

IBRACON

"Aprendendo com os Acidentes Estruturais. Corrosão sob Tensão"

Paulo Helene

*Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Membro da fib(CEB-FIP) Service Life Model Code
Coordenador da Rede Rehabilitar CYTED
Vice-Presidente do IBRACON*

IE Instituto de Engenharia

São Paulo, 08 de maio de 2008

1

Corrosão sob Tensão

→ Sob tensão

→ Despassivada

- Carbonatação
- Cloretos
- Fissuração

2

FISSURAÇÃO SOB TENSÃO

 **FRAGILIZAÇÃO do AÇO**

 **(PRE) CONCEITOS USUAIS**

■ **ESTRUTURAS PROTENDIDAS**

■ **Estruturas Armadas**

■ **CLORETOS**

■ **Carbonatação**

3

Fissuração

- ✓ Retração
- ✓ Térmica
- ✓ Retração por carbonatação
- ✓ Expansão sulfatos
- ✓ Expansão álcali-agregado

- ✓ Mecânicas (cargas)

4

Fissuração

fib

Model Code for Service Life Design
Bulletin 34, 2006

item 3.3 → Cracks

$$C \geq 50\text{mm}$$

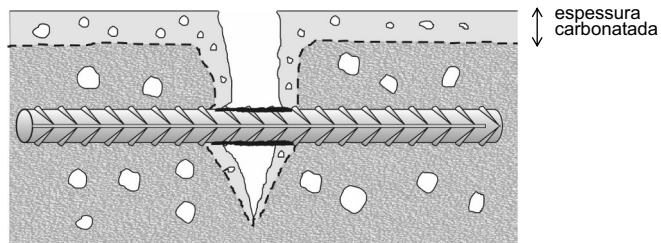
$$a/c \leq 0,50$$

$$w_k \leq 0,3\text{mm}$$

→ vida útil ≥ 50 anos!

5

FISSURAÇÃO



NBR 6118

$\leq 0,3$ mm interiores

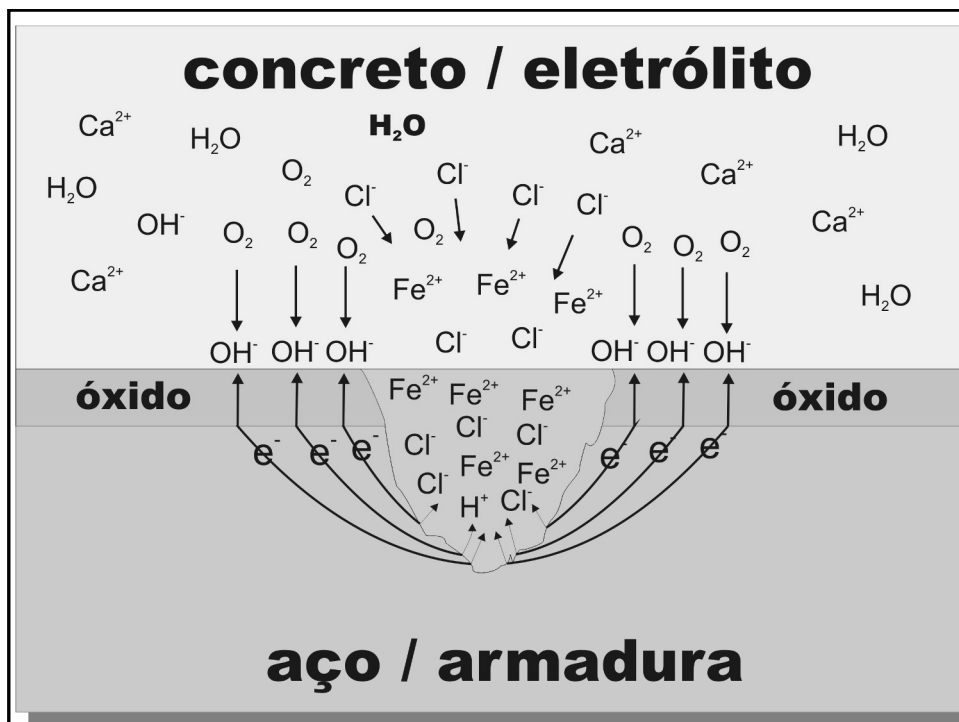
CEB

$\leq 0,4$ mm tanto faz!

6

Cloretos

7



8



9

“Tabuleiros de Pontes”

Nos locais sem fissura a penetração de cloretos a 5cm de profundidade leva, em média, 8anos para alcançar concentrações de $0,6\text{kg/m}^3$, e aos 20 anos de idade chega a $2,4\text{kg/m}^3$.

Pesquisa realizada em 57 pontes nos USA com idades de 2anos a 20anos.

Densidade de fissuras de $0,16\text{m/m}^2$ a $0,8\text{m/m}^2$. Aberturas de fissuras $< 0,3\text{mm}$.

LINDQUIST, J.E.D. et al. Effect of Cracking on Chloride Content in Concrete Bridge Decks. ACI Materials Journal, Dec. 2006, p. 467-73.

10

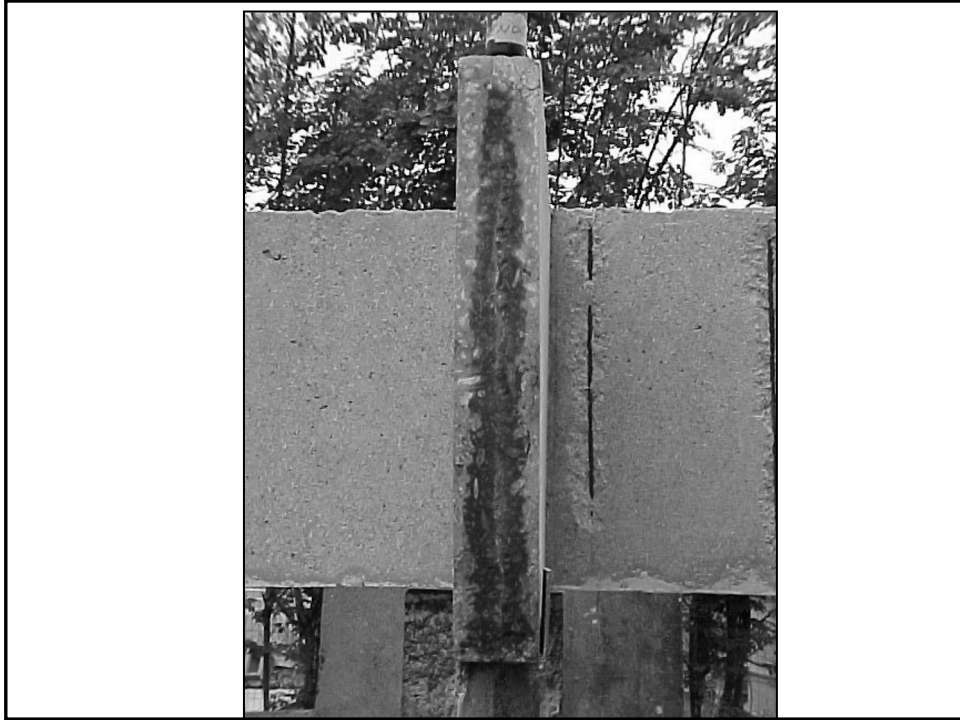
“Tabuleiros de Pontes”

Nos locais com fissura a penetração de cloretos a 5cm de profundidade leva, em média, 6 meses para alcançar concentrações de $0,6\text{kg/m}^3$, e aos 20 anos de idade chega a $5,4\text{kg/m}^3$.

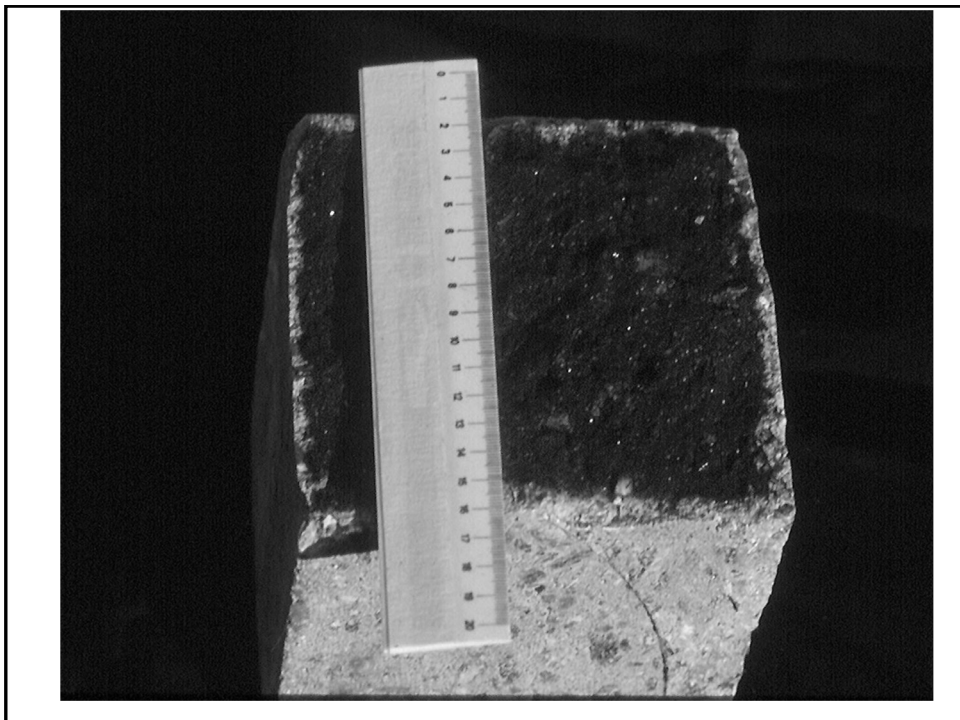
Pesquisa realizada em 57 pontes nos USA com idades de 2anos a 20anos.
Densidade de fissuras de $0,16\text{m/m}^2$ a $0,8\text{m/m}^2$. Aberturas de fissuras $< 0,3\text{mm}$.

