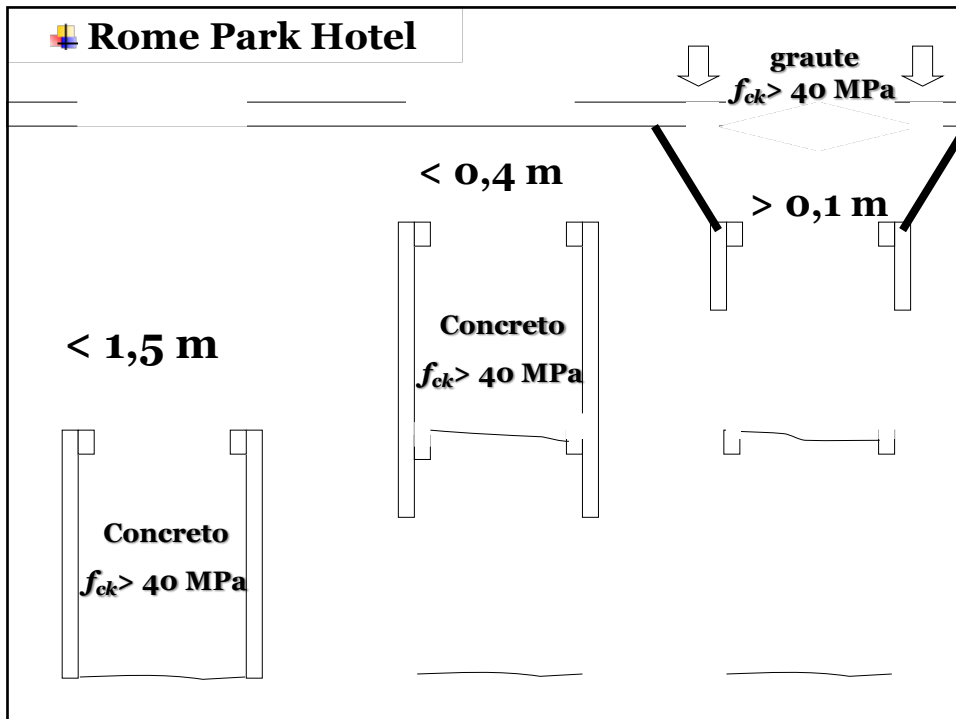
Solução:

- **Demolir 7 pilares, 7 m³**
- **Escorar laje e vigas (não)**
- **Adaptar fundação (não)**
- **Transferir cargas a pilares metálicos temporários**
- **Reconstruir o pilar de concreto**

