

## Avaliação da Resistência do Concreto em Estruturas Existentes para Fins de Verificação da Segurança e Sintomas de Problemas Patológicos em AutoVistoria de Edificações



"do Laboratório de Pesquisa ao Centro 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 de honra ALCONPAT

Clube de Engenharia RJ, 20º

12 de novembro de 2013

Rio de Janeiro

## Sintomas de Problemas Patológicos em AutoVistoria de Edificações Decreto n. 37426 de 11.07.2013



"do Laboratório de Pesquisa ao Centro 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 de honra ALCONPAT

Clube de Engenharia RJ, 20º

12 de novembro de 2013

Rio de Janeiro

## Decreto n. 37426 de 11.07.2013 Regulamenta a aplicação da Lei Complementar n. 126/13 e da Lei n. 6400/13, que instituem, por AUTOVISTORIA, a obrigatoriedade de realização de vistorias técnicas nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro.

Clube de Engenharia RJ, 20º

12 de novembro de 2013

Rio de Janeiro

O Prefeito da Cidade do Rio de Janeiro, no uso de suas atribuições legais, e

Considerando a necessidade de estabelecer as condições de implementação de vistoria técnica nas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro;

Considerando a necessidade de definir estratégias para verificação do cumprimento da Lei diante do grande número de edificações abrangidas pela obrigação;

Considerando a necessidade de estabelecer prazos para que os responsáveis pelos imóveis adotem as providências que possibilitem o cumprimento das obrigações determinadas pelas Normas;

Considerando a necessidade de compatibilizar a aplicação e a abrangência da Lei Complementar nº 126, de 26 de março de 2013, e da Lei nº 6400, de 05 de março de 2013;

### Decreta:

Art. 1º Ficam os responsáveis pelas edificações existentes no Município do Rio de Janeiro, inclusive as edificações tombadas, preservadas e tuteladas, obrigados a realizar vistorias técnicas periódicas, com intervalo máximo de cinco anos, para verificar as condições de conservação, estabilidade e segurança e garantir, quando necessário, a execução das medidas reparadoras.

§ 1º Para fins de aplicação deste Decreto, entende-se como responsável pelo imóvel o Condomínio, representado pelo síndico ou administrador, o proprietário ou ocupante do imóvel a qualquer título.

§ 2º Estão desobrigadas a realizar a vistoria técnica periódica prevista na Lei Complementar nº 126/2013:

- I - As edificações residenciais unifamiliares e bifamiliares;
- II - Todas as edificações nos primeiros cinco anos após a concessão do "habite-se";
- III - As edificações com até dois pavimentos e área total construída inferior a 1.000 m<sup>2</sup>;
- IV - As edificações situadas em Áreas de Especial Interesse Social.

§ 3º A vistoria periódica é obrigatória, independentemente do número de pavimentos e de área total construída, em todas as fachadas de qualquer prédio com projeção de marquise ou varanda sobre o passeio público.

§ 4º As edificações situadas em Áreas de Especial Interesse Social serão objeto de programas específicos através de convênios com a finalidade de garantir condições adequadas de conservação, estabilidade e segurança.

Art. 2º A vistoria técnica deverá ser efetuada por engenheiro ou arquiteto ou empresa legalmente habilitados nos respectivos Conselhos Profissionais, CREA/RJ ou CAU/RJ, que elaborará o Laudo Técnico atestando as condições de conservação, estabilidade e segurança.

Parágrafo único. O laudo técnico deverá ser obrigatoriamente acompanhado do respectivo Registro de Responsabilidade Técnica - RRT junto ao CAU/RJ ou Anotação de Responsabilidade Técnica - ART junto ao CREA/RJ.

**Art. 3º** O responsável pela edificação comunicará a Secretaria Municipal de Urbanismo, que o laudo técnico atestou que o imóvel se encontra em condições adequadas de conservação, estabilidade e segurança, mediante preenchimento de formulário próprio online, disponível no portal da Prefeitura, [www.rio.rj.gov.br](http://www.rio.rj.gov.br), e na página da Secretaria Municipal de Urbanismo, [www.rio.rj.gov.br/web/smu](http://www.rio.rj.gov.br/web/smu).

**§ 1º** Do comunicado constarão as seguintes informações:

- I - Identificação do responsável pelo imóvel;
- II - Descrição e Localização do imóvel;
- III - Identificação do Profissional responsável pela elaboração do Laudo Técnico, com o número do respectivo Registro ou Anotação de Responsabilidade Técnica;
- IV - Declaração de que a edificação encontra-se em condições adequadas de conservação, estabilidade e segurança.

**§ 2º** Os comunicados estarão disponíveis para consulta no site a que se referem os artigos 3º e 4º.

**Art. 4º** Quando o laudo técnico indicar a necessidade de obras de reparos na edificação, o prazo estipulado para realização das obras deverá ser comunicado através do formulário próprio online disponível no portal da Prefeitura, [www.rio.rj.gov.br](http://www.rio.rj.gov.br), e na página da Secretaria Municipal de Urbanismo, [www.rio.rj.gov.br/web/smu](http://www.rio.rj.gov.br/web/smu).

**§ 1º** As obras de reparo indicadas no laudo técnico deverão ser previamente licenciadas na Secretaria Municipal de Urbanismo e acompanhadas por profissional técnico legalmente habilitado, arquiteto ou engenheiro, com o respectivo Registro de Responsabilidade Técnica - RRT ou Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

**§ 2º** Após a conclusão das obras de reparos indicadas no laudo técnico será elaborado laudo técnico complementar que ateste que o imóvel se encontra em condições adequadas de conservação, estabilidade e segurança, que deverá ser comunicado de acordo com o disposto no artigo 3º.

**§ 3º** O responsável técnico poderá comunicar, a qualquer tempo, o resultado do laudo na forma determinada no caput deste artigo.

**Art. 5º** O responsável pelo imóvel deverá dar conhecimento da elaboração do laudo técnico aos moradores, condôminos e usuários da edificação e mantê-lo arquivado para consulta pelo prazo de vinte anos, em local de fácil acesso e visibilidade.

**Art. 6º** Feita a vistoria técnica, sendo verificada a existência de risco iminente para o público, o responsável pelo imóvel deverá, imediatamente, providenciar as obras necessárias para sanar o risco, que deverão ser acompanhadas por profissional habilitado, sem prejuízo da imediata comunicação do fato à Defesa Civil para verificar se é necessário o isolamento da área.

**Art. 7º** As obras internas nas unidades do condomínio, que possam modificar a estrutura existente do prédio, deverão ser obrigatoriamente comunicadas ao responsável pelo prédio e realizadas com o acompanhamento de profissional técnico legalmente habilitado, arquiteto ou engenheiro, com o respectivo Registro de Responsabilidade Técnica - RRT ou Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

**Art. 8º** A fiscalização do cumprimento da obrigação prevista neste Decreto, pelo órgão competente, será feita por amostragem considerando prioritariamente:

- I - Idade das edificações;
- II - Áreas que concentrem edificações de grande porte;
- III - Principais eixos de circulação de pedestres e veículos;
- IV - Áreas de Proteção do Ambiente Cultural;
- V - A agressividade ambiental conforme definido na NBR 6118.

**Art. 9º** Fica estabelecida a data-limite de 01 de janeiro de 2014 para cumprimento das obrigações previstas neste Decreto.

*Parágrafo único.* Findo o prazo previsto no caput, os responsáveis pelas edificações que não tenham cumprido as obrigações estipuladas neste Decreto estarão sujeitos aos procedimentos de fiscalização estabelecidos na Lei Complementar nº 126/2013, de acordo com o Art. 6º deste Decreto.

