



3



4



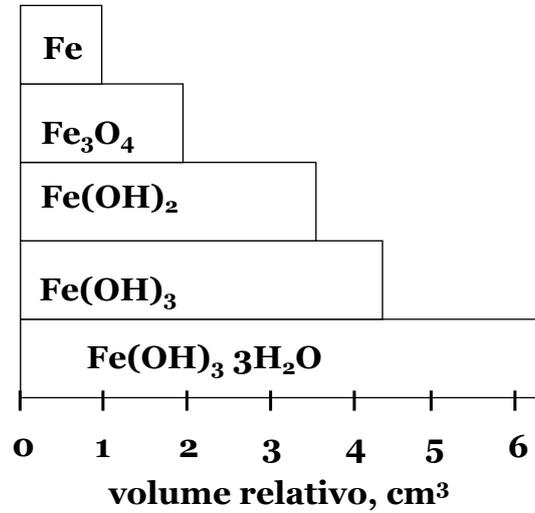
5

Corrosão das armaduras nas estruturas de concreto

- Corrosão é o problema patológico mais importante
- NACE estima que os custos anuais derivados da corrosão alcançam nos USA,
U\$400 Bilhões!!!
- NACE estima que 25% a 30% desse custo deve ser atribuído à corrosão de armaduras

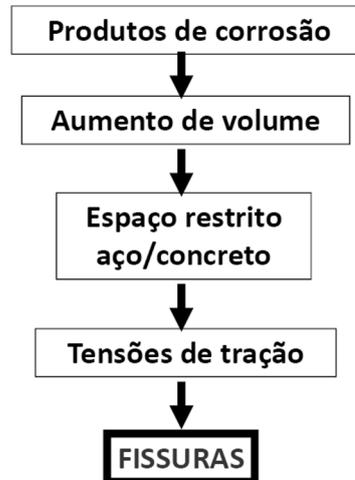
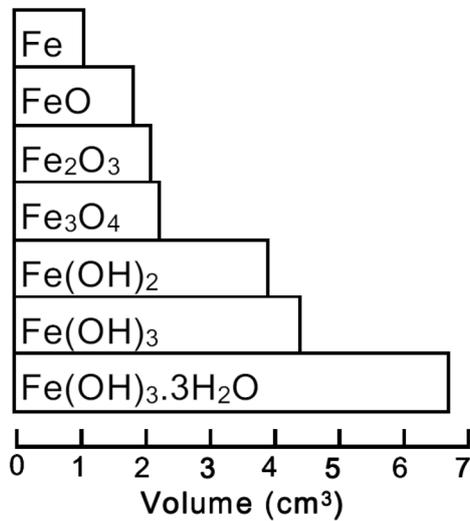
6

Produtos da Corrosão



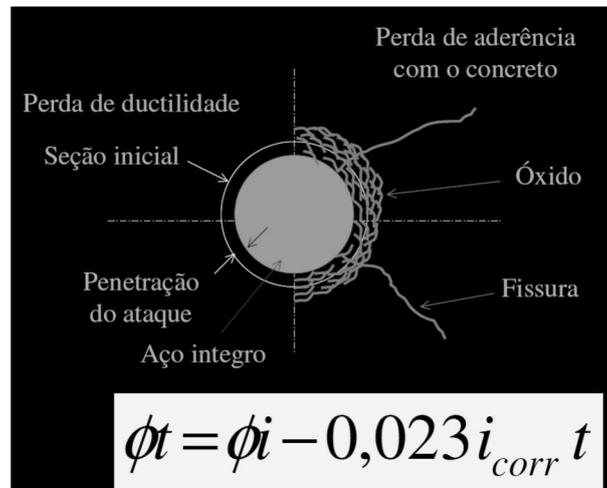
7

Corrosão da armadura



8

Consequências da corrosão de armaduras no comportamento estrutural



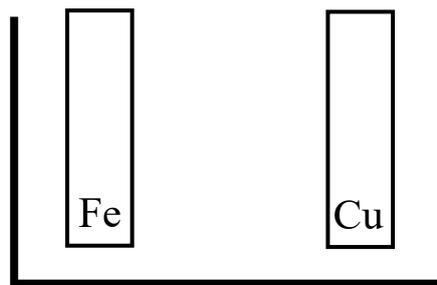
Corrosão de armaduras

- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão



Corrosão de armaduras

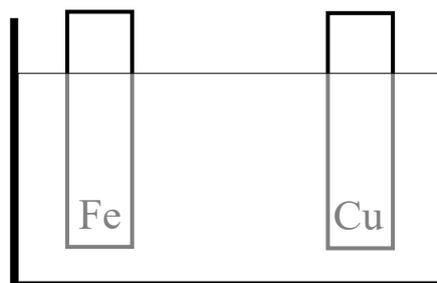
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)



11

Corrosão de armaduras

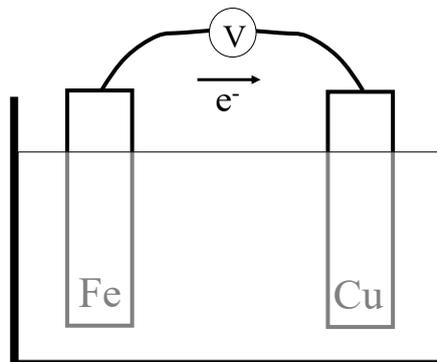
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)
- Eletrólito



12

Corrosão de armaduras

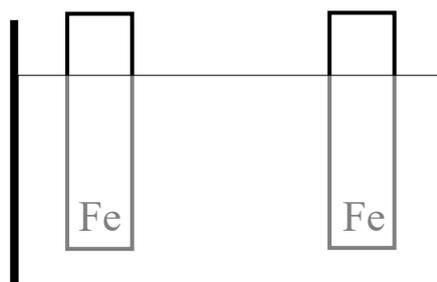
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)
- Eletrólito
- Contato elétrico



13

Corrosão de armaduras

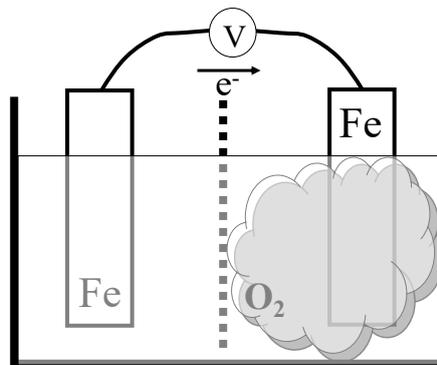
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico



14

Corrosão de armaduras

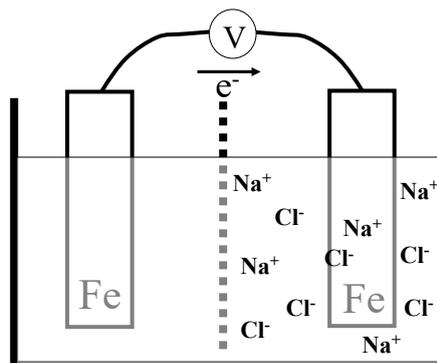
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico
- Aeração diferencial



15

Corrosão de armaduras

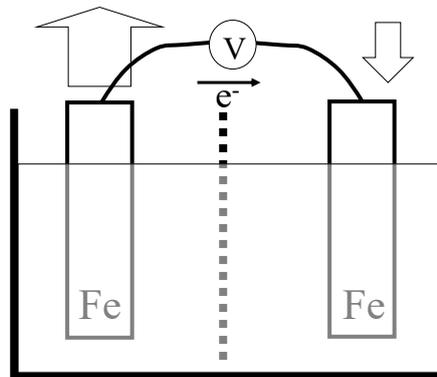
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico
- Concentração salina diferencial



16

Corrosão de armaduras

- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico
- Tensão (energia) diferencial



17

Corrosão de armaduras

- Condições para ocorrência no concreto
- Eletrólito
 - U.R.=40% \Rightarrow 70 litros de água/m³
 - U.R.=70% \Rightarrow 95 litros de água/m³
 - U.R.=95% \Rightarrow 140 litros de água/m³

18

Corrosão de armaduras

- Condições para ocorrência no concreto
- Diferença de potencial (ddp)
 - Imperfeições na superfície da barra.
 - Diferenças de:
 - Aeração
 - Umidade
 - Concentração salina
 - Tensão no aço

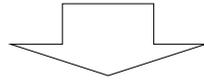
Corrosão de armaduras

- Condições para ocorrência no concreto
- Oxigênio + “água” → “ferrugem”



Corrosão de armaduras

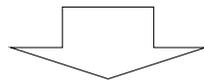
Há condições para o desenvolvimento do processo corrosivo



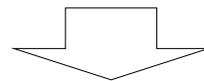
Mas não há corrosão !

Corrosão de armaduras

Há condições para o desenvolvimento do processo corrosivo



Mas não há corrosão !

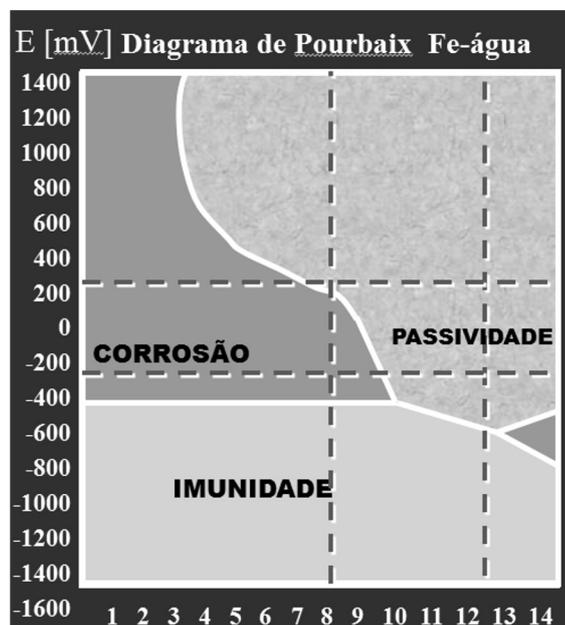


Passivação

Passivação

- Película fina de um filme de óxido invisível, estável e aderente formado na superfície do concreto
- Estado em que o aço se encontra no interior do concreto por ser um meio bastante alcalino ($\text{pH} > 12,1$)