28



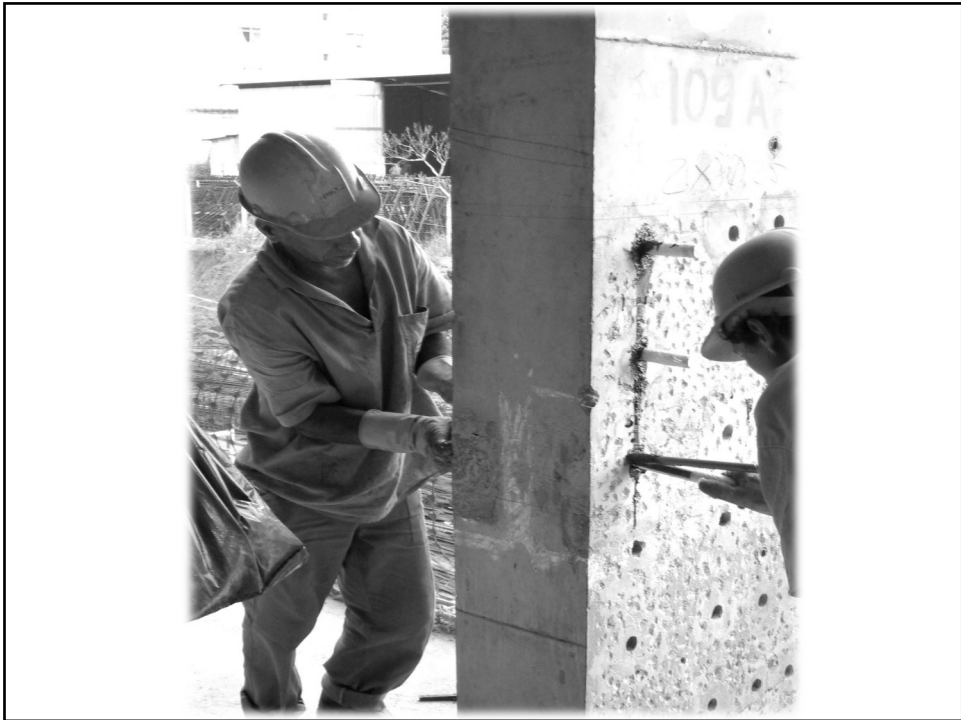
29



30



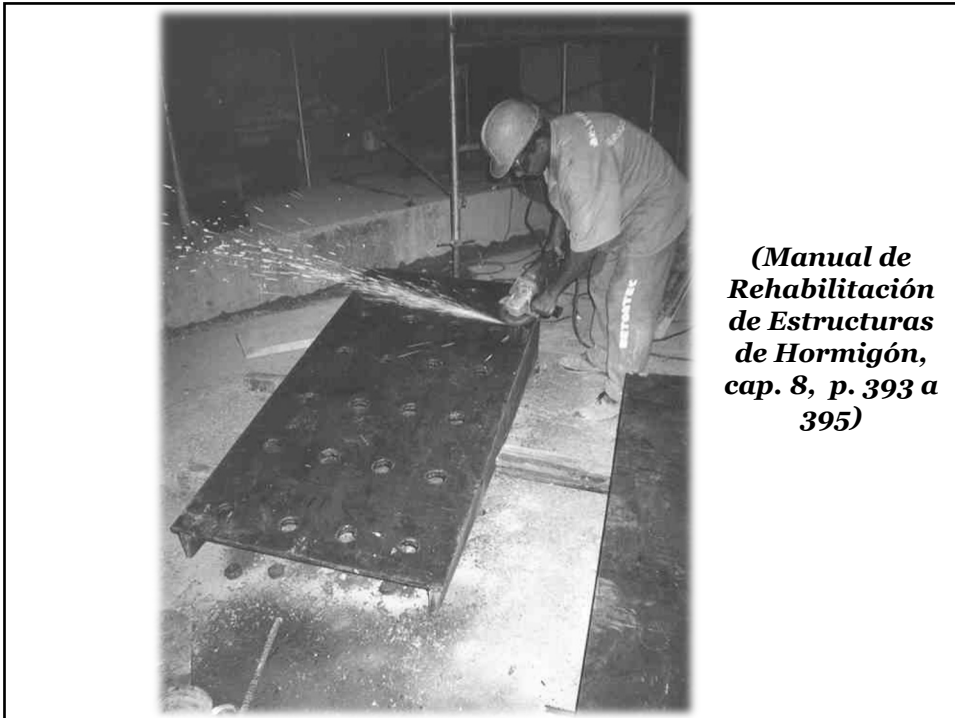
31



32



33



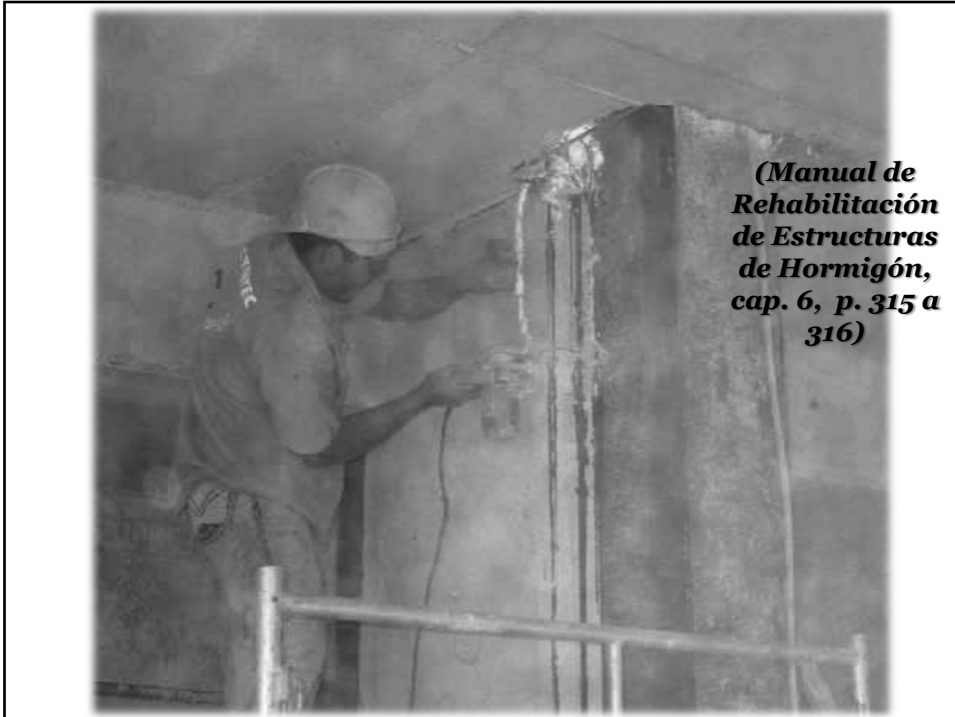
34



35



36



37



38



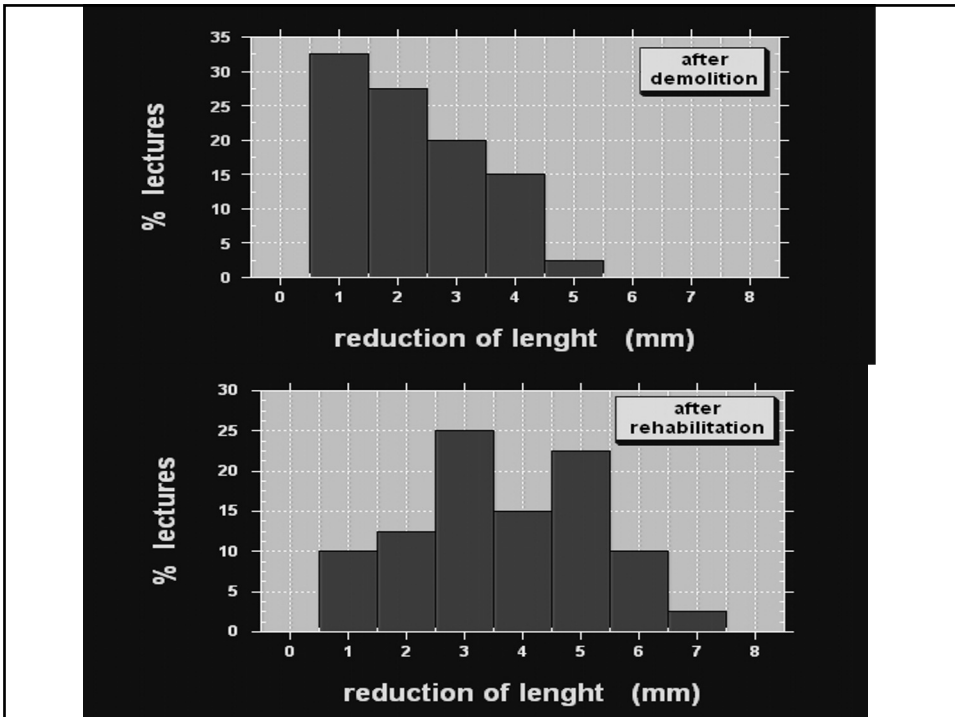
39



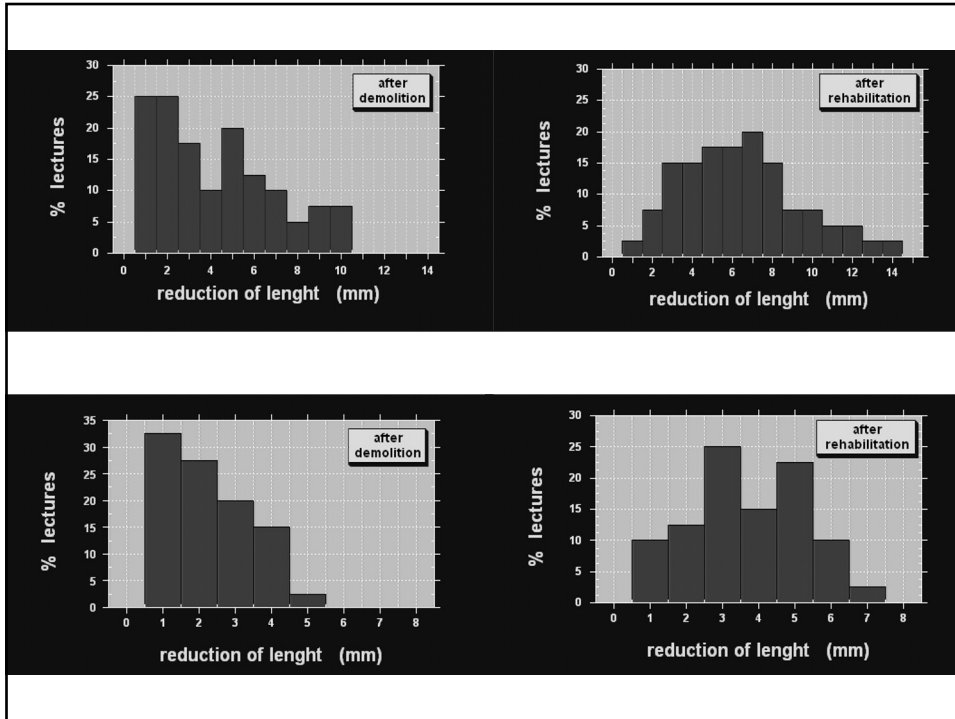
40



41



42



43



44



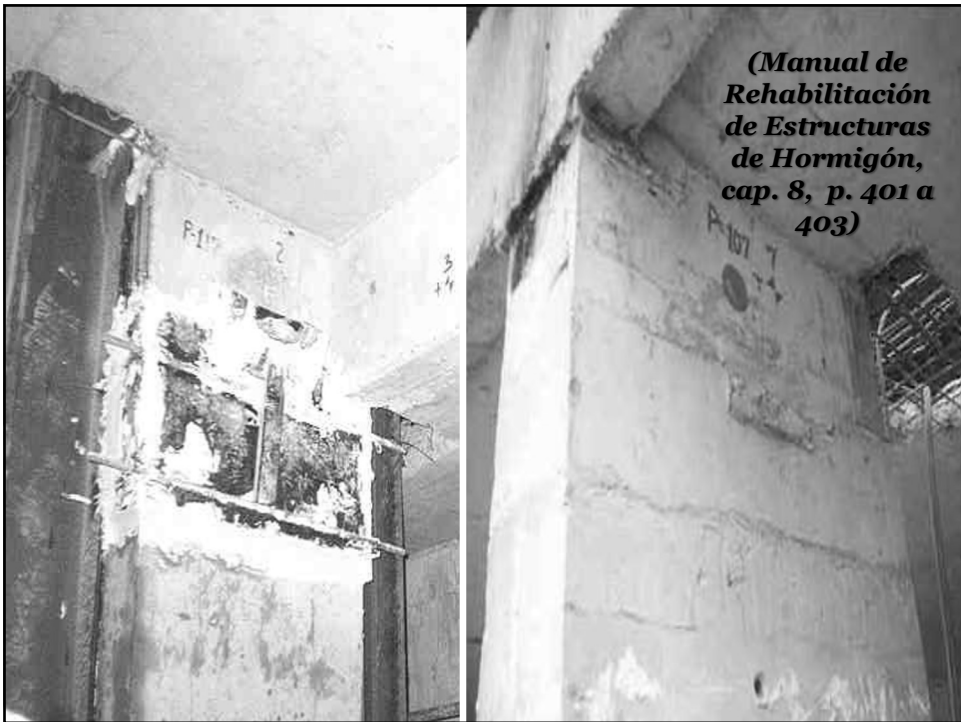
45



46



47



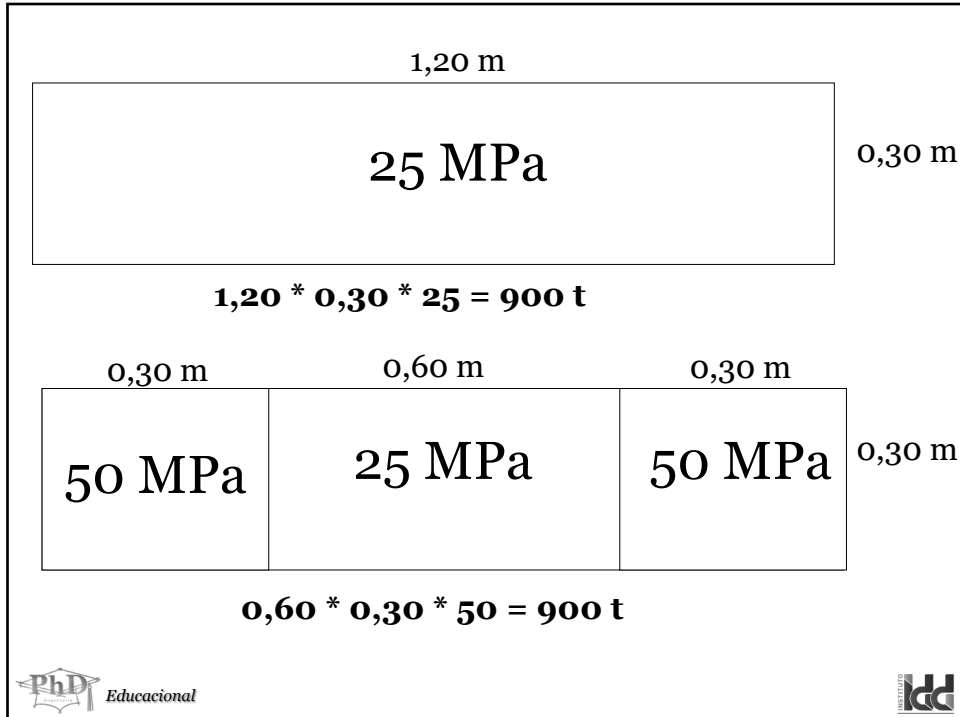
48

Reabilitação de pilar sem alterar geometria

Substituir o concreto original por um mais resistente, por exemplo $f_{ck} = 25$ MPa por $f_{ck} = 50$ MPa

Seqüência executiva da intervenção corretiva:

- Escoramento no andar localizado e demarcação dos trechos a serem demolidos;
