



GRUPO
idd
CONSTRUINDO CONHECIMENTO

Patologia das Estruturas de Concreto
Mitos & Verdades

Corrosão de armaduras no concreto armado e protendido



Paulo Helene
Diretor PhD Engenharia
Conselheiro Permanente IBRACON
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Presidente de honra ALCONPAT Internacional
fib(CEB-FIP) Mode Code for Service Life Design
Conselheiro CNTU e SEESP

idd **25 de maio de 2017** **São Paulo/SP**

1



PhD
Educacional



2



3



4



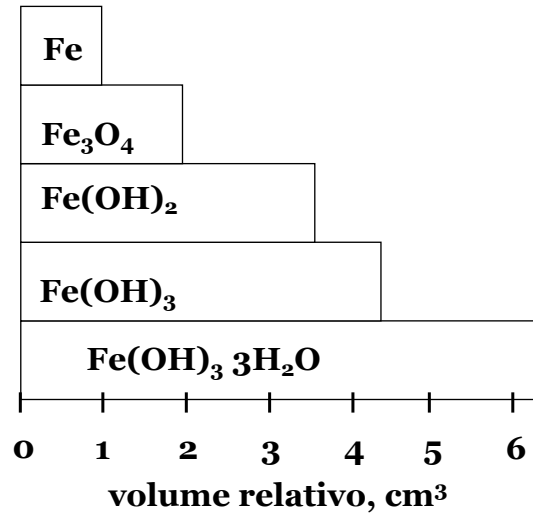
5

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

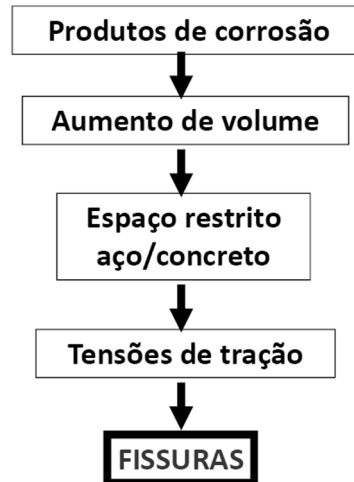
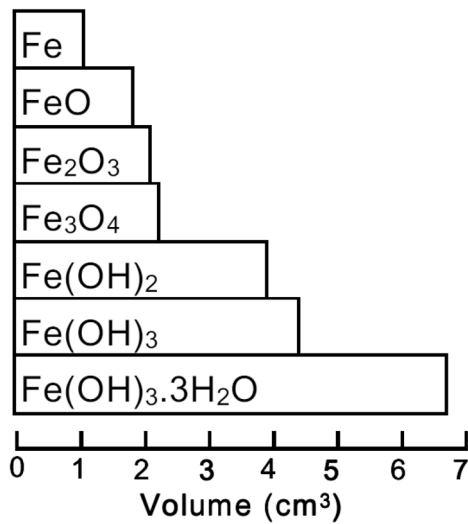
6

Produtos da Corrosão



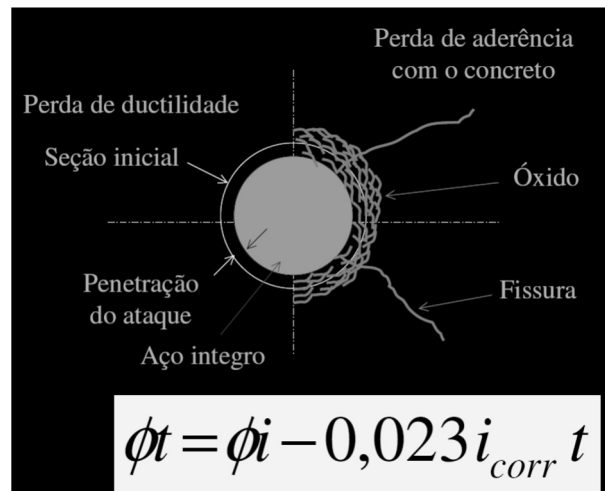
7

Corrosão da armadura



8

Consequências da corrosão de armaduras no comportamento estrutural



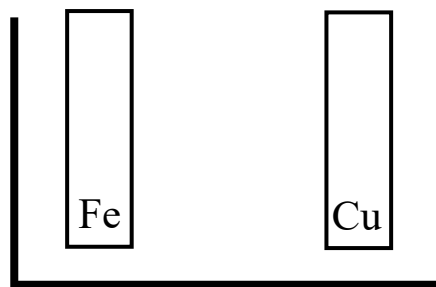
Corrosão de armaduras

- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão



Corrosão de armaduras

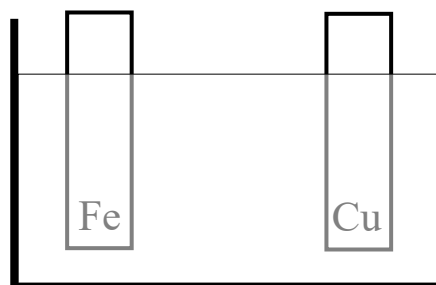
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)



11

Corrosão de armaduras

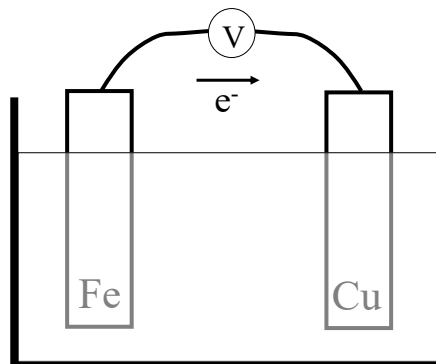
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)
- Eletrólito



12

Corrosão de armaduras

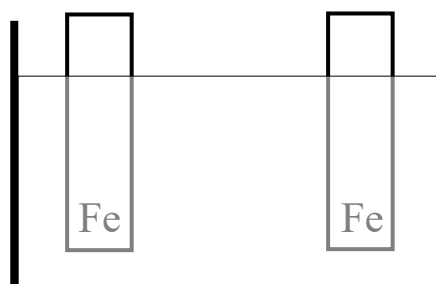
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais diferentes (ddp)
- Eletrólito
- Contato elétrico



13

Corrosão de armaduras

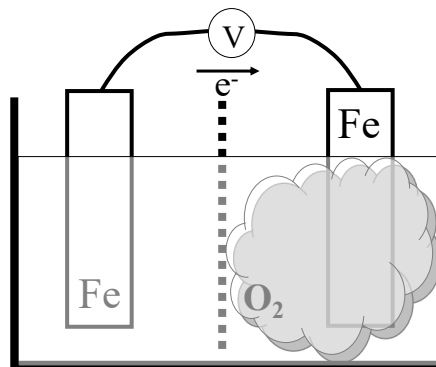
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico



14

Corrosão de armaduras

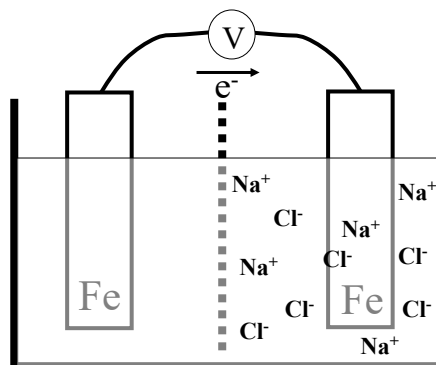
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico
- Aeração diferencial



15

Corrosão de armaduras

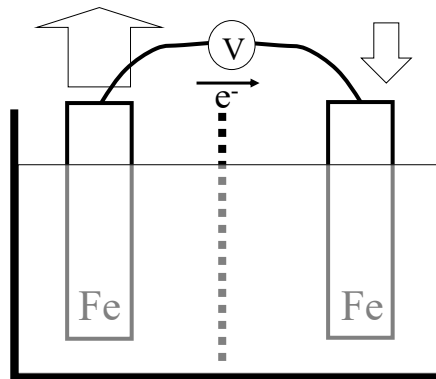
- Pilha eletroquímica – Condições para que haja corrosão
- Metais “iguais” + eletrólito + contato elétrico
- Concentração salina diferencial



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

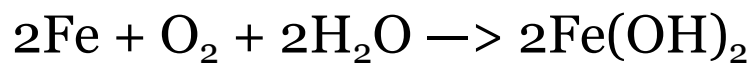
18

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

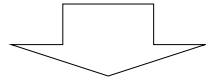
Corrosão de armaduras

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



Corrosão de armaduras

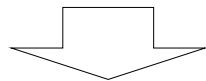
Há condições para o desenvolvimento do processo corrosivo



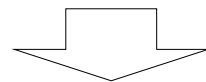
Mas não há corrosão !

Corrosão de armaduras

Há condições para o desenvolvimento do processo corrosivo



Mas não há corrosão !

