

Administración Nacional de  
Usinas y Trasmisiones Eléctricas

**UTE**

# **Aprendiendo con los Accidentes en Estructuras**

*Paulo Helene*

*Prof. Titular de la Universidade de São Paulo  
Vice-Presidente del Instituto Brasileiro do Concreto IBRACON  
Coordinador de la Red Rehabilitar y miembro de la Red Prevenir  
Member of Model Code for Service Life (fib) CEB-FIP*

Montevideo

31 de marzo de 2009

Uruguay

1

**IBRACON**

# **Recuerdo...**

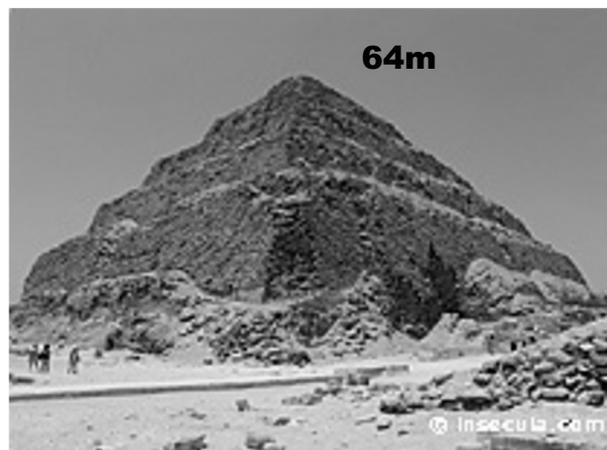
2

## Materiales Estructurales

Madera	→	?
Arcilla	→	?
Cerámica	→	?
Roca	→	2.790 a.C.
Concreto simples	→	114 d.C.
Acero	→	1.750 d.C.
Hormigón Armado	→	1.892 d.C.
Hormigón Pretensado	→	1.928 d.C.

3

Político, alquimista, primero  
Arquitecto → Imhotep

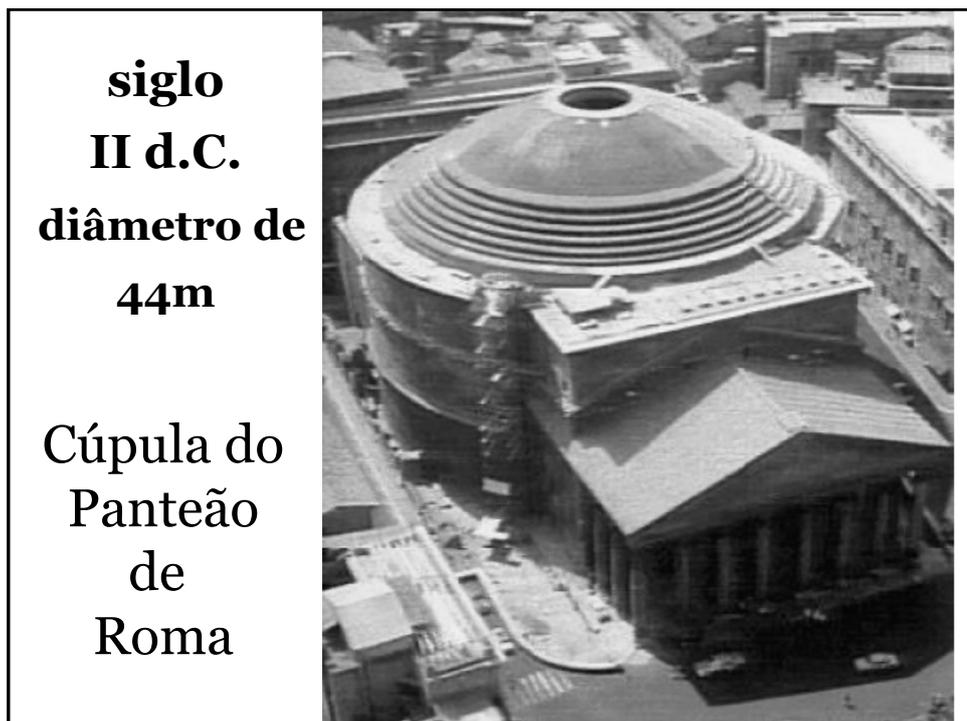


**Pirámide escalonada de Djeser**

4



5



6

# Catedral de Notre Dame



1163-1330

Boveda da nave central → 35m de altura

7

Primeira Ponte Metálica → 1.779 d.C.  
Coalbrookdale Bridge in Telford, Inglaterra  
*still in use today carrying occasional light transport and pedestrians*



8

**1.892**

**APARECE UN  
NUEVO MATERIAL**

***Hormigón Armado***  
***François Hennebique***  
***patente suiça***

9



10



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

**7 pisos**  
**França 1.901**  
**Altura 30m**

**$f_{ck} = ?$**   
*108 años!!!!*  
*Edificio mas*  
*antiguo del*

11



12



**Palacio Salvo**  
**Montevideo**

**27 pisos**

**Uruguay 1.925**

**Altura 103 m**

***$f_{ck} = ?$***   
***84 años!!!!***  
***record mundial***

13

**Século XX**  
**1.928**

**“nuevo material estructural”**

***Hormigón***  
***Pretensado***

Eugene Freyssinet

14



15



16



17

## **Primeras Normas sobre Estructuras de Hormigón**

1903	Suiça
1903	Alemanha
1906	França
1907	Inglaterra

18

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”.*

19

## **EDIFÍCIO de OFICINAS**

**São Paulo, 1.999**

**Inspección → 1.998**

**23 años**

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

**Costo = 3 pisos nuevos completos**

**Ing. de mantenimiento en la carcel**

20

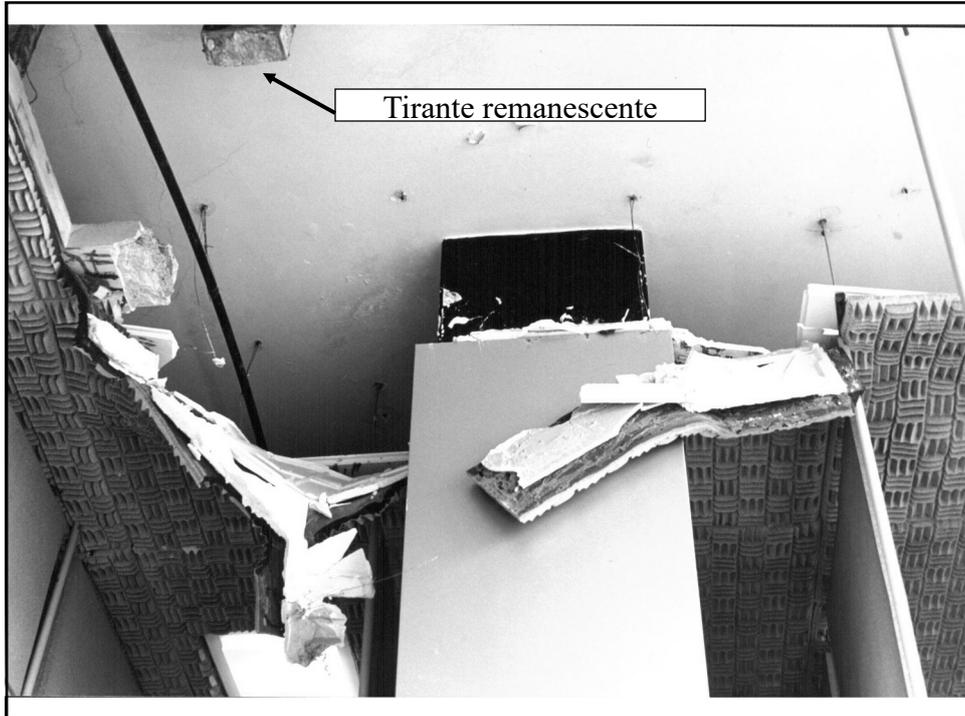
## **ACIDENTE**

**Colapso de parte da estrutura de uma losa suplementaria no último piso de um edifício situado na cidade de São Paulo.**

