



# Aprendendo com Falhas e Acidentes nas Estruturas de Concreto



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"



07 de março de 2013

■ Paulo Helene

■ Diretor PhD Engenharia

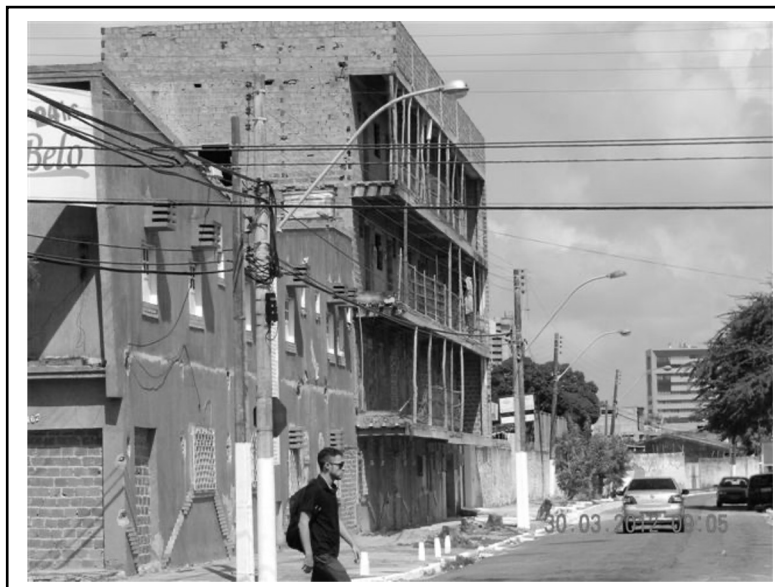
■ Prof. Titular Universidade de São Paulo USP

■ Conselheiro Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON

■ Member fib(CEB-FIP) Service Life of Concrete Structures

■ Presidente ALCONPAT

Campo Grande MS







## ***Estruturas de Concreto para Edificações***

Atividade profissional regida por normas técnicas:

- de PROJETO
- de MATERIAIS
- de EXECUÇÃO
- de CONTROLE
- de OPERAÇÃO & MANUTENÇÃO
- e, Complementares (NR4; NR 6; NR9; NR18 do MT, PMs)

que têm força de lei por conta do CDC

*PhD Engenharia*

A Lei 8.078, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor, diz em seu capítulo V, seção IV, artigo 39, inciso VIII:

*“É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas, colocar no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro).”*

*PhD Engenharia*

Quanto à questão da responsabilidade, o Código de Defesa do Consumidor CDC, estabelece no Capítulo IV, artigo 12:

*“O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.”*

no artigo 23:

*“A ignorância do fornecedor sobre os vícios de qualidade por inadequação dos produtos e serviços não o exime de responsabilidade.”*

PhD Engenharia

7

**IDENTIFICAÇÃO DO EMITENTE**  
**ENGEMIX**  
 VOTORANTIM CIMENTOS S.A. - JUNDIAI - CI  
 AV MARGIANI DIREITA ANHANGUERA, 548 - ENGORDADOURO  
 JUNDIAI - SP  
 Fone: 4912-5648  
 e-mail: atendimento@engemix.com.br

**DANFE**  
 DOCUMENTO AUXILIAR DA NOTA FISCAL ELETRÔNICA  
 0 - ENTRADA  
 1 - SAÍDA  
 Nº 000.005.872  
 SÉRIE 7  
 FOLHA 1/1

2511 0001 4278 9500 2500 7000 8005 7218 8813 1700  
 Consulta de autenticidade no portal nacional de NF-e  
 www.nfe.fazenda.gov.br/portal  
 ou no site da Sefaz Autorizadora  
 PROTOCOLO DE AUTENTICIDADE: 4911100107171719020111113130

OUTRA SAÍDA MERCADANTE OU PRESTADOR DE SERVIÇO - 5949  
 INSCRIÇÃO ESTADUAL DO EMITENTE: 407.489.268.115  
 INSCRIÇÃO ESTADUAL DO RECEBENTE: 407.489.268.115

**EMISSOR**  
 VOTORANTIM CIMENTOS S.A.  
 AV MARGIANI DIREITA ANHANGUERA, 548  
 JUNDIAI - SP  
 Nº 000.005.872  
 SÉRIE 7

**RECEBENTE**  
 JUNDIAI  
 Nº 000.005.872  
 SÉRIE 7

NUMERO DE IDENTIFICACAO DO PRODUTO	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR DE ICMS	VALOR DE IPI	VALOR DE PIS/PASEP	VALOR DE COFINS	VALOR DE OUTROS	VALOR TOTAL DO PRODUTO
22329100 041	3223	KG	1.200,00	3.867,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.867,60
23171000 041	5949	KG	7.672,00	45.742,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45.742,08
23171000 041	5949	KG	1.640,00	9.759,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.759,60
23021000 041	5949	KG	4.690,00	27.792,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27.792,60
30244000 041	5949	KG	2,51	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00
22019000 041	5949	LT	1.640,00	9.759,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.759,60

VALOR TOTAL DO PRODUTO: 919,60  
 VALOR TOTAL DO DANFE: 919,60

INSCRIÇÃO ESTADUAL DO EMITENTE: 407.489.268.115  
 INSCRIÇÃO ESTADUAL DO RECEBENTE: 407.489.268.115

LOCAL DE ENTREGA: AV NOROESTE, 1.611 - VILA VERDE - SÃO PAULO - SP - CNPJ: 07.616.890/0001-04

RESERVAÇÃO DO FISCO

8

artigo 18:

*“são impróprios ao uso e consumo os produtos deteriorados, alterados, adulterados, avariados, falsificados, corrompidos, fraudados, nocivos à vida ou à saúde, perigosos ou, ainda, aqueles em **desacordo com as normas** regulamentares de fabricação, distribuição ou apresentação...”*

- ◆ todos os intervenientes da cadeia construtiva são responsáveis pelos danos ou vícios que os serviços e obras possam apresentar.
- ◆ no entanto, segundo a Justiça, o diretamente responsabilizado por reparar as perdas do consumidor é o fornecedor final, ou seja, **o Construtor**.

*PhD Engenharia*

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

10

**“Duro”  
Aprendizado!**

11

**“Duro”  
Aprendizado!**  
*vitórias/soluções/desafios*

12

**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...”*

13

**✓ Postura dos Organizadores deste evento**

**✓ com experiência de um CONSTRUTOR**

**✓ conhecimento de quem atende casos de colegas**

**✓ com a humildade de quem já errou...**

*PhD Engenharia*

14

**✓ Postura dos Organizadores**

**✓ compareço aqui com experiência de um CONSTRUTOR**

**✓ conhecimento de quem atende casos de colegas**

**✓ com a humildade de quem já errou...**

*PhD Engenharia*

15

**✓ Postura dos Organizadores**

**✓ com experiência de um CONSTRUTOR**

**✓ conhecimento de quem atende casos de colegas**

**✓ com a humildade de quem já errou...**

*PhD Engenharia*

16

✓ **Postura dos Organizadores**

✓ **com experiência de um  
CONSTRUTOR**

✓ **conhecimento de quem atende  
casos de colegas**

✓ **com a humildade de quem já  
errou...**

*PhD Engenharia*

17

**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

*PhD Engenharia*

18





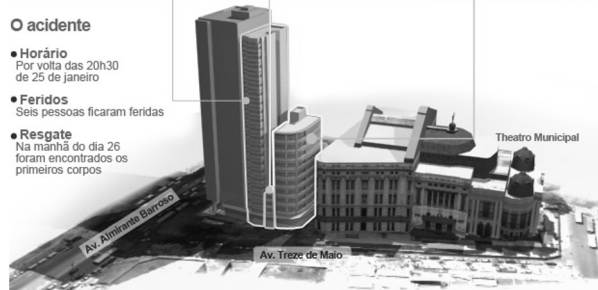
# Reação em cadeia

## 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: 1936	Construção: 1936
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 *Zelador morava no térreo	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



Fonte: Globo G1

PhD Engenharia

21



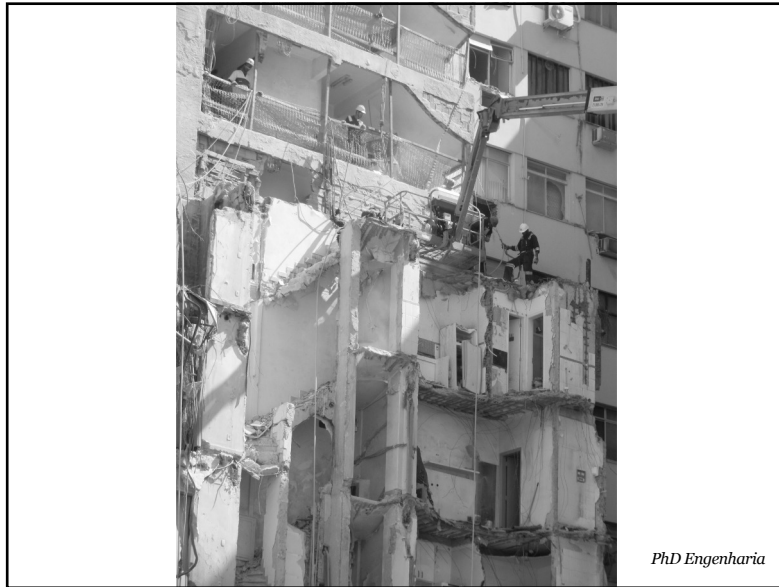
## -17 mortos no acidente;