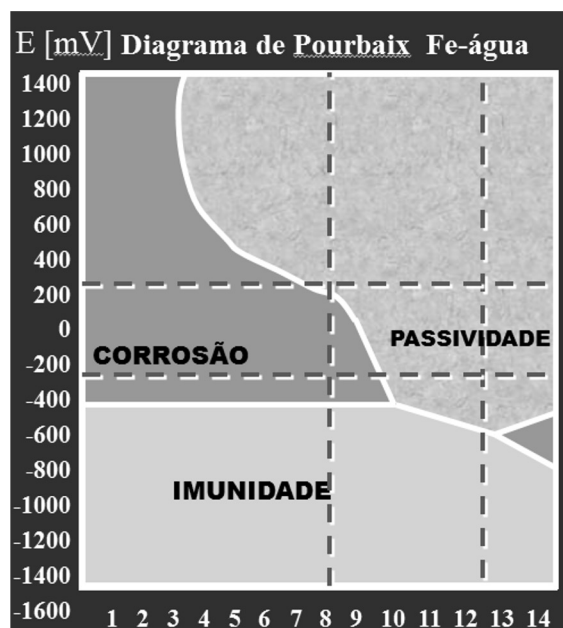


Passivação

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

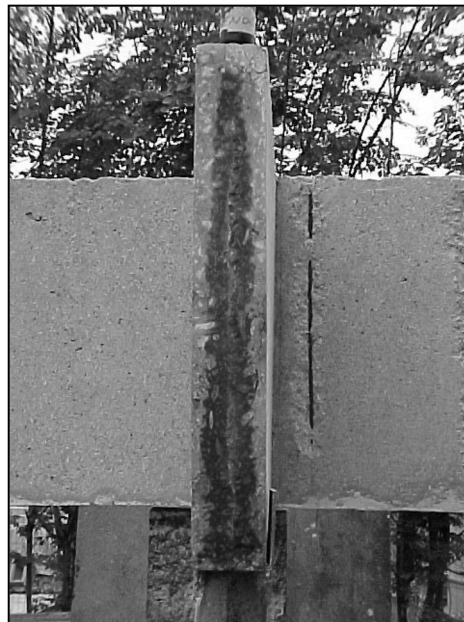


Perda de passivação

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

25

Aço →
Corrosão por
carbonatação
Grelha da Civil
demolida



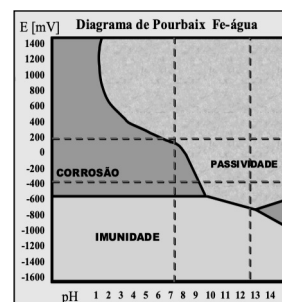
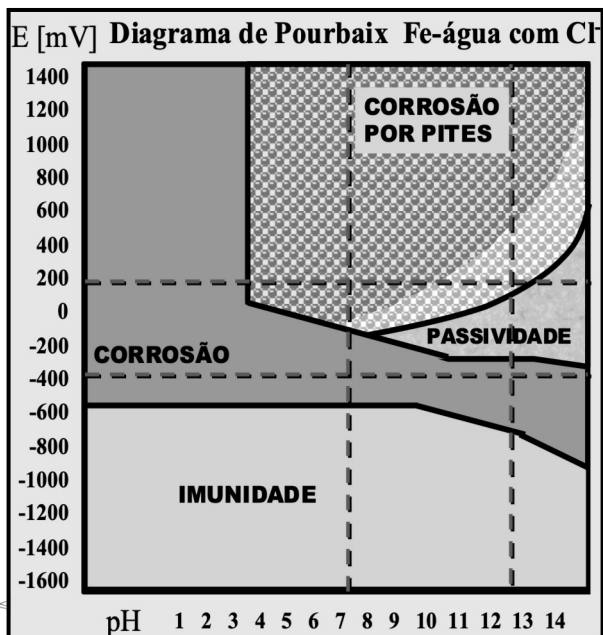
26

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

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

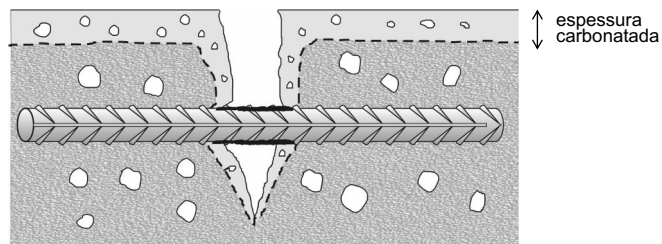
$$a/c \leq 0,50$$

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

→ 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)



33

“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 $5,4\text{kg}/\text{m}^3$.

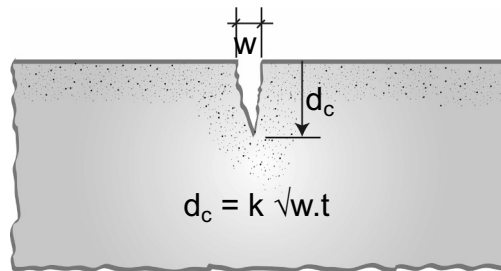
Pesquisa realizada em 57 pontes nos USA com idades de 2anos a 20anos.
Densidade de fissuras de $0,16\text{m}/\text{m}^2$ a $0,8\text{m}/\text{m}^2$. Aberturas de fissuras $< 0,3\text{mm}$.

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



34

Carbonatação na fissura



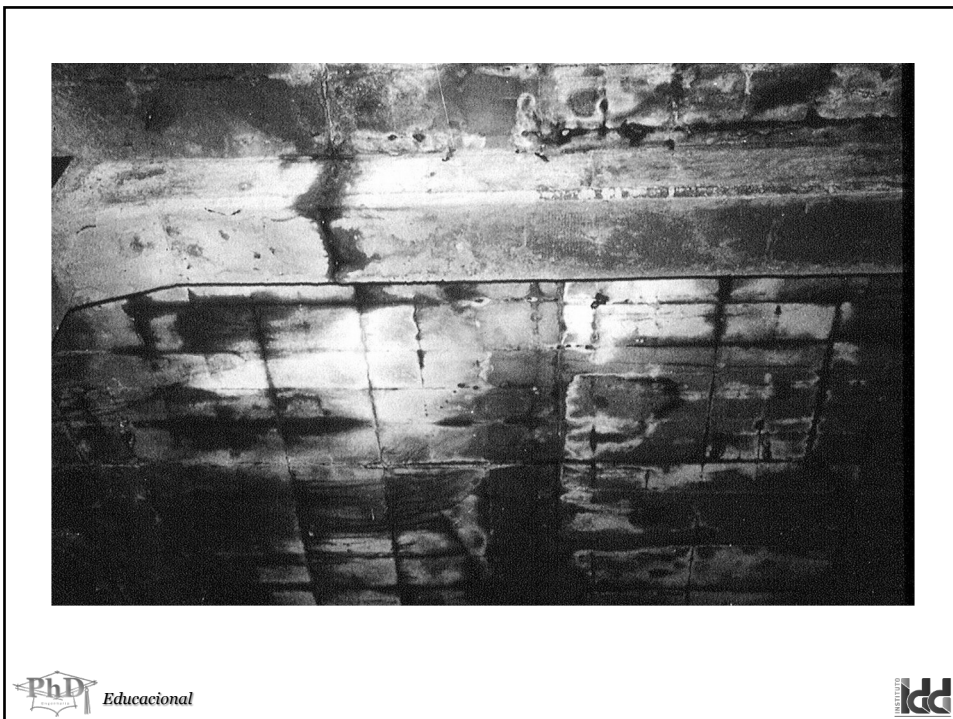
Para dobrar d_c $\left\{ \begin{array}{l} w \times 4 \\ t \times 4 \end{array} \right.$
Para dobrar t $\left\{ \begin{array}{l} w : 2 \\ d_c \times \sqrt{2} \end{array} \right.$

