



# Vistoria de Edifícios e Identificação de Fissuras



**Paulo Helene**  
 Diretor PhD Engenharia  
 Prof. Titular Universidade de São Paulo  
 Diretor Técnico e Conselheiro Permanente IBRACON  
 Gestor Asociación Latino Americana de Patología, Control de Calidad y Rehabilitación de Estructuras ALCONPAT Int.  
 fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
 Conselheiro CNTU e SEESP

Secretaria da Segurança Urbana

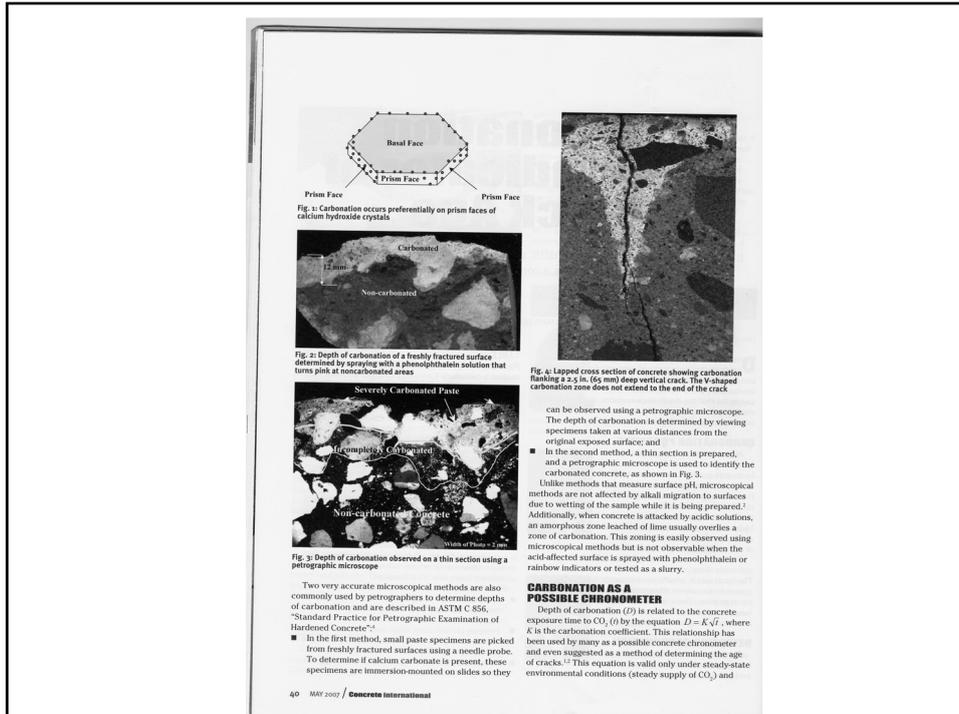
14 de maio de 2018

São Paulo/SP

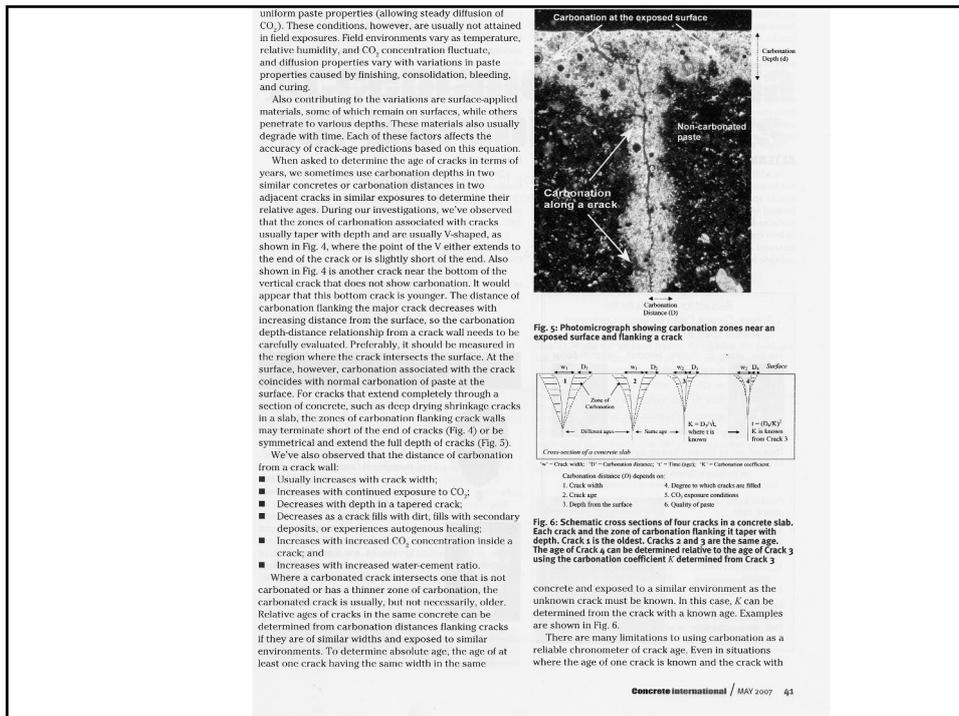
1

| Material           | Section No.              | Crack type |         |          |          | Application under damp conditions | Suitability |                     |
|--------------------|--------------------------|------------|---------|----------|----------|-----------------------------------|-------------|---------------------|
|                    |                          | Live       | Dormant | Fracture | Multiple |                                   | Structural  | 'External' pressure |
| Vacuum             | 10.3.4                   |            | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Rendering          | 10.5.3.2                 | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Preformed membrane | 10.5.1 (b)<br>10.5.1 (a) | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Liquid membrane    | 10.5.1 (a)<br>10.5.1.2   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Surface strips     | 10.4.4                   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Elastomer          | 10.4.3                   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Thermoplastic      | 10.4.2                   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Mastic             | 10.2.1                   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Polyester          | 10.2.1                   | •          | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Epoxy              | 10.3.3                   |            | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Modified grout     | 10.3.3                   |            | •       | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Grout              | 10.2                     |            |         | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Mortar             | 10.2                     |            |         | •        | •        |                                   | •           |                     |
| Concrete           | 10.2                     |            |         | •        | •        |                                   | •           |                     |

2



3



4

| Type of cracking           | Letter (see Figure 2) | Subdivision        | Most common location      | Primary cause (excluding restraints)       | Secondary causes/factors               | Remedy (assuming basic redesign is impossible) in all cases reduce restraint | Further details see section ... | Time of appearance                      |
|----------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|--|--|--|---------------------------------|---|
| Plastic settlement         | A                     | Over reinforcement | Deep sections             |  |  |  |                                 |   |
|                            | B                     | Arching            | Top of columns            | Excess bleeding                            | Rapid early drying conditions          | Reduce bleeding (air entrainment) or rehydrate                               | 5.2                             | Ten minutes to three hours              |
|                            | C                     | Change of depth    | Trough and waffle slabs   |  |  |  |                                 |   |
| Plastic shrinkage          | D                     | Diagonal           | Roads and slabs           | Rapid early drying                         | Low rate of bleeding                   | Improve early curing   | 5.3                             | Thirty minutes to six hours             |
|                            | E                     | Random             | Reinforced concrete slabs |  |  |  |                                 |   |
|                            | F                     | Over reinforcement | Reinforced concrete slabs | Ditto plus steel near surface              |  |  |                                 |   |
| Early thermal contraction  | G                     | External restraint | Thick walls               | Excess heat generation                     | Rapid cooling                          | Reduce heat and/or insulate  | 6                               | One day to two or three weeks           |
|                            | H                     | Internal restraint | Thick slabs               | Excess temperature gradients               |  |  |                                 |   |
| Long-term drying shrinkage | I                     |                    | Thin slabs (and walls)    | Inefficient joints                         | Excess shrinkage<br>Inefficient curing | Reduce water content<br>Improve curing                                       | 7                               | Several weeks or months                 |
| Crazing                    | J                     | Against formwork   | Fair faced concrete       | Impermeable formwork                       | Rich mixes                             | Improve curing and finishing   | 8                               | One to seven days, sometimes much later |
|                            | K                     | Floated concrete   | Slabs                     | Over-trowelling                            | Poor curing                            |  |                                 |   |
| Corrosion of reinforcement | L                     | Natural            | Columns and beams         | Lack of cover                              | Poor quality concrete                  | Eliminate causes listed  | 9.1                             | More than two years                     |
|                            | M                     | Calcium chloride   | Precast concrete          | Excess calcium chloride                    |  |  |                                 |   |
| Alkali-aggregate reaction  | N                     |                    | (Damp locations)          | Reactive aggregate plus high-alkali cement |  | Eliminate causes listed  | 9.2                             | More than five years                    |