Ed. Liberdade – Rio de Janeiro/RJ

26/01/2012

22



23

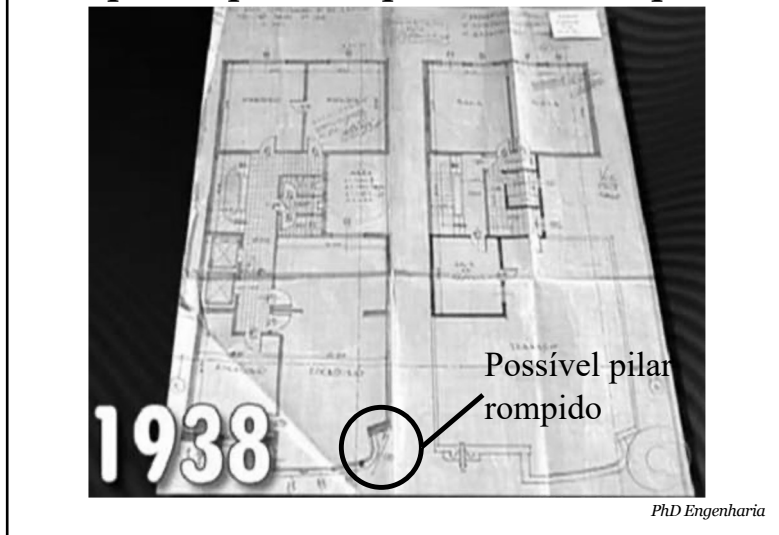


24



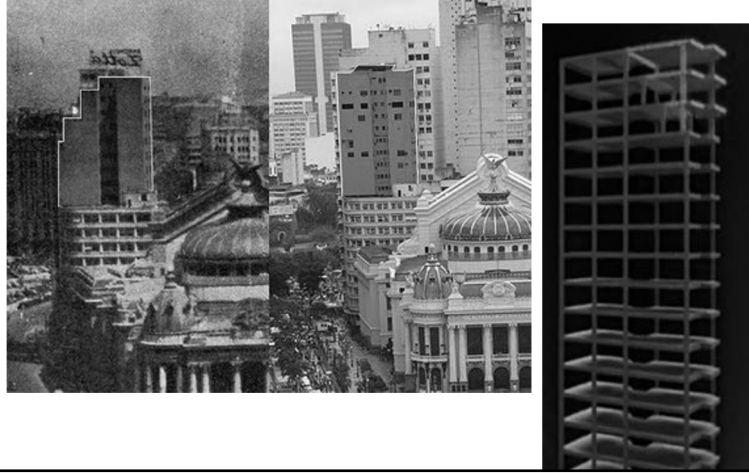
25

### Colapso: ruptura de pilar frontal do prédio



26

## 2) Alteração do projeto original: sobrecarga nos pilares frontais



27

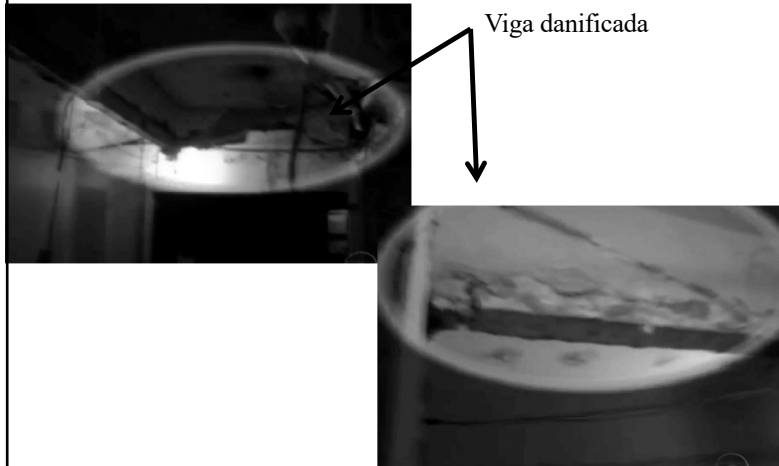
## 2) Alteração do projeto original



*PhD Engenharia*

28

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



3) Reforma no 3º e 9º andar:  
sobrecarga nas lajes



## **Avisos da Estrutura**

- 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 9º andar constatou que caía argamassa através do poço de elevador.

*PhD Engenharia*

31

## **Avisos da Estrutura**

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

*PhD Engenharia*

32

ULTIMAS NOTÍCIAS [Pólis - Uniter agora em assédio e não, R\\$ 1,83 mil por mês](#)

**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.

**GUÍSTAVO SOUZA 207**  
**RODRIGO GARCIA 207**  
**DEBORA BORGES 170**

02/04/2016  
 20/04/12 - 23h42  
 04/04/16  
 04/12 - 0h04  
 Like (272)  
 Tweet / 38

13  
 14



Foto: Agência Brasil. No total, três prédios desabaram no dia 25 de janeiro (DOMINGOS PESTRE/AGÊNCIA 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.

**ULTIMAS 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 @Globo\_Rio

O Globo on Facebook  
 Like 293,415

PhD Engenharia

33

## 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!**

PhD Engenharia

34

## **Edifício Senador**

São Bernardo do Campo/SP.

Acidente: 06/02/2012,  
segunda-feira às 19:30h.

Construção: 1978

Idade: 34 anos

13 andares + térreo + subsolo

35



Ed. Senador – São Bernardo do Campo/SP

Dia seguinte ao acidente

36





37

## **Possíveis causas**

- 1) Infiltrações na laje de cobertura ocasionaram a corrosão das armaduras;
- 2) Sobrecarga na laje.

*PhD Engenharia*

38

## Implosão sem dinamite



*PhD Engenharia*

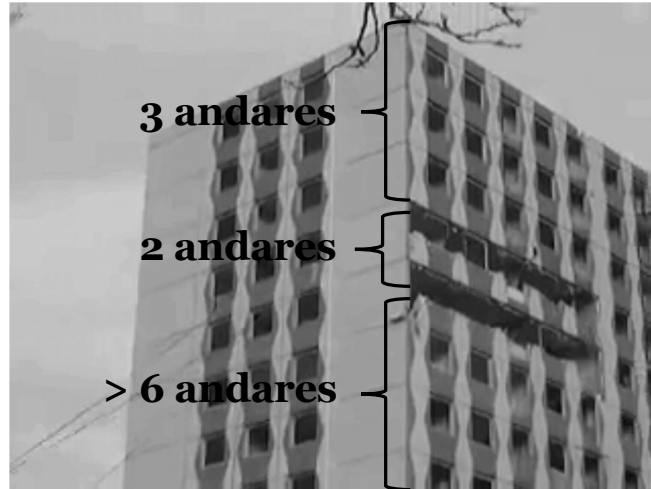
39

## Cabo de corte?



40

## Estrutura preparada



41

## Estrutura preparada



42

## Isso vai dar certo???



43

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



44

## Edifício Comercial

---

# 2009

# fissuras em lajes

*obra nova*





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





49

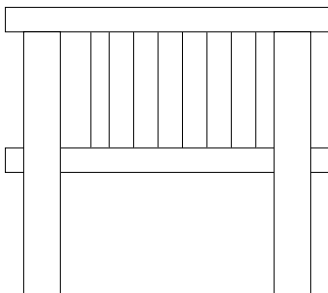


50

laje+vigas com espessura média de  
22cm → 550kg/m<sup>2</sup>

dimensionada para 150kg/m<sup>2</sup>

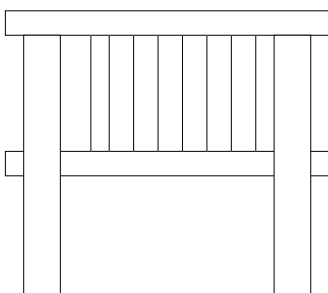
1 ano de idade



51

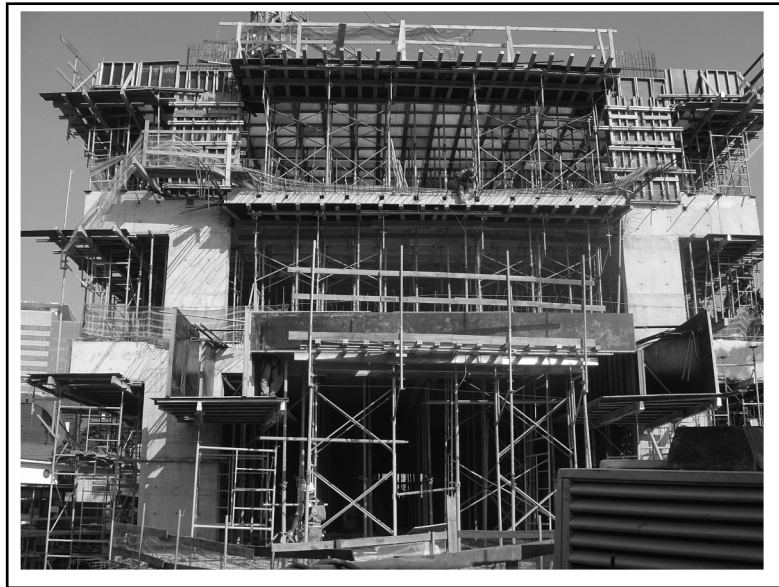
tem o módulo; tem o ***fck***  
mas não foi dimensionada  
para essa carga

1 ano de idade



52





53

***Irresponsabilidade  
ou  
Incompetência?***

**Caso 1:  
bloco de fundação  
350m<sup>3</sup>  
 $f_{ck} = 35\text{MPa}$   
39 caminhões OK**

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

54



55



56



57

- 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?

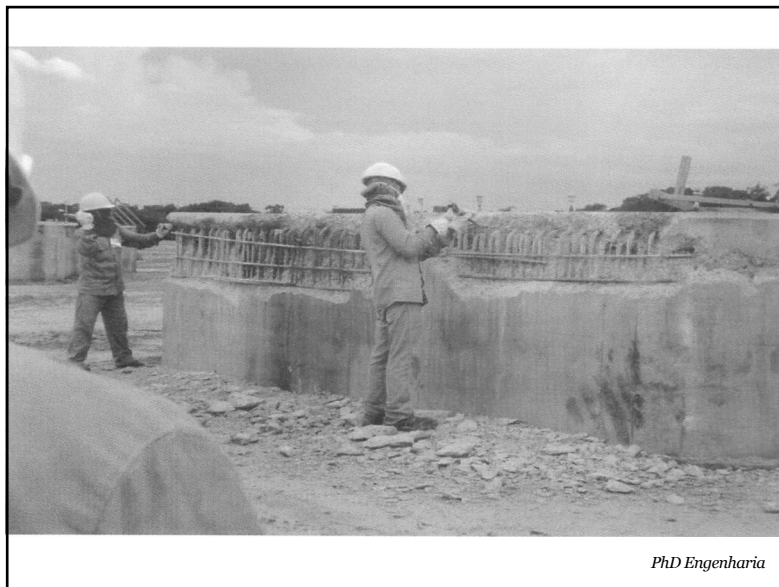
**OMISSÃO**  
**IGNORÂNCIA**  
**FALTA de COMPROMETIMENTO**

58

**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...**





61

***Irresponsabilidade  
ou  
Incompetência?***

**Caso 2:**

**edifício da Diretoria da Construtora**

**8º andar**

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

**1 caminhão com 10MPa**

**9 pilares!**

62



63



64



65



66



67



68





69



70



71

seria um caso  
de sabotagem  
??? !!!