Consequências

- cloretos
- carbonatação



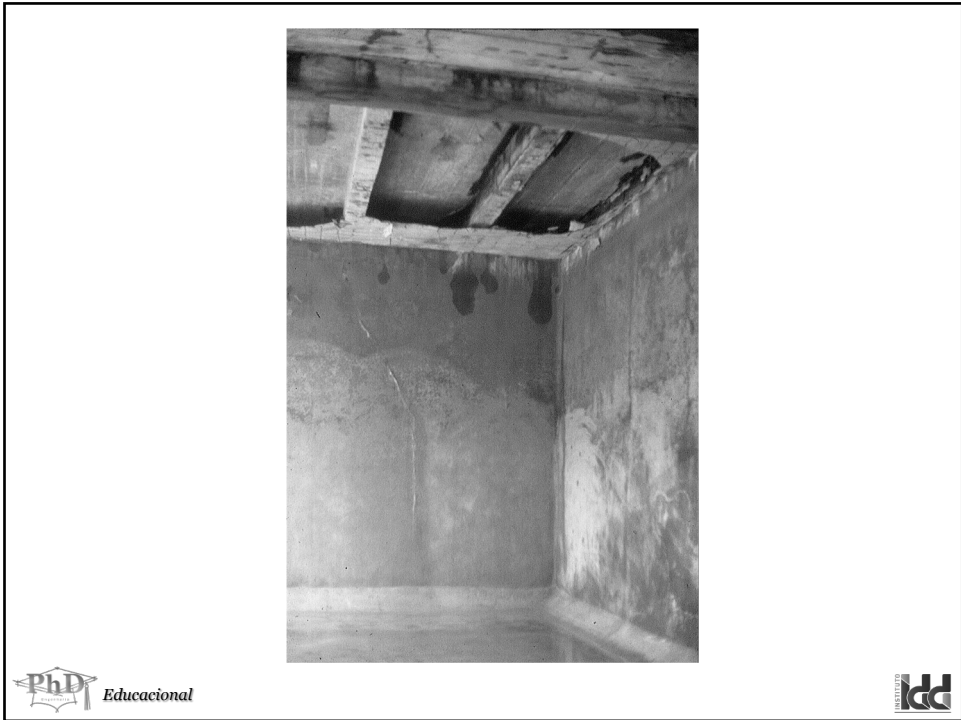
37



38



39



40



41

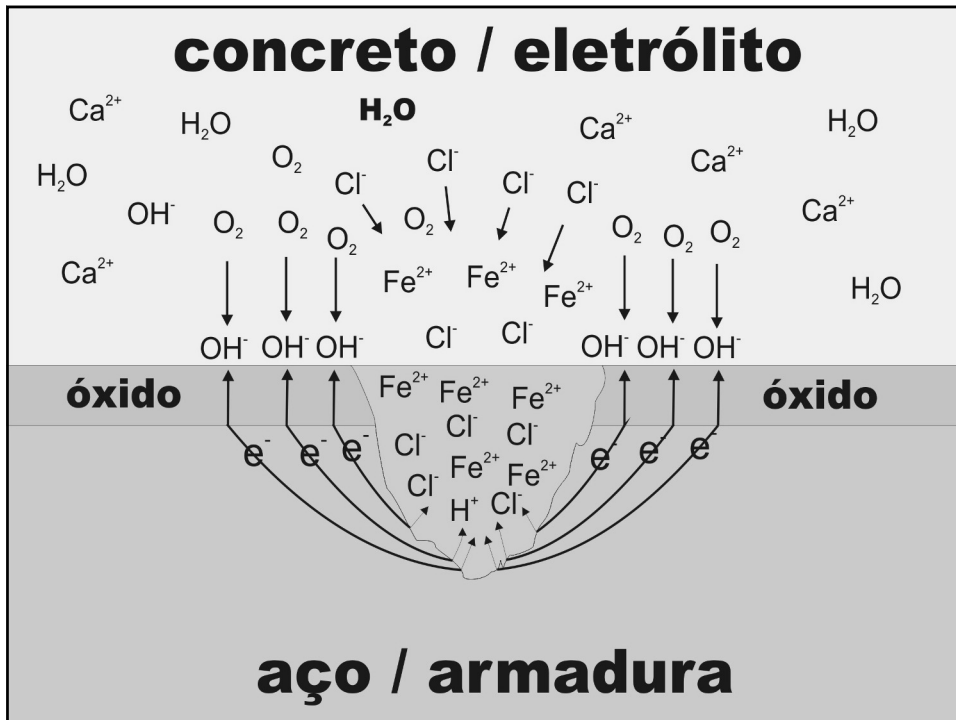


42

Cloretos

Carbonatação

Cloretos



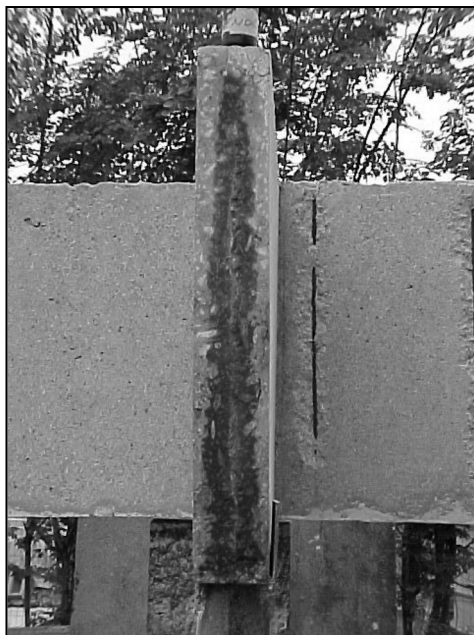
45



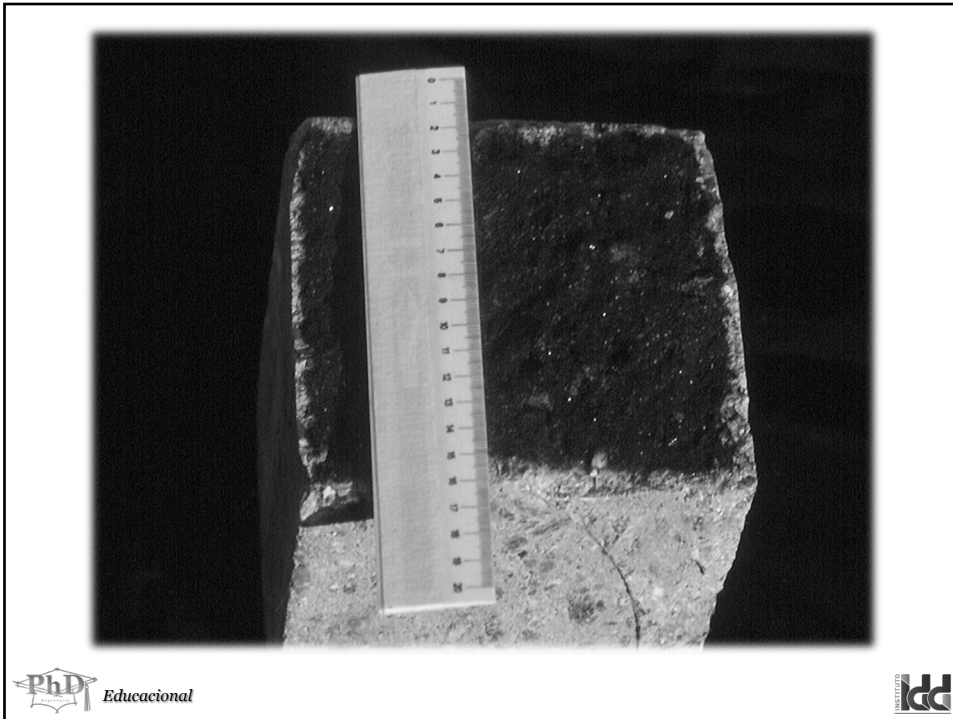
46

Carbonatação

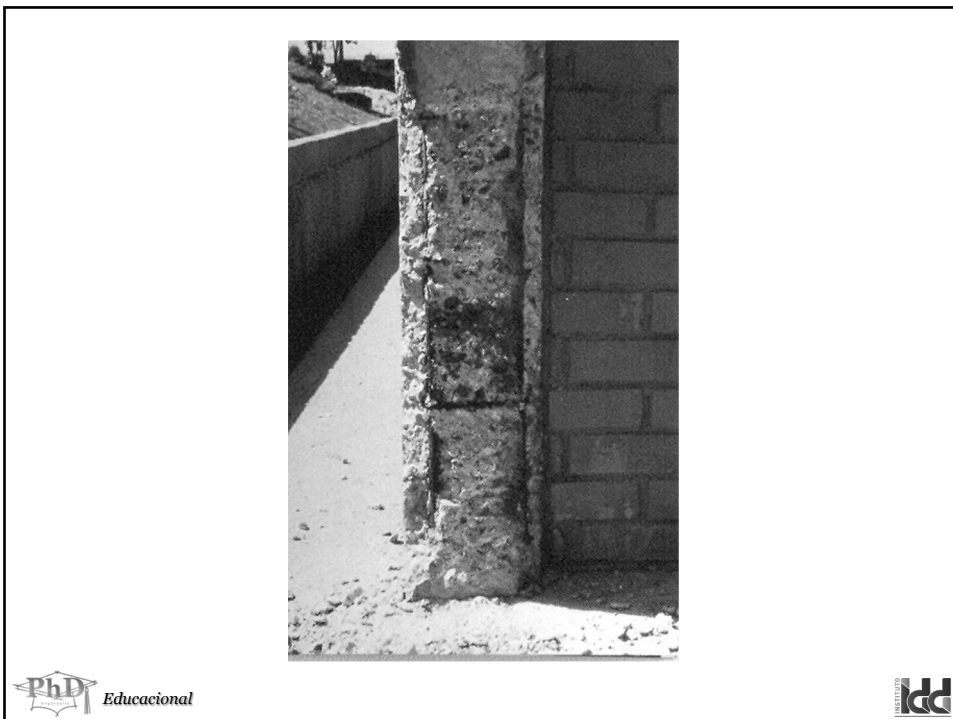
47



48

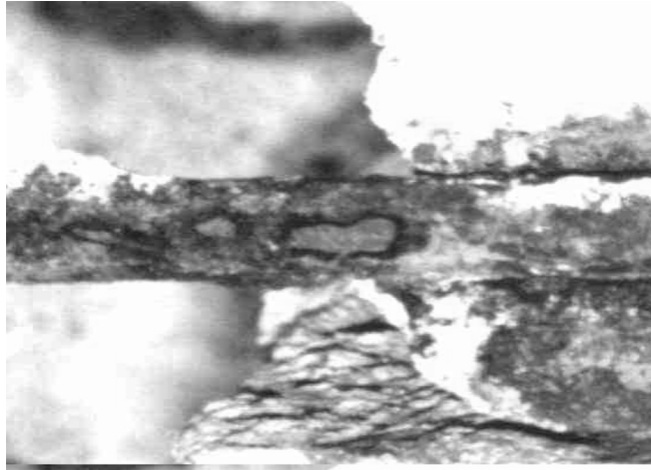


49



50

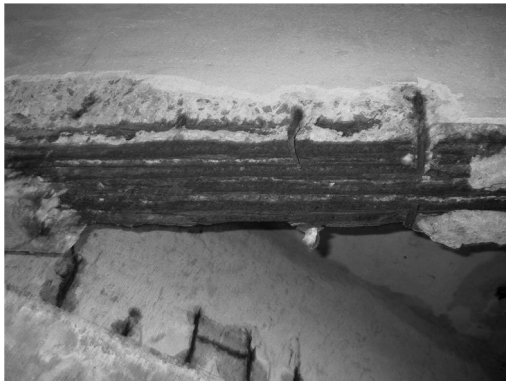
Corrosão de armaduras



Corrosão por cloretos (pites)

51

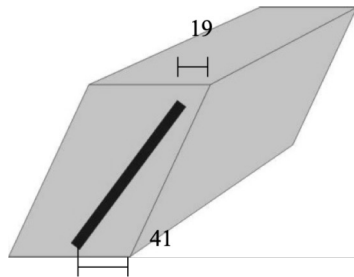
Corrosão de armaduras



➤ Ponte em zona marítima

52

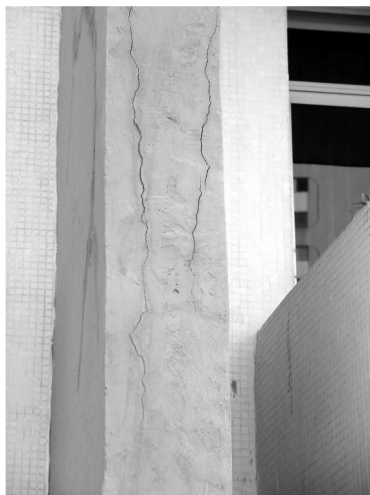
Corrosão de armaduras



➤ Influência do cobrimento



Corrosão de armaduras



Corrosão de armaduras



55



56



57

Atenção com o cobrimento



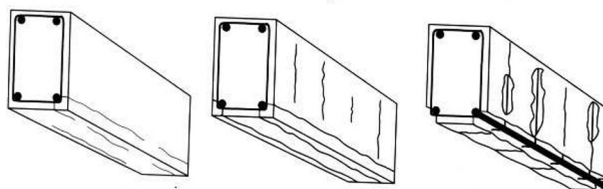
58

Corrosão de armaduras

Exemplo típico



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



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

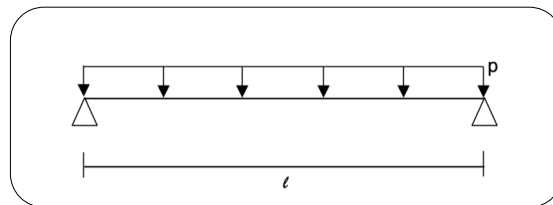
Estrutura

- 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

$$f_{ck}:$$

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

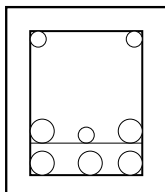
(NBR-12655 5.5.3.2.1)

Módulo de elasticidade

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

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

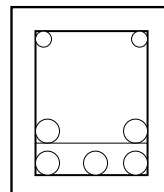
Dimensionamento



$$\text{Aço} = + 12\%$$

$$C1 = 0\%$$

$$C2 = - 10\%$$



ACI 318

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

armadura

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

Satisfaz flecha / fluência

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

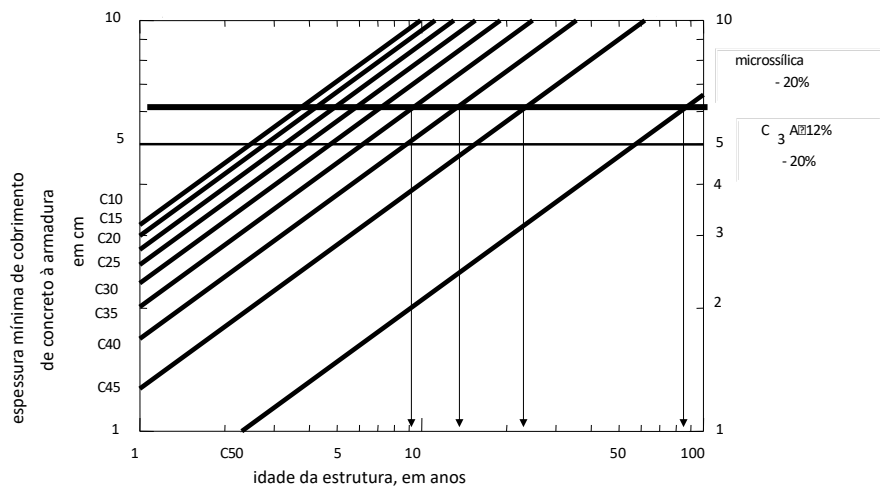
NBR 6118



82

comentários

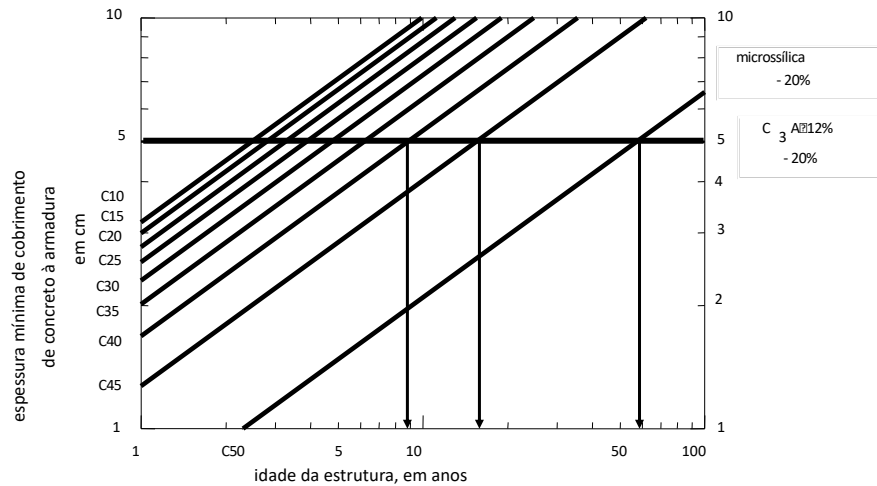
Difusão de cloretos em faces externas de componentes estruturais de concreto expostos à zona de respingos de maré



