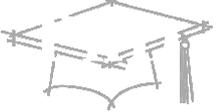


UNIVERSIDADE ESTADUAL  
VALE DO ACARAÚ



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
Secretaria de Ciência, Tecnologia  
& Inovação Superior

## Estruturas de Concreto Responsabilidade Social



**Paulo Helene**  
Diretor PhD Engenharia  
Diretor Conselheiro IBRACON  
Miembro Red PREVENIR CYTED  
fb (CEB-FIP) Member of Model Code for Service Life  
M.Sc., PhD, Prof. Titular da Universidade de São Paulo USP  
Presidente Asociación Latino Americana de Control de Calidad y Patología ALCONPAT

Engenharia Civil 12 de outubro de 2010 Sobral

O que vocês estão  
fazendo aqui, em 2010,  
na UVA num curso de  
Engenheiros Civis?

Caros  
Engenheirandos  
Sejam muito  
bem vindos!

O Brasil  
precisa  
de vocês!

E está  
pagando bem!  
...cada dia  
melhor!

Folha de São Paulo  
Caderno de Empregos  
Bolsa de Salários

*São Paulo*  
*27 de setembro de 2009*  
*26 de setembro de 2010*



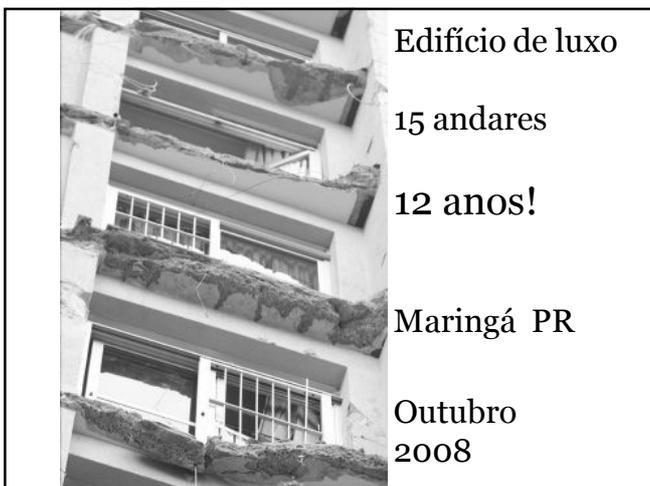
*Assinale uma alternativa correta:*

- Tirando um título superior.
- Me arrumando para ganhar dinheiro fácil.
- Assistindo palestra de convidado.
- Melhorando meu conhecimento científico.

*Assinale uma alternativa correta:*

- Tirando um título superior.
- Me arrumando para ganhar dinheiro fácil.
- Assistindo aula inaugural.
- Melhorando meu conhecimento científico.
- Eu também gostaria de saber.

**Ser Engenheiro é bom... mas cuidado com os riscos!**



5-4 Sexta-Feira, 26 de fevereiro de 1993 coti

## Dona-de-casa morre atingida por pedaço de reboco de prédio no Rio

Da Secural do Rio

A dona-de-casa Maria Borges Nascimento, 49, morreu ao ser atingida na cabeça por um pedaço de reboco do 12º andar de um prédio de apartamentos no centro da cidade, na av. Gomes Freire nº 740. A mulher morreu na hora, e teve a face desfigurada. O pedaço de reboco caiu, rasgando a marquise do prédio e acertou a dona-de-casa.

Maria estava voltando para casa com as compras feitas num supermercado da região. Ela estava saindo com o filho, o estudante Nino André Borges Nascimento, 17. O andar do prédio em que aconteceu o acidente, João Salvador, afirmou que a obra de recuperação da fachada já havia sido aprovada pelo condomínio, mas faltava orçar o serviço.

A Defesa Civil municipal interveio a área em torno do prédio, o que deve causar prejuízo aos estabelecimentos comerciais que funcionam no local. Segundo o diretor do Departamento de Engenharia do órgão municipal, Roberto Formiga Oberlander, o local só será liberado após o condomínio contratar uma firma para retirar as partes da fachada que oferecem risco de desabamento.

Nas áreas interditadas funcionam uma padaria, uma distribuidora de bebidas. No prédio ao lado, em área também interditada, funcionam um pequeno hotel e um restaurante.

Oberlander afirmou que será dado ao condomínio um prazo para recuperação da fachada. Caso o prazo não seja cumprido, o condomínio terá que pagar multa. Muito abalado, o filho da dona-de-casa não quis comentar que providências legais tomará em relação ao caso.