5

## INSPEÇÃO/VISITÓRIA DE ESTRUTURAS

“a arte de entender as mensagens que as estruturas transmitem”



6

## **VISTORIA/INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS**

exige alguma compreensão do comportamento esperado das estruturas desde sua concepção, projeto, construção e uso.

7

### **INSPEÇÃO PREDIAL *Leis & Projetos***

- 1979 – Nova Iorque – USA
- 1984 – Columbus, Boston, Milwaukee, Pittsburg, Detroit e Saint Louis... – USA
- 1996 – Chicago – USA
  
- 1999 – Buenos Aires – AR
  
- 1988 – Porto Alegre – BR
- 2006 → Pernambuco - BR
- 2008 – Balneário Camboriú - BR

8



9

CENTRAL DE ATENDIMENTO

## ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO

18ª Legislatura – São Paulo, 14 de Maio de 2018

AGENDA
PROJETOS
LEGISLAÇÃO
BUSCAR

- Página Inicial
- A Assembleia
- Administração da ALESP
- Deputados
- Processo Legislativo
- Projetos
- Legislação
- Comissões
- Notícias
- Agência de Notícias
- Últimas Notícias
- Banco de Notícias
- Expediente da Agência de Notícias
- Redes Sociais
- TV Alesp

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS

---

08/10/2012 17:00

**Edificações poderão ter certificado de inspeção a cada cinco anos**

Da Redação

[Imprimir](#)
[Enviar](#)
[Twitter](#)
[Facebook](#)
[Google+](#)

Apresentado pelo deputado Marcos Neves (PSB), o Projeto de Lei 234/2012 cria no Estado de São Paulo o Certificado Estadual de Inspeção Predial, a ser concedido a toda edificação que for aprovada em todos os requisitos técnicos de segurança, especialmente quanto à estrutura, resistência, acessibilidade, prevenção de incêndios e demais riscos. O certificado tem que ser renovado a cada cinco anos.

Segundo a justificativa do projeto, o artigo 24, I da Constituição Federal diz que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre direito urbanístico. Pela Lei Federal 10.257/2001 (Estatuto das Cidades), os Estados e municípios terão o prazo de noventa dias, a partir da entrada em vigor desta Lei, para fixar prazos, por lei, para a expedição de diretrizes de empreendimentos urbanísticos, aprovação de projetos de parcelamento e de edificação, realização de vistorias e expedição de termo de verificação e conclusão de obras. "A competência concorrente entre a União e os Estados para legislar sobre direito urbanístico demonstra que a União vai editar normas gerais a serem observadas por todos, enquanto que os Estados irão criar normas que versem sobre as especificidades regionais", afirma Neves.

Para os fins do projeto, considera-se edificação toda casa, prédio ou edifício localizado na área urbana ou rural do município. A edificação residencial que possuir menos de três pavimentos ou não ultrapassar mais de mil metros quadrados de área construída fica dispensada de obter o certificado.

10

# INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

ABNT NBR 14037:2011 – Elaboração de manual de manutenção

## 5.6.3 Inspeções

5.6.3.1 O programa de manutenção deve conter orientações para a realização da inspeção.

5.6.3.2 É recomendável que o manual indique a realização de laudos de inspeção da manutenção, uso e operação, a serem realizados periodicamente, por profissionais habilitados registrados nos conselhos profissionais competentes, para serem anexados à documentação e registros da edificação. Tais laudos podem ser solicitados pelo incorporador, construtor, proprietário ou condomínio.

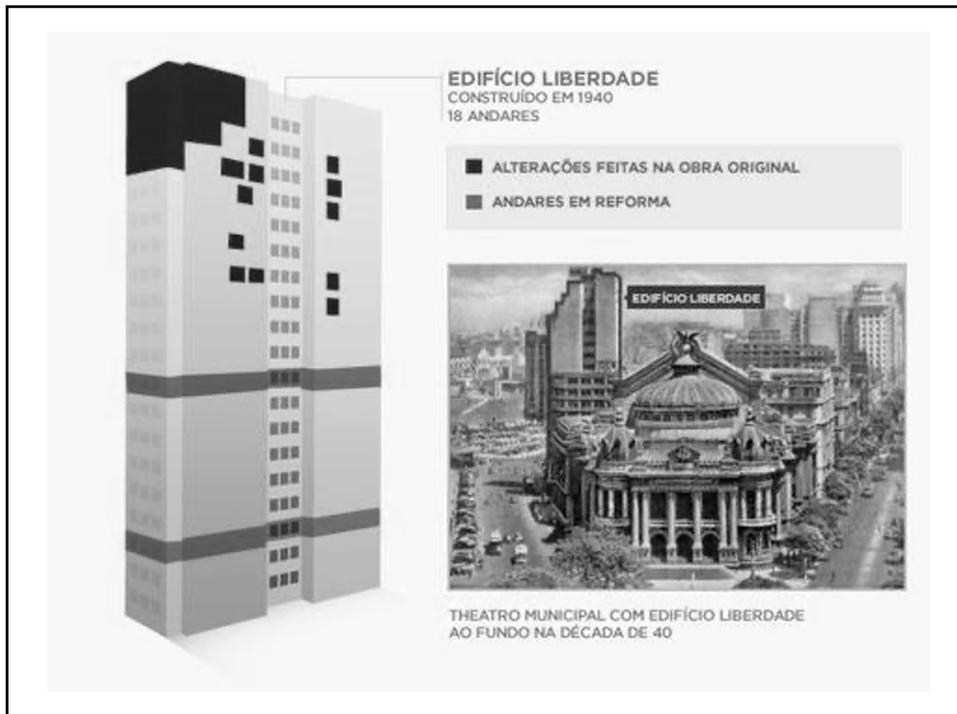
ABNT NBR 5671:1990 Responsabilidade do Construtor

## 5.6 Do executante

5.6.1 É de responsabilidade do executante:

- i) fornecer ao proprietário o “Manual de Uso e Manutenção” do empreendimento e prestar as informações necessárias nos casos omissos ou duvidosos;

11



12



13

13

**SÃO  
BERNARDO  
DO  
CAMPO/SP**

**Edifício Senador**  
Prédio comercial inaugurado em 1978  
14 pavimentos (térreo + 3 sobrelojas + 10 andares) e subsolo  
74 salas: escritórios e consultórios médicos  
Térreo: restaurante Nova Rainha, que foi danificado