Diagrama de Pourbaix

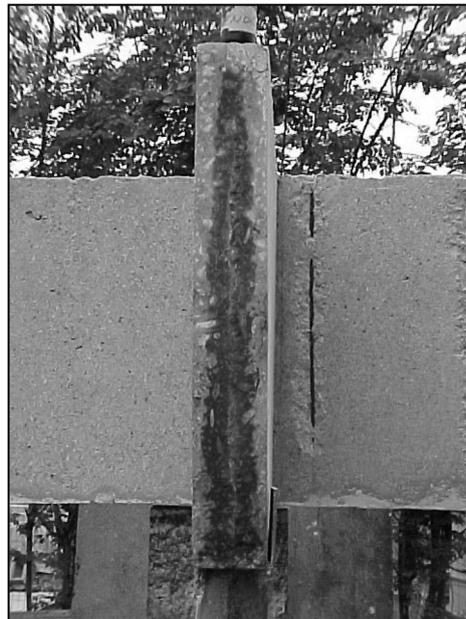


Perda de passivação

- Carbonatação do concreto
- Presença de íons cloreto
- Fungos, bolores
- Fissuras

25

Aço →
Corrosão por
carbonatação
Grelha da Civil
demolida



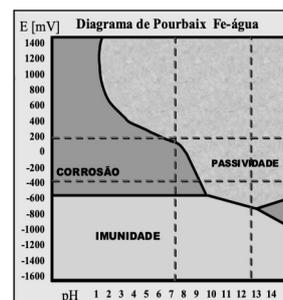
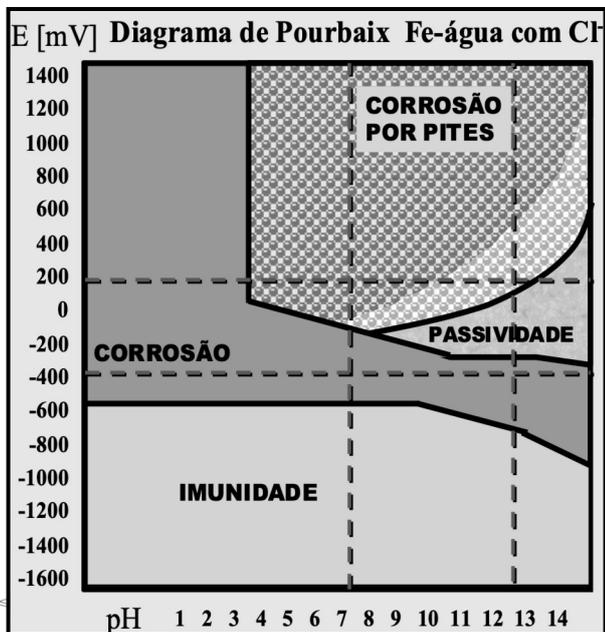
26

Cloretos

- Promove a despassivação precoce do aço, mesmo em ambientes muito alcalinos
- O teor crítico = 0,4% massa de cimento
- Origem dos cloretos no concreto:
 - Difusão de íons a partir do exterior (atmosfera marinha)
 - Aditivos aceleradores de pega (CaCl_2)
 - Uso de areia ou água contaminada
 - Tratamentos de limpeza (ácido muriático)

27

Cloretos



28



29

Fungos & bolores → colonias ácidas



 **PhD** Educacional

 **KDD**

30

Fissuração

fib

Model Code for Service Life Design
Bulletin 34, 2006

item 3.3 → Cracks

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

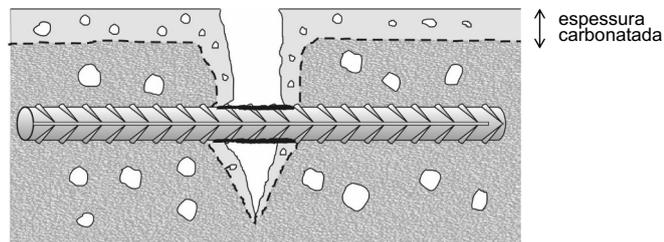
$$a/c \leq 0,50$$

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

→ vida útil ≥ 50 anos!

31

Fissuração



NBR 6118
 $\leq 0,3 \text{ mm}$ interiores

CEB
 $\leq 0,4 \text{ mm}$ tanto faz!

32

“Tabuleiros de Pontes”

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

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

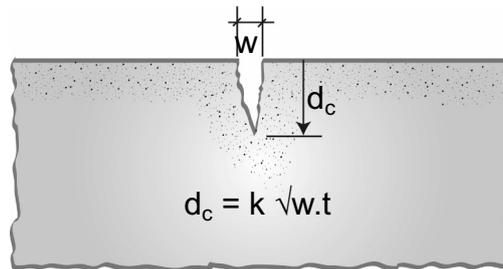
“Tabuleiros de Pontes”

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

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



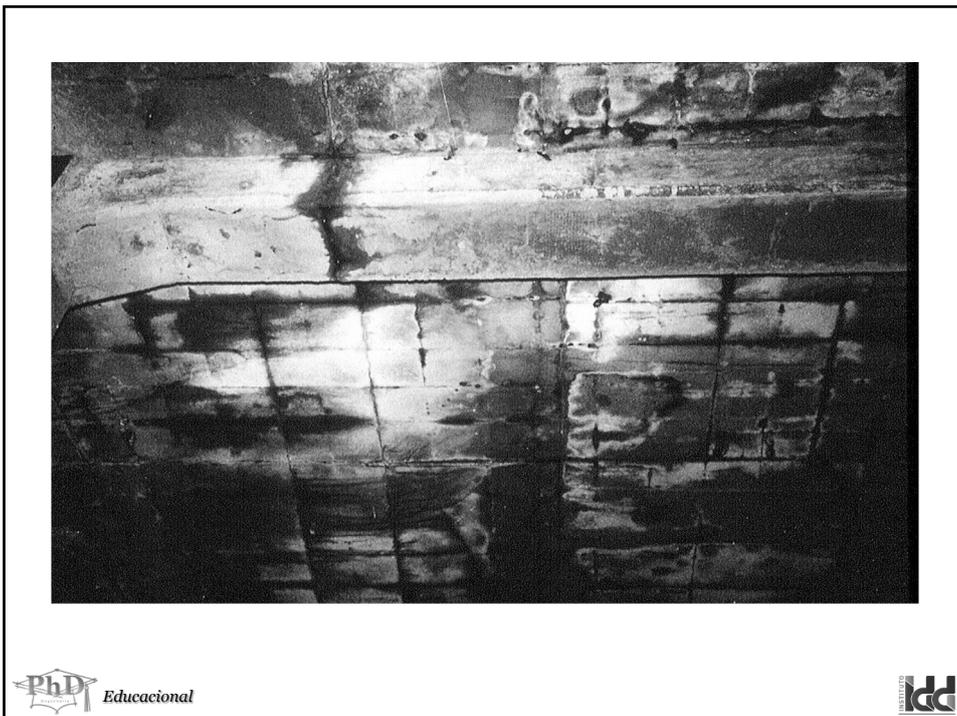
Para dobrar d_c $\left\{ \begin{array}{l} w \times 4 \\ t \times 4 \end{array} \right.$
Para dobrar t $\left\{ \begin{array}{l} w : 2 \\ d_c \times \sqrt{2} \end{array} \right.$