- Demolição do primeiro trecho (Etapa 1);
- Montagem das formas providas de cachimbo;
- Concretagem do primeiro trecho com material indicado em projeto;
- Repetição do mesmo ciclo para a Etapa 2.



51



52

Demolição do primeiro trecho do reforço:



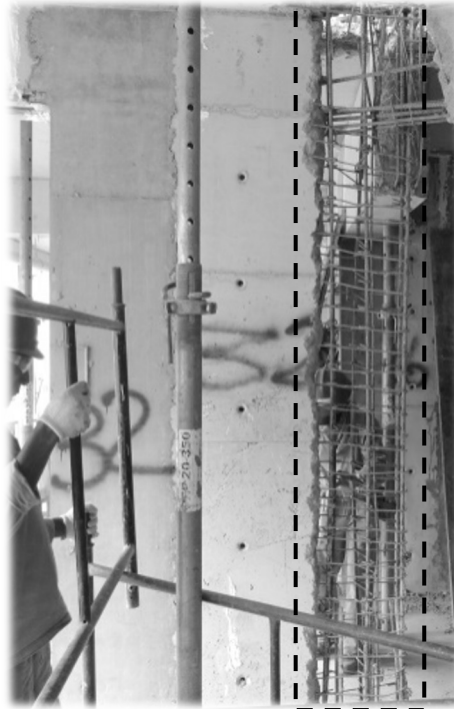
53

Primeiro trecho do reforço executado:



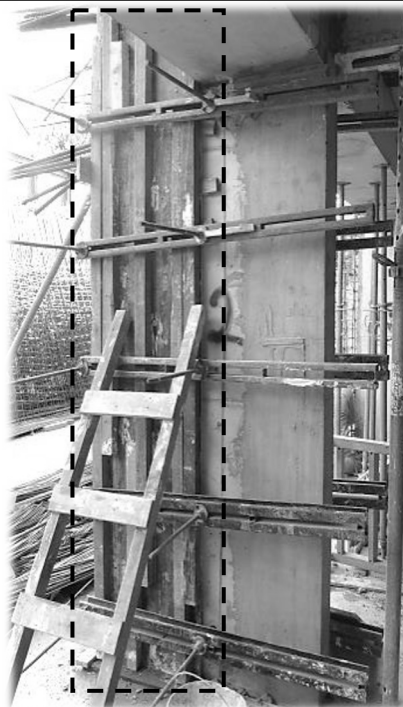
54

**Demolição do segundo
trecho do reforço:**



55

**Concretagem do
segundo trecho do
reforço:**



56



57

seria um caso de
sabotagem???

58

Dados do Edifício

36pavimentos + 5subsolos

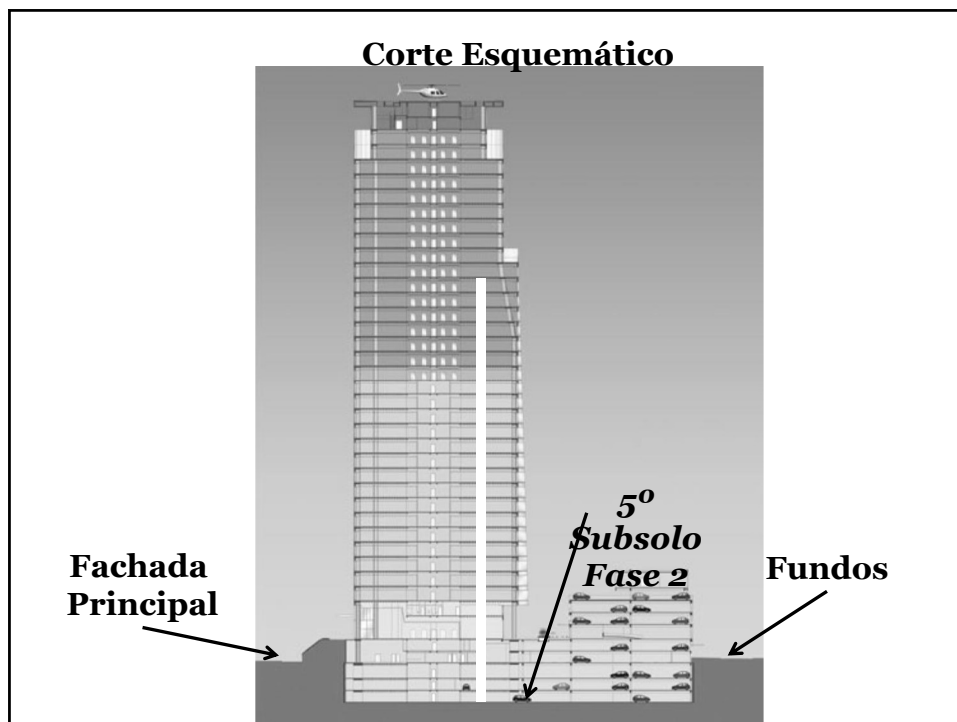
Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