Oberlander disse que um dos problemas do centro são os prédios antigos em mau estado de conservação. Além da má conservação do reboco, as marquises velhas são problemas apontados pelo diretor da Defesa Civil.

Segundo ele, os proprietários são obrigados a realizar obras de recuperação, mas a fiscalização não cabe à Defesa Civil.



**28 anos!**

*Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio*

05/04/2008, do Estado de S. Paulo

### Expresso Tiradentes: TCU teria apontado sobrepreço

Técnicos do Tribunal de Contas da União (TCU) teriam apontado suspeitas de superfaturamento nas obras de prolongamento do Expresso Tiradentes (antigo Fura-Fila), em São Paulo. O processo foi encaminhado no dia 11 ao ministro Benjamin Ziymler, de acordo com informações do jornal O Estado de S. Paulo.

25/12/2008, da Folha Online

### TCU vê superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em obra feita pelo Exército

Auditoria do TCU (Tribunal de Contas da União) apontou indício de superfaturamento de R\$ 5,58 milhões em uma obra realizada no Mato Grosso pelo 9º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército, informa nesta quinta-feira reportagem de Elvira Lobato publicada pela Folha.

Folha de São Paulo

## Tribunal Regional do Trabalho (TRT/SP)

Nicolau dos Santos Neto → conhecido por "Juiz Lalau"

*A construção da nova sede do TRT/SP, só começa em meados do ano de 1997 e de imediato os fiscais e auditores descobrem irregularidades, e delas logo dão conhecimento ao Tribunal de Contas da União (TCU).*

*O tamanho da fraude, porém, só viria a público em 1999, quando foi criada a CPI do Judiciário.*

*Nesse ano o TCU leva ao Congresso o resultado da auditoria, segundo a qual foram repassados 223,9 milhões de reais para a construção do edifício do TRT/SP e desse total foram desviados 169,5 milhões de reais, e a obra ainda está inacabada.*

## A profissão do Engenheiro Civil é uma profissão de

# "confiança pública"

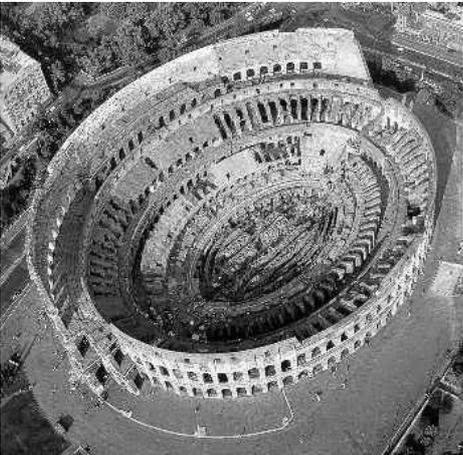
## ...e confiança não se impõem, deve ser conquistada...

## Juramento do Engenheiro

*"Prometo sob juramento observar os postulados da ética profissional, concorrer para o desenvolvimento da técnica, da ciência e da arte e bem servir aos interesses da sociedade e da nação".*

*"este é o juramento dos engenheiros utilizado na colação de grau da POLLUSP"*

A origem da palavra ENGENHARIA foi devida ao Engenheiro Civil. Vem da Roma antiga da expressão "Ingenium Civitas", ou seja, engenharia das cidades ou engenharia da civilização.



Modernamente, a denominação de engenharia civil passou a ser mais utilizada a partir do início do Século XVIII, mais precisamente em 1794, com o início da engenharia militar na Escola Politécnica de Paris, na França, quando houve a separação entre engenharia militar e civil.



No Brasil, o primeiro curso de engenharia civil foi criado, em 1836, na Escola Nacional de Engenharia, no Rio de Janeiro.



## Edifícios

acidentes relacionados à  
má execução

## Edifício Comercial

2009  
fissuras em lajes  
*obra nova*

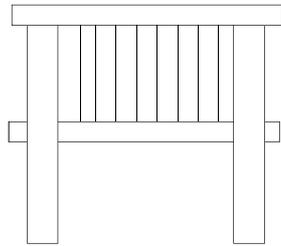


Diagnóstico:  
Mal posicionamento de armadura  
negativa das lajes adjacentes, sobre as  
vigas, devido a pisoteio durante a  
concretagem



Laje de 12cm de espessura :  
300kg/m<sup>2</sup>

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



## Edifício Areia Branca

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

1977 → 1979

25 anos

12 andares + térreo + 1 garagem



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes



Escombros - manhã seguinte do desabamento





Edificações Vizinhas

### Cronologia:

- 10 → domingo → estrondo;
- 12 → terça → síndico ao estacionar observa alagamento e fissuras na parede da cisterna
- 13 → quarta → calculista inspeciona: fissuras vigas, esmagamento alvenaria. Recomenda reforçar
- 13/14 → quarta/quinta → muitos ruídos de rupturas metálicas secas não deixam moradores dormir
- 14 → quinta 1:30h da madrugada → Síndico registra ocorrência e chama defesa civil
- 14 → quinta 2:40h → Defesa civil inspeciona e não encontra evidências.