(LINDQUIST, W.D. et ally. *Effect of Cracking on Chloride Content in Concrete Bridge Decks. ACI Materials Journal, Dec. 2006. p. 467-73*)

Carbonatação



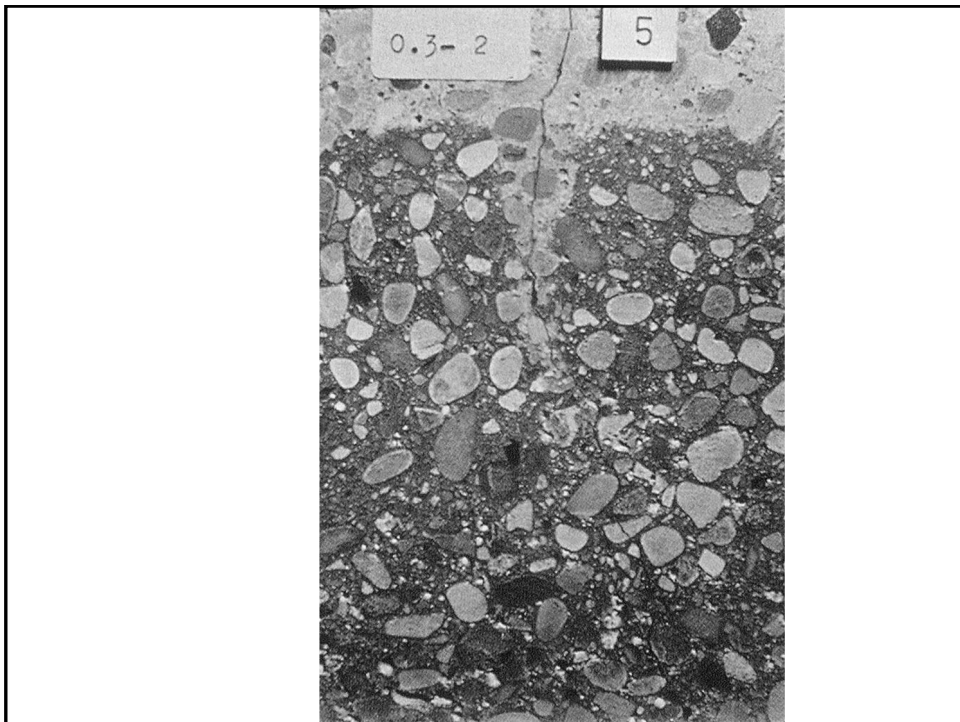
13



14

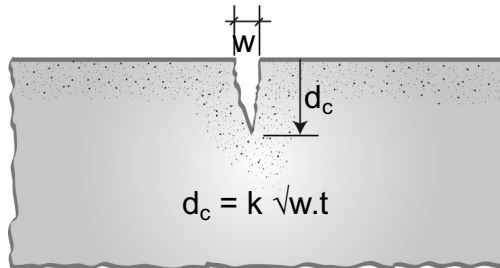


15



16

CARBONATAÇÃO NA FISSURA



Para dobrar d_c \Rightarrow $\begin{cases} w \times 4 \\ t \times 4 \end{cases}$

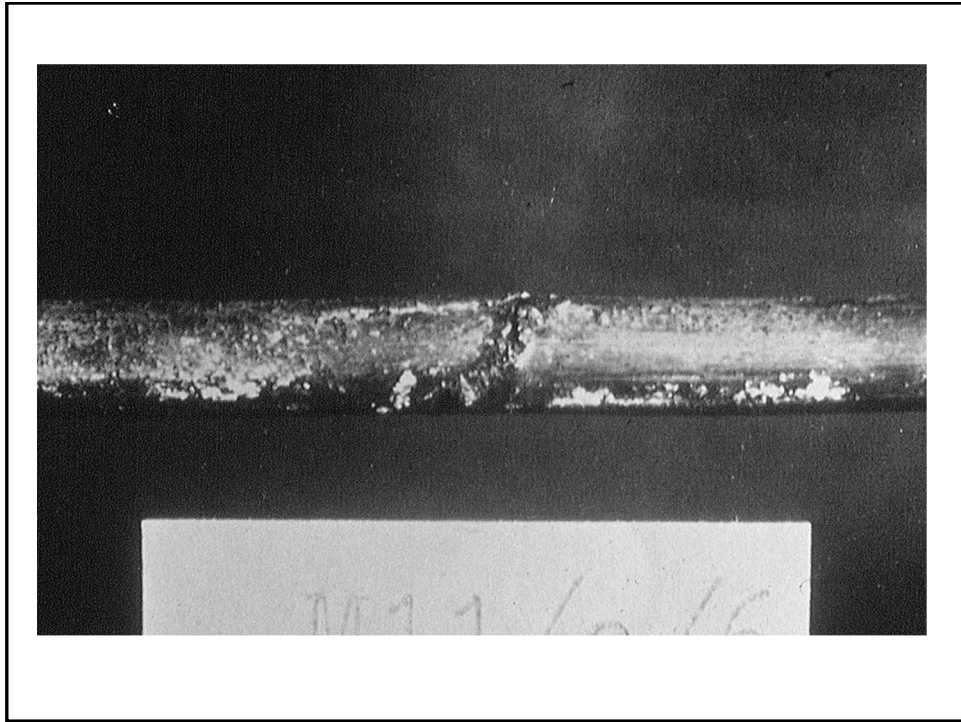
Para dobrar t \Rightarrow $\begin{cases} w : 2 \\ d_c \times \sqrt{2} \end{cases}$

17

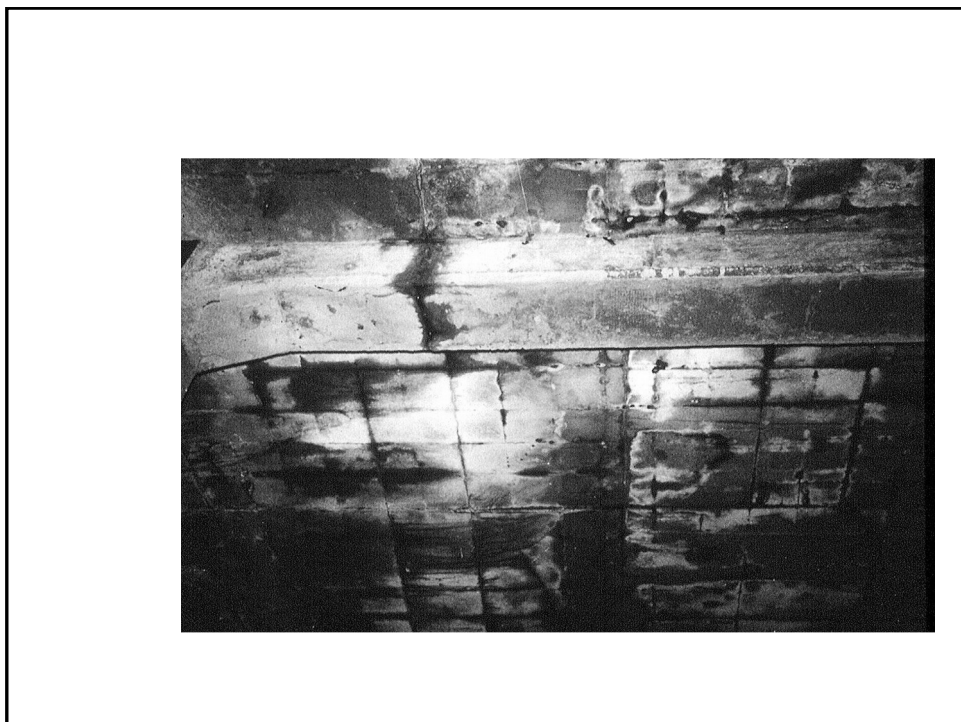
Consequências

- \blacktriangleright *cloretos*
- \blacktriangleright *carbonatação*

18



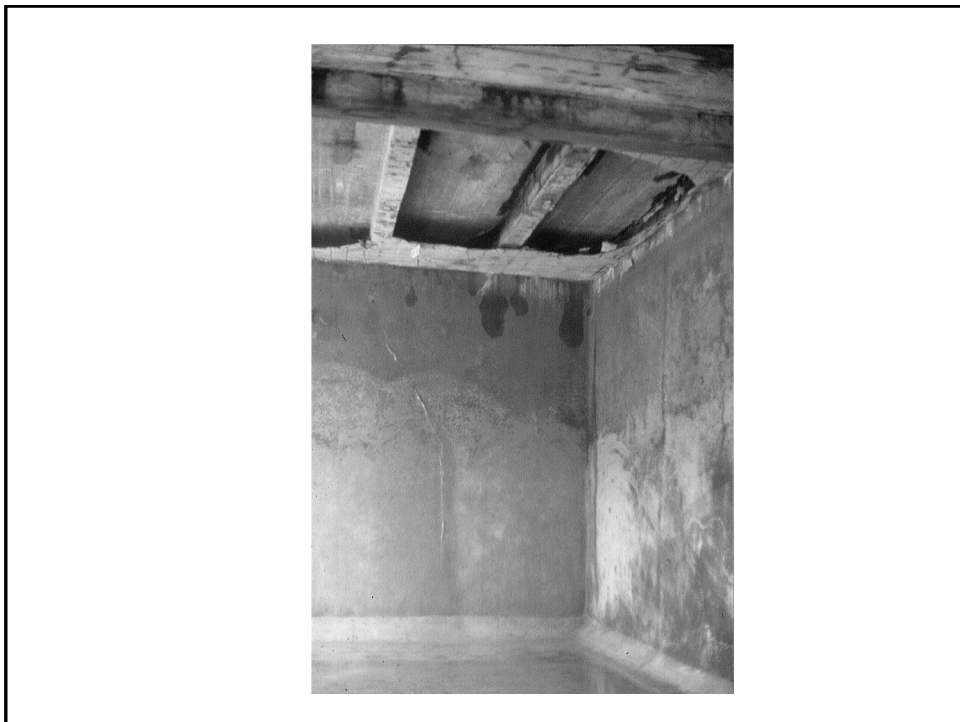
19



20



21



22



23



24

Comparação das Normas: ACI, CEB e NBR

Cobrimentos Nominais

25

Variáveis que influem na determinação do Cobrimento nominal

NBR	CEB	ACI
CEB	CEB	ACI
Elemento estrutural	Limites construtivos	Elemento estrutural
Presença de protensão		Presença de protensão
Limites construtivos		Limites construtivos
Limites construtivos	Limites construtivos	Limites construtivos
$\geq \frac{d_{max}}{4}$	$\geq \frac{d_{max}}{4}$	7 (#)
$\geq \frac{d_{max}}{3}$	$\geq \frac{d_{max}}{3}$	
$\geq 0,5 \frac{d_{max}}{f_{ct,pr}}$	Na ancoragem = 3#	
$d_{max} \leq 1,2 \cdot d_{min}$		

CAA - Classe de agressividade ambiental

26

Classes de agressividade ambiente

(adaptado das normas originais)

Norma	Classes de Agressividade ^o			
	Fraca	Moderada	Forte	Muito forte
ACI 318-02	--	--	oo	oo
CEB	I	II	III e IV	V
	Ambiente seco	Ambiente úmido	Ambiente úmido: Solo de decação / Marinho	Ambiente agressivo
NBR 6118-03	I	II	III	IV
	Rural / Submerso	Urbano	Marinho / Industrial	Industrial / Respingos de Mar ^o

* Segundo a NBR 6118-03

** O ACI apresenta apenas ressalvas e cuidados gerais relativos à situações de exposição muito agressivas (presença de cloretos, sulfatos etc).

27

CAA Forte e CAA Muito Forte

	CAA	
	III	IV
NBR (Laje)	35	45
NBR (Viga/Plar)	40	50
NBR (Protendida)	45	55
CEB (Todos)	50	oo
ACI (Laje) ^o	60	60
ACI (Viga/Plar) ^o	60	60
ACI (Laje - prot.) ^{oo}	37,5	37,5
ACI (Viga/plar - prot.) ^{oo}	60	60

^o Valores retirados dos comentários / a norma só cita que os valores devem ser aumentados

^{oo} Valores calculados / a norma diz que os valores devem ser aumentados em 50% w esses CAA

^{oo} Deve ser estudado de acordo com o ambiente ao qual a obra é exposta

28

Flechas

- NBR
 - Caso geral: 1/250
 - Caso especial: 1/350
- CEB
 - P/ simples verificação: 1/300
 - Limitada indiretamente pela relação altura/vão do elemento estrutural
- ACI
 - Limitada indiretamente pela relação altura/vão do elemento estrutural

29

Relação altura/vão (CEB)

$$\frac{l}{d} \leq \lambda = \lambda_0 k_T k_l \left(\frac{400}{f_{yk}} \right)$$

Onde:

λ_0 : f (sistema estrutural e nível de tensão no concreto)

$k_T = 1.0$ p/ relação mesa/alma < 3 ;

$= 0,8$ p/ relação mesa/alma > 3

$k_l = 7/l \leq 1$, com l em metros

f_{yk} : tensão limite do aço

30

Relação altura/vão (ACI)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE COMPUTED

Member	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

* Span length l is in millimeters.
 Values given shall be used directly for members with normal weight concrete ($w_c = 2300 \text{ kg/m}^3$) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
 a) For structural lightweight concrete having unit weight in the range 1500-2000 kg/m^3 , the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.0003w_c)$ but not less than 1.09, where w_c is the unit weight in kg/m^3 .
 b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

31

Relação altura/vão (ACI)

TABLE 9.5(c)—MINIMUM THICKNESS OF SLABS WITHOUT INTERIOR BEAMS

Yield strength, f_y , MPa*	Without drop panels [†]			With drop panels [†]		
	Exterior panels		Interior panels	Exterior panels		Interior panels
	Without edge beams	With edge beams [‡]		Without edge beams	With edge beams [‡]	
300	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
520	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

* For values of reinforcement yield strength between the values given in the table, minimum thickness shall be determined by linear interpolation.