72

**Dados do Edifício:**

**Localização:**

**36 pavimentos + 5 subsolos**

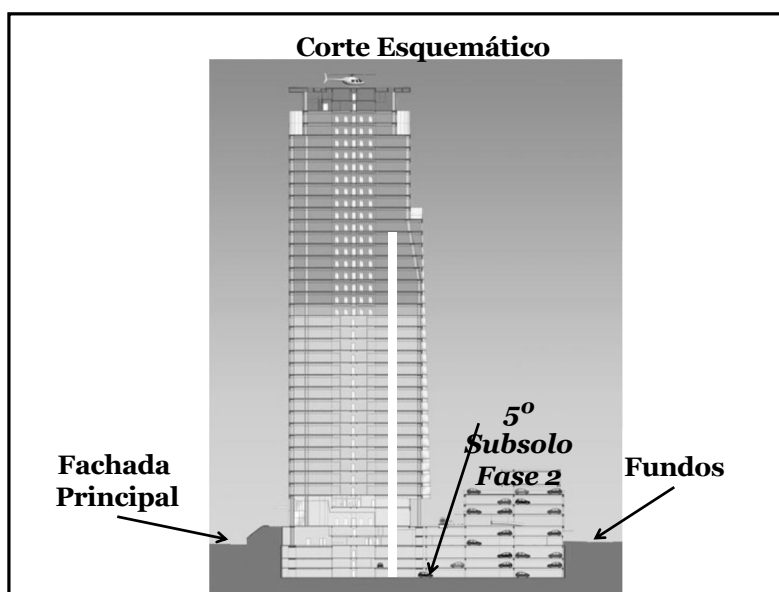
**Pilar P1 Esforços de projeto:**

**Normal: 1.253tf**

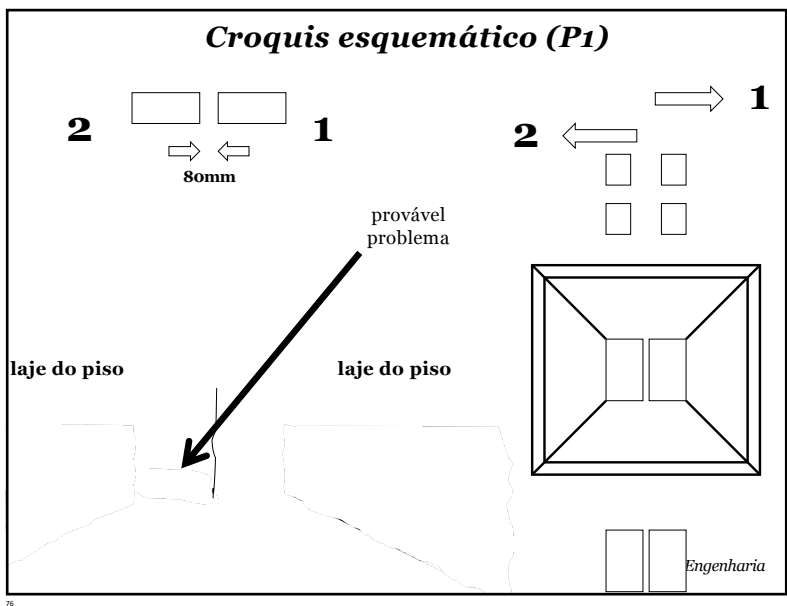
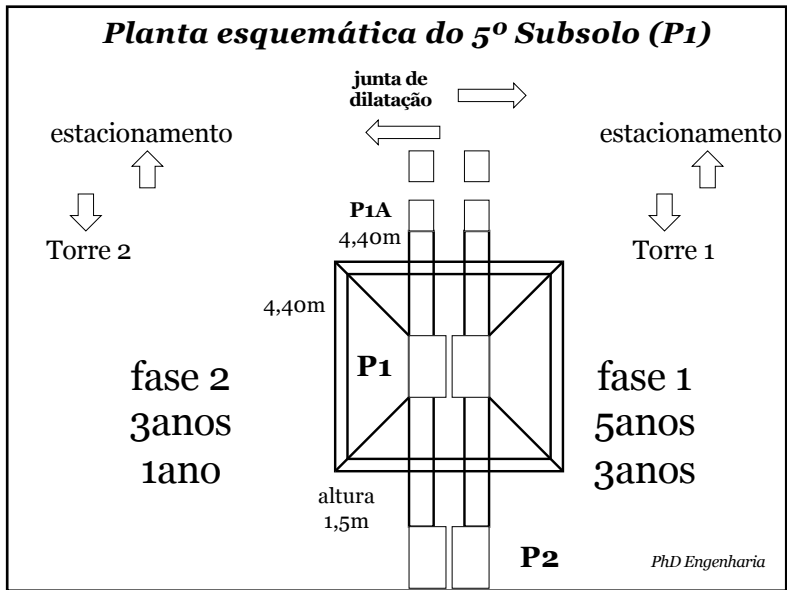
**Mx: 55tf.m**