Vista geral do subsolo



Trinca na viga do teto do subsolo junto a cisterna



Vista geral do reservatório inferior (cisterna) e alagamento



Moradores acompanham a vistoria efetuada pela Defesa Civil

#### Cronologia:

14 → quinta 8h → Síndico e moradores decidem deixar o prédio  
14 → quinta de manhã → Síndico desliga elevadores e esvazia os reservatórios de água

14 → quinta 10:20h → Defesa civil inspeciona o prédio junto com moradores. Calculista e empresa de reforço aguardam no local autorização para iniciar trabalhos

14 → quinta 15h → início dos trabalhos com escavação dos pilares centrais junto à cisterna

14 → quinta 17h → fissura aparece na viga de contorno, escavação de 1,40m mostra armaduras flambadas no pilar

14 → quinta 19h → início do reforço do pilar com cintamento e graute. Escavação do segundo pilar que estava íntegro



#### Cronologia:

14 → quinta 20:20h → segundo pilar apresenta estrondo e o concreto começa a destacar fissurar. Operários e uma moradora que acompanhava os trabalhos correm para a rua;

14 → quinta 20:25h → uma série de estrondos precede o desabamento do edifício que dá uma "paradinha" no 6 andar, gira uns poucos graus e segue desmoronando-se;

14 → quinta 20:30h → edifício totalmente desabado, 4 vítimas e inúmeros sonhos destruídos

## Diagnóstico:

Projeto de acordo com NB 1 / 1960

30 pilares (6 x 5)

Sapatas diretas a -1,8m

Pescoços de pilares contraventados por cinta 10cm x 40cm

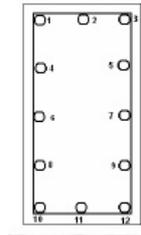
$\sigma_R = 135 \text{ kgf/cm}^2 = 13,5 \text{ MPa}$  média = 15MPa

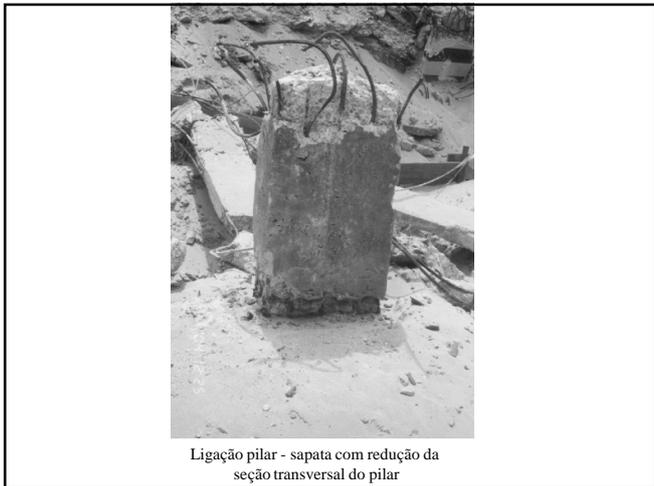
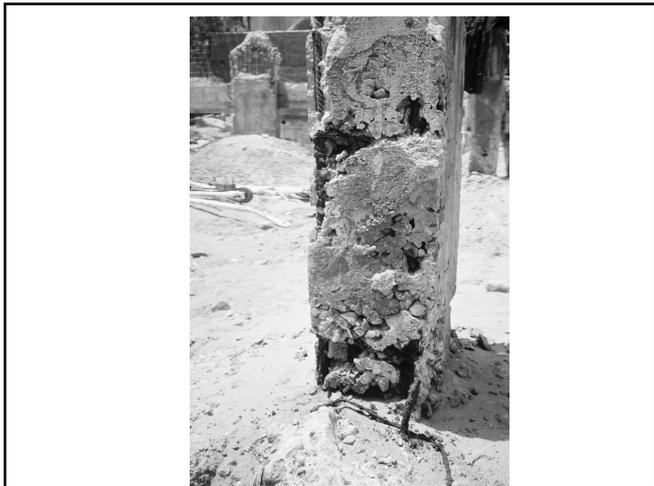
Cobrimentos de 1,5cm em pilares