83

comentários

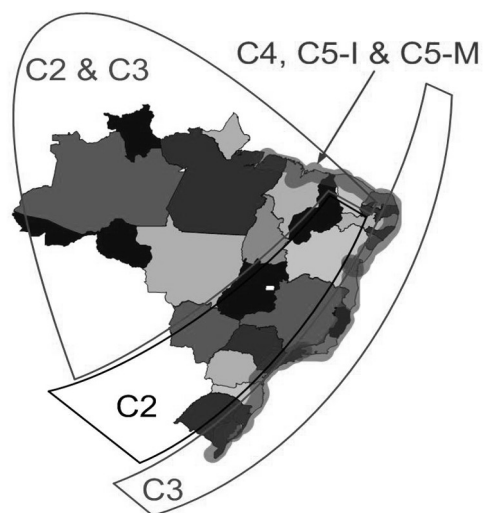
Difusão de cloretos em faces externas de componentes estruturais de concreto expostos à zona de respingos de maré



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.

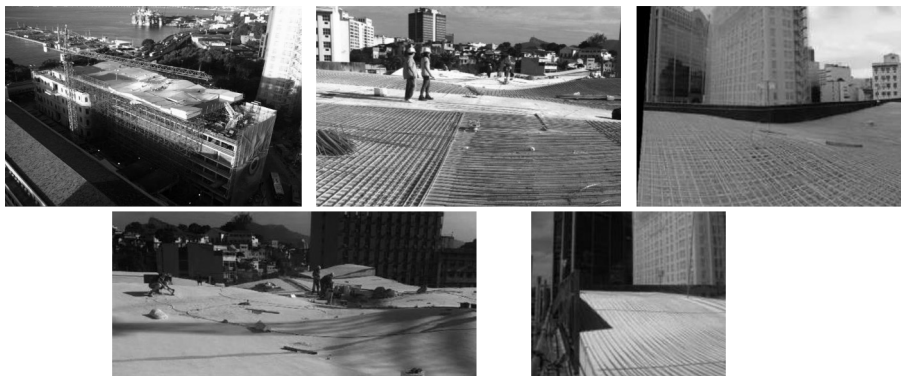


Armadura Galvanizada a quente

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

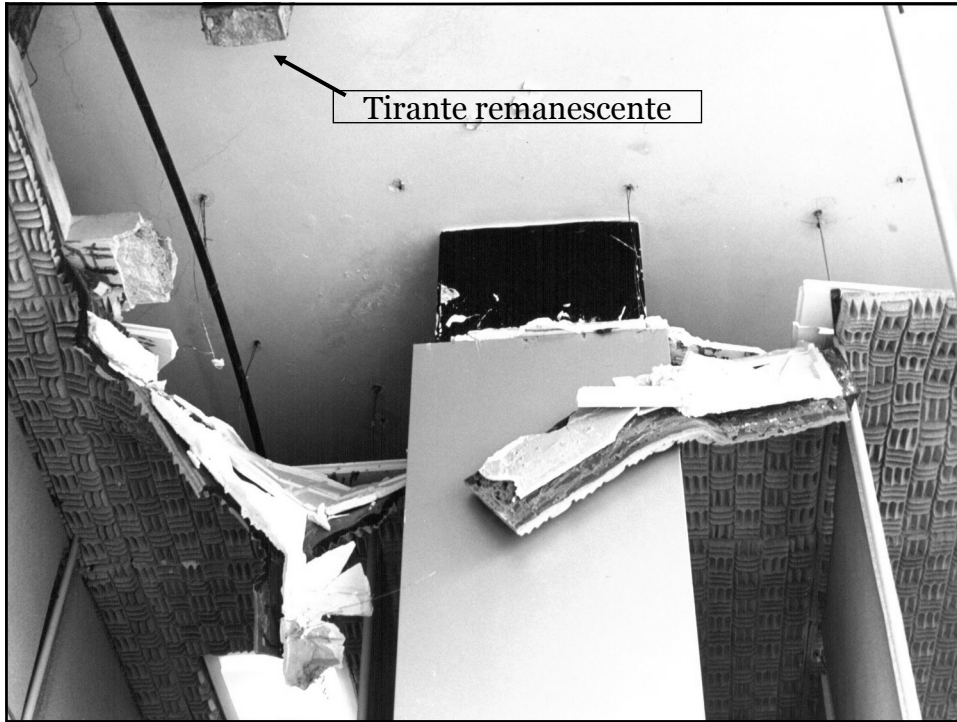
Acidente

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

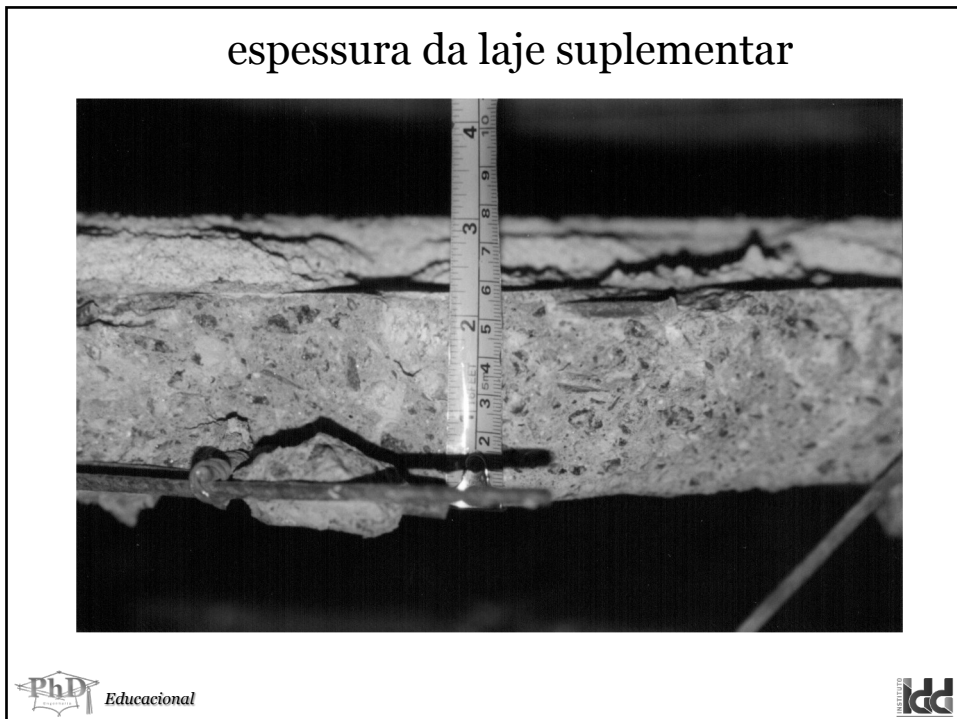
92



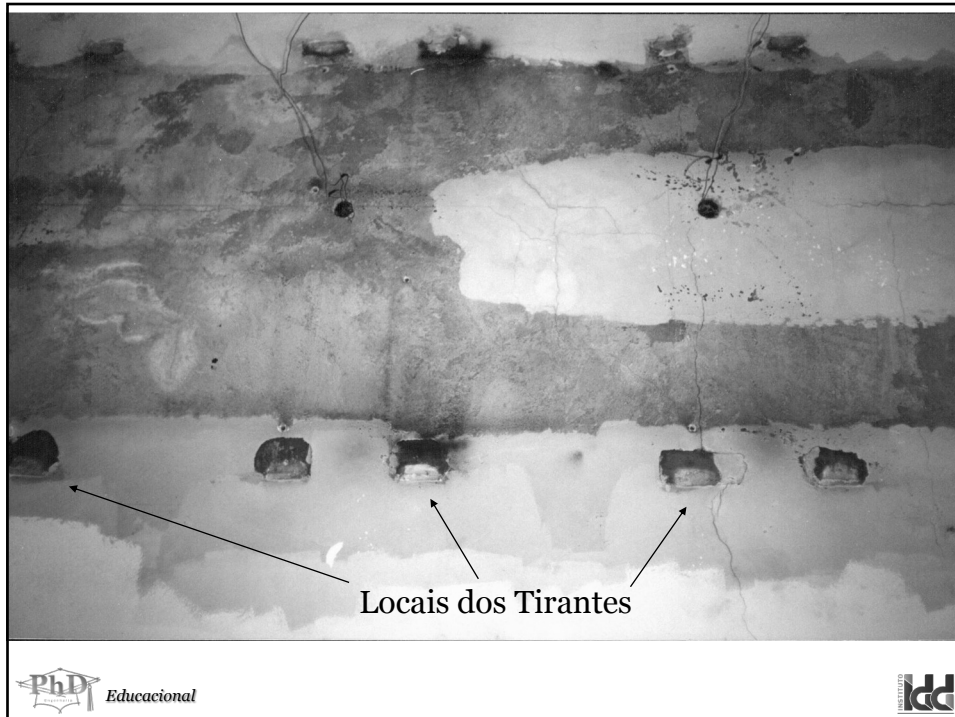
93



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

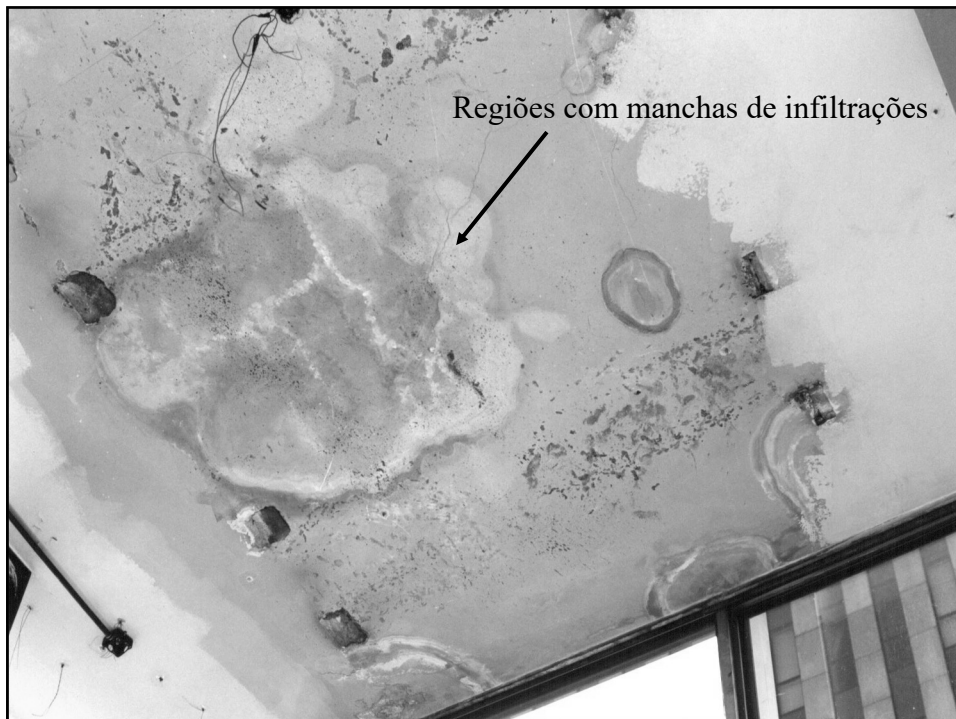
1. Falta de Manutenção → Infiltrações:

- 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



104

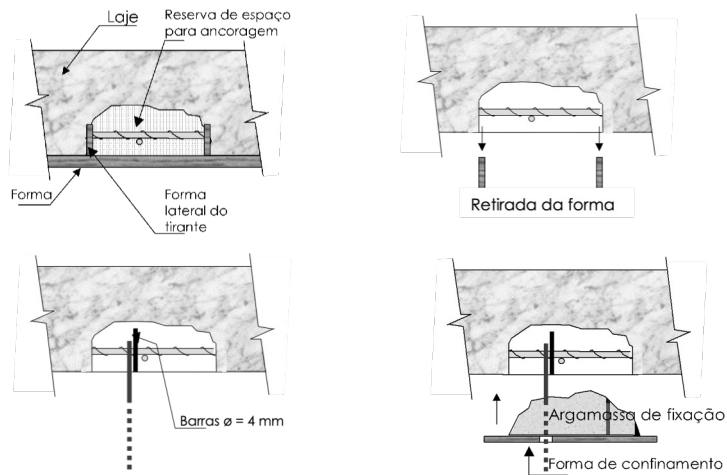
Verificação das hipóteses

Problemas executivos:

