



Aprendendo com Falhas e Acidentes nas Estruturas de Concreto

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*

Sindicato dos Engenheiros SENGE 12 de abril de 2012 Porto Alegre RS

1

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

2

**“Duro”
Aprendizado!**

3

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

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...”

5

✓ Postura dos Organizadores deste evento

✓ com experiência de um CONSTRUTOR

✓ conhecimento de quem atende casos de colegas

✓ com a humildade de quem já errou...

6

✓ Postura dos Organizadores

✓ compareço aqui com experiência de um CONSTRUTOR

✓ conhecimento de quem atende casos de colegas

✓ com a humildade de quem já errou...

7

✓ Postura dos Organizadores

✓ com experiência de um CONSTRUTOR

✓ conhecimento de quem atende casos de colegas

✓ com a humildade de quem já errou...

8

✓ **Postura dos Organizadores**

✓ **com experiência de um
CONSTRUTOR**

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

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

9

Edifício Comercial

2009
fissuras em lajes
obra nova

10



11



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

12



13



14

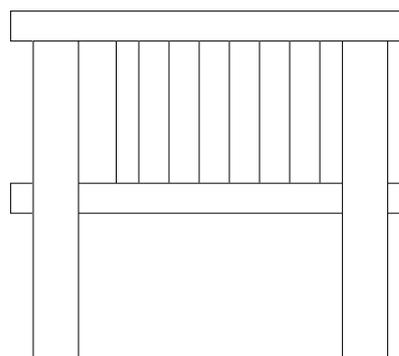


15

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

dimensionada para 150kg/m²

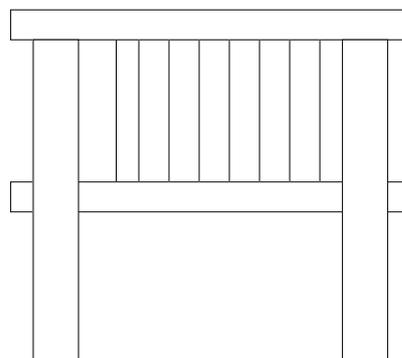
1 ano de idade



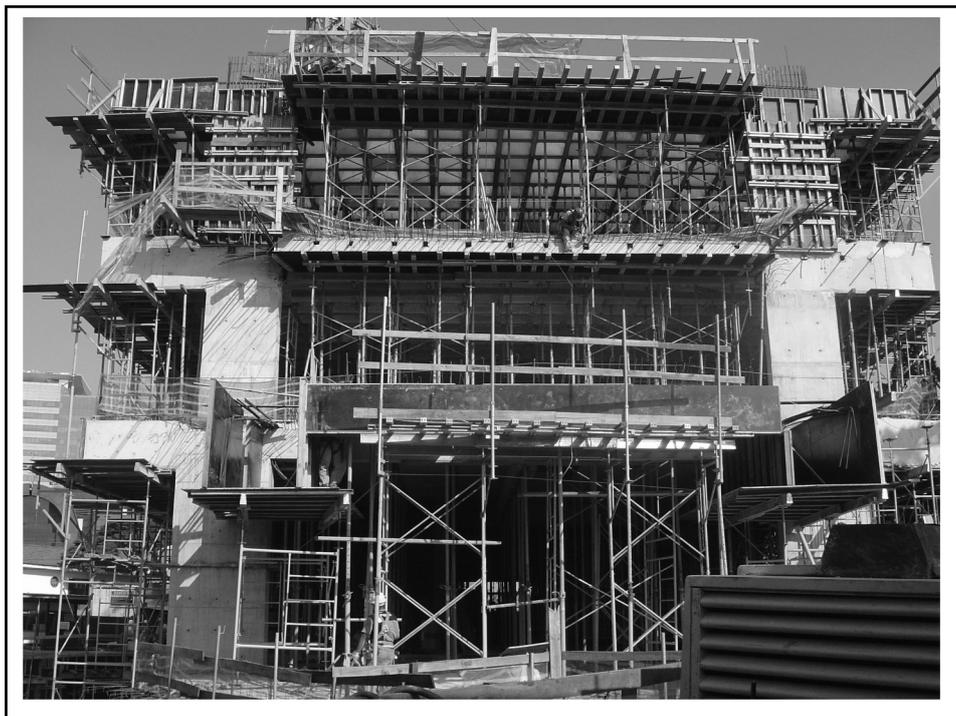
16

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

1 ano de idade



17



18

***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**

19



20



21



22

- **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**

23

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...**

24



25



26

***Irresponsabilidade
ou
Incompetência?***

Caso 2:

edifício da Diretoria da Construtora

8º andar

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

1 caminhão com 10MPa

9 pilares!

27



28



29



30



31



32



33



34



35



36

seria um caso
de sabotagem
??? !!!

37

Dados do Edifício:

Localização: Rio de Janeiro, RJ.

36 pavimentos + 5 subsolos

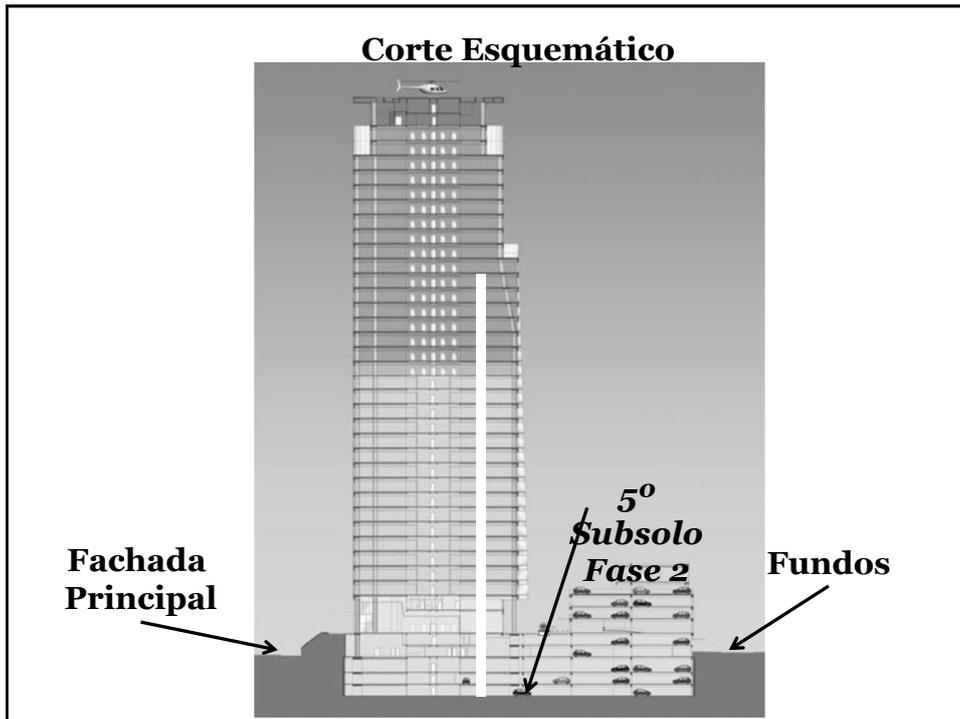
Pilar P1 Esforços de projeto:

Normal: 1.253tf

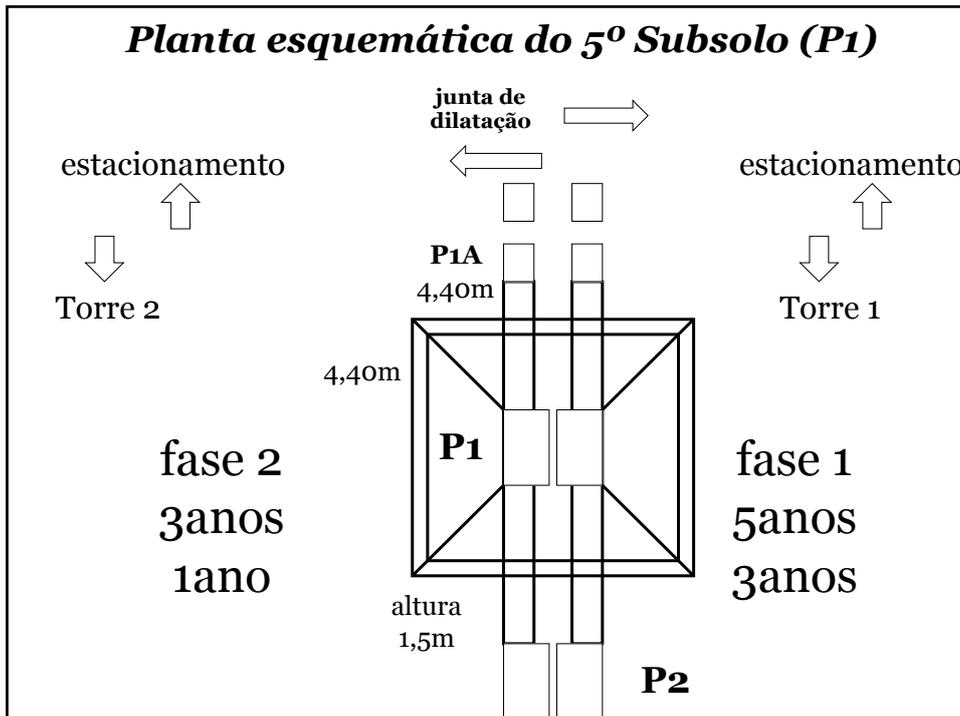
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