Consequências

- cloretos
- carbonatação



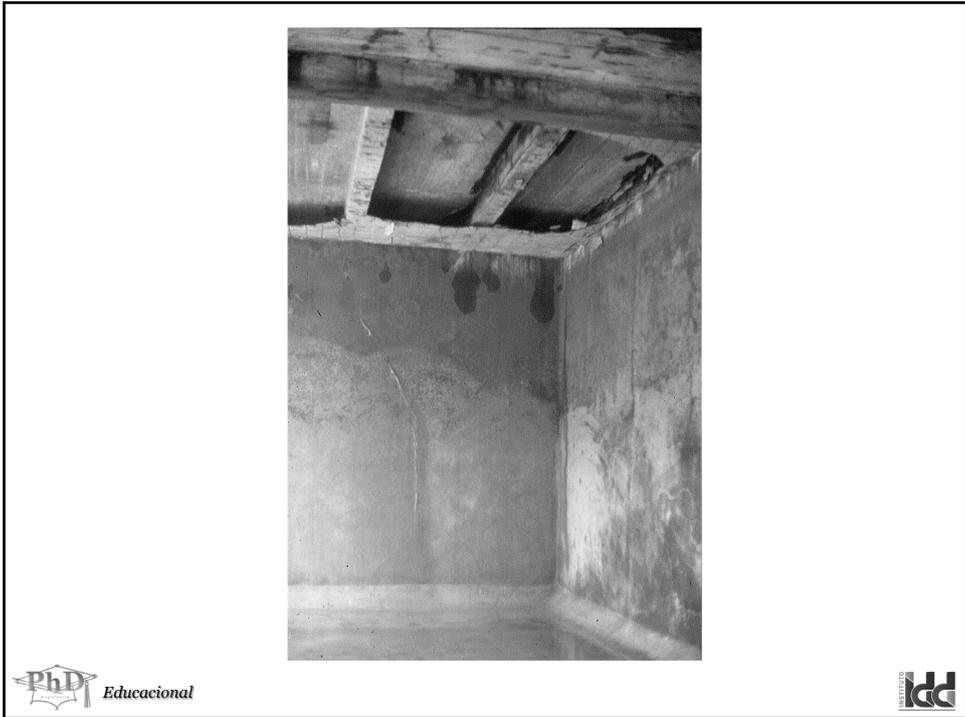
37



38



39



40



41

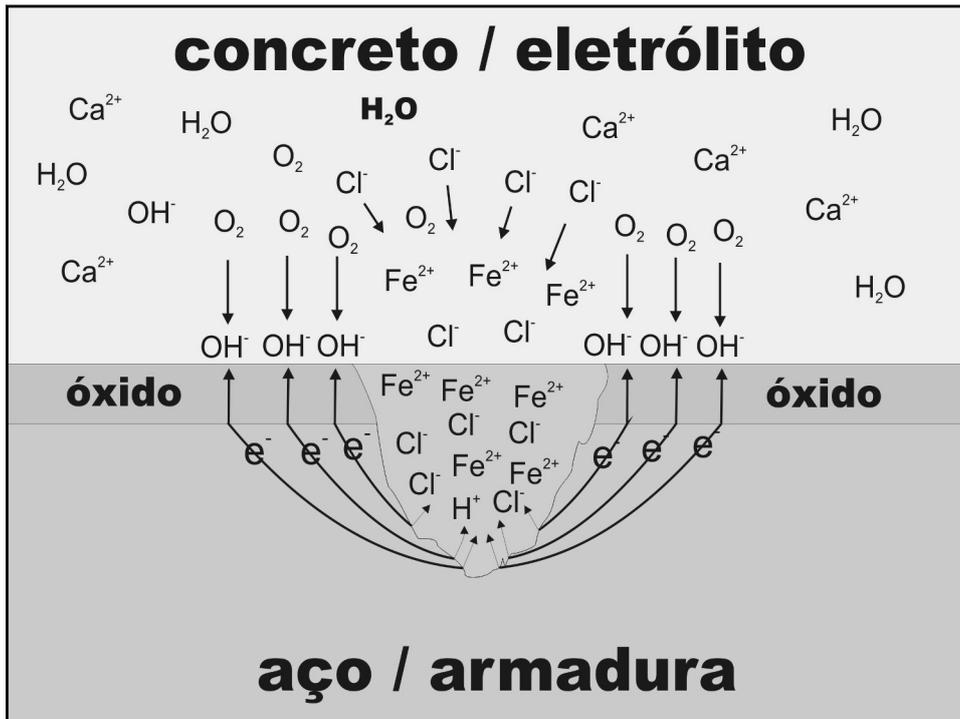


42

Cloretos

Carbonatação

Cloretos



45



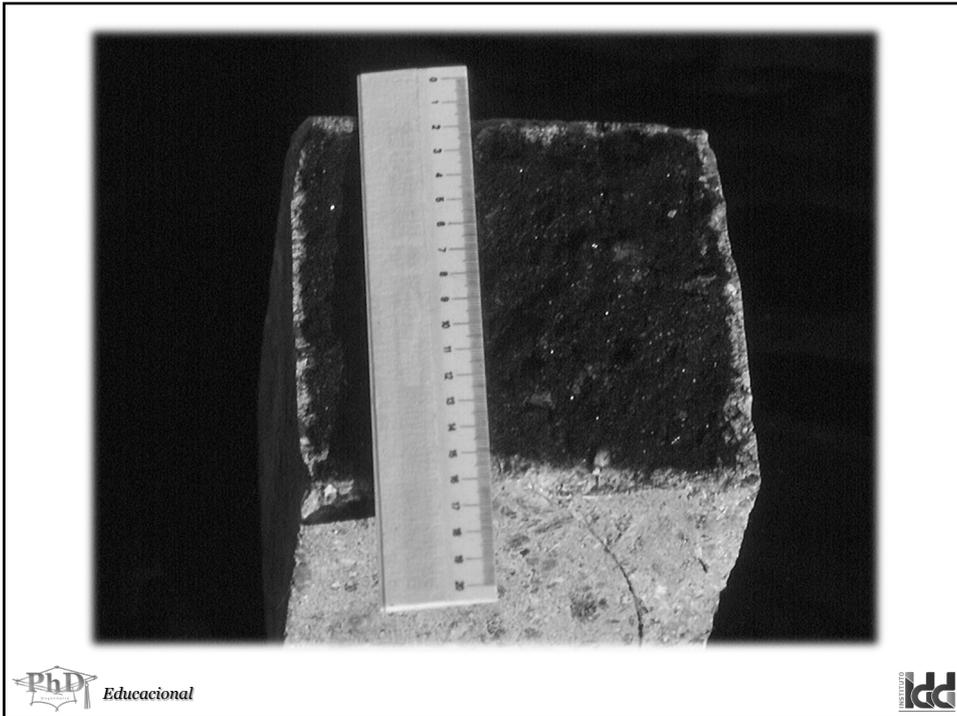
46

Carbonatação

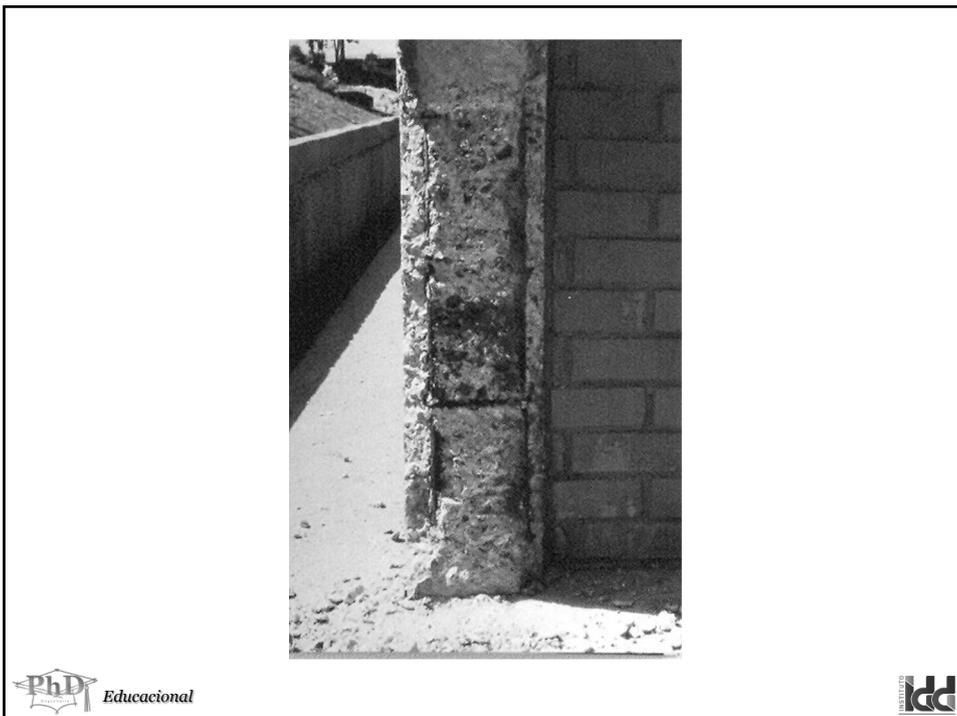
47



48

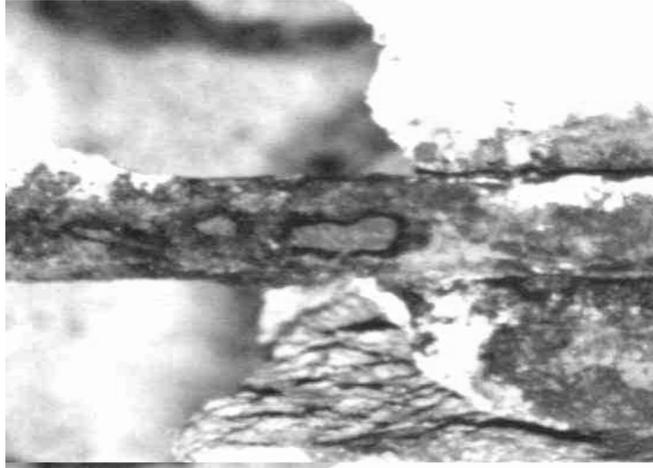


49



50

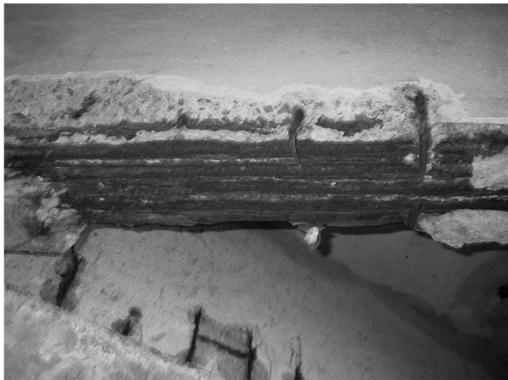
Corrosão de armaduras



Corrosão por cloretos (pites)

51

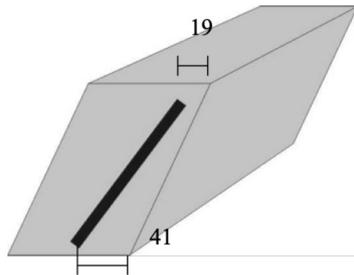
Corrosão de armaduras



➤ Ponte em zona marítima

52

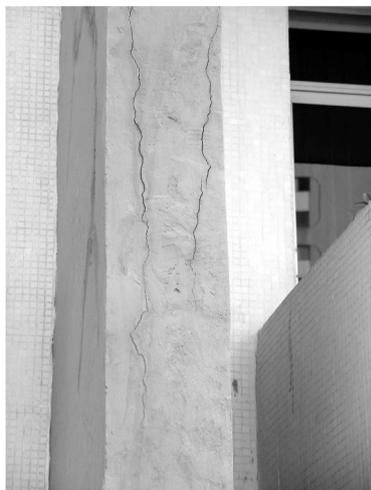
Corrosão de armaduras



➤ Influência do cobrimento



Corrosão de armaduras



Corrosão de armaduras



55



56



57

Atenção com o cobrimento



58

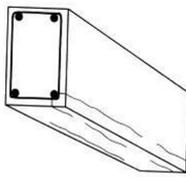
Corrosão de armaduras

Exemplo típico

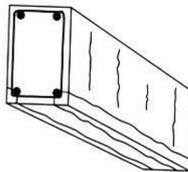


59

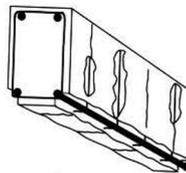
Corrosão das armaduras



Fissuras paralelas da direção dos esforços principais
 $\varnothing \leq 2\%$



Fissuras paralelas da direção dos esforços principais e estribos
 $2\% \leq \varnothing \leq 5\%$



Desprendimento do cobrimento de concreto com exposição da armadura
 $\varnothing \geq 5\%$

Representação esquemática das manifestações patológicas tipicamente observadas em vigas de concreto afetadas por corrosão

60



61



62



63



64



Qual é o
Problema?

Atende ou
não à norma?



Fissuras

CAUSA

CONSEQUÊNCIA

ELS – Estado limite de Serviço (ABNT 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 ????????**

diretrizes

Mecanismos de envelhecimento

Relativos à estrutura:

regra dos 4C

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

critérios

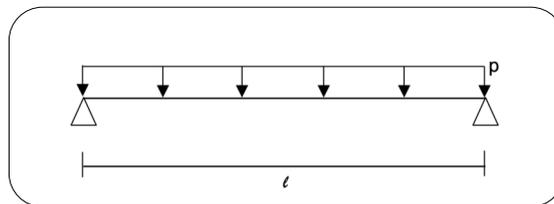
Estrutura

- 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.