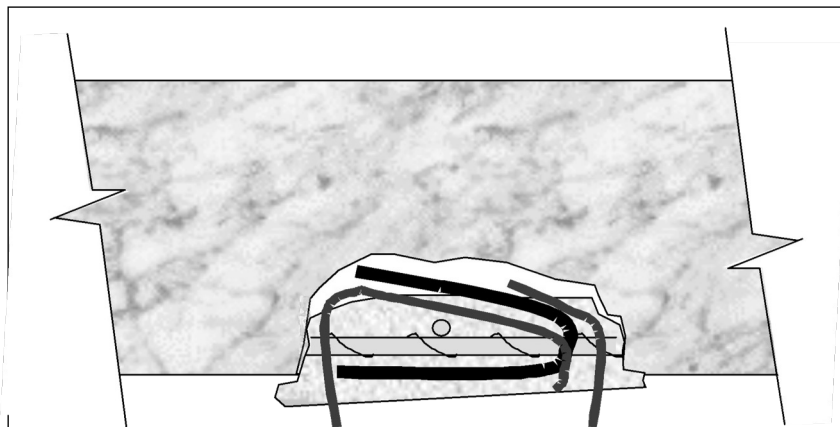
Sistema construtivo não convencional com dificuldades operacionais para confecção e fixação dos tirantes das lajes suplementares, à laje da cobertura, propiciando a existência de deficiências na região de contato tirante/lajes.

105

Seqüência provável de execução dos tirantes



106



Ponto de ancoragem de um tirante que apresentou som Cavo

107



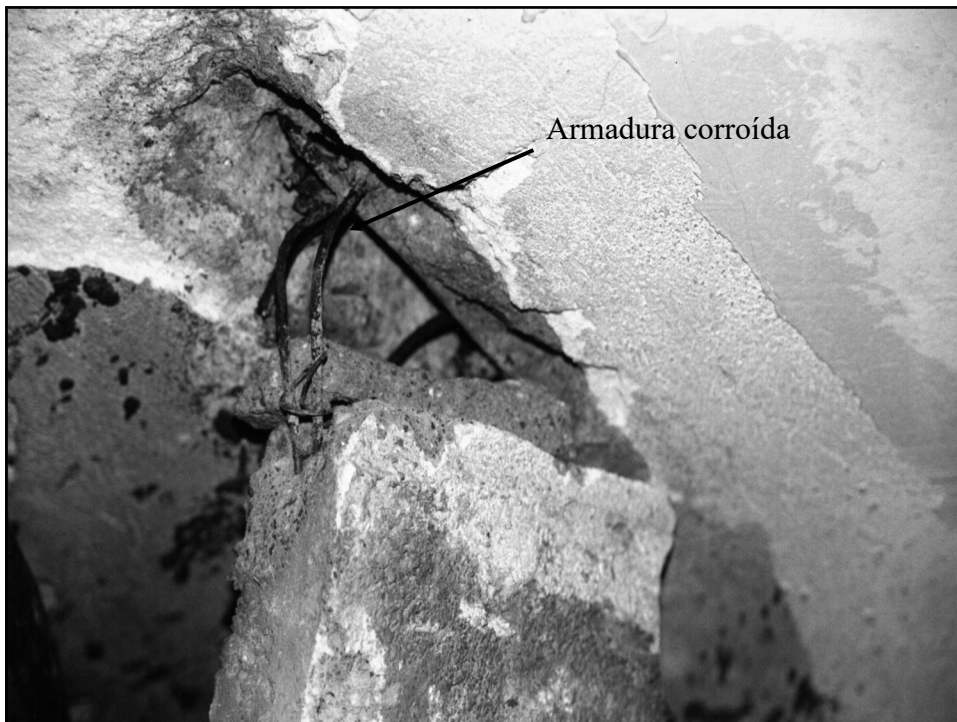
108



109



110



111

Verificação das hipóteses

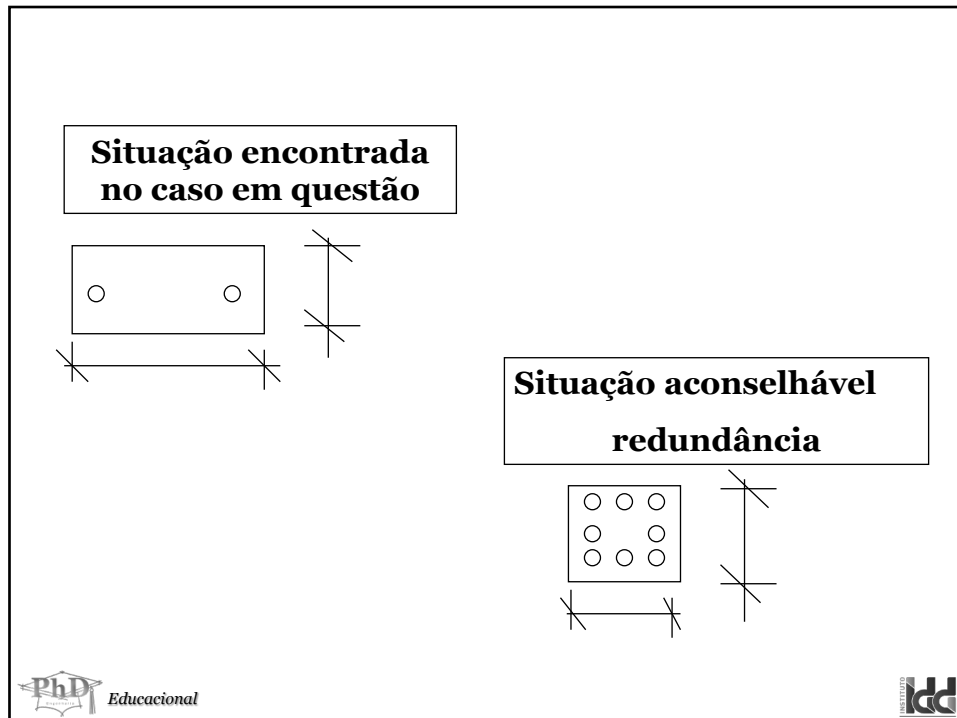
3. Solução técnica inadequada do ponto de vista da durabilidade

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

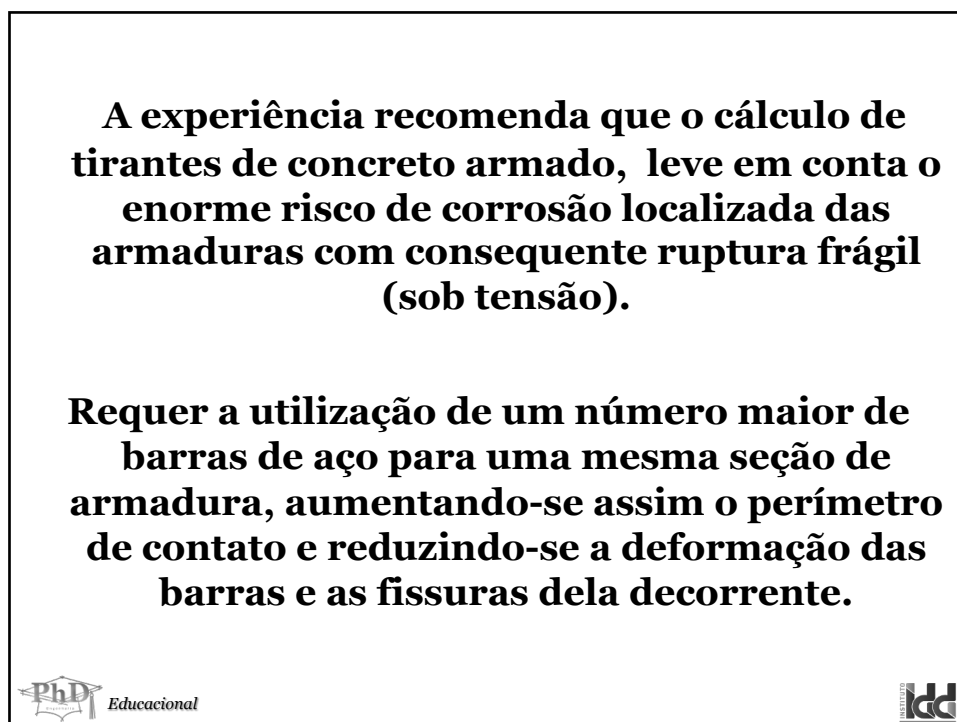
No dimensionamento de tirantes de concreto armado, a NBR 6118 e as normas anteriores que a antecederam, recomendam a verificação de duas condições de segurança :