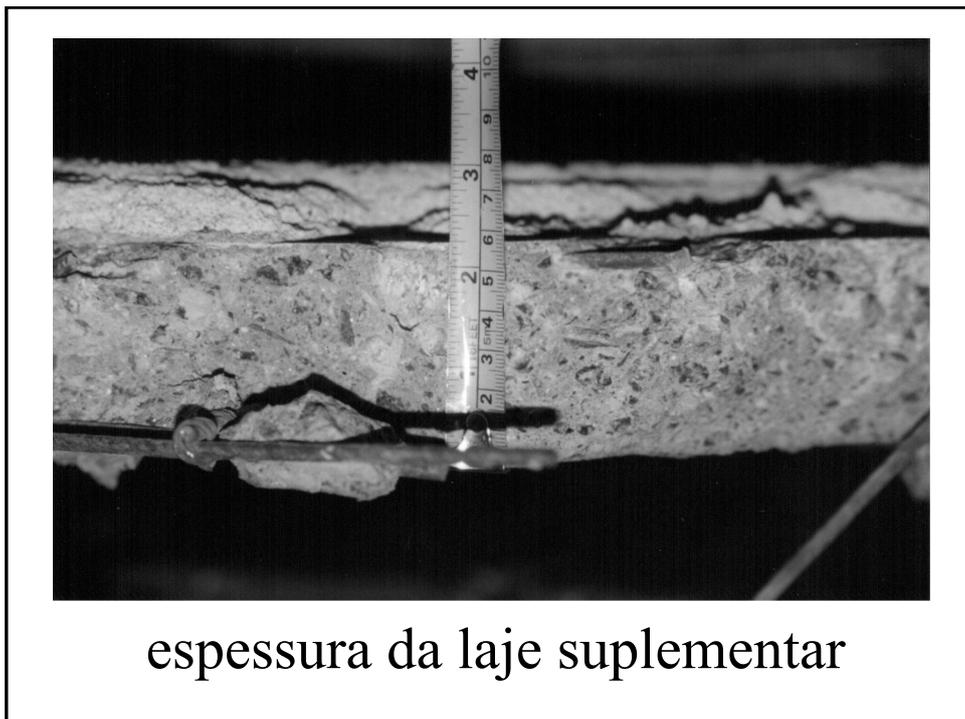
21



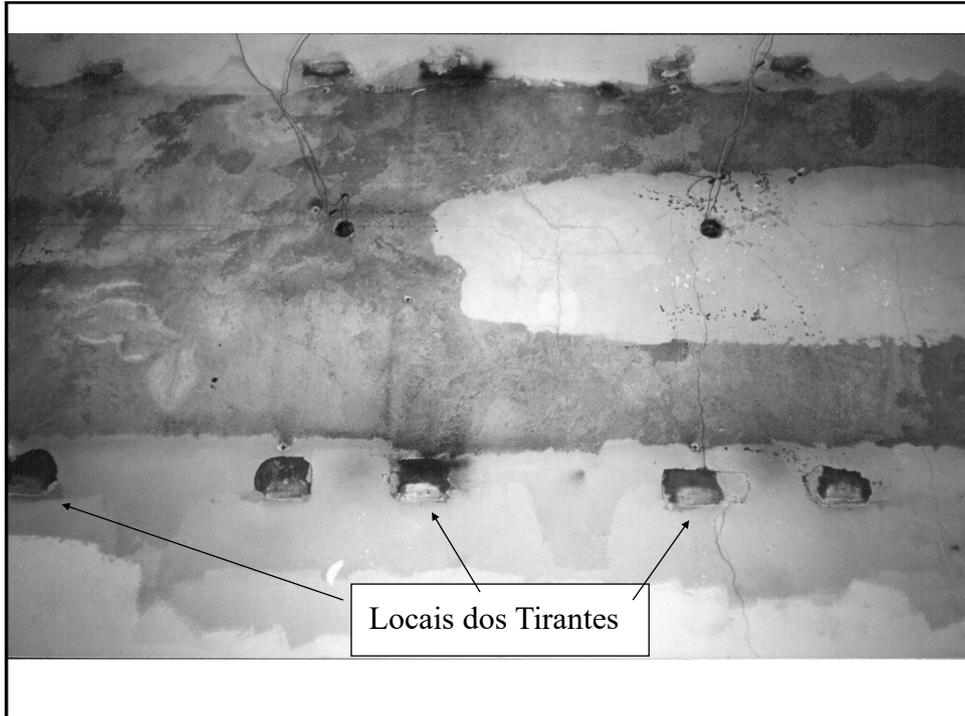
22



23



24



25

## **O PROBLEMA PATOLÓGICO**

**Corrosão das armaduras dos  
tensores de sustentação da laje  
suplementar, construída em  
concreto armado.**

**Ruptura frágil sem aviso !**

26

## 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

27

## ENSAIOS REALIZADOS

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

28

# 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.

29



30



31



Regiões com manchas de infiltrações

32

Fissuras com percolação de água



33

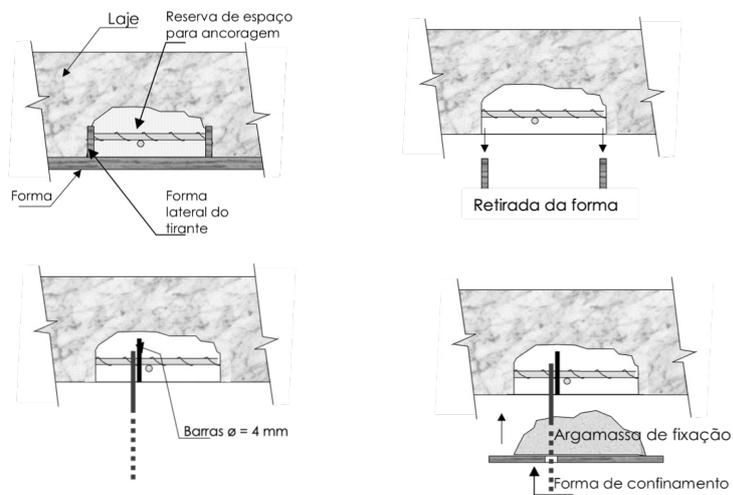
## **VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES**

### **Problemas executivos:**

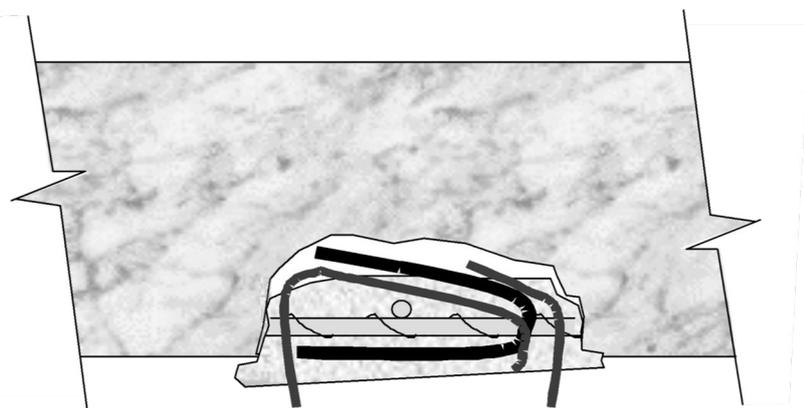
**Sistema construtivo não convencional com dificuldades operacionais para confecção e fixação dos tirantes das lajes suplementares, à laje da cobertura, propiciando a existência de deficiências na região de contato tirante/lajes.**

34

## Seqüência provável de execução dos tirantes



35



Ponto de ancoragem de um tirante que apresentou som Cavo

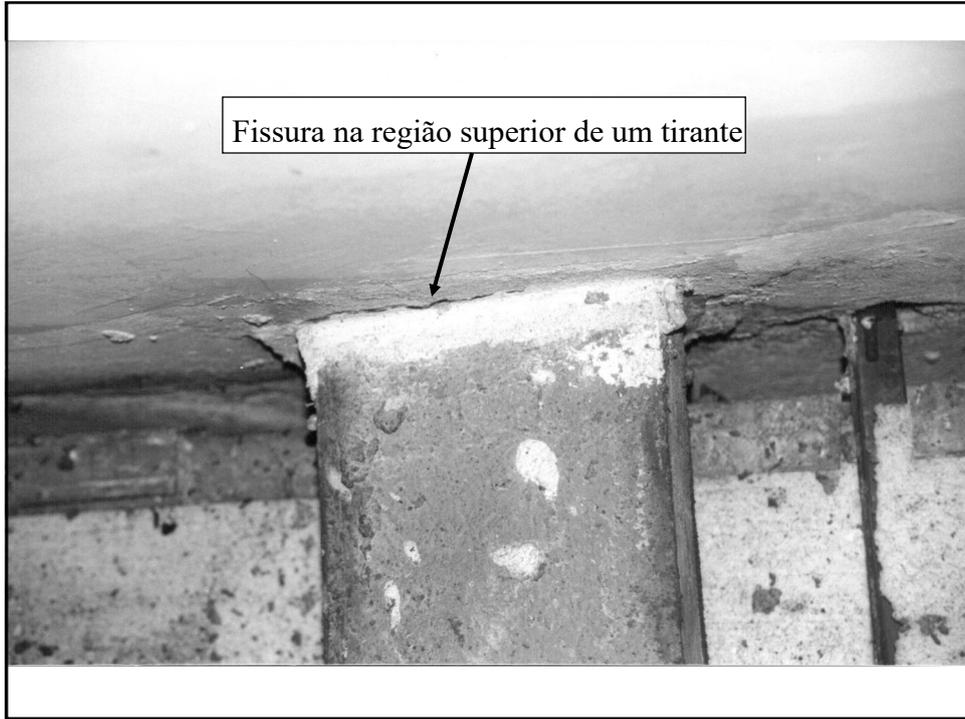
36



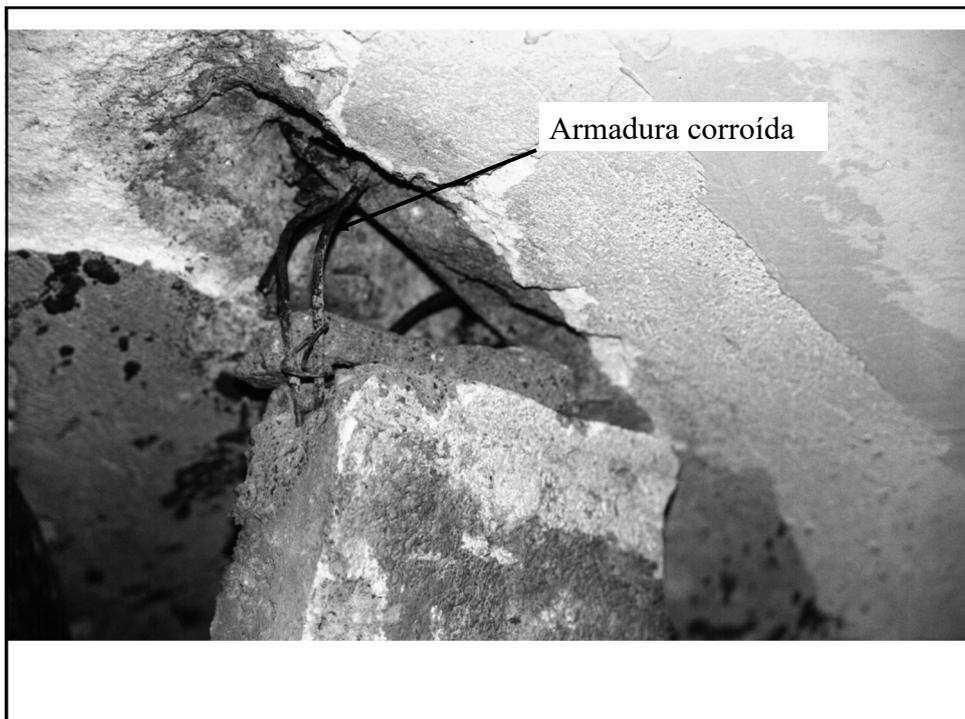
37



38



39



40

## **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 complementar.**

41

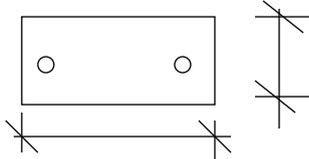
**No dimensionamento de tirantes de concreto armado, a NBR 6118:1978 e as normas anteriores que a antecederam, recomendam a verificação de duas condições de segurança :**

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

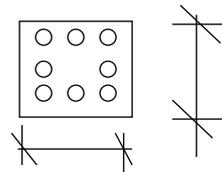
**Em local protegido no interior das edificações a abertura característica de fissura ELS, pode chegar a 0,3mm, o que conduz a número menor de barras para suportar a carga da laje complementar**

42

**Situação encontrada  
no caso em questão**



**Situação aconselhável**



43

**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.**

44





47



48

## LECCIONES

- Mucho cuidados con inspecciones para asegurar estabilidad de estructuras, pues no siempre está todo visible;
- Registrar las modificaciones en documentos públicos.