**Art. 10.** A responsabilidade pela segurança dos prédios e de suas instalações é do domínio, do proprietário ou do ocupante do imóvel, a qualquer título, conforme definido na Lei Complementar nº 126/2013, respondendo civil e criminalmente, por danos que a falta de reparos ou de manutenção da edificação venha a causar a moradores ou a terceiros.

**Art. 11.** Integra o presente Decreto, na forma do Anexo Único, a definição dos principais responsáveis pelas ações que objetivam promover a conscientização da importância de a sociedade garantir a segurança das edificações, bem como contribuir para o cumprimento das medidas previstas na Lei Complementar nº 126/2013 e seu Decreto regulamentador.

**Art. 12.** Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Rio de Janeiro, 11 de julho de 2013; 449º ano da Fundação da Cidade.

#### ANEXO ÚNICO – PRINCIPAIS RESPONSÁVEIS, AÇÕES E RESPONSABILIDADES

Agente	Descrição	Responsabilidades
Responsável pelo imóvel	Condomínio, proprietário ou ocupante do imóvel, a qualquer título.	a) Contratar vistoria técnica; b) Enviar comunicado à Secretaria Municipal de Urbanismo - SMU; c) Executar as Obras de reparo quando necessário; d) Contratar nova vistoria para elaborar novo laudo; e) Dar conhecimento do teor do laudo aos condôminos e arquivá-lo por 20 anos; f) Renovar o comunicado à SMU no prazo máximo de 05 anos do último comunicado.
Profissional responsável	Profissional legalmente habilitado, com registro no Conselho de Fiscalização Profissional competente.	a) Fazer vistoria e elaborar laudo; b) Recolher a ART ou RRT; c) Elaborar projeto e acompanhar a obra; d) Possibilidade de comunicar o resultado do laudo.
Prefeitura	Secretaria de Urbanismo - SMU.	a) Gerenciar o cadastro eletrônico; b) Notificar e multar os responsáveis que não comunicarem a vistoria ou não executarem as obras no prazo; c) Fazer vistoria e multar os responsáveis pelos imóveis que não conservarem a edificação; d) Elaborar campanhas educativas.

**ANEXO ÚNICO – PRINCIPAIS RESPONSÁVEIS, AÇÕES E RESPONSABILIDADES**

Agente	Descrição	Responsabilidades
Conselhos	CREA/CAU.	a) Fiscalizar o exercício da profissão; b) aplicar as sanções decorrentes do exercício profissional irregular ou ilegal, na forma da legislação específica; c) Disponibilizar cadastro de profissionais para consulta da população; d) Propor iniciativas para aperfeiçoamento e qualificação dos profissionais; e) Elaborar campanhas educativas.
Entidades	ADEMI, SECOVI, ABADI.	a) Sugerir a inclusão, na convenção do condomínio, de dispositivos que possibilitem o cumprimento da Lei Complementar 126/2013 e seu decreto regulamentador; b) Divulgar e esclarecer dúvidas da lei aos associados; c) Divulgar a importância da vistoria técnica através de campanhas educativas.
Condôminos	Proprietários, locatários e ocupantes a qualquer título.	a) Fiscalizar a atuação do síndico ou administrador no que concerne ao cumprimento da Lei Complementar 126/2013 e seu decreto regulamentador; b) Comunicar previamente ao responsável pelo prédio qualquer obra que pretenda executar; c) Não iniciar obra sem acompanhamento de um profissional habilitado.

**Como Corpo Humano, Edificação Fica Doente e Pede Atenção**

Folha de São Paulo Caderno de Construção São Paulo, p. 1, 04 fev. 2001

**Como reconhecer os sintomas dos problemas patológicos...**



**Infiltrações**  
 ■ Danificam madeira, aço, concreto e revestimento  
 ■ Corrosão de armaduras em estruturas é sempre um problema sério e deve ser observado por um engenheiro

**Água, umidade e infiltrações:**

Há riscos graves de deterioração das madeiras, dos aços, do concreto e dos revestimentos quando existe água, umidade ou infiltração. Em ambientes secos, não há deterioração.

Existem dois tipos de infiltrações: as ascendentes, provenientes do solo (paredes cortina), e aquelas causadas pela chuva ou por condensação, que geralmente comprometem o teto e as paredes.

As mais frequentes são as devidas à falta de impermeabilização de locais úmidos (banheiros, cozinhas, áreas de serviço) e devidas a fissuras em lajes (garagens).

**Como reconhecer os sintomas dos problemas patológicos...**



**Infiltrações**  
 ■ Danificam madeira, aço, concreto e revestimento  
 ■ Corrosão de armaduras em estruturas é sempre um problema sério e deve ser observado por um engenheiro

**Água, umidade e infiltrações:**

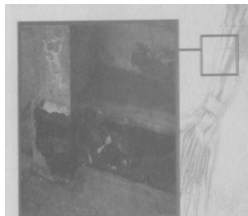
Para evitar infiltrações ascendentes, a impermeabilização das fundações, baldrame e pisos é determinante.

Além disso, durante a construção, também é possível aplicar mantas, impermeabilizações ou barreiras que reduzam o risco de infiltrações de água.

Para o acabamento externo das paredes, deve-se utilizar sempre revestimento contínuo e estancar com acabamento de pintura com tinta imobiliária 100% acrílica, no caso de rebocos.

Os demais revestimentos à base de pedra ou cerâmica exigem camada intermediária impermeabilizante.

**Como reconhecer os sintomas dos problemas patológicos...**



**Alvenaria e revestimento**  
 ■ Apresentam fissuras inofensivas que podem funcionar como aviso de problemas mais sérios

**Alvenarias e Revestimentos:**

São os primeiros locais em que aparecem fissuras, mas na maioria das vezes não representam perigo iminente (embora possam indicar outros problemas).

Fissuras verticais e paralelas em alvenarias podem indicar problemas graves, assim como o esmagamento de tijolos.

**CORROÇÃO**  
**LAJE SUB-PR. INFILTRAÇÃO**  
**FISSURA: ALVENARIA ESTRUTURAL SUPERIOR**  
**FISSURA: ALVENARIA ESTRUTURAL INFERIOR**  
**PAREDE CORTINA INFILTRAÇÃO**

## Estruturas de Concreto Armado e Protendido

### Conceitos

- ✓ Envelhecimento natural *previsto; não incomoda*
- ✓ Envelhecimento precoce *não previsto; caro*
- ✓ Vida útil *50 / 63 / 75 anos*
- ✓ Estrutura avisa *saber "ouvir"*

PhD Engenharia

## NBR 6118:2003

"mecanismos de deterioração e envelhecimento"

### 6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão →
- ✓ expansão → AAR
- ✓ Intemperismo

### 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, fator humano

PhD Engenharia

### 6.3.2 Concreto → **Lixiviação**



Cobertura do Prédio da FAU-USP



Edifício da Engenharia Civil POLI-USP

### 6.3.2 Concreto → **Lixiviação**

#### Mecanismo:

- carreamento de sais solúveis pela água,  $\text{Ca(OH)}_2$

#### Manifestação, Sintoma, Vício

- Manchas esbranquiçadas na superfície  $\text{CaCO}_3$
- Eflorescência, pode até formar estalactites
- Aumento da porosidade interna do concreto
- Redução do pH com risco de corrosão

PhD Engenharia

### 6.3.2 Concreto → **Lixiviação**

#### Como evitar, Prevenção, Profilaxia

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

PhD Engenharia

### 6.3.2 Concreto → **Lixiviação**

#### Como corrigir:

- de onde vem a água?
- porque o concreto está poroso e permeável?
- porque fissurou?
- é fissura "viva" ou "morta"?
- é aparente, respeitar estética?
- é estrutural, precisa monolitismo?