Pilares 20cm x 50cm

12 barras de 16mm com estribos de 4,2mm cada 15cm

Corrosão dos estribos e flambagem da armadura

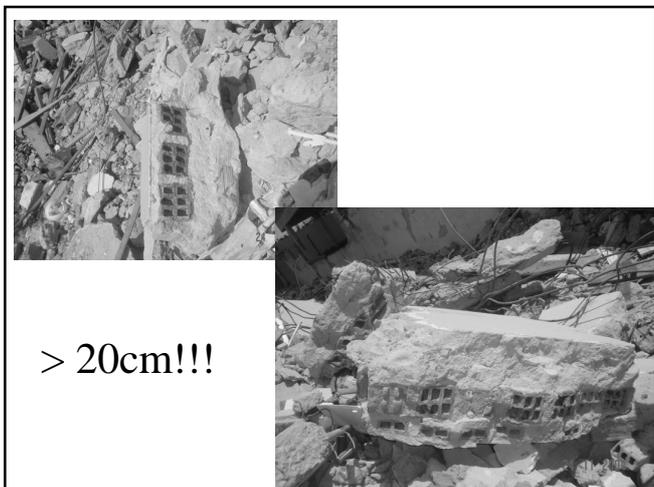




Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar



Edifício Solar da  
Piedade, vizinho ao  
Areia Branca  
Recife, Pernambuco  
novembro de 2004  
inspeção impede colapso

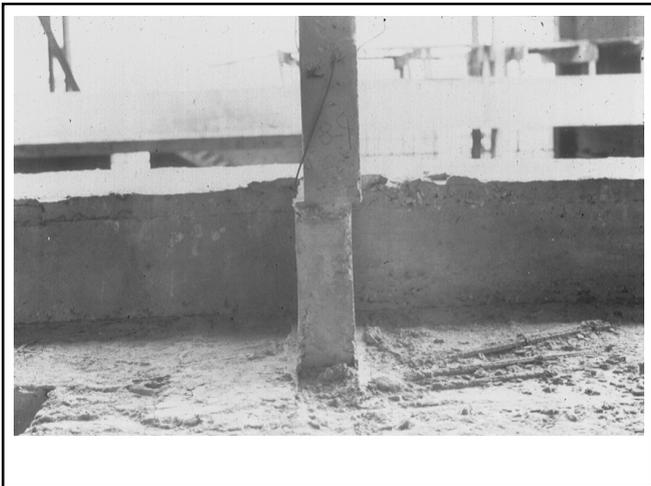
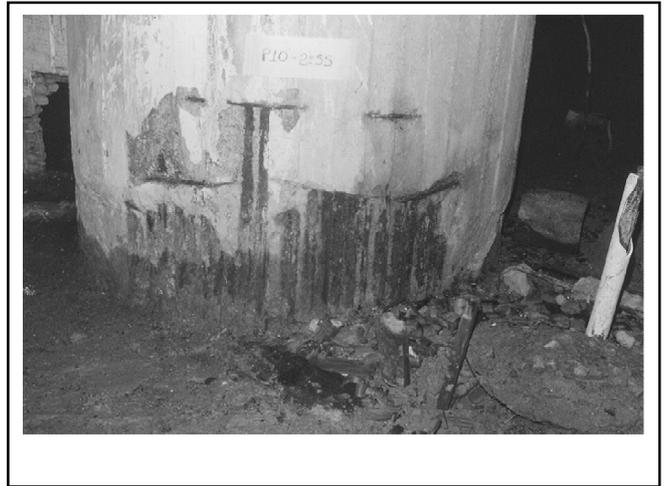


