

**II CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS**  
**ABPE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PONTES E ESTRUTURAS**  
**FILIADA À IABSE**

# **Acidentes**

# **Duro Aprendizado !**

**Paulo Helene**

*Prof. Titular da Universidade de São Paulo*  
*Member of fib(CEB-FIP) Service Life Model Code*  
*Coordinador de la Red Rehabilitar CYTED*  
*Vice-Presidente do IBRACON*

Rio de Janeiro, 12-13-14 Outubro de 2007

1

**SÉCULO XX**

**1900**

**APARECE UM**

**NOVO MATERIAL**

***Concreto Armado***

2



3



**Systeme  
Hennebique**  
*Paris, Rue Danton1*

**7 andares**  
**França 1901**  
**Altura 30 m**

**$f_{ck} = ?$**   
**106 anos!!!!**  
*Edifício mais  
antigo do mundo*

4



5



**Palacio Salvo**  
**Montevideo**

**27 andares**

**Uruguai 1925**

**Altura 103 m**

**$f_{ck} = ?$**   
**80 anos!!!!**  
*record mundial*

6



*Edifício  
Martinelli*

*1929*

*106m*

*record  
mundial*

7

**MINEÁPOLIS, EU**  
desabamento da ponte sobre o Mississippi



- sobre a rodovia I-35 maior ligação entre Minneapolis e St. Paul
- construída em 1967(40 anos);
- altura de 20 metros sobre o rio;
- passava por reformas<sup>[1]</sup> e reparos<sup>[2]</sup>

01/08/2007 01/08/2007

8



## MINEÁPOLIS, EU

desabamento da ponte sobre o Mississippi

- Há nove meses, tinha sido vistoriada e submetida a arranjos do pavimento;
- Sete pessoas morreram e mais de 60 ficaram feridas no acidente;

9

## Provincia Hunan, sul da China

desabamento de ponte em construção



- sobre o rio Jiantuo a obra seria inaugurada a fim de agosto;
- 320 m de comprimento e 42 m de altura;

10

## Província Hunan, sul da China

desabamento de ponte em construção



Equipes trabalham sobre pilar de ponte que caiu na China, matando ao menos 22

13/08/2007

- ✓ 22 pessoas morreram;
- ✓ 20 ficaram feridas;
- ✓ 46 pessoas desaparecidas.

Relatório 2006 do Ministério dos Transportes:

- ✓ 6.300<sup>[SEP]</sup> pontes "em estado perigoso, com alguns componentes estruturais<sup>[SEP]</sup> importantes seriamente danificados" --> seguras até 2010;
- ✓ 2000 e 2005<sup>[SEP]</sup> o Governo gastou US\$ 1,97 bilhão na reabilitação de 7 mil pontes

11

Robert Stephenson no discurso de posse na presidência do Instituto dos Engenheiros Civis da Grã-Bretanha em 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 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. Também os engenheiros experientes aprendem desses ensinamentos e lições dos acidentes que até podem ocorrer nas suas próprias obras. Com esse objetivo nobre é que proponho a catalogação desses problemas nos arquivos desta reconhecida Instituição".*

12

# Estação Pinheiros Metrô SP

## Visão Geral

Dez. 2006

13

### O POÇO DA LINHA 4...

**12,8** quilômetros de extensão  
**11** estações (Luz até Vila Sônia)  
**900 000** passageiros serão transportados por dia

**5** empreiteiras formam o consórcio responsável pela construção (CBPO Engenharia, Queiroz Galvão, OAS, Camargo Corrêa e Andrade Gutierrez). A CBPO, subsidiária da Odebrecht, lidera o consórcio

**1,8** bilhão de reais é o custo da obra  
**1,3** bilhão de reais é o valor da apólice de seguro

**2 700** homens trabalham na execução da Linha 4  
**120** deles na Estação Pinheiros

**7** acidentes (com uma morte) já haviam ocorrido envolvendo a linha

**2008** é o ano previsto para a conclusão de seis estações. A segunda fase deve ir até 2012

**Duro de roer**  
Por estar próximo ao Rio Pinheiros, o solo apresenta camadas de areia, argila e rochas cheias de fissuras

**1,5** metro de asfalto e solo orgânico  
**6 a 8** metros de areia e argila

**Até quatro explosões por dia**  
Para escavar os túneis da Estação Pinheiros, as empreiteiras adotaram o método New Austrian Tunneling Method (NATM). Trata-se de detonações com explosivos e pequenas escavadeiras para abrir caminho. Eram feitas quatro explosões por dia até dezembro. Foram reduzidas para uma neste mês. À medida que o buraco avançava, os operários colocavam uma tela de aço e jataavam concreto nas paredes e no teto. No segundo semestre, a estrutura receberá uma nova cobertura de concreto, mais resistente

**60,2** quilômetros em 32 anos  
Inauguração do metrô paulistano 1974  
Extensão atual (em quilômetros) 60,2  
Número de linhas 4  
Número de estações 54  
Passageiros transportados por ano 513 milhões

**Estação Pinheiros fotografada em 12/12/2006**

**Por dentro da Estação Pinheiros**  
Rua Capri  
40 metros  
Marginal Pinheiros  
Estação Faria Lima  
27 metros  
Estação Butantã  
Espaço com a CPTM

**EXPLOSIVOS**

**TRAGÉDIA DO METRÔ – Veja Ano 40**      **24 de Janeiro de 2007**

14

# **Riscos nas Inspeções de Rotina**

*ou*

## **Manutenção e risco de perdas de vidas humanas**

15

### **RECURSOS PARA INSPEÇÕES**

#### **INSPEÇÃO PRELIMINAR**

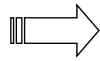
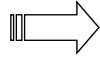

- Anamnese
- Observação visual
- Umidade e pH
- Direções Preferenciais
- Fissuras, ninhos, desaprumos
- Sintomatologia
- Projeto, controle, diário de obra

#### **INSPEÇÃO DETALHADA**

16

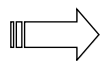


## **INSPEÇÃO DETALHADA**

-  **ESTUDO DOS PROJETOS ORIGINAIS**
-  **ESTUDO DOS ANTECEDENTES**
-  **PLANO DE INSPEÇÃO e AMOSTRAGEM**
  - **PACHOMETRO**
  - **ESCLEROMETRO**
  - **ULTRASOM**
  - **CARBONATAÇÃO**
  - **RESISTIVIDADE IÔNICA**
  - **POTENCIAL de CORROSÃO**
  - **PERFIL DE CLORETOS**
  - **CORRENTE DE CORROSÃO**

17

## **INSPEÇÃO DETALHADA**

-  **PLANO DE INSPEÇÃO e AMOSTRAGEM**
  - **FISSURAS**
  - **TOMOGRÁFIA**
  - **GAMARADIOGRÁFIA**
  - **RAYOS X**
  - **VIBRAÇÕES**
  - **EXTRAÇÃO DE TESTEMUNHOS**
  - **f<sub>c</sub>, E<sub>c</sub>, PERMEABILIDADE**
  - **ANÁLISE PETROGRÁFICA**
  - **ABSORÇÃO de ÁGUA, POROSIDADE**
  - **ESCLEROMETRIA. ECO, ...**

18

## **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**

19

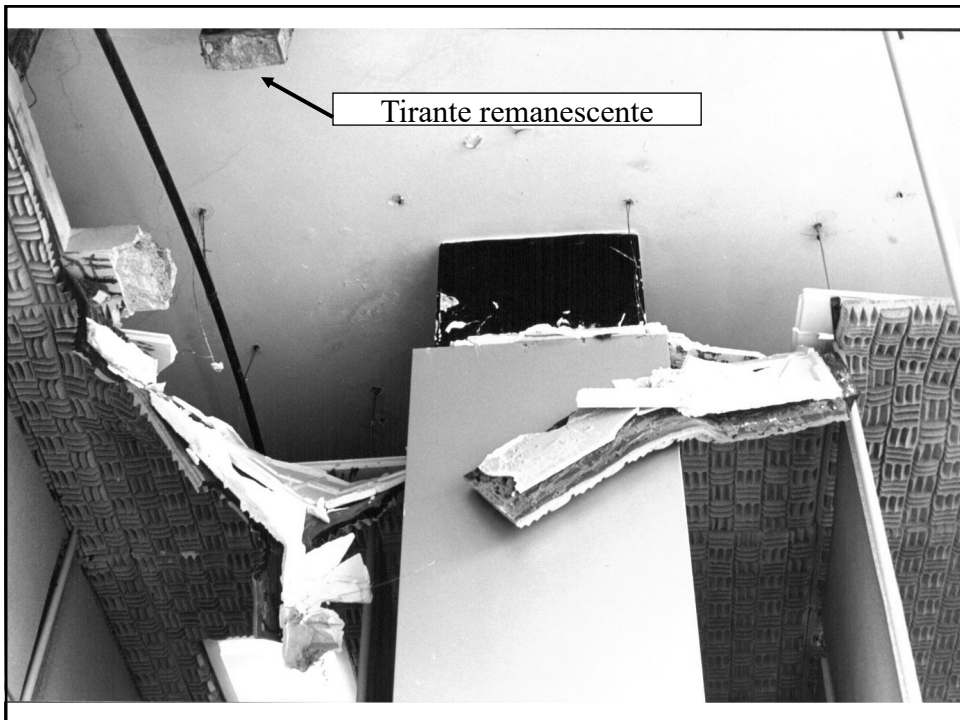
## **ACIDENTE**

**Colapso de parte da estrutura de uma laje  
suplementar no último andar de um edifício  
situado na cidade de São Paulo.**

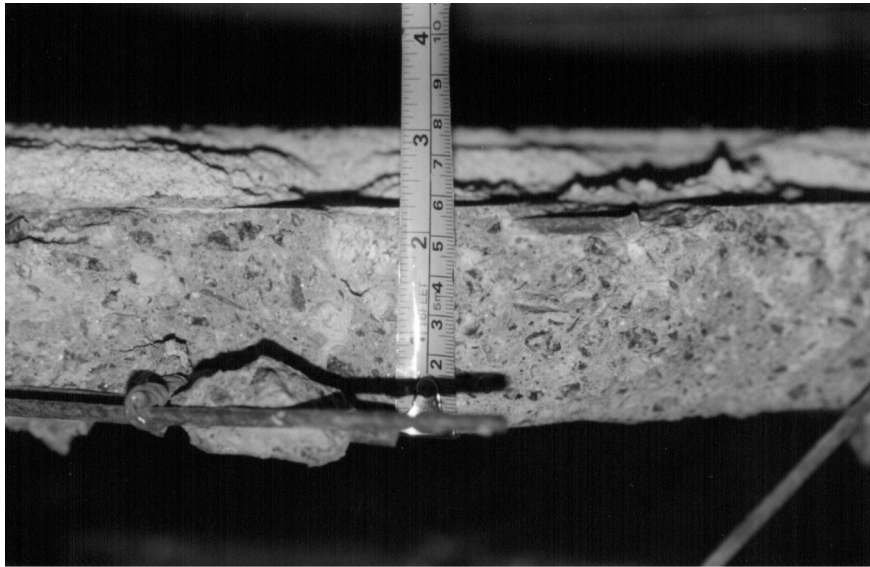
20



21

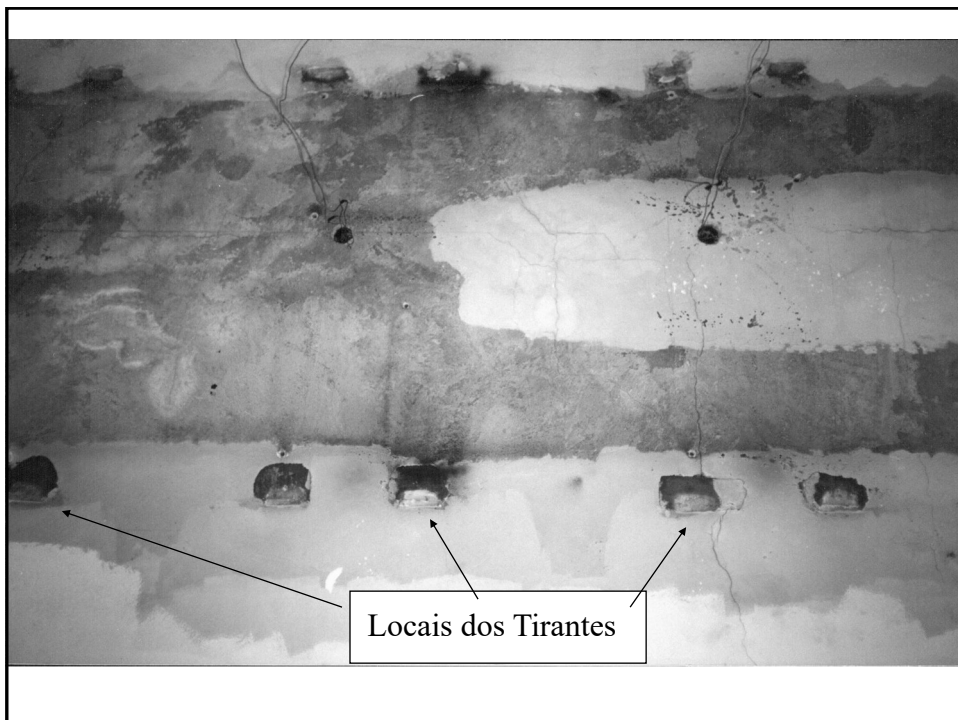


22



espessura da laje suplementar

23



24

## **O PROBLEMA PATOLÓGICO**

**Corrosão das armaduras dos  
tirantes (pendurais) de  
sustentação da laje suplementar,  
construída em concreto armado.  
Ruptura frágil sem aviso !**

25

## **HIPÓTESES PARA A OCORRÊNCIA DO PROBLEMA**

1. Falta de manutenção permitindo o aparecimento de infiltrações que atacaram as armaduras ?
2. Problemas executivos durante o processo de construção das lajes suplementares ?
3. Solução técnica incompatível com as condições necessárias para estabilidade e durabilidade da estrutura, apesar de não infringir as normas da ABNT ?