[†] Drop panel is defined in 13.3.7.1 and 13.3.7.2.

[‡] Slabs with beams between columns along exterior edges. The value of α for the edge beam shall not be less than 0.8.

32

Variáveis que influem na determinação do Limite Máximo de Abertura de Fissuras		
NBR	CEB	ACI
CAA	CAA	CAA
Presença de protensão	Presença de protensão	Presença de protensão
<i>Presença de Protensão</i>	<i>Presença de Protensão</i>	<i>Presença de Protensão</i>
Pré ou Pós Tração	Pré ou Pós Tração	
Nível de Protensão		Nível de Protensão

CAA - Classes de agressividade Ambiental

33

w_k – Concreto Armado Simples

Norma	Classe de Agressividade⁽¹⁾			
	<i>Fraca</i>	<i>Moderada</i>	<i>Forte</i>	<i>Muito Forte</i>
CEB	(2)	0,3	0,3	(3)
ACI	(4)	(4)	(5)	(5)
NBR	0,4	0,3	0,2	0,2

(1) Segundo a NBR 6118-03

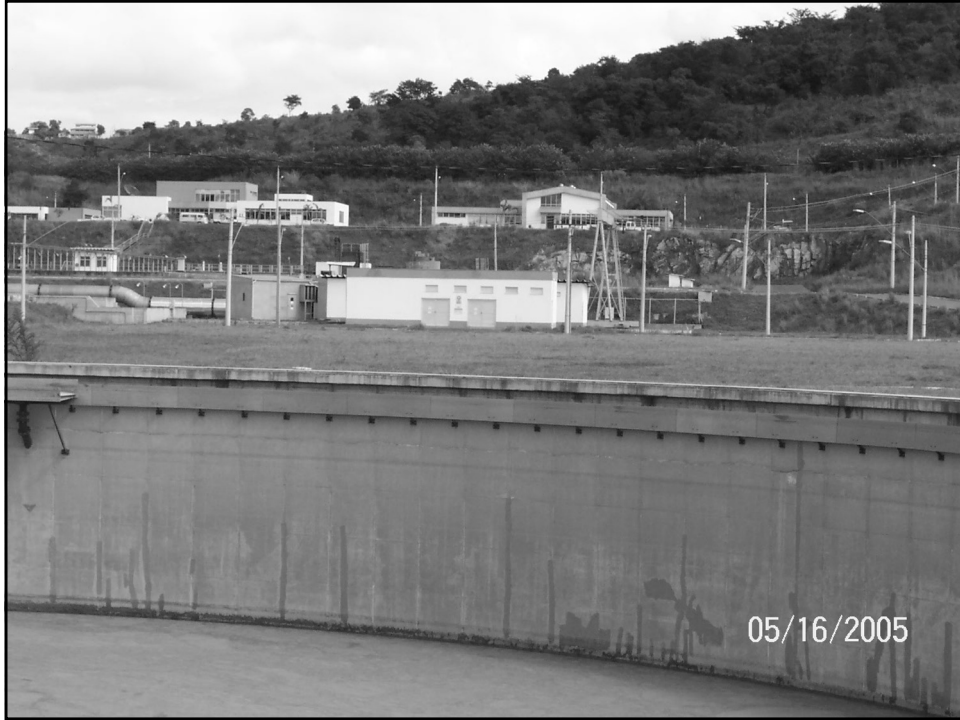
(2) Permite relaxar os valores de aberturas de fissuras para valores maiores

(3) A ser definido em acordo com o cliente dependendo da espessura e qualidade do concreto e camadas de proteção adicionais

(4) Para agressividades ambientais fraca e moderada controla-se o espaçamento do reforço mais próximo à face em tensão do elemento

(5) Precisa-se de precauções e investigações especiais

34



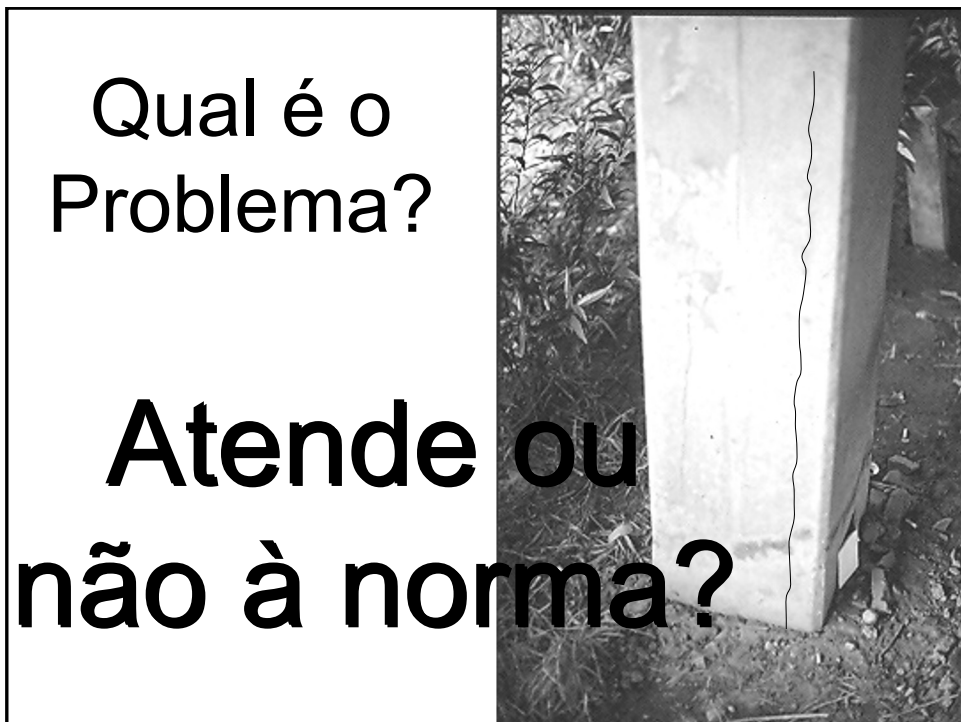
35



36



37



38

Fissuras

CAUSA

CONSEQUÊNCIA

39

ELU – Estado Limite Último

(NBR 6118 itens 3.2.1)

Estado limite relacionado ao colapso, ou a qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso da estrutura.

40

ELU – Estado Limite Último

(NBR 6118 itens 10.3/16.2.3)

Deve ser verificado:

- Perda de equilíbrio da estrutura admitida como corpo rígido;
- Ruptura dos elementos estruturais.

41

ELS – Estado limite de Serviço

(NBR 6118 item 10.4)

Estados limites de serviço são aqueles relacionados à durabilidade das estruturas, aparência, conforto do usuário e à boa utilização funcional das mesmas, seja em relação às máquinas e aos equipamentos utilizados.

42

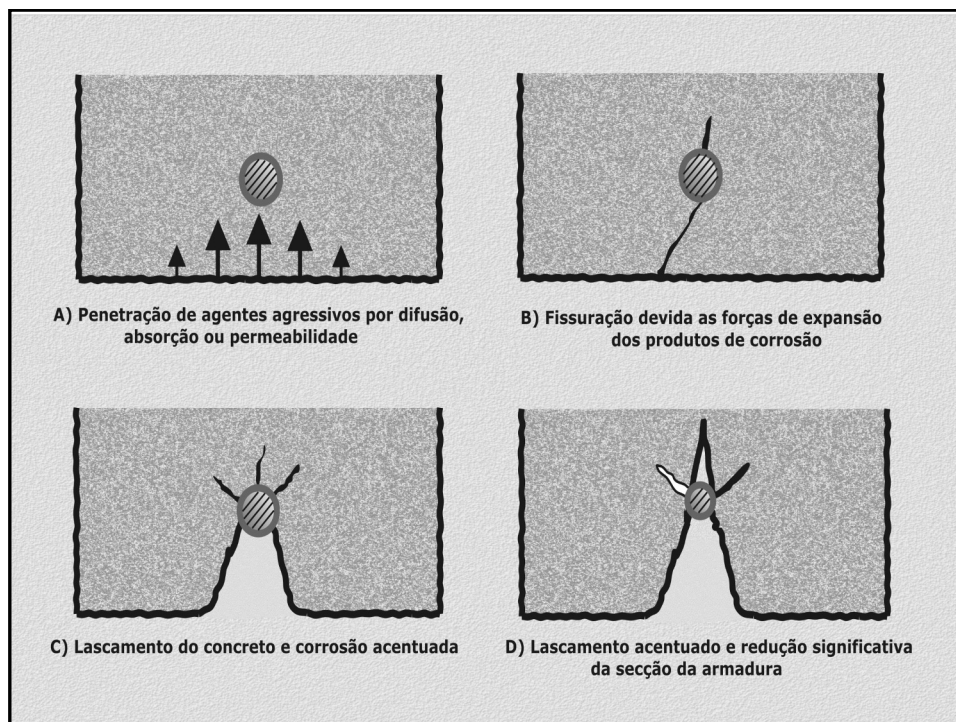
ELS – Estado limite de Serviço

(NBR 6118 itens 10.4/16.2.4)

Devem ser verificados:

- **Deformações excessivas** (item 13.3); (1/250 a 1/750)
- **Fissuração** (item 13.4); w_k (0,4mm; 0,2mm)
- **Vibração excessiva**;
- **Outros ????????**.

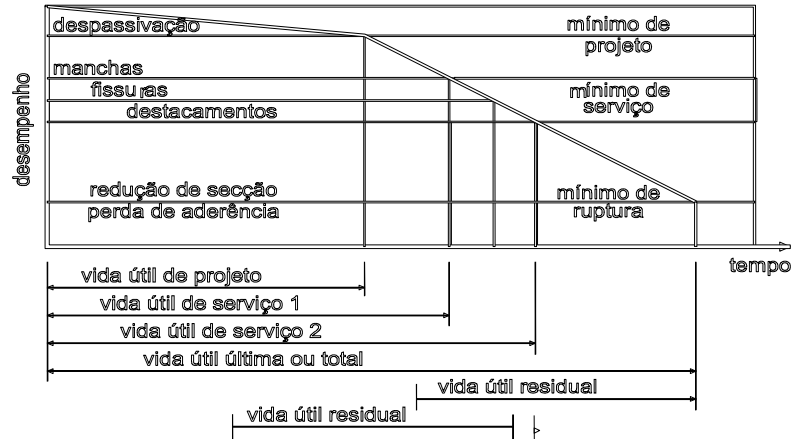
43



44

comentários

Vida Útil



Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando-se por referência o fenômeno de corrosão das armaduras

45

diretrizes

Mecanismos de envelhecimento

Relativos ao concreto:

- lixiviação
- expansão
- intemperismo

Relativos à armadura:

- carbonatação
- cloretos

46

diretrizes

Mecanismos de envelhecimento

Relativos à estrutura:

regra dos 4C

- Compactação ou adensamento
- Cura efetiva
- Composição ou traço do concreto
- Cobrimento

47

critérios

Estrutura

- a) prever drenagem eficiente;
- b) evitar formas arquitetônicas e estruturais inadequadas;
- c) garantir concreto de qualidade apropriada, particularmente nas regiões superficiais dos elementos estruturais;
- d) garantir cobrimentos de concreto apropriados para proteção às armaduras;
- e) detalhar adequadamente as armaduras;
- f) controlar a fissuração das peças;
- g) prever espessuras de sacrifício ou revestimentos protetores em regiões sob condições de exposição ambiental muito agressivas; e
- h) definir um plano de inspeção e manutenção preventiva.