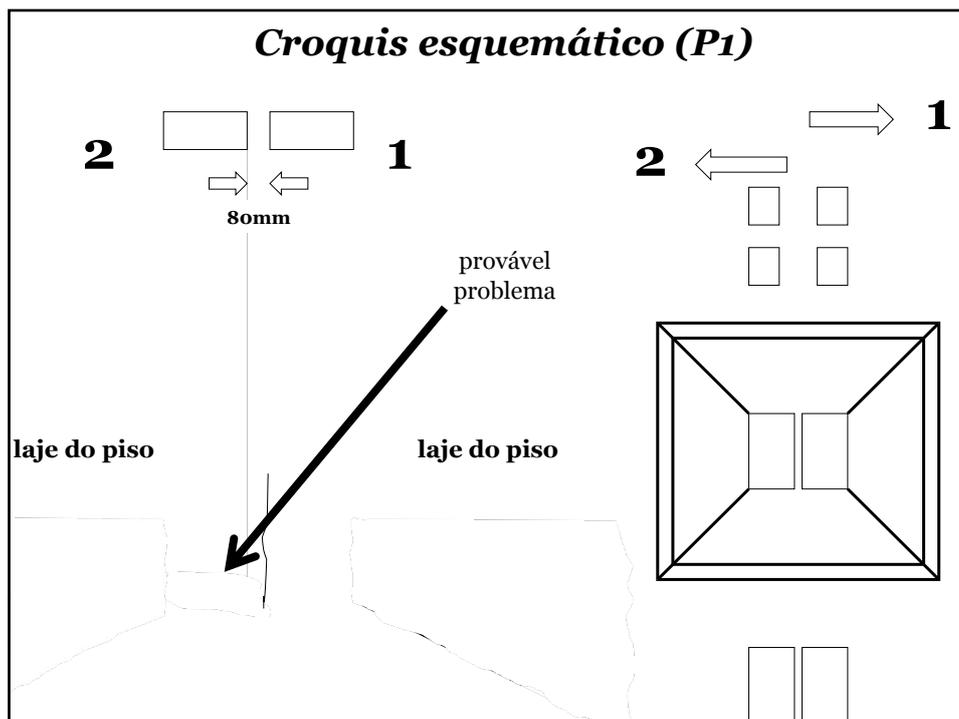
38



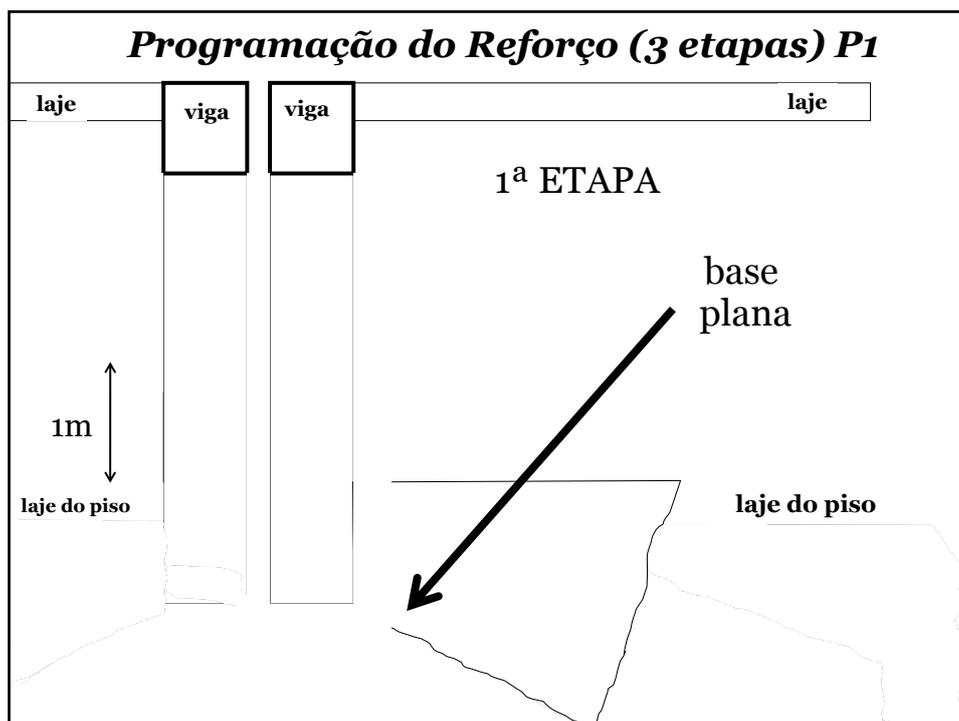
39



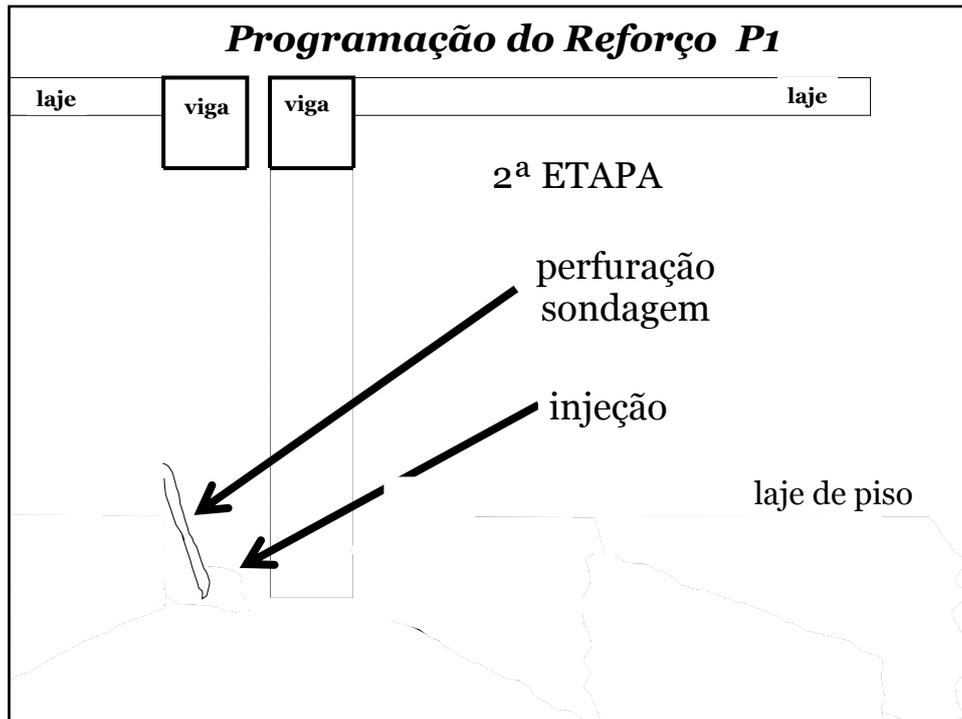
40



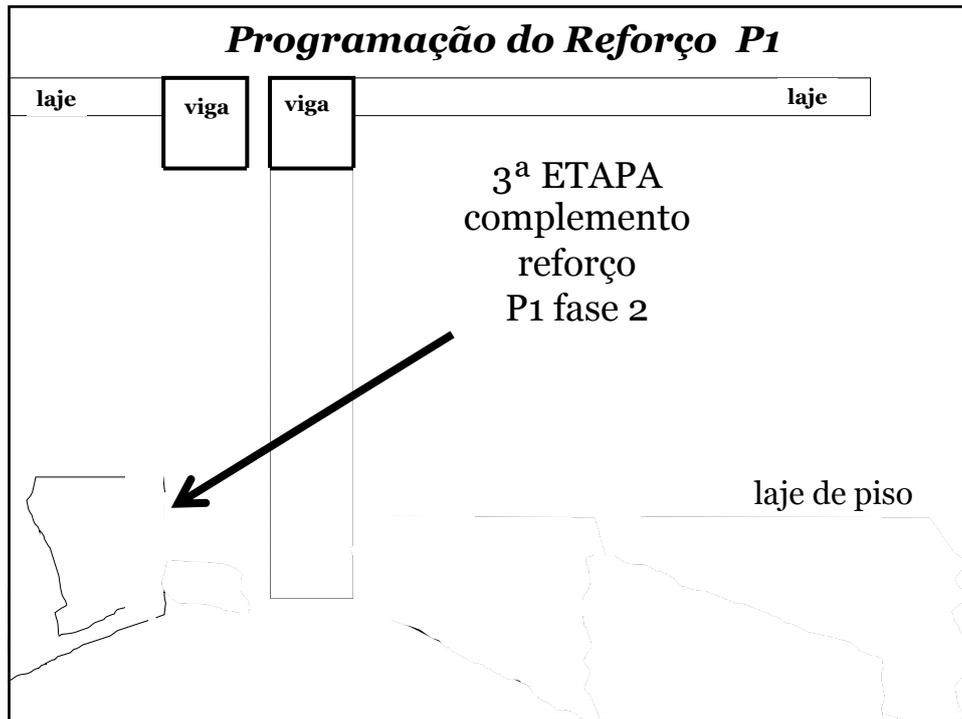
41



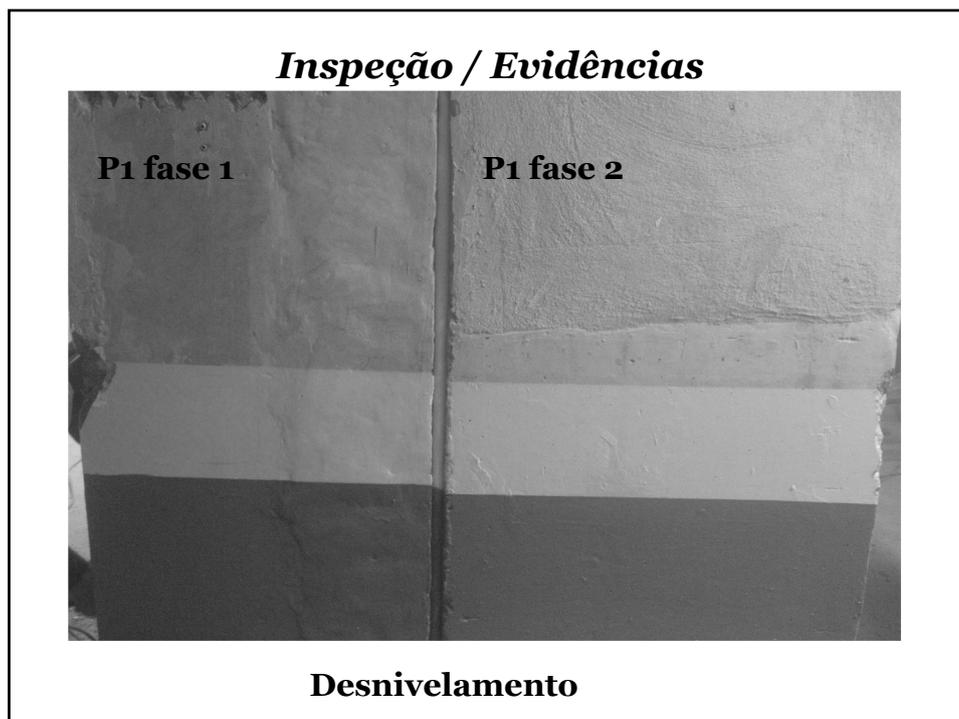
42



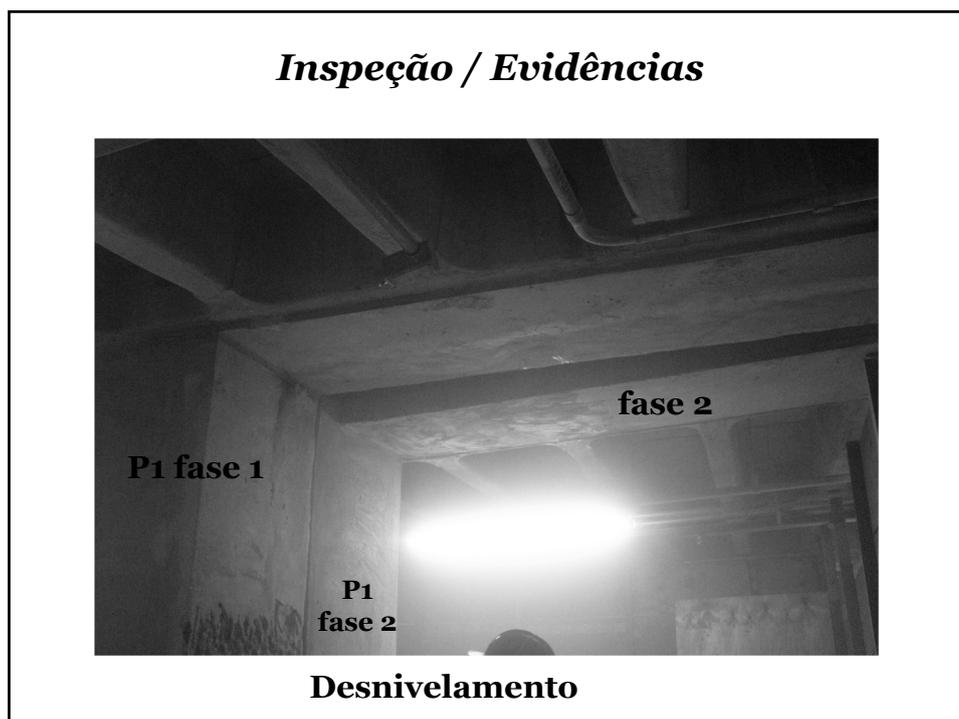
43



44



45



46

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

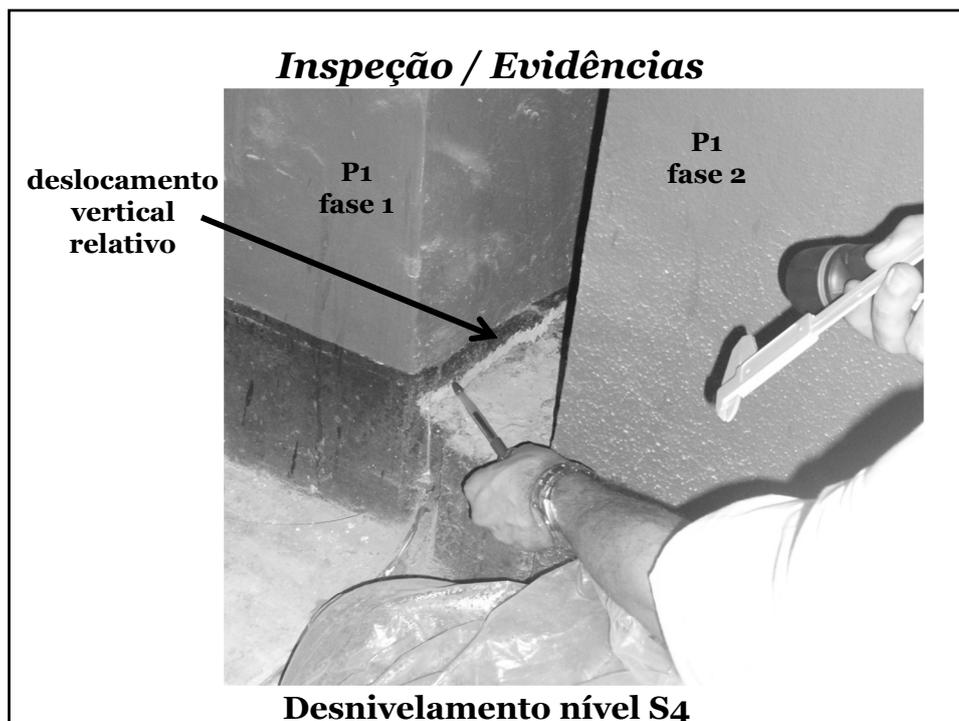