**A documentação está toda em ordem**  
Prefeito de São Bernardo do Campo, Luiz Marinho

**Desabamento parcial de laje**  
19h30 de 6 de fevereiro

Cerca de 10 metros de diâmetro

Reprodução/TV Globo

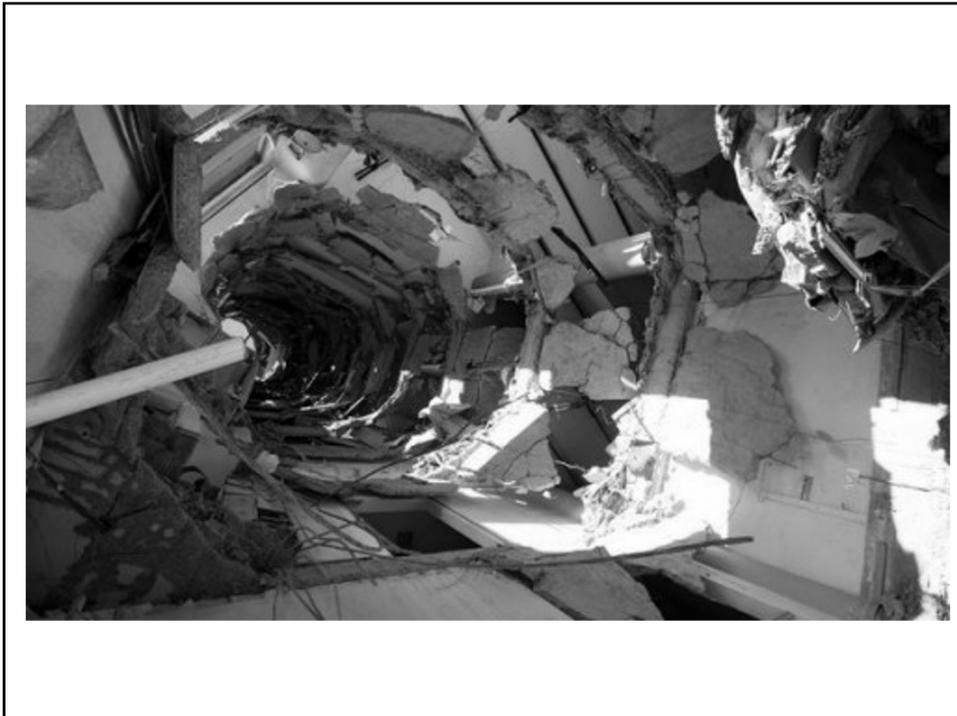
TIAGO QUEIROZ/AE

Da cobertura até o subsolo, os conjuntos de final 4 colapsaram totalmente

Avenida Indício, 30  
Prefeitura de São Bernardo do Campo

Google maps

14



15



16



17

## *INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS (PLANEJAMENTO BÁSICO)*

- Natureza do uso: escritório, residencial, industrial
- Ambiente: rural, urbano, marinho, específico
- Idade: 2014, 2003, 1978, 1960, 1940
- Importância e risco da estrutura

18



19

## INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS

NORMA  
BRASILEIRA

**ABNT NBR  
16230**

Primeira edição  
14.10.2013

Válida a partir de  
14.11.2013

---

**Inspeção de estruturas de concreto —  
Qualificação e certificação de pessoal —  
Requisitos**

20

### **Unidades de competência**

*(inspeção de estruturas visando manutenção de requisitos de segurança, durabilidade e funcionalidade)*

#### **Inspetor I**

- Inspetiona as estruturas
- Define e acompanha a realização de ensaios informativos
- Orienta a equipe de trabalho

#### **Inspetor II**

- Planeja a inspeção
- Supervisiona a inspeção
- Avalia as estruturas de concreto

21

## **INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS**

**Tabela B.1 – Requisitos mínimos relativos a ensaios de campo**

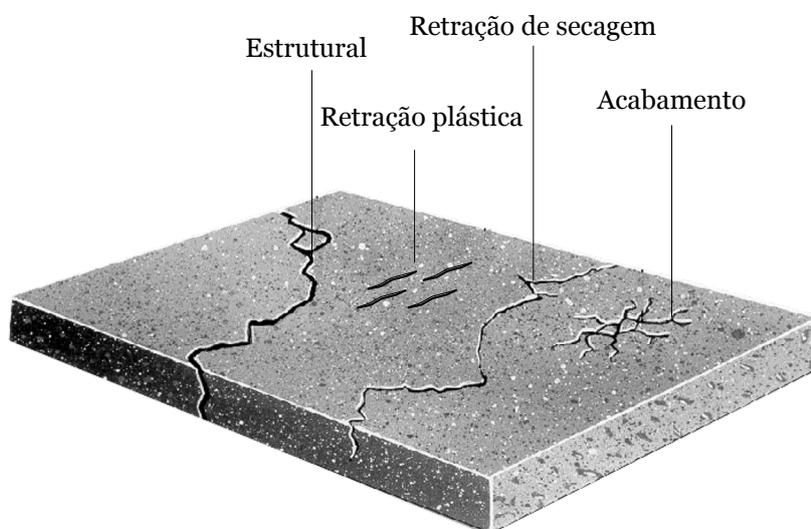
| <b>Ensaio</b>   | <b>Inspetor I</b> | <b>Inspetor II</b> |
|---|-------------------|--------------------|
| Medidor de espessura de cobrimento de armadura, estimativa do diâmetro e sua posição (pacometria) | EX                | AR                 |
| ABNT NBR 7584   | EX                | AR                 |
| ABNT NBR 7680   | EX                | AR                 |
| ABNT NBR 8802   | EX                | AR                 |
| ABNT NBR 12655  | EX                | AR                 |
| ASTM C 876  | CB                | AR                 |
| DIN EN 14630  | EX                | AR                 |

22

# fissuras

23

## Tipos de fissuras



24

## Qual a diferença entre trinca, fissura, fenda e rachadura?

Trinca e rachadura são termos populares utilizados por leigos para expressar o termo técnico fissura.

Existe até uma brincadeira bem conhecida de que fissura ocorre na minha obra e trincas e rachaduras na obra dos meus concorrentes.

Na concepção correta da palavra, trinca é um grupo de três coisas ou pessoas.

Fenda é muito utilizado em estrutura metálica e corresponde a trechos rebaixados para fim de encaixes, por exemplo chave de fenda.

Fissura é o termo correto do ponto de vista da engenharia de materiais e de estruturas de concreto e alvenaria.

25

## Qual é a fissura mais grave?

Do ponto de vista estrutural as fissuras devem ser classificadas em passivas ou mortas e ativas ou vivas.

As ativas se dividem em: ativa progressiva e ativa estacionária.

Então as mais graves são as ativas progressivas que em geral ocorrem por recalques e excesso de carga.

As passivas ou mortas e as ativas estacionárias são graves quando superam aberturas característica de fissura,  $w_k$ , de 0,3 mm a 0,4 mm.

Do ponto de vista prático ou do usuário, grave é qualquer fissura que cause infiltrações ou desconforto estético e/ou psicológico.

Do ponto de vista estrutural 95% das fissuras não causam qualquer redução da capacidade resistente das Estruturas, ou seja, poderiam ser desprezadas.

São corrigidas, a esmagadora maioria das vezes, por razões de durabilidade, infiltração de água, vazamentos, estética, conforto psicológico, etc., mas não por reduzirem a capacidade resistente da estrutura.

26

## **Fissura deve sempre ser tratada como problema patológico? Como Patologia?**

São inerentes aos materiais à base de cimento, cal, gesso.

Em geral são sempre tratadas como manifestação patológica desagradável.

Patologia é a ciência que estuda os problemas da construção civil e explica os sintomas ou manifestações patológicas.