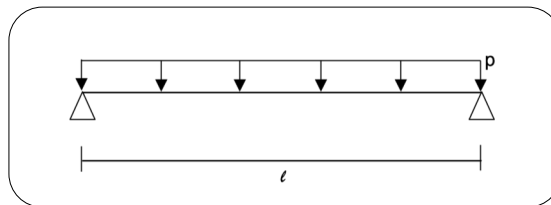
48

Aplicação

Comparação de duas vigas de concreto armado situadas num ambiente marinho, correspondente à Classe de Agressividade Ambiental 4 da NBR-6118, e à região com risco de corrosão segundo o ACI 318-02.

49

Cenário



- Trata-se de uma viga simplesmente apoiada situada em ambiente marinho submetida ao seguinte carregamento:
 - Carregamento permanente: 5 kN/m (DL)
 - Carregamento acidental: 4,5 kN/m (LL)

50

Parâmetros iniciais

$b = 25,4 \text{ cm}$ (adotado)

Momento = 173 kN.m

$h = ???$

Armadura = ????

Aço CA-50 para NBR 6118

Aço CA-42 para ACI 318

51

Exigência das Normas

ACI 318

Para splash zone

- Cobrimento*:
- 60 mm R.7.7.5
- Classe de concreto:
 $f'_c = 35 \text{ MPa}$ 4.2.2

NBR 6118

Para maré

- Cobrimento:
- 50 mm
- Classe de concreto:
 $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

52

Exigência das Normas

ACI 318

$$f_c:$$

$$f_{cr} = f_c + 1,34s$$

$$f_{cr} = f_c + 2,33s - 3,45$$

(5.3.2.1)

Módulo de elasticidade

$$E = 4700 * f_c'^{1/2}$$

$$E = 27,8 \text{ GPa}$$

NBR 6118

$$f_{ck}:$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 1,65s$$

(NBR-12655 5.5.3.2.1)

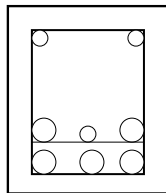
Módulo de elasticidade

$$E = 4760 * f_{ck}^{1/2}$$

$$E = 26,1 \text{ GPa}$$

53

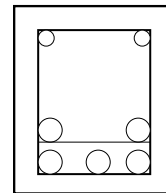
Dimensionamento



Aço = + 12%

C1 = 0%

C2 = - 10%



ACI 318

h = 36 cm

armadura

5 ϕ 20mm + 1 ϕ 16mm

Satisfaz flecha / fluência

NBR 6118

h = 36 cm

h = 40 cm (utilidade)

armadura

5 ϕ 20mm

Satisfaz flecha / fluência

54

Dimensionamento Vida Útil ambiente de agressividade forte grau IV

35 MPa



6 cm

ACI 318

40 MPa



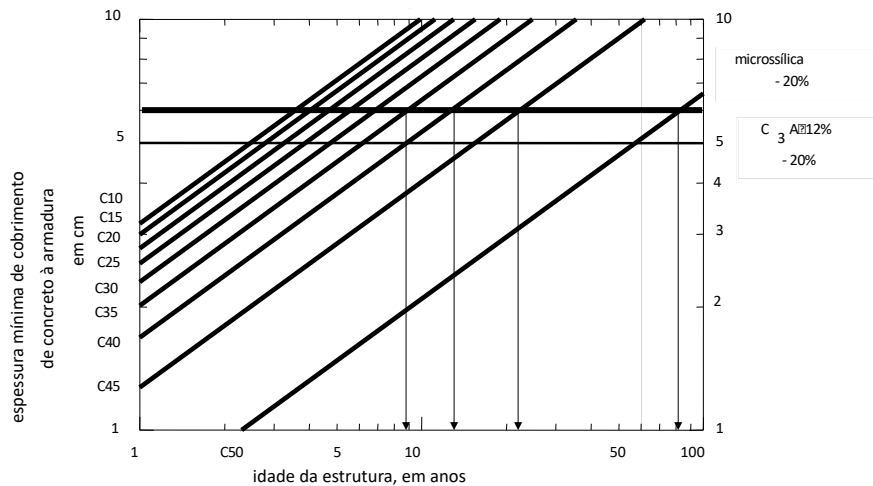
5 cm

NBR 6118

55

comentários

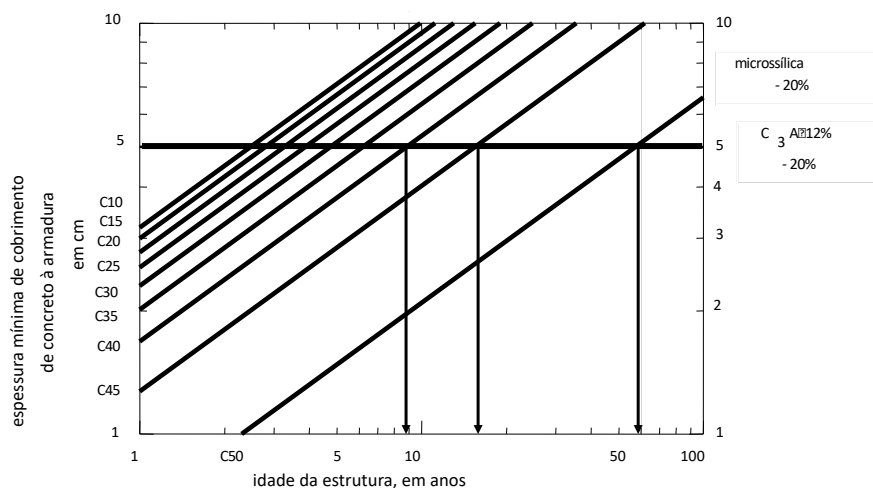
Difusão de cloretos em faces externas
de componentes estruturais de concreto
expostos à zona de respingos de maré



56

comentários

Difusão de cloretos em faces externas de componentes estruturais de concreto expostos à zona de respingos de maré



57

Riscos nas Inspeções de Rotina

ou

Manutenção e risco de perdas de vidas humanas

58

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

59

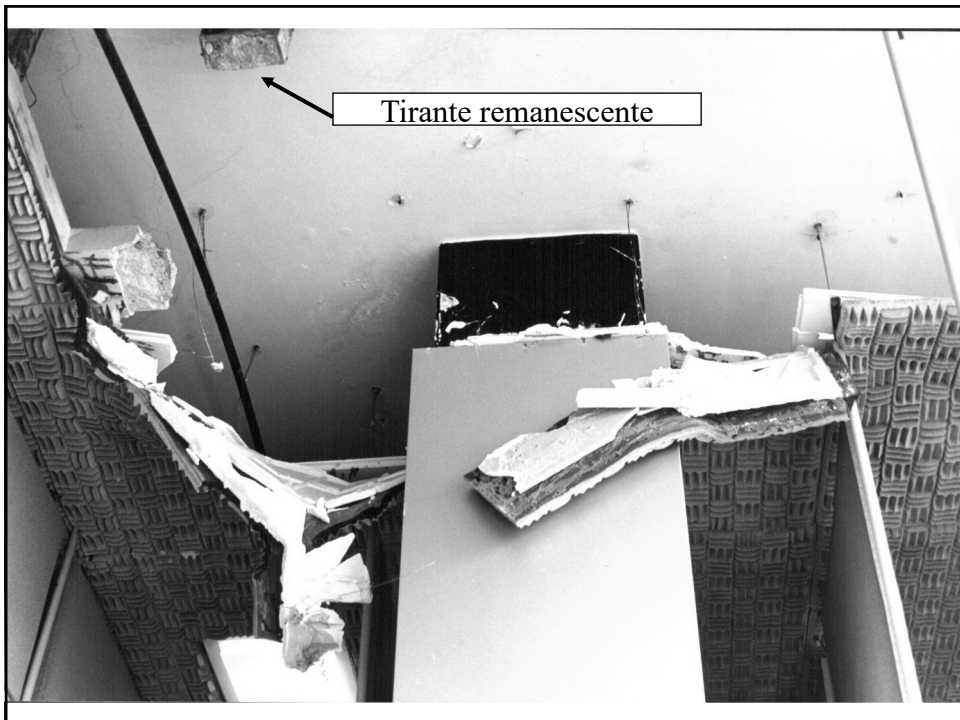
ACIDENTE

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

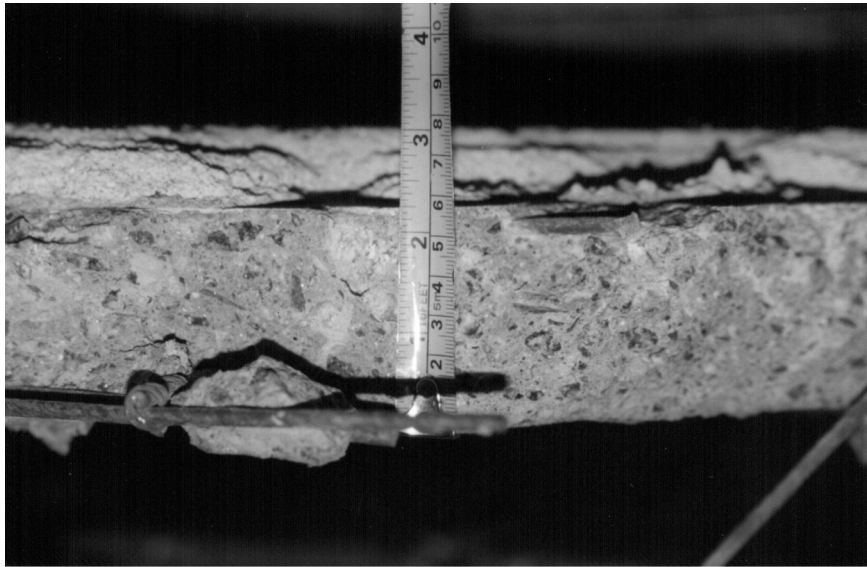
60



61

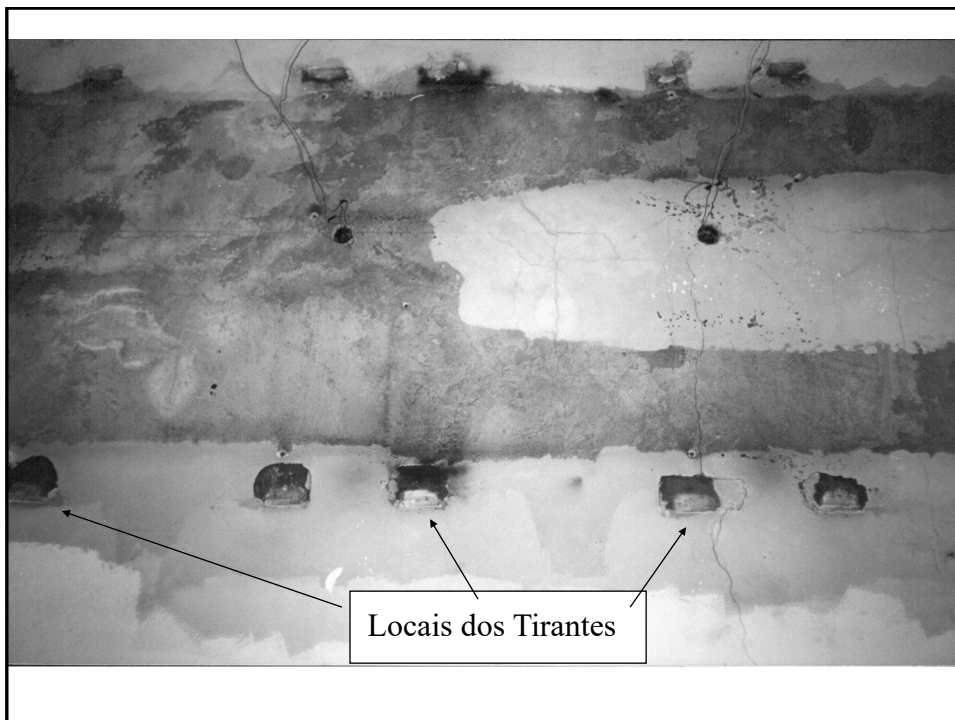


62



espessura da laje suplementar

63



Locais dos Tirantes

64

O PROBLEMA PATOLÓGICO

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

65

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 (agravante)?
3. Solução técnica incompatível com as condições necessárias para estabilidade e durabilidade da estrutura, apesar de não infringir as normas da ABNT ?