#### Inspeção, Diagnóstico e Projeto de Intervenção Corretiva

#### Procedimento de Manutenção

PhD Engenharia

## NBR 6118:2003

"mecanismos de deterioração e envelhecimento"

### 6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ Intemperismo

### 6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

### 6.3.4 Estrutura

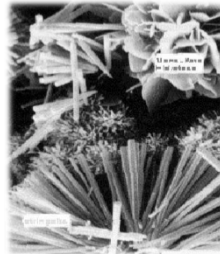
ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, fator humano

PAU Engenharia

## 6.3.2 Concreto → **Expansão**

### Reações expansivas

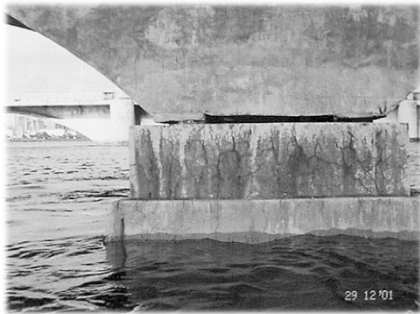
Sulfatos,  $\text{SO}_4^{-2}$

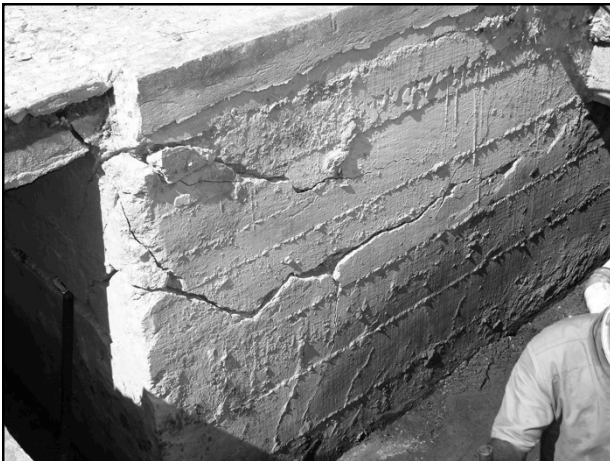


- água de mar
- galerias esgoto
- ETE

## 6.3.2 Concreto → **Expansão**

### Reação Álcali-Agregado AAR





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

Despassivação por carbonatação

- $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{pH} \geq 12$   
(aço passivado)
- $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



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

Despassivação por cloretos



3-4 Sexta-Feira, 26 de fevereiro de 1993 coti

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

Da Securanã 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 750. A mulher morreu na hora, e teve a face desfigurada. O pedaço de reboco caiu, revelou a margem do prédio e acirrou a dona-de-casa.

Maria estava voltando para casa com as compras feitas num supermercado da região. Ela morava num apartamento no 12º andar.

Na área afetada, o prédio em construção não sofreu danos, mas os moradores foram obrigados a se deslocar para outros locais. O prédio será liberado após o condomínio contratar uma firma para retirar os restos da fachada que oferecem risco de desabamento.

Na área afetada, 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 atônito, o filho da dona-de-casa não quer comentar que providências legais tomará em relação ao caso.

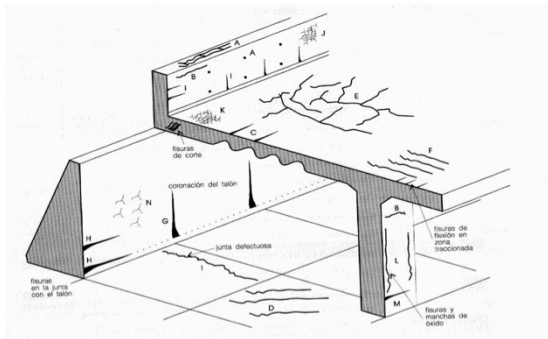
Oberlander disse que um dos problemas do centro são os prédios antigos em mau estado de conservação. Além da má conservação do reboco, as marquises velhas são problemas apontados pelo diretor da Defesa Civil. Segundo ele, os proprietários são obrigados a realizar obras de recuperação, mas a fiscalização não cabe à Defesa Civil.

**Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio**

28 anos!