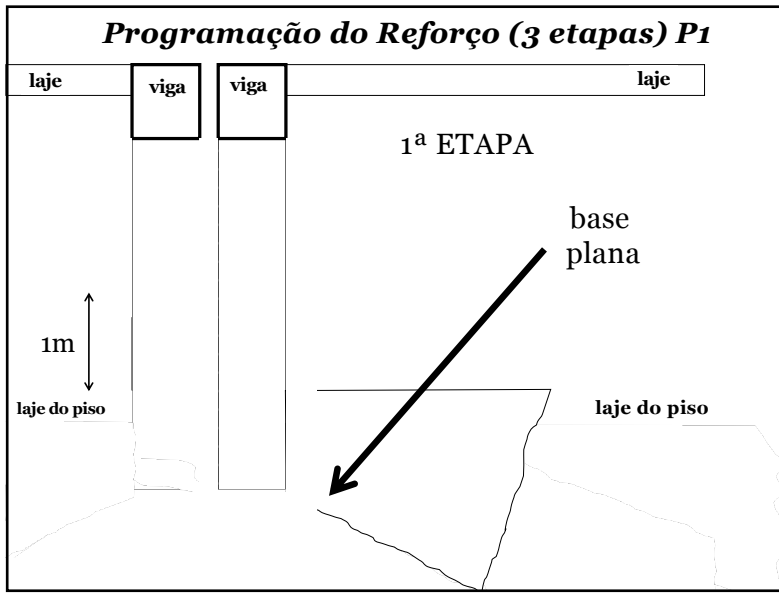
**My: 8tf.m**

73

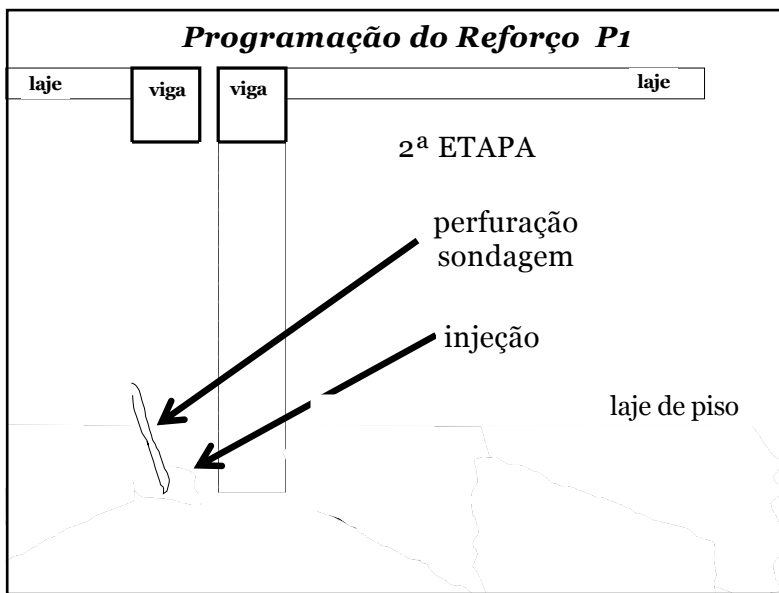


74

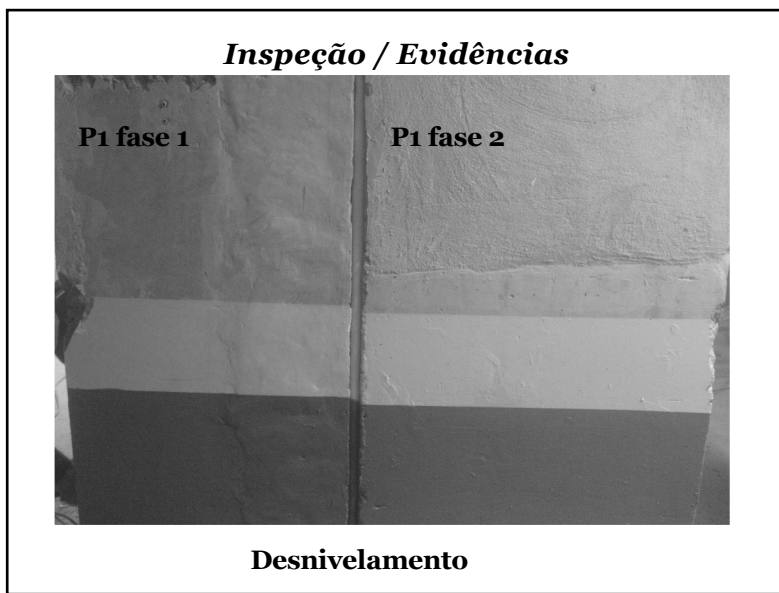
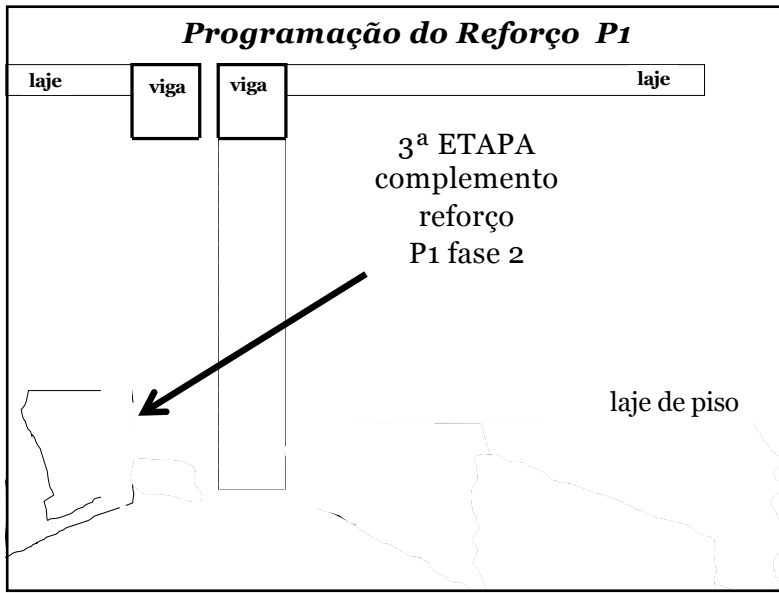




77



78



***Inspeção / Evidências***



**Desnivelamento**

81

***Inspeção / Evidências***



**Fissuras em Vigas**

82

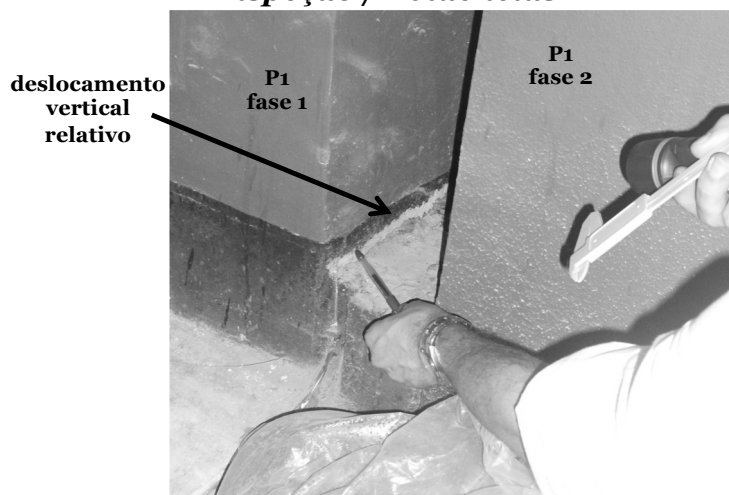
**Inspeção / Evidências**



**Fissuras em Vigas**

83

**Inspeção / Evidências**



**Desnívelamento nível S4**

84



***Inspeção / Evidências***



**Desnívelamento nível S2**

85

***Inspeção / Evidências***



**Desnívelamento nível S3**

86

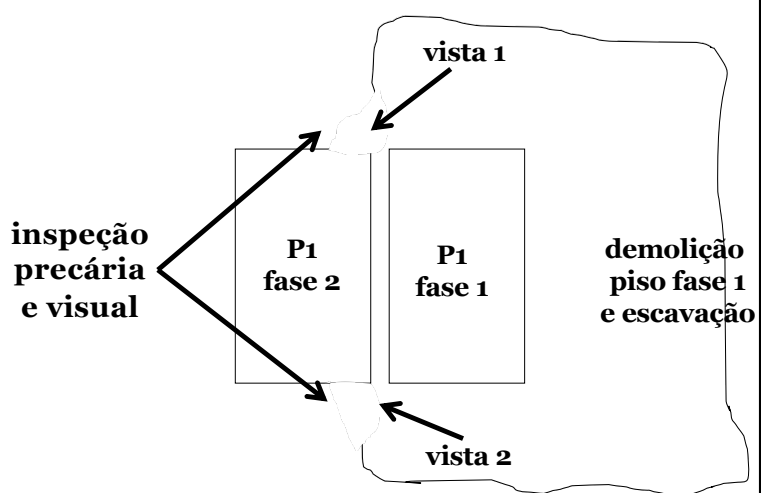
**Inspeção / Evidências**



**Desnívelamento e fissuras em vigas**

27

**Inspeção**



28

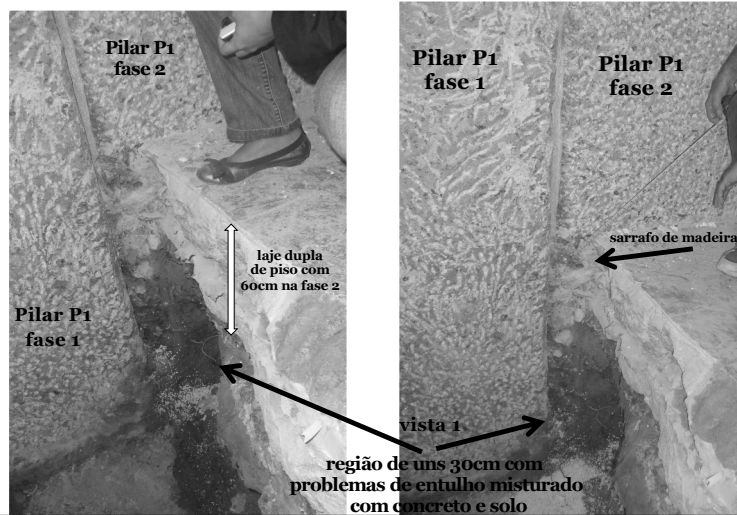
### *Inspeção*



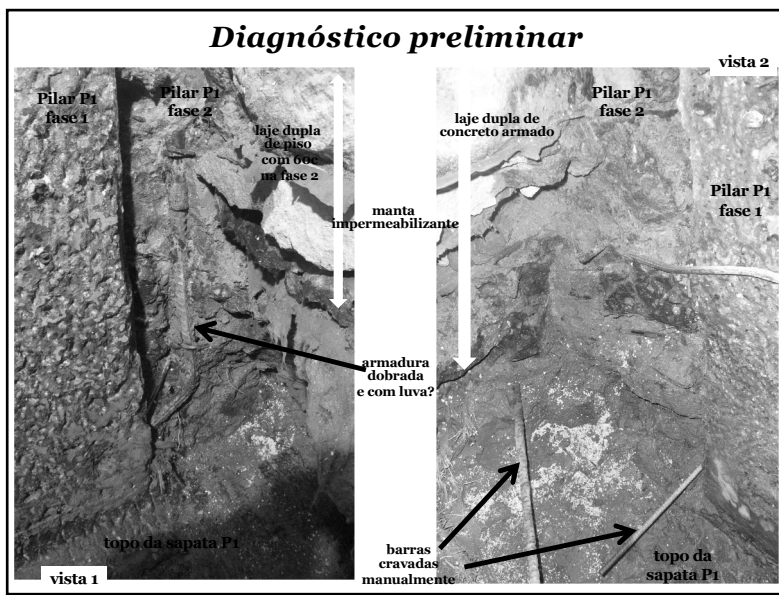
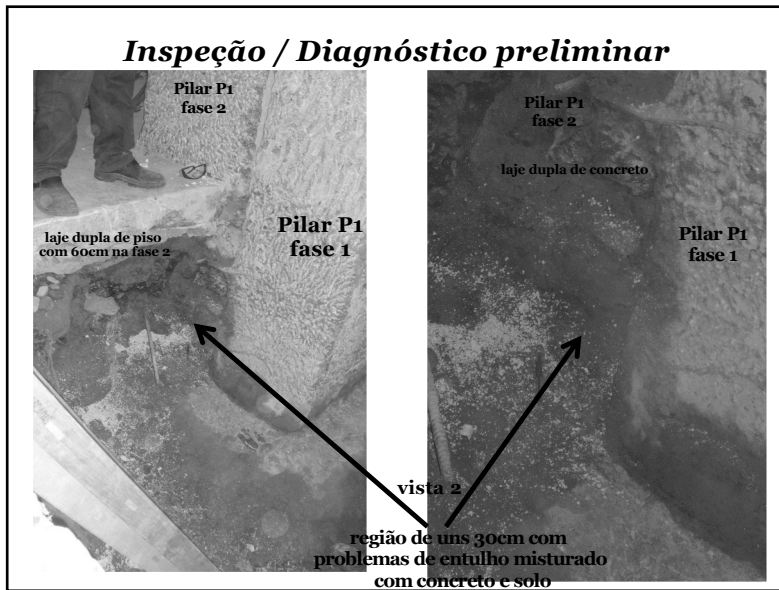
**Demolição Piso fase 1**