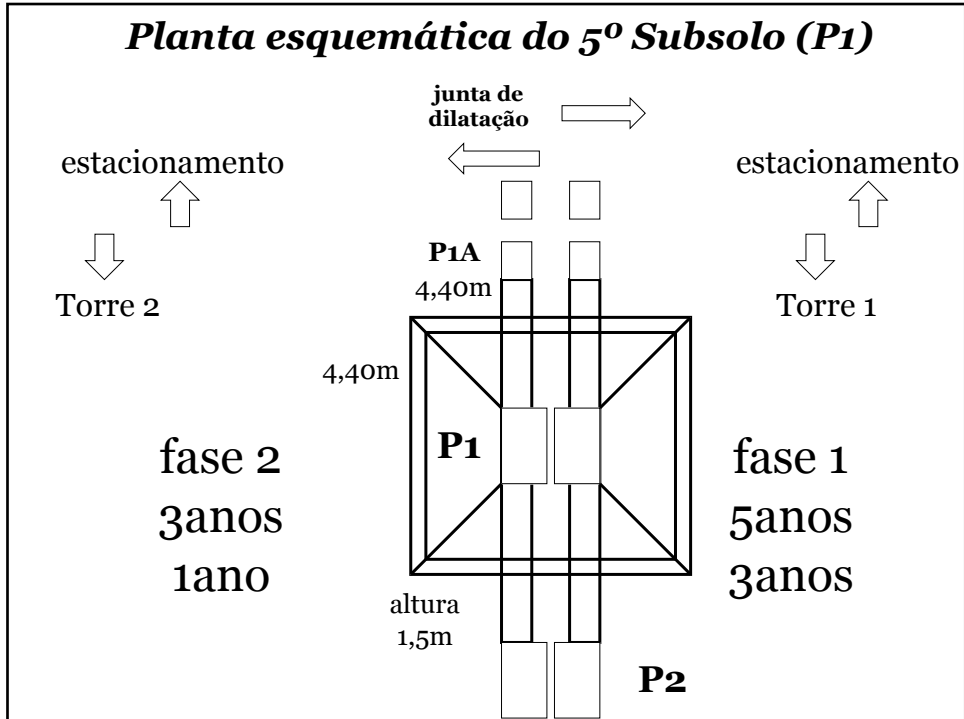
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