### 6.3.4 Estructura

**fissuras:** térmicas, retração, ações, construtivas



**Acidentes relacionados à  
corrosão de armaduras  
tracionadas em concretos  
fissurados**

PhD Engenharia

### Edifício de escritórios

São Paulo, 1999

Vistoria → 1998

23 anos

$f_{ck} = 18 \text{ MPa}$

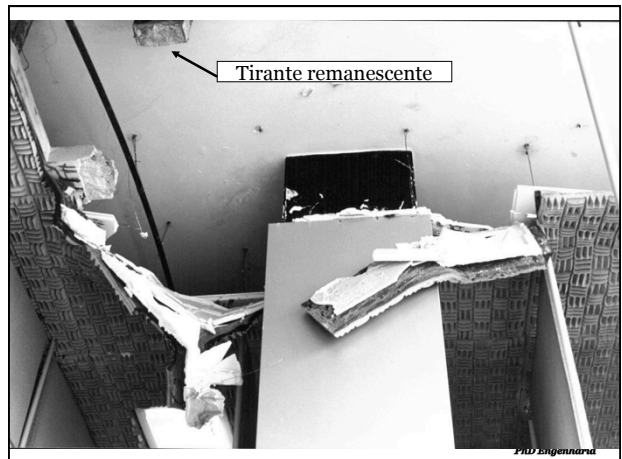
Custo = 3 andares novos completos

Eng. de manutenção na prisão

PhD Engenharia



PhD Engenharia



PhD Engenharia



espessura da laje suplementar

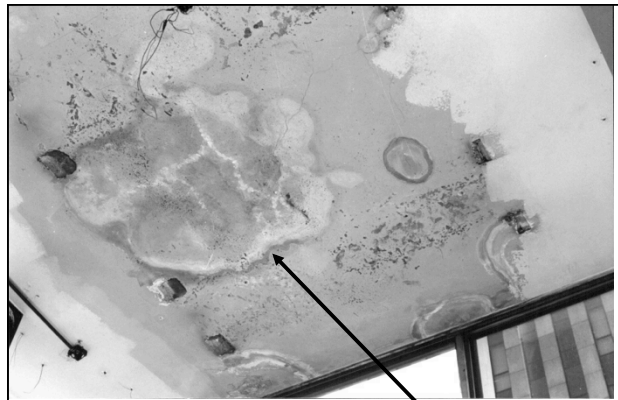
PhD Engenharia



PhD Engenharia



PhD Engenharia



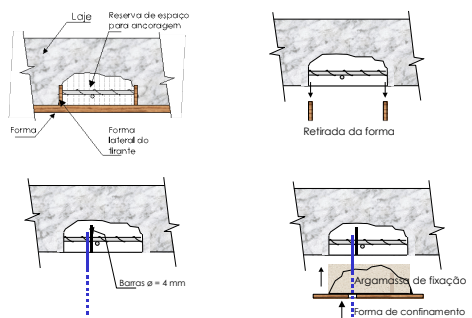
Regiões com manchas de infiltrações

PhD Engenharia

Fissuras com percolação de água

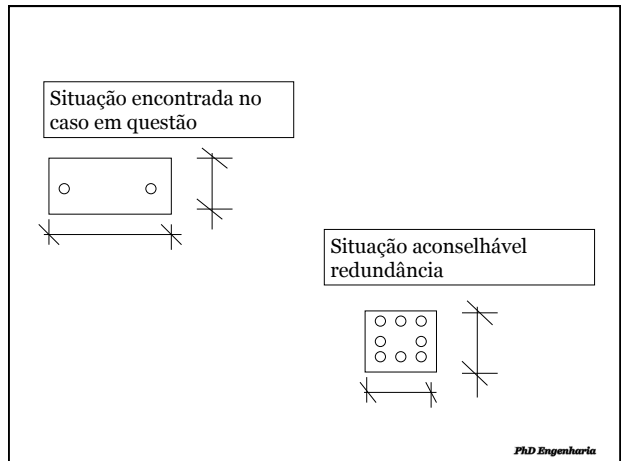
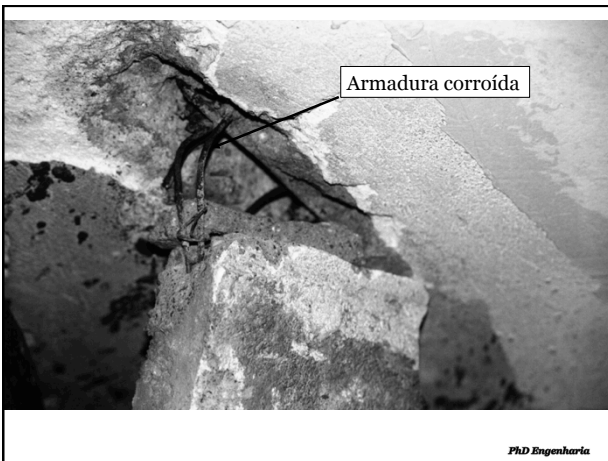
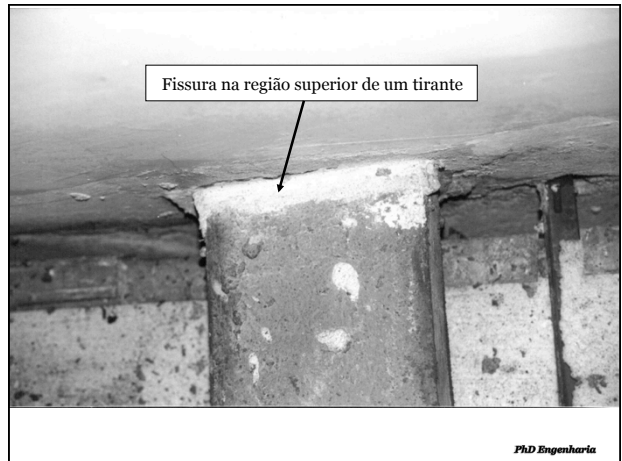
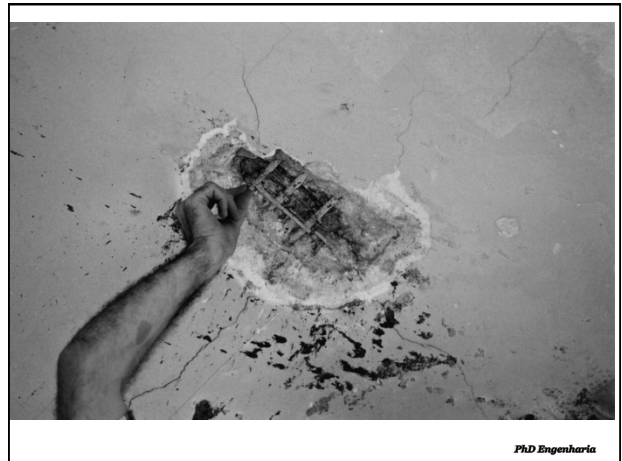


### Sequência provável de execução dos tirantes



PhD Engenharia





# Marquise de loja em Santo André/SP

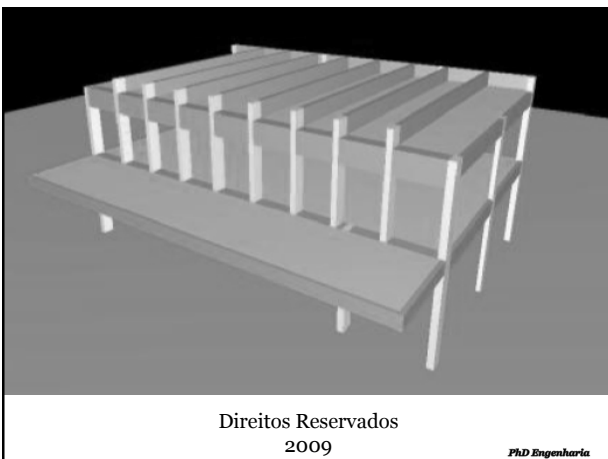
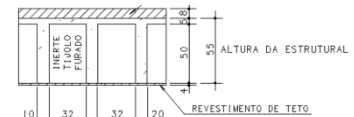


**RAUSSE & BENVENGA**  
ENGENHARIA E PROJETOS

R. Casa Branca, 212 - Santo André - SP - CEP: 09015-700 - Tel./Fax: (0xx11) 4406-120

Concreto 25MPa  
Aço CA 60  
40 anos

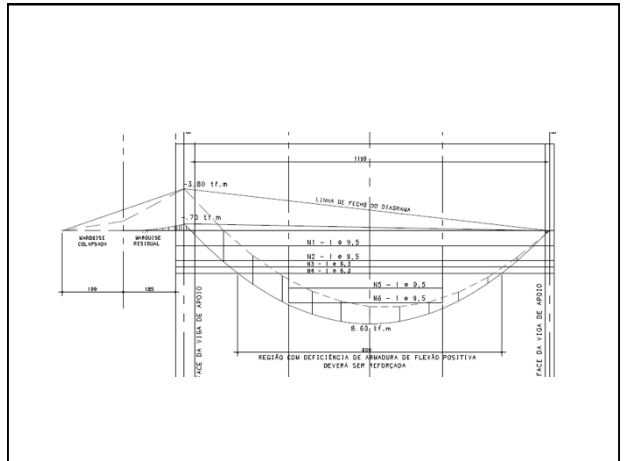
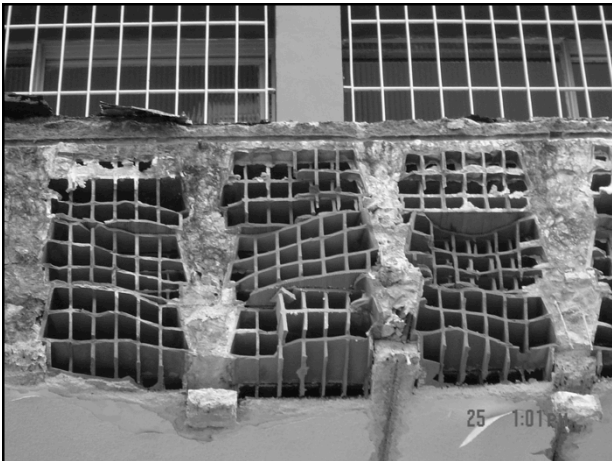
Largura total 3,85  
Colapsou 2,00  
Sobrou 1,85



Direitos Reservados  
2009

PhD Engenharia





**Loja desaba e mata nove no S**

**Retorno da Dersa fica pronto este mês**

**Blasqueira da BR-116 tem polígonos**

**INO JAZZ**

**Brasil**

**Opinião da Folha**

**Campanha começa com pichações**

**Reforma vai dar reajuste salarial aos 3 Poderes**

**GUIA DA FOLHA**

**186 SLP**

**300**

**54**

**29**

**Marqueses desabam e matam 2 no ABC**

**Destroca das duas torres de 30 metros de comprimento que dominavam a fachada da loja no centro de São Carlos do Sul**

**ÍNDICE**

Índice de Preços ao Consumidor	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Amplo	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Básico	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Financeiro	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Superior	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Total	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Urbano	100,00
Índice de Preços ao Consumidor Rural	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Serviços	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Bens	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Alimentos	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Vestuário	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Habitação	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Saúde	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Educação	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Cultura	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Recreio	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Transporte	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Comunicação	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Energia	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Água	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Gás	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Saneamento	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Segurança	100,00
Índice de Preços ao Consumidor de Outros	100,00