47

Inspeção / Evidências

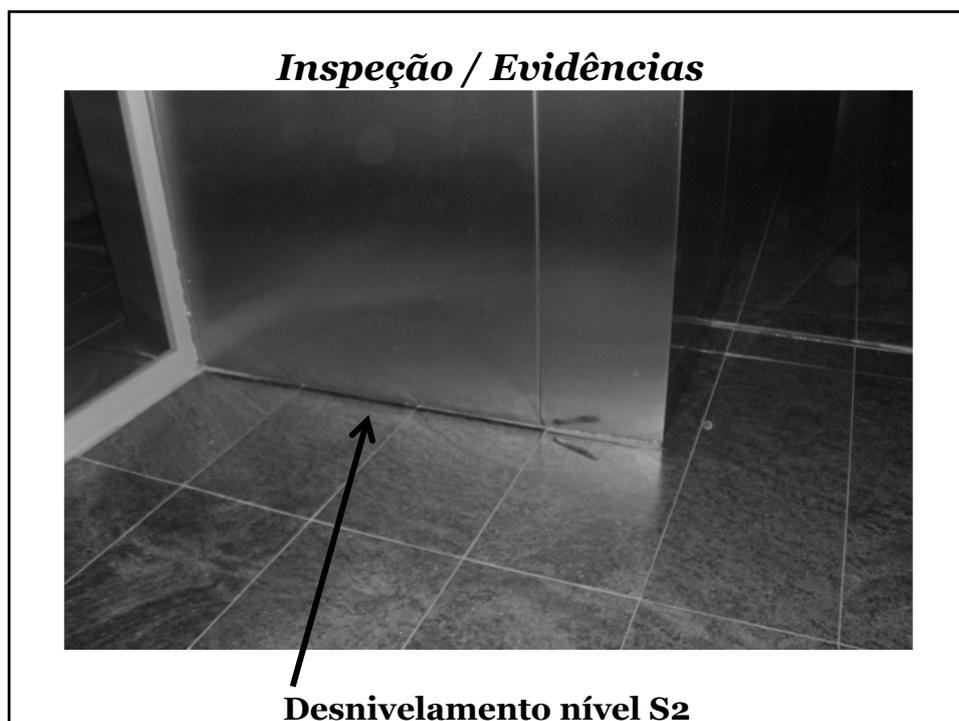


Fissuras em Vigas

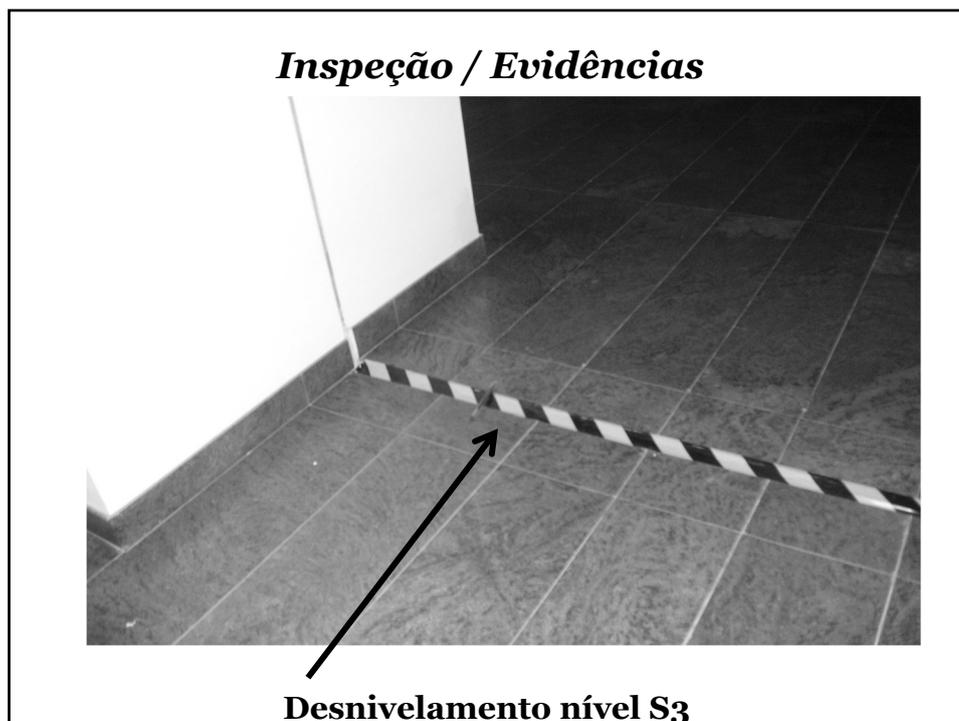
48



49



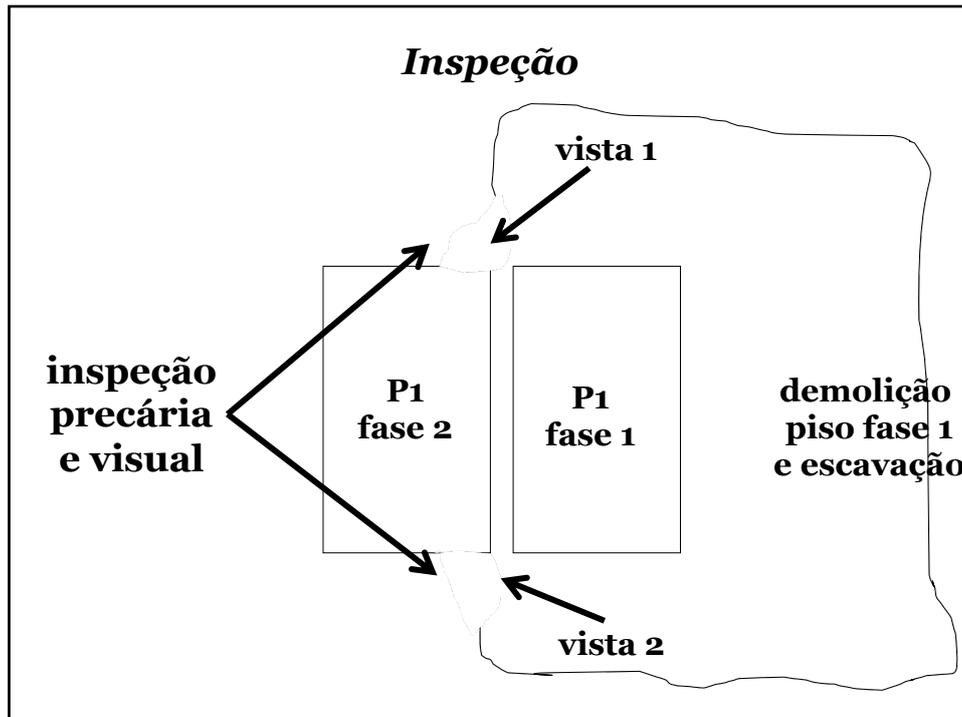
50



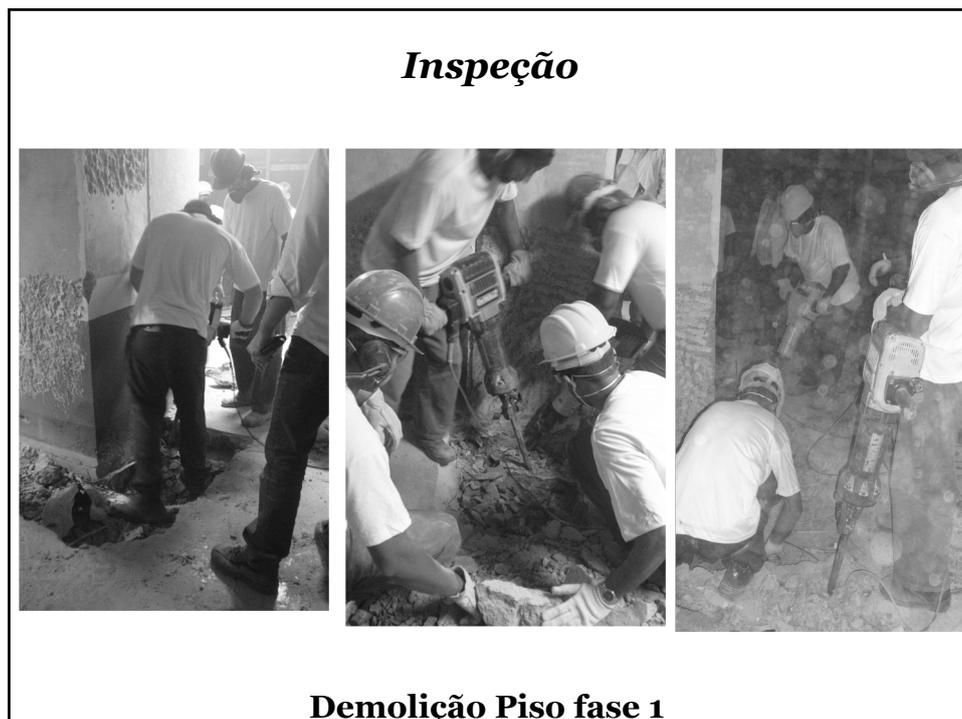
51



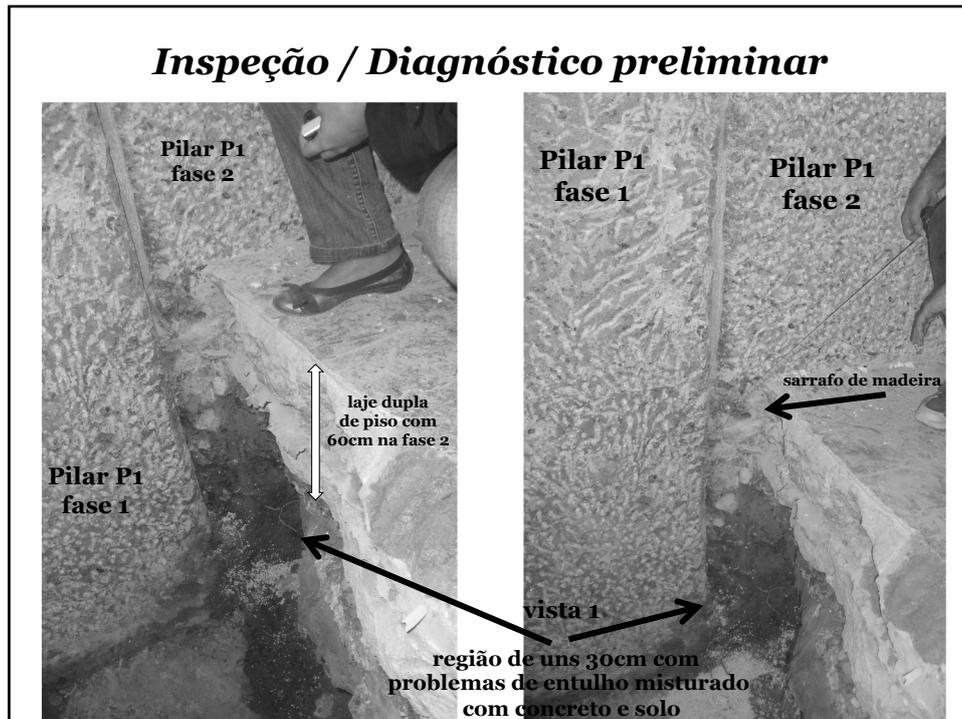
52



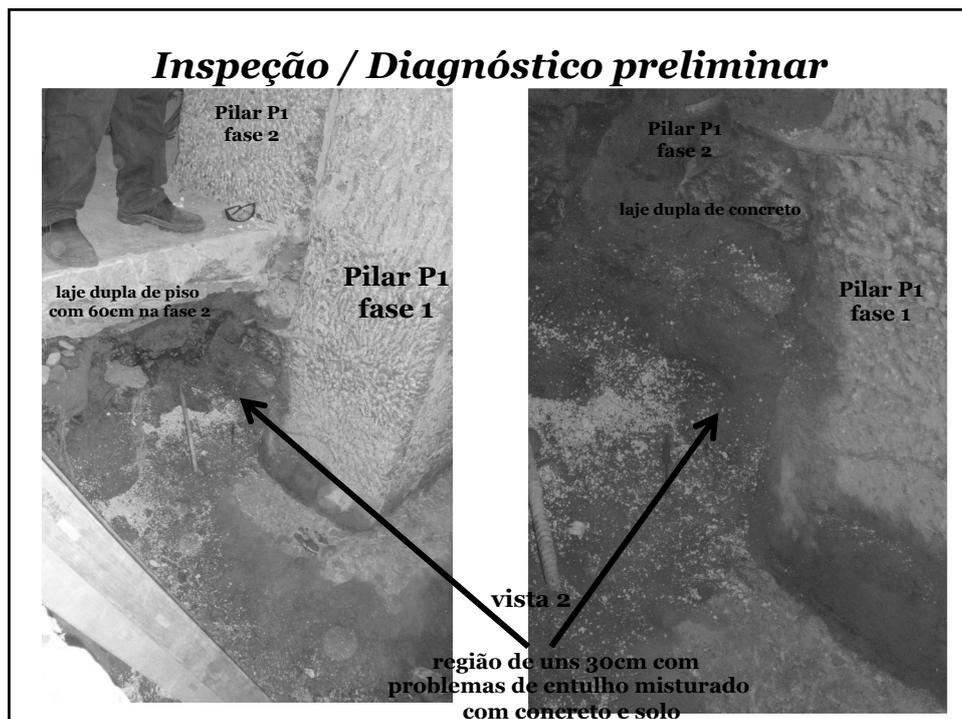
53



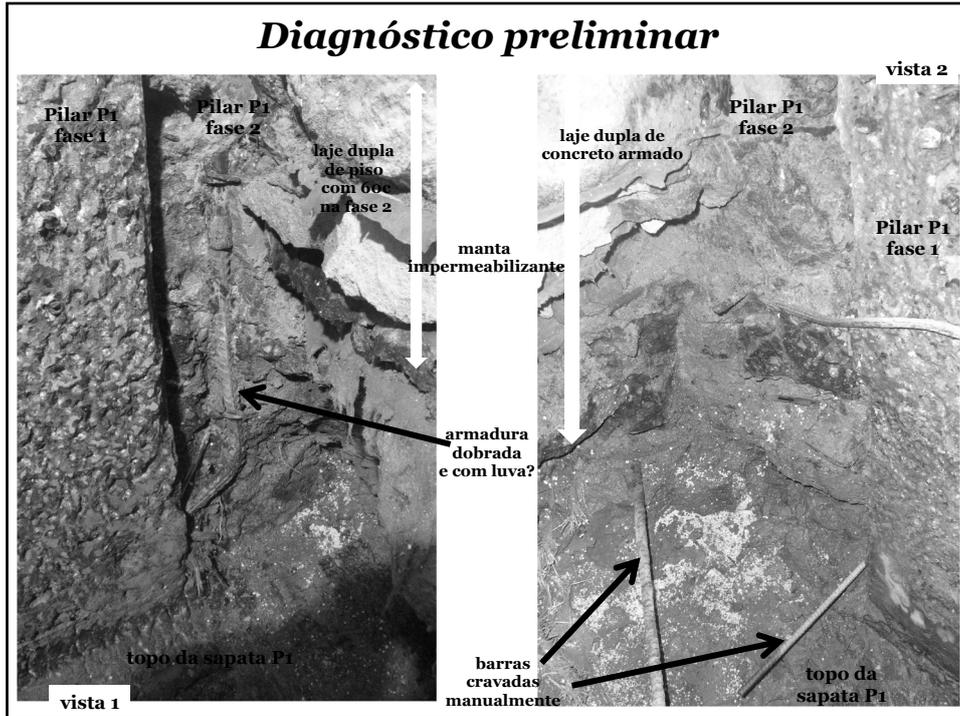