66

ENSAIOS REALIZADOS

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

67

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.**

68



69



70



71



72

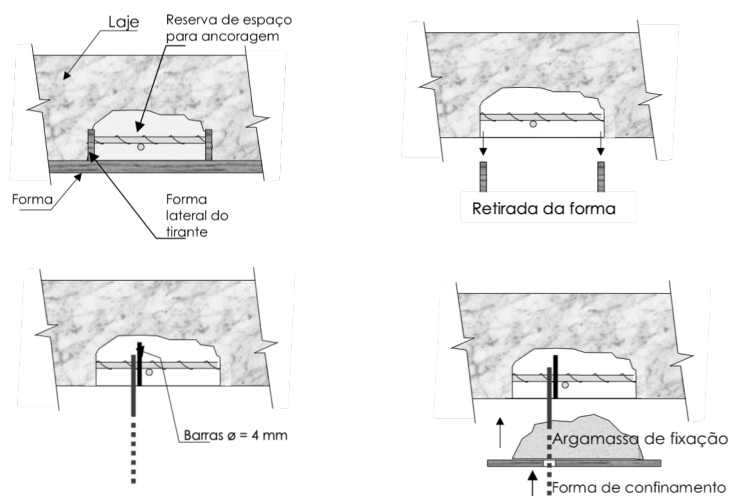
VERIFICAÇÃO DAS HIPÓTESES

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.

73

Seqüência provável de execução dos tirantes



74



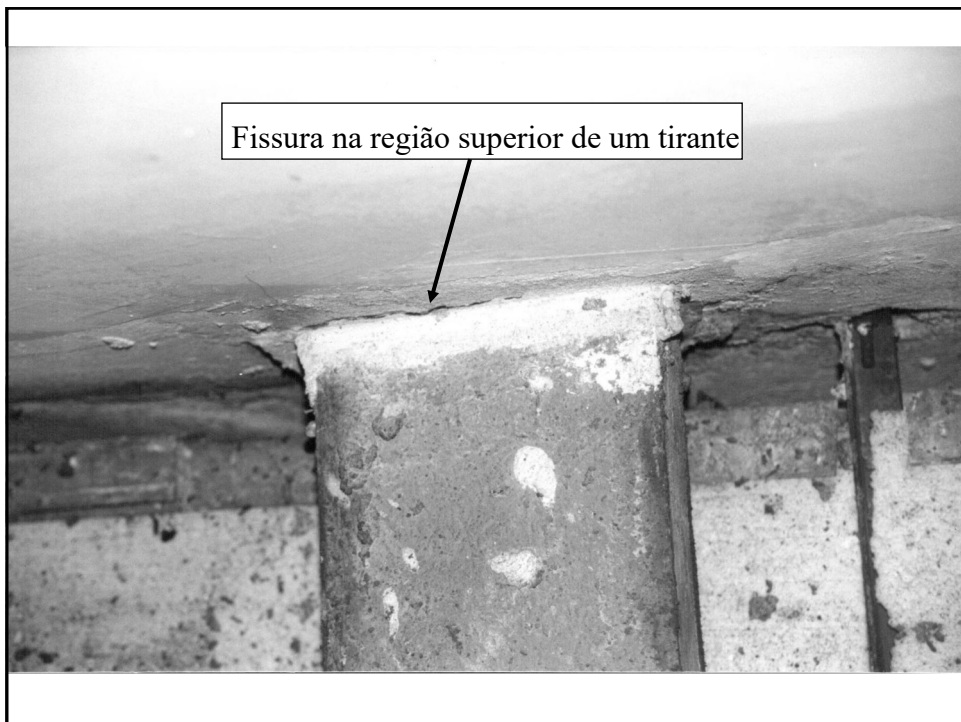
75



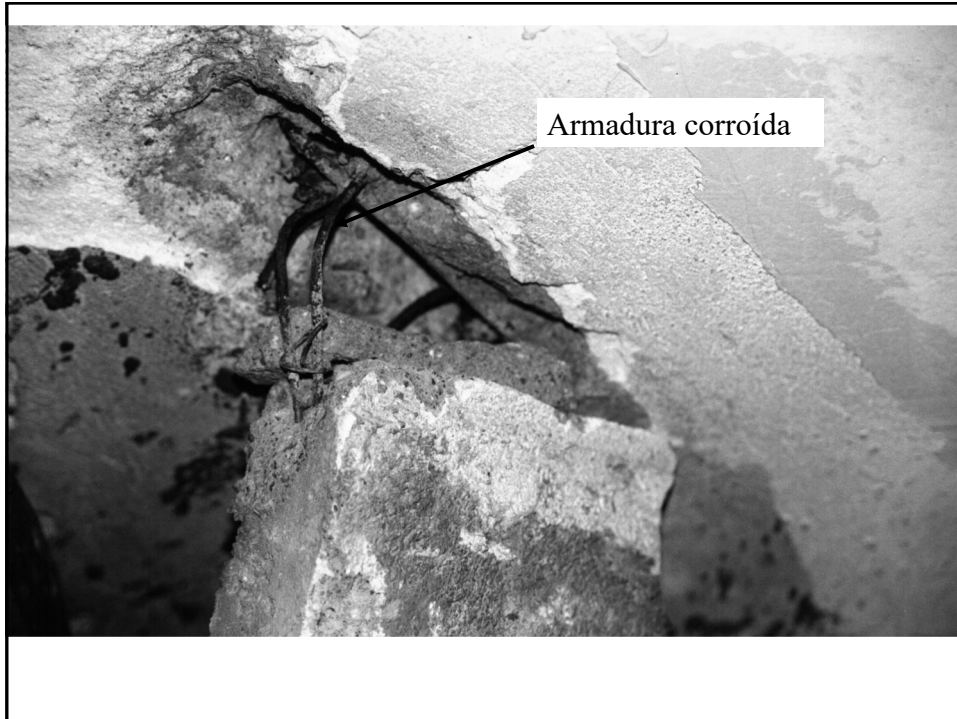
76



77



78



79

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.

80

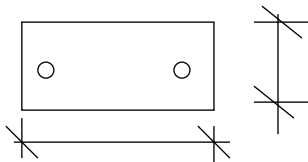
No dimensionamento de tirantes de concreto armado, a NBR 6118 e as normas anteriores que a antecederam, recomendam a verificação de duas condições de segurança :

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

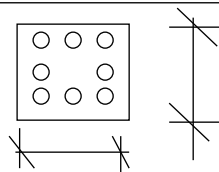
Em local protegido no interior das edificações a abertura característica de fissura ELS, pode chegar a 0,3mm, o que conduz a número menor de barras para suportar a carga da laje suplementar

81

**Situação encontrada
no caso em questão**



**Situação aconselhável
redundância**



82

A experiencia recomenda que o cálculo de tirantes de concreto armado, leve em conta o enorme risco de corrosão localizada das armaduras com conseqüente 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.

83

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.