Edifício Solar da Piedade, Boa Viagem, Recife PE



# Outras Obras

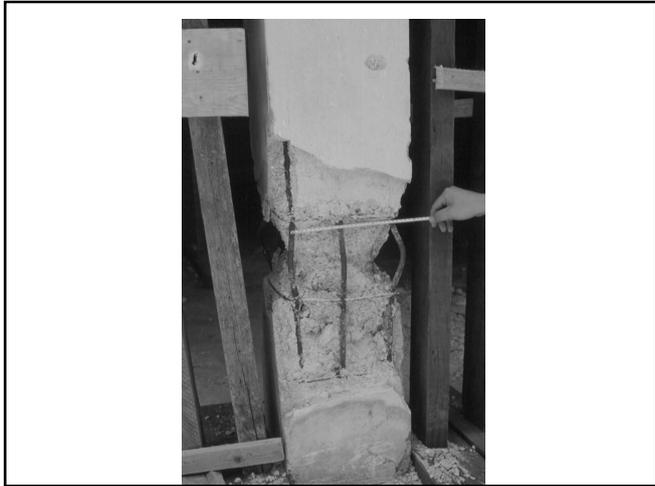
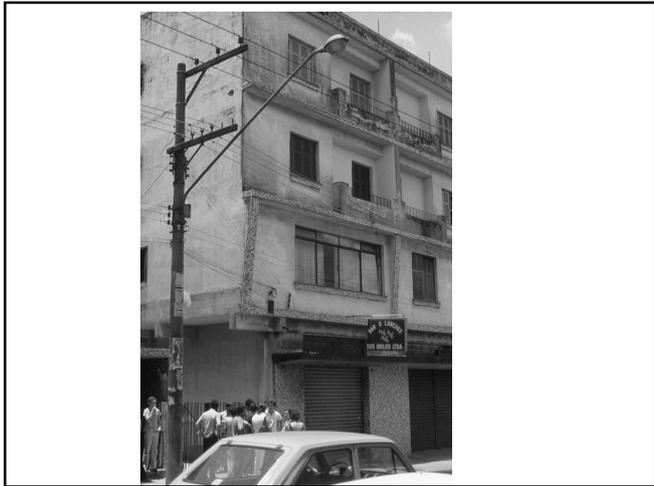








Edifício de  
apartamentos  
Jaguapé, São Paulo  
58 anos  
Pilar rompido





## Marquise de loja em Santo André/SP

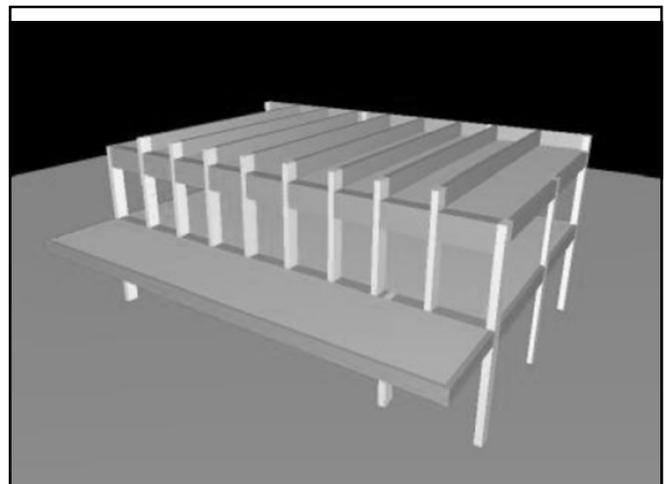
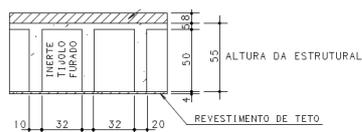


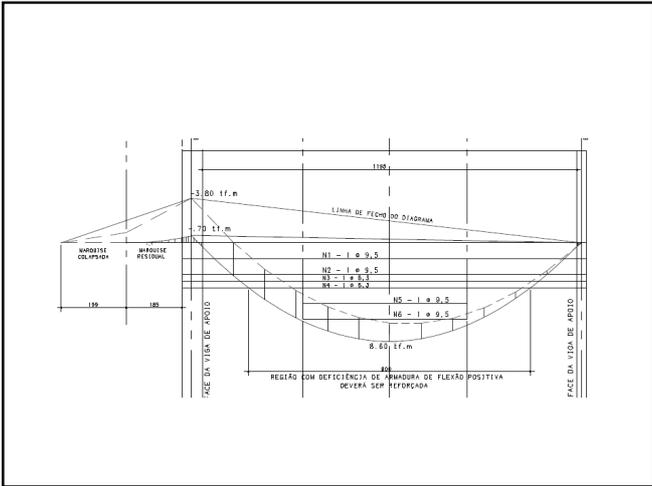
**RAUSSE & BENVENGA**  
**ENGENHARIA E PROJETOS**

R. Casa Bianca, 212 - Santo André - SP - CEP 09015-100 - Tel/Fax: (0XX11) 4438-0120

Concreto 25MPa  
 Aço CA 60  
 40 anos

Largura total 3,85  
 Colapsou 2,00  
 Sobrou 1,85







FORÇA DE SPALDO

esta é, 13 de março de 1995 SÃO PAULO 3 3

### Falta de ferragens pode ter causado queda

**PERIGO** Prefeitura diz que só vistoria prédios quando vai conceder Habite-se; polícia procura o proprietário do imóvel

As causas do desabamento, diz a Prefeitura de São Carlos, são: falta de fiscalização, má qualidade dos materiais e falta de manutenção. O município diz que o prédio não foi vistoriado em 1988.