54



55



56

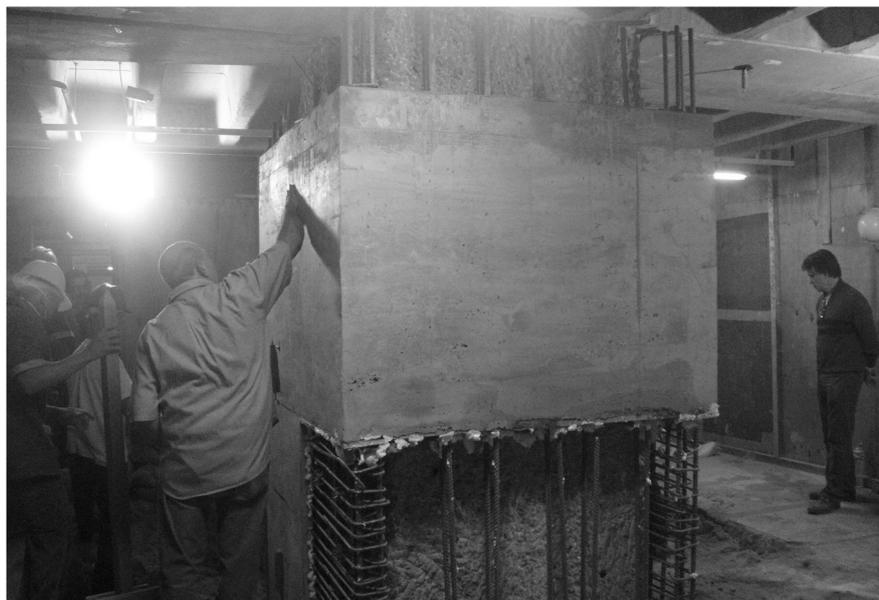


57



58

7.Desfôrma



59



60



61



62



63



64



65



66

Pilar P1 acabado



67



IBRACON

Controles

68



69



70

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

71

Hipóteses prováveis...

72

Hipóteses prováveis...

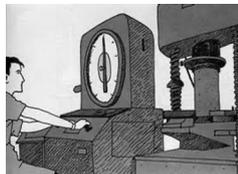


73

A origem e os intervenientes