89

### *Inspeção / Diagnóstico preliminar*



90



### *Inspeção*



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

93

### *Inspeção*

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

94

*Inspeção*



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

*Inspeção*

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

*Inspeção*



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

97

*Inspeção*

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

98

***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.

99

***Preparação da fôrma***



100



### ***Preparação do Graute***



101

### ***Preparação do Graute***



*PhD Engenharia*

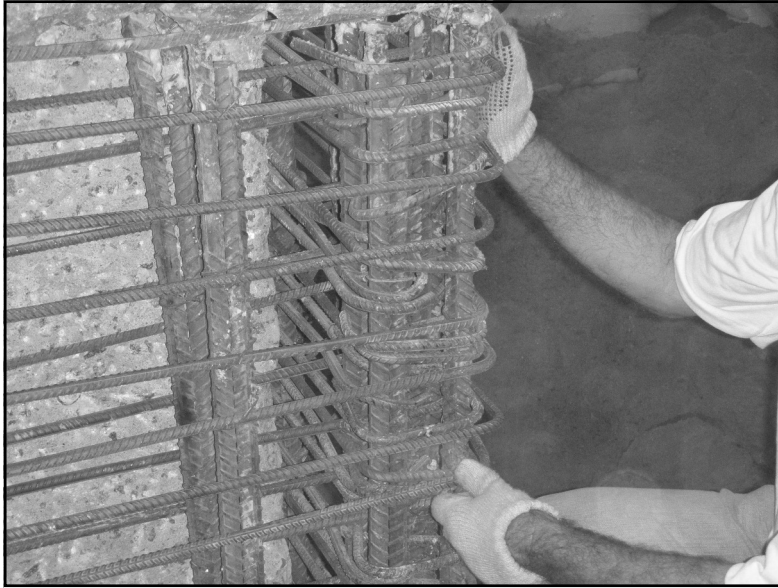
102



103



104



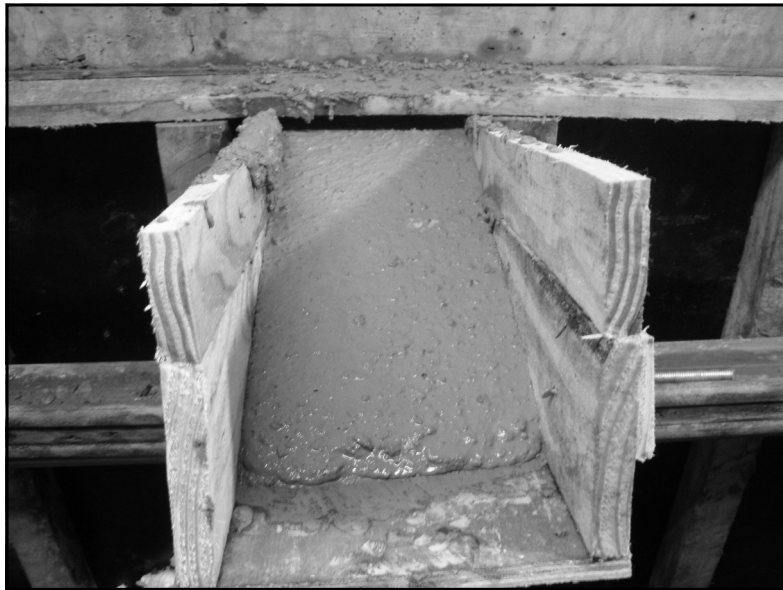
105



106



127



128



109



110

## ***Pilar P1 acabado***



111

## ***Controles***

112



113



114

## *Resistência a Compressão Axial*

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

115

*Hipóteses  
prováveis...*

116



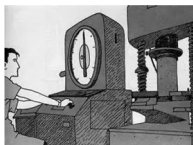


117

## *A origem e os intervenientes*



**projetista  
estrutural  
"executivo"**



**tecnologista  
de concreto**



**fornecedor do  
material**



**construtor  
(execução)**

***atribuição de responsabilidades  
NBR 12655:2006***

118

## Edifício Habitacional

# armadura de pilares *obra nova*

119



120



122



122

Cabeça de pilar sem  
ganchos transversais  
nem estribos



122



124



125



126

# Qual o papel do Construtor?

*PhD Engenharia*

127

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

*PhD Engenharia*

128

terceirizar um  
serviço ≠  
terceirizar  
responsabilidade

*PhD Engenharia*

129

**outro caso  
desastroso!**

*PhD Engenharia*

130

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 %

131

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.