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.

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)

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

Exigência das Normas

ACI 318

Para splash zone

- Cobrimento*:
- 60 mm R.7.7.5
- Classe de concreto: f'_c
=35MPa 4.2.2

NBR 6118

Para maré

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

Exigência das Normas

ACI 318

$$(f_c):$$

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

$$f_{cr} = f_c + 2,33S - 3,45 \quad (5.3.2.1)$$

Módulo de elasticidade

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

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

NBR 6118

$$f_{ck}:$$

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

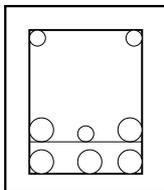
(NBR-12655 5.5.3.2.1)

Módulo de elasticidade

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

$$E = 27,9 \text{ GPa}$$

Dimensionamento



ACI 318

$$h = 36 \text{ cm}$$

armadura

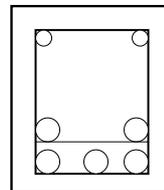
$$5 \phi 20\text{mm} + 1 \phi 16\text{mm}$$

Satisfaz flecha / fluência

$$\text{Aço} = + 12\%$$

$$C1 = 0\%$$

$$C2 = - 10\%$$



NBR 6118

$$h = 36 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm (dutilidade)}$$

armadura

$$5 \phi 20\text{mm}$$

Satisfaz flecha / fluência

Dimensionamento Vida Útil ambiente de agressividade forte classe IV

35 MPa



6 cm

ACI 318

40 MPa



5 cm

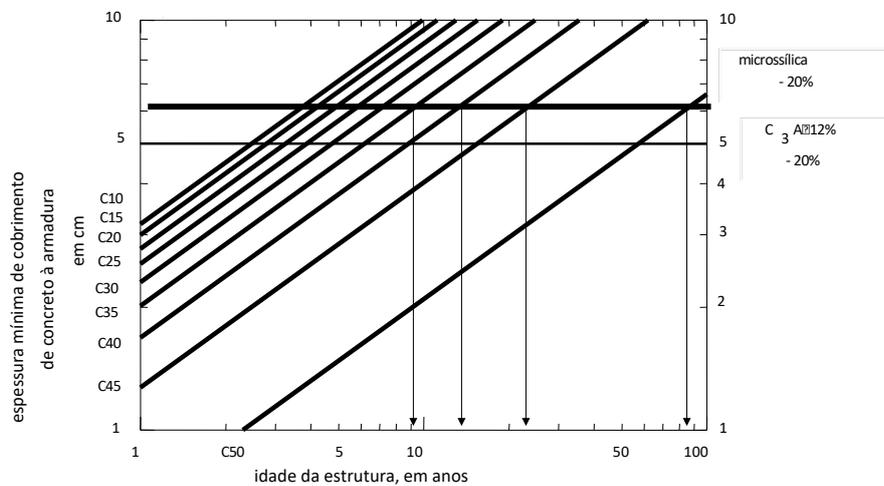
NBR 6118



82

comentários

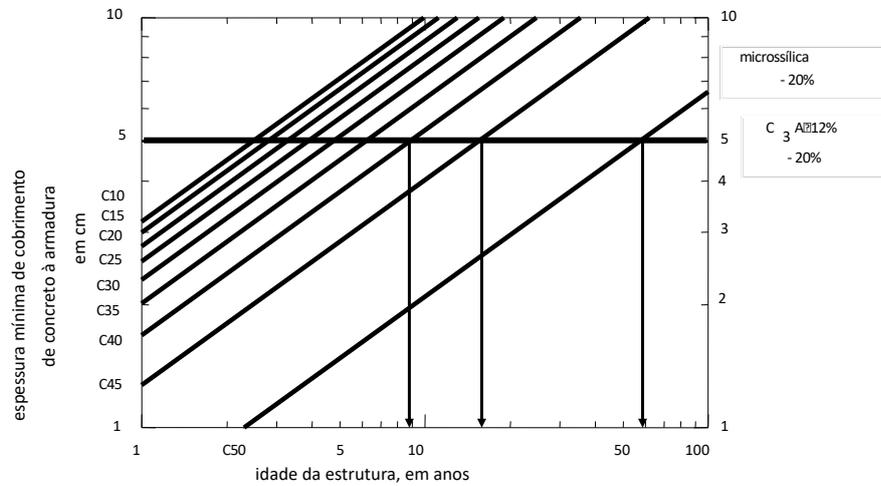
Difusão de cloretos em faces externas
de componentes estruturais de concreto
expostos à zona de respingos de maré



83

comentários

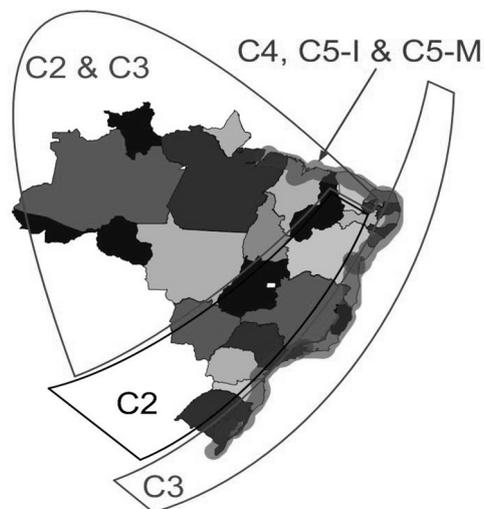
Difusão de cloretos em faces externas de componentes estruturais de concreto expostos à zona de respingos de maré



84

Galvanização por imersão a quente

Taxa de corrosão do zinco e do aço carbono



85

Galvanização por imersão a quente

Categoria de corrosividade	Taxa média anual de corrosão do zinco (um/ano)	Taxa média anual de corrosão do aço carbono (um/ano)
C1 interior: seco	<0,1	<1,3
C2 interior: condensação ocasional exterior: rural	0,1 a 0,7	1,3 a 25
C3 interior: alta umidade, pouca poluição no ar exterior: interior urbano ou costa urbana	0,7 a 2,1	25 a 50
C4 interior: piscinas, plantas químicas exterior: interior industrial ou costa urbana	2,1 a 4,2	50 a 80
C5 exterior: industrial com alta umidade ou alta salinidade costal	4,2 a 8,4	80 a 200

Museu Iberê Camargo

Obra realizada em concreto branco, em Porto Alegre, RS.
As barras retas foram comuns enviadas diretamente à galvanizadora e após galvanizadas foram enviadas ao canteiro da obra onde receberam corte e dobra.



Museu Iberê Camargo

A escolha do vergalhão galvanizado se deu por motivos estéticos, além dos motivos de maior durabilidade e segurança. Como o recobrimento foi feito em concreto branco, o arquiteto não queria que o concreto ficasse com manchas de ferrugem. Inaugurado em 2008, o museu apresenta, 5 anos depois, uma fachada intacta, sem nenhum sinal de corrosão.



Armadura Galvanizada a quente

Museu MAR

A laje de cobertura do museu, que tem forma de onda, é feita com armaduras galvanizadas. As barras retas foram entregues diretamente na galvanizadora.

O corte e dobra das armaduras foi feito na obra após a galvanização. O adicional no prazo de entrega das armaduras foi de 4 dias.