O proprietário José Carlos da Silva diz que não possui o imóvel há mais de 10 anos e que não sabe quem é o atual proprietário. Ele diz que o prédio era alugado para uma loja de roupas e que não sabia que estava em péssimo estado.

O prefeito diz que a Prefeitura só vistoria prédios quando vai conceder o Habite-se, o que só acontece quando o prédio é novo ou quando o proprietário solicita a vistoria. Ele diz que a Prefeitura não tem recursos para vistoriar todos os prédios da cidade.

A Polícia Civil está procurando o proprietário do imóvel para investigar o caso. O delegado diz que o caso é grave e que pode ter causado a queda do prédio.

**Victima não teve tempo de correr** Delegado vai ouvir dono 2 vezes

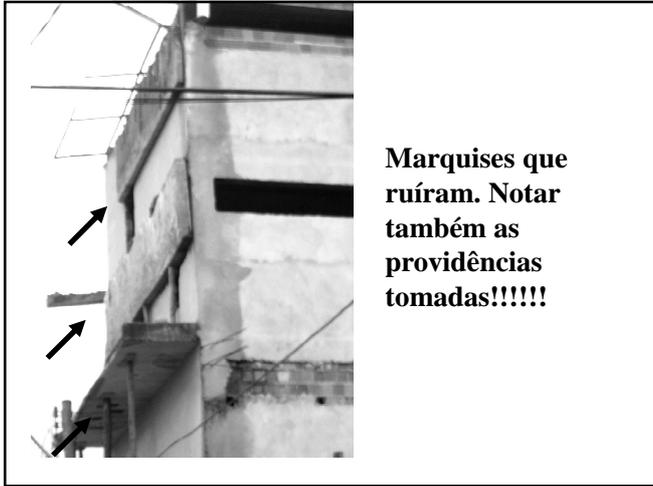
de ser o proprietário e o irmão do dono, pois não sabe se o prédio era alugado para uma loja de roupas ou se era um comércio.

O delegado diz que vai ouvir o dono do prédio duas vezes para investigar o caso. Ele diz que o caso é grave e que pode ter causado a queda do prédio.

**Fontes de relaxamento no trânsito: ligar o rádio.**

scallam

**Marquise  
Jardim Bicão  
São Carlos, SP  
Obra NOVA!  
2003**



**SILO de CEREAIS**

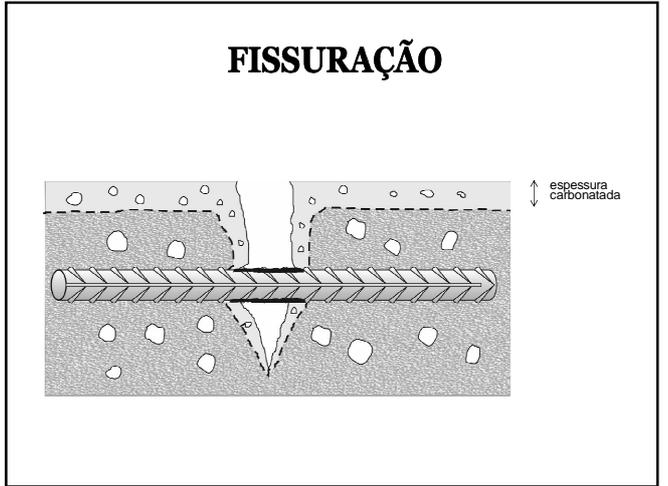
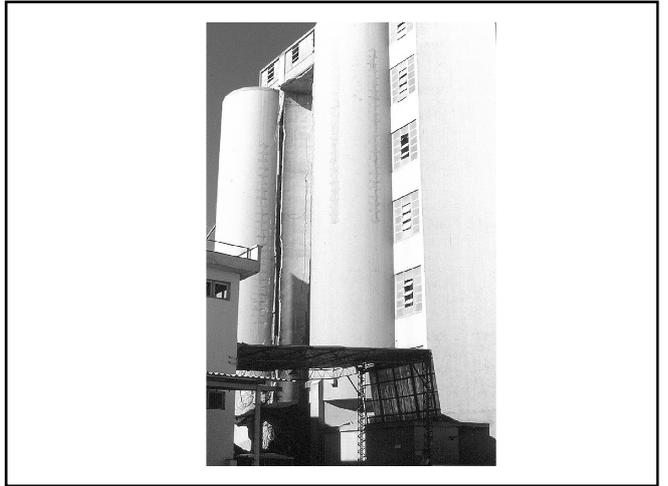
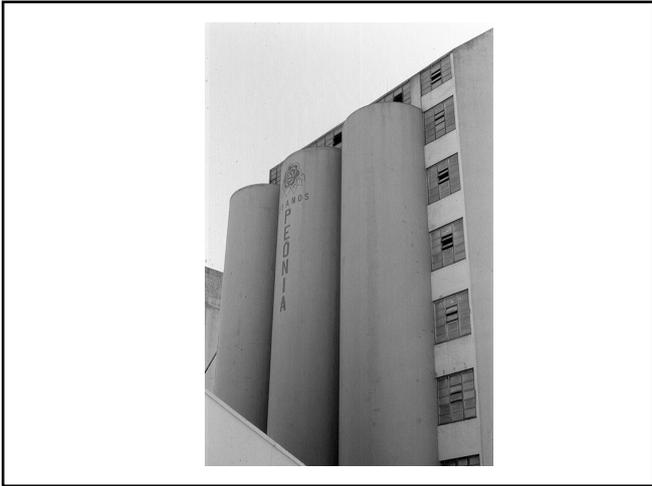
Santa Catarina, 1995