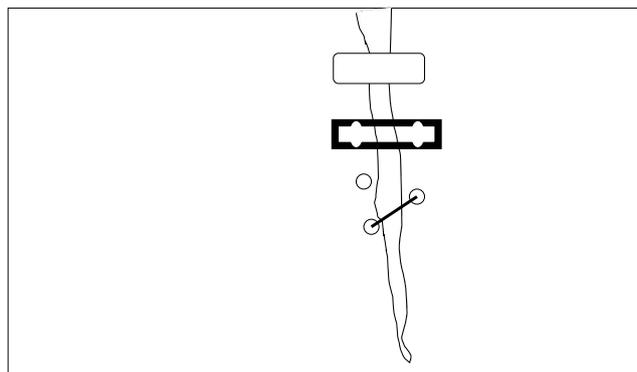
Fissura é sintoma patológico, não é Patologia.

27

Fissuras vivas ou ativas

- Ativas estacionárias
- Ativas progressivas

Fissuras mortas ou inativas

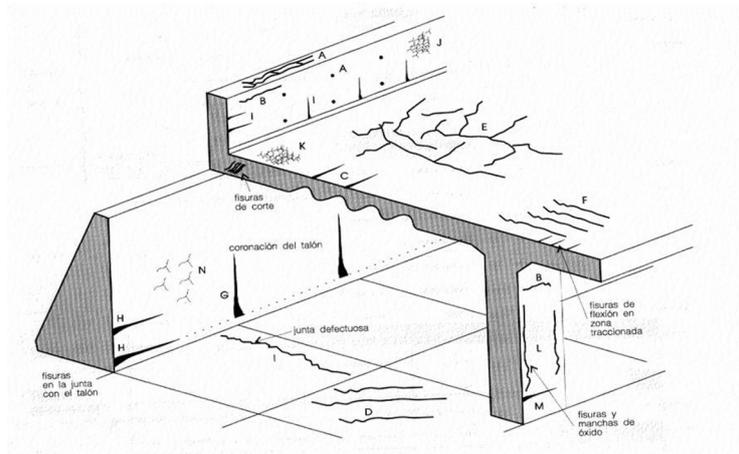


- abertura,  $w$ ,  $w_k$
- geometria
- extensão
- profundidade
- seca / úmida

28

# Estrutura

**fissuras:** térmicas, retração, ações, construtivas



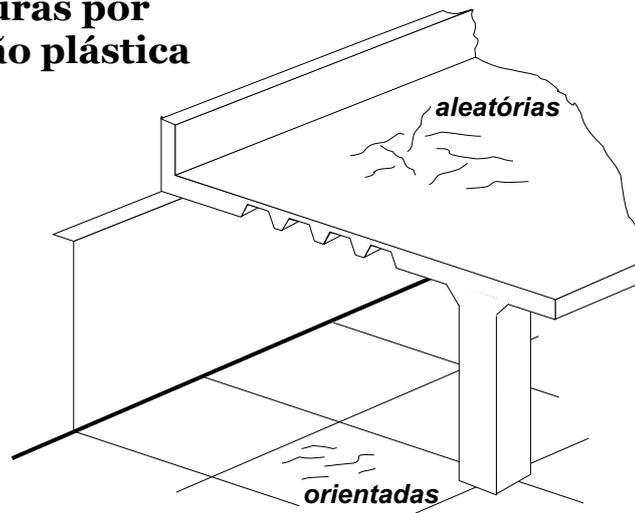
29

## Fissuração

- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, sulfatos DEF, sulfatos SO<sub>4</sub> externo, corrosão do aço)
- Deformações excessivas, flechas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- Puncionamento
- Recalque diferencial

30

## Fissuras por retração plástica

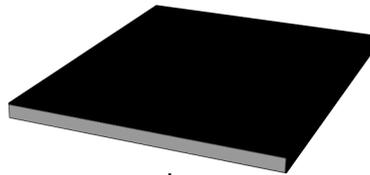


Fuente: Concrete Society - "Non-structural Cracks in Concrete", Third edition (1992)

31

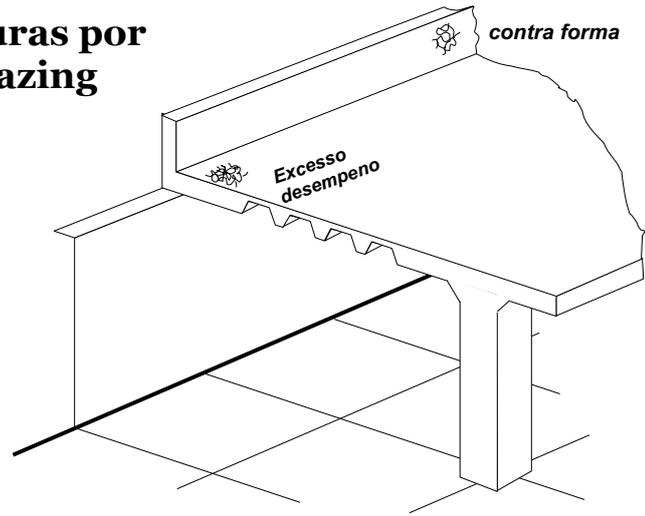
## Retração plástica

- Ocorre entre a primeira e a sexta hora após o lançamento do concreto, pela evaporação da água exsudada
- São fissuras mapeadas
- Pode ser minorada por:
  - Redução do consumo de água
  - Redução da relação a/c
  - Cura adequada, antes e após desempenamento
- Se manifesta por fissuras largas e pouco profundas (menores que 30 mm de profundidade), são frequentes em peças planas



32

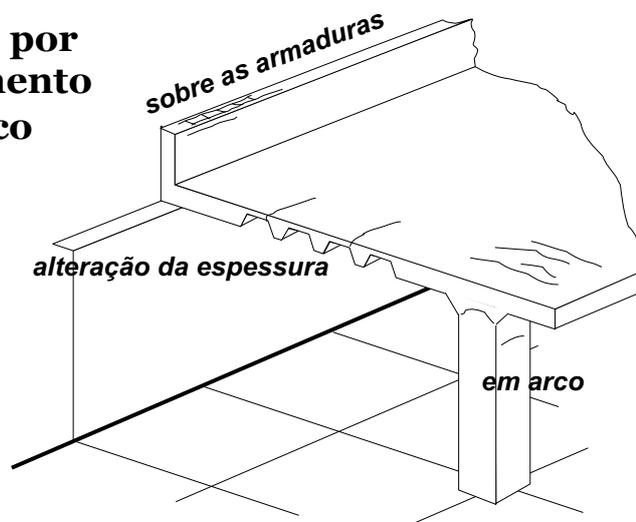
## Fissuras por crazing



Fuente: Concrete Society - "Non-structural Cracks in Concrete", Third edition (1992)

33

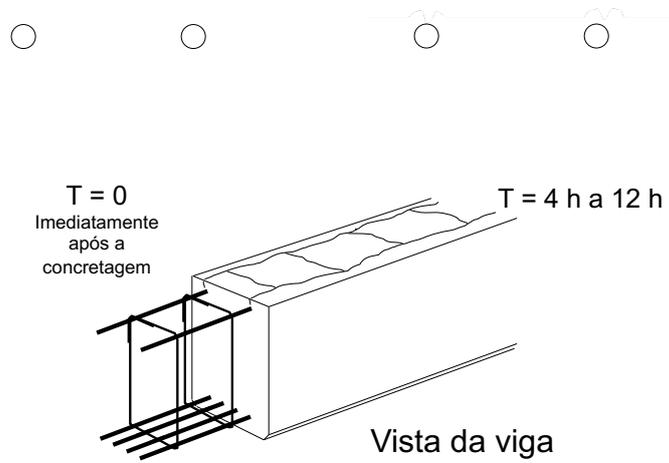
## Fissuras por assentamento plástico



Fuente: Concrete Society - "Non-structural Cracks in Concrete", Third edition (1992)