- 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

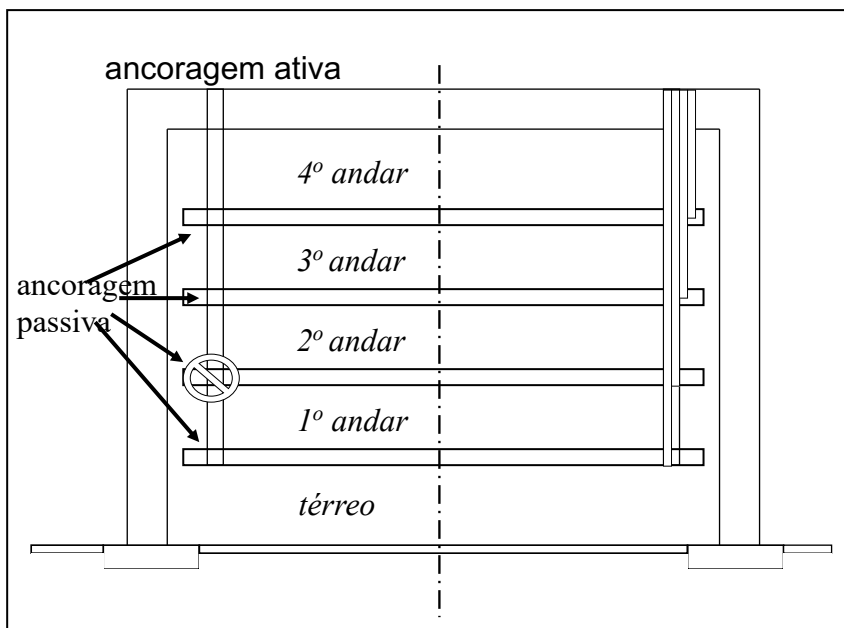
→ a laje inclina

→ mesas e cadeiras escorregam

→ usuários correm muito assustados

→ grande preocupação com o estante

Edifício de Escritórios

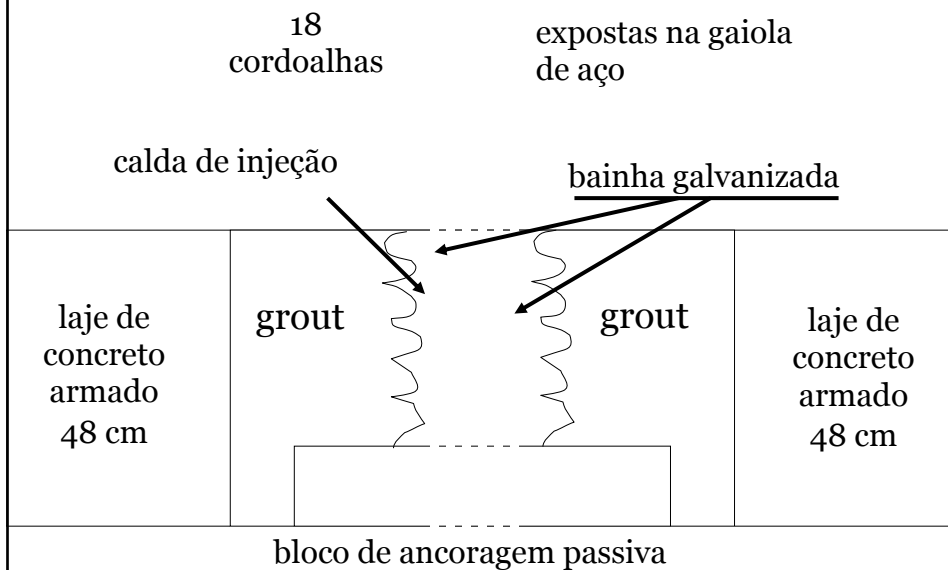


Edifício Escritórios

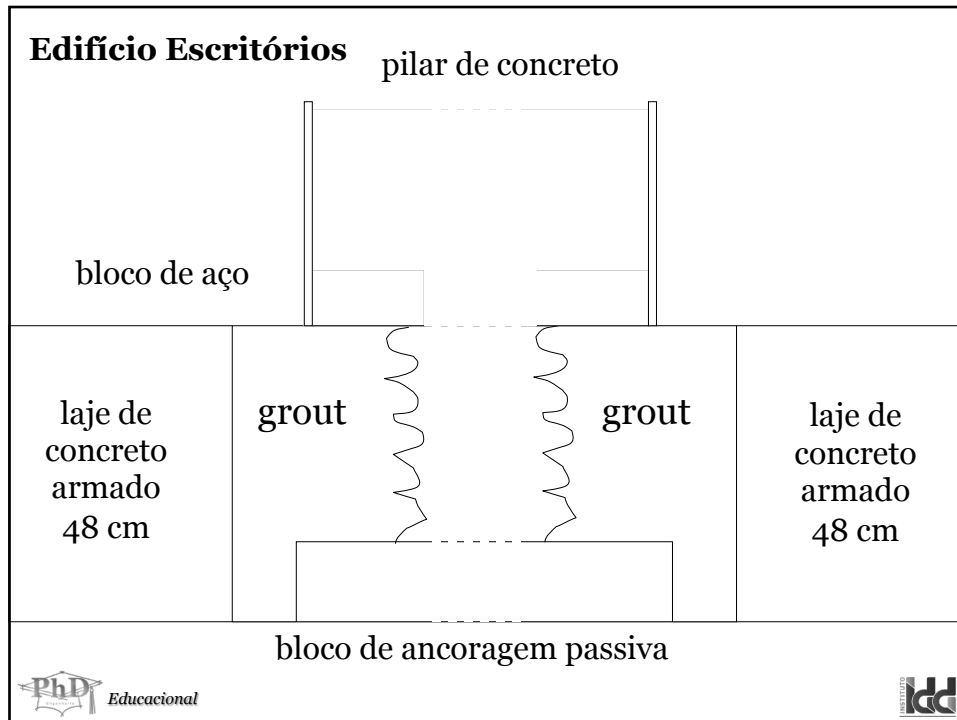
16 lajes → 300 m² / por andar
4 andares mais térreo
20.000 m² área total construída
4 cabos por laje → 64 cabos por andar
256 cabos → 512 ancoragens
18 cordoalhas → F=12,5mm → 19.000 MPa

120

Edifício Escritórios



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...**

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, porém a Anvisa e a Coca-Cola. O da Agricultura avisa: mandará apreendê-los. **Página 24**

Bom tempo para viajar no feriado

Quem vai passar 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 12**

TURISMO

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

York, para os candidatos do Departamento Nacional de Produção Mineral. Ontem, o presidente José Sarney resolveu conceder-lhes um reajuste salarial entre 95% e 120%. **Página 23**

Marquise cai e mata nove em Porto Alegre

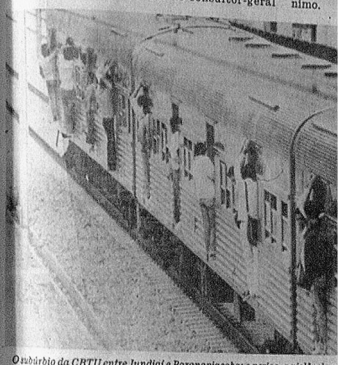
Nove pessoas morreram, entre as quais uma criança, dez ficaram gravemente feridas e outras 30 sofrem escoriações leves com o desabamento, ontem à tarde, da marquise da Loja Arapuá, no centro de Porto Alegre, na rua Doutor Flores. No momento do acidente, muitas crianças estavam na frente do prédio, recebendo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

nários, 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**

ceiras não poderão 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 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 Carvalho. O presidente consultou hoje. Em consulta uma possível decisão.



O desabamento da CBTU entre Jundiaí e Paranaíba: o perigo, a violência e

Para PM, fogo no trem foi planejado

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

Notas e Informações

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

46 p

Mais e Supl. Cadeia e Tercel. Classificação. Compromisso. Economia. Eleições. Espaço. Esportes.

CADERNO 2

Cicero Dias fala de pintar e viver

Aos 82 anos de idade e 60



DISSOAURO

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

Brasil Opinião da Folha

Esta os editoriais "Difícil simonia fina", sobre entrada de capitais; "Demagogia e justiça", sobre o caso do Palace; e "Pistas nas estradas", acerca de roubo de cargas. **Pág. 1-2**

Campanha começa com pichações

Pág. 1-8

ÍNDICE	
Brasil	1-14
América	15-20
Europa	21-25
África	26-30
Ásia	31-35
Oceania	36-40
Esportes	41-45
Entretenimento	46-50
Política	51-55
Religião	56-60
Opinião	61-65
Cartas	66-70
Colunas	71-75
Classificados	76-80
Respostas	81-85
Indicador	86-90
Atualização	91-95
Índice	96-100

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 desco-

nhecidas. Tanto 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 de manhã. A chuva, que começou de madrugada, parou a cidade. Houve congestionamentos de até 20 km devido ao alagamento de vários acessos ao centro.

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



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

CASAQUÊ

HERNANDO RODRIGUES da Sorocaba de Brasília. O deputado Sérgio Naya (sem partido-MG) mudou de ideia e tentará voltar ao PPS. 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 resolveu agir. **Pág. 3-8**

Reforma vai dar reajuste salarial aos 3 Poderes

O primeiro eício da reforma administrativa, aprovada anteriormente, 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 indulto previsto de lei de iniciativa conjunta. O aumento poderá ocorrer em abril. **Pág. 1-9**

GUIA DA FOLHA

186 SP
bairros

300
vegetaristas

54
filmes

29



DESABAMENTOS

Marquise esmagou um bancário de 23 anos

A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas

Por **ULISSÉS ALMEIDA NENE**
(Editor da Folha)

Várias falhas na construção da marquise do prédio da Loyds Bank International acabaram causando a morte de uma pessoa e ferimentos em outras no início da manhã de ontem, no centro de Porto Alegre. A marquise, com 12 metros de extensão, dita de largura e 50 centímetros de espessura e pesando quatro toneladas, desabou e esmagou o bancário João César Machado Casagrande, 23 anos, que ainda chegou a ser socorrido por PMS e populares, mas morreu a caminho do Hospital de Pronto Socorro. Faleceu às 14h. 21 anos, residente em Novo Hamburgo, chegou por pouco. Ela sofreu necrose de ossos por pouco. Ela sofreu necrose de ossos por pouco. Ela sofreu necrose de ossos por pouco.