**DESABAMENTOS**

**Marquise esmagou um bancário de 23 anos**

**A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas**

**Particular**

**Blasqueira da BR-116 tem polígonos**

**Reforma vai dar reajuste salarial aos 3 Poderes**

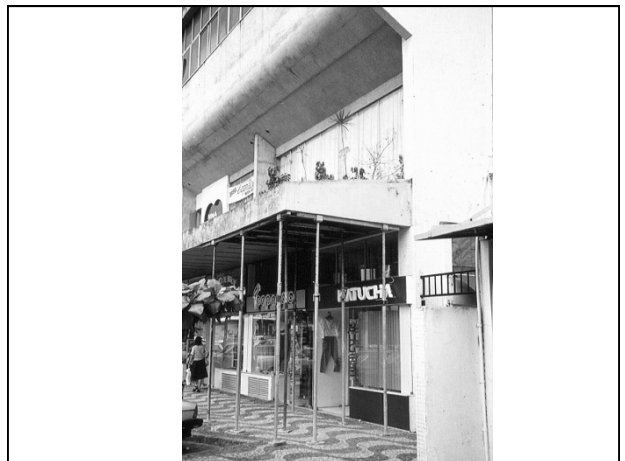
**GUIA DA FOLHA**

**186 SLP**

**300**

**54**

**29**



FOLHA DE SÃO PAULO sexta-feira, 28 junho 1988 sãopaulo 3

**PERIGO? Prefeitura diz que só vistoria pré-lançamento vai conceder Habite-se; polícia procura o proprietário do imóvel!**

# Falta de ferragens pode ter causado queda



**Área invadida em unidade do centro de São Carlos tem pé de concreto que desabou. A polícia investiga, aguarda dono para processo**

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

*de reportagem local*

Um acidente de engenharia de São Carlos, em uma obra de construção civil, resultou na queda de um pé de concreto de uma ponte, causando a morte de um trabalhador e a queda de outros dois. O acidente ocorreu na manhã de ontem (27) na Rua São Carlos, em uma obra de construção civil. O pé de concreto, com uma altura de aproximadamente 10 metros, caiu sobre um trabalhador que estava trabalhando na obra. Além disso, outros dois trabalhadores foram atingidos pelo pé de concreto que estava prestes a cair. O acidente ocorreu em uma obra de construção civil, onde se estava trabalhando na construção de uma ponte. O pé de concreto que caiu era parte de uma estrutura de suporte para a ponte. A polícia está investigando o acidente e aguardando o proprietário do imóvel para iniciar o processo legal. O delegado vai ouvir o dono duas vezes.

**Tecnica de reforço no concreto: ligar o rádio.**

scalex

## Ponte do Socorro

São Paulo, 28 junho 1988

- laudo 5 meses antes
- 27 anos,  $f_{ck} = 16 \text{ MPa}$
- Inspeções 81, 83, 84, 87,
- Janeiro 88
- Vão de "52 m"
- custo = incomensurável

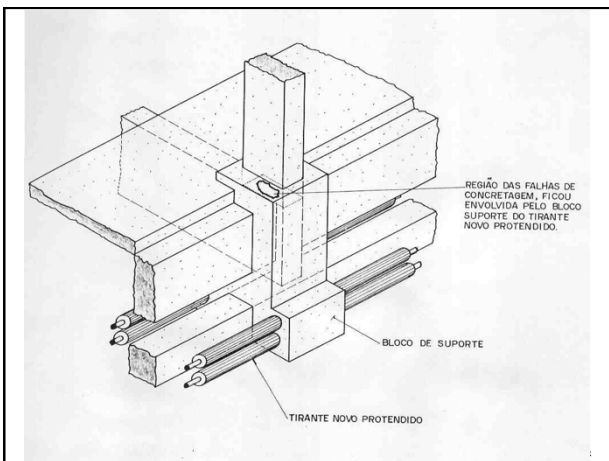
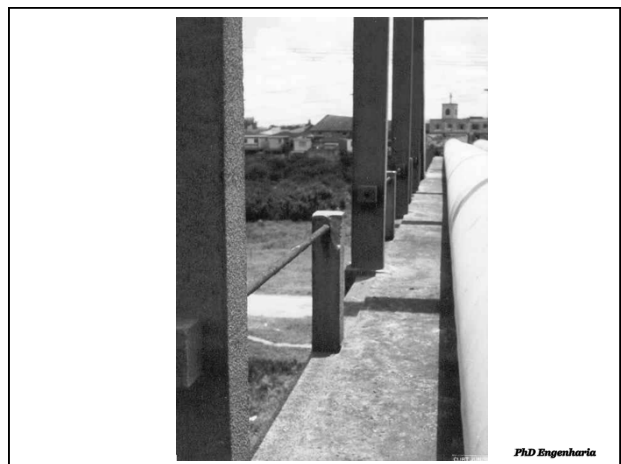
PHD Engenharia

jornal da tarde C\$ 60,00

# Três milhões sem água em São Paulo



**PHD Engenharia**



## Ponte dos Remédios

São Paulo, 1997

- Laudo 6 meses antes
- 36 anos
- $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$
- Custo = 3 vezes uma ponte nova