Riscos nas Inspeções de Rotina

ou

Manutenção e risco de perdas de vidas humanas



90

Edifícios de Escritórios

São Paulo, 1999

Vistoria → 1998

23 anos

$f_{ck} = 18$ MPa

Custo = 3 andares novos completos

Eng. de manutenção na prisão



91

Acidente

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

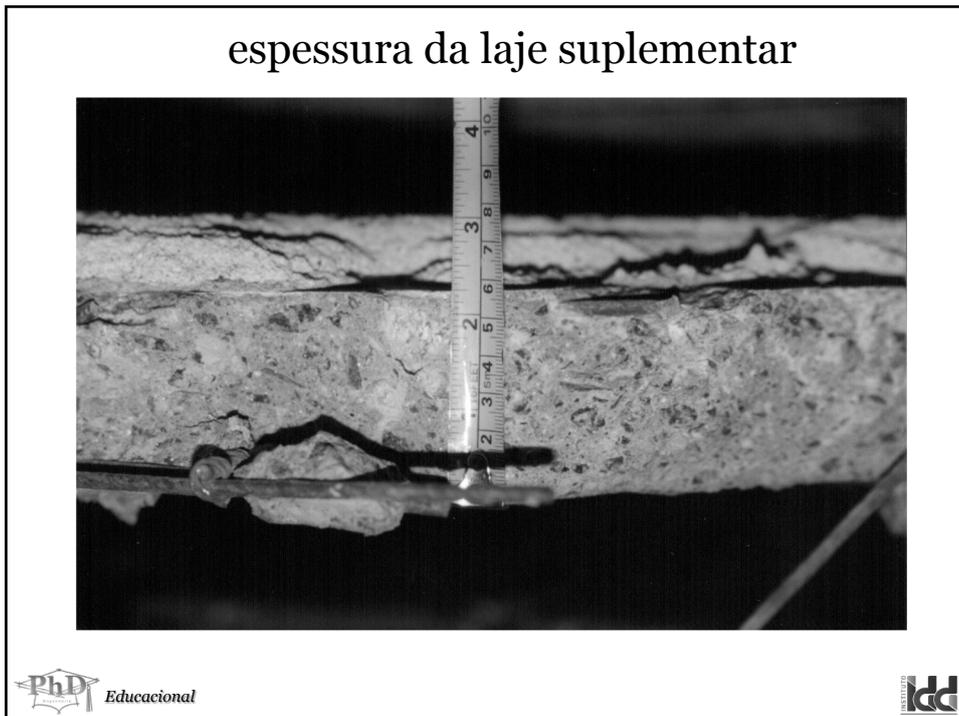
92



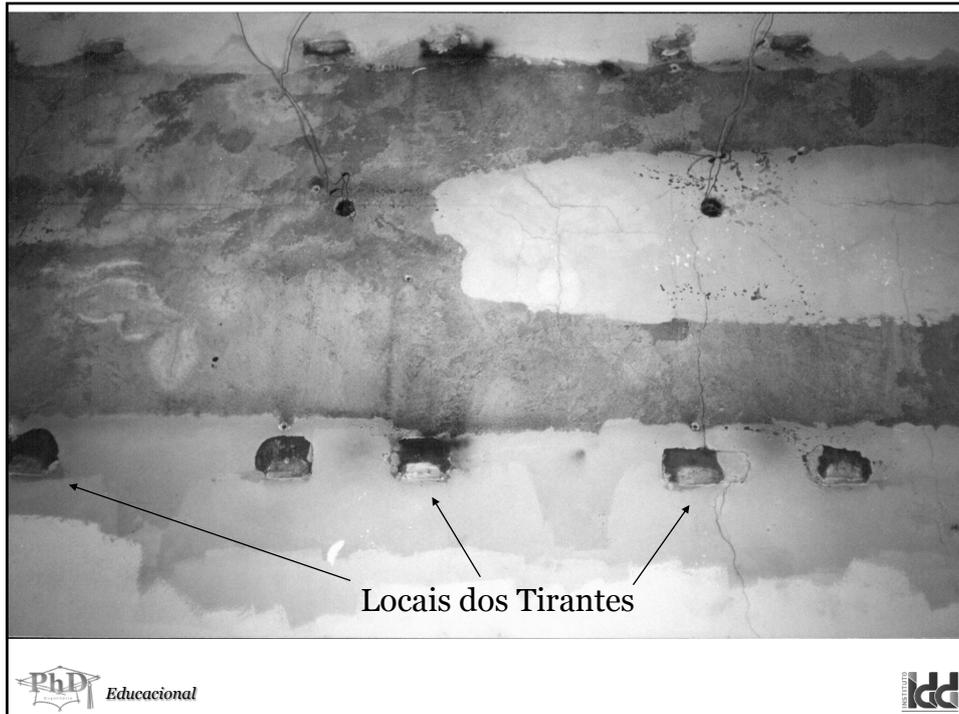
93



94



95



96

O Problema Patológico

Corrosão das armaduras dos tirantes (pendurais) de sustentação da laje suplementar, construída em concreto armado.

Ruptura frágil sem aviso !

97

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 ?

Ensaaios realizados

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

Verificação das hipóteses

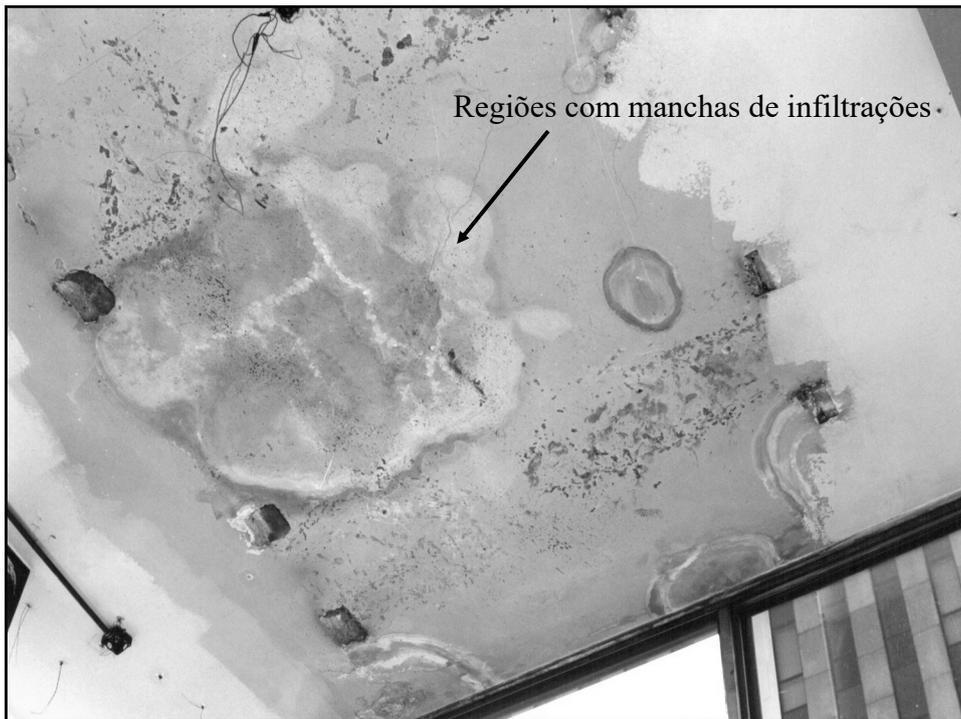
1. Falta de Manutenção → Infiltrações:

- 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.





102



103



Fissuras com percolação de água

104

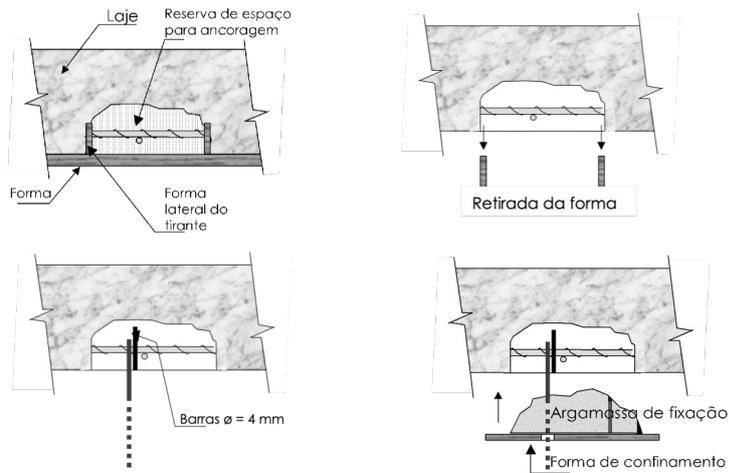
Verificação das hipóteses

Problemas executivos:

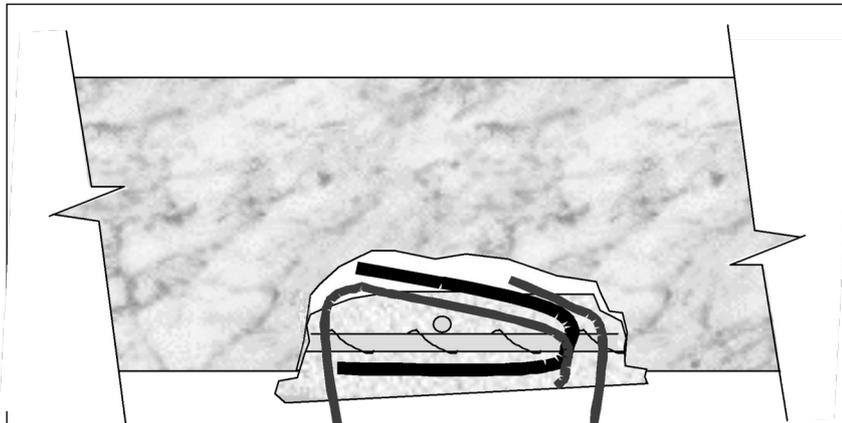
Sistema construtivo não convencional com dificuldades operacionais para confecção e fixação dos tirantes das lajes suplementares, à laje da cobertura, propiciando a existência de deficiências na região de contato tirante/lajes.

105

Seqüência provável de execução dos tirantes



106



Ponto de ancoragem de um tirante que apresentou som Cavo

107



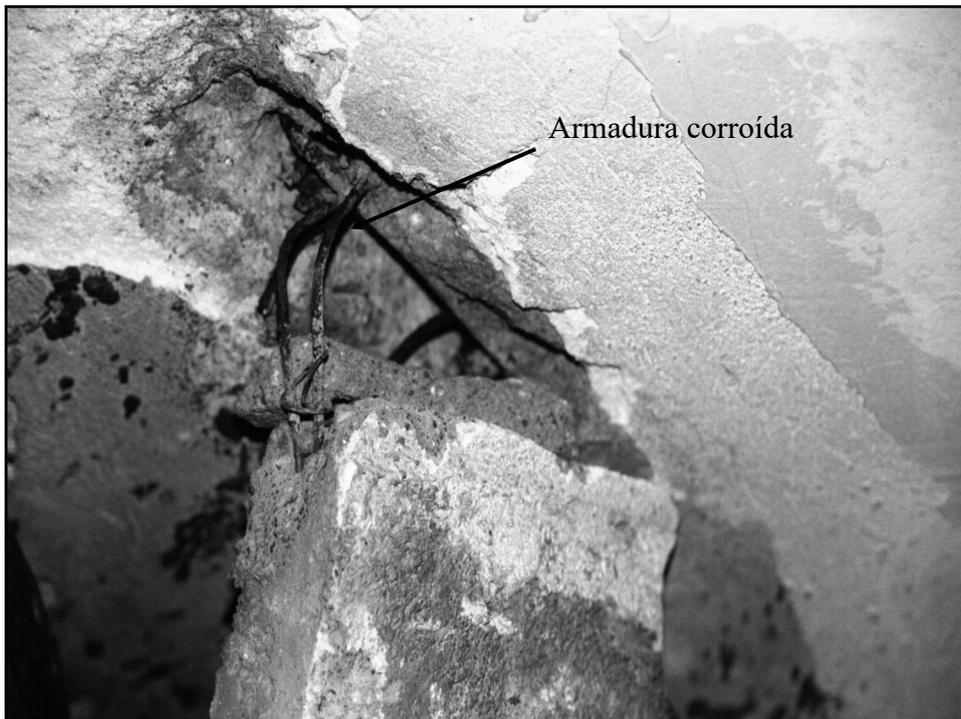
108



109



110



111

Verificação das hipóteses

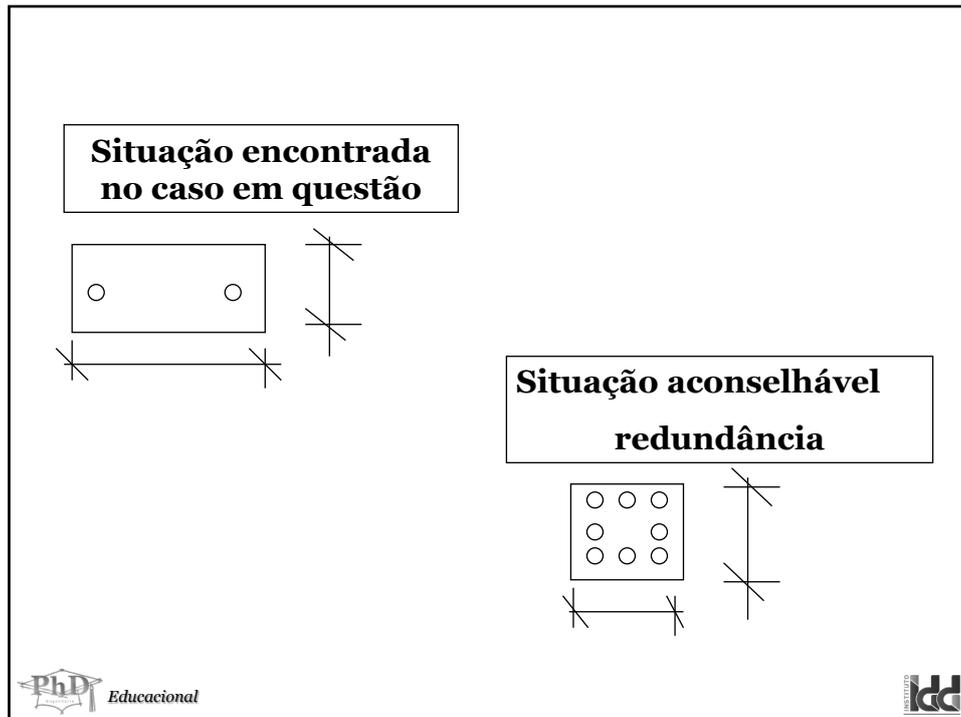
3. Solução técnica inadequada do ponto de vista da durabilidade