O horário de desabamento imprevisto a 10 metros de altura não deu tempo de fazer os salva-vidas comentos. Pálido, explicou que João foi atingido pela ponta da marquise. A queda para onde ele ia foi no lado de Loyds Bank. João César foi carregado pelo soldado PM Moisés da Silva e Fátima para a viatura 414 e transportado para o HSP. Mas, quando a viatura tomava a Avenida Coronel Aguiar em direção ao hospital, Pálcio percebeu que ele expirou. O rapaz teve o crânio esmagado, várias costelas quebradas e o seu rosto foi cortado pelo golpe de ferro do banco. Ele era casado e tinha a esposa grávida de seu primeiro filho.

Até às 10h ainda havia a expectativa de que houvesse mais pessoas mortas sob os escombros. Duas bombas, em tela via-turas do 1º Departamento de Incêndios, comandadas pelo Tenente Medeiros, compareceram no local para removerem a marquise derrubida, um trabalho que levou um tempo que toda a manhã para ser concluído.

Periclas

Alinhado à fachada do prédio, o gerente da Loyds Bank International, Alan David, explicou que a marquise foi instalada em 1974. Ele explicou que pertencem ao banco e não às firmas construtoras. O prédio foi construído em 1974. Os fundamentos da marquise foram desmontados e o prédio foi reformado que já está sendo procedida instalação provisória para o Lloyd, e que uma equipe especializada do próprio banco fez uma avaliação de sinal verde 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 ao prédio para ver o que tinha acontecido.






INO JAZZ.

Loja desaba e mata nove no S

Cidade



Relatório da Dorsafica pronto este mês

Bolsista da BR-116 terá policiamento






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 marcas da Out-Let caíram tão rápido que as duas pessoas que morriam nem sequer tiveram tempo de correr, segundo testemunhas.

De acordo com Alexandre Albuquerque, 46, funcionário de uma farmácia vizinha à loja, o rapaz Alex dos Santos, que estava no 3º 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, Rensélio 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, 40.

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 Correia 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 apenas na mão direita, que

da Reportagem Local

O delegado Marco Antonio Barreto, titular do 1º DP de São Caetano do Sul, disse que vai aguardar o laudo do IC 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).

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

O delegado afirmou que presen-

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, Luiz Antonio Marrey, designou outros 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 levantado 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 áreas, 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 a polícia no dia da queda, 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/KNAUL)

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

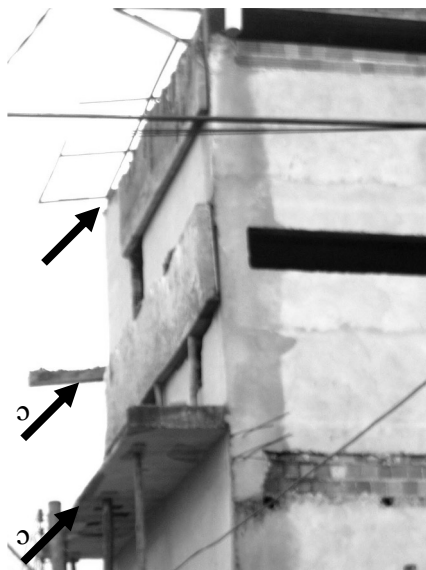


Detalhe para os tirantes em concreto armado no plano da fachada e para os escombros.

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

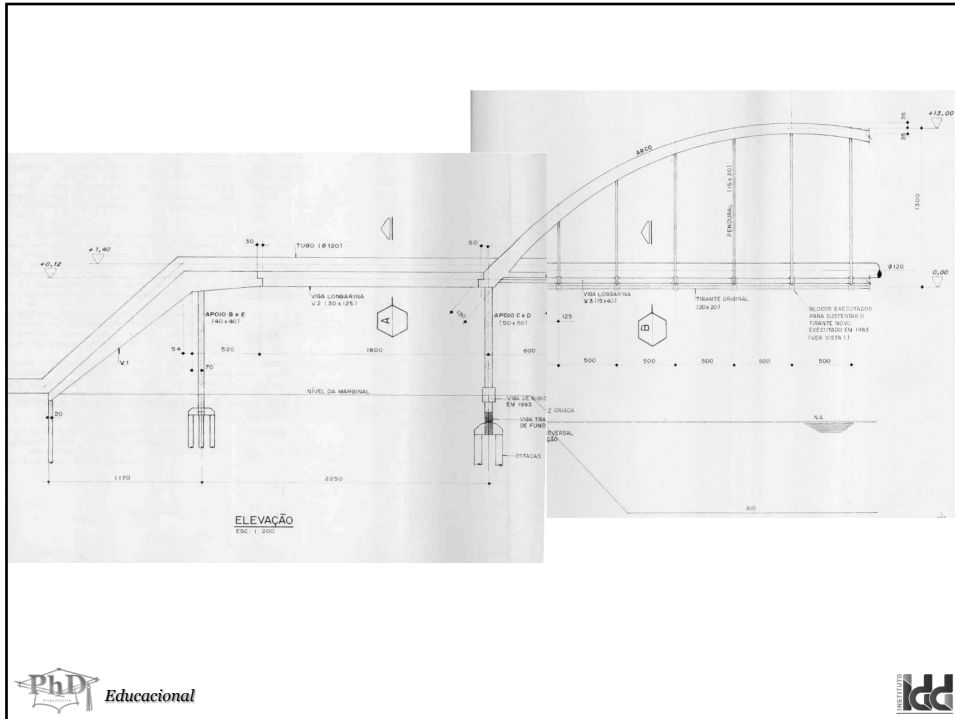
- laudo 5 meses antes
- 27 anos, $f_{ck} = 16\text{ MPa}$
- Inspeções 81, 83, 84, 87, Janeiro 88
- Vão de “52 m.”
- custo = incomensurável