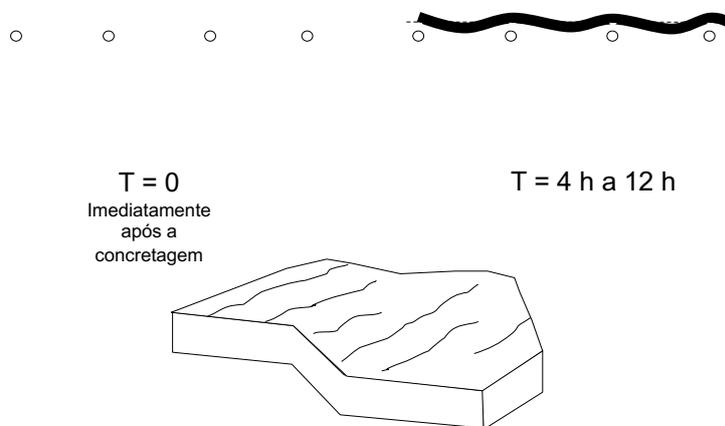
34

## Fissuras por assentamento plástico



35

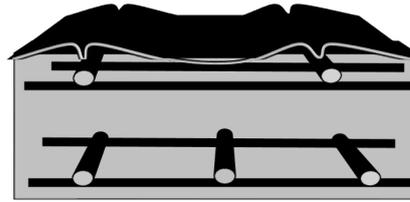
## Fissuras por assentamento plástico



36

## Assentamento plástico

- Ocorre nas primeiras 3 h após o lançamento
- Ascensão da água de amassamento, devido à diferença da densidade dos componentes.
- Aumenta com o aumento da bitola da armadura, aumento da consistência e diminuição do cobrimento
- Ações preventivas:
  - adição de finos
  - redução da relação a/c
  - redução da bitola
  - estanqueidade e estabilidade de formas
  - adensamento enérgico e cura

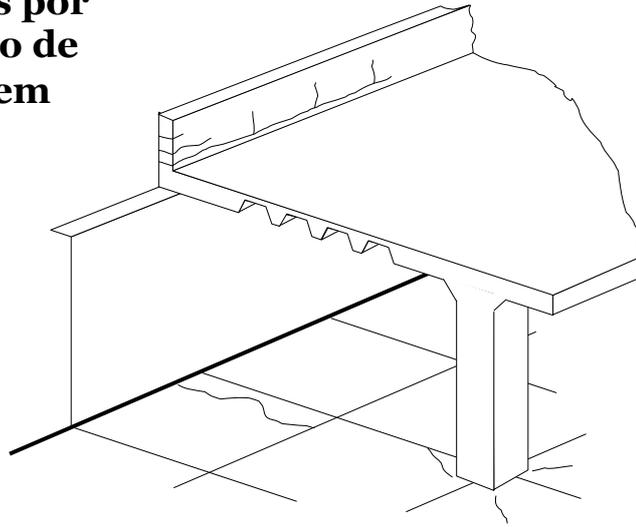


37



38

## **Fissuras por retração de secagem**



*Fuente: Concrete Society - "Non-structural Cracks in Concrete", Third edition (1992)*

39

## **Retração por secagem**

- Ocorre devido à perda de água capilar do concreto, provocando a contração de volume, principalmente em peças planas de concreto, ou seja, em lajes com grande superfície exposta para secagem e pequena espessura
- Na prática, a retração das peças de concreto nunca é livre, e essas restrições fazem surgir tensões de tração no material, podendo ocorrer fissuração

40

## **Retração por secagem**

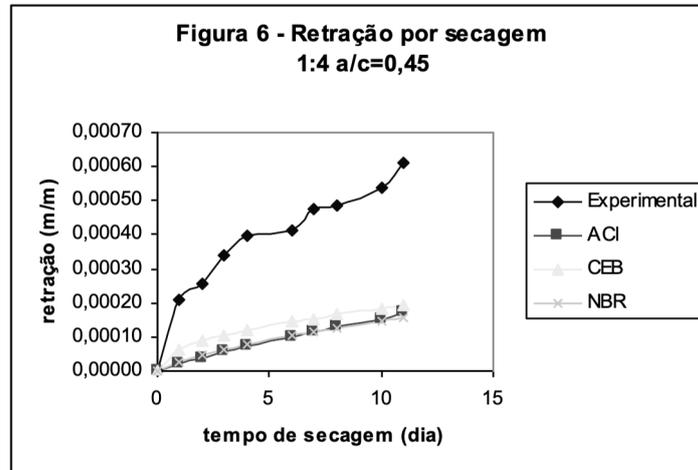
- Relação água/cimento
- Consumo de água por metro cúbico
- Adições e aditivos
- Tempo e umidade
- Geometria do elemento de concreto