26

## **ENSAIOS REALIZADOS**

- **Teor de cloretos;**
- **Dureza superficial por esclerometria;**
- **Resistividade iônica superficial;**
- **Profundidade de carbonatação;**
- **Potencial de corrosão;**
- **Velocidade de corrosão.**

27

## **VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES**

### **1. Falta de Manutenção → Infiltrações:**

- **Em levantamento visual, verificou-se “in loco” a existência de infiltrações na região sinistrada;**
- **Algumas fissuras na laje de cobertura continuavam com umidade;**
- **O piso da laje de cobertura encontrava-se em bom estado de conservação;**
- **A piscina de resfriamento do ar condicionado encontrava-se em bom estado visual.**

28



29



30



31



32



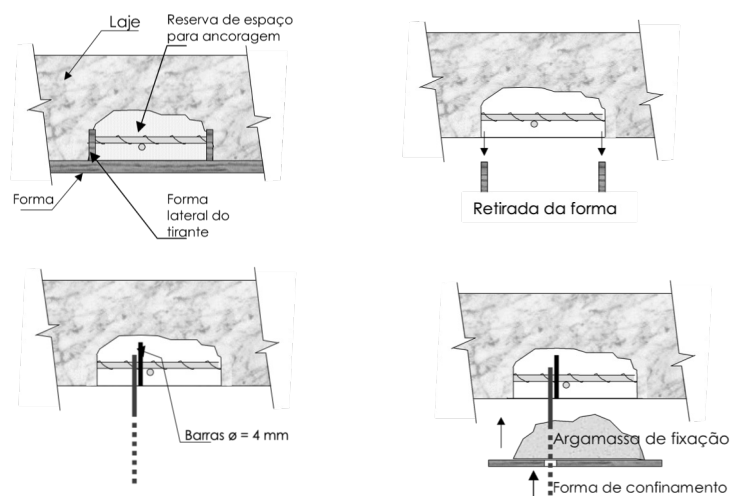
# VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

## Problemas executivos:

**Sistema construtivo não convencional com dificuldades operacionais para confecção e fixação dos tirantes das lajes suplementares, à laje da cobertura, propiciando a existência de deficiências na região de contato tirante/lajes.**

33

## Seqüência provável de execução dos tirantes



34



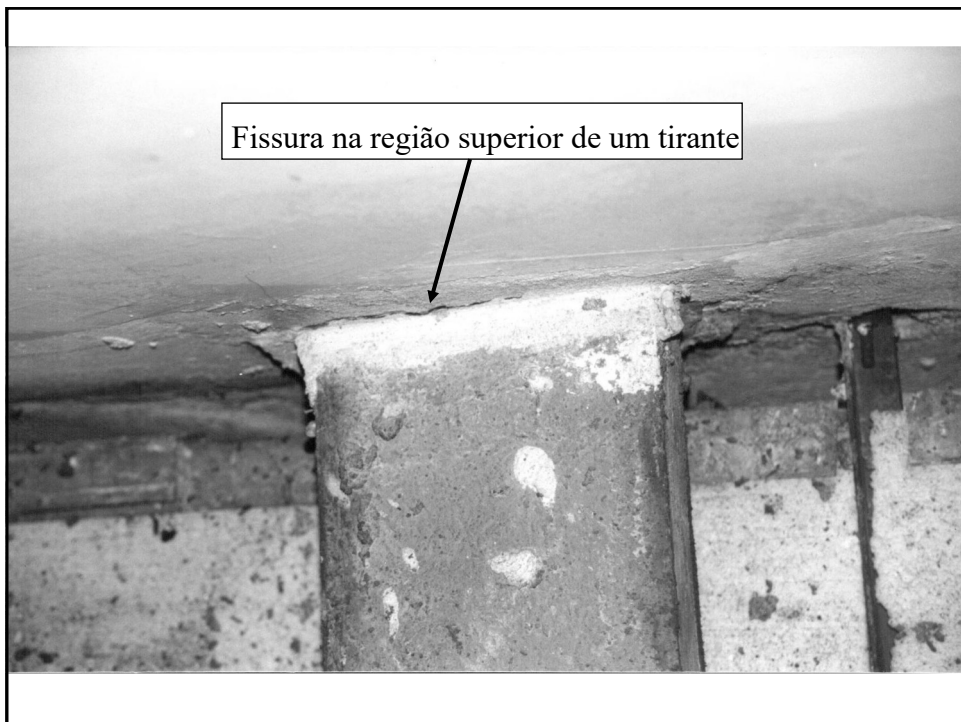
35



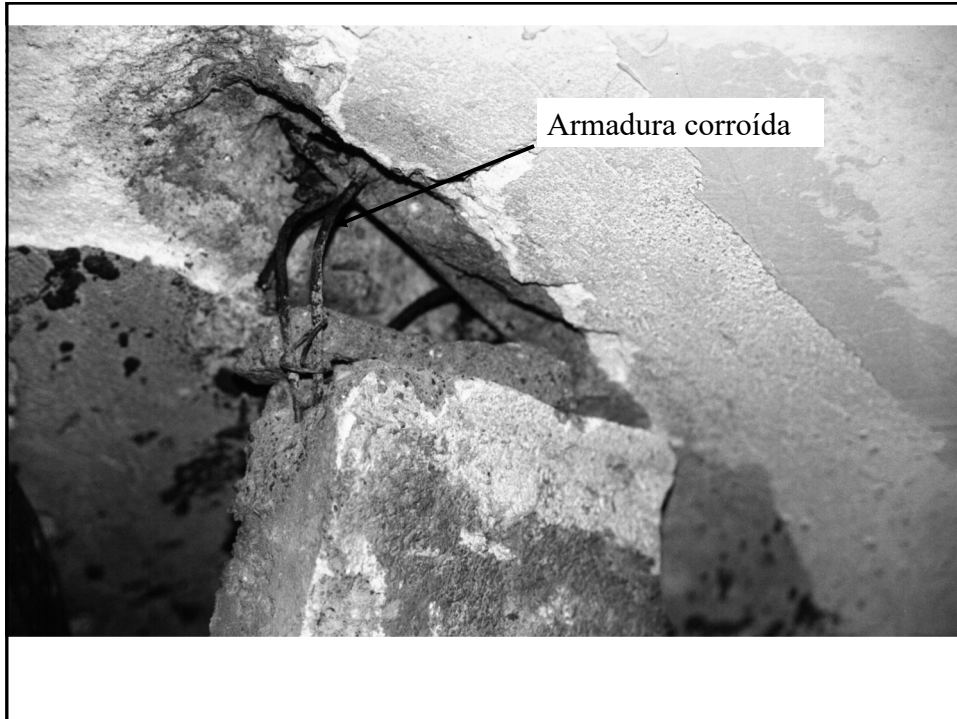
36



37



38



39

## **VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES**

### **3. Solução técnica inadequada do ponto de vista da durabilidade**

**No dimensionamento dos tirantes de concreto, foi considerada apenas a capacidade portante da armadura, para suportar (sem romper) o peso da laje suplementar.**

40

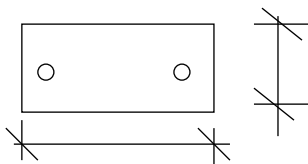
**No dimensionamento de tirantes de concreto armado, a NBR 6118:1978 e as normas anteriores que a antecederam, recomendam a verificação de duas condições de segurança :**

- Segurança contra o colapso da peça;
- Segurança contra a fissuração nociva (*durabilidade*).

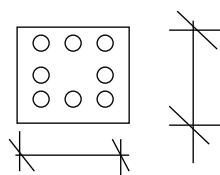
**Em local protegido no interior das edificações a abertura característica de fissura ELS, pode chegar a 0,3mm, o que conduz a número menor de barras para suportar a carga da laje suplementar**

41

**Situação encontrada  
no caso em questão**



**Situação aconselhável**



42

**A experiência recomenda que o cálculo de tirantes de concreto armado, leve em conta o enorme risco de corrosão localizada das armaduras com consequente ruptura frágil (sob tensão).**

**Requer a utilização de um número maior de barras de aço para uma mesma seção de armadura, aumentando-se assim o perímetro de contato e reduzindo-se a deformação das barras e as fissuras dela decorrente.**

43

## **Providências adotadas após o acidente**

- **Verificação do projeto estrutural (havia desenhos disponíveis da construção original);**
- **Remoção de móveis e equipamentos;**
- **Escoramento emergencial;**
- **Elaboração de laudo de segurança para desinterditar o resto do edifício junto ao CONTRU;**
- **Demolição técnica com utilização de cimento expansivo para minimizar vibrações na estrutura.**

44



45



46



47



48





49

## LIÇÕES

- Atenção ao elaborar laudos técnicos em estruturas que sofreram modificações ou reformas:

### **ASSUMINDO RESPONSABILIDADES ....**

- Quando executar obras de reforma que interferirem com a estrutura, mesmo que sejam apenas para fixação de materiais de acabamento, elaborar um documento contendo todas as modificações inseridas.

50



# **Edifício de escritórios**

## *Brasília*

51



### **Edifício Escritórios**

**Brasília → 1999**

**4 anos → escritórios       $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$**

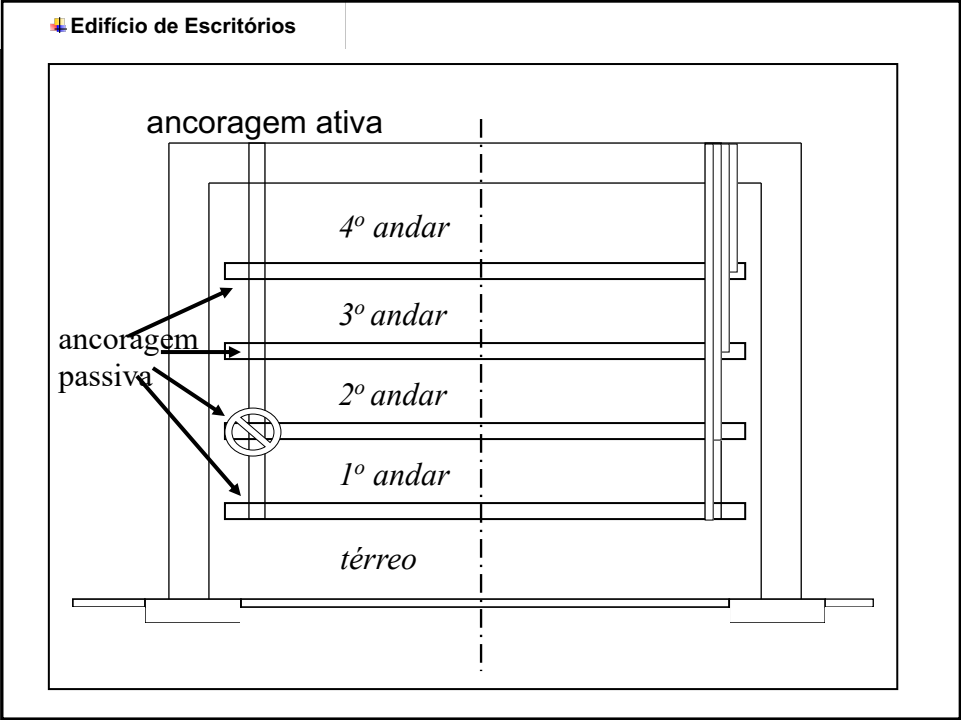
**um cabo colapsa → estrondo seco  
→ a laje inclina**