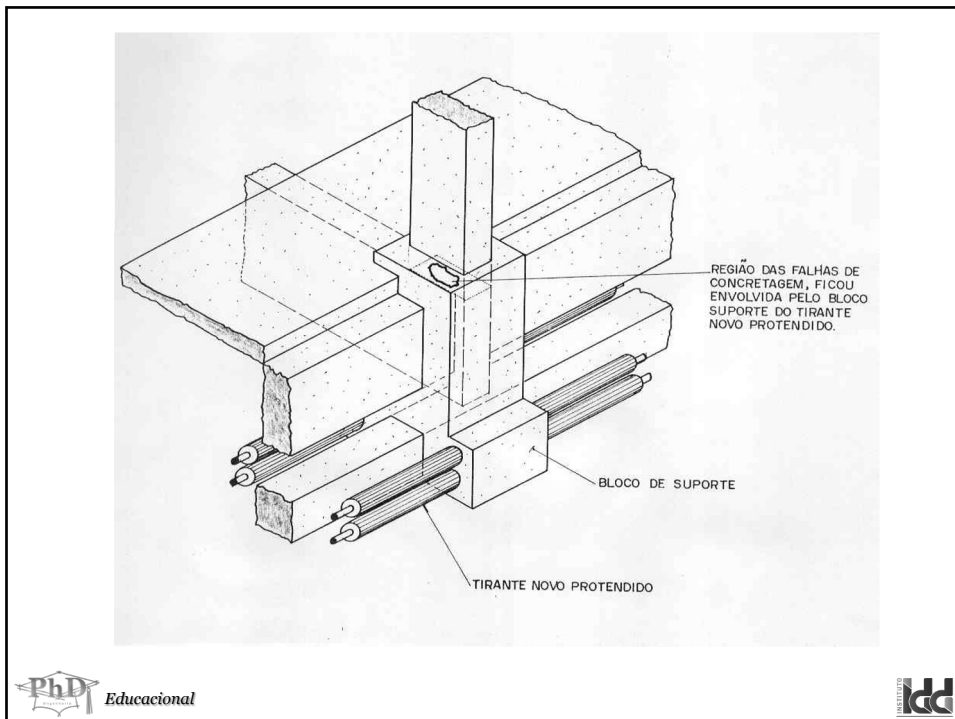
140



141



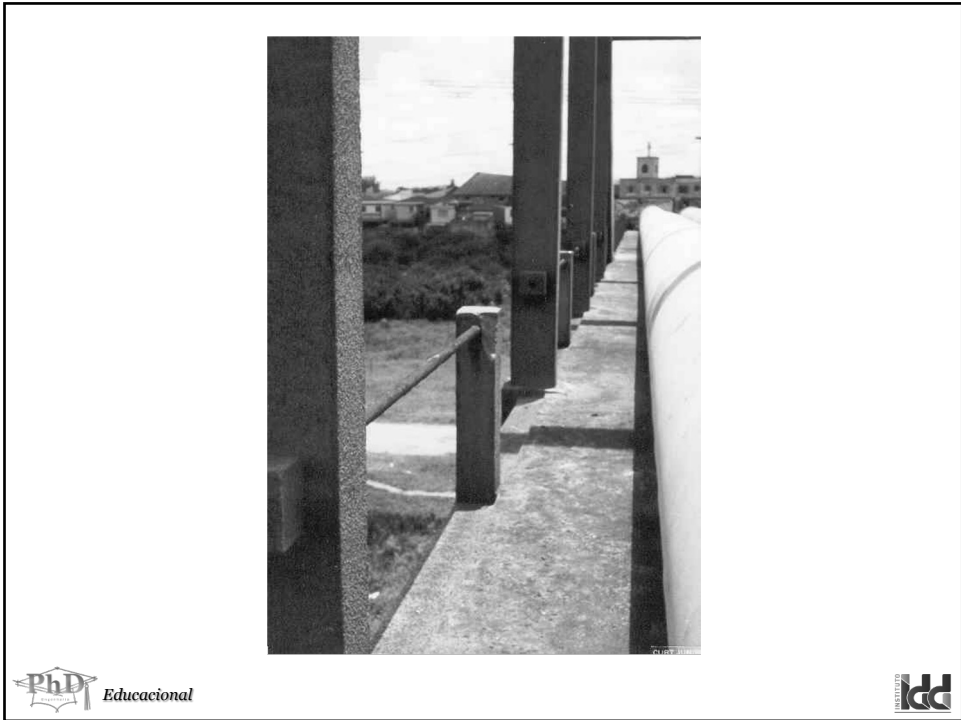
142



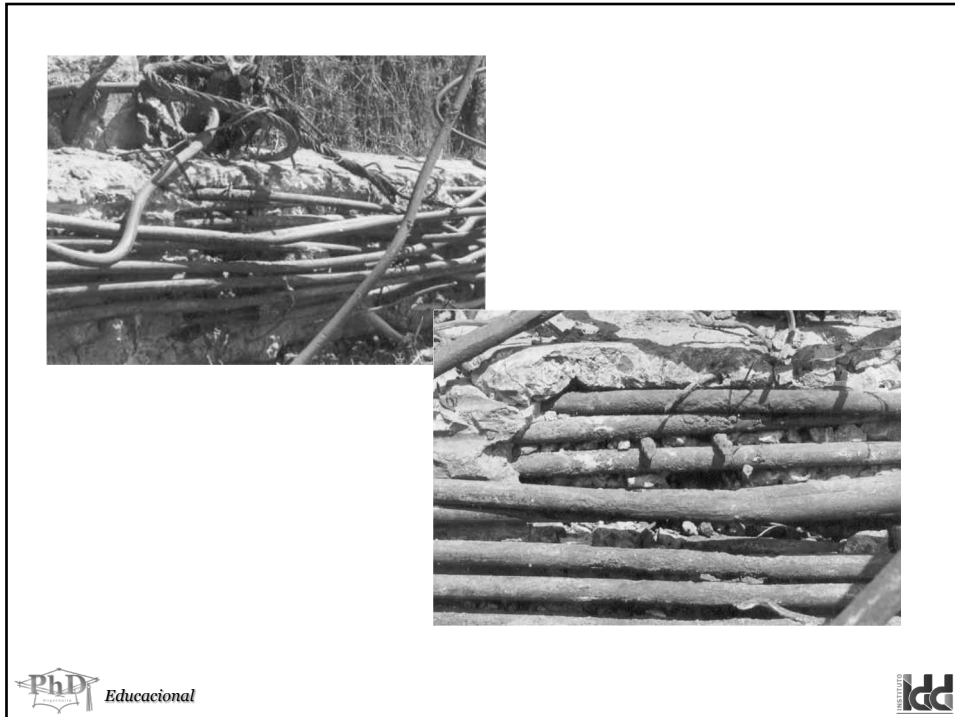
143



144



145



146

Ponte dos Remédios


São Paulo, 1997

Lauda 6 meses antes

36 anos

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

Custo = 3 vezes uma ponte nova



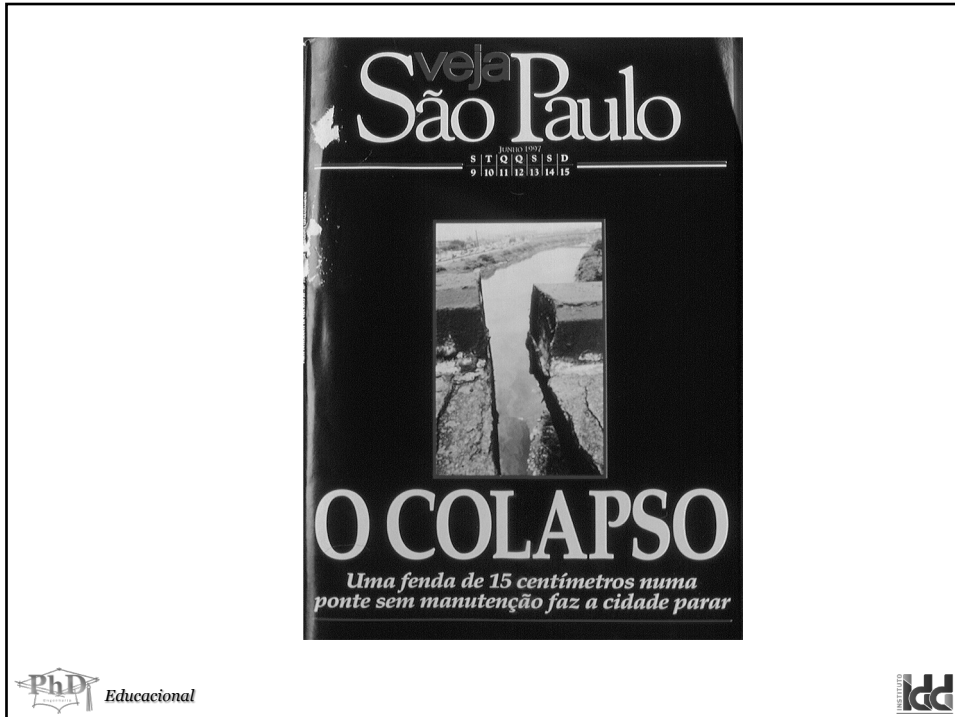
147



148



149



150



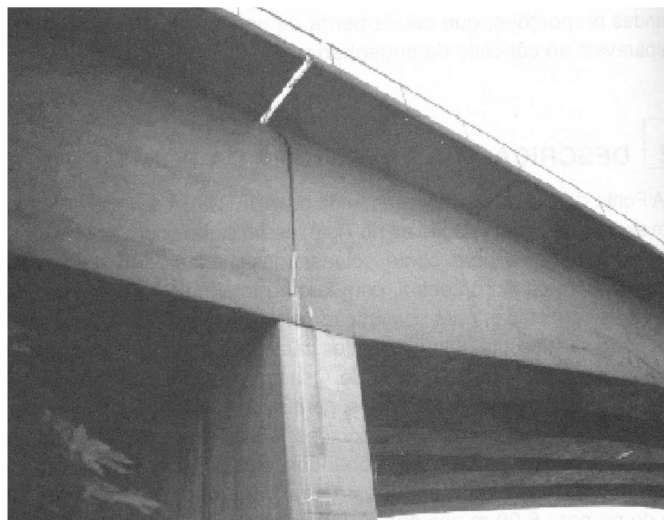
151



152

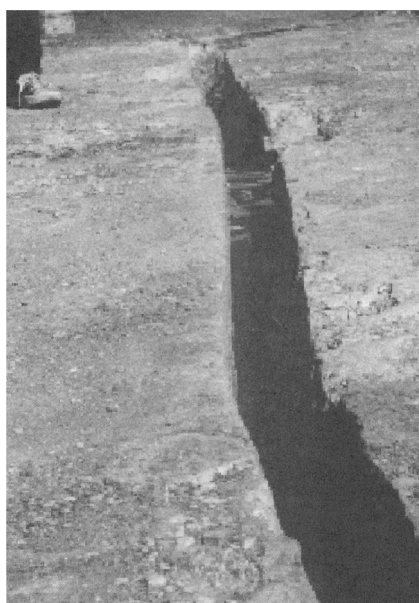


Ponte dos Remédios



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

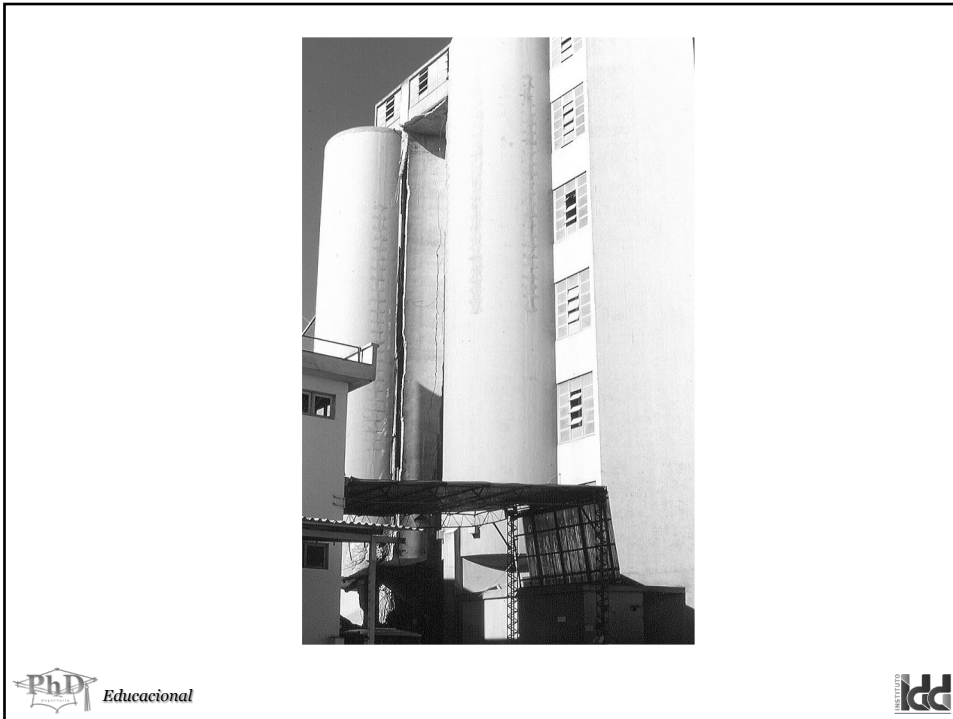
$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$

Custo = 1,2 novo

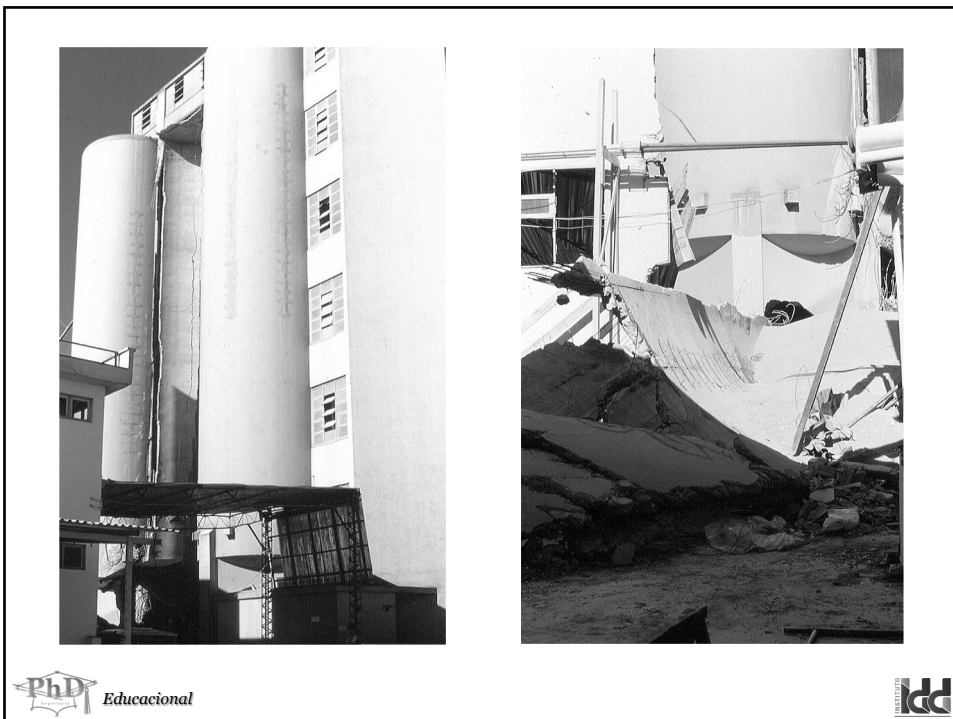
160



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