41

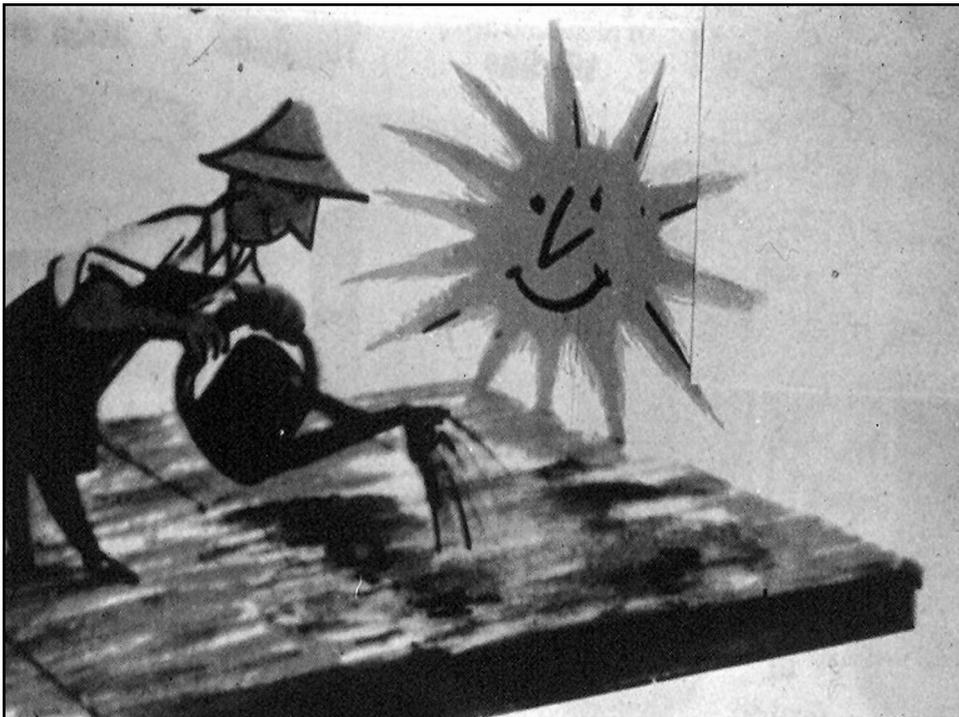


42

## Retração por secagem



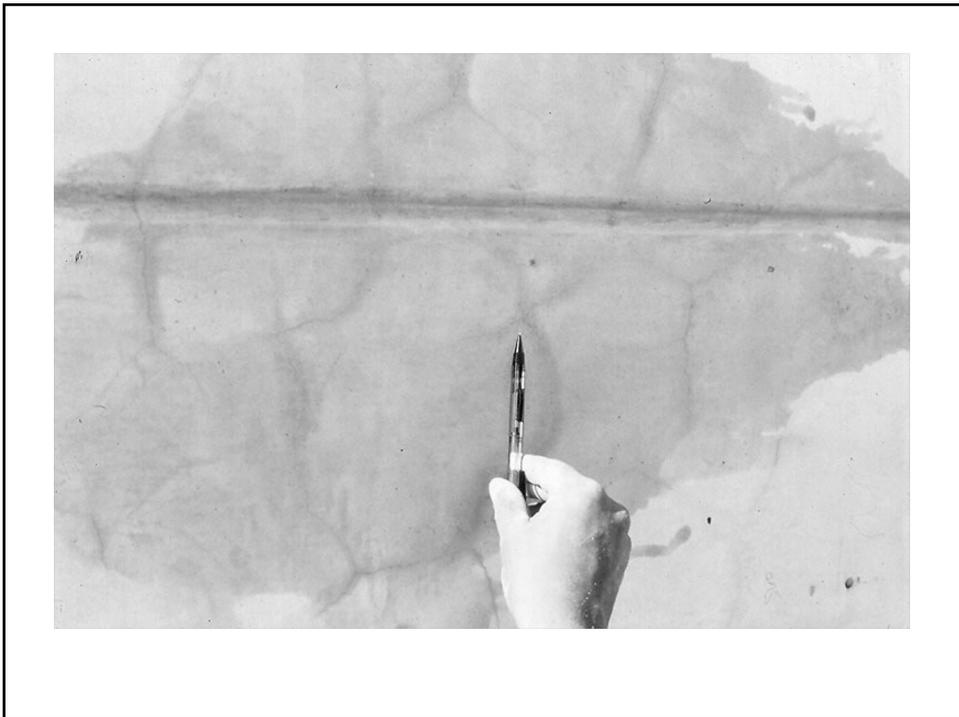
43



44



45



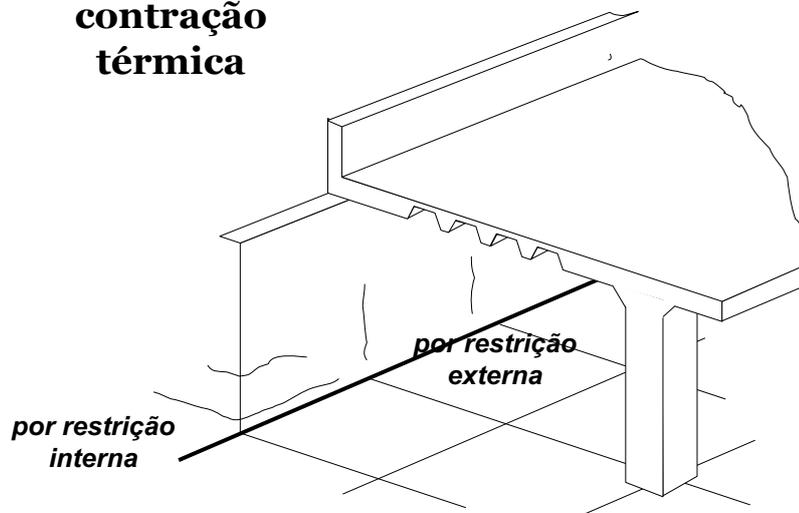
46

## Fissuração

- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, DEF, sulfatos, MgO, corrosão)
- Deformações excessivas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- Puncionamento
- Recalque diferencial

47

## Fissuras por contração térmica



Fuente: Concrete Society - "Non-structural Cracks in Concrete", Third edition (1992)

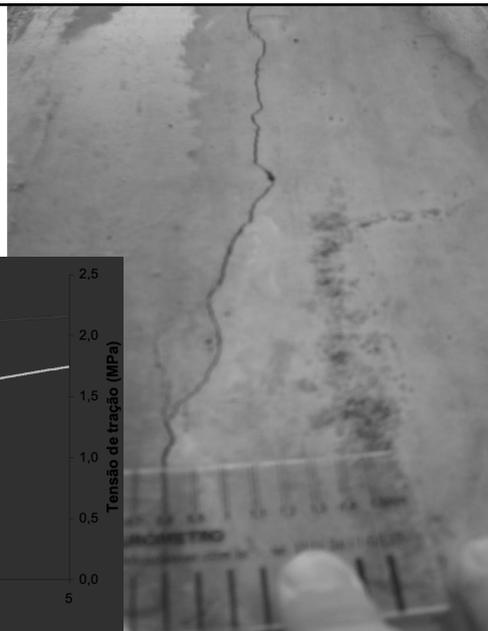
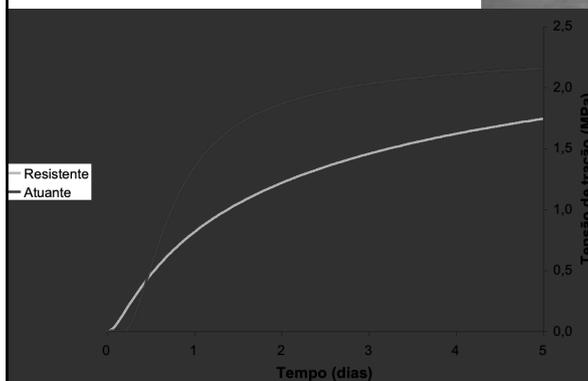
48

## Movimentação térmica (calor de hidratação)

- Esforços de contração térmica, originados pelo resfriamento do elemento após dilatação térmica provocada pelo aumento da temperatura causado pelas reações de hidratação do cimento
- Para evitar o problema, seleciona-se um cimento de baixo calor de hidratação, minimiza-se consumo de cimento para uma dada aplicação, usa-se cimentos mais “frios”, molha-se os agregados graúdos com água fria e limpa e substitui-se parte da água de amassamento por gelo em escamas