PHD Engenharia



PHD Engenharia



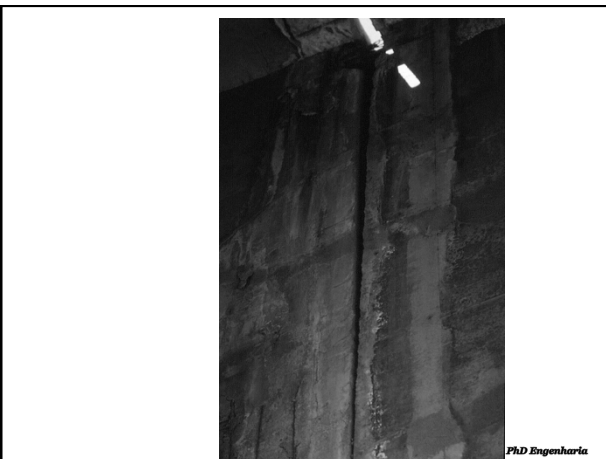
PHD Engenharia



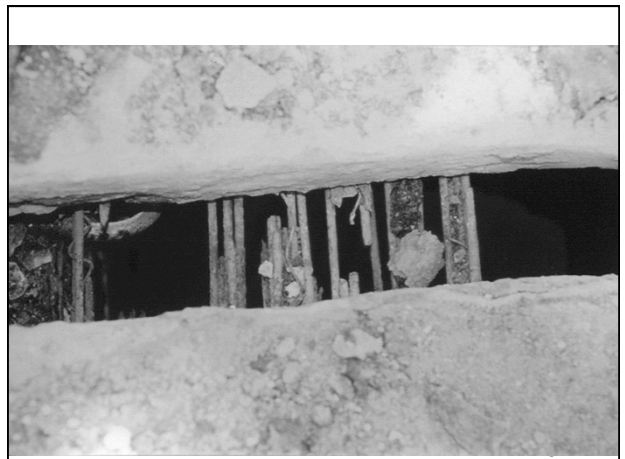
PHD Engenharia

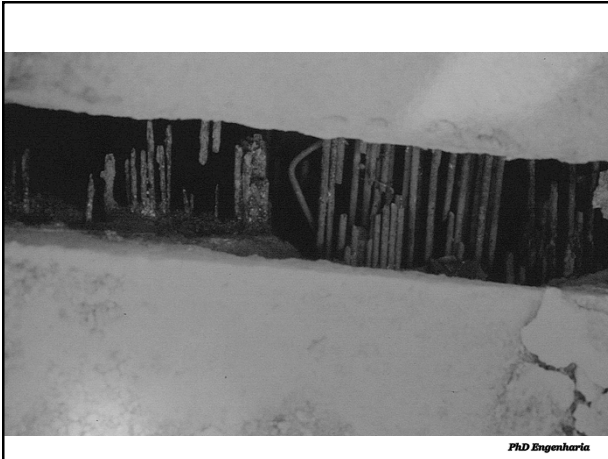


PHD Engenharia



PHD Engenharia





PHD Engenharia

## ***Silo de Cereais***

**Santa Catarina, 1995**

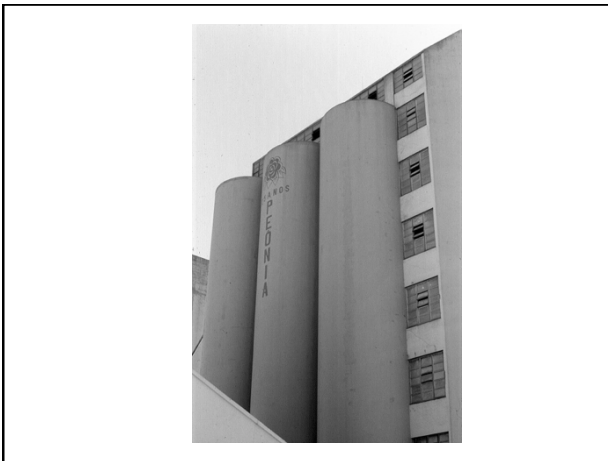
**Laudo de vistoria 2 meses antes**

**21 anos**

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

**Custo = 1,2 novo**

PHD Engenharia

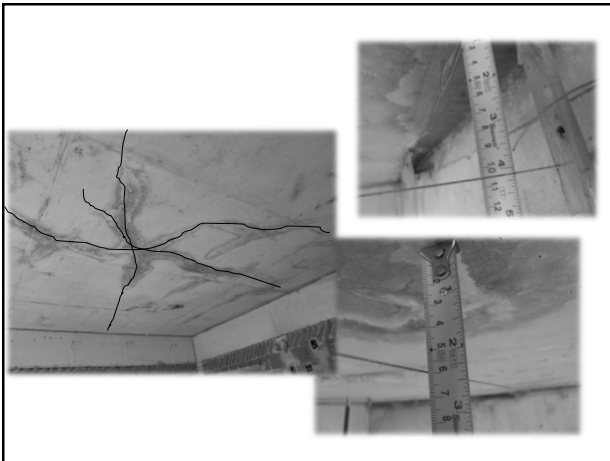


## **Edifício Comercial**

**2009**

**fissuras e flechas  
em lajes**

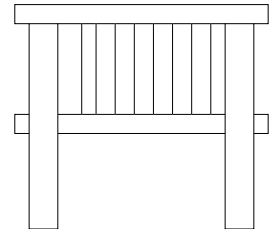
***obra em construção***



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

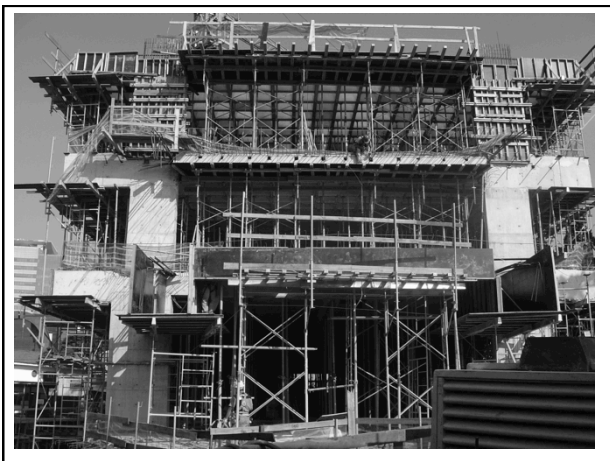
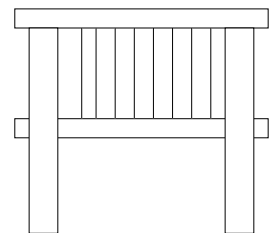
dimensionada para 150kg/m<sup>2</sup>

1 ano de idade



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

1 ano de idade



### Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000m<sup>2</sup>

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5m x 7,5m

obra em construção



### Comunicado

## Shopping Rio Poty

O Shopping Rio Poty vem a público esclarecer a causa do incidente verificado na madrugada de 11/07, bem como detalhar seu plano de retomada das obras, tornado possível após reunir técnicos de renome nacional em colaboração com as autoridades públicas. A conclusão irrefutável é que se chegou foi de que o incidente se deveu a um erro de execução específico e pontual. É importante frisar que, por se tratar de erro isolado, fica garantida a continuidade do projeto. Abaixo a descrição do que ocorreu:

**1** Antes de iniciada a concretagem de um trecho específico da Laje do 5º pavimento (L5), foi retirado INADVERTIDAMENTE o escoramento da Laje do 4º pavimento (L4), que se encontrava parcialmente tensionada.

Na fase final da concretagem de trecho do L5, a soma das cargas de duas lajes (L4+L5), sob uma única laje (L4) PARCIALMENTE TENSIONADA e NÃO ESCORADA, acarretou no colapso em cascata da estrutura.

**2**

**Procedimento Incorreto**

Laje em processo de concretagem

Laje parcialmente tensionada

Be-escoramento

**Procedimento Correto**

Escoramento correto mantido em todo o obra com exceção do trecho específico do L5 da sua delimitação.

O fundamental a destacar é que as estruturas são SEPARADAS em duas áreas distintas. Ou seja, a estrutura remanescente sempre se mantiverá completamente independente daquela que foi afetada. Por esta razão, a estrutura remanescente **PERMANECE INTACTA.**

**3**

**PRÓXIMOS PASSOS**  
O plano de retomada será executado em duas frentes simultâneas. Um grupo de colaboradores concluirá a estrutura íntacta. O segundo grupo se encarregará da reconstrução da área afetada.

**Hoje** (Set 2013)

**Nov 2014**

Mais uma vez faz-se questão de agradecer aos cidadãos potyenses por todas as manifestações de solidariedade e apoio. O Shopping Rio Poty é desde já um marco no desenvolvimento social, cultural e econômico da cidade de Teresina. Em novembro de 2014, ele estará pronto para receber a todos de braços abertos!

**Rio Poty**

Mais informações em nosso Blog: [www.rioipoty.com.br/ShoppingRioPoty](http://www.rioipoty.com.br/ShoppingRioPoty)