**→ mesas e cadeiras escorregam**

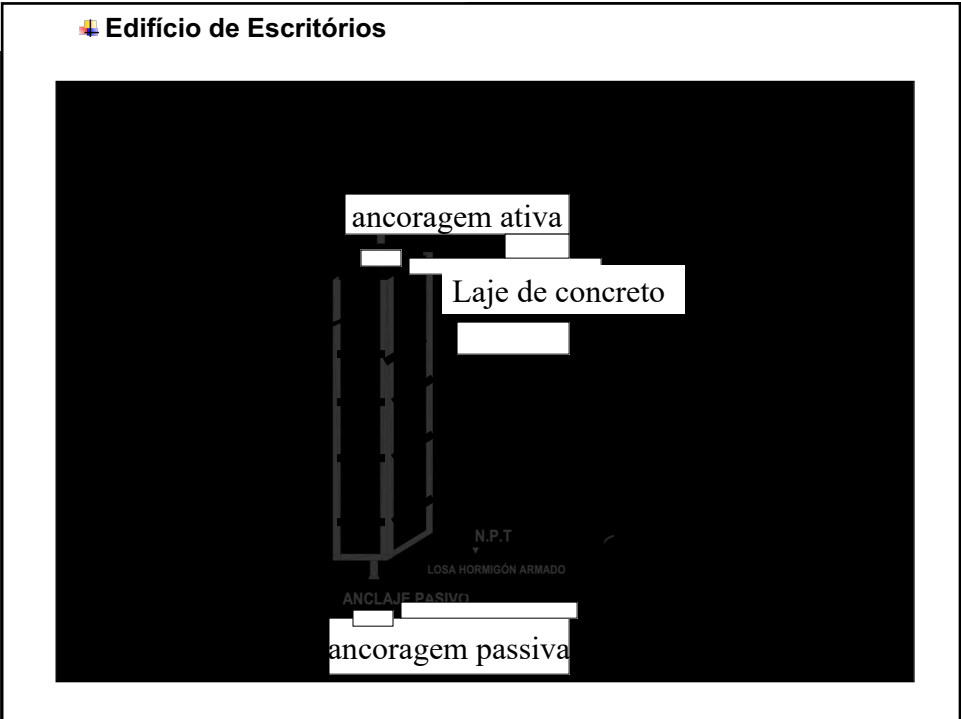
**→ usuários correm muito assustados**

**→ grande preocupação com o estante**

52



53



54

## 🏢 Edifício de Escritórios

16 lajes → 300 m<sup>2</sup> / por andar  
4 andares mais térreo  
20.000 m<sup>2</sup> área total construída  
4 cabos por laje → 64 cabos por andar  
256 cabos → 512 ancoragens  
18 cordoalhas →  $\Phi=12,5\text{mm}$  → 19.000 MPa

55

## 🏢 Edifício de Escritórios

18  
cordoalhas

expostas na gaiola  
de aço

bainha galvanizada

laje de  
concreto  
armado  
48 cm

*grout*

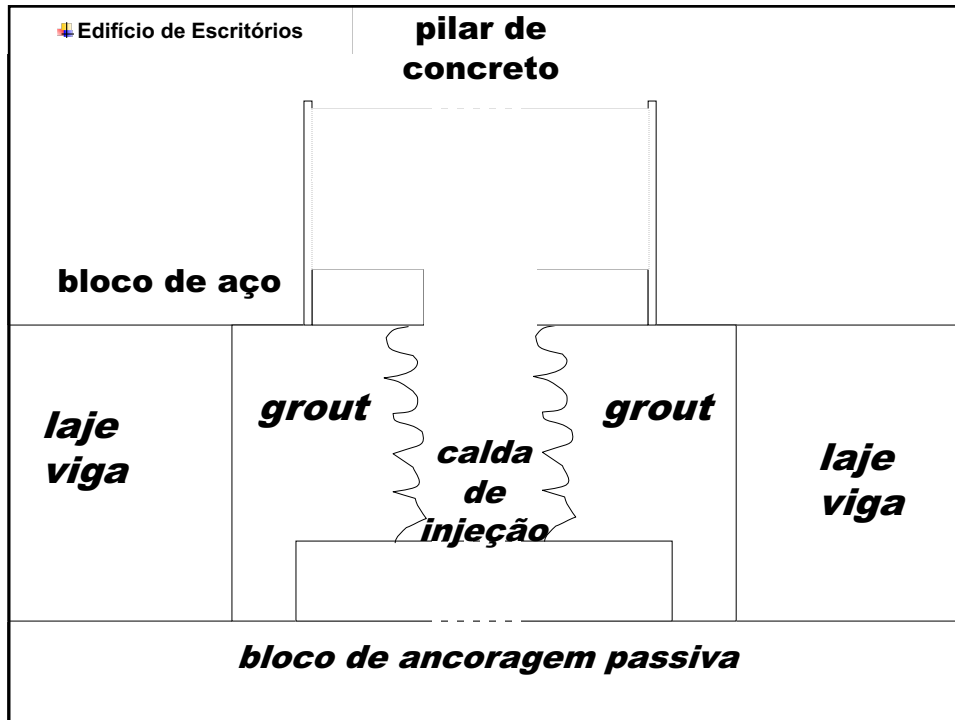
*calda  
de  
injeção*

*grout*

laje de  
concreto  
armado  
48 cm

*bloco de ancoragem passiva*

56



57

Edifício de Escritórios

## Inspeção e Diagnóstico

- 14 ancoragens passivas inspecionadas
- $i_{\text{corr}} = 2,25 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  por perda de peso
- 36% longitude da corrosão ~ 2,5 cm
- 1 já mostrava 2 cordoalhas rompidas
- $I_{\text{coor}} \rightarrow 0,01$  a  $0,96 \mu\text{A}/\text{cm}^2$
- $E_{\text{coor}} \rightarrow -50$  a  $-400$  mV
- $\text{Cl}^- \rightarrow 0,06\%$  no concreto e  $0,54\%$  no grout

58

## **Conclusão e Solução**

**Alto risco de  
corrosão em  
todas as  
ancoragens**

**Projeto errado  
Materiais  
inadequados  
(com Cl<sup>-</sup>)**

**Troca de  
todas as  
ancoragens**

**\$ 9,5 vezes  
o custo  
inicial**



# **MARQUISES**

*Rio de Janeiro, Porto*

*Alegre, São Paulo,*

*Recife, Salvador...*

O processo foi mais rápido e as leis de execução penal e de economia popular. Com as alterações, acaba a lei Fleury, que permitia aos réus primários responder processo em liberdade. **Página 4**

### Agricultura e Saúde brigam pelos dietéticos

Os refrigerantes dietéticos são disputados por dois ministérios. O da Saúde publica hoje no Diário Oficial uma liberação para o comércio, pela Antártica e pela Coca-Cola. O da Agricultura avisa: mandará apreendê-los. **Página 24**

### Bom tempo para viajar no feriado

Quem vai passear no fim de semana pode contar com bom tempo. Os bancos fecham hoje e só reabrem terça. Os postos de gasolina estão liberados para funcionar domingo e segunda. **Página 13**

**TURISMO**  
Boston é conhecida pela Universidade de Harvard, a mais tradicional dos Estados Unidos, e a tonalidade vermelha de seus prédios. Mas a capital de Massachusetts, na região da Nova

ves para os empregados do Departamento Nacional de Produção Mineral. Ontem, o presidente José Sarney resolveu conceder-lhes um reajuste salarial entre 95% e 120%. **Página 26**

## Marquise cai e mata nove em Porto Alegre

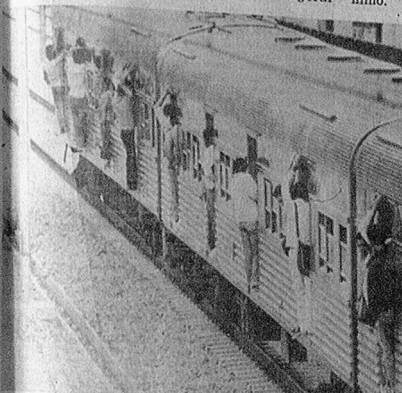
Nove pessoas morreram, entre as quais uma criança, dez ficaram gravemente feridas e outras 30 sofrem escoriações leves com o desabamento, ontem à tarde, da marquise da Loja Arapuá, no centro de Porto Alegre, na rua Doutor Flores. No momento do acidente, muitas crianças estavam na frente do prédio, recebendo doces de funcio-

obediência à nova Carta, será permitido o registro de candidaturas validadas por tribunais regionais porque a Constituição anterior fixava prazo de um ano para o domicílio eleitoral.

ceiras não precisarão cumprir o limite do tabelamento dos juros de 12%, ao ano imposto pela nova Constituição. O Banco Central emitiu ontem uma circular estabelecendo que, en-

quanto não sair a regulamentadora do sistema financeiro, continuarão a valer as normas atuais. O esclarecimento foi feito depois que o presidente José Sarney aprovou o parecer do consultor-geral

da República, com a publicação. O parecer foi publicado hoje. Em consulta uma boa data nimo.



Embúrio da CBTU entre Jundiaí e Paranapiacaba: o perigo, a violência e

### Para PM, fogo no trem foi planejado

A Polícia Militar acredita que o incêndio do trem da CBTU na quarta-feira tenha sido uma ação premeditada, pos-

### Notas e Informações

Apesar de todo o autoritarismo e de todo o temor que parecia inspirar, o governo do general Augusto Pinochet realizou um plebiscito livre e

**46**

Mais o Supl. Cidadão  
Ciência e Técnica  
Classificação  
Comportamento  
Comércio  
Economia  
Educação  
Esportes

**CADERNO 2**

**Cícero Dias fala de pintar e viver**

Aos 82 anos de idade e 60 de pintura, o artista

**DISSAURIO**  
Pesquisadores disseram ter achado, em Santa Maria (RS), ossadas de espécie desconhecida de dinossauro, que teria vivido há 220 milhões de anos. Essa espécie seria uma das mais primitivas do mundo. As fósseis medem cerca de 50 cm de altura e 120 m de comprimento. Os animais, segundo os pesquisadores, provavelmente se alimentavam de plantas e insetos animais. **Pág. 1-14**

Mancha de lama invade a lagoa Rodrigo de Freitas, depois da chuva que atingiu o Rio durante a madrugada e a manhã de ontem

## Marquises desabam e matam 2 no ABC

O desabamento ontem à tarde de duas marquises de um prédio no centro de São Caetano do Sul (SP) matou duas pessoas que passavam pela rua e deixou outras duas feridas. As causas do acidente ainda são desconhecidas. Laudo deverá ficar pronto em 15 dias. No Rio, uma mulher morreu e três pessoas ficaram feridas no desabamento de duas casas

no Anarári (zona norte), após temporal ontem de manhã. A chuva, que começou de madrugada, parou a cidade. Houve congestionamentos de até 20 km devido ao alagamento de vários acessos ao centro.