**projetista
estrutural**



**tecnologista
de concreto**



**fornecedor do
material**



**construtor
(execução)**

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

74

Edifício Habitacional

armadura de pilares *obra nova*

75



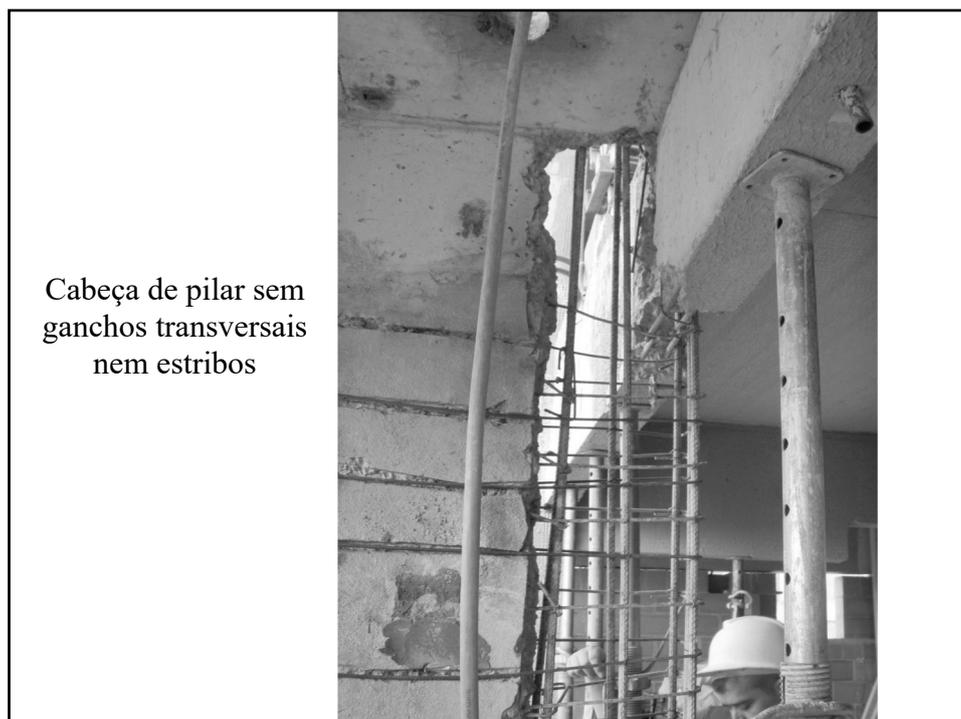
76



77



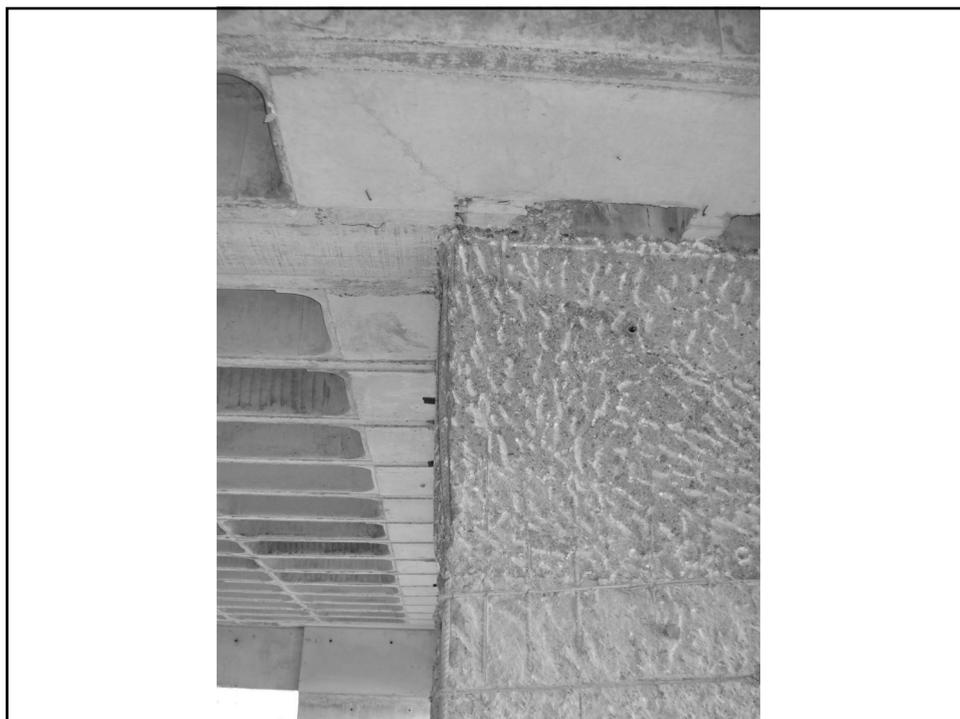
78



79



80



81



82

Qual o papel do Construtor?