49



## Edifício de oficinas



*Brasília*

50

## Edifício Oficinas

Brasília → 1.999

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

um cable colapsa → estruendo seco  
→ la losa inclina

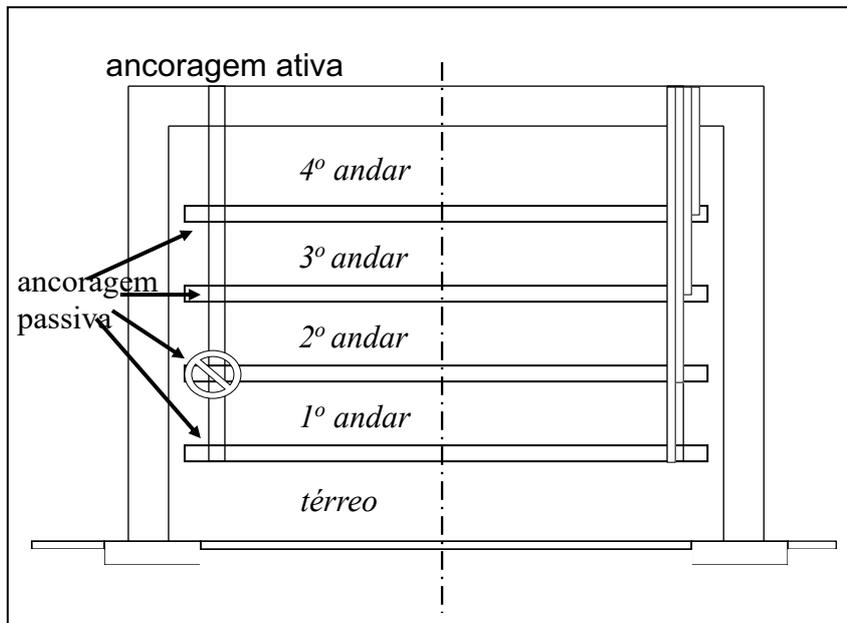
→ mesas e cadeiras escorregam

→ usuários correm muito assustados

→ grande preocupação com o restante

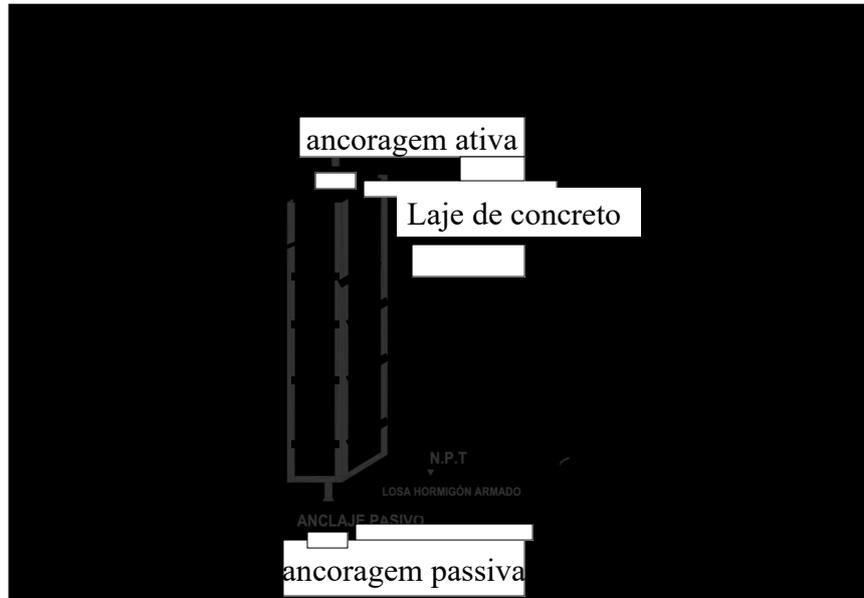
51

## Edifício de Escritórios



52

 Edifício de Escritórios

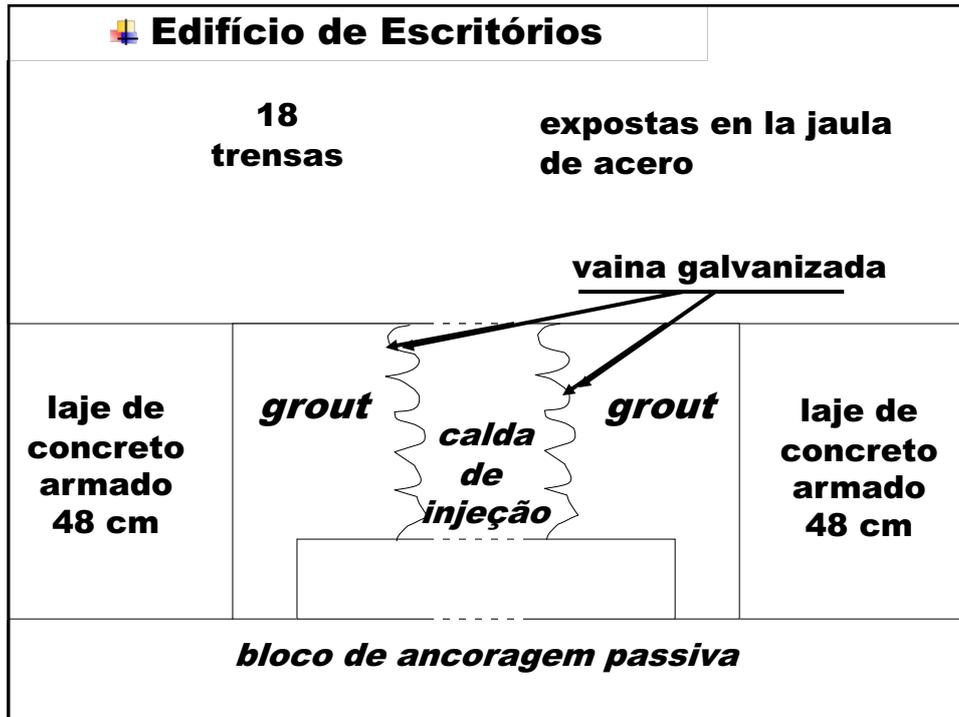


53

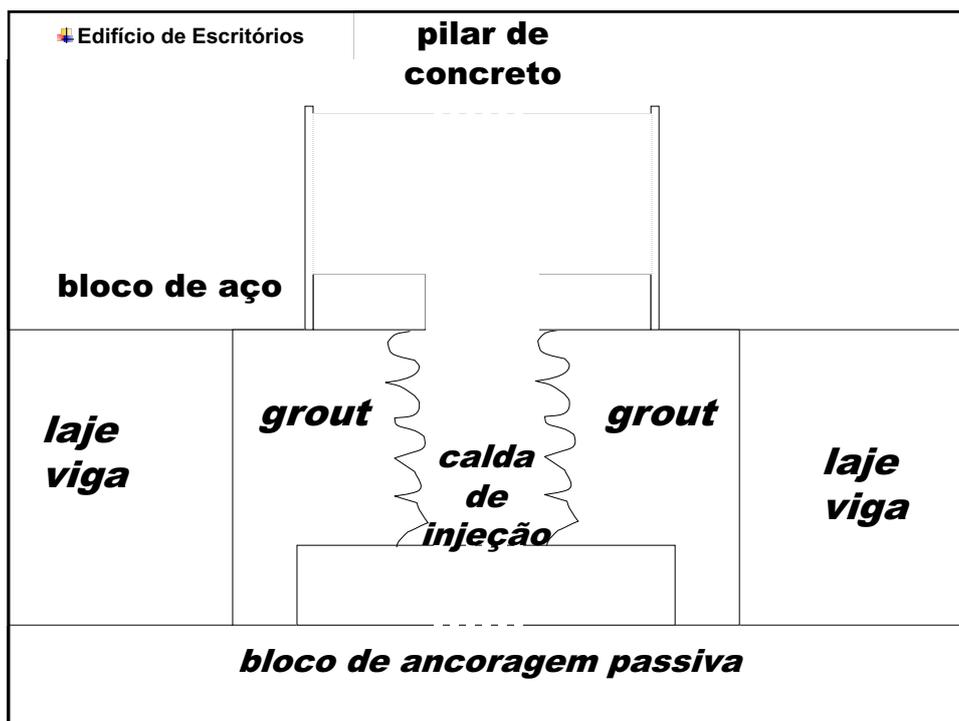
 Edifício de Escritórios

**16 lajes → 300 m<sup>2</sup> / por andar**  
**4 pisos mas planta baja**  
**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**

54



55



56

## 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

57

## Conclusão e Solução

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

**Projeto errado  
Materiais  
inadequados  
(com  $\text{Cl}^-$ )**

**Cambio de  
todas as  
ancoragens**

**\$ 2,5 vezes  
o custo  
inicial**

58



# MARQUESINAS

*Rio de Janeiro, Porto Alegre, São Paulo, Recife, Salvador...*

...do processo penal 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**

...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 24**

...obediência a nova Carta, será permitido o registro de candidaturas variadas por tribunais regionais porque a Constituição anterior fixava prazo de um ano para o domicílio eleitoral. **Página 24**

...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, enquanto não sair a lei 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, Carlos de Faria, publicado hoje. Em consulta, uma posse data nimo.

**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 Antarctica 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

**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 funcionários, numa promoção da loja. O estrondo provocado pela queda das lajes de concreto espalhou o pânico entre as pessoas que passavam, dificultando o trabalho do Corpo de Bombeiros de remoção das vítimas. Técnicos do Instituto de Criminalística da Polícia Civil estiveram no local, mas o resultado da perícia ainda demorará dias. **Página 14**

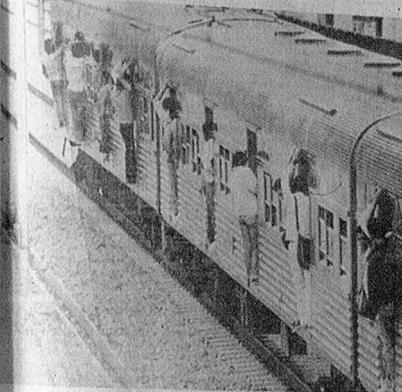
**Onibús da CBTU entre Jundiaí e Paranapiacaba: o perigo, a violência**

**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...  
Cidade e Tí...  
Classifica...  
Comportam...  
Economia...  
Educação...  
Espaco...

**CADERNO 2**  
**Cícero Dias fala de pintar e viver**  
Aos 82 anos de idade e 60



**Amossauru**

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 ossadas medem cerca de 50 cm de altura e 150 m de comprimento. Os animais, segundo os pesquisadores, provavelmente se alimentavam de plantas e pequenos animais. Pág. 1-14

**Brasil**  
**Opinião da Folha**  
Leia os editoriais "Difícil simonia fina", sobre entrada de capitais; "Demagogia e justiça", sobre o caso do Palace; e "Zetras 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
Artes	1-14
Esportes	1-14
Entretenimento	1-14
Opinião	1-14
Religião	1-14
Saúde	1-14
Tecnologia	1-14
Viagens	1-14
Meio Ambiente	1-14
Política	1-14
Segurança	1-14
Sociedade	1-14
Sumário	1-14
Índice	1-14

**ATMOSFERA**

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 Andaraí (zona norte), após temporal ontem à 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 enchiam enchiam há 180 anos". São Paulo



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

**Cassaço**

FERNANDO RODRIGUES de Socorro e Itumbiara  
O deputado Sérgio Naya (sem partido-MG) mudou de ideia e tentou voltar ao PPR. Advogados o convenceram de que sua expulsão foi irregular. Responsável pelo prédio que ruiu no Rio, ele é acusado de falta de decoro e pode ter o mandato cassado — processo contra o qual Naya também resolveu agir. Pág. 3-8

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

O primeiro efeito da reforma administrativa, aprovada anteriormente, será o reajuste de até 50% 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

**ZAPORÓCIA**

**DESABAMENTOS**

**Marquise esmagou um bancário de 23 anos**

A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas

Por **ULISSES ALMEIDA NENE**  
Editor de Política ZP

Várias falhas na construção da marquise do prédio do Lloyd's Bank International acabaram causando a morte de um jovem e ferimentos em outros, no início da manhã de ontem, no centro de Porto Alegre. A marquise, com 12 metros de extensão, dois de largura e 55 centímetros de espessura e pesando quatro toneladas, desabou e esmagou o bancário Júlio Cesar Machado Camargo, 23 anos, que ainda chagava a ser socorrido por PMA e populares, mas morreu no caminho do Hospital de Pronto Socorro. Felício José, 27 anos, residente em Novo Hamburgo, escapou por pouco. Ele sofreu escoriações nos braços e nas costas, ao ser atingido de raspão pelo concreto. Felício foi meditado no HPS e liberado, internou e o hospital Lauelito, 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 13h30min, naquela área, estão concentrados vários bancos e Júlio Cesar trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviço das Três Rentes, na Asa Brasil. Ele estava caminhando para o Bradesco da General Câmara, onde participava de uma reunião de trabalho, quando foi atingido pela marquise do prédio número 249, do Lloyd's Bank.