84



Edifício de escritórios

Brasília

85



Edifício Escritórios

Brasília → 1999

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

um cabo colapsa → estrondo seco

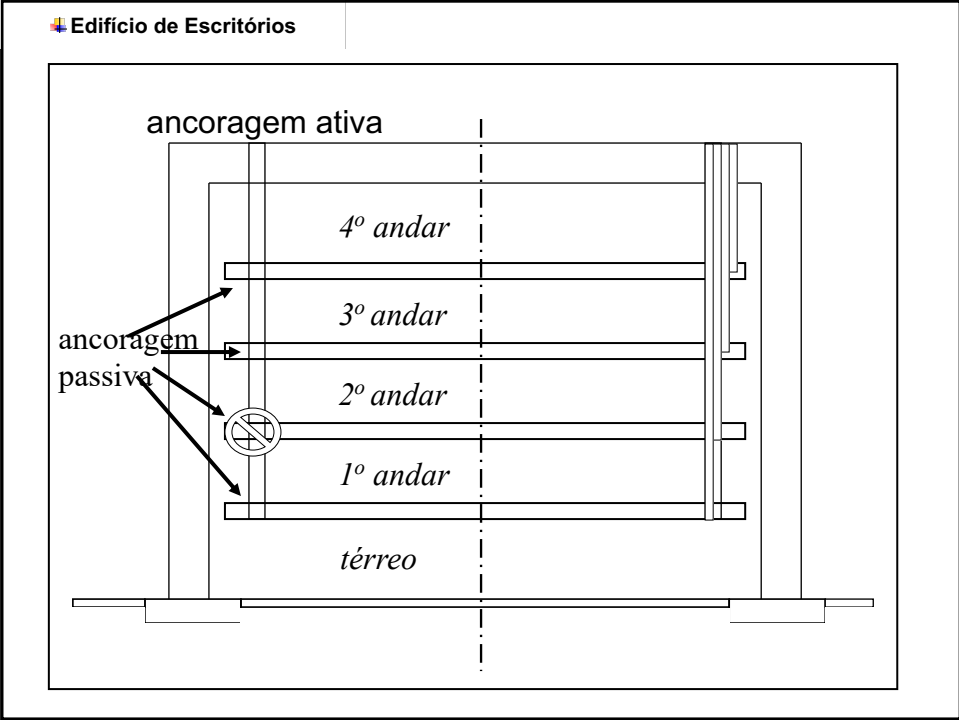
→ a laje inclina

→ mesas e cadeiras escorregam

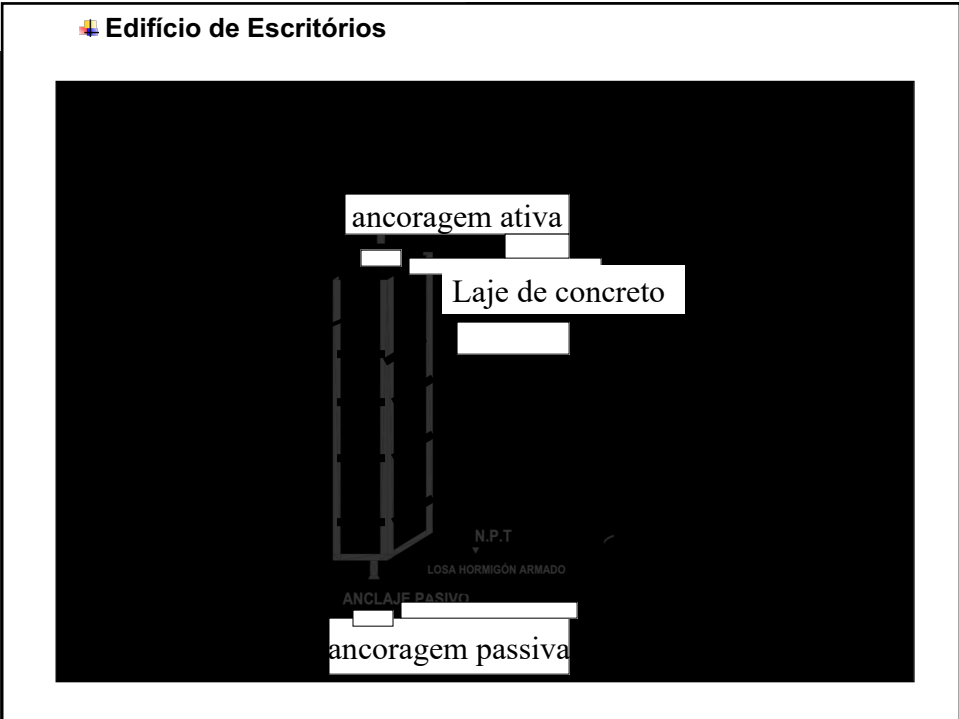
→ usuários correm muito assustados

→ grande preocupação com o estante

86



87



88

🏗️ Edifício de Escritórios

16 lajes → 300 m² / por andar
4 andares mais térreo
20.000 m² 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

89

🏗️ Edifício de Escritórios

18
cordoalhas

expostas na gaiola
de aço

bainha galvanizada

laje de
concreto
armado
48 cm

grout

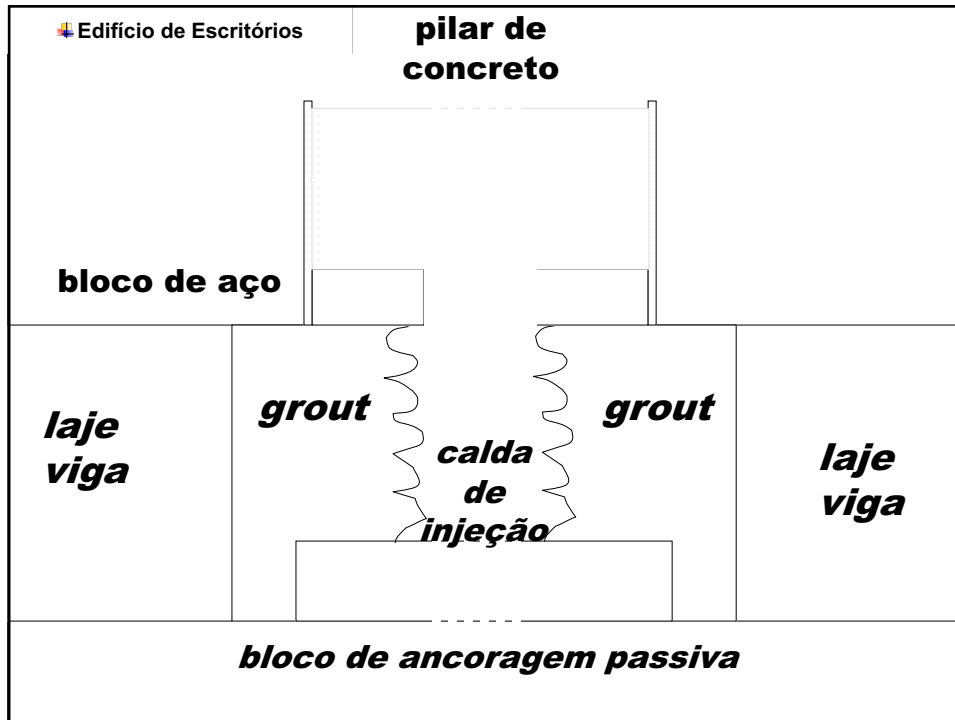
*calda
de
injeção*

grout

laje de
concreto
armado
48 cm

bloco de ancoragem passiva

90



91

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

92

Conclusão e Solução

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

**Projeto errado
Materiais
inadequados
(com Cl⁻)**

**Troca de
todas as
ancoragens**

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

93



MARQUISES

Rio de Janeiro, Porto

Alegre, São Paulo,

Recife, Salvador...

94

O 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**

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

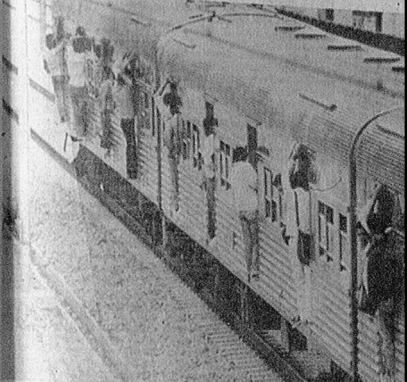
Nove pessoas morreram, entre as quais uma criança, dez ficaram gravemente feridas e outras 30 sofrem escoriações leves com o desabamento, ontem à tarde, da marquise da Loja Arapuá, no centro de Porto Alegre, na rua Doutor Flores. No momento do acidente, muitas crianças estavam na frente do prédio, recebendo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



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

CADERNO 2
Cícero Dias fala de pintar e viver
Aos 82 anos de idade e 60 de pintura, o artista

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...
Ciência e Tecnol...
Classificação...
Comportamento...
Economia...
Educação...
Esportes...

DINOSSAURO
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 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 Anarái (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 enchimas há 180 anos". **São Paulo**

CASAÇÃO
FERNANDO RODRIGUES de Socorro de Freitas
O deputado Sérgio Naya (sem partido-MD) 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
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...

ZAPORANGIA

DESABAMENTOS

Marquise esmagou um bancário de 23 anos

A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas

Por **ULISSES ALMEIDA NENE**
Jornalista do Folha 011

Várias falhas na construção da marquise do prédio do Lloyd's Bank International 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 55 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 da 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 tapetor 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 10h30, naquela área, estão concentrados vários bancos e **Júlio César** trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviços das Torres Kemmer, na Asa Sulista. 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's Bank.

O bancário **Felício José Dupont**, 27 anos, presenciou o fato. Ele seguia para o Banco Meridional caminhando pelo meio da rua, segundo afirmou, para evitar as guardas-chuva das pessoas que transitavam pelas calçadas. Nem bem ele passou em frente ao Lloyd's e ouviu o estrondo, como uma bomba. Apavorado, viu as quatro toneladas desabararem no chão. Logo ele e as pessoas que se aglomeraram no local notaram que havia algum embalo de marquise. Quando perceberam que o raspo caía 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 10h30, naquela área, estão concentrados vários bancos e **Júlio César** trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviços das Torres Kemmer, na Asa Sulista. 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's Bank.

O bancário **Felício José Dupont**, 27 anos, presenciou o fato. Ele seguia para o Banco Meridional caminhando pelo meio da rua, segundo afirmou, para evitar as guardas-chuva das pessoas que transitavam pelas calçadas. Nem bem ele passou em frente ao Lloyd's e ouviu o estrondo, como uma bomba. Apavorado, viu as quatro toneladas desabararem no chão. Logo ele e as pessoas que se aglomeraram no local notaram que havia algum embalo de marquise. Quando perceberam que o raspo caía 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's.

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 raspo leve e criou estagnado, 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 desmontada, em trabalhos vagarosos 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. As 10h. Ele explicou que perfuraram no banco seis das quinze andares do prédio, que foi construído em 1974. Os fundamentos 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 da 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.

Engenheiro e Arquiteta (CREA), Luis Fernando Odeiro, 30 anos, e Luis Augusto Ercola, 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 Pachin, da Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), disse que os técnicos da Secretaria estavam ali apenas fazendo "uma verificação", nada para fins de inquirição ou processo. Mas, juntamente com diversos colegas à sua volta, enumerou várias falhas que, numa rápida averiguação, puderam ser constatadas:

"O cascalho 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 fundações de escoamento d'água estavam entupidas". Por isso, o engenheiro da SMOV acredita que as chuvas que caíram




Júlio César era funcionário de Bradesco

Loja desaba e mata nove no S

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

PORTO ALEGRE — Uma criança de 23 anos morreu e nove ficaram feridos quando uma loja desabou no centro de Porto Alegre, ontem, às 10h30. O acidente ocorreu em uma promoção que distribuiu balas e bombons em crianças. A loja desabou sobre as crianças e os adultos que estavam presentes. O prédio desabou sobre as crianças e os adultos que estavam presentes. O prédio desabou sobre as crianças e os adultos que estavam presentes.

Relatório da Dersa fica pronto este mês

O relatório da Dersa sobre o acidente com o ônibus que se desintegrou ao tentar fazer uma curva em uma rua de Porto Alegre, ficará pronto este mês. O relatório será entregue ao Conselho Municipal de Defesa do Consumidor.

Blqueio da BR-116 terá policiamento

O bloqueio da BR-116 terá policiamento reforçado. A Polícia Militar de Porto Alegre aumentará o número de policiais no local para garantir a segurança dos participantes.

INO JAZZ.

ERCA 11/10.



99

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)

da Reportagem Local

As marquises da 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 Carlos Biago, 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 ilhada 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 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).

Barreira 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 m². (R9)

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

da Reportagem Local

Técnica de relaxamento no trânsito: ligar o rádio.

APRESENTA MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS

scallam
1957
A rádio anti-estresse

100

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

101



Vista geral da marquise mostrando a parte desabada e a remanescente

Edifício Mercúrio – Copacabana

17:30h, 8 novembro 1990

102



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

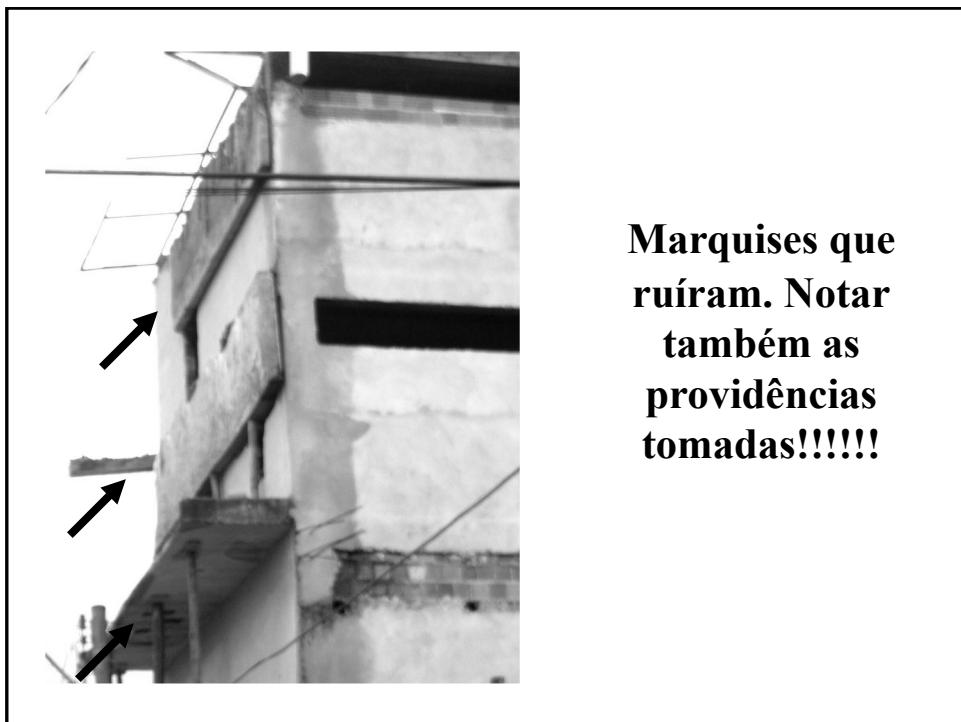
103

Marquise
Jardim Bicão
São Carlos, SP
Obra NOVA!
2003

104



105



106

LIÇÕES

- Utilizar cobrimentos superiores a 50mm;
- Utilizar concretos com a/c inferiores a 0,5, > de 35MPa;
- Utilizar armadura de compressão suficiente para “pendurar” a marquise;
- Inspeccionar periodicamente (POA, BUE, NY, Salvador, etc.)