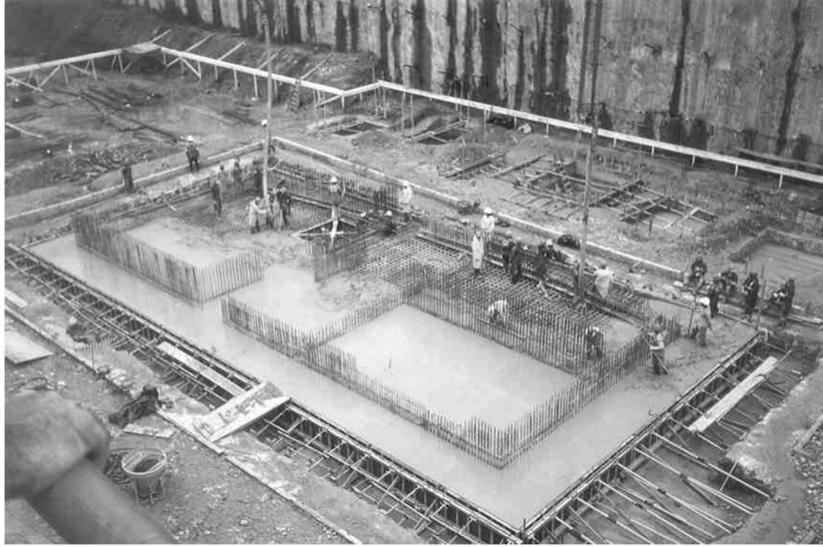
49

## Movimentação térmica (calor de hidratação)



50

## Movimentação térmica (calor de hidratação)



51



52



53

### **Movimentação térmica (condições ambientais)**



54

## **Movimentação térmica (condições ambientais)**

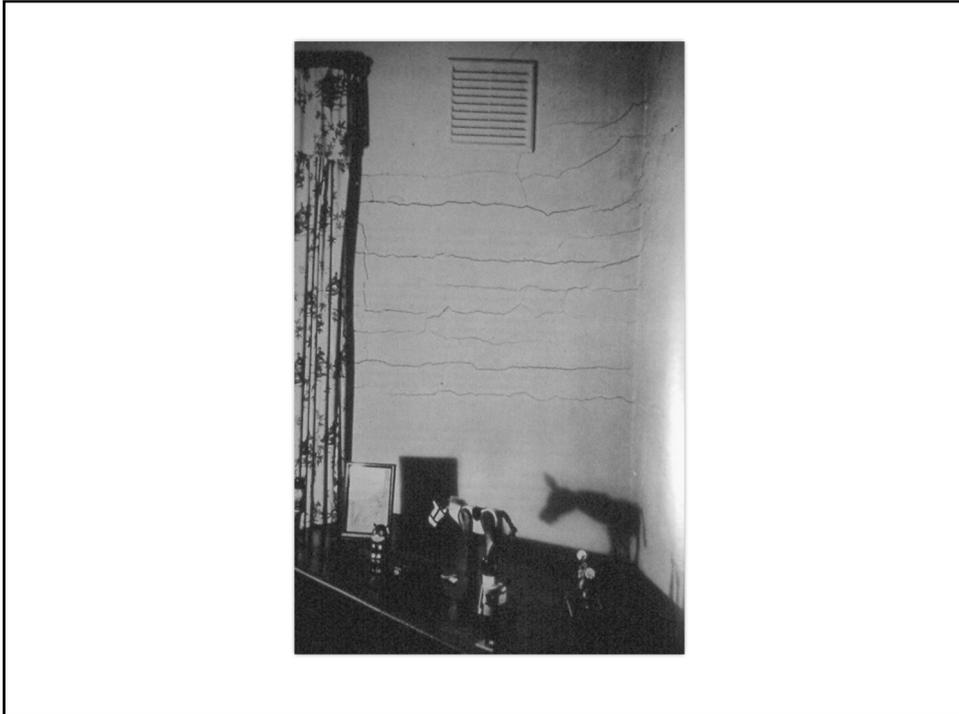


55

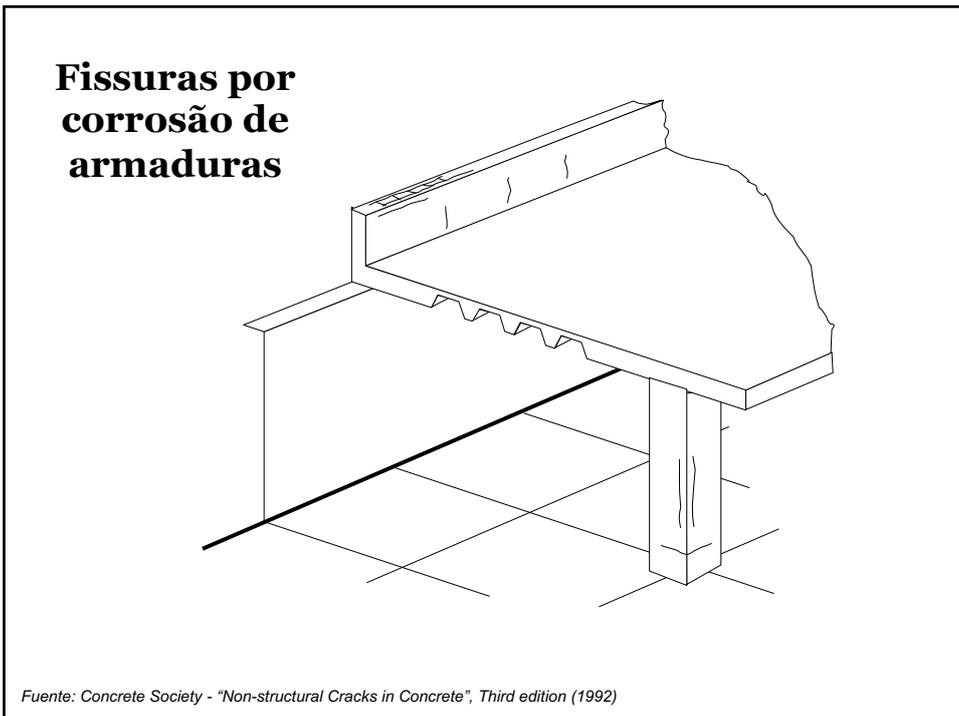
## **Fissuração**

- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, DEF, sulfatos, corrosão)
- Deformações excessivas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- Puncionamento
- Recalque diferencial

56



57



58

## Fissuração

- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, DEF, sulfatos, MgO, corrosão)
- Deformações excessivas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- Puncionamento
- Recalque diferencial

59

## Comparação de Limites de Deslocamento

### Segurança estrutural

#### ABNT NBR 15575:2013 vs ABNT NBR 6118:2014”

| Elemento                         | Deslocamento Limite                |                | Deslocamento a considerar   |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------------|
|                                  | ABNT NBR 6118                      | ABNT NBR 15575 |                             |
| Componentes estruturais visíveis | l/250                              | l/250 ou H/300 | Carga total                 |
| Caixilhos                        | l/500 e 10mm e $\theta=0,0014$ rad | l/800          | após a construção da parede |
| Alvenaria                        |                                    | l/500 ou H/500 | após a construção da parede |
| Divisórias leves                 | l/250 e 25mm                       | l/600          | após a instalação           |
| Forros                           | l/350                              | l/600          | após a construção do forro  |

60

## **Deformações excessivas**

- Ocorre quando a estrutura em serviço é mais deformável do que o previsto no projeto estrutural
- Erro de projeto
- Módulo de elasticidade do concreto inferior ao especificado

61

## **Deformações excessivas**



62

## Sobrecarga



63

## Fissuração

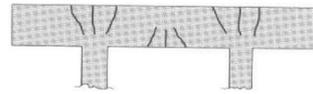
- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, DEF, sulfatos, corrosão)
- Deformações excessivas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- Puncionamento
- Recalque diferencial

64

## Fissuras: manifestações típicas

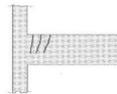
### Fissuras de flexão

#### Manifestação Típica



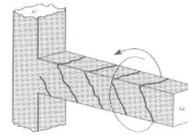
### Fissuras de flexão na parte superior (marquises, balcões)