132





132

## Edifício Real Class



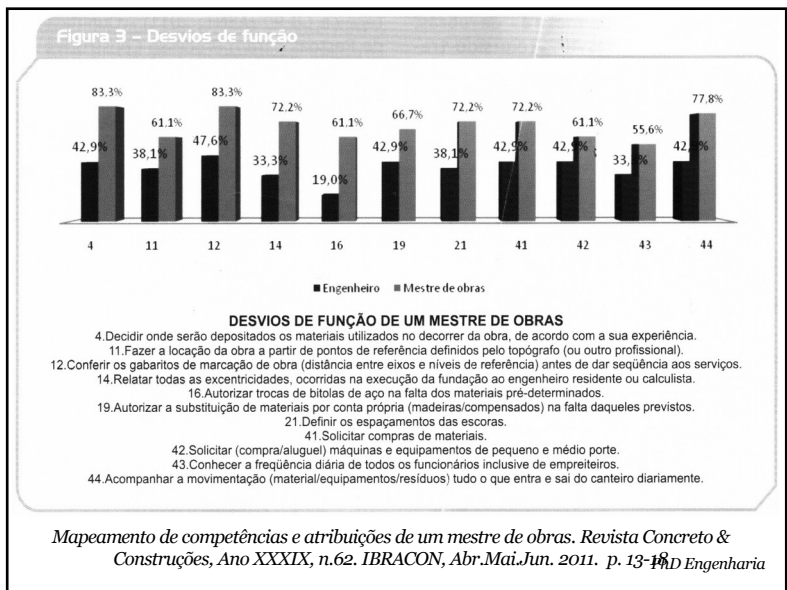
***Belém do Pará***

***34 pavimentos***

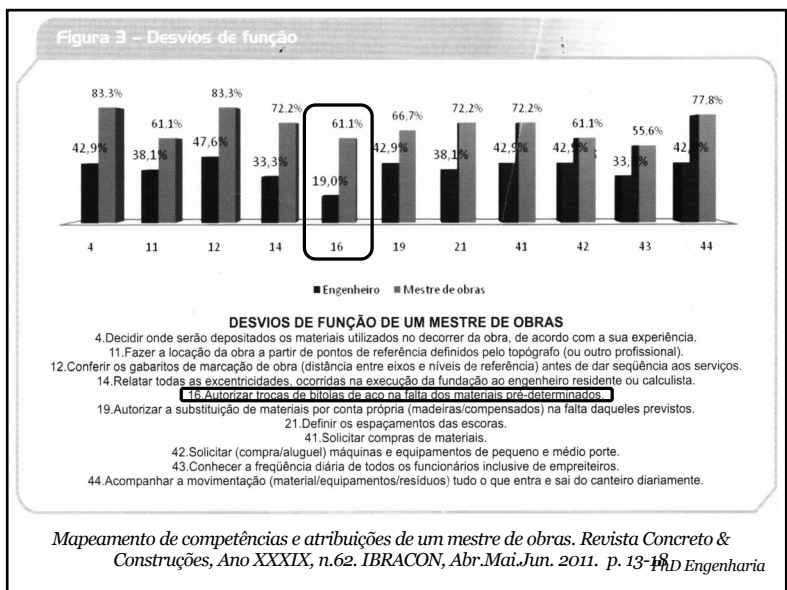
***105m    20.01.2011    35MPa***

*PhD Engenharia*

134



135



136

**Edifício Habitacional**

---

**concretagem  
de pilares**  
*obra nova*

137



138



139



140



141



142

## **CONSTRUTOR**

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

142

### **Edifício Areia Branca**

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

144



145



146



Escombros - manhã seguinte do desabamento

147



148

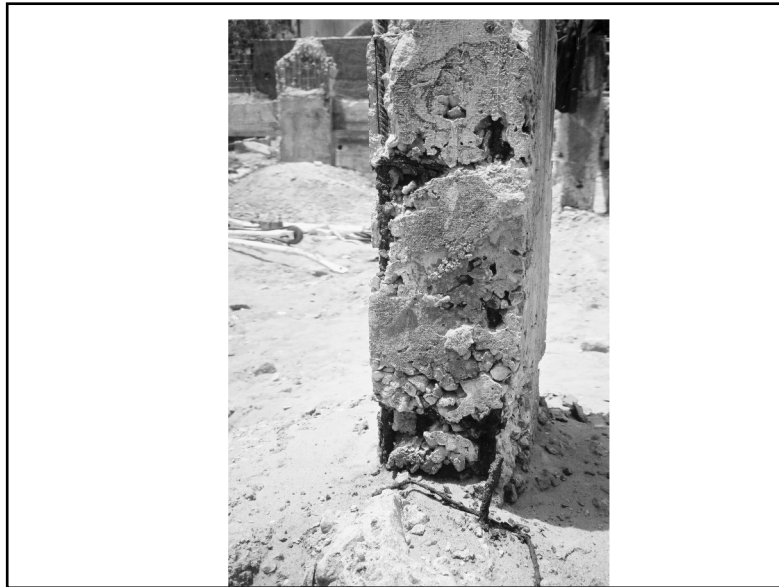




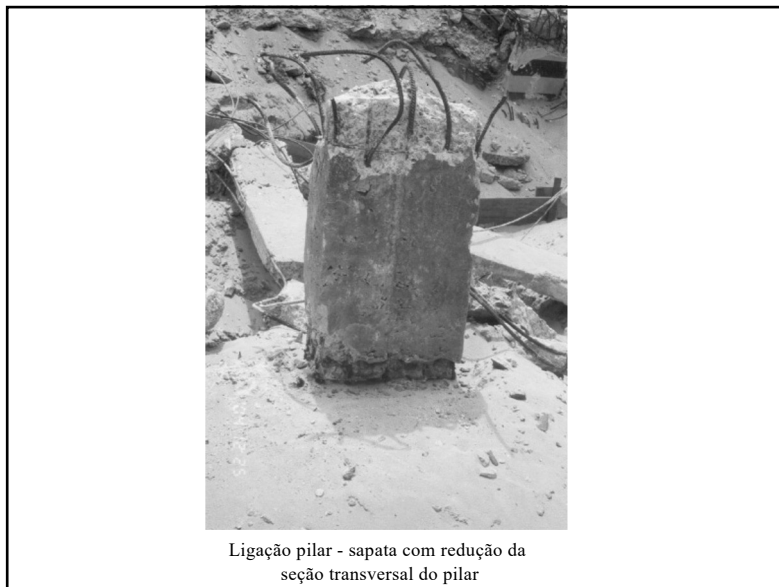
140



150



151



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

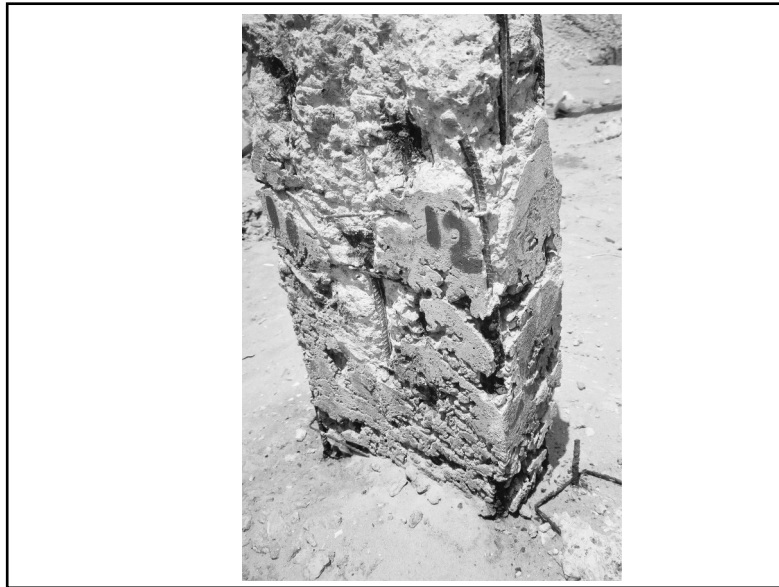
152



153



154

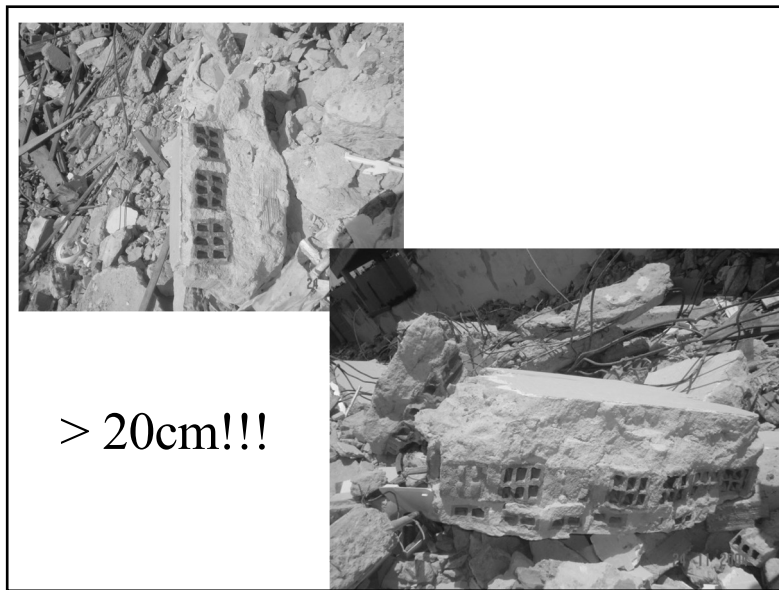


155



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

156



157

## **CONSTRUTOR**

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

158

## ***Estruturas de Concreto para Edificações***

Atividade profissional regida por normas técnicas:

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

*PhD Engenharia*

159

Documentos exigidos por algumas empresas no CONTRATO

1. Contrato ou Estatuto Social, com última alteração;
2. Comprovante de inscrição junto ao CNPJ/MF;
3. Comprovante de Inscrição Estadual – DECA ou declaração de isenção de inscrição emitida por contador;
4. Comprovante de Inscrição Municipal;
5. Certidão Negativa de Débito junto ao INSS;
6. Certidão Negativa Conjunta de Débitos Relativos a Tributos Federais e a Dívida Ativa da União;
7. Certidão Negativa de Débito de Tributos Estaduais ou Declaração de isenção de inscrição estadual;
8. Certidão Negativa de Débito de Tributos Municipais;
9. Certidão de Regularidade junto ao FGTS (CRF);
10. RG, CPF e comprovante de endereço do representante legal;
11. Prova do Registro no conselho regional pertinente à atividade exercida pela empresa.

*PhD Engenharia*

160

### Documentos Exigidos para Pagamentos

cópia dos seguintes documentos relativos a competência do mês imediatamente anterior:

1. GPS (Guia da Previdência Social – INSS);
2. GFIP/SEFIP (Guia do Fundo de Garantia e Informação à Previdência) ou Declaração de ausência de fato gerador para recolhimento de FGTS completa (GFIP/SEFIP);
3. GRF (Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia);
4. Folha de Pagamento mensal completa dos funcionários;
5. Comprovante de recolhimento do ISS (Imposto sobre Serviços)
6. Declaração do contador comprovando a escrituração contábil regular da empresa.
7. Declaração do contador atestando que não há recolhimento de GPS e de FGTS;
8. Declaração do contador atestando que não há retirada de pró-labore do(s) sócio(s) da empresa;

*PhD Engenharia*

161

### Estruturas de Concreto para Edificações

Normas Técnicas de **PROJETO**:

1. *NBR 5674:2012 Manutenção de Edificações*
2. *NBR 6118:2007 Projeto de Estruturas de Concreto*
3. *NBR 6120:2000 Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações*
4. *NBR 6122:2010 Projeto e Execução de Fundações*
5. *NBR 6123:1990 Forças devidas ao Vento em Edificações*
6. *NBR 8953:2011 Concreto para Fins estruturais. Classificação*
7. *NBR 14037:2011 Diretrizes para Elaboração de Manuais de Uso, Operação e Manutenção das Edificações*
8. *NBR 15200:2012 Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio*
9. *NBR 15421:2006 Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos*
10. *NBR 15696:2009 Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto. Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*

*PhD Engenharia*

162

## **Estruturas de Concreto para Edificações**

Normas Técnicas de **PROJETO**:

11. *NBR 6118:2007 Projeto de Estruturas de Concreto*
12. *ACI 315:1999 Details and Detailing of Concrete Reinforcement*
13. *NBR 7191:1982 Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado*
14. *NBR 15575:2008 Desempenho de Edifícios Habitacionais*
15. *NBR ISO 14044:2009 Avaliação do Ciclo de Vida*
16. *NBR ISO 9000:2000 Sistemas de Gestão da Qualidade*
17. *NBR ISO 14040:2009 Gestão Ambiental*
18. *NBR ISO 26000:2010 Diretrizes sobre Responsabilidade Social*

*PhD Engenharia*

163

**Estrutur**

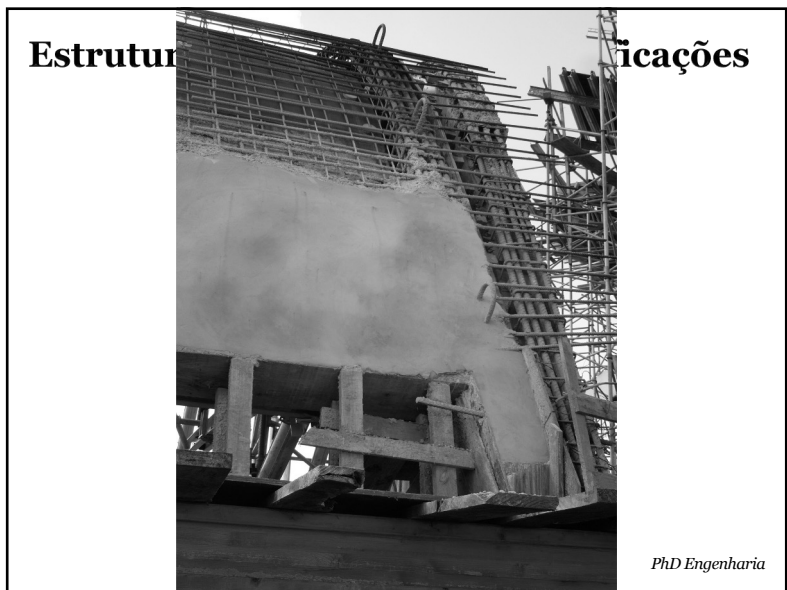


**icações**

*PhD Engenharia*

164





**Edifício Emblemático**

Alphaville, São Paulo

50MPa

35 andares

Comercial

ninho de concretagem

166



167



168



169



170



171



172



172



174



175

## **CONSTRUTOR**

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e  
antecipar-se aos problemas!

176

## **CONSTRUTOR**

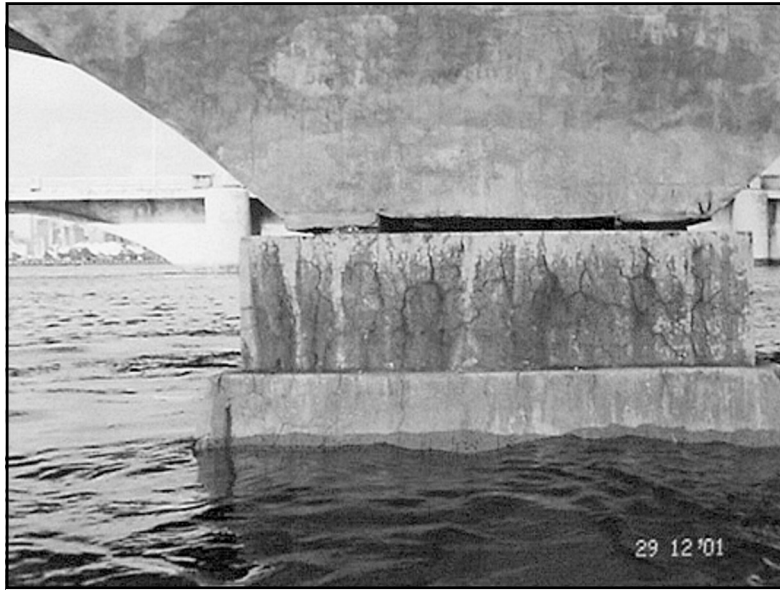
Tem a obrigação de fazer  
a síntese do conhecimento  
daquela obra !