Para o prefeito Luiz Paulo Conde (PFL), que decretou estado de alerta, "os mesmos lugares que enchem enchiam há 180 anos". **São Paulo**

**CASAÇÃO**  
FERNANDO RODRIGUES de Sorocaba fumaça  
O deputado Sérgio Naya (sem partido-MG) mudou de ideia e tentará voltar ao PIR. Advogados o convencem de que sua expulsão foi irregular. Responsável pelo prédio que ruíu no Rio, ele é acusado de falta de decoro e pode ter o mandato cassado — processo contra o qual Naya também resolve agir. **Pág. 3-8**

**BRASIL**  
**Opinião da Folha**  
Linha editorial: "Difícil situação fina", sobre entrada de capitais; "Demagogia e justiça", sobre o caso do Palace; e "Pressão nas estradas", acerca de roubo de cargas. **Pág. 1-2**

**Campanha começa com pichações**  
**Pág. 1-8**

**ÍNDICE**

Brasil	1-14
América	1-14
Europa	1-14
África	1-14
Ásia	1-14
Oceania	1-14
Brasil	1-14
América	1-14
Europa	1-14
África	1-14
Ásia	1-14
Oceania	1-14
Brasil	1-14
América	1-14
Europa	1-14
África	1-14
Ásia	1-14
Oceania	1-14
Brasil	1-14
América	1-14
Europa	1-14
África	1-14
Ásia	1-14
Oceania	1-14



Destroços das duas marquises de 30 metros de comprimento que desabaram da fachada de loja no centro de São Caetano do Sul

## Reforma vai dar reajuste salarial aos 3 Poderes

O primeiro efeito da reforma administrativa, aprovada ontem, será o reajuste de até 59% para a cúpula de Executivo, Legislativo e Judiciário. O novo teto salarial da administração federal deverá ficar em R\$ 12.720, segundo negociação em curso nos Três Poderes, da qual resultará um inédito projeto de lei de iniciativa conjunta. O aumento poderá ocorrer em abril. **Pág. 1-9**

**GUIA DA FOLHA SP**

186 bares  
300 restaurantes  
54 hotéis  
29

**ZAPORHICIA**  
**DESABAMENTOS**  
**Marquise esmagou um bancário de 23 anos**  
 A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas

Por **ULISSES ALMEIDA NENE**  
 Ilustração de Polina Gili

Várias falhas na construção da marquise acabaram causando a morte de uma pessoa e ferimentos em outros, no lado da manhã de ontem, no centro de Porto Alegre. A marquise, com 12 metros de extensão, dois de largura e 35 centímetros de espessura e pesando quatro toneladas, desabou e esmagou o bancário **Júlio César Machado Canargo**, 23 anos, que ainda chegou a ser socorrido por PMS e populares, mas morreu a caminho do Hospital de Pronto Socorro. Felício José Ponte, 27 anos, residente em Novo Hamburgo, escapou por pouco. Ele sofreu escoriações nos braços e nas costas, ao ser atingido pelo raspo de concreto. Felício foi medicado no HPS e liberado, informado o Inspetor Laudelino, do plantão policial do hospital.

Uma bomba. A tragédia só não foi bem maior porque o movimento na Rua General Câmara, onde está localizado o banco, ainda era pequeno. As máquinas, naquela área, estão concentrados vários bancos e Júlio César trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviço das Três Nomes, na Asa Sul. Ele estava caminhando para o Bradesco da General Câmara, onde participaria de uma reunião de trabalho, quando foi atingido pela marquise do prédio número 249, do Lloyd Bank.

O bancário Felício José Ponte, 27 anos, presenciou o fato. Ele seguia para o Banco Meridional caminhando pelo meio da rua, segundo afirmou, para evitar os guardachovas das pessoas que transitavam pelas calçadas. Nem bem ele passou em frente ao Lloyd e ouviu o estouro, como uma bomba. Apavorado, viu as quatro toneladas desabar no chão. Logo ele e as pessoas que se aglomeraram no local notaram que havia algum embalo de marquise. Quando perceberam que o raspo estava vivo, os populares, uma triste, fazendo muita força conseguiram erguer um pouco de concreto e retirar Júlio César. "Por mais

o movimento na Rua General Câmara, onde está localizado o banco, ainda era pequeno. As máquinas, naquela área, estão concentrados vários bancos e Júlio César trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviço das Três Nomes, na Asa Sul. Ele estava caminhando para o Bradesco da General Câmara, onde participaria de uma reunião de trabalho, quando foi atingido pela marquise do prédio número 249, do Lloyd Bank.

O bancário Felício José Ponte, 27 anos, presenciou o fato. Ele seguia para o Banco Meridional caminhando pelo meio da rua, segundo afirmou, para evitar os guardachovas das pessoas que transitavam pelas calçadas. Nem bem ele passou em frente ao Lloyd e ouviu o estouro, como uma bomba. Apavorado, viu as quatro toneladas desabar no chão. Logo ele e as pessoas que se aglomeraram no local notaram que havia algum embalo de marquise. Quando perceberam que o raspo estava vivo, os populares, uma triste, fazendo muita força conseguiram erguer um pouco de concreto e retirar Júlio César. "Por mais

**O horror do desabamento impediu a tragédia maior**  
 um dos dois metros ele teria se salvado", comentou Felício, explicando que Júlio foi atingido pela ponta da marquise. A agência para onde ele ia fica no lado do Lloyd.

Júlio César foi carregado pelo soldado PM Moacir da Silva e Felício para a viatura até e transportado para o HPS. Mas, quando a viatura tomava a Avenida Osvaldo Aranha em direção ao hospital, Felício percebeu que ele expirou. O rapaz teve o crânio esmagado, várias costelas quebradas e o seu rosto foi cortado pelo logotipo de ferro do banco. Ele era casado e deixa a esposa grávida de seu primeiro filho.

Até às 10h ainda havia a expectativa de que houvesse mais pessoas mortas sob os escombros. Dois bombeiros, em três viaturas do 11º Departamento de Incêndios, comandados pelo Tenente Medeiros, compareceram no local para removerem a marquise desmoronada, em trabalhos vagarosos que levou quase toda a manhã para ser concluído.

**Perícias**  
 Abalado e bastante nervoso, o gerente do Lloyd Bank International, Alan Davidson, concedeu uma entrevista à imprensa. As 10h. Ele explicou que perfuraram no banco seis doze quinze ardores do prédio, que são construídos em IPT. Os fundamentos da agência foram dispensados e o gerente informou que já estão sendo procuradas instalações provisórias para o Lloyd, e que uma equipe especializada do próprio banco fará uma avaliação da atual sede para determinar as condições em que se encontram. Alan não soube informar quem seja responsável pela construção do edifício.

Vários engenheiros e técnicos se dirigiram até o prédio para ver o que tinha acontecido.

**Engenheiro e Arquiteta (CREA), Luis Fernando Odeiro, 30 anos, e Luis Augusto Ercole, 38 anos, fizeram um levantamento técnico dos escombros. Segundo eles, para um processo administrativo que a entidades movê-lo para apurar as responsabilidades pelo desabamento. Porém não quiseram adiantar qualquer conclusão.**

M. Romero Fachin, da Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), disse que os técnicos da Secretaria estavam ali apenas fazendo "uma verificação", nada para fins de inquérito ou processo. Mas, juntamente com diversos colegas à sua volta, enumerou várias falhas que, numa rápida averiguação, puderam ser constatadas: "O cachaço utilizado na marquise é muito grosso; a ferragem, muito fina, está disposta de maneira inadequada; há sobrecarga de enchimento; e à quase certo que as infiltrações de escoamento d'água estavam entupidas". Por isto, o engenheiro da SMOV acredita que as chuvas que caíram





**Loja desaba e mata nove no S**  
 Cidade

Muita gente participava da promoção que distribuiu balas e bombons em ribanceira.

**PORTO ALEGRE** — Uma vítima do desabamento de uma loja de doces e confeitaria localizada na rua General Câmara, em Porto Alegre, morreu e nove pessoas ficaram feridas. O acidente ocorreu na manhã de ontem (13) em frente ao prédio de número 249, do Lloyd Bank, que abriga a loja de doces e confeitaria "Loja do Sorriso".

Os bombeiros chegaram às 10h e começaram a retirar os escombros. Um dos feridos, o bancário Felício José Ponte, de 27 anos, morreu no Hospital de Pronto Socorro. Outros nove ficaram feridos e foram encaminhados para o Hospital de Pronto Socorro e o Hospital de São José. Um dos feridos, o bancário Felício José Ponte, de 27 anos, morreu no Hospital de Pronto Socorro. Outros nove ficaram feridos e foram encaminhados para o Hospital de Pronto Socorro e o Hospital de São José.

**INO JAZZ.**

**Relatório da Dersa fica pronto este mês**  
 O relatório da Dersa sobre o acidente com o ônibus 1110, que ocorreu em Porto Alegre, está pronto e será entregue ao governador no próximo mês. O relatório contém as causas do acidente e as medidas que devem ser tomadas para evitar futuros acidentes.

**Blqueio da BR-116 terá policiamento**  
 A Polícia Militar de Porto Alegre vai reforçar o policiamento na BR-116 durante o período de obras. O reforço será feito com a presença de mais policiais e com a instalação de pontos de controle de trânsito.





65

FOLHA DE S. PAULO sexta-feira, 13 de março de 1998 são paulo 3 3

**PERIGO 2 Prefeitura diz que só vistoria prédios quando vai conceder Habite-se; polícia procura o proprietário do imóvel**

# Falta de ferragens pode ter causado queda

da Reportagem Local

As causas do desabamento das marquises de loja Out-Let ainda são desconhecidas. O Instituto de Criminalística fará uma pericia no local. O laudo deve ficar pronto em 15 dias.

Para o engenheiro José Galvão, da Defesa Civil, numa primeira análise, as marquises tinham ferragens insuficientes para o peso delas e apresentavam umidade. "O prédio é muito antigo, da década de 50".

Na avenida Conde Francisco Matarazzo, onde ocorreu o acidente, a prefeitura está fazendo obras para criar uma espécie de calçada 24 horas.

Alguns vizinhos e funcionários da loja suspeitam que as obras possam ter influenciado no acidente. "O prédio vibra sempre que as britadeiras trabalham na rua", disse a balconista da Out-Let Miriam Dalva dos Santos.

O diretor de Obras da Prefeitura de São Caetano, Isomar Darronqui, afirma que as obras não têm nenhuma relação com o acidente. "As obras foram até feitas, pois se a avenida não estivesse parcialmente interditada, mais pessoas poderiam estar passando sob as marquises no momento do desabamento", disse.

Segundo Darronqui, que interdição o prédio estava, a prefeitura só vistoria as obras para concessão do Habite-se.

O diretor afirmou ainda que essa vistoria não avalia condições de segurança da estrutura. "Isso é de responsabilidade do engenheiro que fez a obra", afirmou. Pelo Código Civil, uma construtora é responsável nos cinco primeiros anos após a conclusão da obra.

O dono da loja, Omar Abdouni, disse que é inquilino do prédio há três anos e que ele nunca havia apresentado problemas nesse prédio. Abdouni não confirmou a informação da funcionária de que o prédio vibrava com o trabalho das britadeiras. A polícia agora vai localizar o proprietário do prédio. (SERIATOKRAUSZ)

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

da Reportagem Local

As marquises de Out-Let caíram tão rápido que as duas pessoas que moravam nem sequer tiveram tempo de correr, segundo testemunhas.

De acordo com Alexandre Athanazio, 18, funcionário de uma farmácia vizinha à loja, o rapaz Alex dos Santos, que estava no 1º colegial, já tinha passado pela marquise, com o barulho, deu um passo para trás e acabou atingido.

A família de Alex soube do acidente pela televisão. O pai, Benedito dos Santos, chegou à sua casa e encontrou a mulher chorando. Santos foi à delegacia e, após confirmar que era mesmo seu filho, ficou em estado de choque.

A família da dona-de-casa Teresinha Nakasato também soube pela televisão. Teresinha era casada e tinha quatro filhos.

O electricista Aloizio da Silva escapou por pouco, segundo seu irmão Everaldo da Silva, 40.

Aloizio sofreu apenas uma escoriação no braço. Após o acidente ele não quis ir ao hospital e voltou para o trabalho. "De tão assustado, ele chegou aqui tremendo e suando muito", disse o irmão.

O outro ferido, Samuel Corêla Biço, teve escoriações na mão e nas costas. Ele foi levado ao PS Municipal de São Caetano.

Uma mulher que também passava sob a marquise saiu ilinte por alguns milímetros. Segundo testemunhas, a mulher deu um passo para dentro da Out-Let e as marquises caíram na sua frente. (R9)

da Reportagem Local

O delegado Marco Antonio Barreiras, titular do 1º DP de São Caetano do Sul, disse que vai aguardar o laudo do IC para identificar os culpados pelo acidente na loja Out-Let.

"Se houve negligência, alguém irá responder por homicídio culposo (sem intenção)".

De acordo com o delegado, caso fique comprovado que os responsáveis já souberam de problemas nas marquises, sem tomar providências, é possível que ocorra um indiciamento por homicídio doloso (com intenção).

Barreiras deve consultar hoje o registro de imóveis para localizar os proprietários do prédio.

O delegado afirmou que pretende ouvir o proprietário e o inquilino do imóvel pelo menos duas vezes antes e depois de receber o laudo do IC.

O procurador-geral de Justiça de São Paulo, Luiz Antonio Marrey, designou ontem dois promotores para acompanhar o inquérito policial.

