



Workshop e Mesa Redonda

Coordenação técnica:



Manutenção Pós-Entrega da Obra e Inspeções Prediais para a Conservação de Edifícios

SINDUSCON DF

18 de abril de 2013

Brasília



Coordenação técnica:



Os Principais Mecanismos de Deterioração que Prejudicam a Vida Útil da Estrutura



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Paulo Helene

Diretor PhD Engenharia

Prof. Titular Universidade de São Paulo USP

Conselheiro Permanente Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON

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

Presidente ALCONPAT

SINDUSCON DF

18 de abril de 2013

Brasília

NBR 6118:2003

"mecanismos de deterioração e envelhecimento"

6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ intemperismo → piritas/ferruginosos

6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

6.3.4 Estrutura

ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos,
ações cíclicas, retração, fluência e relaxação

3

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*



Cobertura do
Prédio da FAU-USP



Edifício da
Engenharia Civil
POLI.USP

4

6.3.2 Concreto → *Lixiviação*

Mecanismo

- carreamento de sais solúveis pela água, Ca(OH)_2

Manifestação, Sintoma, Vício

- Manchas esbranquiçadas na superfície CaCO_3
- Eflorescência, pode até formar estalactites
- Aumento da porosidade interna do concreto
 - Redução do pH com risco de corrosão

Como evitar, Prevenção, Profilaxia

- Reduzir relação a/c, usar adições
- Melhorar condições de cura;
- Impermeabilizar evitando água.

Como Corrigir ?

Inspeção e Diagnóstico:

- Origem
- Mecanismo
- Agentes causadores
- Prognóstico

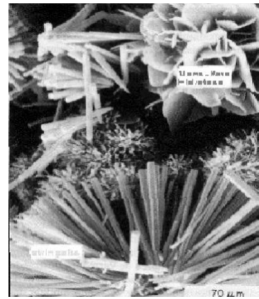
Intervenção Corretiva:

- Materiais
- Equipamentos
- Mão de obra
- Procedimentos

Manutenção

6.3.2 Concreto → *Expansão*

Reações expansivas
Sulfatos, SO_4^{-2}



7

6.3.2 Concreto → *Expansão*

Reação Álcali-Agregado AAR

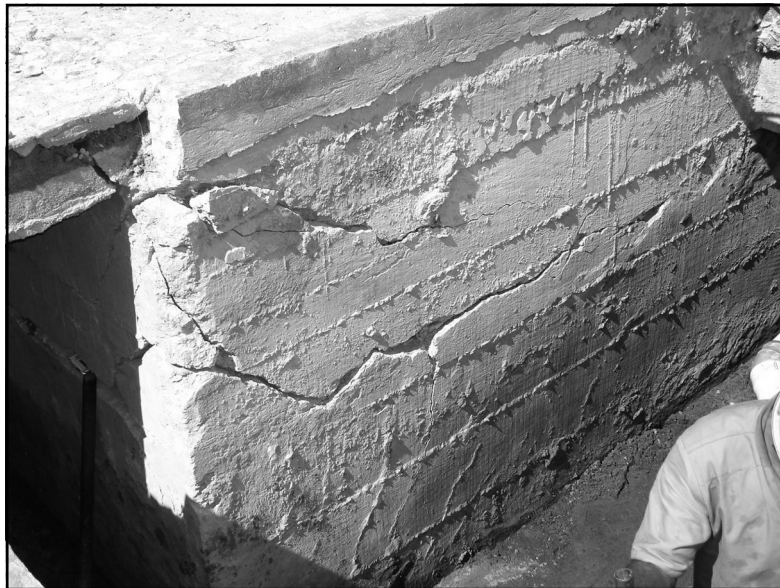


8





11



12

6.3.3 Aço → **Corrosão de Armaduras**

Despassivação por carbonatação

■ Ca(OH)_2 --- $\text{pH} \geq 12$
(aço passivado)

■ $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



13



PHD Engenharia

14

6.3.3 Aço →
***Corrosão de
Armaduras***

Despassivação
por cloretos



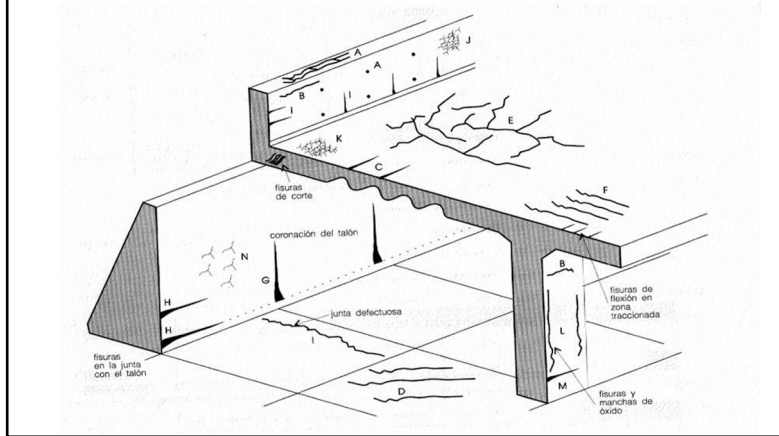
15



16

6.3.4 Estructura

fissuras: térmicas, retração, ações, construtivas



Programa de Redução de Riscos e Aumento da Vida Útil das Estruturas

6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ intemperismo → pirita/ferruginosos

6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

6.3.4 Estrutura

ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação

19

Os problemas precoces e acidentes dependem da

Existência da teoria: livros, normas ?

Exercício Profissional consciente ?

Inspeções Periódicas?