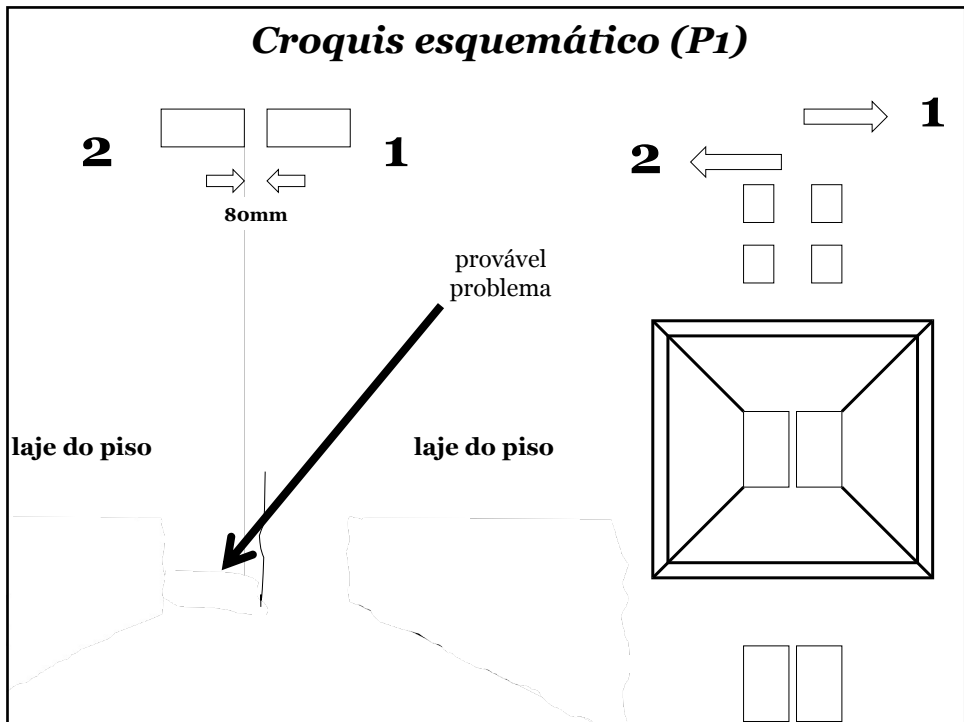
59



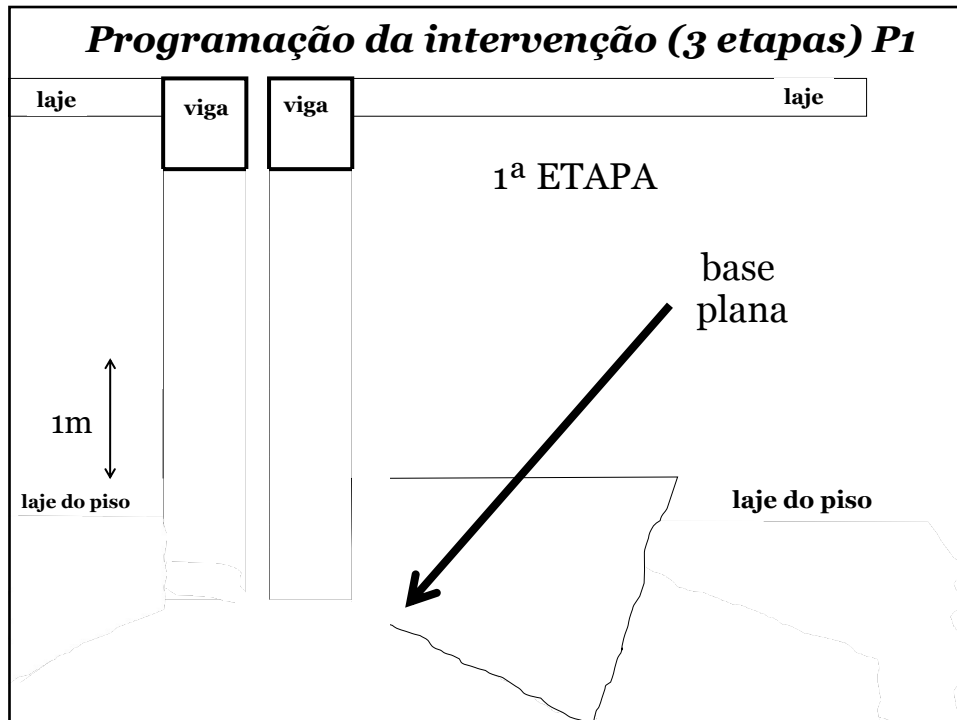
60



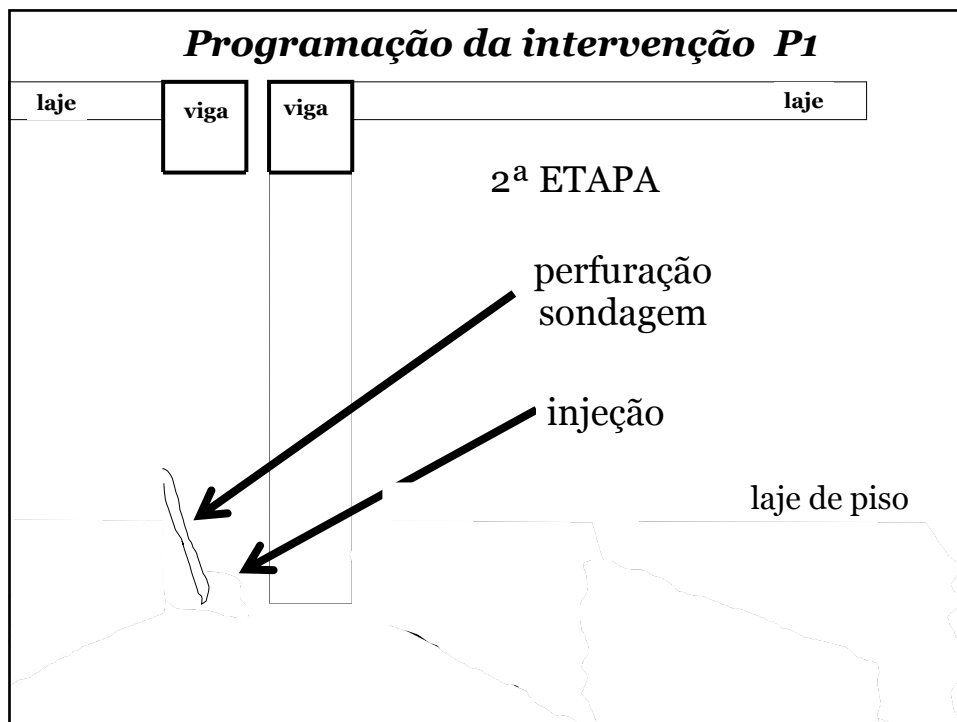
61



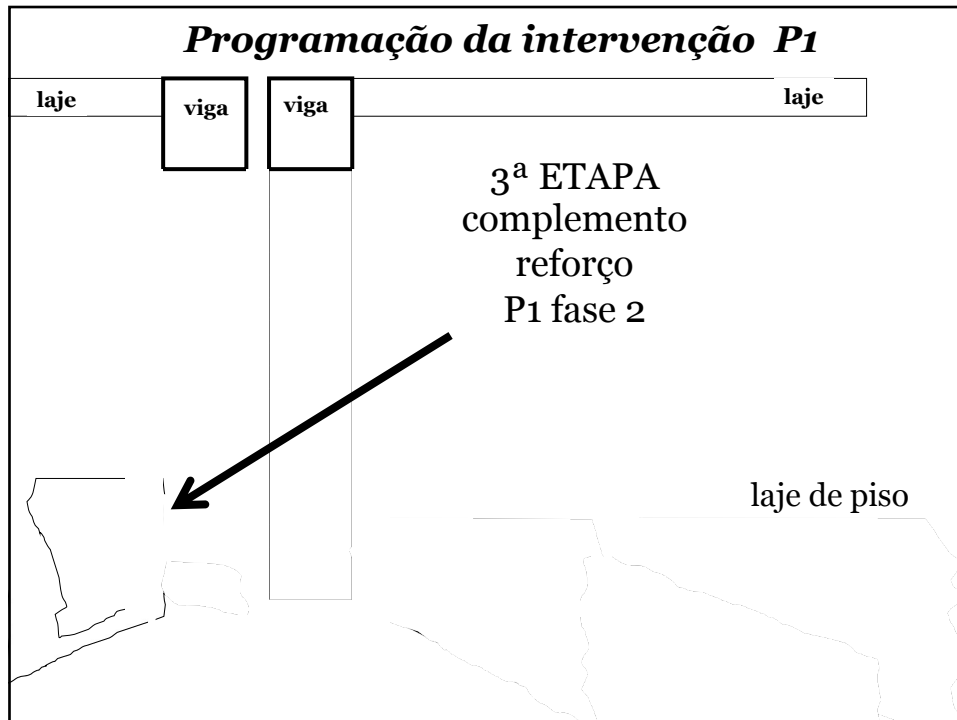
62



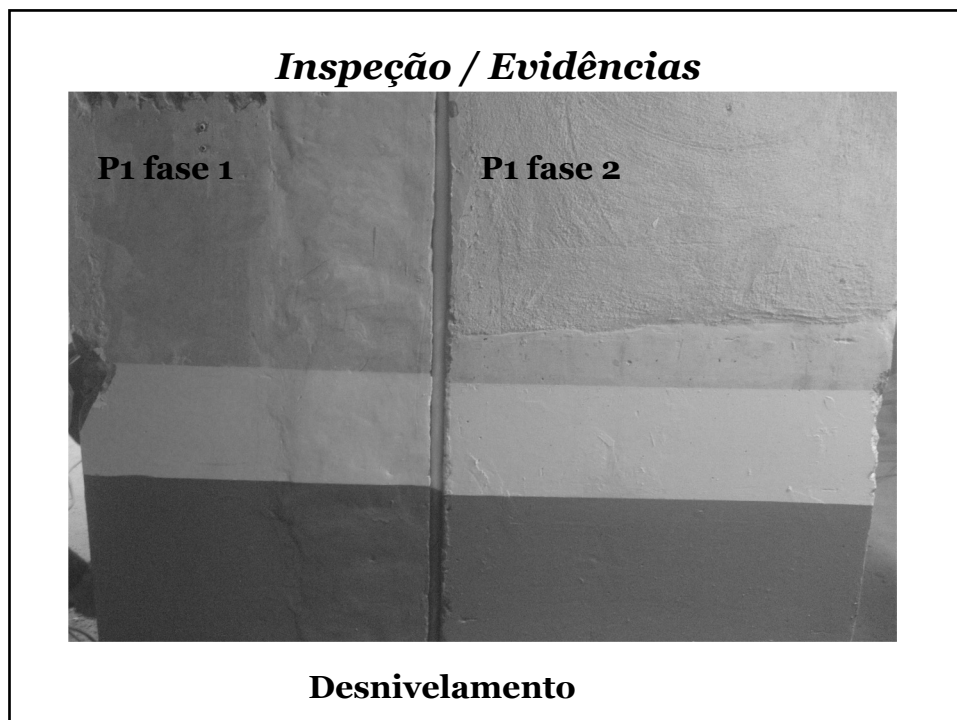
63



64

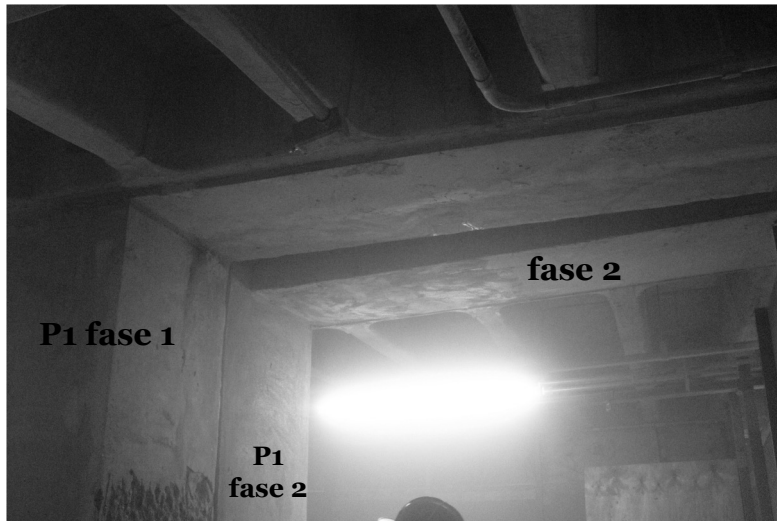


65



66

Inspeção / Evidências



Desnivelamento

67

Inspeção / Evidências



Desnivelamento