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

o horror do desplumamento impedia a tragédia maior um ou dois metros ele teria se salvado", comentou Felício, explicando que Júlio foi atingido pela ponta da marquise. A agência para onde ele ia fica ao lado do Lloyd's. Júlio Cesar foi carregado pelo soldado PM Moisés de Silva e Felício para a viatura 416 e transportado nela 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 seu rosto foi cortado pelo logotipo de ferro do banco. Ele era casado e deixava 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 1º Grupamento de Incêndios, comandados pelo Tenente Medeiros, compareceram no local para removerem a marquise demolida, um trabalho vagaroso que levou quase toda a manhã para ser concluído.

**Perícias**  
Abalado e bastante nervoso, o gerente do Lloyd's Bank International, Alan Davidson, concedeu uma entrevista à imprensa, às 10h. Ele explicou que pertencem ao banco seis dez quinze andares do prédio, que foi construído em 1974. Os funcionários da agência foram dispensados e o gerente informou que já estão sendo procuradas instalações provisórias para o Lloyd's, e que uma equipe especializada do próprio banco fará uma avaliação de atual sede para determinar as condições em que se encontra. Alan não soube informar quem são os responsáveis pela construção do edifício.

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

Engenharia e Arquitetura (CREA), Luis Fernando Odebrecht, 30 anos, e Luis Augusto Ercote, 38 anos, fizeram um levantamento técnico dos escombros. Segundo eles, para iniciar um processo administrativo que a entidade moverá para apurar as responsabilidades pelo desabamento. Porém não quiseram adiantar qualquer conclusão.

24 Romão Pachê, 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, poderiam ser constatadas: "O concreto utilizado na marquise é muito grábil; o ferragem, muito fina, está disposta de maneira inadequada; há sobrecarga de enchimento; e é quase certo que as tubulações de escoamento d'água sejam entupidas". Por isso, o engenheiro da SMOV acredita que as chuvas que caíram



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



Área interditada em calçada do centro de São Caetano com parte da marquise que desabou de prédio comercial, matando duas pessoas ontem

da Reportagem Local

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

Pela 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 60".

Na avenida Conde Francisco Matarazzo, onde ocorreu o acidente, a prefeitura está fazendo obras para criar uma espécie de calçada 21 horas.

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

O diretor de Obras da Prefeitura de São Caetano, Elomar Darronqui, afirma que as obras não têm

nenhuma relação com o acidente.

"As obras foram até duas vezes e a avenida não estiveram parcialmente interditada, mais pessoas poderiam estar passando sob as marquises no momento do desabamento", disse.

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

O diretor afirmou ainda que sua vistoria não avalia condições de segurança da estrutura. "Isso é de responsabilidade do engenheiro que faz 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. (RENATO KRASZ)

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

da Reportagem Local

As marquises da Out-Let caíram tão rápido que as duas pessoas que marchavam 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 frêz colegial, já tinha passado pela marquise, mas, 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 Ter-

zinha Nakamoto também soube pela televisão. Terzinha era casada e tinha quatro filhos.

O electricista Aloizio da Silva escapou por pouco, segundo seu irmão Everado 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 Cordeiro Bizzo, 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 ileso 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 Barreira, titular do 19 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 sabiam de problemas nas marquises, sem tomar providências, é possível que ocorra um indiciamento por homicídio doloso (com intenção).

Barreira deve consultar hoje o registro de imóveis para localizar os proprietários do prédio. O delegado afirmou que preten-

de 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, Luis 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 2.000 m<sup>2</sup>. (R9)

**Marquise suspensa por tirantes**  
**Rua Barata Ribeiro 31**  
**Copacabana Rio de Janeiro**  
**uma vítima**  
**20m de extensão**  
**1.990**