F&D Engenharia

20



21



22



PALACE II

23



24



25



26

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

Laudo aponta problemas também no Palace 1

Os problemas encontrados no Palace 1

- 1) Falhas em elementos estruturais nos pilares, vigas e paredes
- 2) Infiltrações em algumas unidades de convivência
- 3) Infiltrações em algumas unidades nos blocos de pilotis do pavimento térreo
- 4) Infiltrações generalizadas, decorrentes de infiltrações
- 5) Infiltrações generalizadas decorrentes de infiltrações
- 6) Dependência do levantamento externo dos elementos das fachadas
- 7) Dependência do piso do pavimento térreo

4) Sersan é intimada a fazer:

- manutenção de equipamentos
- apresentação de relatório de análise de materiais, especialmente a capacidade do concreto e sua composição química
- implementação de projeto de reforço estrutural com tecnologia a ser aprovada pela Secretaria Municipal de Obras (Smo) de São Paulo
- execução do reforço estrutural nos pilares e vigas de acordo com condições locais de condições de segurança (Smo)
- execução de recuperação do revestimento e do pavimento de concreto e recuperação de dependência com aparelhos para proteção aos habitantes (Smo)
- recuperação das instalações elétricas e hidráulicas (Smo)

FERNANDA DA ECOSMA
da Sersan do Rio

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

Segundo o laudo, o Palace 1 — vizinho ao Palace 2, que desabou no Catavani e foi implodido no último sábado — está com trincas nas vigas de subsolo, entrupeços metálicos em avançado estado de corrosão, deformações na laje do térreo, infiltrações, instalações hidráulicas e elétricas em estado precário e desprendimento das revestimentos da fachada de fora para dentro.

Para os engenheiros que vistoriaram o prédio, os problemas não estruturais e não foram provocados pela implusão do Palace 2.

O laudo afirma que o projeto de construção do Palace 1 é igual ao do prédio implodido, o que caracterizava uma situação de risco para a segurança de moradores.

"Chegamos à conclusão de que tem que ser feita uma obra séria para que não aconteça o colapso que aconteceu com o Palace 2", diz José Manoel Iglicky, diretor do departamento de Vistoria da Secretaria de Urbanismo. Segundo Iglicky, o Palace 1 apresenta besteira situação estrutural, Iglicky do entanto se questiona sobre as possibilidades de um desabamento do prédio.

"A partir do momento em que mantemos a estrutura e elaboramos um laudo, é porque a gente tem certeza de que tem condições de recuperá-lo. Não cogitamos poder criar um prédio, mas não temos bola de cristal para saber".

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

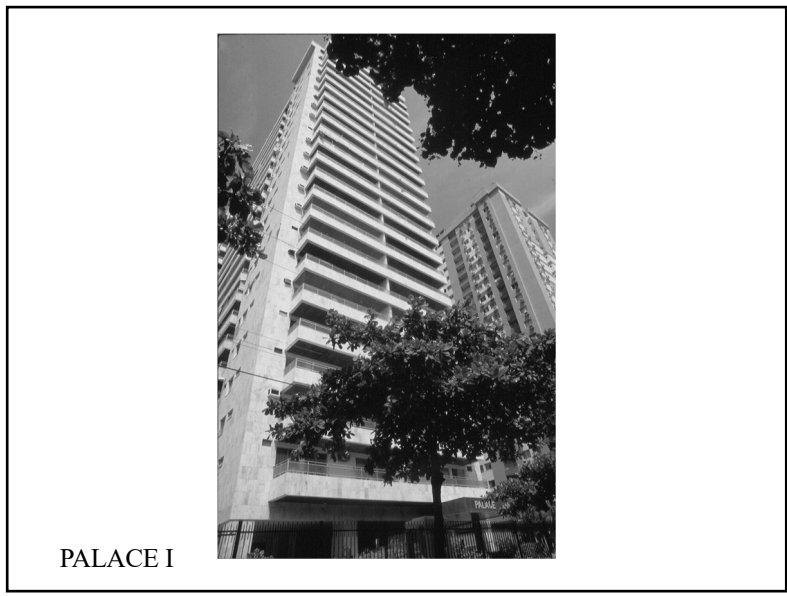
A construtora Sersan, deverá também apresentar um relatório com análise de materiais e reforço as infiltrações hidráulicas e elétricas. A intimação foi assinada no escritório da construtora.

Se não conseguir cumprir em 24 horas as determinações da prefeitura, a Sersan poderá ser multada em até R\$ 100.000. A multa é dobrada a cada dia de atraso.

A assessoria do prefeito Luiz Paulo Goulart (PT) informou que, caso a Sersan não obedeça às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrará indenização da construtora.

O laudo divulgado contém e aponta problemas referentes ao solo, terra e materiais utilizados na construção. Uma empresa especializada foi contratada pela prefeitura para analisar a composição do concreto e de outros materiais. Não há previsão para a divulgação dos laudos dos materiais e das causas do desabamento do Palace 2.

27



PALACE I

28

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

29

ULTIMAS NOTÍCIAS [0 31 - Edifício opera em queda e vale R\\$ 1,81 na venda](#)

MAIS EM RIO [Guardas municipais vão visar 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

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

Foto: For um dos três prédios que desabaram no dia 25 de janeiro na Cinelândia, provocando a morte de 17 pessoas e deixando cinco desaparecidos.



AVISOS
SUAZUIO 3008-2013
ROGERIO DUPLON
RUBIO ESCOBAR

Telefone: 20412 - 23842
Celular: 30412 - 0864
Like 272

Tweet 38

3
12
22

Avenida Treze de Maio, no local onde desabaram prédios no dia 25 de janeiro (cortesia empreiteira do acidente)

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 desaparecidos.