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

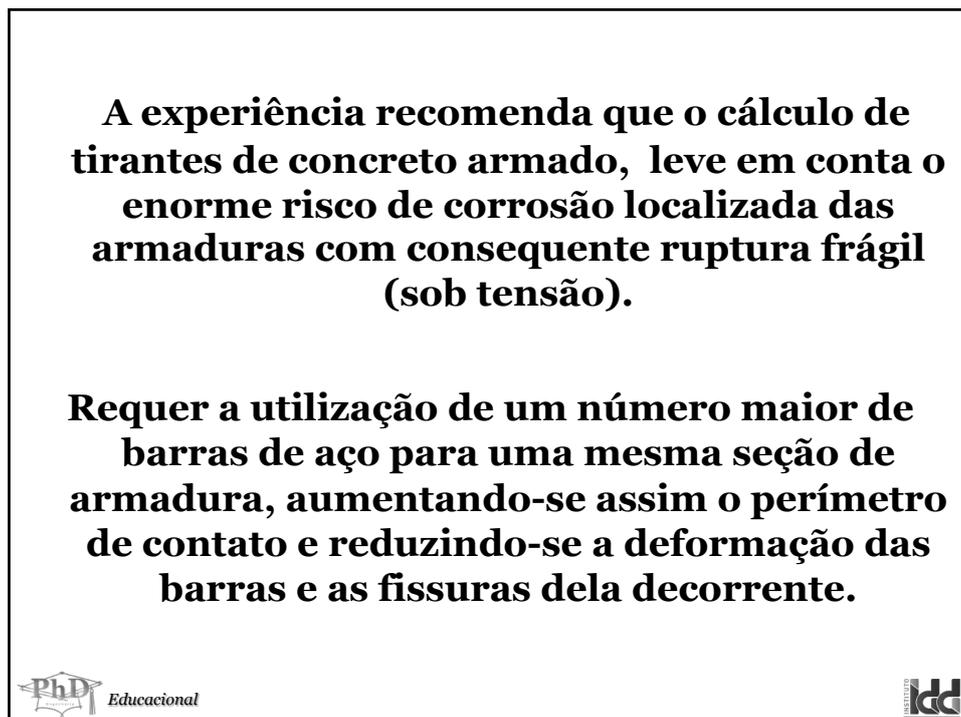
No dimensionamento de tirantes de concreto armado, a NBR 6118 e as normas anteriores que a antecederam, recomendam a verificação de duas condições de segurança :

- 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



114



115

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.

Edifício de escritórios *Brasília*

Edifício Escritórios

Brasília → 1999

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

um cabo colapsa → estrondo seco

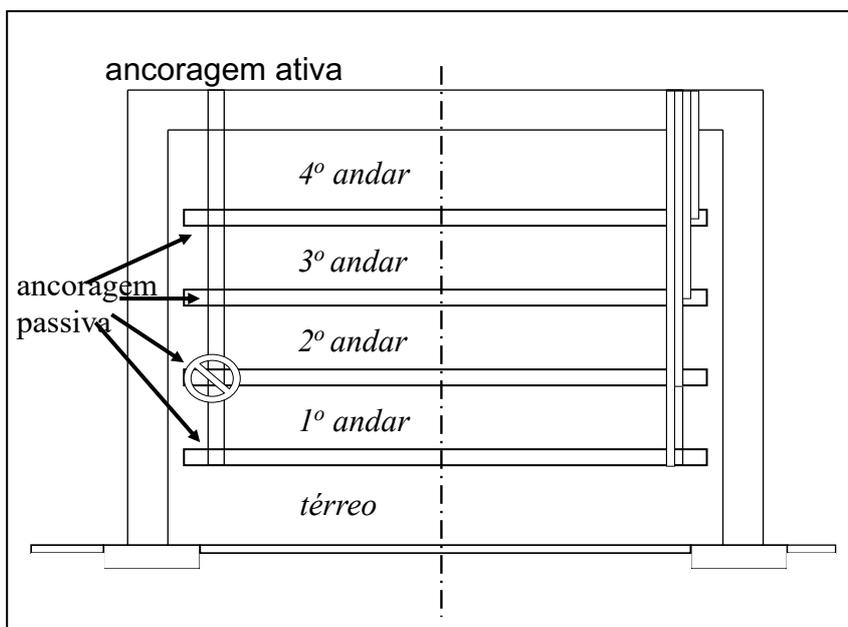
→ a laje inclina

→ mesas e cadeiras escorregam

→ usuários correm muito assustados

→ grande preocupação com o estante

Edifício de Escritórios



Edifício 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 → F=12,5mm → 19.000 MPa



120

Edifício Escritórios

18
cordoalhas

expostas na gaiola
de aço

calda de injeção

bainha galvanizada

laje de
concreto
armado
48 cm

grout

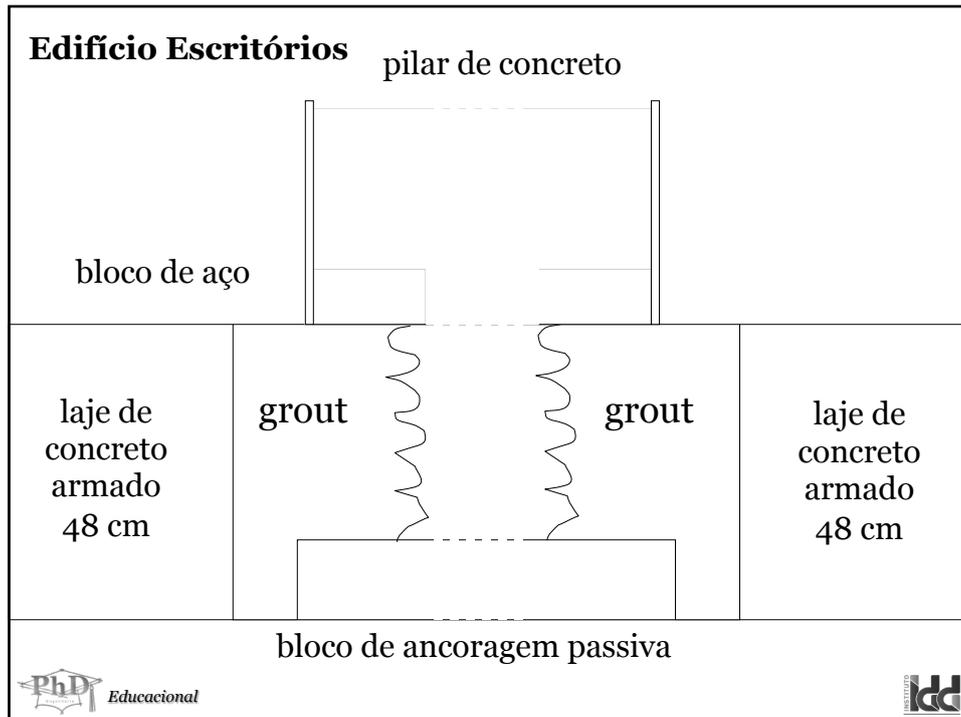
grout

laje de
concreto
armado
48 cm

bloco de ancoragem passiva



121



122

Edifício Escritórios

Inspeção e Diagnóstico

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

123

Edifício Escritórios

Conclusão e Solução

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

**Troca de
todas as
ancoragens**

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

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

Marquises

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



FOLHA DE SPaulo sexta-feira, 13 de março de 1998 são paulo 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

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

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 morriam nem sequer tiveram tempo de correr, segundo testemunhas.

De acordo com Alexandre Athanazio, 46, funcionário de uma farmácia vizinha à loja, o rapaz Alex dos Santos, que estava no 3º andar, 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 não confirmou que era mesmo seu filho, ficou em estado de choque.

A família de dona de casa, Teresinha Nakano também soube pela televisão. Teresinha era casada e tinha quatro filhos.

O delegado Alípio da Silva encapou por pouco, segundo seu irmão Evandro da Silva, 60.

Alípio 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 usando máscaras", disse o irmão.

O outro ferido, Samuel Cordeiro Bispo, teve escoriações na mão e na cabeça. Ele foi levado ao PS Municipal de São Caetano.

Uma mulher que também passou sob a marquise saiu ilesa por alguns minutos. Segundo testemunhas, a mulher deu um passo para dentro da Out-Let e se machucou contra as suas ferragens.

da Reportagem Local

O delegado Marco Antonio Barreira, titular do 1º DP de São Caetano do Sul, disse que vai aguardar o laudo do IFC para identificar as causas 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 dos 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 IFC.

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

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

Segundo Abdouni, o edifício inicialmente foi projetado para ser 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 m².

nenhuma relação com o acidente.

"As obras foram em área, pela ser a avenida não estiver parcialmente interditada, mas pessoas poderiam estar passando sob as marquises no momento do desabamento", disse.

Segundo D'Arceval, que dirigiu o prédio ontem, 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 faz a obra", afirmou. Pelo Código Civil, uma construtora é responsável nos cinco primeiros anos após o conclusão da obra.