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

**Edifício Mercúrio – Copacabana**

17:30h, 8 novembro 1990

67



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

68

**Marquise**  
**Jardim Bicão**  
**São Carlos, SP**  
**Obra em construção**  
**2.003**

69



Vista da Edificação – Jardim Bicão – São Carlos

70



71

**IBRACON**

# Puentes

72

## PUENTE DOS REMÉDIOS

**São Paulo, 1997**

**Informe 6 meses antes**

**36 anos**

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

**Custo = 3 vezes uma ponte nova**

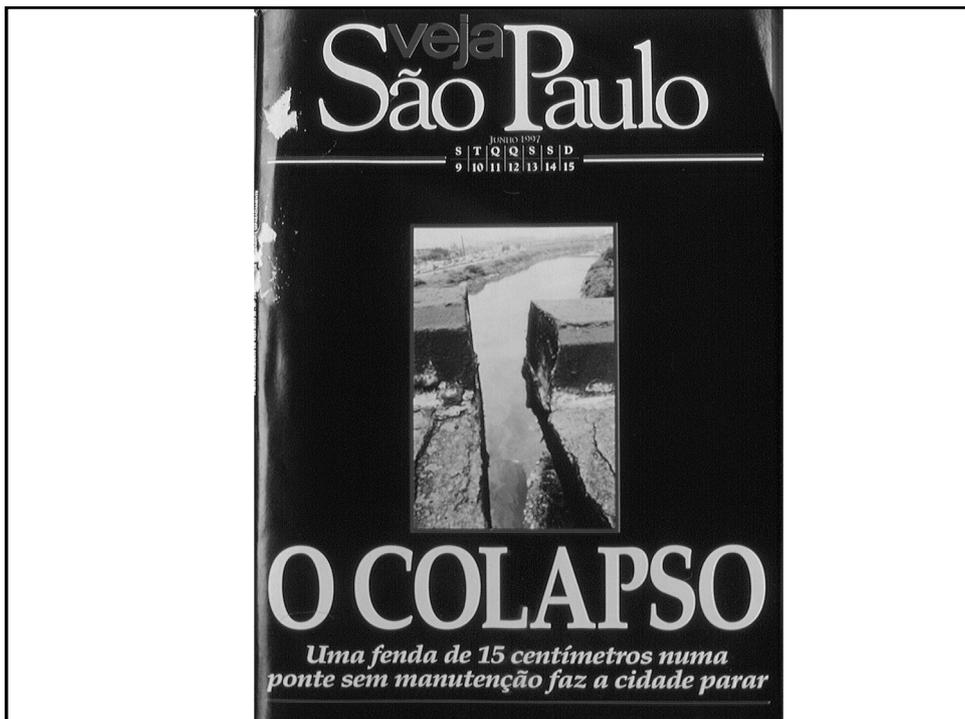
73



74



75



76



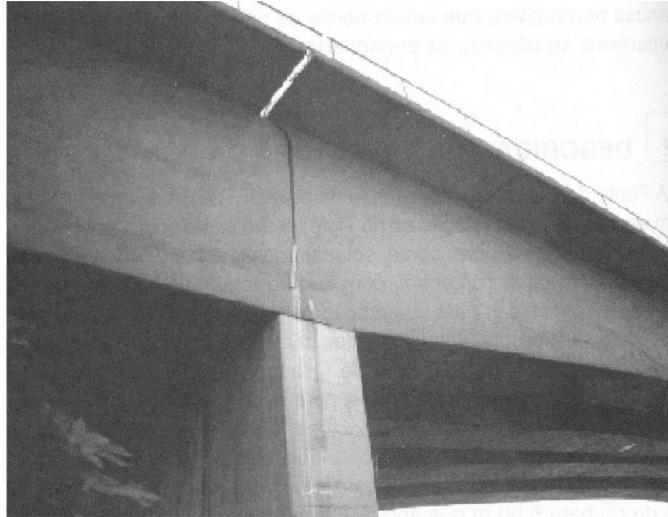
77



78

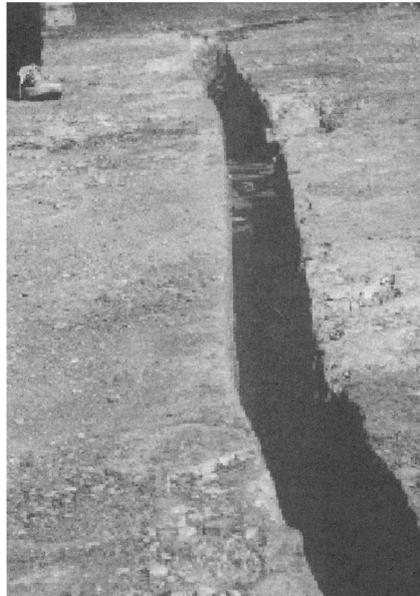


## Ponte dos Remédios



Vista lateral da rachadura

81

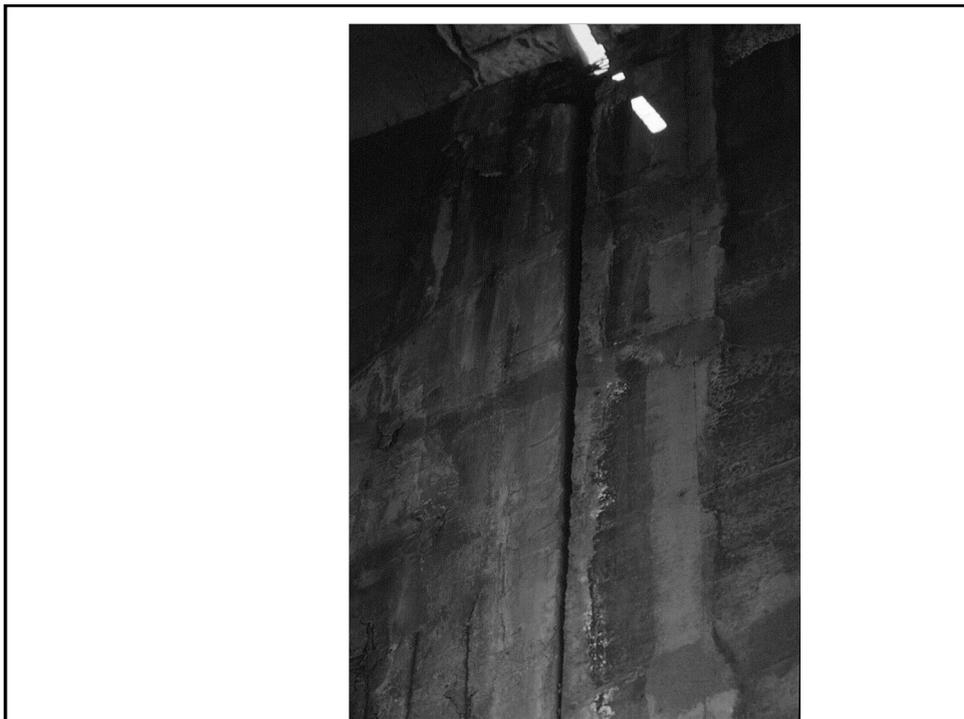


Vista superior da rachadura

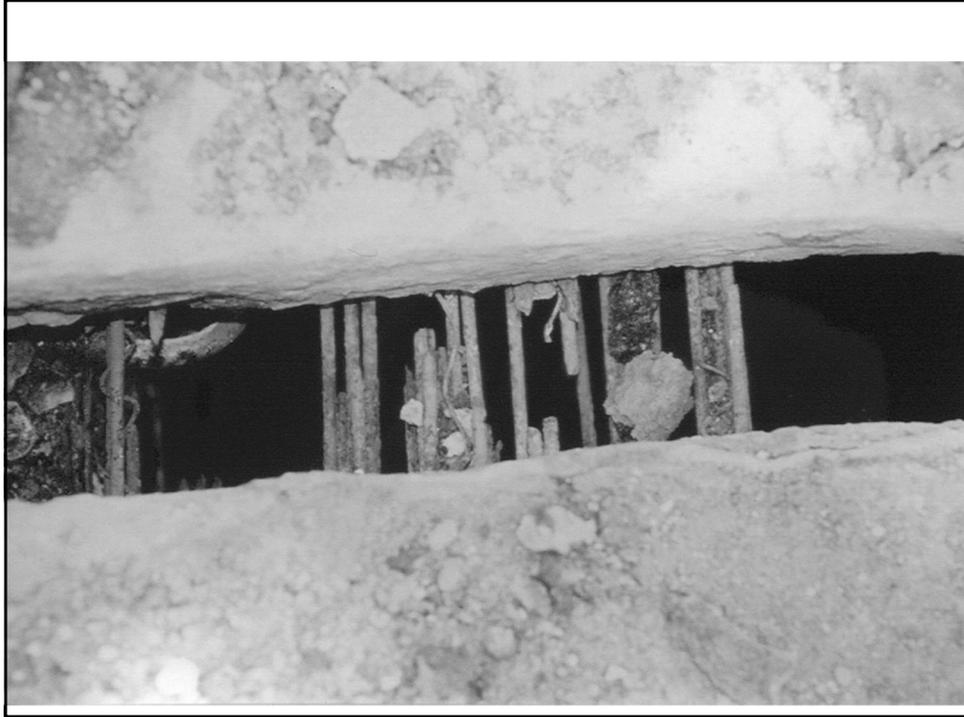
82



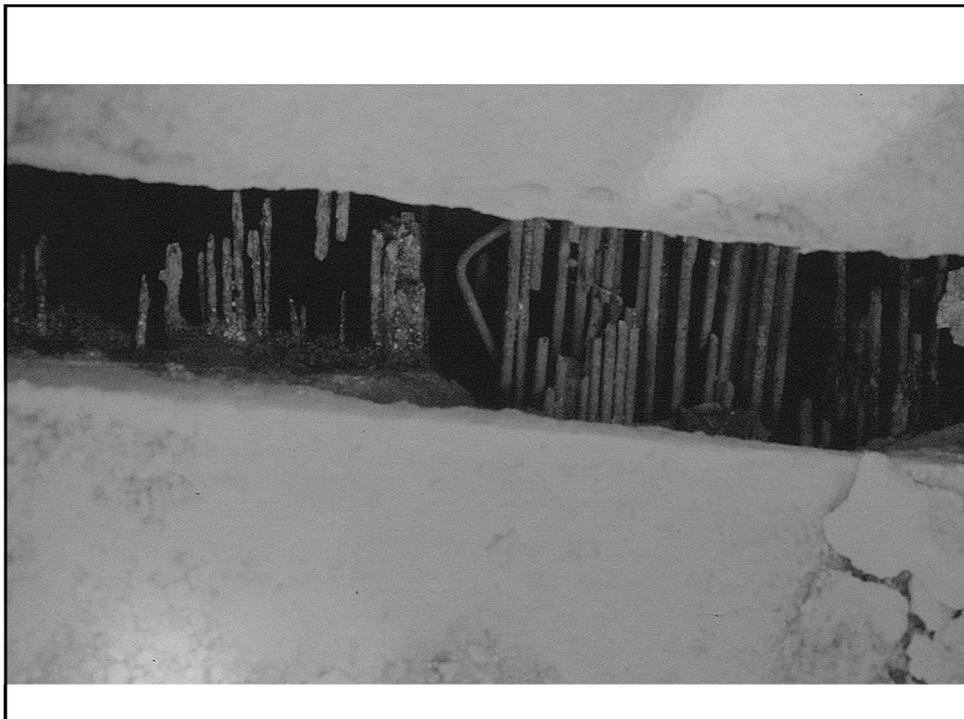
83



84



85



86

# VIADUTO RODOVIÁRIO

**Curitiba, 1980**

**Concreto armado  
Obra em construção**

**$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$**

**Custo = 1,5 vezes uma ponte nova**

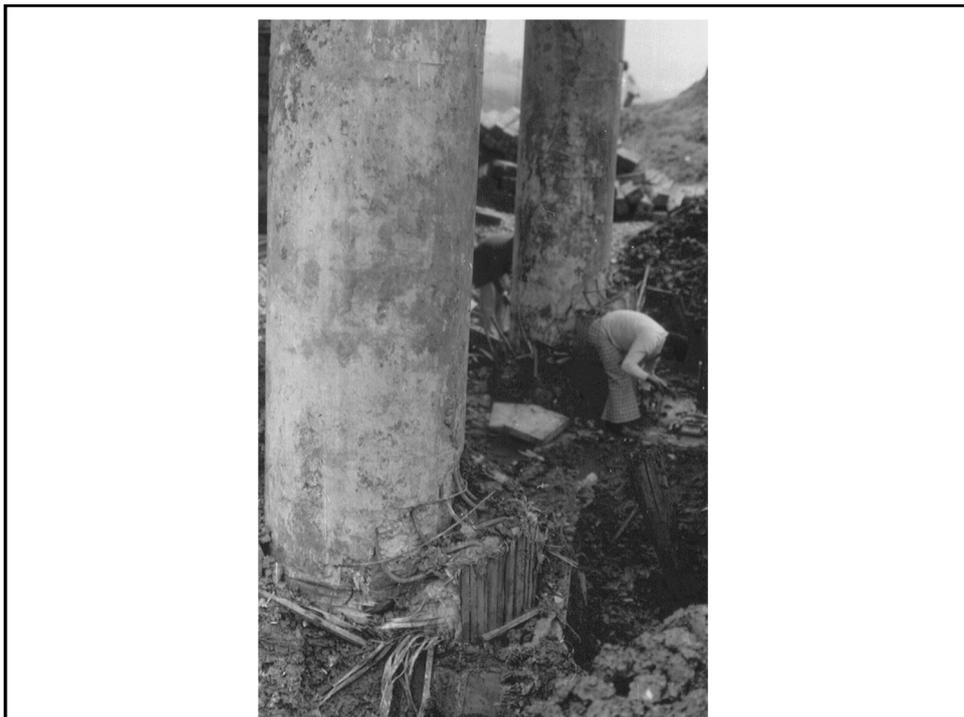
87



88



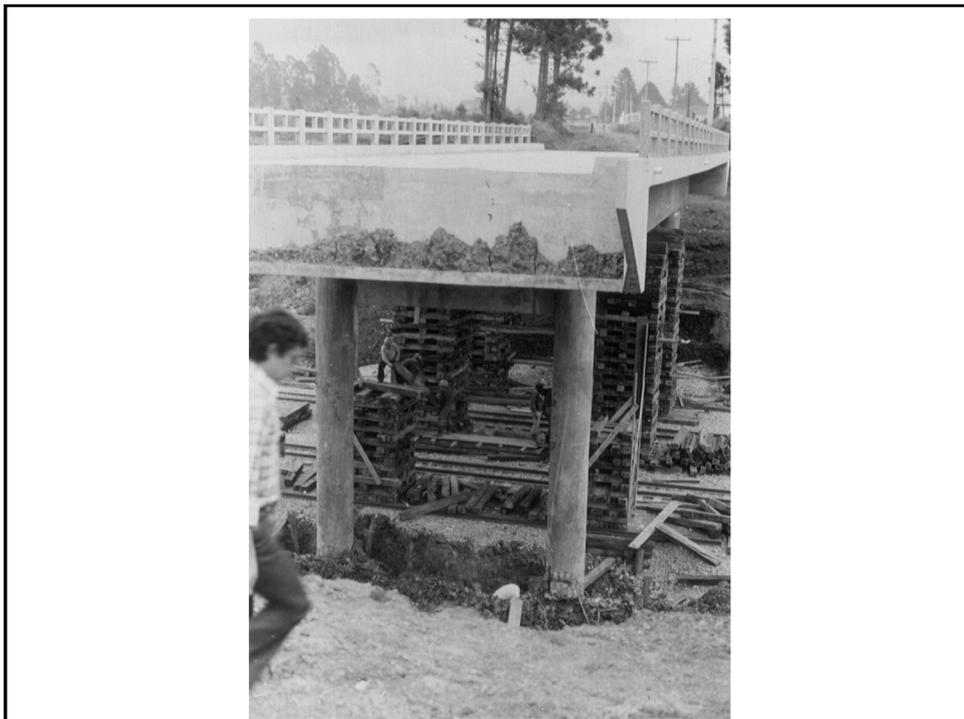
89



90



91



92

## **Conselhos:**

- 1. É melhor aprender com os erros dos outros;**
- 2. Sem conhecimento não há evolução;**
- 3. Desenvolva o prazer por aprender;**
- 4. Pense holísticamente.**