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 visar 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 Escalita

Siga @Globo_Rio

O Globo on Facebook
Like 293.415

30

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

31



Ed. Senador – São Bernardo do Campo/SP

Dia seguinte ao acidente

32



33

Diagnóstico Provável

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

F&D Engenharia

34

*A profissão do Engenheiro Civil
é uma profissão de*

“confiança pública”

*...e confiança não se impõem,
deve ser conquistada...*

Engenheiro Civil

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

F&D 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

37

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

38

Edifício Comercial

2009

fissuras em lajes

obra nova

39



40



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





43

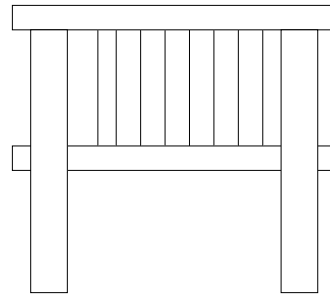


44

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

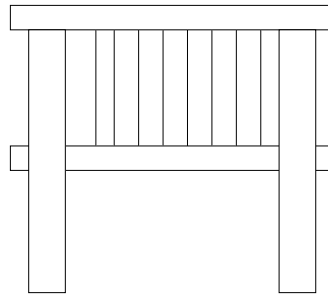
dimensionada para 150kg/m²

1 ano de idade

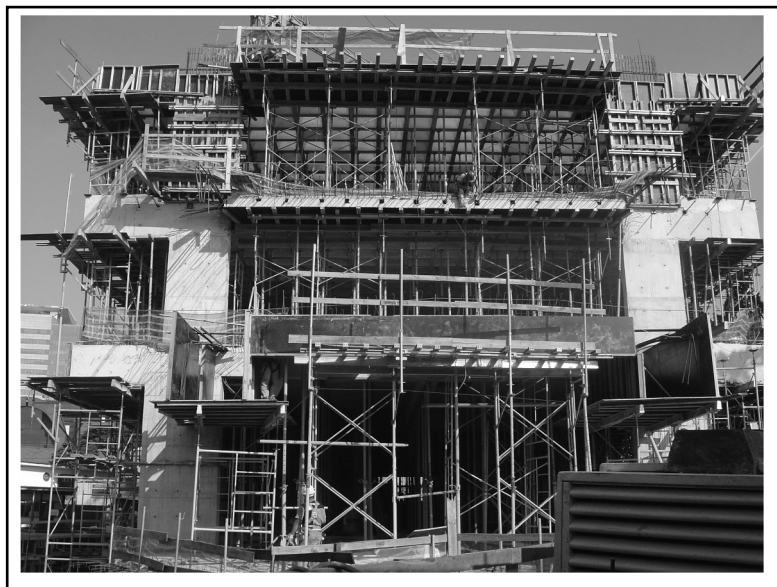


tem o módulo; tem o *fck*
mas não foi dimensionada
para essa carga

1 ano de idade



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!





51



52



53



54



55



56

seria um caso
de sabotagem
??? !!!

57

Dados do Edifício:

Localização:

36pavimentos + 5subsolos

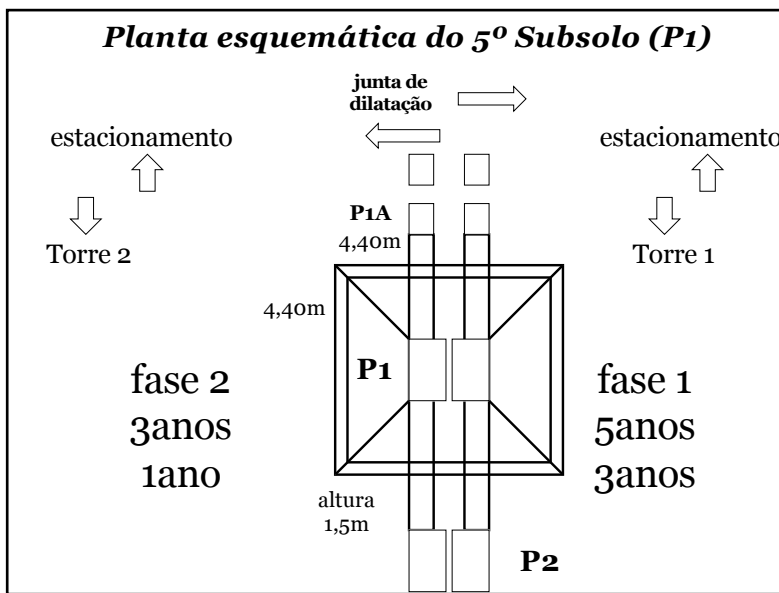
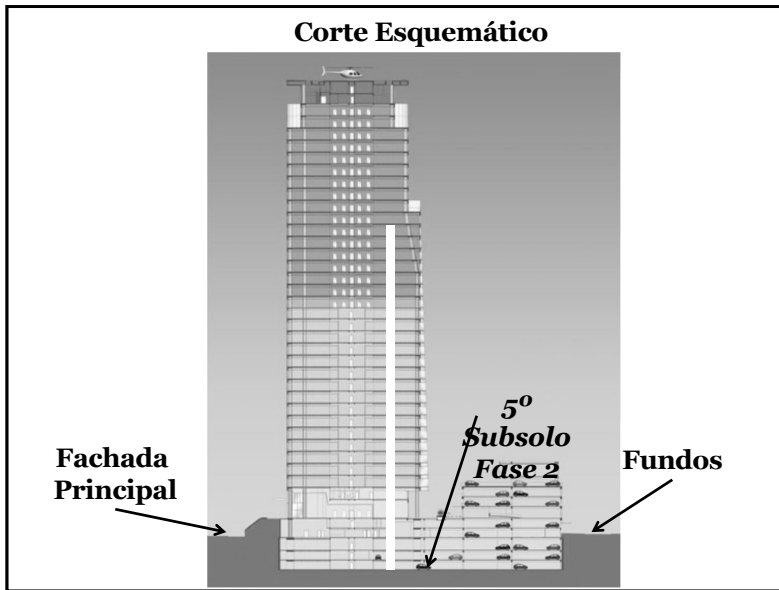
Pilar P1 Esforços de projeto:

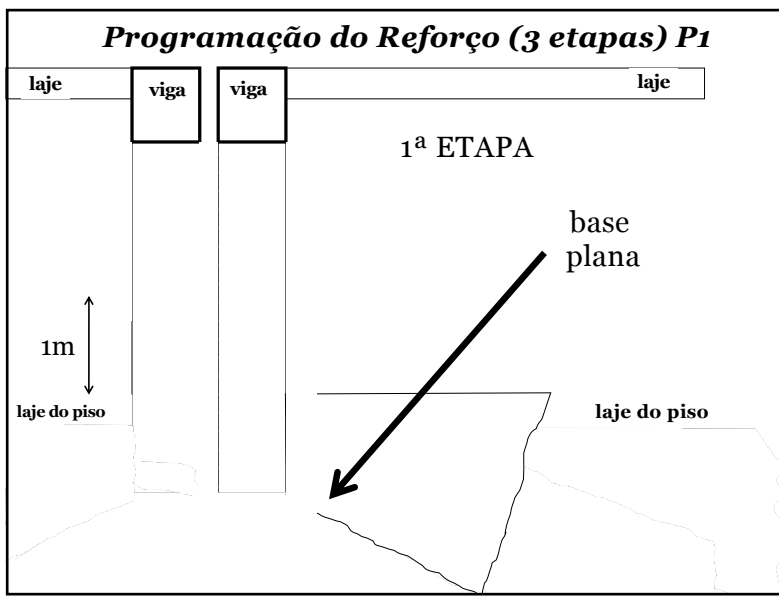
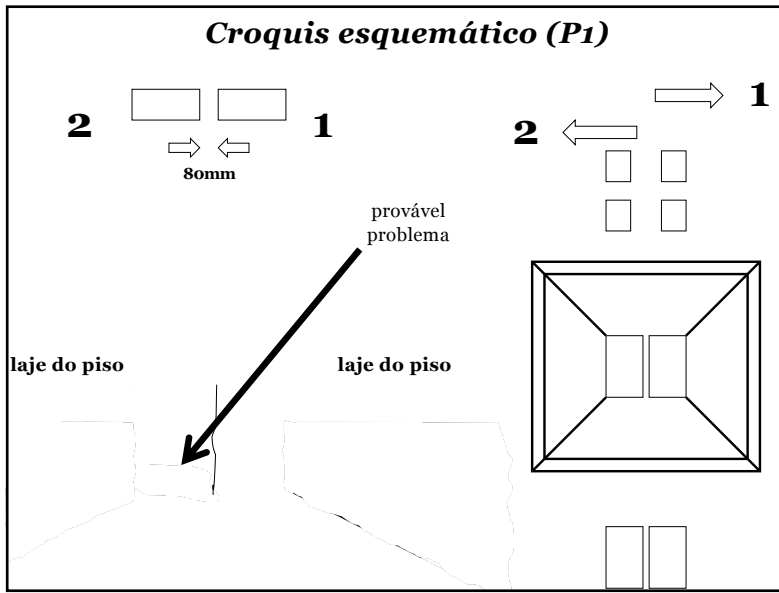
Normal: 1.253tf

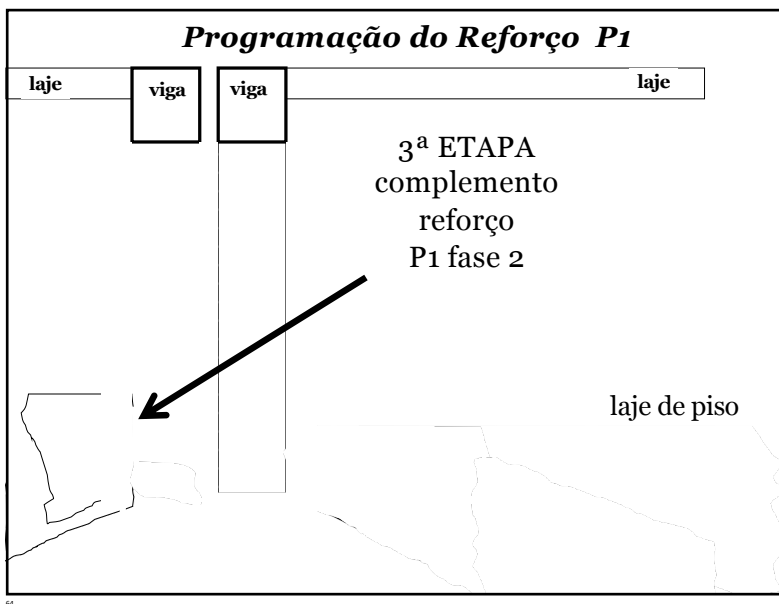
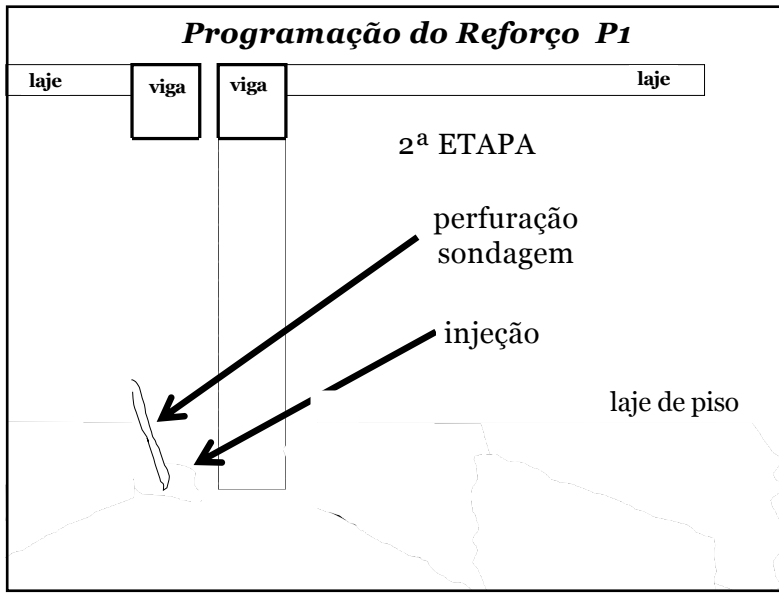
Mx: 55tf.m