Laudo de vistoria 2 meses antes

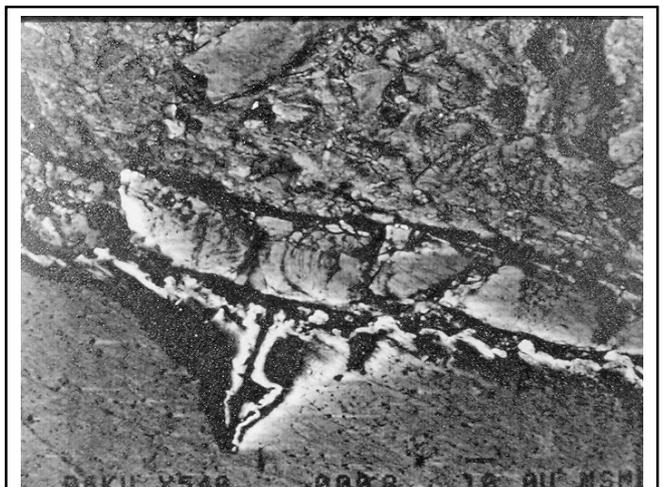
21 anos

$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$

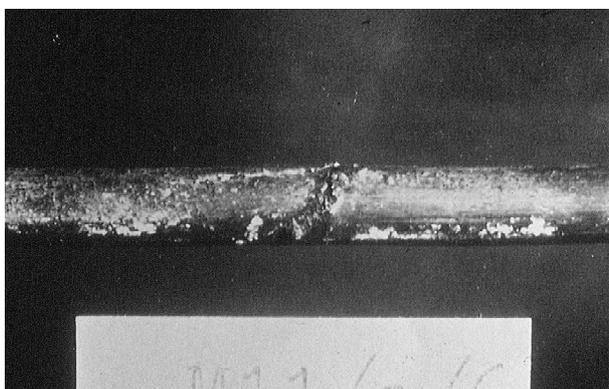
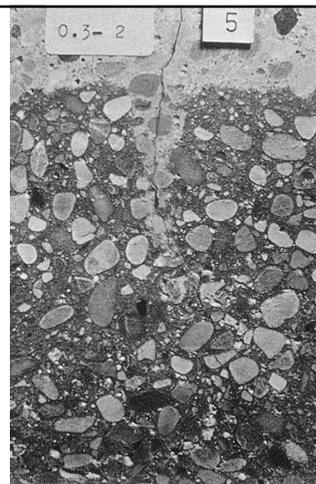
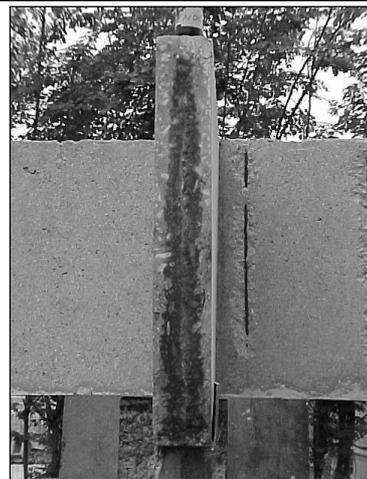
Custo = 1,2 novo