O dono da loja, Omar Abdouni, disse que é inquilino do prédio há três anos e que ele nunca tenha apresentado problemas nesse período. 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. (SANTOS/KRAUSE)

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

132



Vista geral da marquise mostrando a parte desabada e a remanescente

Edifício Mercúrio – Copacabana

17:30h, 8 novembro 1990

133

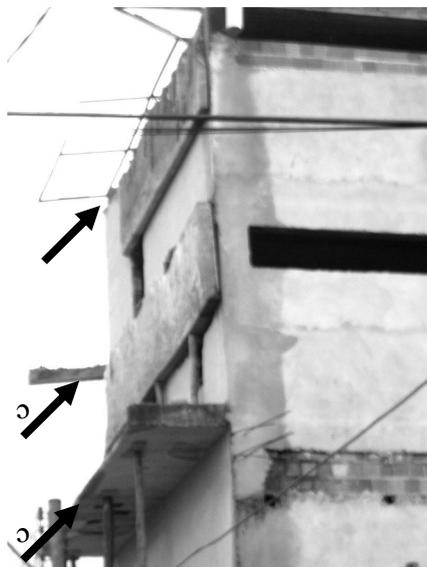


Detalhe para os tirantes em concreto armado no plano da fachada e para os escombros.

Marquise
Jardim Bicão
São Carlos, SP
Obra NOVA!
2003



Vista da Edificação – Jardim Bicão – São Carlos



**Marquises que
ruíram.
Notar
também as
providências
tomadas!!!!!!**

Lições

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

Ponte do Socorro

São Paulo, 28 junho 1988

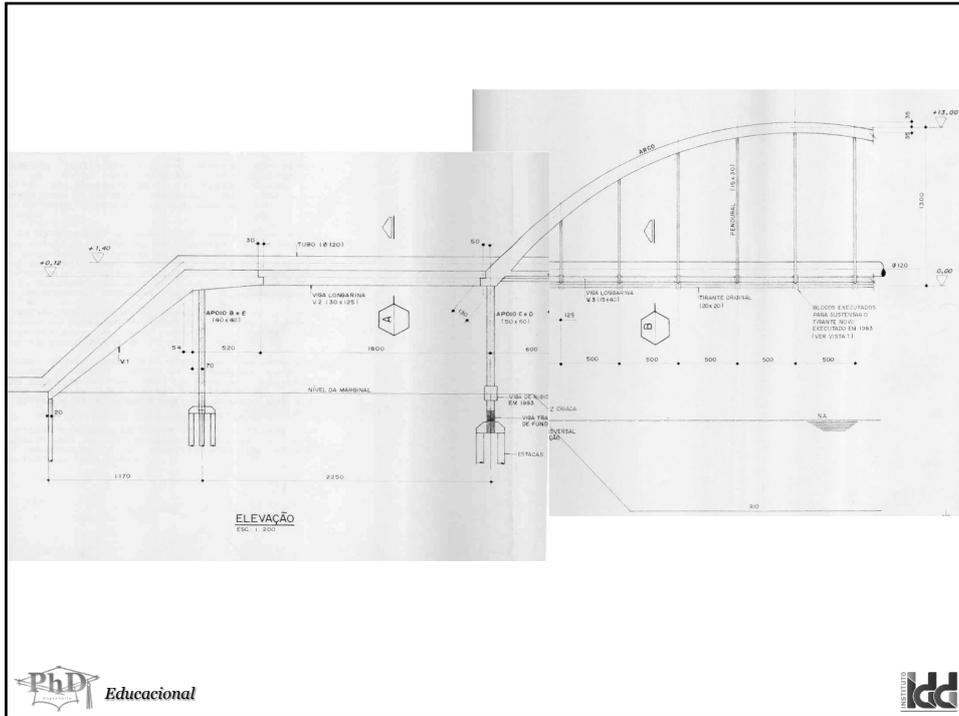
- laudo 5 meses antes
- 27 anos, $f_{ck} = 16\text{ MPa}$
- Inspeções 81, 83, 84, 87, Janeiro 88
- Vão de “52 m.”
- custo = incomensurável