177

## Reação Álcali-Agregado

- fissuras mapeadas
- eflorescências nas fissuras
- fissuras de grandes aberturas  
dependente das restrições

178



179



180





181



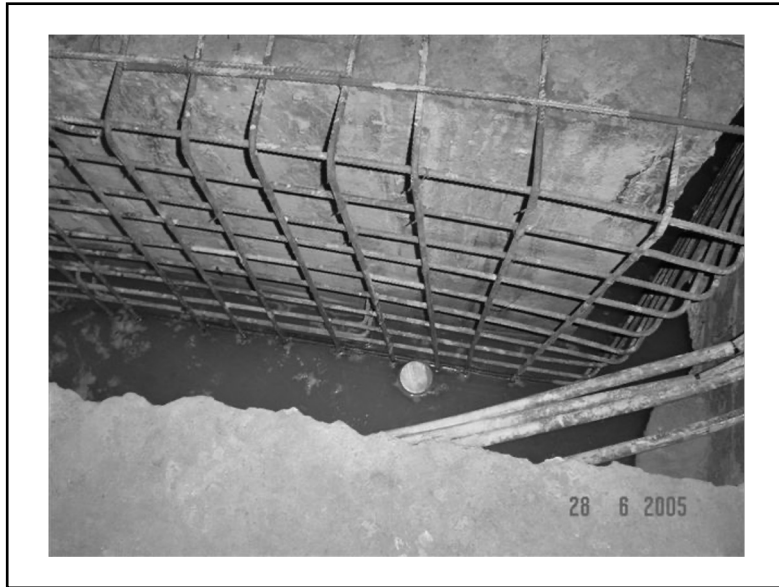
182



182



184



185



186

# Qual a MISSÃO do Construtor?

*PhD Engenharia*

127

## 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*

128

## Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

*Bruno Contarini*



*Oscar Niemeyer*

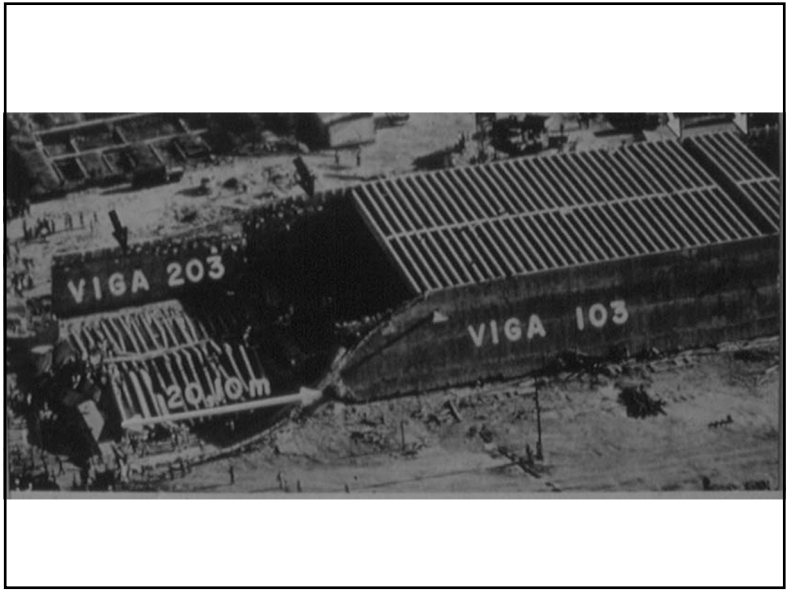
**Superior Tribunal de Justiça**

129

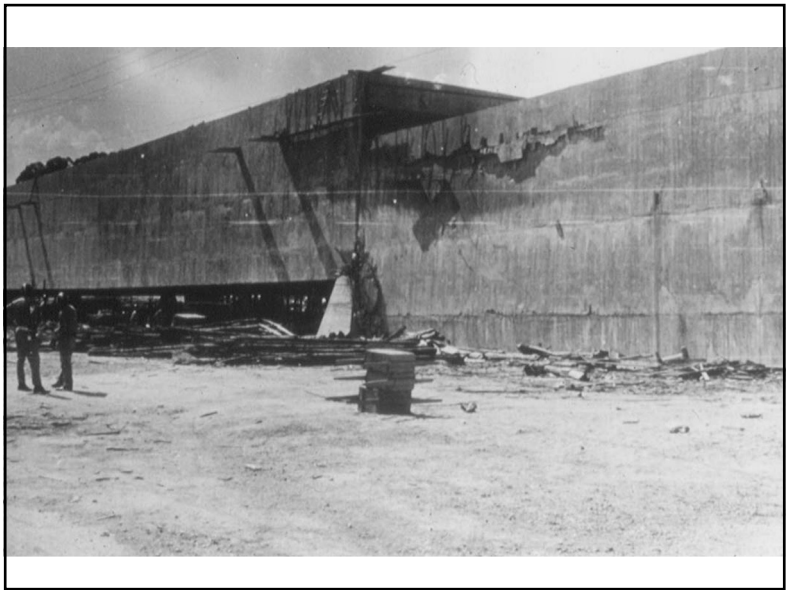


240m por 31m  
Vigas 9,8m de altura  
apoiadas em 5 pilares  
Desabou na hora do almoço