93

## **SILO de CEREAIS**

**Santa Catarina, 1995**

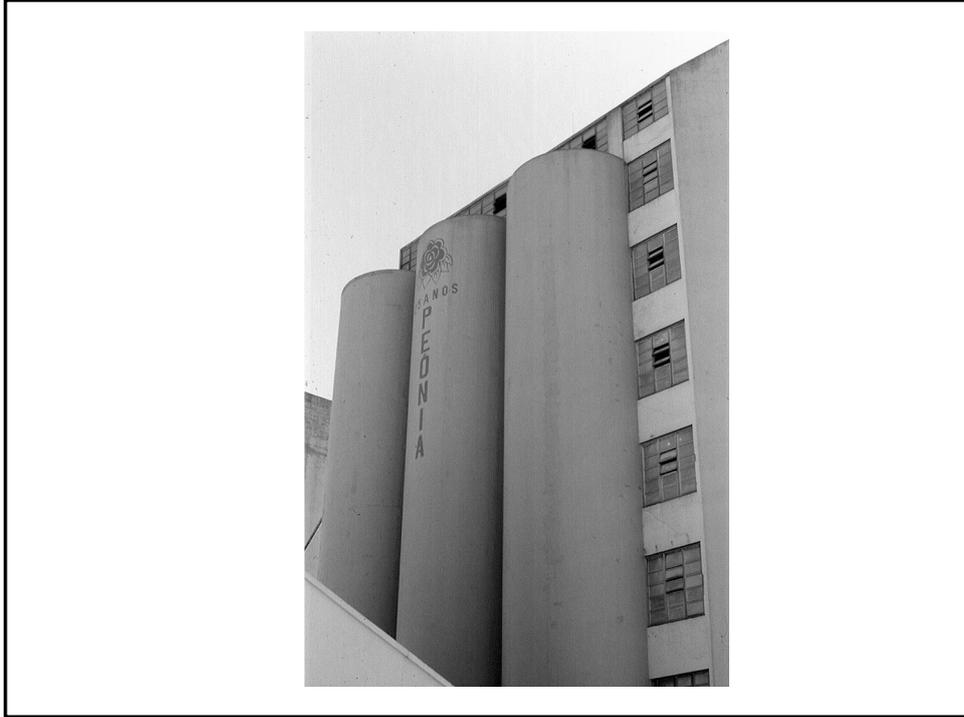
**Informe de inspección 2 meses antes**

**21 anos**

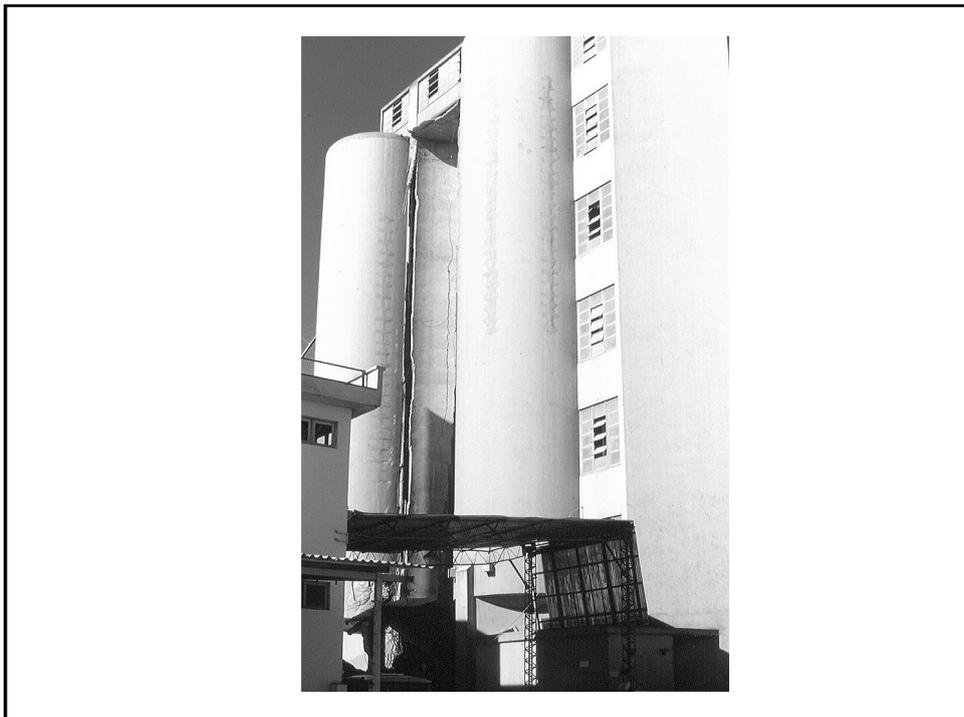
**$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$**