O dono da loja, Omar Abdouni, disse que o prédio pertence à família Zetune. Nenhum membro da família foi localizado ontem.

Segundo Abdouni, o edifício anteriormente havia sido alugado para uma espécie de shopping center, com várias lojas.

Com o tempo, os outros inquilinos foram saindo e o local acabou virando uma loja. A área construída do prédio é de aproximadamente 2.100 m<sup>2</sup>. (R9)

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

APRESENTA MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS

**scallam**  
1957  
A rádio anti-estresse

66

**Marquise suspensa por tirantes**  
**Rua Barata Ribeiro 31**  
**Copacabana Rio de Janeiro**  
**uma vítima**  
**20m de extensão**  
**1990**

67

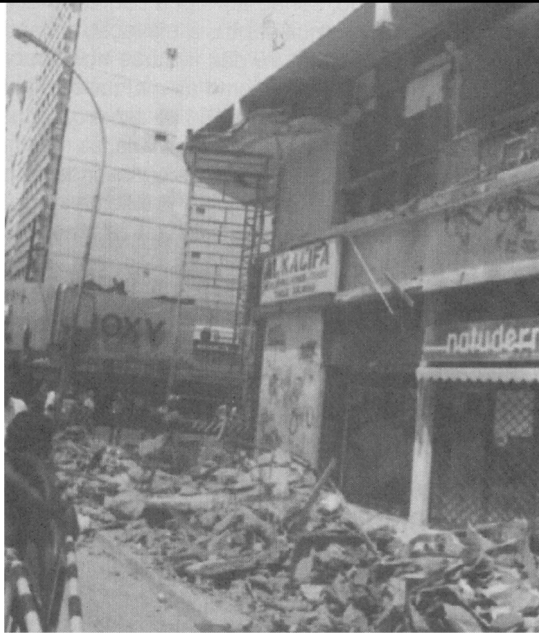


*Vista geral da marquise mostrando a parte desabada e a remanescente*

**Edifício Mercúrio – Copacabana**

**17:30h, 8 novembro 1990**

68



*Detalhe para os tirantes em concreto armado no plano da fachada e para os escombros.*