My: 8tf.m

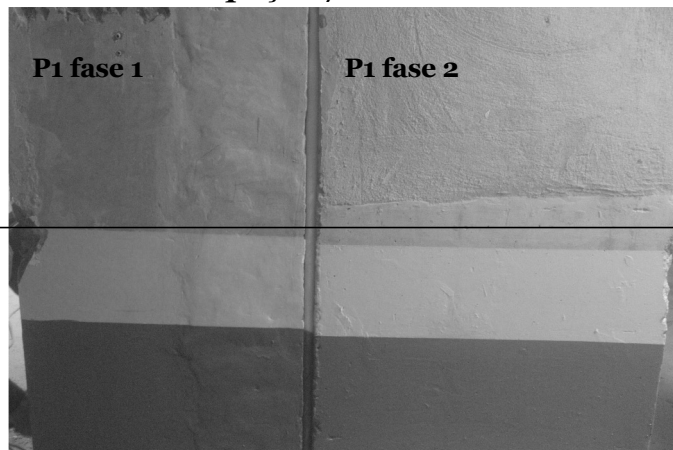
58







Inspeção / Evidências



Desnivelamento

65

Inspeção / Evidências



Desnivelamento

66

Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

67

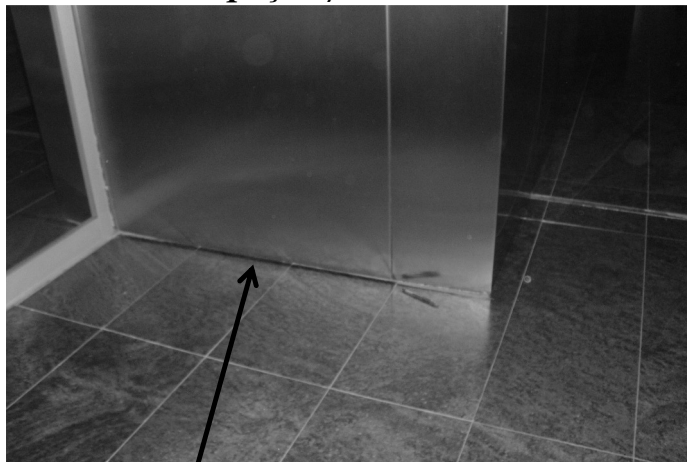
Inspeção / Evidências



Fissuras em Vigas

68

Inspeção / Evidências



Desnívelamento nível S2

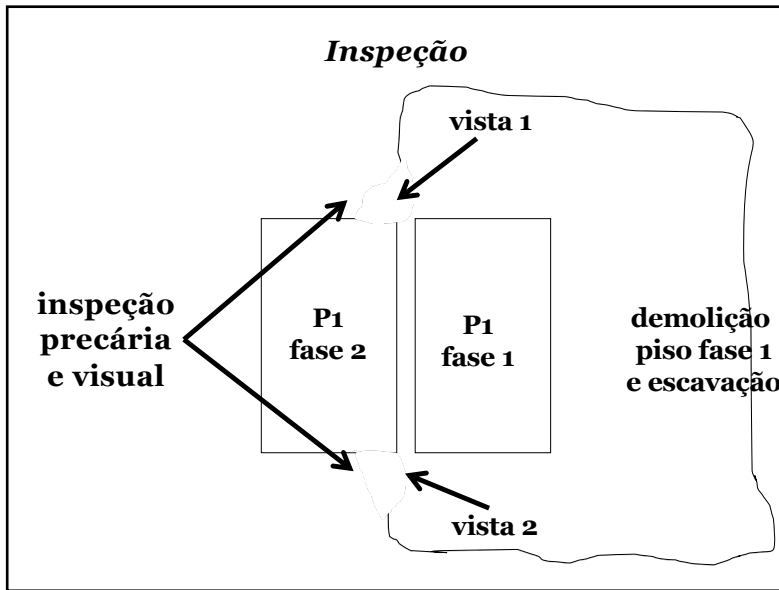
69

Inspeção / Evidências

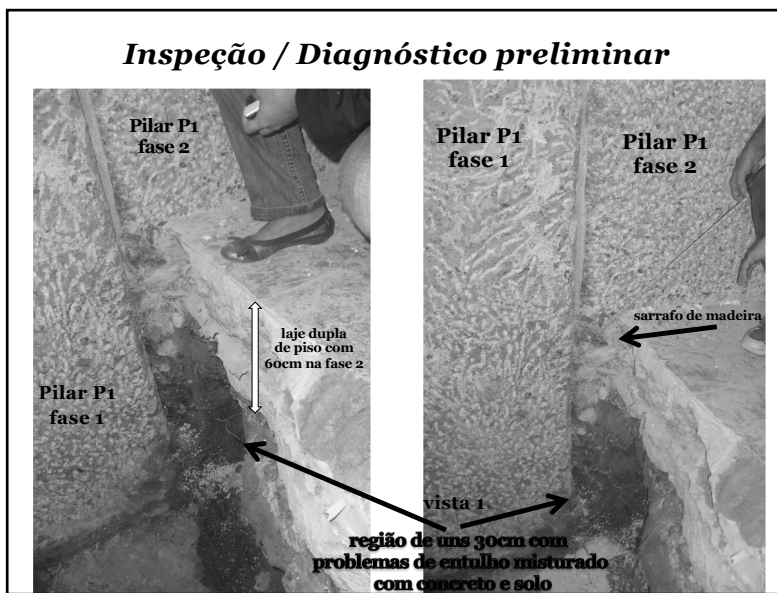


Desnívelamento nível S3

70

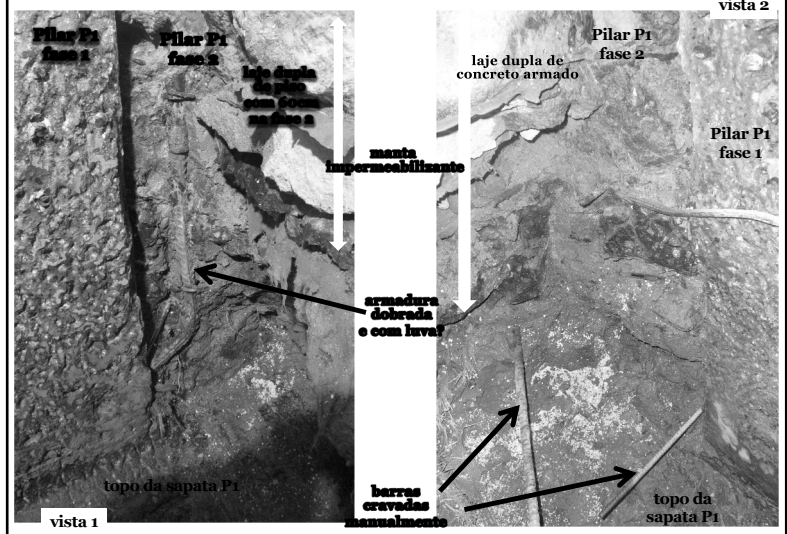


71



72

Diagnóstico preliminar



73

Preparação da fôrma



74



75



76



77



78

Pilar P1 acabado



Resistência a Compressão Axial

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

Hipóteses prováveis...

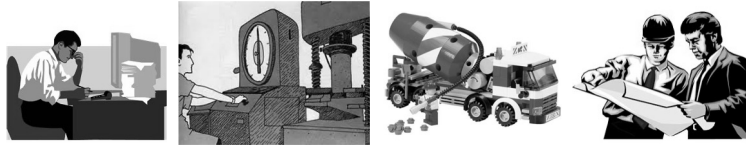
81

Hipóteses prováveis...



82