**Custo = 1,2 novo**

94



95



96



97

## RECOMENDAÇÕES

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

98

# **PUENTE LEONEL VIEIRA**

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

**Sistema construtivo com pré-tração  
original**

*Inspeção impede colapso*

99



Puente Leonel Viera, Punta del Este, Uruguay

100



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

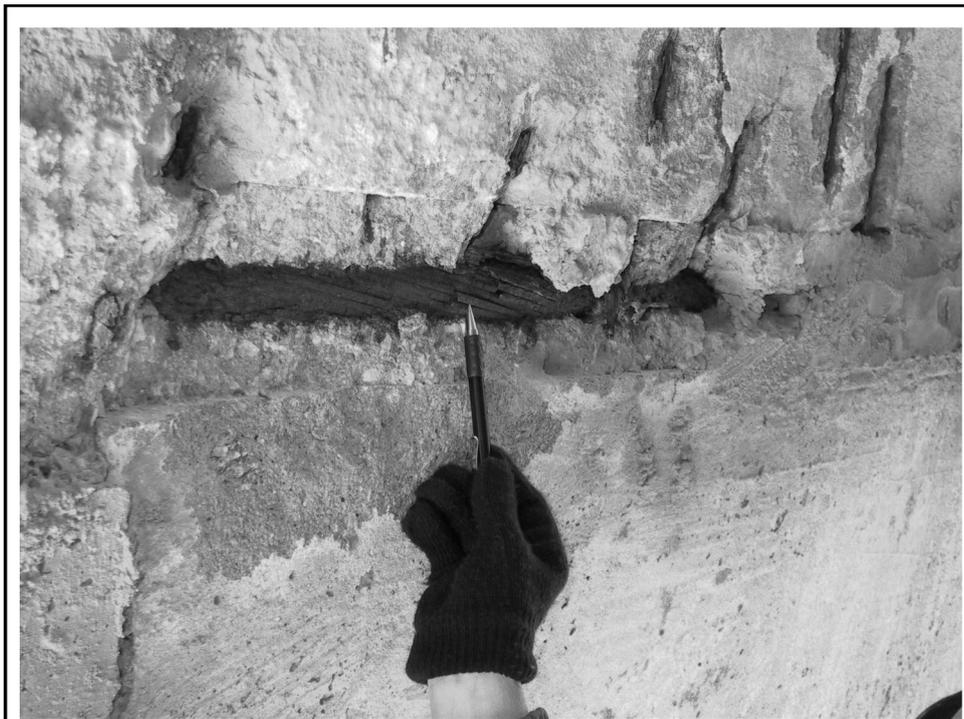
101



102



103



104

## **FISSURAÇÃO SOB TENSÃO**

 **FRAGILIZAÇÃO do AÇO**

 **(PRE) CONCEITOS USUAIS**

■ **ESTRUTURAS PROTENDIDAS**

■ **Estruturas Armadas**

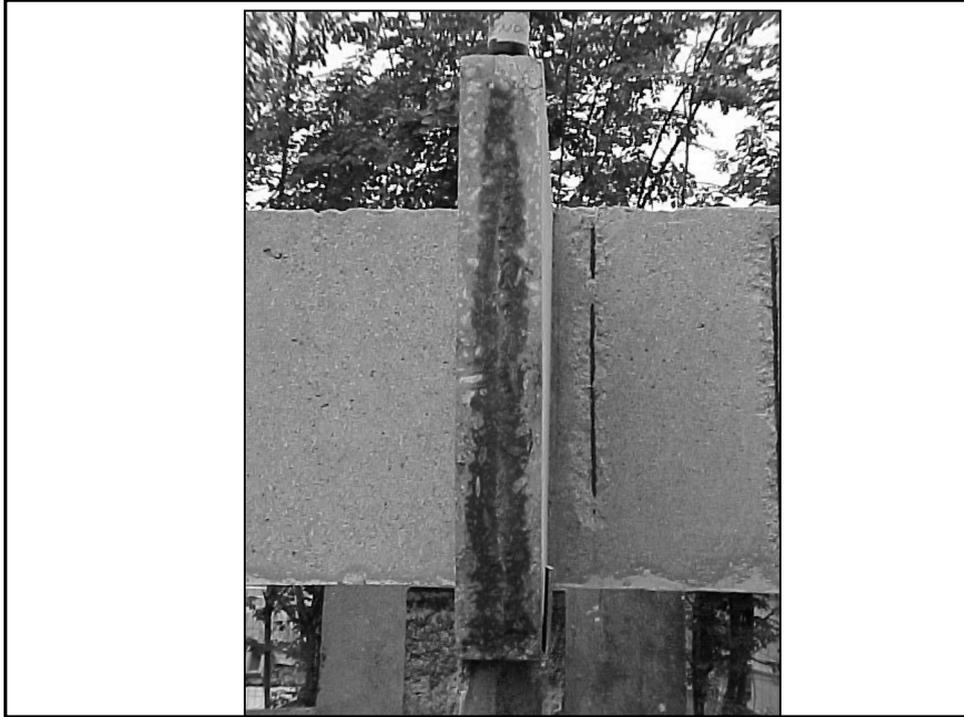
■ **CLORETOS**

■ **Carbonatação**

105

***Carbonatação***

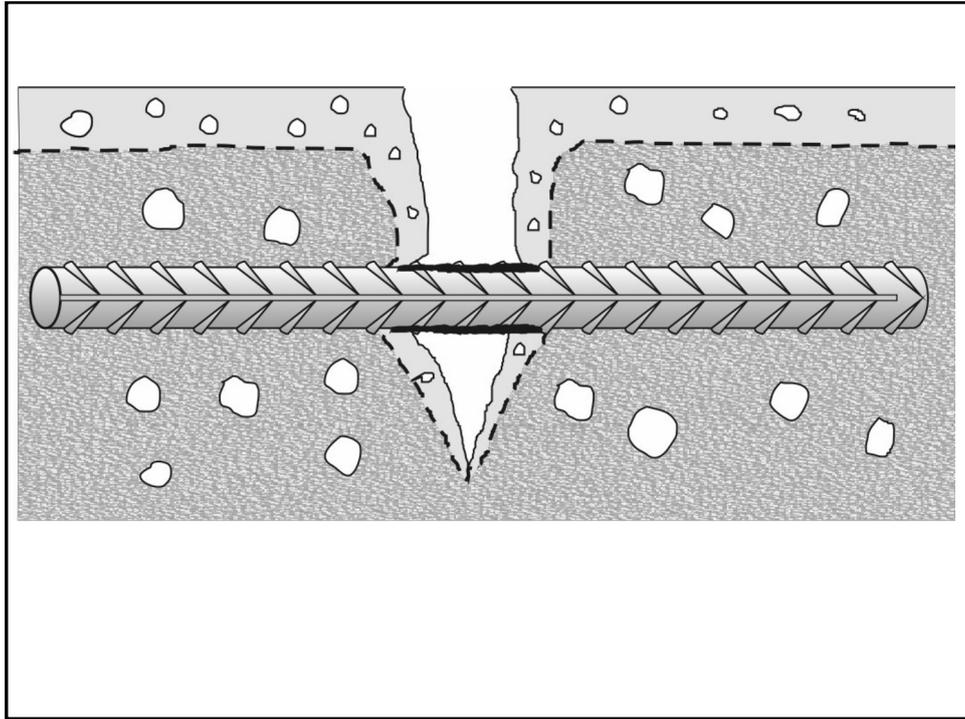
106



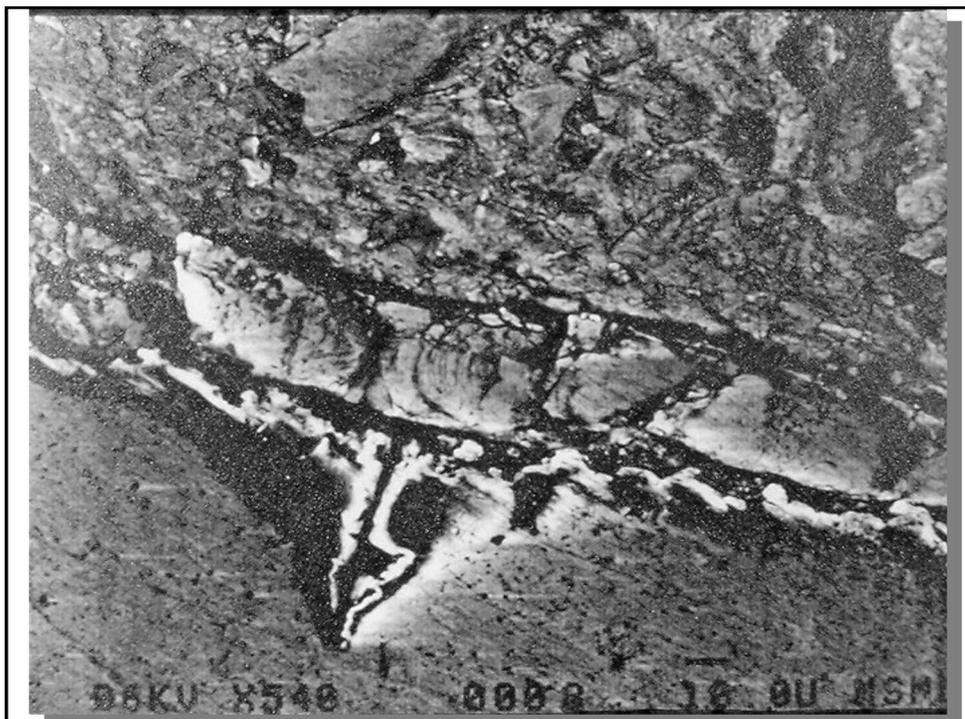
107



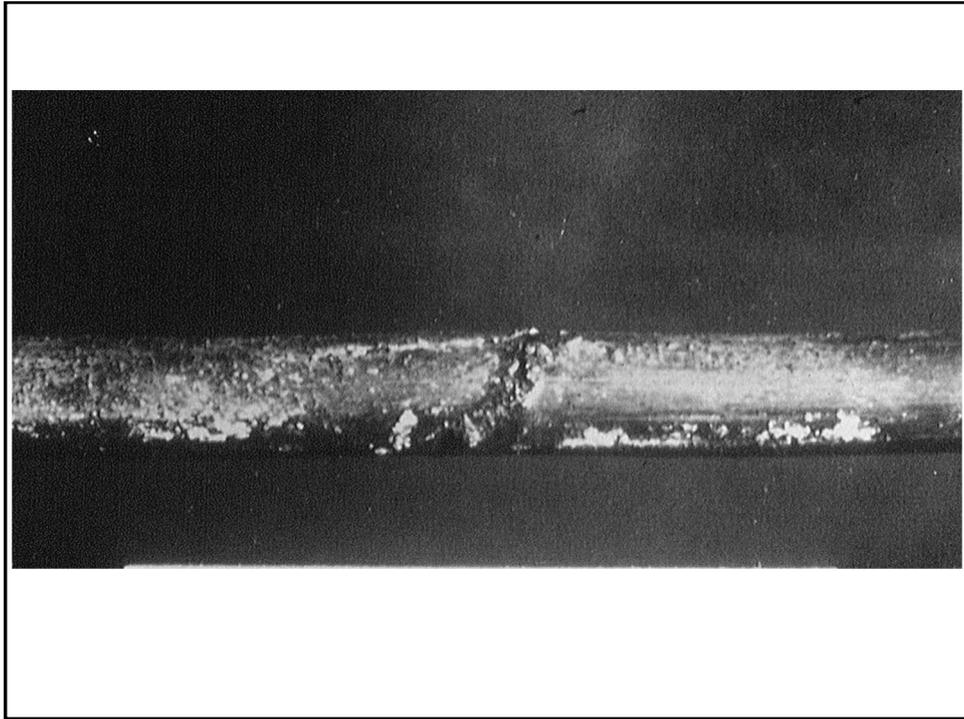
108



109



110



111

### **Prevención:**

**Revisar los criterios de tolerancias de fisuras en estructuras sob tracción (marquises, tirantes) y aumentar las cuantías de acero.**

**Diseñar para evitar colapso?**

112

**IBRACON**

# Edificações

113



## **Duas pessoas soterradas em prédio que desabou em Istambul**

ISTAMBUL, Turquia, 26 abr 2007(AFP) - Pelo menos duas pessoas se encontram soterradas em um prédio de seis andares que desabou nesta quinta-feira, em um bairro residencial de Istambul.

O governador de Istambul, Muammar Guler, declarou à rede de TV CNN Türk que grande parte dos moradores saiu do prédio pouco antes do acidente, mas que várias pessoas podem ter voltado para recuperar suas coisas

Duas pessoas morreram e outras 28 ficaram feridas quando um prédio de cinco andares desabou em fevereiro, em outra parte de Istambul.

As companhias do setor da construção turcas geralmente não cumprem as normas de bem construir e as autoridades locais se mostram incapazes de bem fiscalizar.

## **Edifício em Istambul**

114

*Edifício Palace II  
Rio de Janeiro  
Carnaval de 1998  
terça-feira à tarde  
5anos*

115



116



117



118



119



120



121



122



123



124



125

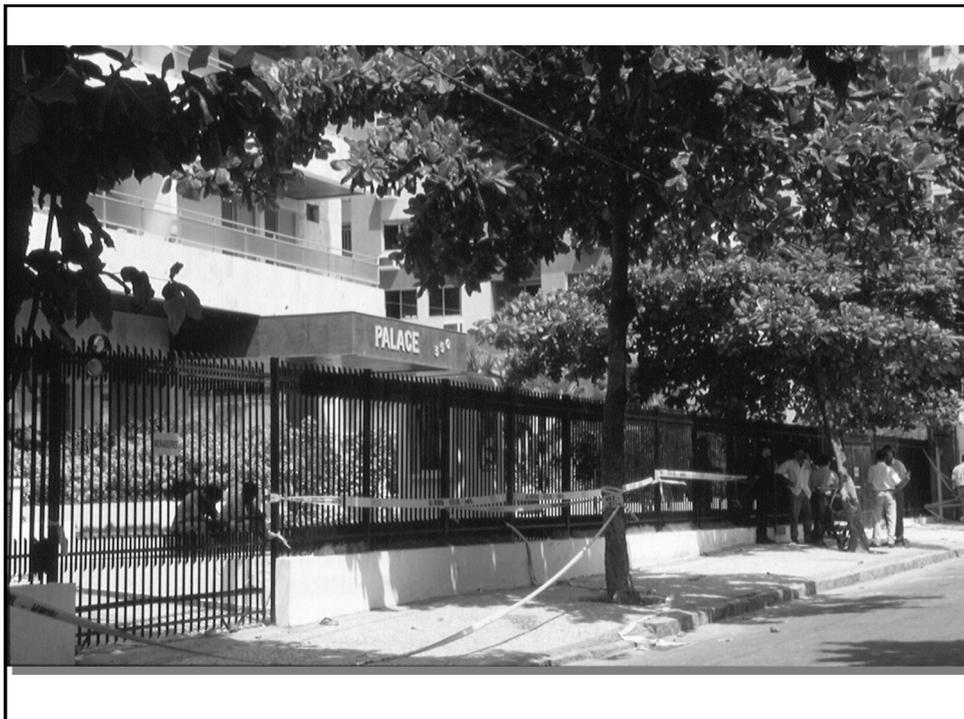


126



***PALACE I***

127



128

MEMÓRIA

# Ex-deputado Sérgio Naya morre aos 66 anos na Bahia

Em 1998, edifício no Rio construído por sua empresa ruiu, matando oito

de manhã, pelo acordava cedo para

**Tiago Décimo**  
SÃO PAULO — O empresário e ex-deputado Sérgio Naya, de 66 anos, foi encontrado morto na tarde de ontem, no quarto do hotel em que estava hospedado em Ilhéus, 480 quilômetros ao sul de Salvador. Ministro de Laranjal, Naya ficou nacionalmente conhecido em 1998, quando o edifício Palace 2, construído por sua construtora, ruiu no Rio, causando a morte de oito pessoas. O ex-deputado estava hospedado na cidade baiana, sozinho em um quarto, desde o dia 13. Tinha sido marcado para comer, mas avisara a gerência que estava pensando em estender a hospedagem até hoje.

Era a quarta vez que Naya se hospedava no Hotel Jar din Atlântico, de propriedade de Nê Machado e Raimundo Machado Junior, casal de amigos de Ilhéus. Segundo uma funcionária da recepção, ele era sempre muito simpático, mas bastante reservado. Nas conversas, porém, teria dado indicações de que planejava algum investimento na cidade. Outros funcionários do hotel estranharam o fato de ele não ter aparecido no café

da manhã, pelo acordava cedo para caminhar. Nê Machado informou que Naya foi visto pela última vez na noite de quinta-feira. Na tarde de ontem, o marido foi contratado pelo ex-deputado, preocupado com o atraso do cliente, pediu para que fosse chamado. Segundo Nê, ele foi procurado por funcionários do hotel antes que a gerência decidisse entrar em seu quarto, pouco antes das 18 horas, onde encontraram o corpo sobre a cama, coberto. Foi encaminhado para o Instituto Médico Legal uma hora depois. A principal suspeita é de que Naya tenha sofrido um enfarte enquanto dormia, mas o laudo oficial do IML deve ser recebido apenas em 30 dias.

A titular da Delegacia de Polícia no Turista (Deltur) de Ilhéus, Adriana Paternostro, reclama da ausência de corpo em seu conhecimento. Segundo ela, as investigações podem ficar prejudicadas. "Nos casos normais, os corpos são levados para a velada do corpo". Ovelório e enterro devem ser realizados em Laranjal. Naya foi deputado por Minas por três mandatos, entre 1987 e 1999, e era dono da empreiteira Serasa.



CABREIRA — Ex-deputado em Minas por três mandatos, entre 1987 e 1999, Naya foi encontrado morto em quarto de hotel em Ilhéus

## Após 11 anos, vítimas ainda esperam por indenizações

**Tatila Figueiredo**  
RIO

O ex-deputado Sérgio Naya morreu dois dias antes de a queda do edifício Palace 2, que deixou oito mortos e mais de 2 mil desabrigados, completar 11 anos. Naya era dono da construtora Serasa, responsável por erguer o Palace 2, um edifício de classe média na Barra da Tijuca.