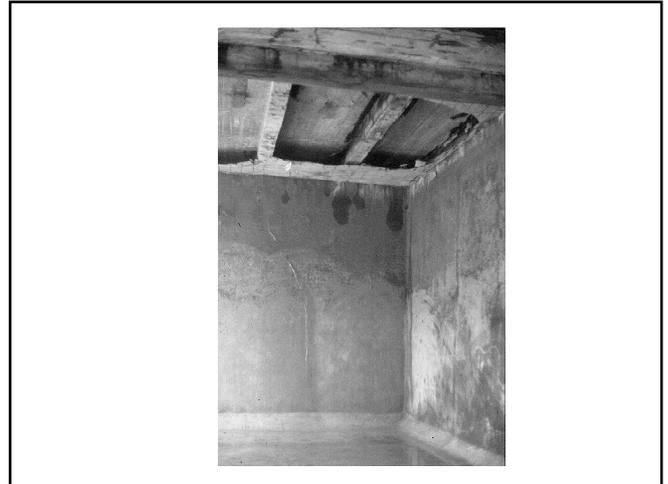


*Cloretos*



# *Carbonatação*





# Manutenção preventiva

117 direitos reservados PhD 2010

## Manutenção preventiva

**Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção com base nas prescrições das normalizações nacionais :**

*ABNT NBR 5674:1999 Manutenção de edificações – Procedimento*

*ABNT NBR 14037:1998 Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação*

118 direitos reservados PhD 2010



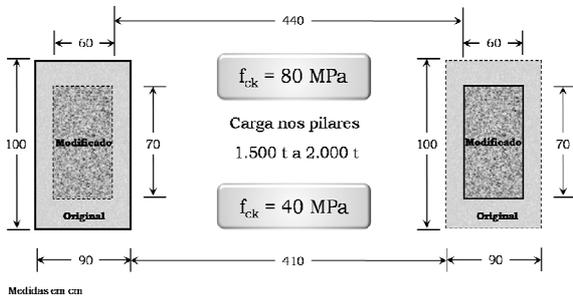
### e-Tower

- Edifício e-Tower SP
- 42 andares
- heliponto
- piscina semi-olímpica
- academia de ginástica
- 2 restaurantes
- concreto colorido
- $f_{ck}$  pilares = 80 MPa

TECNUM  
CONCRETO

Direitos Reservados 2008

## Projeto estrutural (e-Tower)



Medidas em cm

Direitos Reservados 2009

121



## Controle



## Economia de Recursos Naturais

Original:  
 $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$   
 seção transversal  $\rightarrow 90 \text{ cm} \times 100 \text{ cm}$

0,90m<sup>2</sup>

HPC / HSC:  
 $f_{ck} = 80 \text{ MPa}$   
 seção transversal  $\rightarrow 60 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$

0,42m<sup>2</sup>

Direitos Reservados 2009

125

## Sustentabilidade



- 70% menos areia
- 70% menos pedra
- 53% menos concreto
- 53% menos água
- 20% menos cimento
- 31% menos área de fôrma

Direitos Reservados 2009

126

## Sustentabilidade



- 25% mais de reaproveitamento de fôrma
- 43% menos aço
- 16 vagas a mais
- 1000% vida útil maior
- 100% desforma mais rápida

Direitos Reservados 2009

127

## Resumindo

1. A Engenharia de Concreto tem caminhado na direção certa?
2. A Engenharia de Concreto tem conhecimento de sua importância?
3. Como pode atuar para focar ainda mais?
4. É uma grande oportunidade de pesquisa na área de Engenharia de Materiais no Brasil?

Direitos Reservados 2009

128

✓ *Referência mundial → cimento + ecoeficiente*

✓ *É o setor mais competitivo do Brasil*

✓ *Tem os melhores centros de pesquisa da AL*

✓ *Tem recursos para pesquisa*

✓ *Paga bem os pesquisadores*

Direitos Reservados 2009

Beleza  
Segurança  
Durabilidade



O Concreto tem respeito pelo  
*Meio Ambiente* por sua capacidade de:

- Ser reciclável
- Incorporar os rejeitos industriais
- Confinar materiais perigosos
- Fixar gás carbônico CO<sub>2</sub>

O Concreto é o *material estrutural* mais adequado para uma *construção sustentável*.



O que você está  
fazendo aqui na  
UVA / Civil em  
2010?

Parábola  
da  
Catedral

**no exercício  
profissional:  
"do your best!"**

133 direitos reservados PhD 2010