68

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

69

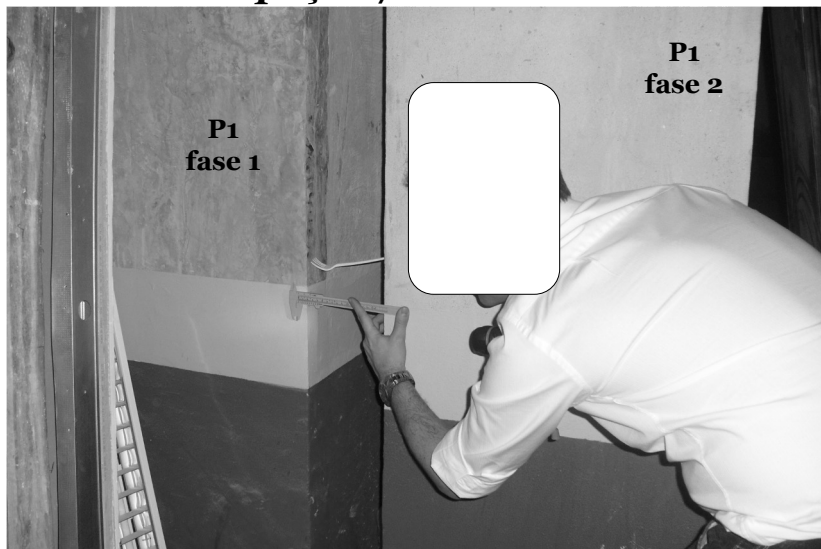
Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

70

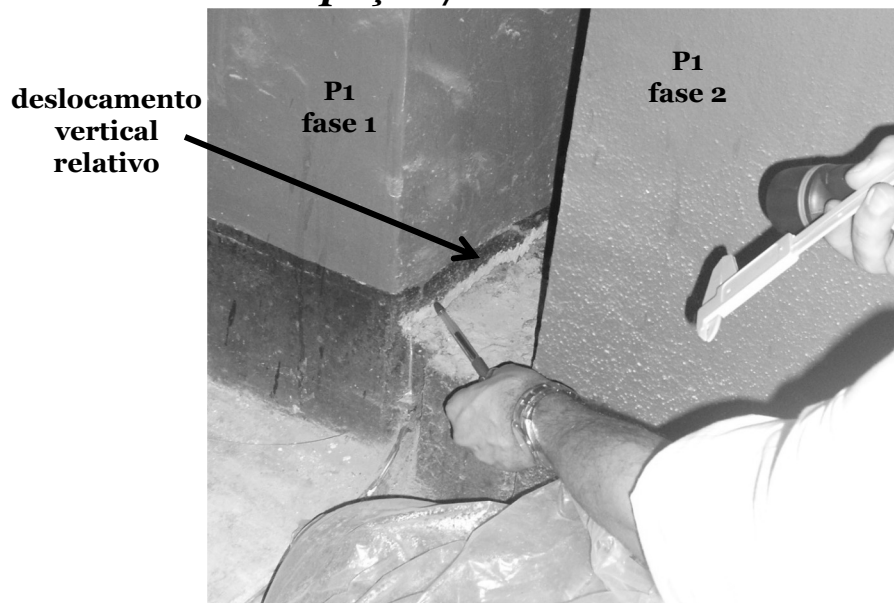
Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S4

71

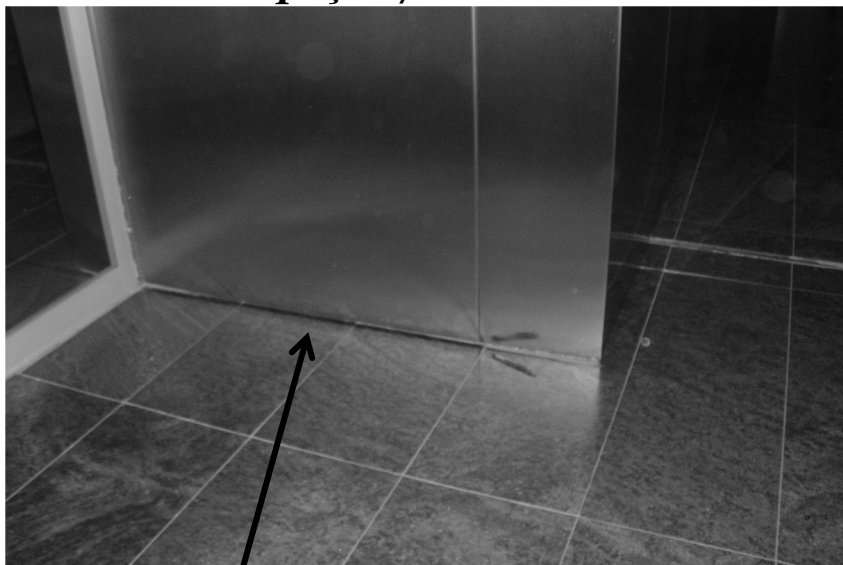
Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S4