A origem e os intervenientes



**projetista
estrutural
“executivo”**

**tecnologista
de concreto**

**fornecedor do
material**

**construtor
(execução)**

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

83

Edifício Habitacional

**armadura de
pilares
*obra nova***

84



85



86



27



28

outro caso desastroso!

PhD Engenharia

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 %

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.

91



92

Edifício Real Class



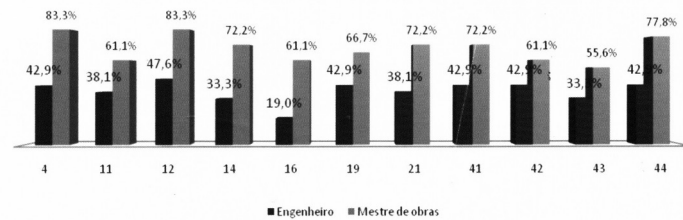
Belém do Pará

34 pavimentos

105m 20.01.2011 35MPa

93

Figura 3 – Desvios de função

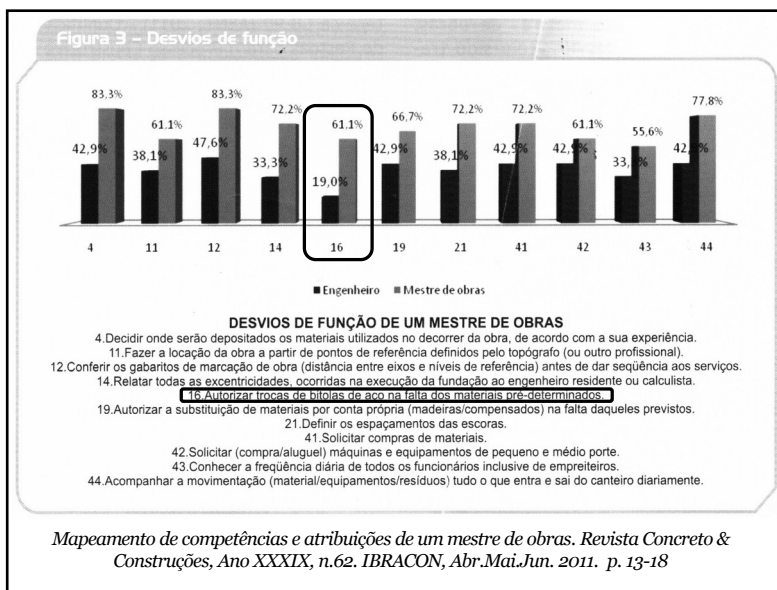


DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

- 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 da 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.