83

- ✓ 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!

84

terceirizar um
serviço \neq
terceirizar
responsabilidade

85

**outro caso
desastroso!**

86

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 %

87

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.

88



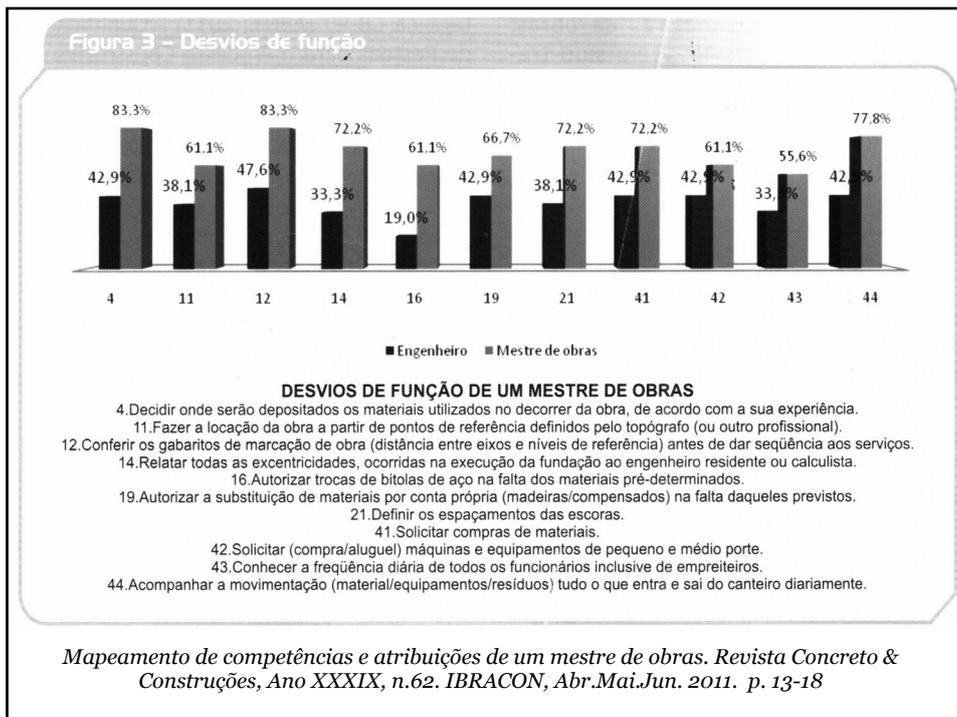
89

Edifício Real Class

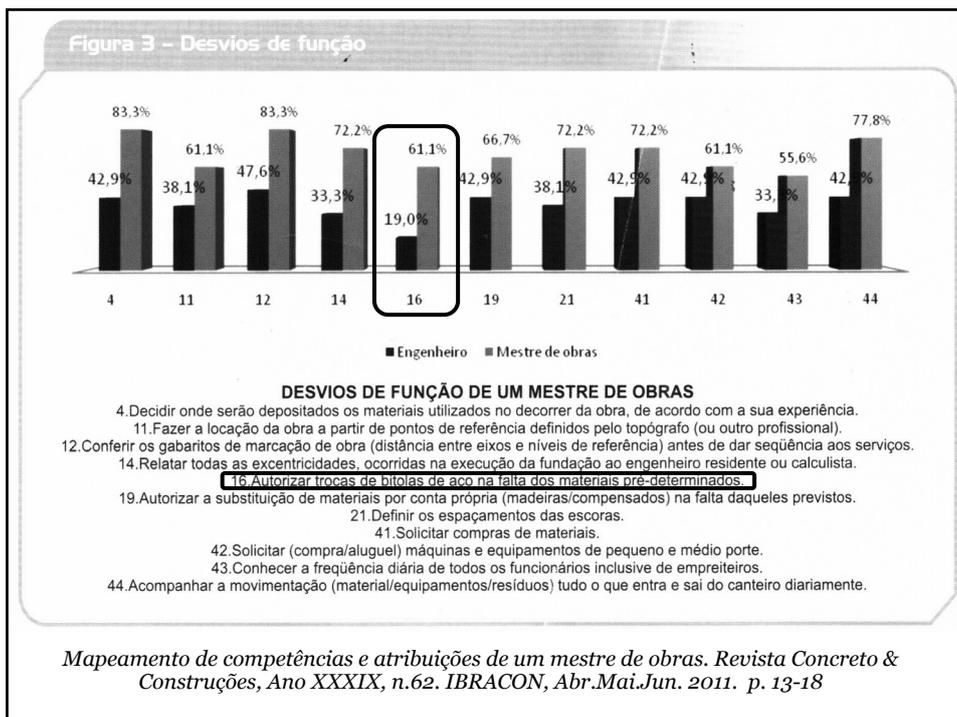


Belém do Pará
34 pavimentos
105m 20.01.2011 35MPa

90



91



92

Edifício Habitacional

concretagem de pilares *obra nova*

93



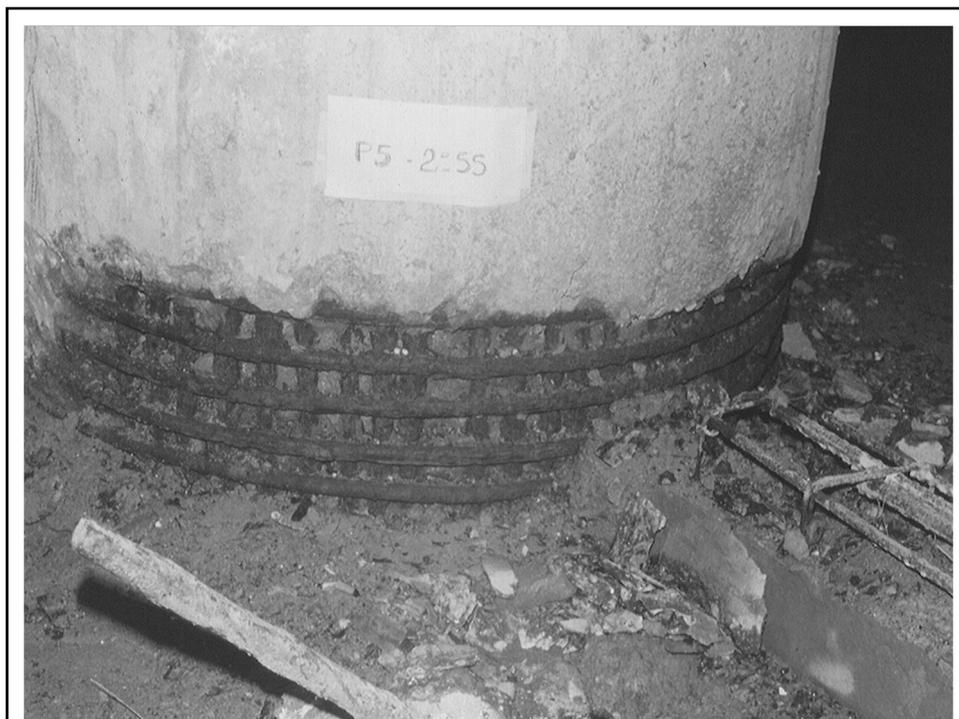
94



95



96



97



98

CONSTRUTOR

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

99

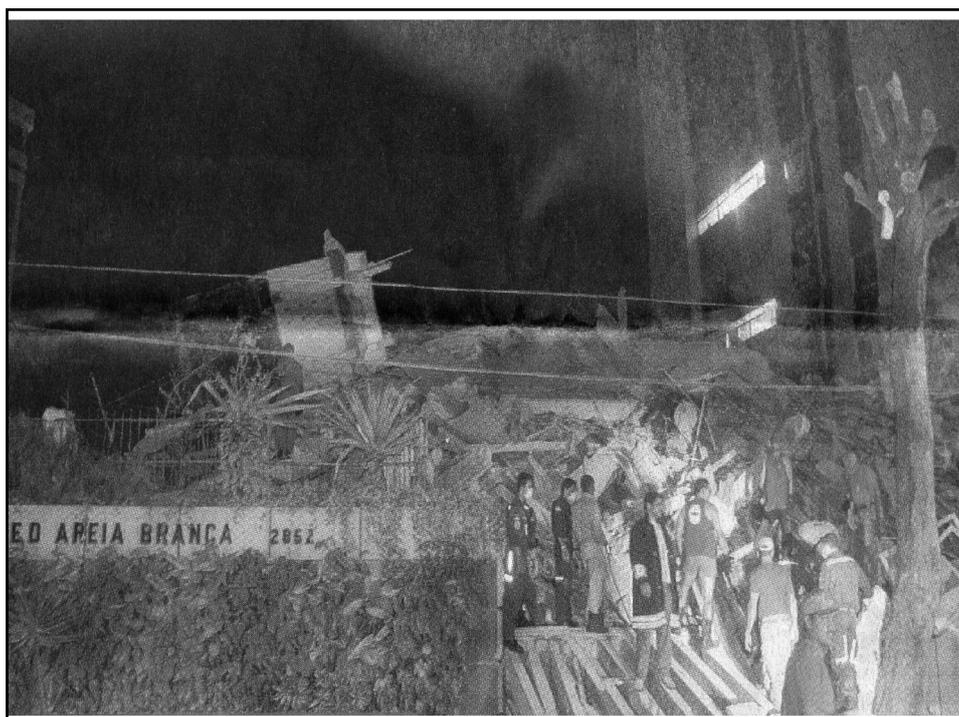
Edifício Areia Branca

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

100



101



102



103

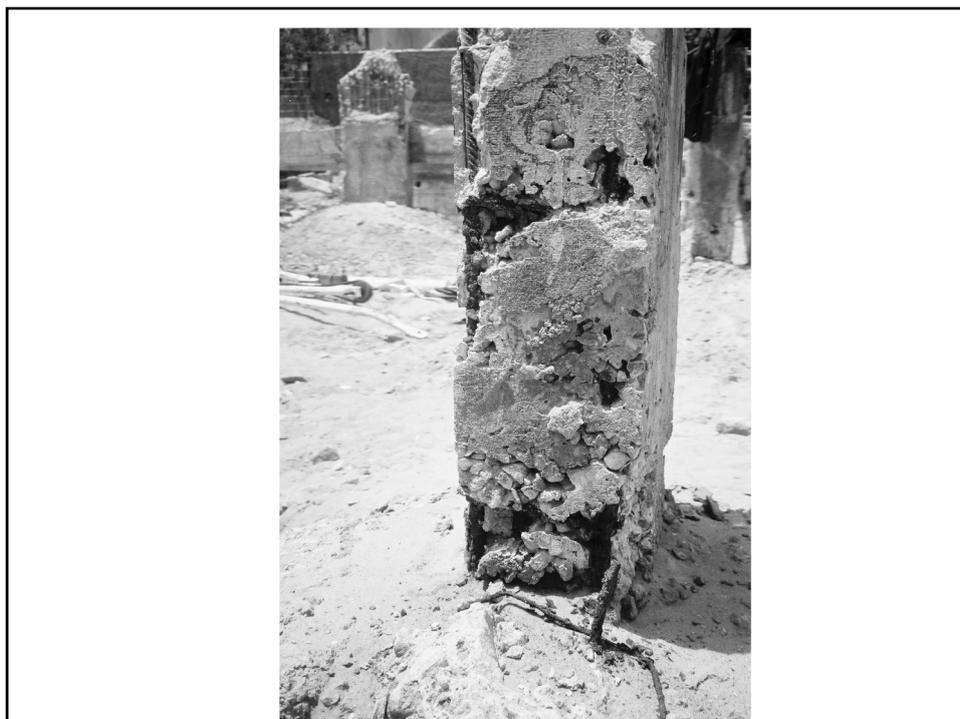


104



105





107