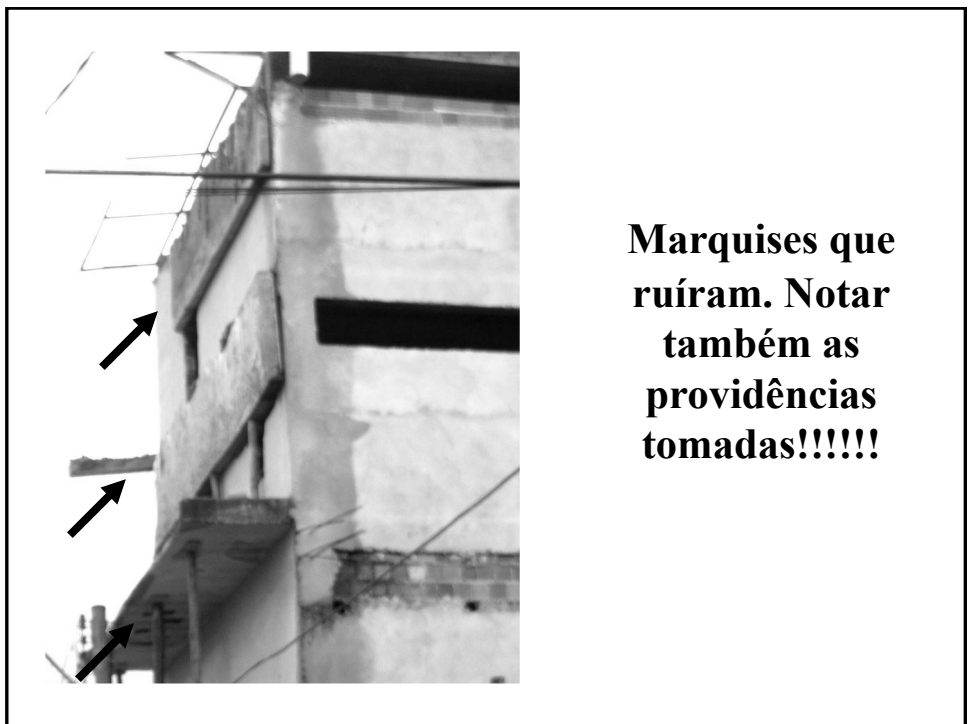
69

**Marquise**  
**Jardim Bicão**  
**São Carlos, SP**  
**Obra em construção**  
**2003**

70



71



72



## PONTE do SOCORRO

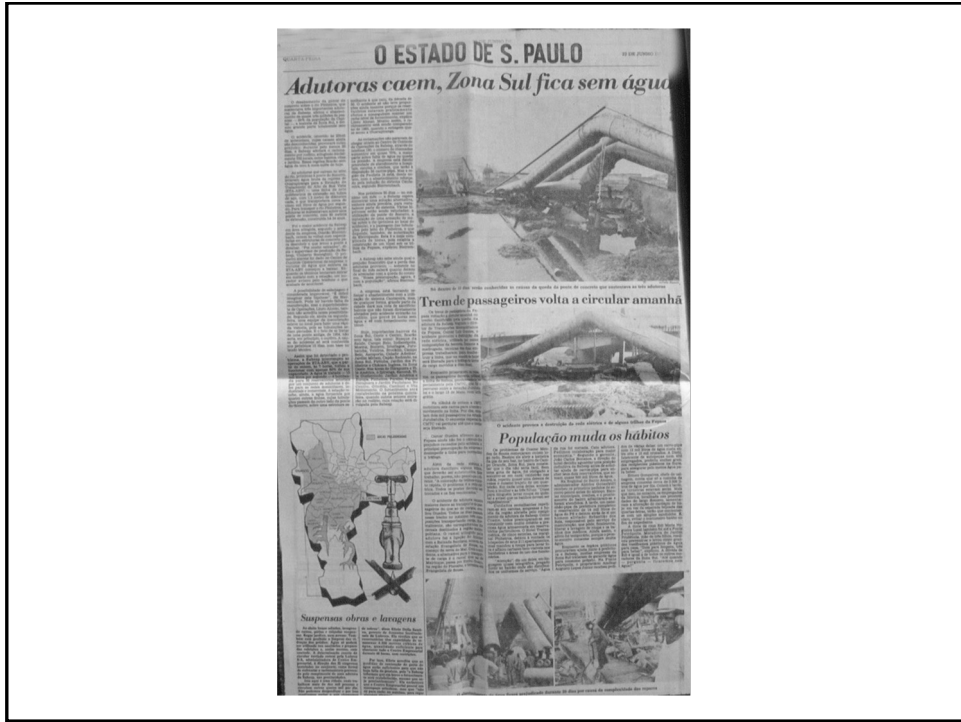
São Paulo, 28 junho 1988

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

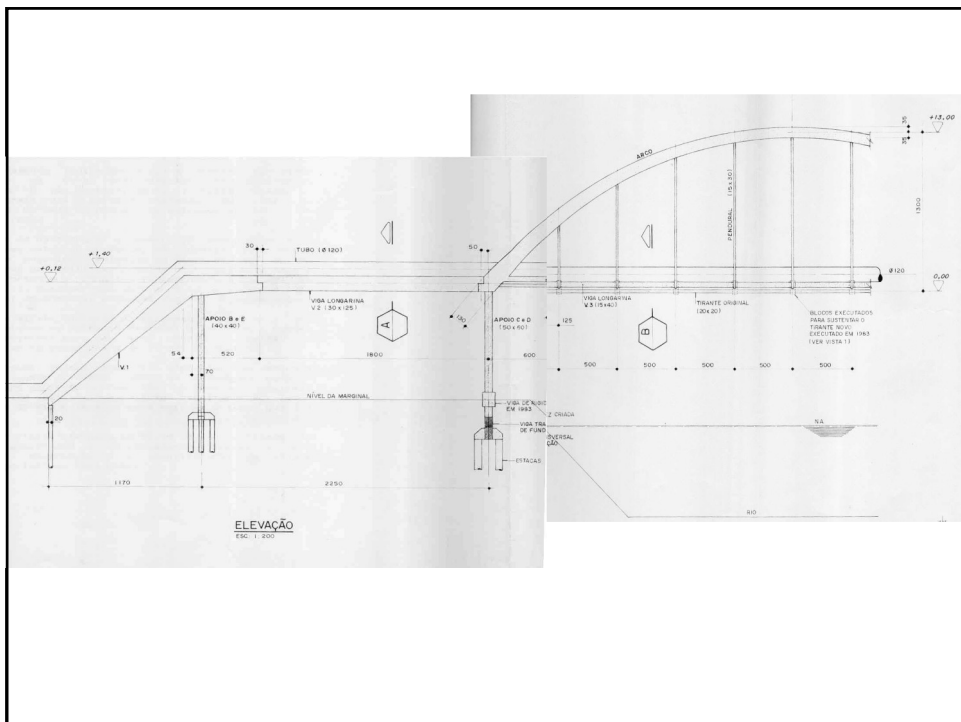
73



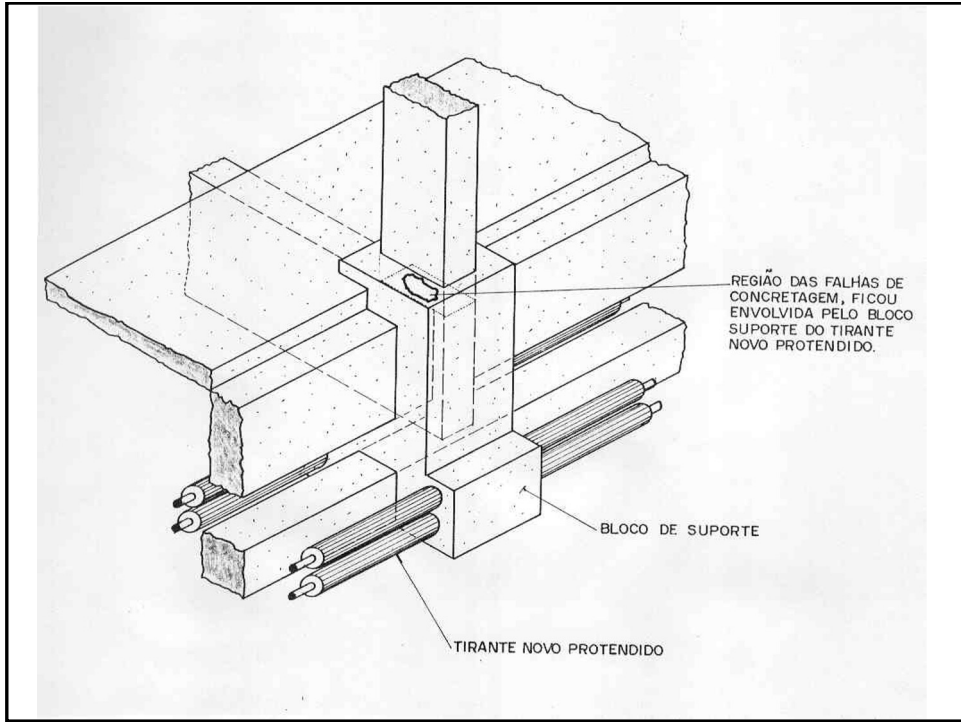
74



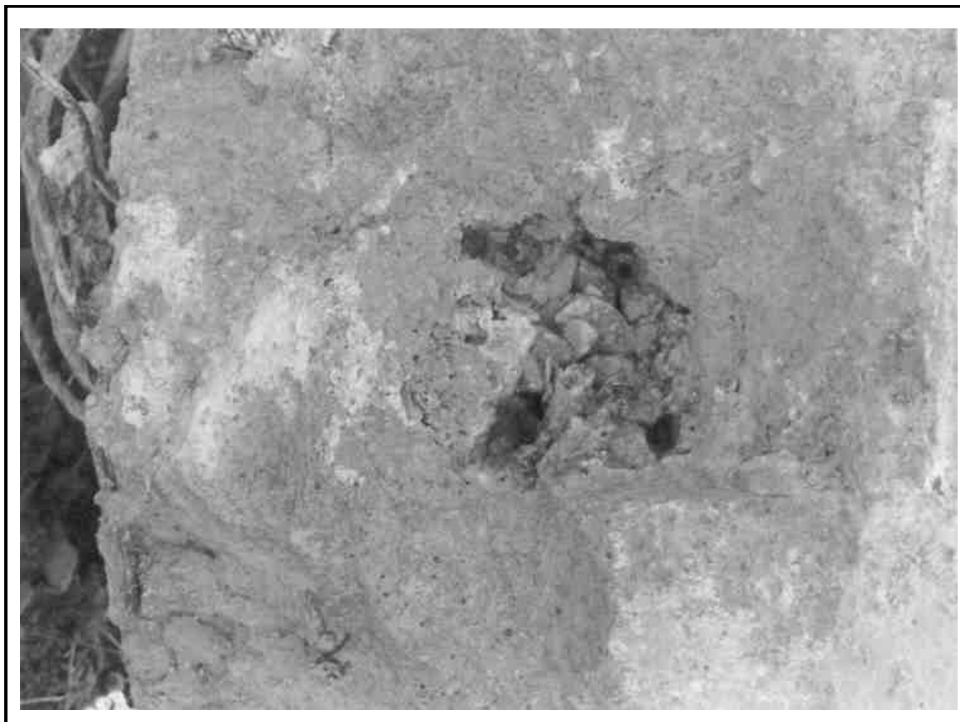
75



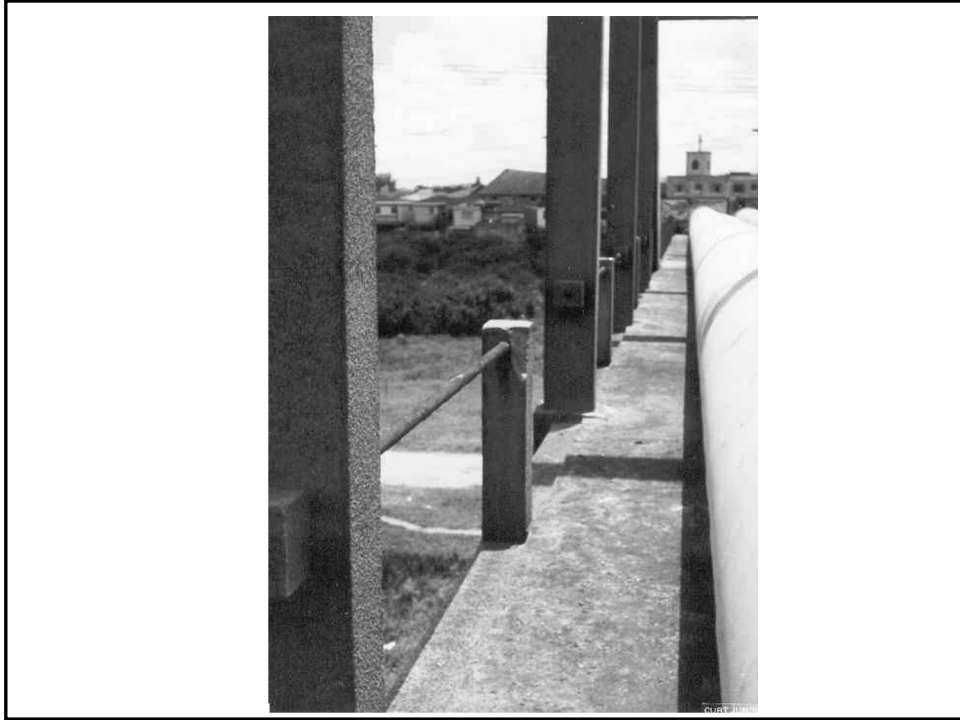
76



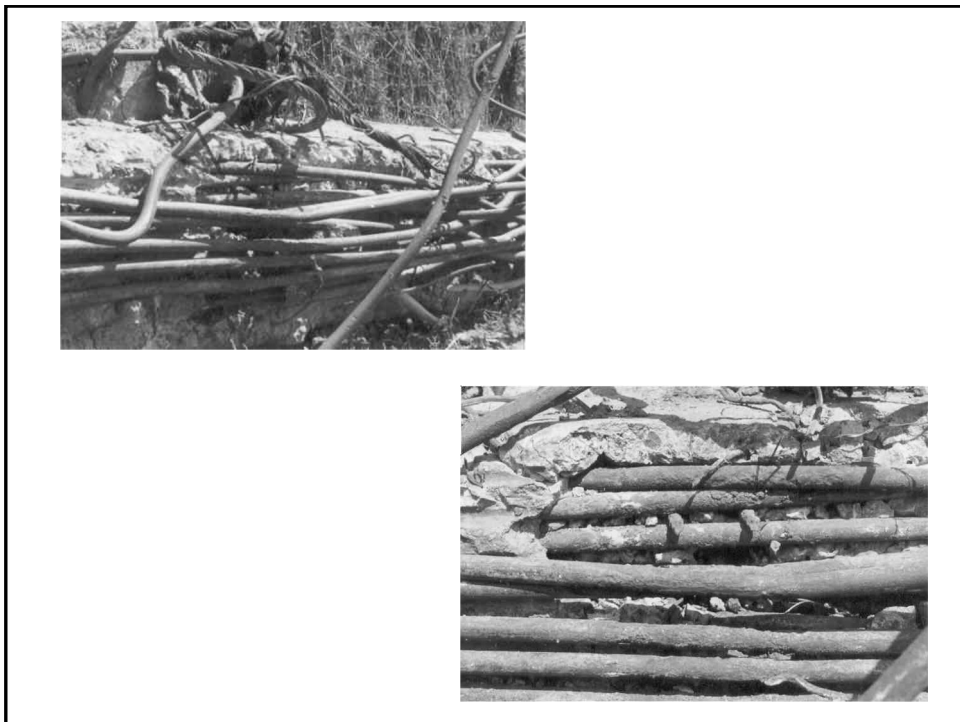
77



78



79



80



## PONTE DOS REMÉDIOS

**São Paulo, 1997**

**Laudo 6 meses antes**

**36 anos**

**$f_{ck} = 21 \text{ MPa}$**

**Custo = 3 vezes uma ponte nova**

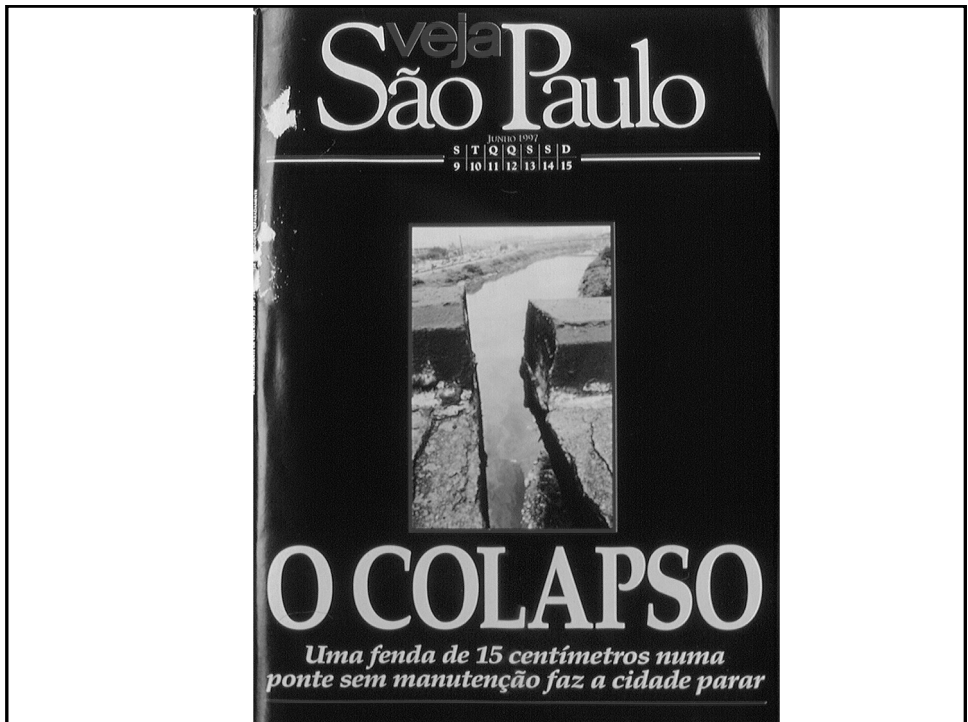
81



82



83



84



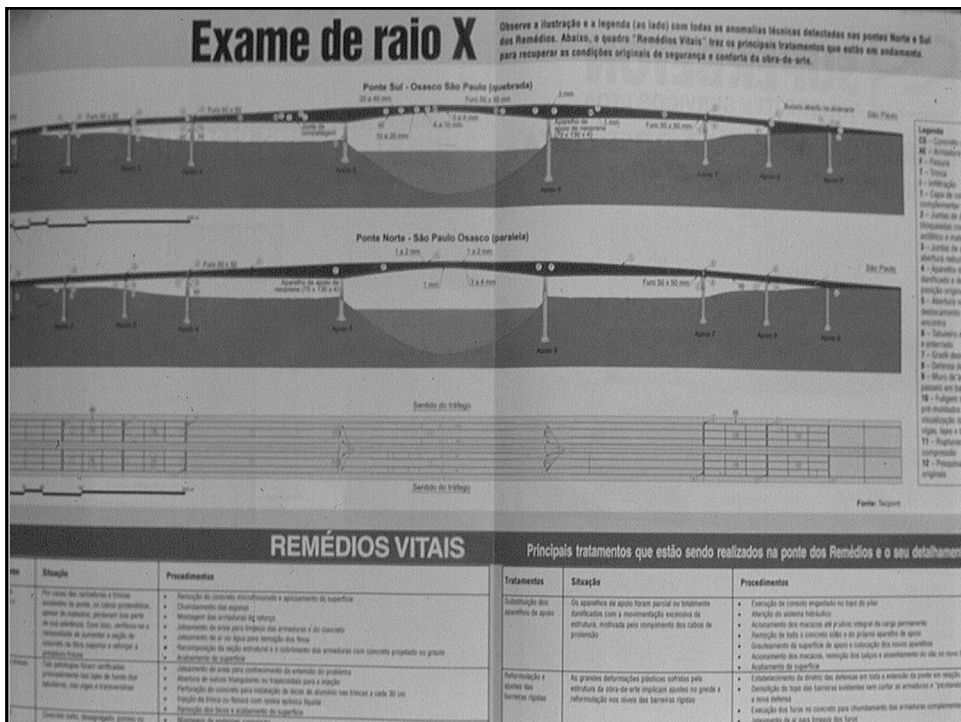
85



86



87



88