130



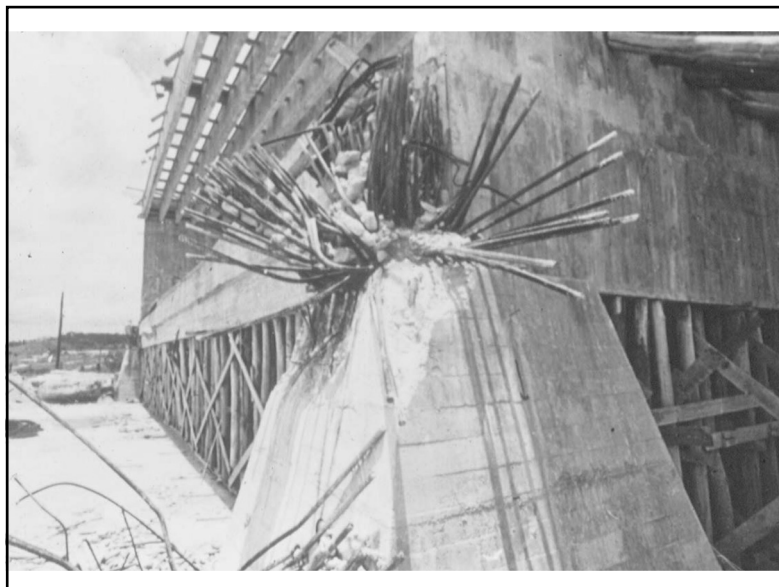
151



152



152



154

## Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

*Bruno Contarini*



**Superior Tribunal de Justiça**

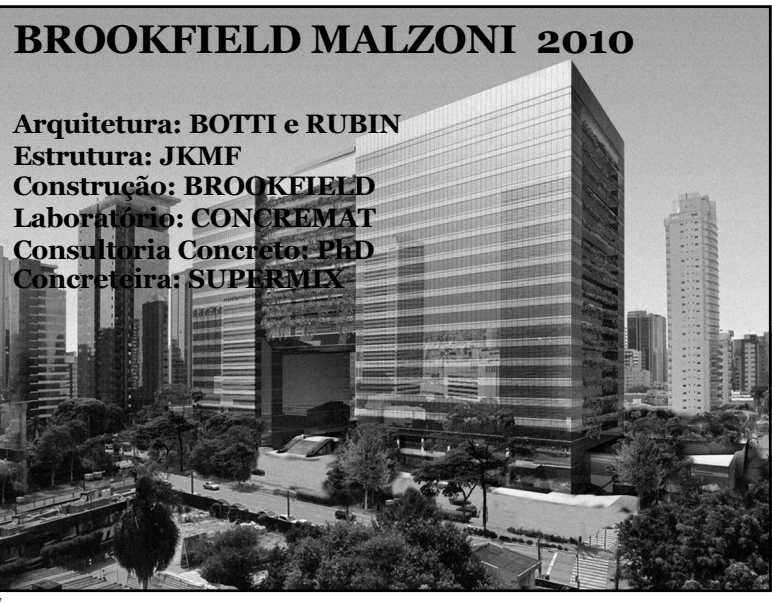
155

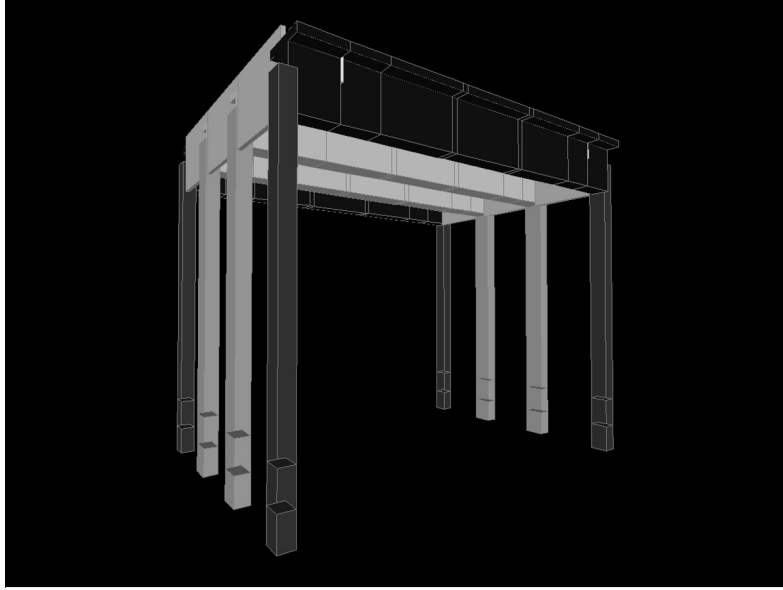
### **Avanços em Concreto**

- **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**

156







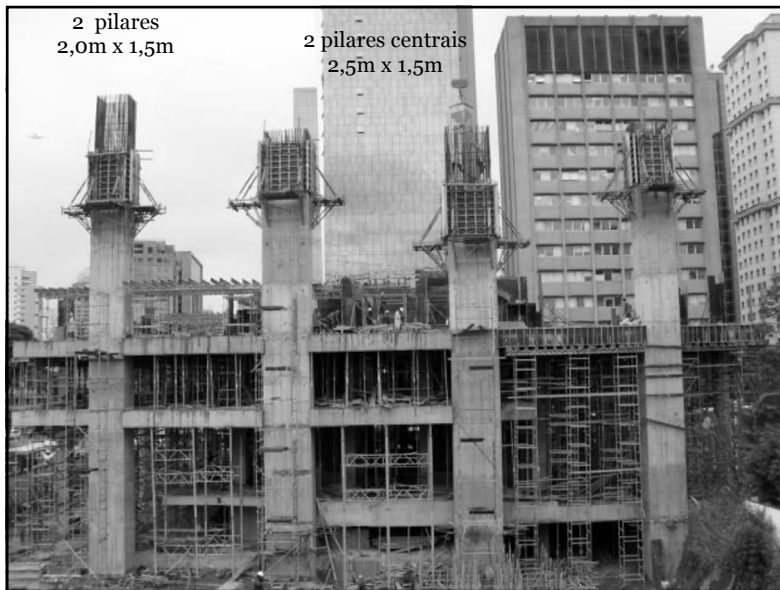
199



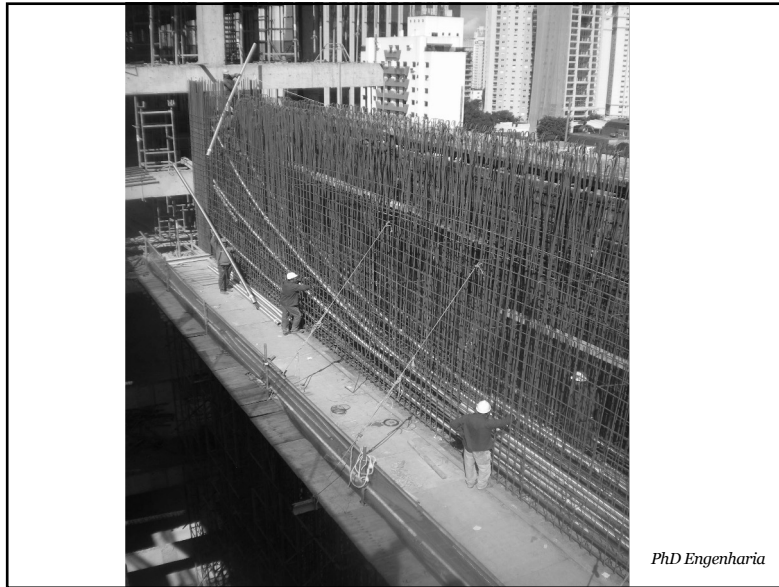
200



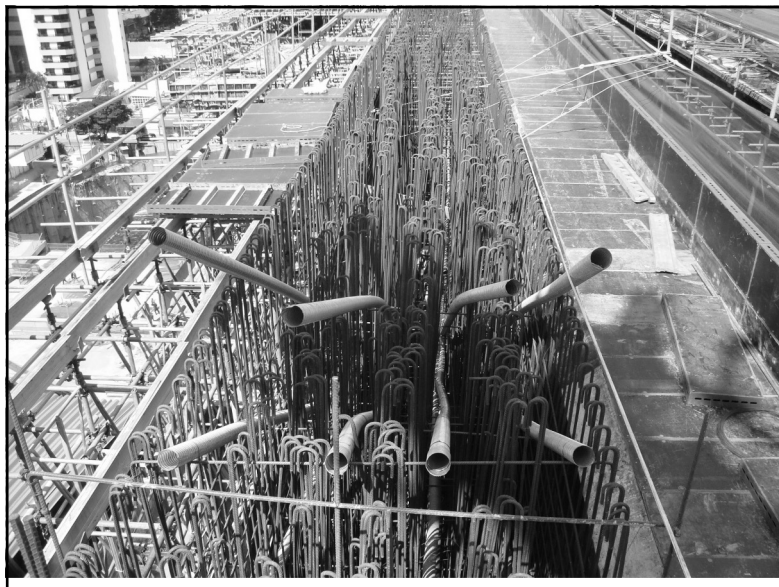
201



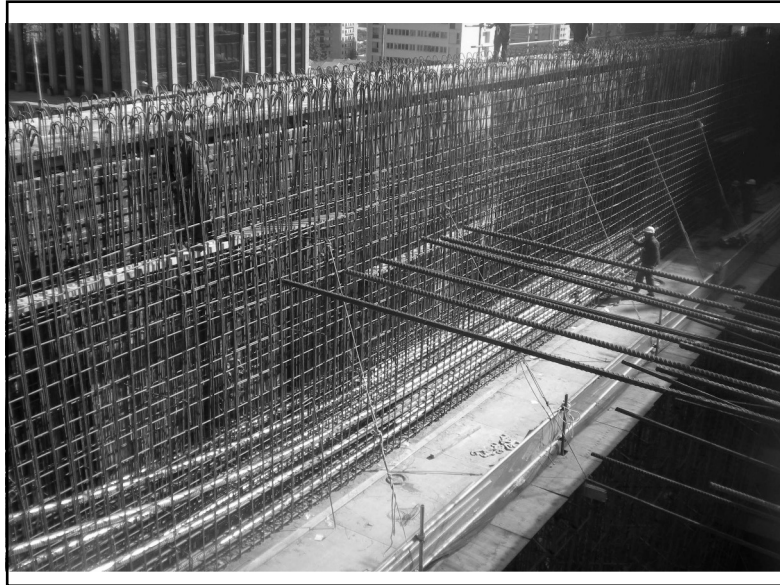
202



202



204



206



**Bomba A**

**Bomba B**

*PhD Engenharia*

206



207



**proteção contra a chuva**

*PhD Engenharia*

208



**escoramento em balanço**

*PhD Engenharia*

209

## ***Temperatura de lançamento***

- ✓ **depende do consumo dos materiais (traço)**
- ✓ **depende do calor específico dos materiais**
- ✓ **depende da temperatura natural dos materiais**
- ✓ **depende da logística (fator tempo)\***

**\* tempo associado a transporte e descarga do concreto**

**dado de entrada mutável**

*PhD Engenharia*

210

## Temperatura de lançamento

Material	Consumo kg/m <sup>3</sup>	Calor específico kcal/kg.°C	q=m.c (kcal/m <sup>3</sup> .°C)	T (°C)	Q (kcal/m <sup>3</sup> )
Cimento.CP II E-40	365	0,240	87,60	55	4818
Microsilica	29,6	0,200	5,92	40	236,8
Areia Artif.	525,3	0,200	105,06	22	2311,32
Areia Nat.	525,3	0,200	105,06	22	2311,32
Brita 0	336,5	0,200	67,30	22	1480,6
Brita 1	504,7	0,200	100,94	22	2220,68
Água	119,8	1,000	119,84	25	2996,1
Umidade Miúdo Art.	13,1	1,000	13,13	25	328,3
Umidade Miúdo Nat.	42,0	1,000	42,02	25	1050,6
Umidade Graúdo	0	1,000	0	25	0
Betoneira					2000
Total			646,88		19753,72
Transporte (Ganho)		10,0°C			
T Lançamento=		40,5°C			

**sem gelo**

PhD Engenharia

211

## Temperatura de lançamento

Material	Consumo kg/m <sup>3</sup>	Calor específico kcal/kg.°C	q=m.c (kcal/m <sup>3</sup> .°C)	Ti (°C)	Tf (°C)	Ti -Tf (°C)	Q (kcal/m <sup>3</sup> )
Cimento.CP II E-40	365	0,240	87,60	55	0	55	4818
Microsilica	29,6	0,200	5,92	40	0	40	236,8
Areia Artif.	525,3	0,200	105,06	22	0	22	2311,32
Areia Nat.	525,3	0,200	105,06	22	0	22	2311,32
Brita 0	336,5	0,200	67,3	22	0	22	1480,6
Brita 1	504,7	0,200	100,94	22	0	22	2220,68
Água	0	1,000	0	25	0	25	0
Umidade Miúdo Art.	13,1	1,000	13,13	25	0	25	328,31
Umidade Miúdo Nat.	42,0	1,000	42,02	25	0	25	1050,6
Umidade Graúdo	0	1,000	0	25	0	25	0
Gelo	119,8	0,500	59,92	0	0	0	0
Fusão Gelo	119,8	1,000	119,84	0	0	0	-9587,48
Gelo + Água	119,8	1,000	119,84	0	18	-18	-2157,18
Betoneira							2000
Total			826,65				5012,97
Transporte (Ganho)		10,0°C					
T Lançamento=		16,1°C					

**com gelo: redução de 60%**

PhD Engenharia

212



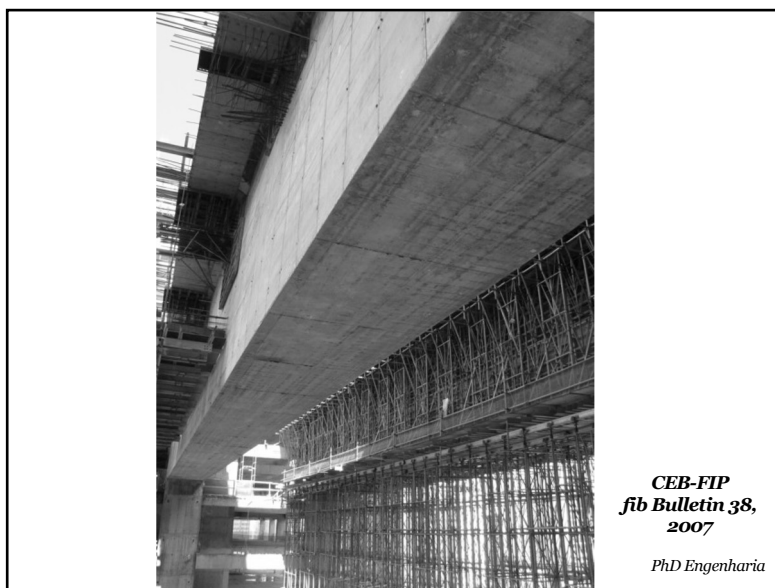
## ***Temperatura de lançamento***



**é possível ...**

*PhD Engenharia*

213



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

*PhD Engenharia*

214

## *Acabamento*



215



216

**Comprometimento!**

**Do your best!**

*PhD Engenharia*

227

**Obrigado !**



224