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

94



Edifício Habitacional

concretagem

de pilares

obra nova



97



98



99



100



101

CONSTRUTOR

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

102

Edifício Areia Branca

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

1977 → 1979

25 anos

12 andares + térreo + 1 garagem

103



104

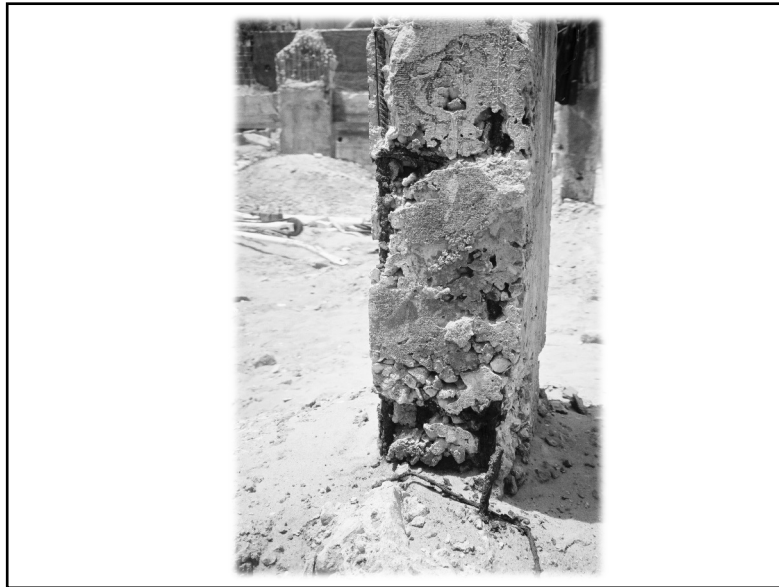


Escombros - manhã seguinte do desabamento

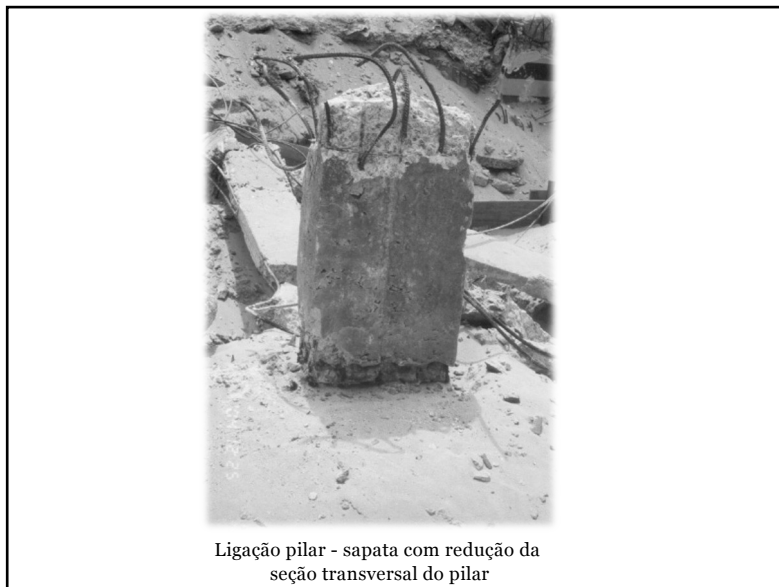
105



106



107

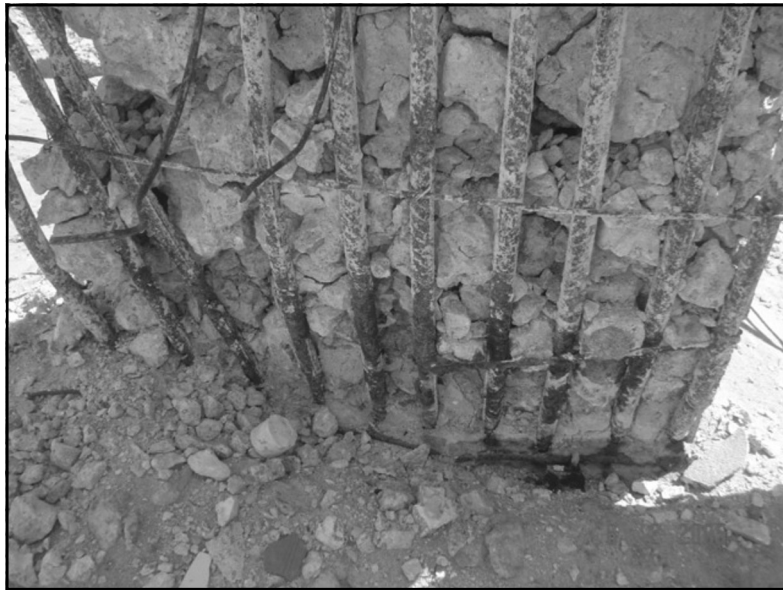


Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

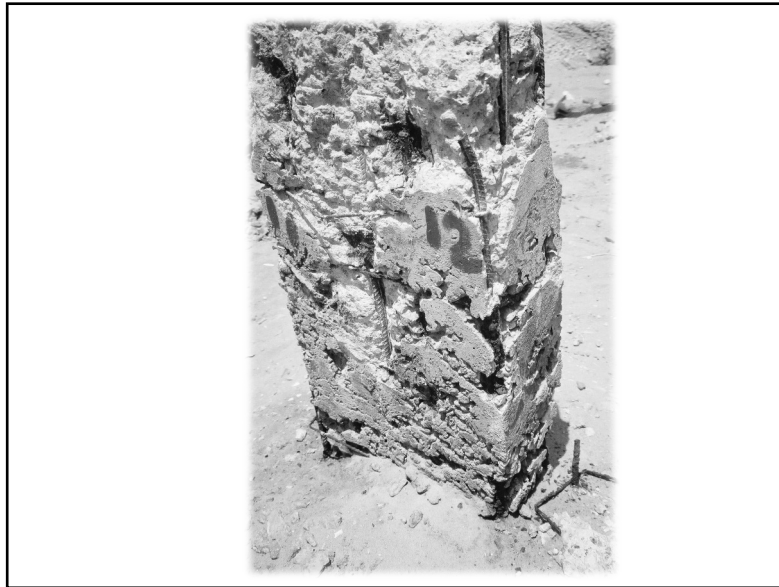
108



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

Qual a **MISSÃO** do Engenheiro de Inspeção?