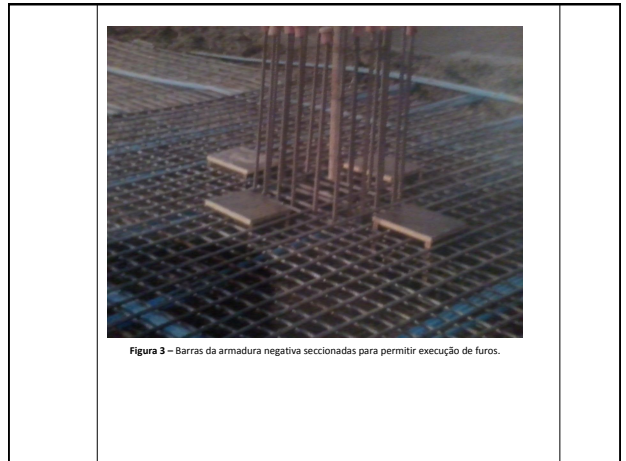
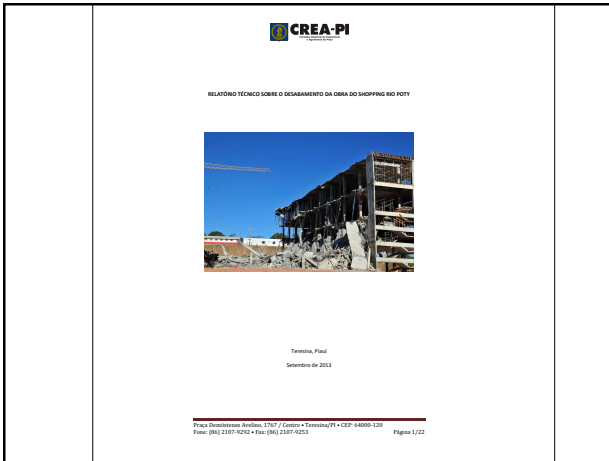
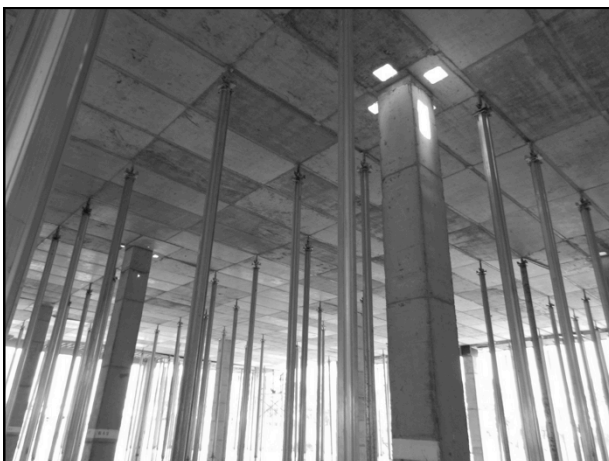
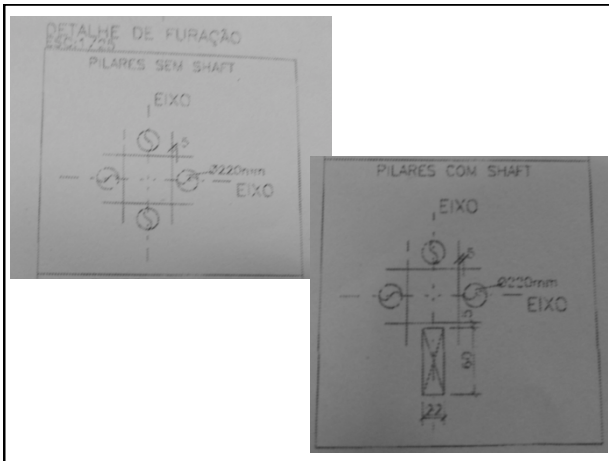
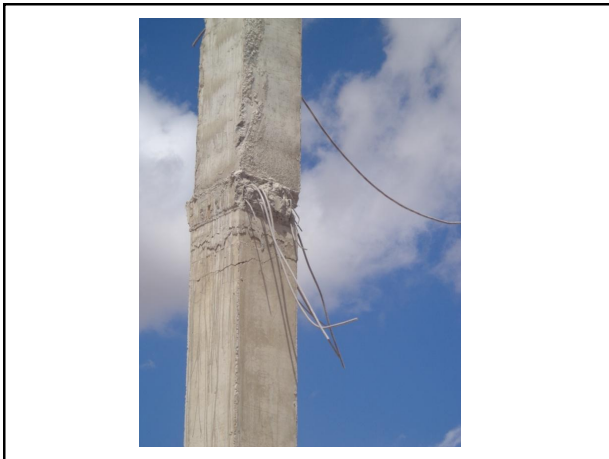


Figura 3 – Barras da armadura negativa seccionadas para permitir execução de furos.





# 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	<b>+12 %</b>
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	<b>-16 %</b>
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	<b>-4 %</b>
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	<b>-33 %</b>
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	<b>-19 %</b>
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	<b>+12 %</b>
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	-----
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+56 %</b>
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	<b>-10 %</b>

Registrado em 06 de abril de 2011.  
Livro: 010/ENG.

				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	<b>-39 %</b>
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+5 %</b>
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	-----
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	<b>+8 %</b>
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	<b>+0,5 %</b>
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	<b>+0,5 %</b>
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	<b>+2 %</b>
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	<b>+56 %</b>
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	<b>-37 %</b>
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	<b>-10 %</b>
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	<b>-30 %</b>
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	<b>-21 %</b>
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	<b>-22 %</b>

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.



## Edifício Real Class




**Belém do Pará**  
**34 pavimentos**  
**105m    20.01.2011    35MPa**

# Precisa saber “ouvir” o grito das estruturas !

PhD Engenharia

## CASO FÁBRICA BANGLADESH

### Fábricas de Bangladesh ignoraram alerta de risco um dia antes de desabamento

Manufaturas desrespeitaram ordem da polícia para esvaziar prédio que apresentava rachaduras visíveis; mais de 220 foram mortos em desabamento

IG São Paulo 25/04/2013 09:34:17 - Atualizado às 25/04/2013 12:42:33

0 0 Tweet 26 Recomendar 6

Um dia antes do desmoronamento de um prédio em Bangladesh, que deixou ao menos 228 mortos, a polícia havia ordenado que o edifício fosse esvaziado por causa de rachaduras profundas visíveis nas paredes. Entretanto, as fábricas de roupa que funcionavam dentro do local ignoraram a ordem e mantiveram mais de 2 mil funcionários trabalhando. Informaram autoridades nesta quinta-feira (25), quando 40 sobreviventes foram encontrados em cômodo no quarto andar.

4º andar: Equipes de resgate encontram 40 sobreviventes em prédio de Bangladesh

A tragédia no subúrbio de Savar, em Daca, aconteceu menos de cinco meses após um incêndio que deixou 112 mortos em uma fábrica de roupas e revelou as condições de segurança precárias nas quais trabalham os funcionários nessas oficinas de costura que produzem peças de roupa para o mundo inteiro. Algumas das empresas do edifício que caiu afirmam que entre seus clientes estão gigantes do varejo como o Wal-Mart.

<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

## Tragédia



<http://ultimosegundo.ig.com.br/mundo/2013-04-25/fabricas-de-bangladesh-ignoraram-alerta-de-risco-um-dia-antes-de-desabamento.html>

## Edifício

### Palace II

### Rio de Janeiro

1996  
domingo carnaval

25 andares

5 anos!



PALACE II 5anos



PhD Engenharia



Na madrugada de domingo, à 1h para ser mais exato, ouviu-se um estrondo muito forte no prédio, que fez com que muitas pessoas descessem. Alguns apartamentos já começavam a apresentar fissuras nas paredes internas.

Soubemos, depois por um bombeiro, que havia um tapume no segundo subsolo, na altura do meio do prédio. Esse tapume isolava uma área na garagem do Palace II, que servia como escritório da construtora, onde eram guardados arquivos, plantas, equipamentos de escritórios, etc. O acesso era restrito à construtora e raríssimas eram as visitas de engenheiros no local, com certeza. Por isso, as possíveis inspeções ou o levantamento de irregularidades no segundo subsolo, nessa metade do prédio, eram praticamente nulos.

Então, houve a ruptura do pilar, talvez não em uma extensão significativa, mas o suficiente para acarretar a redistribuição da carga e fazer um recalque, que acabou em torno de 4 centímetros. Esses fatos, a rachadura das paredes e o barulho, evidentemente faziam parte do funcionamento especial da estrutura, que tentava recompor suas cargas para os pilares vizinhos. Nessa ocasião demoliu-se o tapume e verificou-se que o pilar estava em

condições superprecárias. Quando o engenheiro da Defesa Civil chegou, só teve tempo de testemunhar o que havia acontecido e fazer com que todas as pessoas evacuassem o prédio, o que infelizmente não ocorreu com todos.