72

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S2

73

Inspeção / Evidências



Desnivelamento nível S3

74

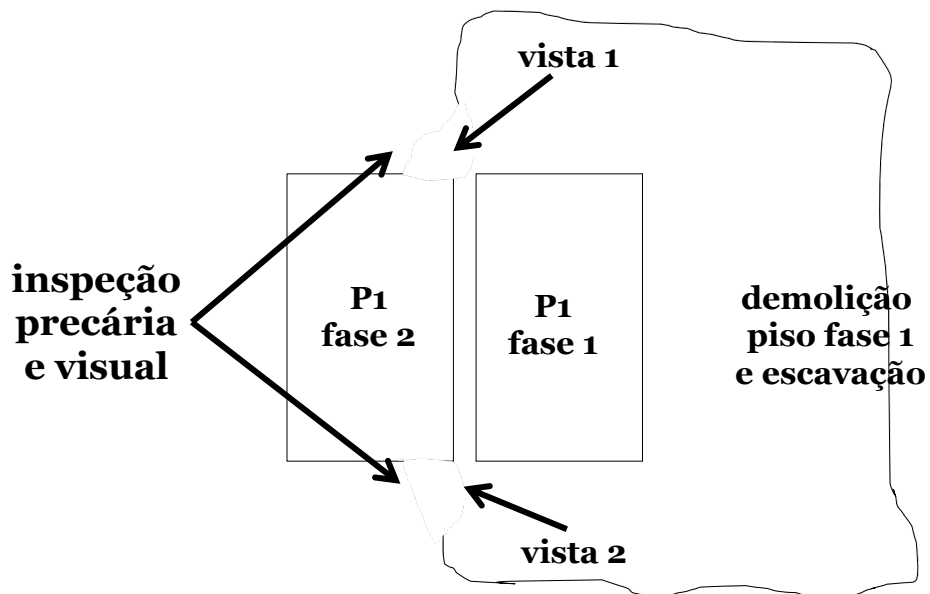
Inspeção / Evidências



Desnivelamento e fissuras em vigas

75

Inspeção



76

Inspeção



Demolição Piso fase 1

77

Inspeção



Escavação Piso fase 1

78

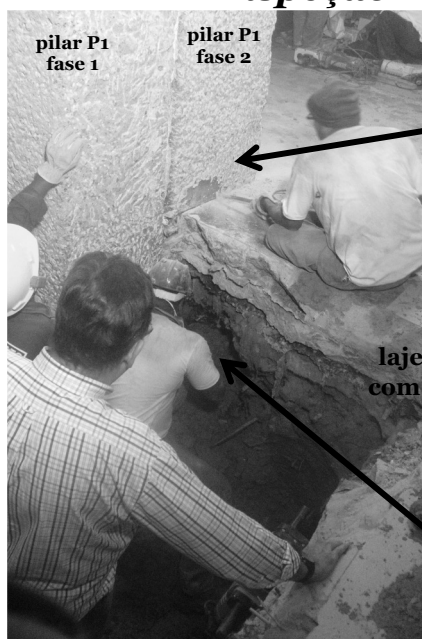
Inspeção



Escavação Piso fase 1

79

Inspeção



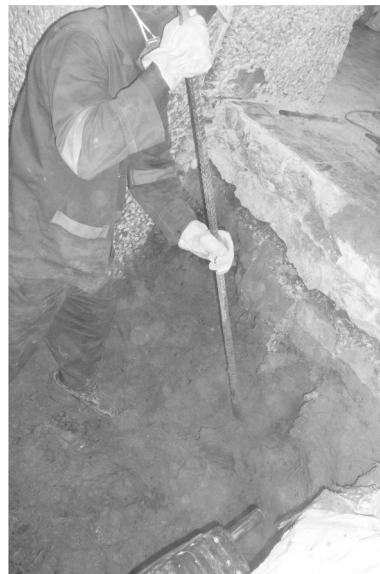
**apicoamento
da superfície
dos pilares**

**laje dupla de piso
com 60cm na fase 2**

**inspeção visual precária
e cuidadosa do pé do
pilar p1 fase 2**

80

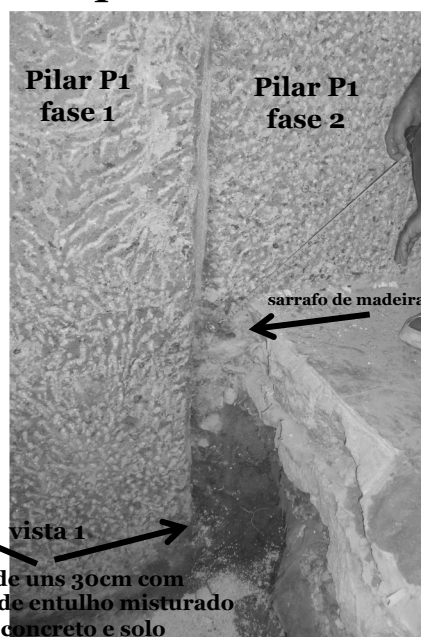
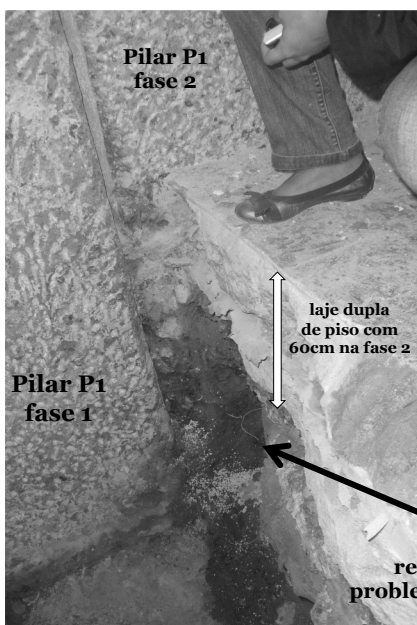
Inspeção