107



PONTE do SOCORRO

São Paulo, 28 junho 1988

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

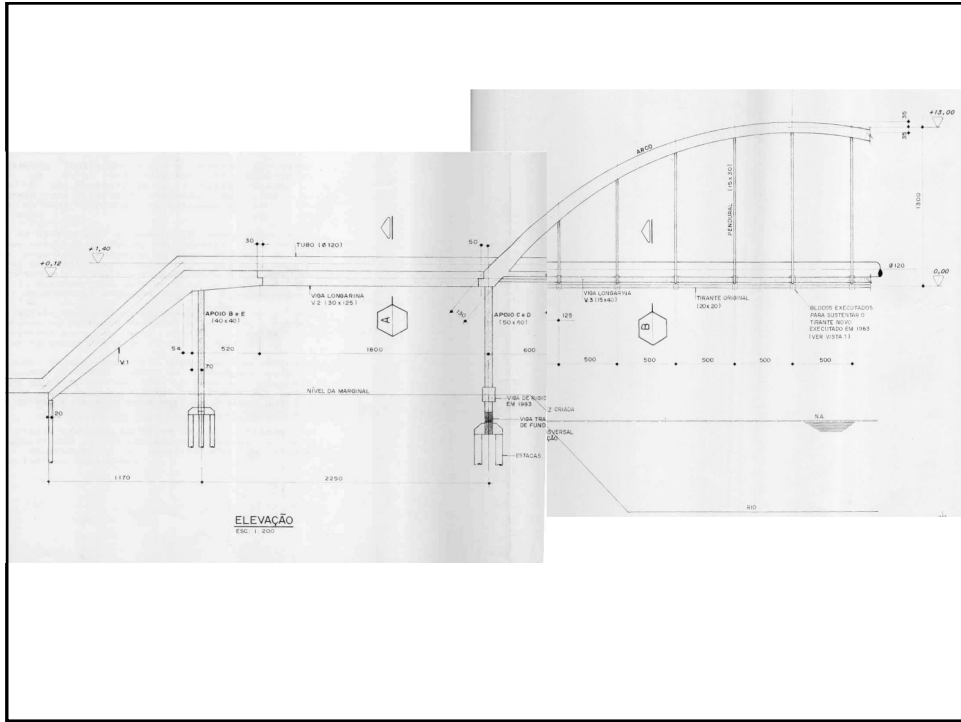
108



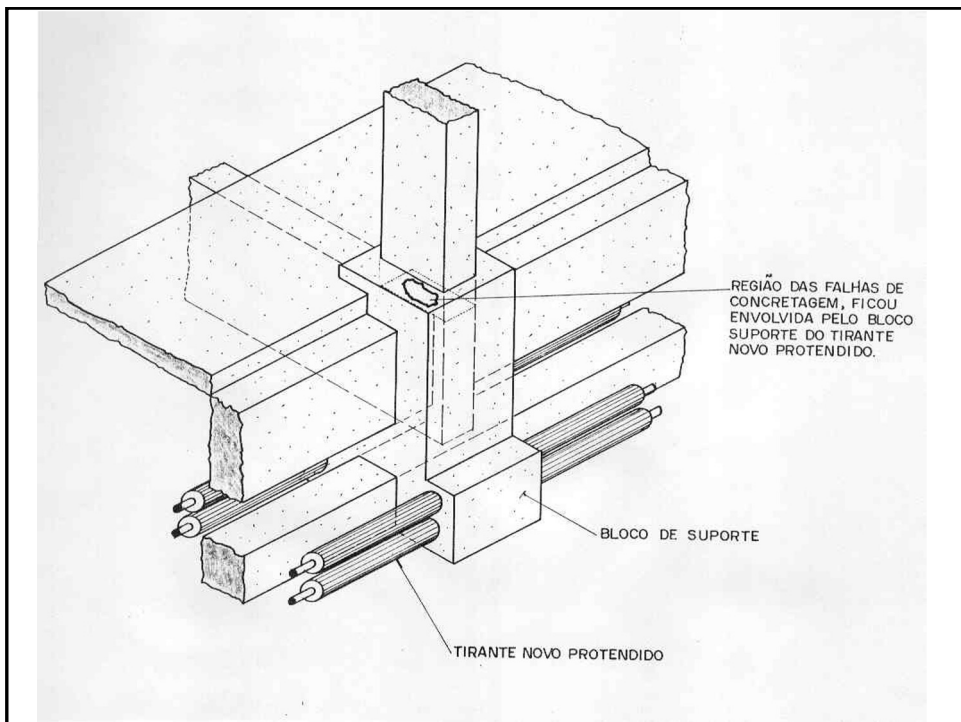
109



110



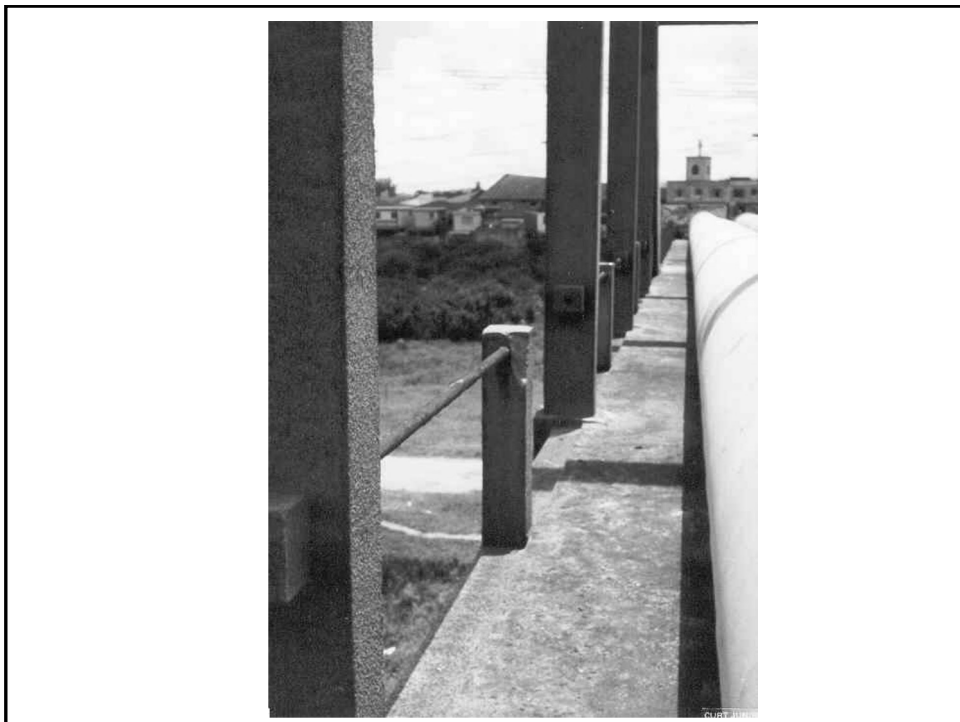
111



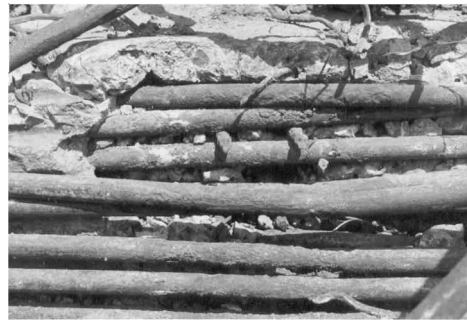
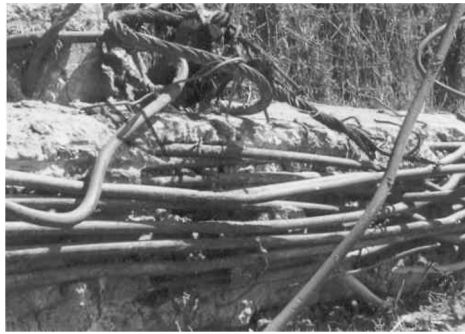
112