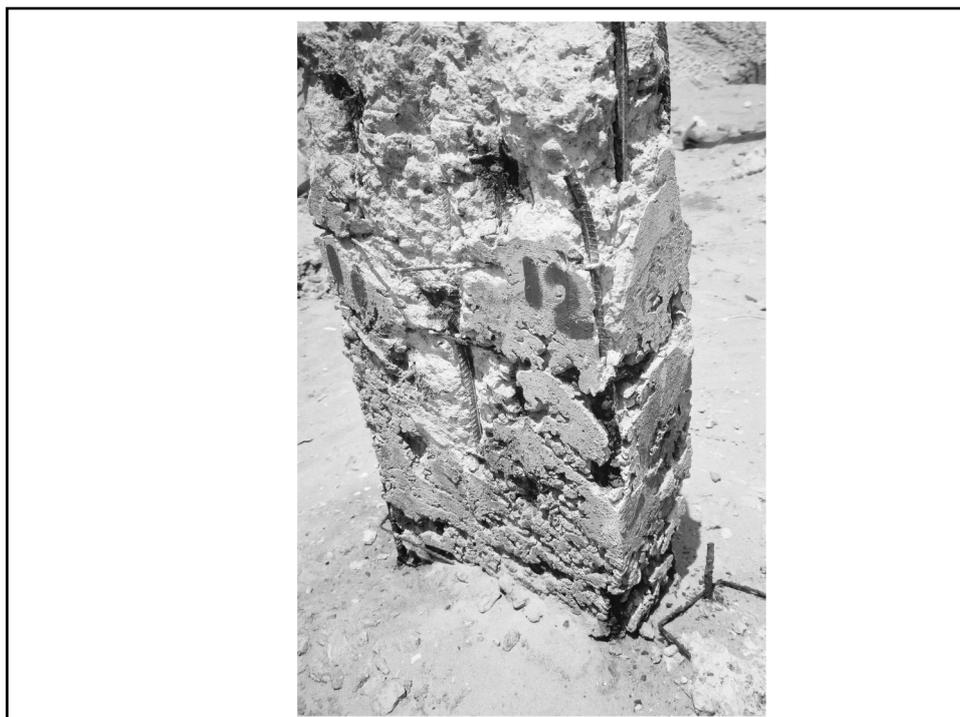
108



109



110



111



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

112



113

CONSTRUTOR

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

114

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

115



116



117



118



119



120



121



122



123



124

CONSTRUTOR

Não entendeu → PERGUNTA

Não achou o detalhe → COBRA

Deve estudar os projetos e
antecipar-se aos problemas!

125

CONSTRUTOR

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

126

Qual a MISSÃO do Construtor?

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

128

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

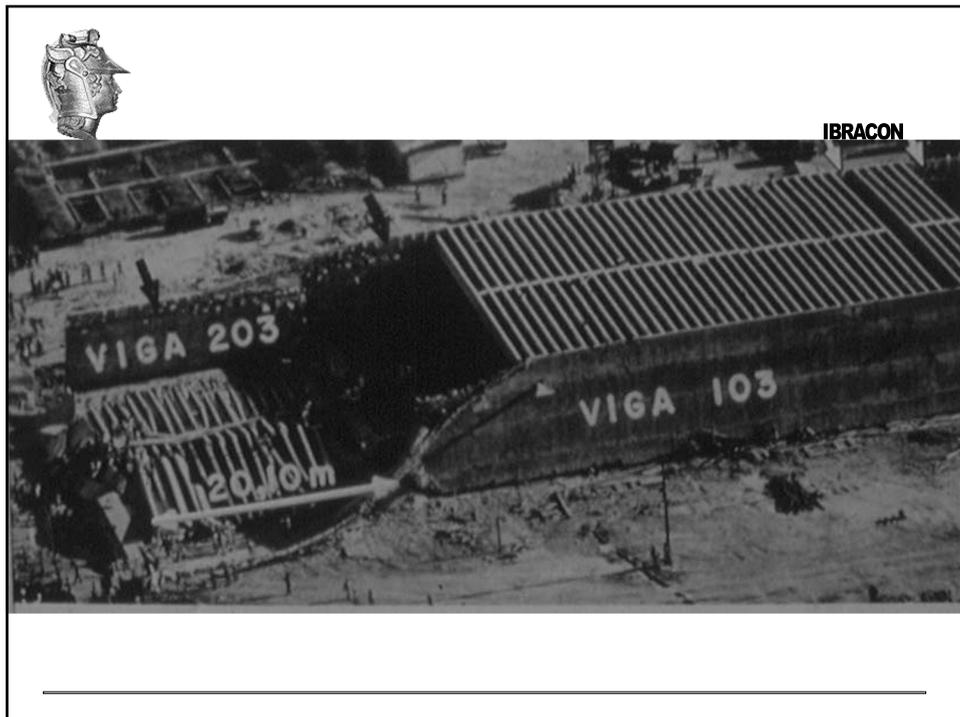
Superior Tribunal de Justiça

129

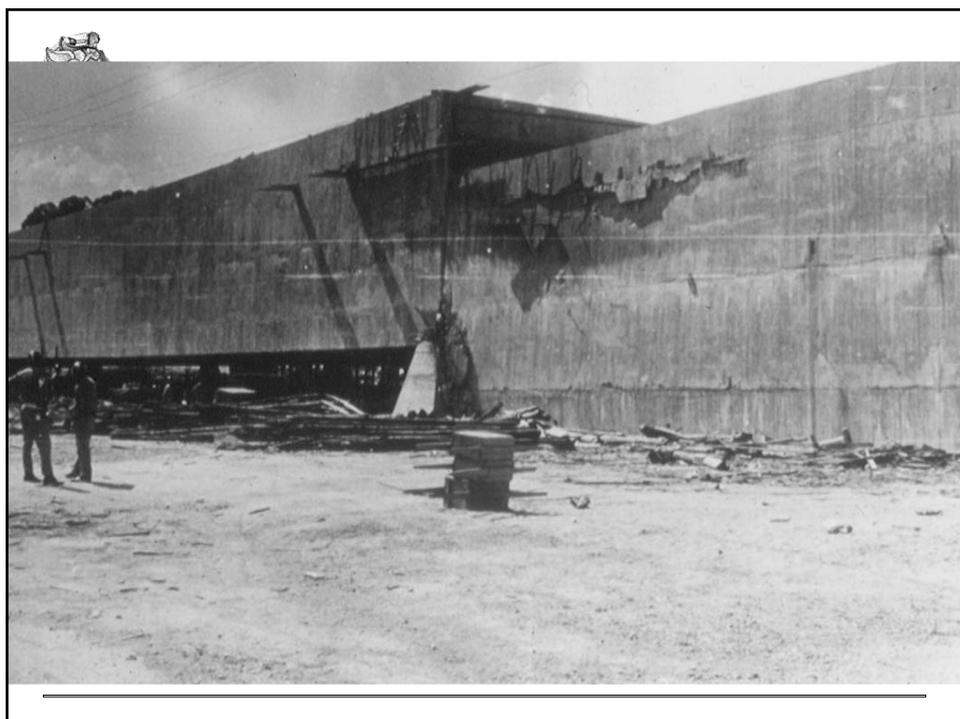


24,0m por 31m
Vigas 9,8m de altura
apoiadas em 5 pilares
Desabou na hora do almoço