PhD Engenharia

115

Qual a **MISSÃO** ?

- ✓ Descobrir os pontos fracos
 - ✓ Sem dúvida a mais nobre
- ✓ Sem dúvida muito importante
 - ✓ Sem dúvida a mais difícil
 - ✓ Sem dúvida de maior
responsabilidade

PhD Engenharia

116

Exercício Profissional

Não basta a existência de normas, regras e leis, como por exemplo a NBR 9077:1999 que regula saídas de emergência em edificações, se não houver inspeção, diagnóstico e intervenção corretiva.

Boate Kiss

117

Exercício Profissional

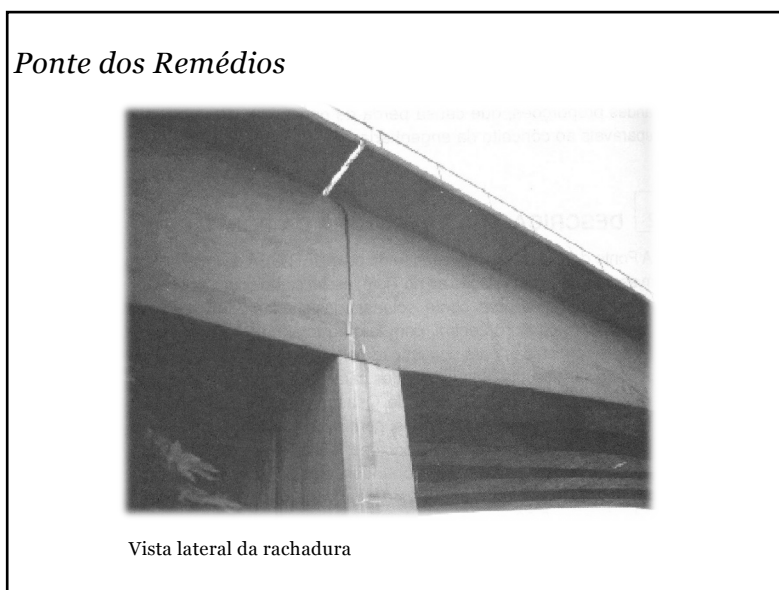
Não basta a existência de leis e normas obrigando inspeções periódicas se não houver capacitação e treinamento para a complexidade que comporta uma inspeção e diagnóstico de uma estrutura do ponto de vista estrutural.



118



119



120

Exame de raio X

Oscar e o projeto e a região (ao lado) são iguais as anomalias técnicas detectadas nos pontos Norte e Sul dos Remédios. Abaixo, o quadro "Remédios Vitais" descreve os principais tratamentos que estão em andamento para recuperar as condições originais de segurança e conforto da obra de arte.

REMÉDIOS VITAIS

Situação	Procedimentos	Tratamentos	Situação	Procedimentos
Em casos de rachaduras e fissuras presentes na ponte, o calor e a umidade, além da expansão térmica das peças de aço, causam sua dilatação e a consequente abertura de juntas e fissuras de retração e expansão.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de cordão estrutural e acabamento de superfície • Tratamento das juntas • Reaperto das anilhas de aço • Alinhamento de eixo em relação ao eixo de projeto • Reaperto de eixos para corrigir defeitos • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo 	<ul style="list-style-type: none"> • Substituição dos eixos de aço 	<ul style="list-style-type: none"> • Os eixos de aço foram paralisados com tratamentos anticorrosivos e a manutenção estrutural de emergência para substituição dos eixos de aço 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução de cordão estrutural no tipo de junta • Alinhamento das anilhas de aço ao longo do eixo estrutural • Aplicação de eixo estrutural de aço e substituição das anilhas de aço • Alinhamento de eixo em relação ao eixo de projeto • Reaperto de eixos para corrigir defeitos • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo
Os pontões foram afetados por danos estruturais devido ao uso de materiais de baixa qualidade e à falta de manutenção.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de eixo estrutural e substituição das anilhas de aço • Reaperto de eixos para corrigir defeitos • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de eixo estrutural e substituição das anilhas de aço • Reaperto de eixos para corrigir defeitos • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução de eixo estrutural e substituição das anilhas de aço • Alinhamento das anilhas de aço ao longo do eixo estrutural • Aplicação de eixo estrutural de aço e substituição das anilhas de aço • Alinhamento de eixo em relação ao eixo de projeto • Reaperto de eixos para corrigir defeitos • Reaparelhagem de eixo estrutural e substituição das anilhas com eixo estrutural ao longo

Principais tratamentos que estão sendo realizados na ponte dos Remédios e o seu detalhamento

121

Ponte teve erro de construção

A estrutura de aço da ponte teve erro de construção, segundo o relatório de uma comissão de especialistas.

ESTRUTURA DE AÇO É ATRAZADA OBRAS

MÁ CONSERVAÇÃO E ALTURA AMEAÇAM PONTE NO PACARUÍ

PAISAGIEMÉNTOS

Justiça revolta

INPERADOR

AMAZÔNIA

122

**Inspeção Periódica com
Diagnóstico seguida de
Intervenção Corretiva e
Manutenção
Programada**

PhD Engenharia

122



124