113



114



115

PONTE DOS REMÉDIOS

São Paulo, 1997

Laudo 6 meses antes

36 anos

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

Custo = 3 vezes uma ponte nova

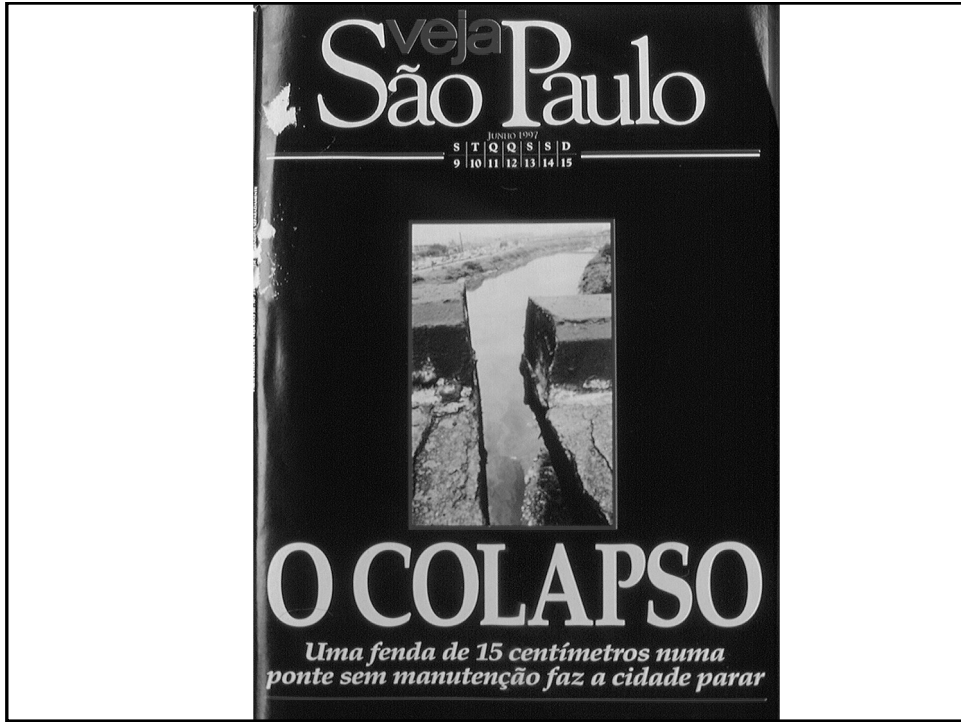
116



117



118



119



120

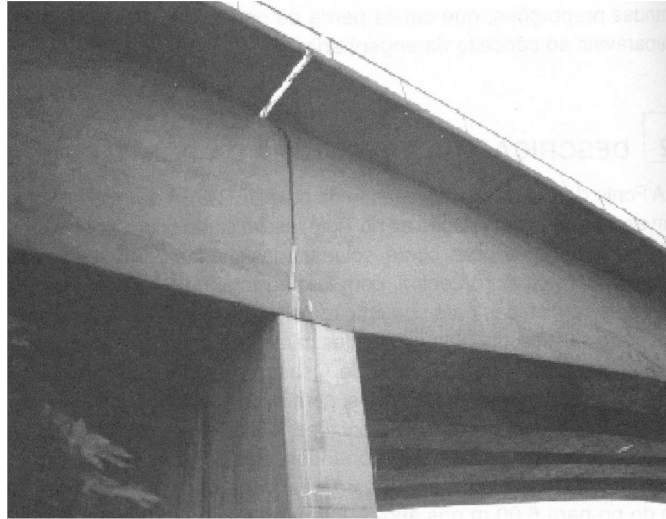


121



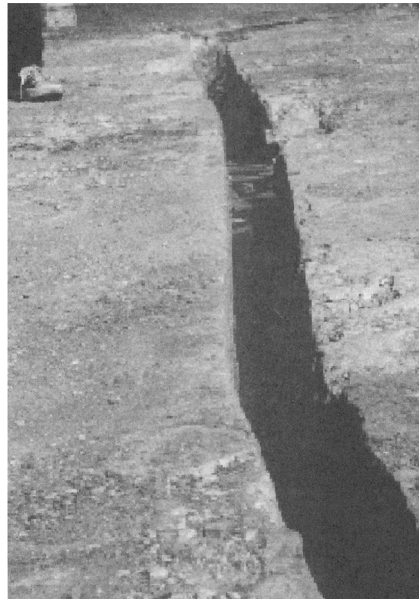
122

Ponte dos Remédios



Vista lateral da rachadura

123

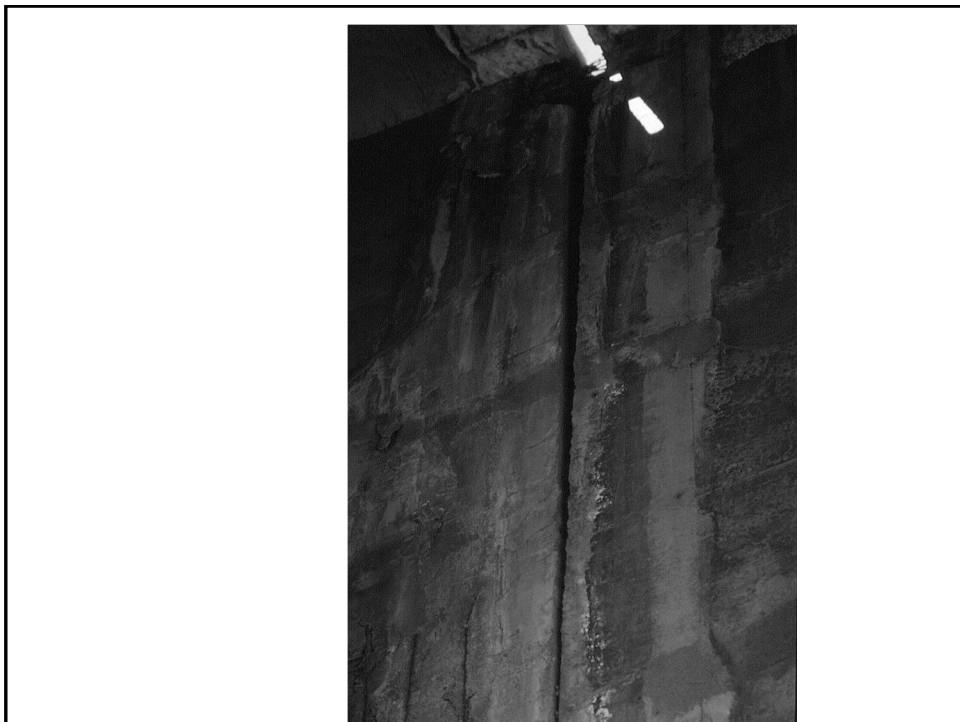


Vista superior da rachadura

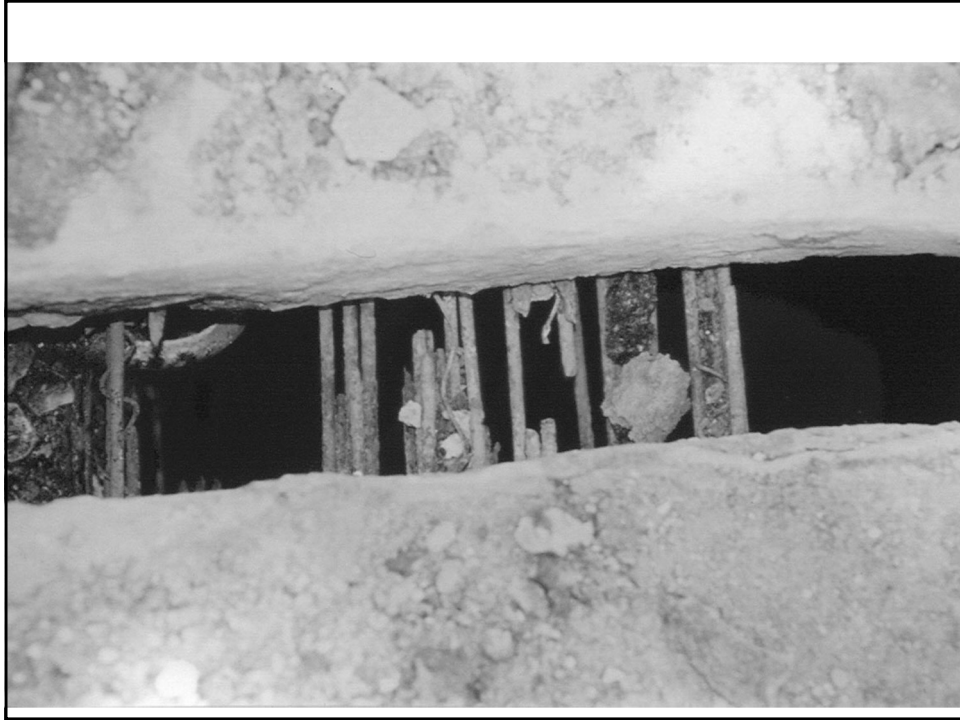
124



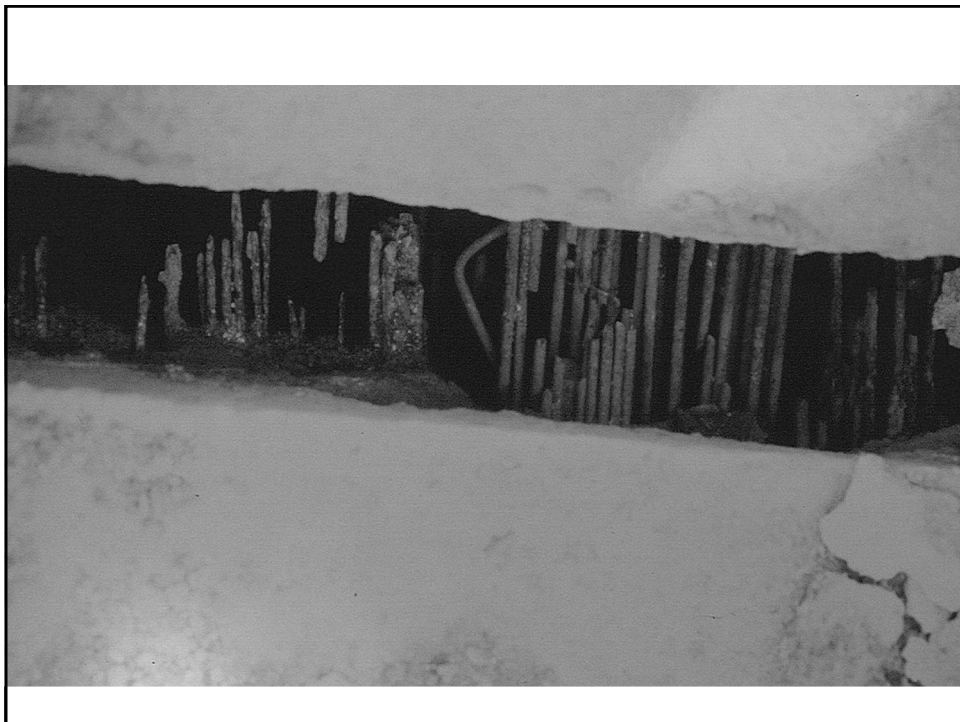
125



126



127



128

SILO de CEREAIS

Santa Catarina, 1995

Laudo de vistoria 2 meses antes

21 anos

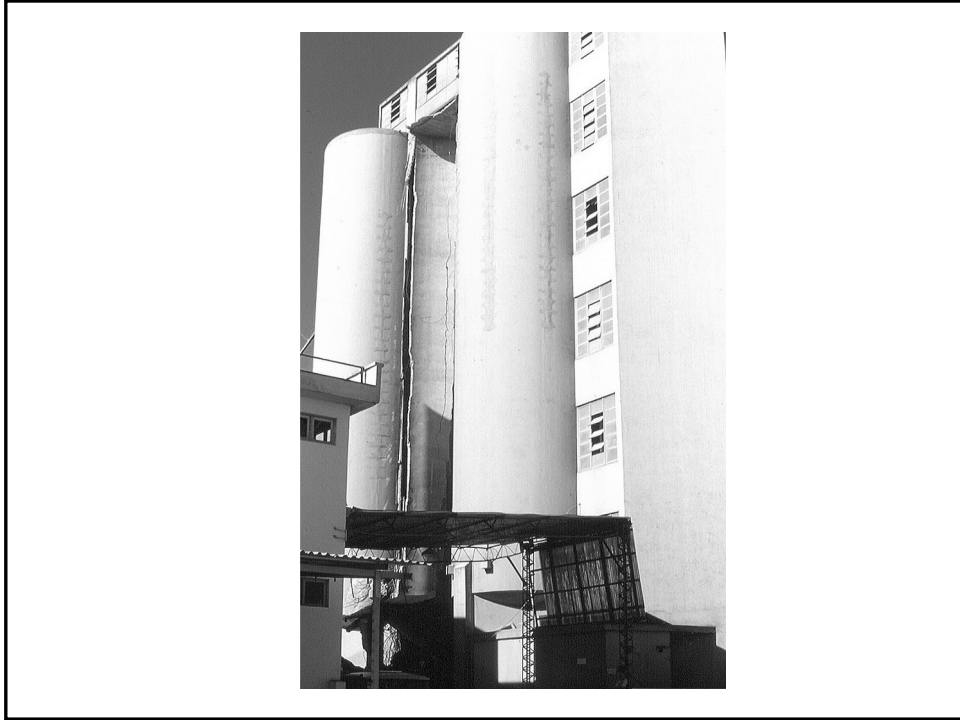
$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$

Custo = 1,2 novo

129



130







131





132

RECOMENDAÇÕES

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

133

FISSURAÇÃO SOB TENSÃO

-  **FRAGILIZAÇÃO do AÇO**
-  **(PRE) CONCEITOS USUAIS**

- **ESTRUTURAS PROTENDIDAS**
- **Estruturas Armadas**
- **CLORETOS**
- **Carbonatação**

134

Prevenção:

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?

135



136