O ex-deputado foi denunciado pelo Ministério Público Estadual por desabamento doloso (com intenção), mas não foi condenado. Um laudo pericial mostrou que houve erro de cálculo no projeto do prédio, portanto não poderia haver dolo. Naya, porém, foi condenado na esfera civil a pagar indenização a todas as famílias. Ele chegou a passar 167 dias na prisão. Era domingo de carnaval quando moradores ouviram um esturro no prédio. Constataram que havia rachaduras em um dos pilares, chamaram a Defesa Civil e o Palace 2 foi interditado. Parte do prédio, que ainda estava sendo esvaziado, ruiu, matando oito pessoas.



UMA — A implodido do Palace 2

seis delas continuam até hoje. Lá está o casal de argentinos Osvaldo e Cecília Benevides, que perderam o filho Leonel, de 18 anos. Eles ainda não receberam indenizações. "A morte de Naya não muda nada, porque meu filho não volta. Não sinto alívio", disse Cecília. O casal não faz parte da Associação de Vítimas do Palace 2, que reúne 120 famílias de vítimas que receberam cerca de 40% do que foi determinado pela Justiça — as indenizações variam entre R\$ 300 mil e R\$ 1 milhão. "Que coincidência ele morrer logo depois do desabamento do Palace. Pois menos temos a Justiça divina", afirmou a advogada Raquelita Barbosa, presidente da associação das vítimas, horas depois de saber da morte de Naya.

ESTADOS

Entrevista

Edifício Areia Branca  
Recife, Pernambuco  
14 de outubro de 2004  
jueves às 20:30h  
1.977 → 1.979  
25 años  
12 pisos + planta baja + 1 garage



EDIFÍCIO AREIA BRANCA – Pernambuco

semanas antes

131



132



Escombros - manhã seguinte do desabamento

133



134



135



136



137



Edificações Vizinhas

138

## Cronologia:

- 10 → domingo → estruendo;
- 12 → martes → administrador ao estacionar observa alagamento e fissuras na parede del tanque de água
- 13 → miercoles → calculista inspeciona: fissuras vigas, aplastamiento de la albanileria. Recomenda reforçar
- 13/14 → miercoles/jueves → muitos ruídos de rupturas metálicas secas não deixam moradores dormir
- 14 → jueves 1:30h da madrugada → Administrador registra ocorrência e chama defesa civil
- 14 → jueves 2:40h → Defesa civil inspeciona e não encontra evidências.

139



Vista geral do subsolo

140



Trinca na viga do teto do subsolo junto a cisterna

141



Vista geral do reservatório inferior (cisterna) e alagamento

142



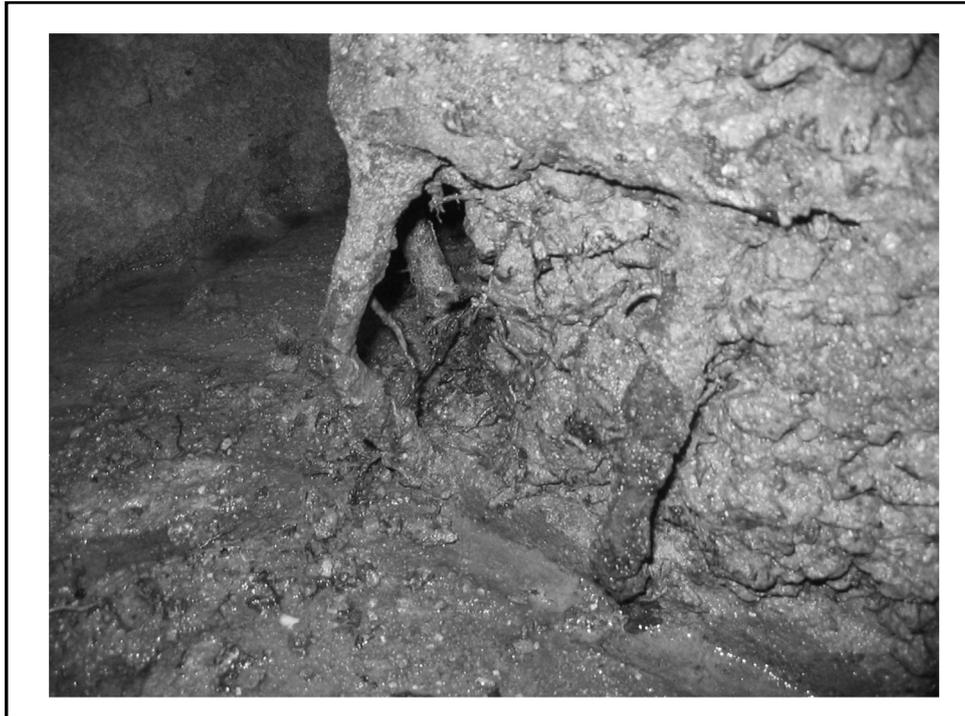
Moradores acompanham a vistoria efetuada pela Defesa Civil

143

## Cronologia:

- 14 → jueves 8h → Administrador e moradores decidem deixar o prédio
- 14 → jueves de manhã → Administrador desliga elevadores e esvazia os reservatórios de água
- 14 → jueves 10:20h → Defesa civil inspeciona o prédio junto com moradores. Calculista e empresa de reforço aguardam no local autorização para iniciar trabalhos
- 14 → jueves 15h → início dos trabalhos com escavação dos pilares centrais junto à cisterna
- 14 → jueves 17h → fissura aparece na viga de contorno, escavação de 1,40m mostra armaduras pandeadas no pilar
- 14 → jueves 19h → início do reforço do pilar com cintamento e graute. Escavação do segundo pilar que estava íntegro

144



145

## Cronologia:

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

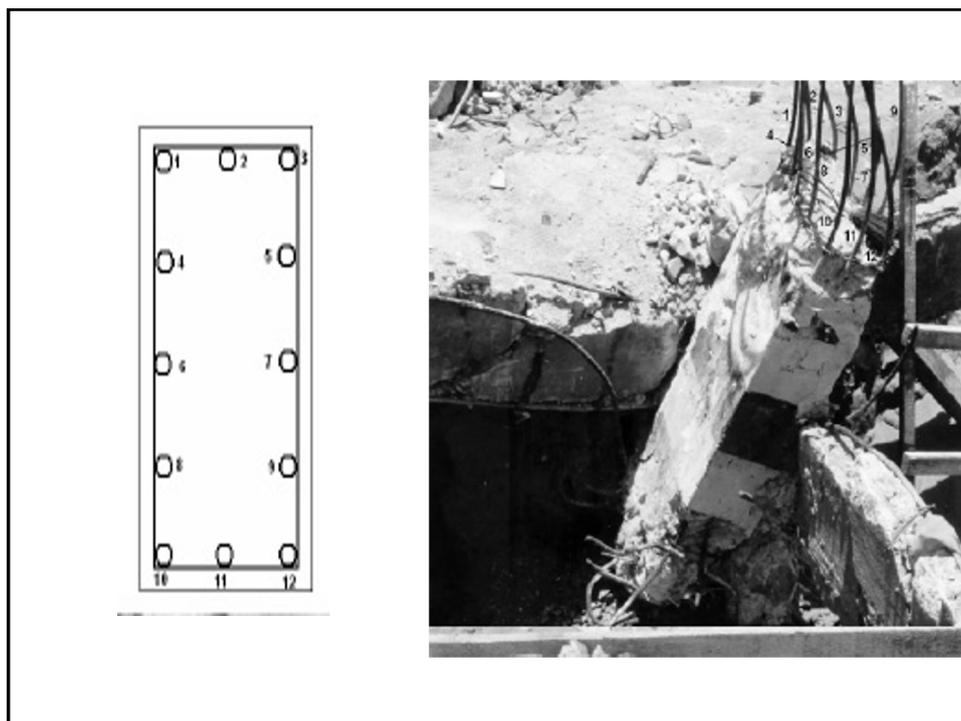
14 → jueves 20:30h → edifício totalmente derruído, 4 vítimas e inúmeros sonhos destruídos

146

## 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

147



148



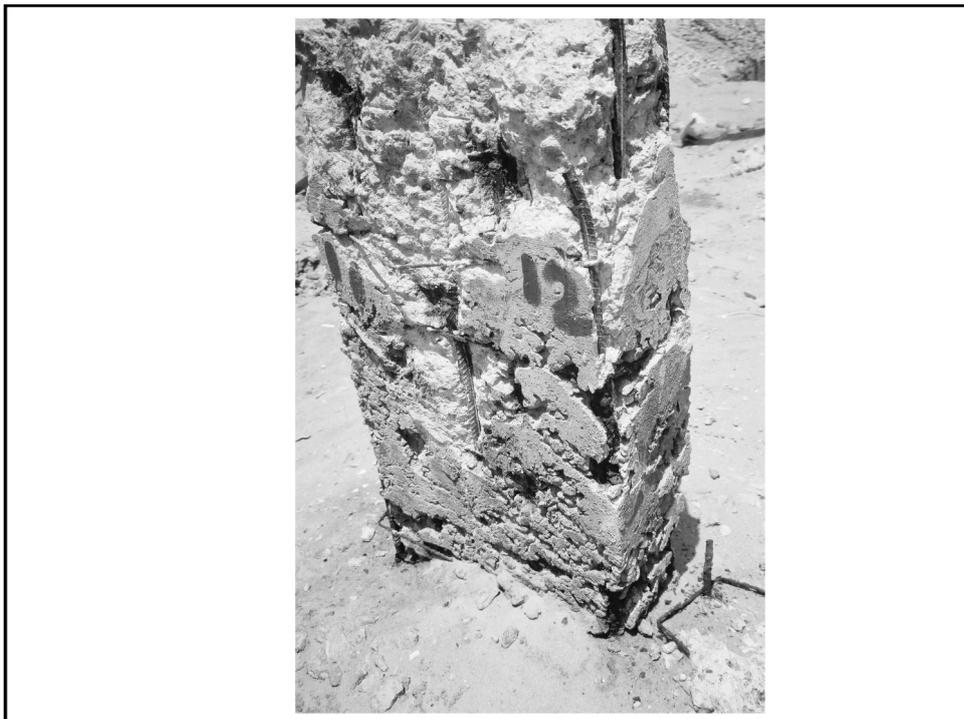
149



150



151



152



153



154



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

155



Ligação pilar - sapata com redução da seção transversal do pilar

156

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

157



Edifício Solar da Piedade, Boa Viagem, Recife PE

158



159



160



161



162



163



164

Goiânia, janeiro 2009

# Risco de desabamento

Ruptura da estrutura de um dos pilares de sustentação de edifício em construção na Capital levou a Defesa Civil a interditar a obra

Página B3



165

## Lección Renovada

### “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.

166

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 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.

167

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.*

168