**Rachadura no vão central vista pelo lado externo**

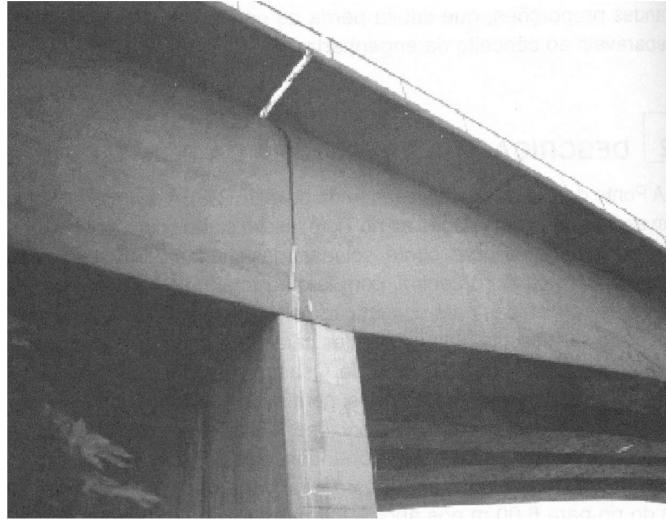
89



**Detalhe da rachadura no vão central da vista pelo lado interno**

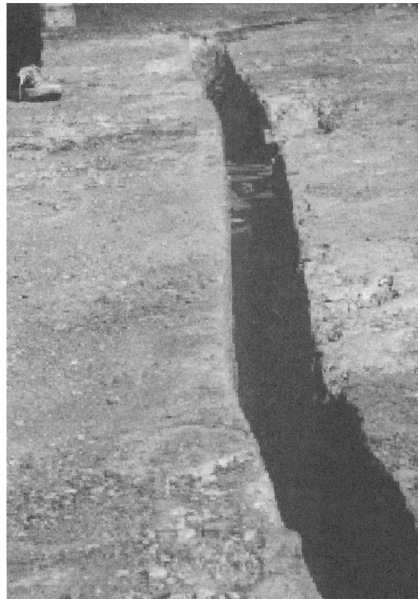
90

## Ponte dos Remédios



Vista lateral da rachadura

91

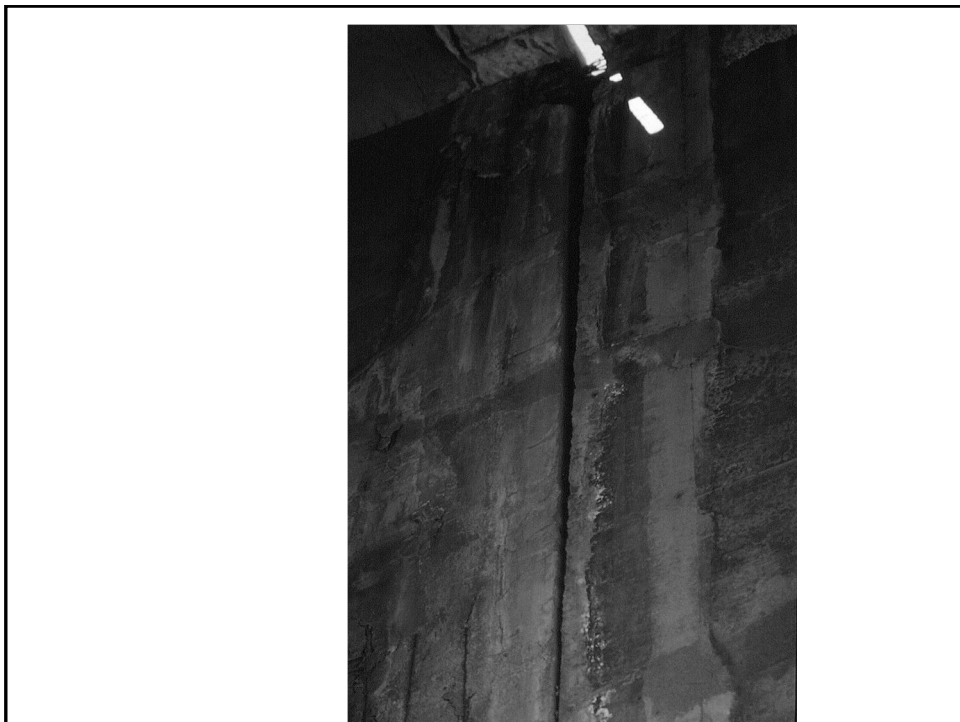


Vista superior da rachadura

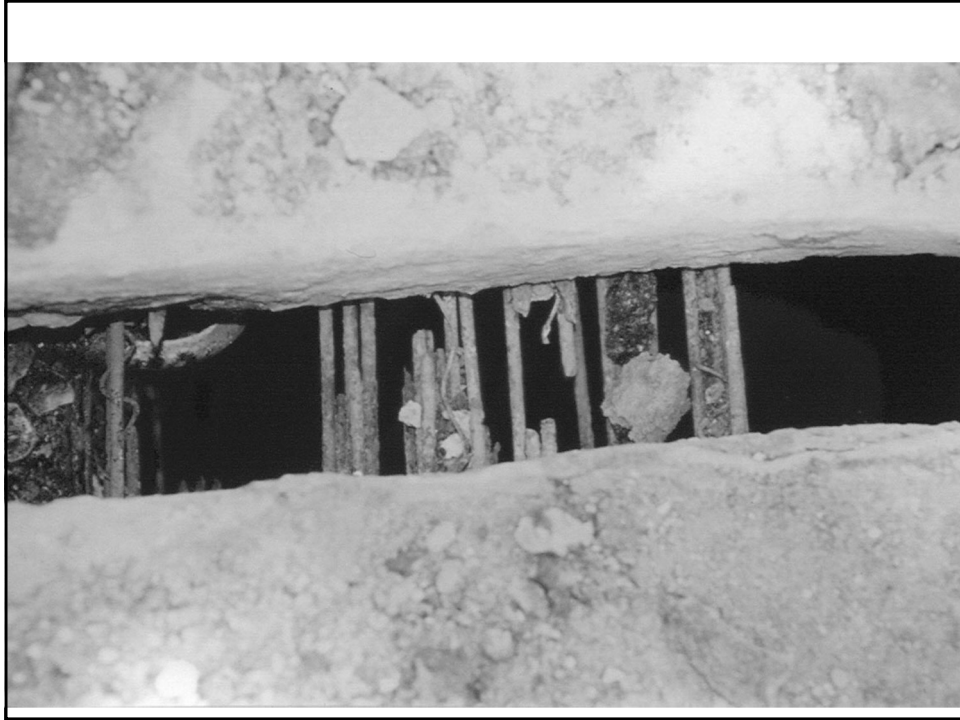
92



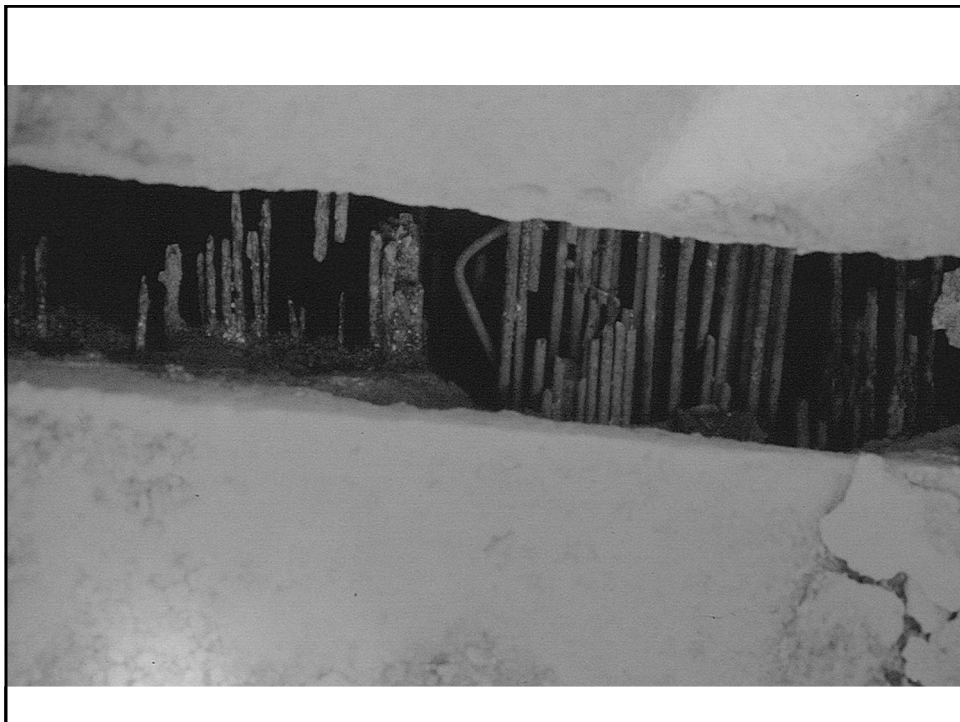
93



94



95



96



# SILO de CEREAIS

Santa Catarina, 1995

Laudo de vistoria 2 meses antes

21 anos

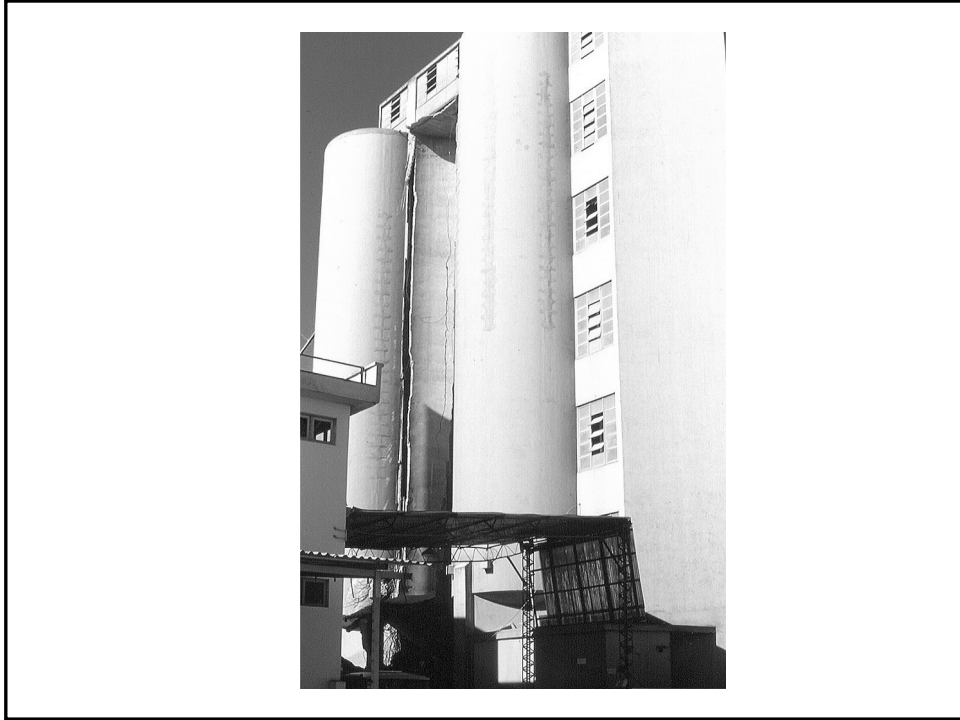
$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$

Custo = 1,2 novo

97



98







99



100

## **RECOMENDAÇÕES**

-  **ATENÇÃO A SOLUÇÕES com TIRANTES em umidade alta (não avisam)**
-  **DIMENSIONAR para NÃO fissuração (!)**
-  **PROTEGER (Como ?)**
-  **INSPECIONAR PERIODICAMENTE (Como ?)**