130



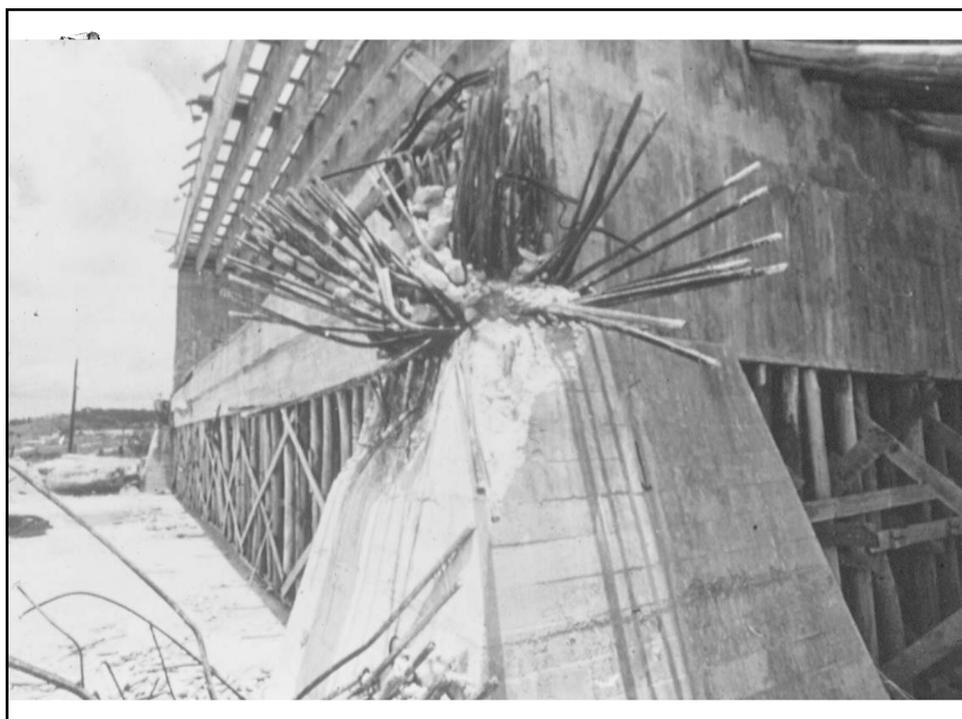
131



132



133



134

Melhoria arquitetônica

Concreto aparente, grandes vãos

Bruno Contarini



Oscar Niemeyer

Superior Tribunal de Justiça

135

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**

136

Comprometimento!

Do your best!

137

**Algumas
Reflexões**

138

Dilma é eleita terceira mulher mais poderosa do mundo pela revista 'Forbes'

Redação SRZD | Nacional | 24/08/2011 15h34



Nesta quarta-feira a revista norte-americana "Forbes" divulgou um ranking com as mulheres mais poderosas do mundo. A presidente Dilma ficou em terceiro lugar, atrás apenas da primeira-ministra da Alemanha, Angela Merkel, e da secretária de Estado dos Estados Unidos, Hillary Clinton.

A grande maioria da lista é composta por mulheres empresárias, políticas e líderes dos setores de mídia e entretenimento. A modelo Gisele Bündchen ficou em 60º lugar.

A primeira-dama dos Estados Unidos, Michelle Obama, ficou em 1º lugar no ano passado e este ano caiu para a oitava posição.

A mulher mais bem colocada do mundo dos negócios foi a indiana Indra Nooyi, que ficou na quarta posição. Ela comanda a PepsiCo. Em quinto lugar ficou a chefe de operações do Facebook, Sheryl Sandberg.

139



MercoPress.

South Atlantic News Agency

Montevideo, September 2nd 2011 - 13:19 UTC

CURRENT EDITION

TOPICS

REGIONS

NEWS ARCHIVE

IBRACON

Friday, March 4th 2011 - 01:52 UTC

Brazil, the seventh economy of the world and ready to overtake France and UK

Brazil announced Thursday it has become the world's seventh economy after having expanded 7.5% in 2010, the strongest in 24 years. Brazil's GDP now stands at 2.1 trillion US dollars with a per capita income of 11.185 USD.

+1 0 Tweet 24 Recommend 257 Send Print Share Comment



The announcement was done the day Strauss Khan met President Rousseff

"If we consider prices and purchasing power, a pending homework from the World Bank and the IMF, Brazil's GDP is 3.6 trillion USD which places us in fifth place ahead of France and the UK", said Finance minister Guido Mantega.

The announcement was done on the day IMF Managing Director Dominique Strauss-Khan began an official visit to the country. The IMF chief has been insisting the time has come for the leading emerging countries "to cool their overheated economies".

140

02/09/2011 - 05h48



Brasil ocupa espaço deixado pelos EUA na América do Sul, diz "Economist"

O Brasil tem ocupado o espaço deixado pelos Estados Unidos na América do Sul, diz artigo publicado nesta sexta-feira (2) na revista britânica "The Economist", embora os americanos mantenham "influência e interesse vital na região".

O texto analisa as relações entre os Estados Unidos e a América Latina e conclui que a política americana para a região tem sido prejudicada pelas disputas domésticas no Congresso americano e aberto espaço para outros atores. "O Brasil com frequência tem maior peso em grande parte da América do Sul", diz.

O texto lembra que no início do mandato, o presidente Barack Obama prometeu "uma nova era de parceria" entre as Américas. Mas o fato de Obama ter de lidar com "outras prioridades, tanto no exterior quanto em casa, e eventos na região, como o golpe de Honduras (...), reavivaram velhos debates", diz a "Economist".

A revista menciona que em julho, a oposição republicana suspendeu o financiamento dos EUA para a OEA (Organização dos Estados Americanos). "Os conservadores não gostaram (da atitude) do secretário-geral da OEA, o social-democrata chileno José Miguel Insulza".

Insulza irritou os americanos por suspender Honduras da OEA logo após a derrubada do presidente Manuel Zelaya e por defender a volta de Cuba à organização. Embora a OEA "não inspire muita confiança em Washington", trata-se do único grupo que inclui os EUA, enquanto outros exclusivamente latinos proliferaram nos últimos anos.

141

31 de agosto / 2011 Gestão, Mercado da Construção publicado por Cimento Itambé

Empresas ligadas à construção civil são líderes de crescimento no Brasil

Edição 2011 do tradicional ranking da revista O Empreiteiro mostra que em cinco anos a receita bruta do setor teve expansão média de 160%

Por: Altair Santos

Apesar de o investimento em infraestrutura não ser o ideal – estudo apresentado em seminário da Fundação Getúlio Vargas aponta que em 2010 chegou a 2,54% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, quando o ideal seria 6% – as construtoras brasileiras têm conseguido, desde 2005, obter um ritmo de crescimento inigualável. É o que aponta o tradicional ranking da revista O Empreiteiro, cuja versão 2011 foi recentemente lançado.



Elaborado com base em dados de 2010, o levantamento mostra que desde 2005 houve expansão de 160% da receita bruta das cem maiores construtoras do Brasil. Só em 2008 – considerado o melhor ano da década para o setor -, o crescimento atingiu 49,59%. Somando o desempenho, essas empresas faturaram no ano passado mais de R\$ 69 bilhões. "Comparando as curvas de crescimento, percebe-se que a construção civil expandiu mais do que o PIB do país de cinco anos para cá", analisa Leonardo Young, diretor da revista O Empreiteiro.

Ainda segundo Leonardo Young, o cenário seguirá positivo, principalmente para aquelas empresas da "construção pesada". "Como tem muitas obras de infraestrutura a serem feitas, como aeroportos, rodovias e de transporte público, a avaliação é que para os próximos anos existam fundamentos sólidos para acreditar que este crescimento vai continuar", avaliou, ancorado por uma pesquisa que acontece há 41 anos e que consulta 2.500 empresas no país para formar o ranking da revista O Empreiteiro.

Em comparação com a lista de 2010, o grupo das dez maiores construtoras se manteve inalterado até a 5ª posição. A Norberto Odebrechet segue líder, seguida

142

É razoável avaliar crescimento somente por faturamento?

- ✓ Houve menos acidentes graves nas obras?
- ✓ Houve evolução no uso de tecnologia?
- ✓ Houve evolução na qualidade das obras?
- ✓ Houve evolução nos índices de sustentabilidade?
- ✓ Houve evolução na transferência de tecnologia Universidade / Centros de Pesquisa com o setor produtivo?

143

É razoável avaliar crescimento somente por faturamento?

Quais devem ser os índices de excelência a serem perseguidos?

144



145