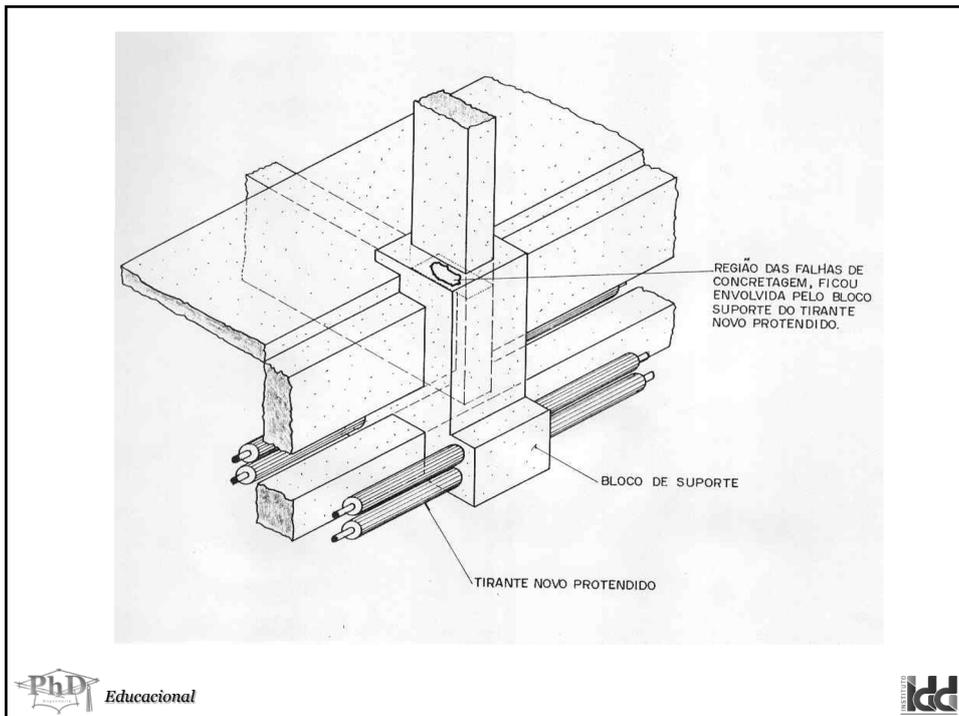
140



141



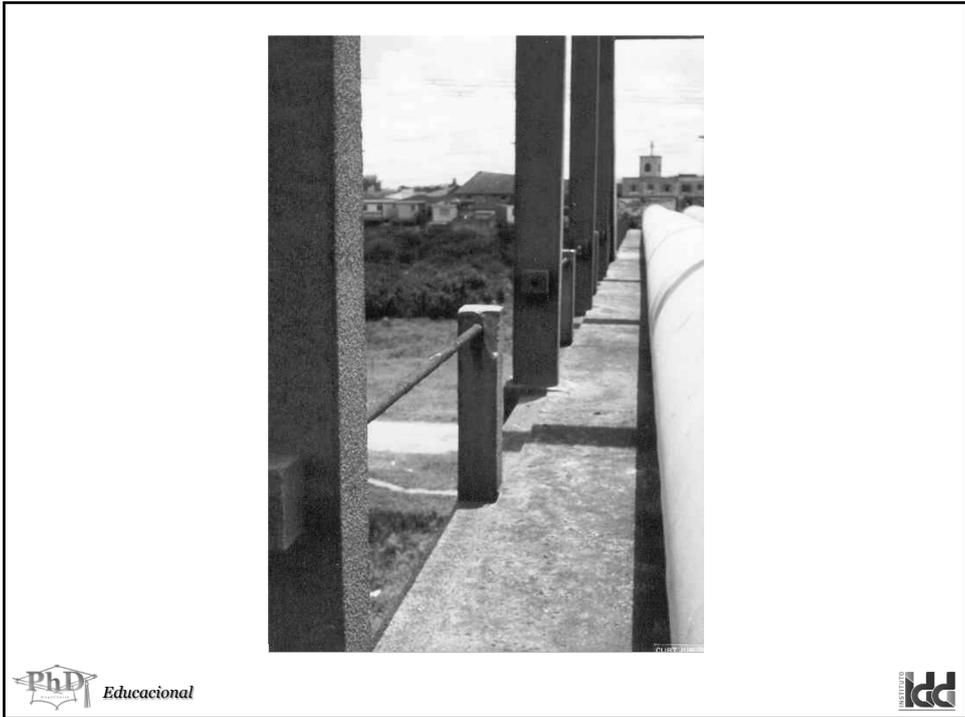
142



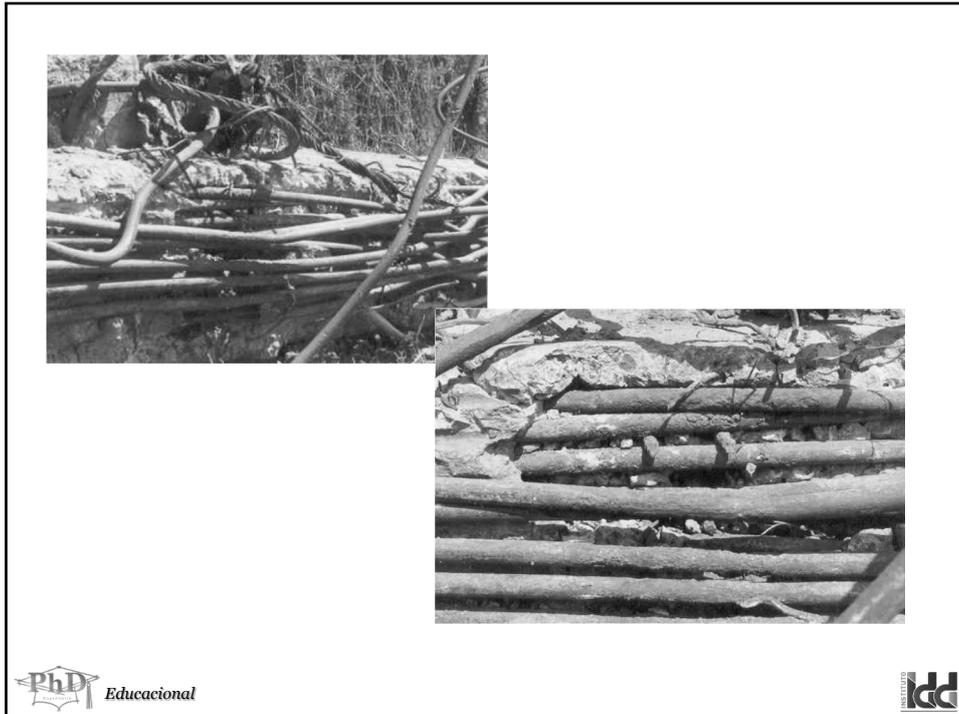
143



144



145



146

Ponte dos Remédios

São Paulo, 1997

Laudado 6 meses antes

36 anos

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

Custo = 3 vezes uma ponte nova

PhD Educacional

INSTITUTO ICD

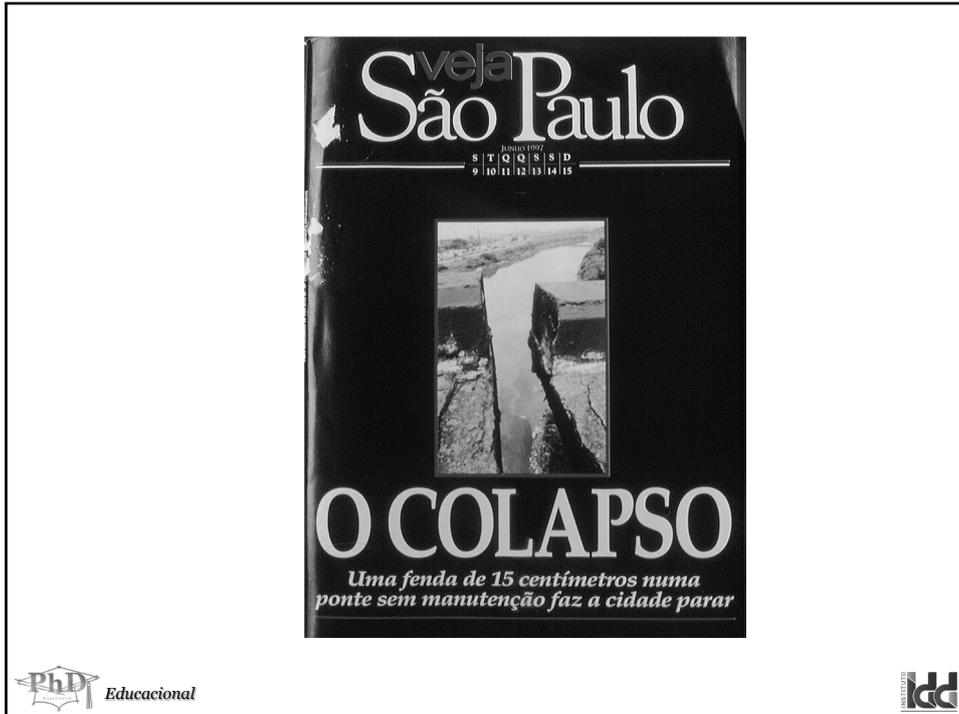
147



148



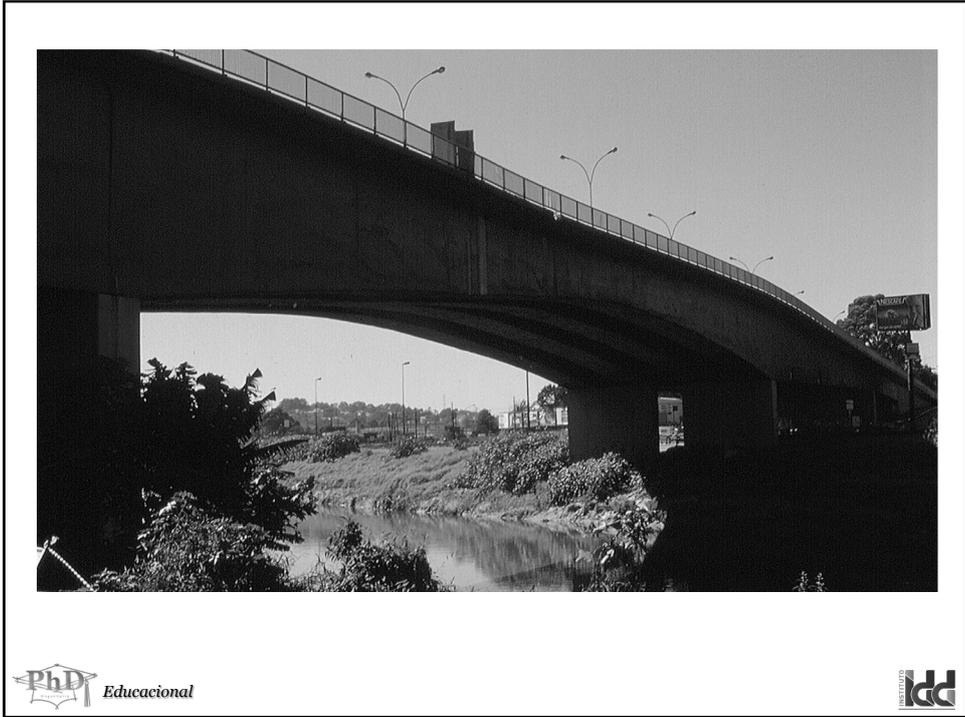
149



150



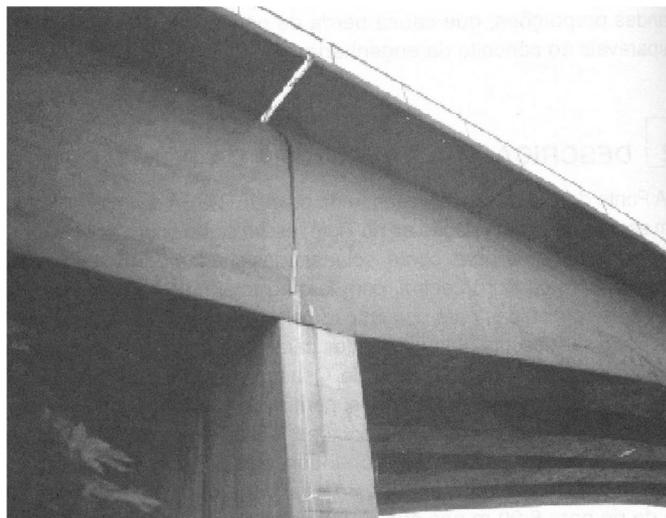
151



152

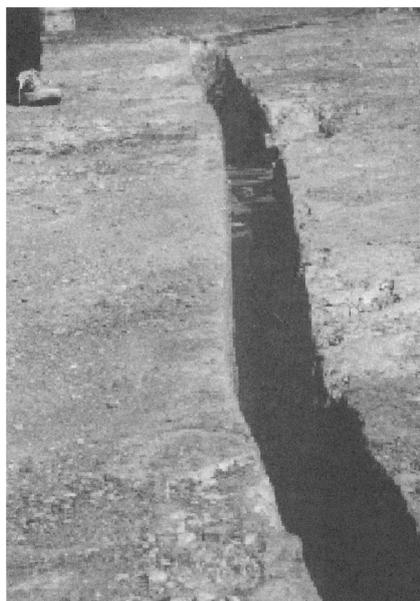


Ponte dos Remédios



Vista lateral da rachadura

154



Vista superior da rachadura

155



156



157



158



159

Silo de Cereais

Santa Catarina, 1995

Laudo de vistoria 2 meses antes

21 anos

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

Custo = 1,2 novo

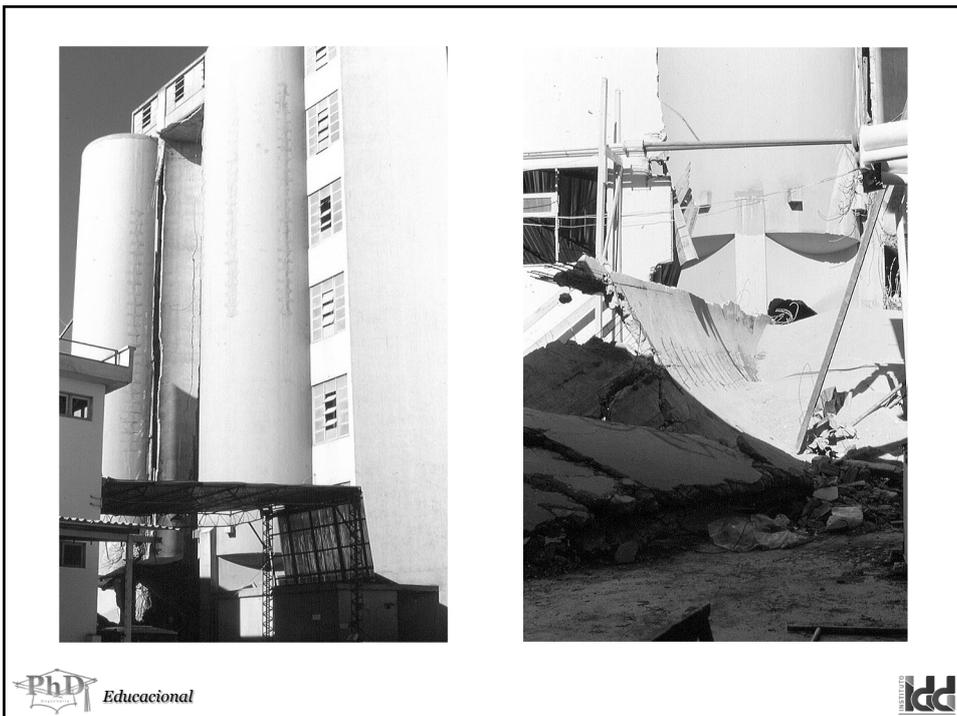
160



161



162



163

Recomendações

**ATENÇÃO A SOLUÇÕES com
TIRANTES em umidade alta (não avisam)**

DIMENSIONAR para NÃO fissuração (!)

PROTEGER (Como ?)

**INSPECIONAR PERIODICAMENTE
(Como ?)**

Prudência

- **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.)**

Fissuração sob tensão

⇒ **FRAGILIZAÇÃO do AÇO**

⇒ **(PRE) CONCEITOS USUAIS**

■ **ESTRUTURAS PROTENDIDAS**

■ **Estruturas Armadas**

■ **CLORETOS**

■ **Carbonatação**

Reflexão

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?

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br

11.2501.4822 / 23
11.9.5045.4940