101

## **PUENTE LEONEL VIEIRA**

**Concreto armado/protendido com  
cabos de protensão galvanizados  
(casa Roebling)**

**Sistema construtivo com pré-tração  
original**

*Inspeção impede colapso*

102



**Puente Leonel Viera, Punta del Este, Uruguay**

103



**Puente Leonel Viera, Punta del Este, Uruguay**

104



105



106



107

## **FISSURAÇÃO SOB TENSÃO**

⇒ **FRAGILIZAÇÃO do AÇO**

⇒ **(PRE) CONCEITOS USUAIS**

■ **ESTRUTURAS PROTENDIDAS**

■ **Estruturas Armadas**

■ **CLORETOS**

■ **Carbonatação**

108

# *Carbonatação*

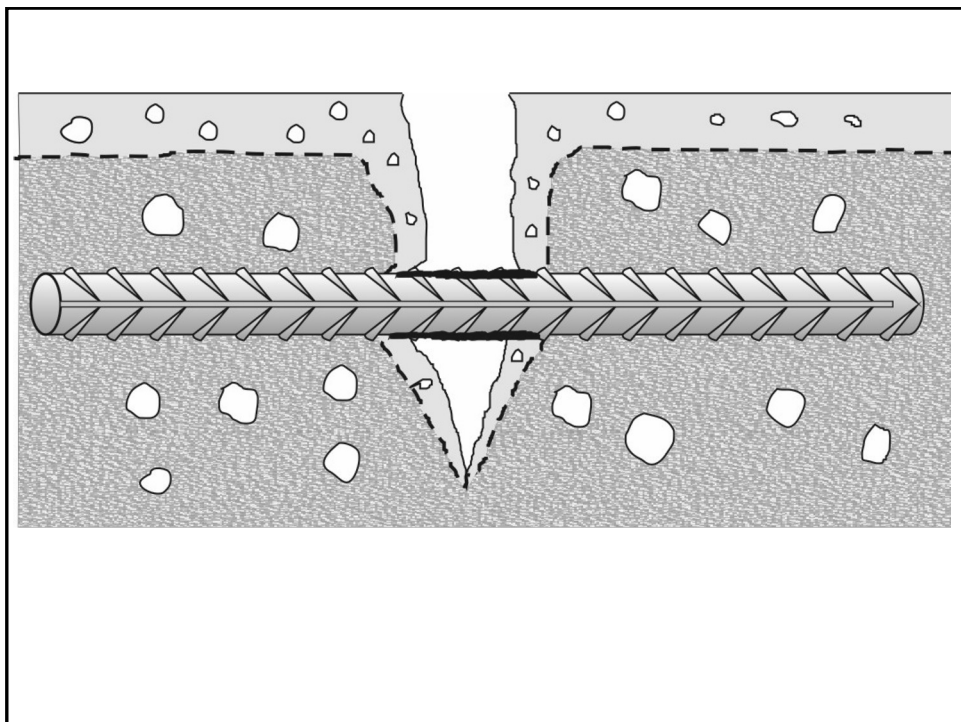
109



110

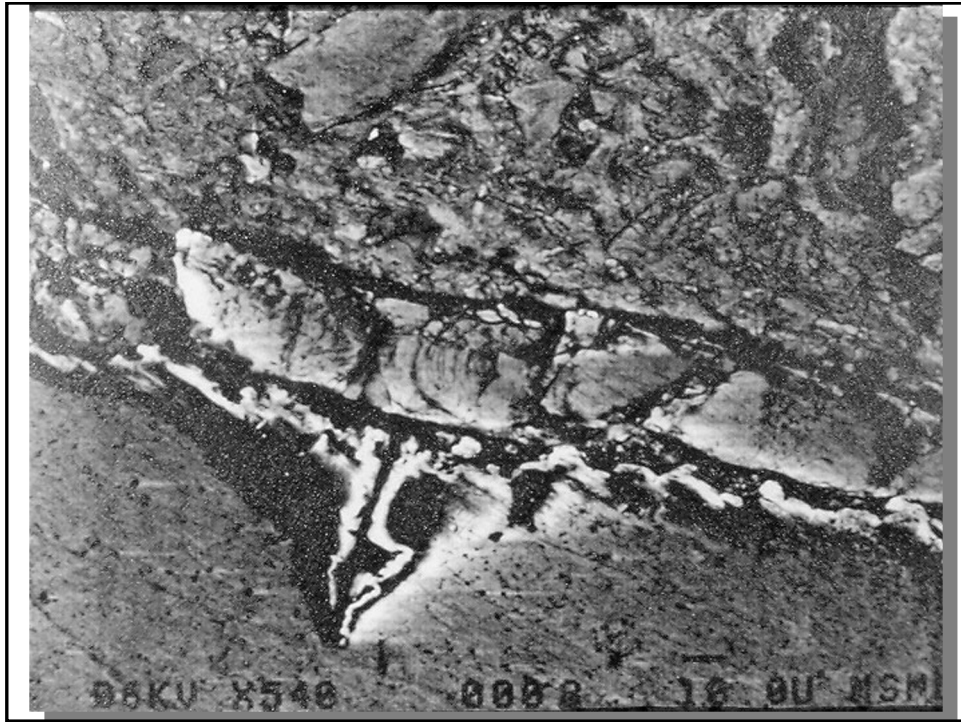


111

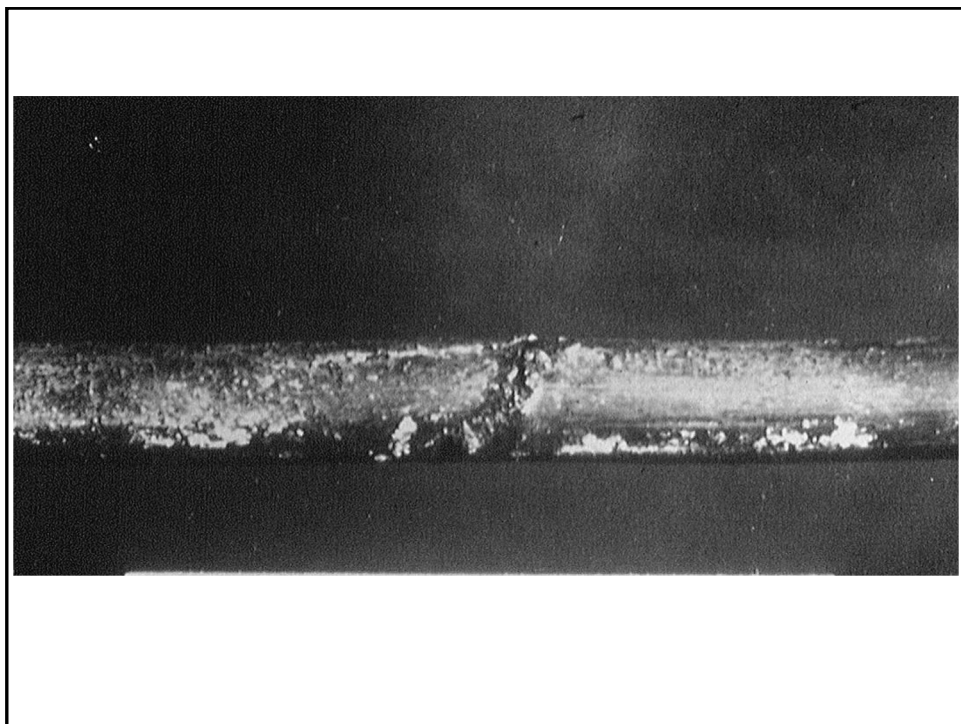


112





113



114

## **Prevenção:**

**NBR 6118:2003 → Não será o caso de rever as tolerâncias de abertura máxima característica de fissura para componentes estruturais fletidos e tracionados onde ocorra risco de umidade e corrosão?**

115

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

116



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

117



118



Escombros - manhã seguinte do desabamento

119



120



121



122



123



Edificações Vizinhas

124

## 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.

125



Vista geral do subsolo

126



Trinca na viga do teto do subsolo junto a cisterna

127



Vista geral do reservatório inferior (cisterna) e alagamento

128





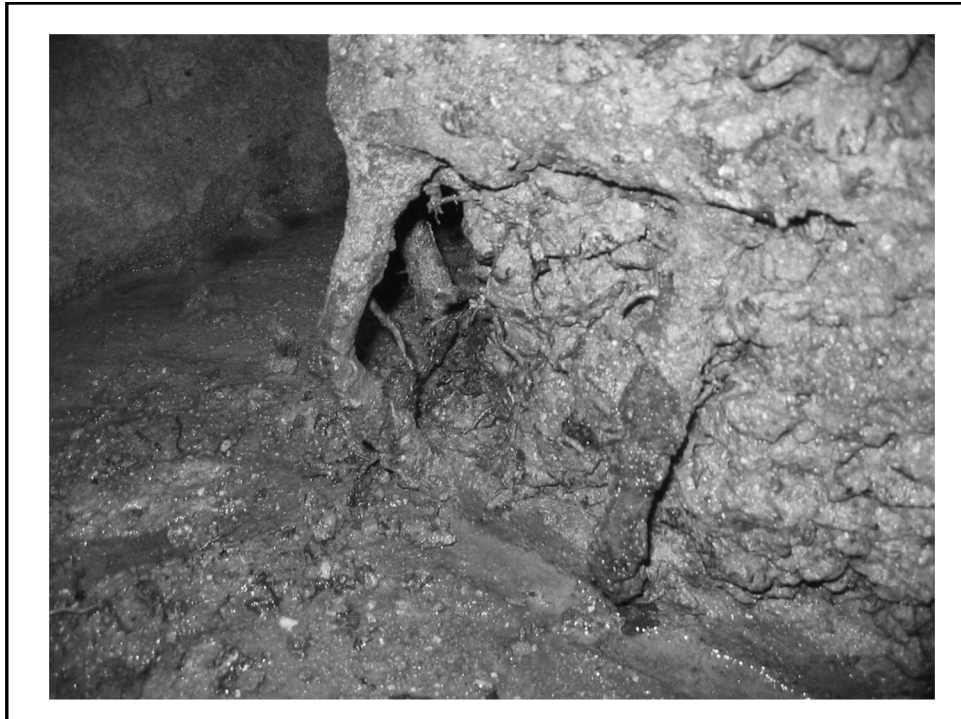
Moradores acompanham a vistoria efetuada pela Defesa Civil

129

## 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

130



131

## 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;

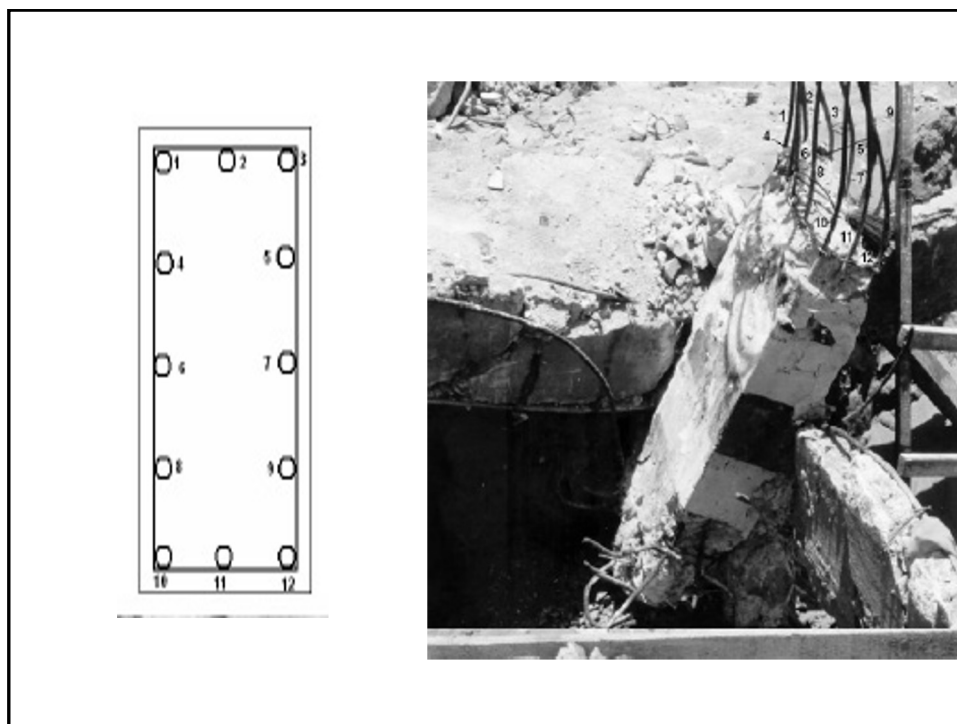
14 → quinta 20:30h → edifício totalmente desabado, 4 vítimas e inúmeros sonhos destruídos

132

## 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

133



134



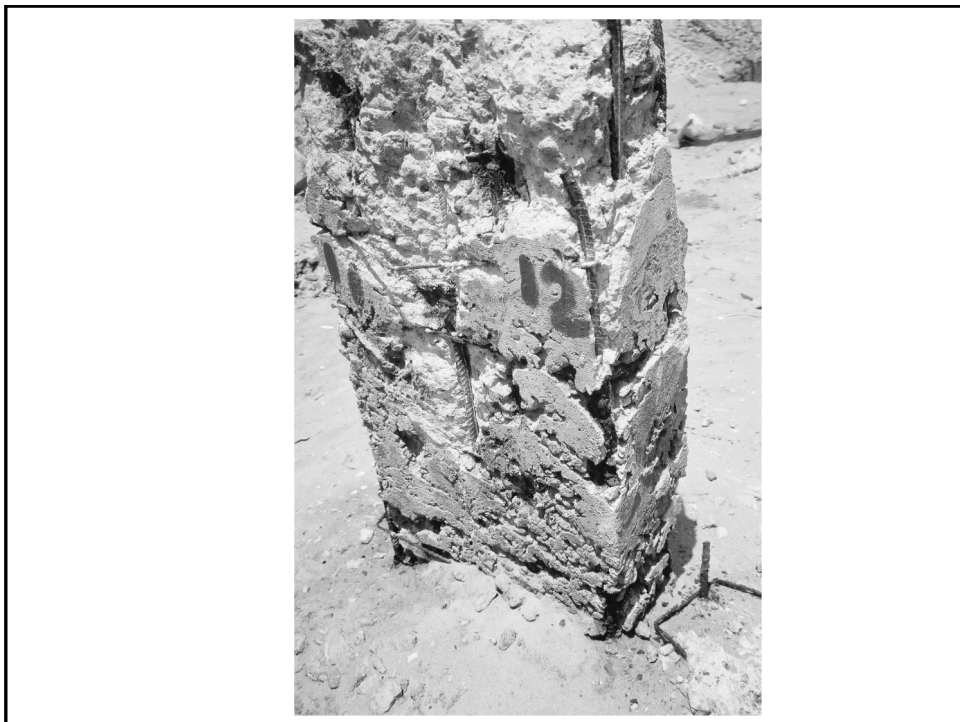
135



136



137



138



139



140



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

141



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

142



143

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

144





Edifício Solar da Piedade, Boa Viagem, Recife PE

145



146



147



148



149



150



151

#### “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.

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 pilar 5 do Pavilhão da Gameleira estava afundando. O grito por socorro do pilar não foi suficiente para paralisar a obra. Havia um cronograma a ser cumprido. 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 saía 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.

## Lição Renovada

152

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.*

153



154