É bom frisar que essa caixa de elevador tinha uma coisa assimétrica. As caixas de elevadores, próximas ao trecho que caiu, não estavam em funcionamento. Não existiam elevadores nesse trecho, o que acabou salvando muitas vidas. Por que? Porque todo mundo que se precipitava em descer utilizava a caixa do elevador do lado oposto. Portanto, depois do desabamento, ainda existiam cerca de 20 a 25 pessoas no interior do prédio, que desceram as escadas.

**Depoimento do Eng.  
Waldir José de Mello,  
no CREA.RJ  
Consultor da PMRJ**

uma possível...  
dramática e penosa.

Pensamos em inúmeras possibilidades, inclusive a de dar aproximadamente de 10 a 15 minutos, por andar, para que um bombeiro levasse os moradores daquele piso para, com uma caixa pequena, resgatar pertences indispensáveis, como documentos, por exemplo.

No entanto, as portas já estavam empenadas e teriam de ser arrombadas. Esse era um sinal nítido de que a estrutura já apresentava deformação, em função dos esforços de tração em cada nível. As portas funcionavam como elementos resistentes. Primeiro, não havia tempo para arrombar todas as portas e, segundo, não seria seguro tirar um elemento de resistência da estrutura.

Percebemos que realmente não seria possível salvar o prédio, quando vimos que

**Depoimento do Eng. Waldir José de Mello, no  
CREA.RJ  
Consultor da PMRJ**

Em abril de 1997 fui chamado para elaborar um Parecer Técnico de um edifício residencial na Barra da Tijuca, aqui no Rio de Janeiro....

Era uma edificação com 15 anos de idade e tinha problemas de corrosão...

Mas o que mais me surpreendeu foi encontrar pilares só com armaduras longitudinais sem estribos....

Recomendei um reforço estrutural das partes afetadas ... em fevereiro de 1998 caiu o Palace II e me lembrei que a construtora daquele edifício era a Sersan de Sérgio Naia e isso foi decisivo para que o síndico do edifício seguisse à risca o que havíamos recomendado.

Bem foi a primeira e única vez que vi vários pilares armados sem estribos...

Escrevo isso porque acho que ninguém em sã consciência poderia afirmar que havia segurança naquela edificação...

Abelardo de Oliveira Júnior

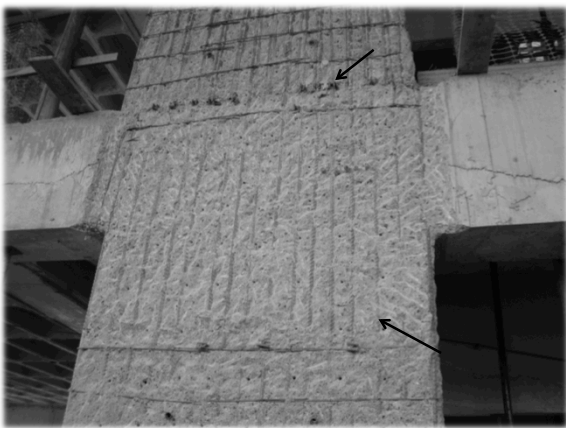
CREA-RJ 33264-D

Rio de Janeiro-RJ



**Edifício Habitacional**

**armadura de  
pilares**



**Edifício Areia Branca**

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

1977 →

25 anos

12 andares + térreo + 1 garagem



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes



Escombros - manhã seguinte do desabamento

## 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.

PhD Engenharia



Vista geral do subsolo

PhD Engenharia



Trinca na viga do teto do subsolo junto a cisterna

PhD Engenharia



Vista geral do reservatório inferior (cisterna) e alagamento

PhD Engenharia



Moradores acompanham a vistoria efetuada pela Defesa Civil

PHD Engenharia

## 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



PHD Engenharia

## Cronologia

- 14 → quinta 19h → início do reforço do pilar com cintamento e graute. Escavação do segundo pilar que estava íntegro
- 14 → quinta 20:20h → segundo pilar apresenta estrondo e o concreto começa a destacar e 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

PHD Engenharia



PHD Engenharia







### “O GRITO DA ESTRUTURA”

O mundo do veterinário é o de decifrar murmúrios, miados, mugidos, olhares ou uma inclinação de cabeça. É adivinhar sentimentos nos irracionais, é uma aproximação com os instintos. É identificar a origem de uma dor ou uma tristeza através da observação de uma indisposição para alimentar. É entender o porquê de uma renúncia à vida. O animal sofre, perde a alegria e tem-se que fazer algo urgente para salvá-lo.

No mundo do engenheiro também deve haver esta comunicação silenciosa. Identificar e avaliar uma patologia estrutural requer sensibilidade para o imponderável, para o imensurável. Não há números nem análise computacional que permita uma avaliação impessoal. O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desaprumo, um recalque, uma mancha, um destacamento, ou uma perda de nível.

São manifestações silenciosas. O grito por socorro de uma fissura de pilar pode ser extremamente incomodo para quem a identifica, mas pode passar despercebido para o inexperiente. Esse grito não chega a seu conhecimento, quando muito, avalia ser “um probleminha” e em muitas ocasiões providencia para que se esconda o sinal com uma massa ou pintura. Manda a estrutura calar.

PhD Engenharia

Nos últimos quarenta anos têm-se notícias, com certa regularidade, de sinistros e catástrofes nas obras de engenharia -- O Pavilhão da Gameleira em Belo Horizonte, mais de 60 mortes. No mesmo ano de 1971 o Elevado Paulo de Frontin no Rio, mais de 20 mortes. O Edifício Palace II também no Rio e tantos outros pavilhões, igrejas, edifícios, marquizes. Ainda não saiu totalmente da mídia o mais recente, o desabamento do túnel da Estação Pinheiros do Metrô de São Paulo.

Sem exceções, todas estas obras pediram por socorro e ninguém ouviu. [...] O Palace II no Rio por mais de dois anos gritou por socorro. Os responsáveis, construtora e síndicos do condomínio, optaram por aplicar um analgésico. Algum técnico se dispôs a aplicar uma “massinha” barata onde saia fragmentos de um dos pilares. Por dias, até semanas, o túnel do Metrô de São Paulo clamou por socorro. Fissurou o solo no entorno, incomodou a vizinhança, fissurou casas, aumentou as infiltrações, por fim, fissurou o concreto projetado do túnel e mesmo assim só desabou no dia seguinte.

PhD Engenharia

Há uma máxima jurídica que diz “a ninguém é dado o direito de desconhecer a lei”. Será que o engenheiro pode, por desinformação ou falta de experiência, ignorar o grito da estrutura?

Carlos Campos

Carlos Campos Consultoria e Construções

Obs.: Carlos de Oliveira Campos é geólogo, sócio atuante e pró-ativo do IBRACON, categoria diamante, e já exerceu a Diretoria Regional do IBRACON em Goiânia.

PhD Engenharia

**...só vai ouvir se  
estiver capacitado  
e se houver  
inspeção  
periódica...**

PhD Engenharia

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

PhD Engenharia

Coordenação técnica: 

**edificação  
SEGURA**

PROGRAMA NACIONAL  
DE REDUÇÃO DE RISCOS  
E AUMENTO DA VIDA ÚTIL  
DE ESTRUTURAS DE  
EDIFICAÇÕES

55CBC2013 IBRACON 30 de outubro de 2013 Gramado RS



**OBRIGADO!**



"do Laboratório de Pesquisa ao Centro de Obras"

[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)  
[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)

11-2501-4822 / 23  
11-7881-4014

PHD Engenharia