janela de prospecção vista 1

81

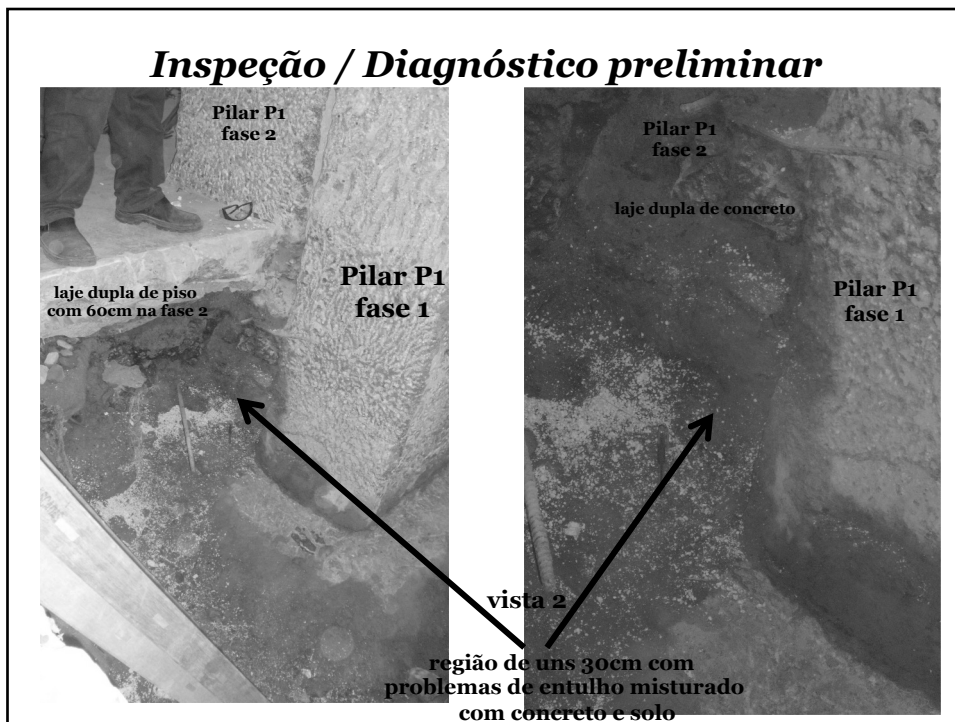
Inspeção / Diagnóstico preliminar



região de uns 30cm com problemas de entulho misturado com concreto e solo

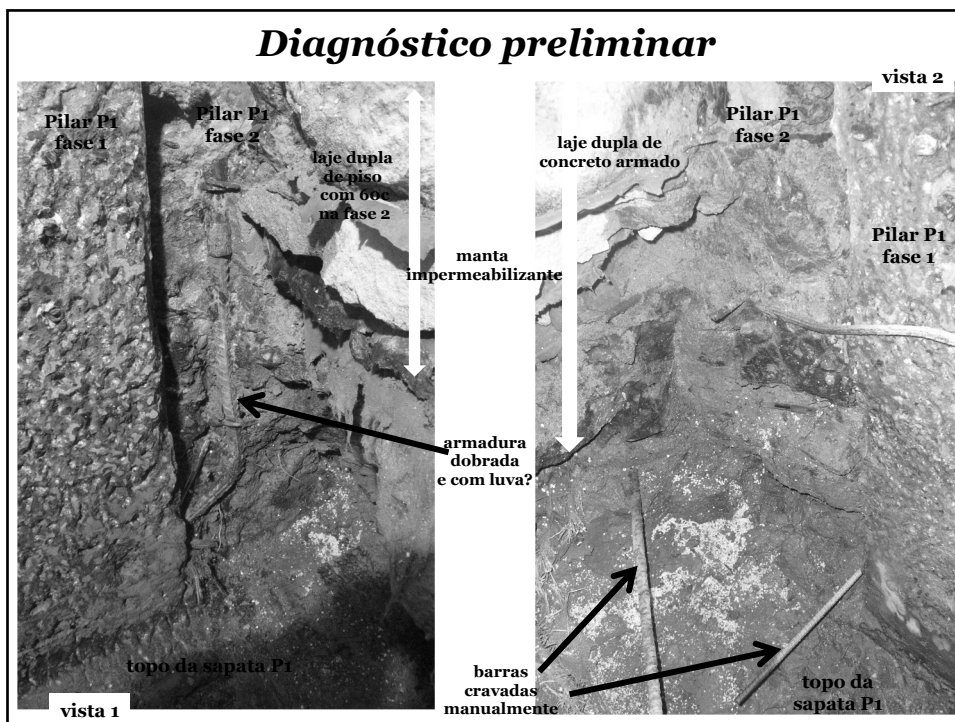
82

Inspeção / Diagnóstico preliminar



83

Diagnóstico preliminar



84

Inspeção



Controle contínuo de deslocamento vertical (recalque) dos pilares P1, P1A e P2

85

Inspeção

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

86

Inspeção



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

87

Inspeção

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

88

Inspeção



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

89

Inspeção

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

90

Procedimento Padrão para Reforço do Pilar P1 com Problema

1. Inspeção / diagnóstico;
2. Escavação;
3. Preparação do substrato;
4. Montagem da armadura;
5. Preparação da fôrma;
6. Preparação do graute;
7. Concretagem;
8. Desfôrma;
9. Cura.

91

4. Preparação da fôrma



92

5.Preparação do Graute



93

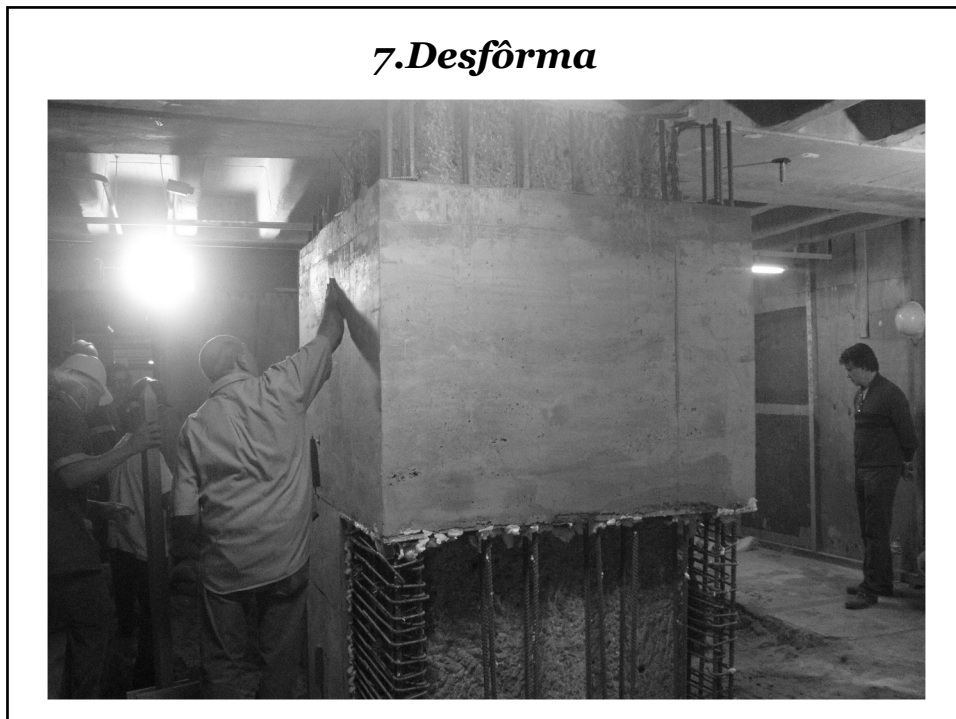
5.Preparação do Graute



94



95



96



97



98



99



100



101



102

Após concretagem piso desceu 4mm



103

Após concretagem piso desceu 4mm



104



105



106



IBRACON

Controles

107



108



109

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

110

Hipóteses prováveis...

111

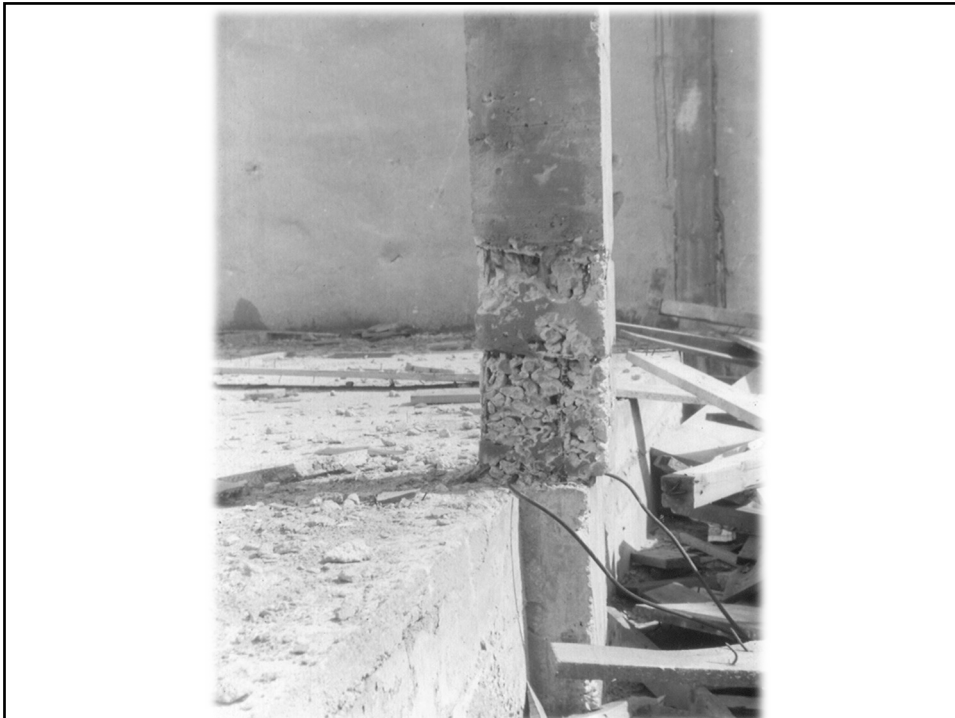
Hipóteses prováveis...



112

concretagem de pilares *obra nova*

113



114



115



116



117



118

Reparo Estrutural !?



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

119

Reparo Estrutural !?



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

120

Edifício Emblemático
Alphaville, São Paulo
50MPa
35 andares
Comercial
ninho de concretagem

121



122



123



124



125



126



127



128



129



130

Conformidade do Concreto

***Consultores, Projetistas, Controladores,
Gerenciadores, Construtores, Fiscais***

***Falta de ética
Atuação venal
Mezquinhez
Avareza
Corrupção
Onipotência
Ignorância
(omissão e despreparo)***

131

Conformidade do Concreto

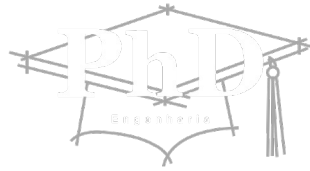
***Consultores, Projetistas, Controladores,
Gerenciadores, Construtores, Fiscais***

***Falta de ética
Atuação venal
Mezquinhez
Avareza
Corrupção
Onipotência
Ignorância
(omissão e despreparo)***

***“não há tecnologia
que resolva...”***

132

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

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

11.2501.4822 / 23
11.9.5045.4940