#### Manifestação Típica



### Fissuras de torção

#### Manifestação Típica



65

## Fissuras: manifestações típicas

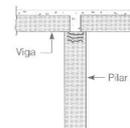
### Esmagamento do concreto

#### Manifestação Típica



### Fissuras de assentamento plástico

#### Manifestação Típica

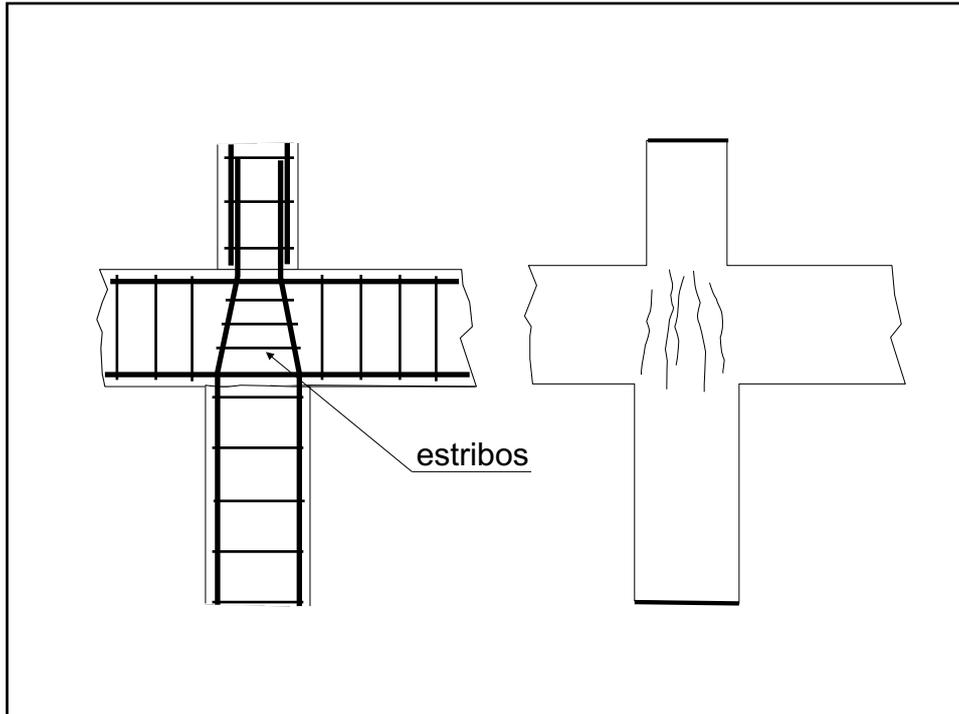


### Fissuras de cisalhamento

#### Manifestação Típica



66



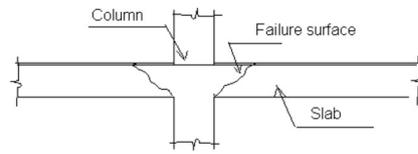
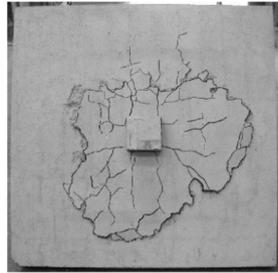
67

## **Fissuração**

- Assentamento plástico
- Retração plástica
- Retração por secagem
- Origem térmica
- Reações expansivas (AAR, DEF, sulfatos, MgO, corrosão)
- Deformações excessivas
- Sobrecarga (compressão, flexão, torção, cisalhamento)
- **Puncionamento**
- **Recalque diferencial**

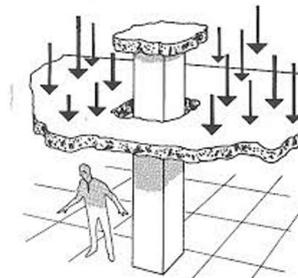
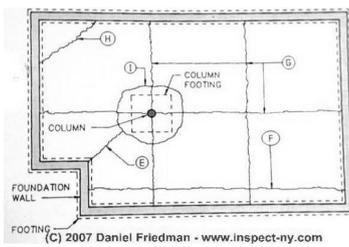
68

## Fissuras devido a sobrecarga de esforços de puncionamento



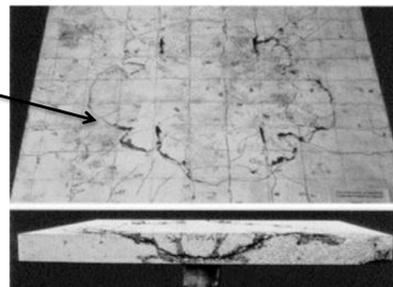
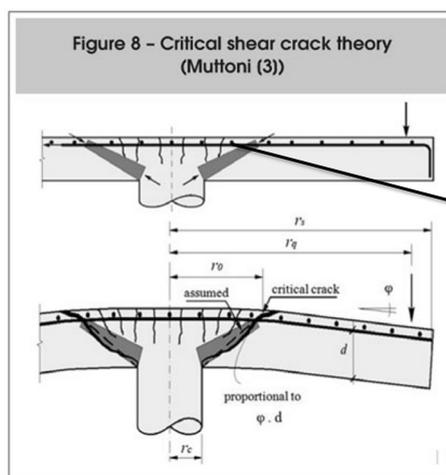
Atenção!!!  
Risco iminente

puncionamento  
e flexão de laje



69

## Aparência das fissuras devido a esforços de puncionamento



70

# Classificação da gravidade de fissuras

Table 1: Examples of classification of defects (after RILEM TC 104 <sup>(9)</sup>).

| Damage  | Damage rating      |                      |                               |   |   |
|---|--------------------|----------------------|-------------------------------|---|---|
|   | 1 (very slight)    | 2 (slight)           | 3 (moderate)                  | 4 (severe)  | 5 (very severe)                                   |
| Cracks in prestressed concrete due to overloading | Width < 0.05 mm    | Width 0.05–0.1 mm    | Width 0.1–0.3 mm              | Width 0.3–1 mm                                    | Width 1–3 mm with some spalling                   |
| Cracks in reinforced concrete due to overloading  | Width < 0.1 mm     | Width 0.1–0.3 mm     | Width 0.3–1 mm                | Width 1–3 mm with some spalling                   | Width > 5 mm with widespread spalling             |
| Cracks in unreinforced concrete                   | Width < 1 mm       | Width 1–10 mm        | Width 10–20 mm                | Width 20–25 mm                                    | Width > 25 mm with spalling                       |
| Shrinkage or settlement cracks                    | Single small crack | Several small cracks | Many small cracks             | Few large cracks                                  | Many large cracks                                 |
| Effects of reinforcement corrosion                | Barely noticeable  | Light rust stains    | Heavy rust stains             | Heavy rust stains and cracking along line of bars | Heavy rust stains and spalling along line of bars |
| Pop-outs  | Barely noticeable  | Noticeable           | Holes up to 10 mm in diameter | Holes between 10 and 50 mm in diameter            | Holes > 50 mm in diameter                         |
| Spalling  | Barely noticeable  | Clearly noticeable   | Larger than coarse aggregate  | Areas up to 150 mm across                         | Areas larger than 150 mm                          |

71

...a solução definitiva para fissuras de retração por secagem...

Publicado en Bulletin D'Information CEB N° 221 "Advanced Studies in Structural Concrete", Octobre 1994.

72

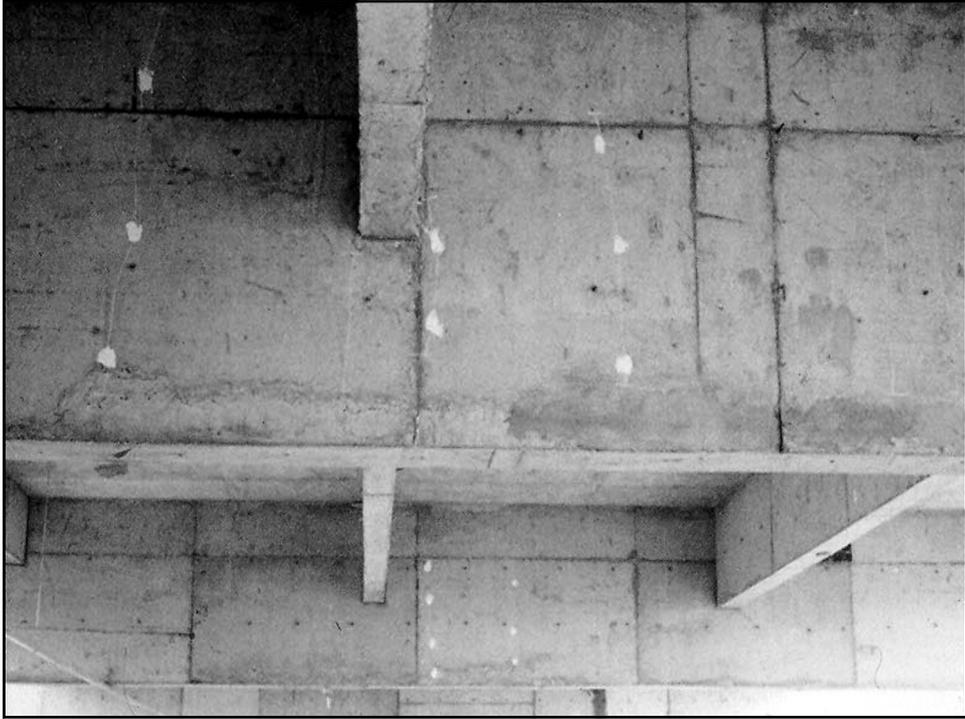




75



76



77



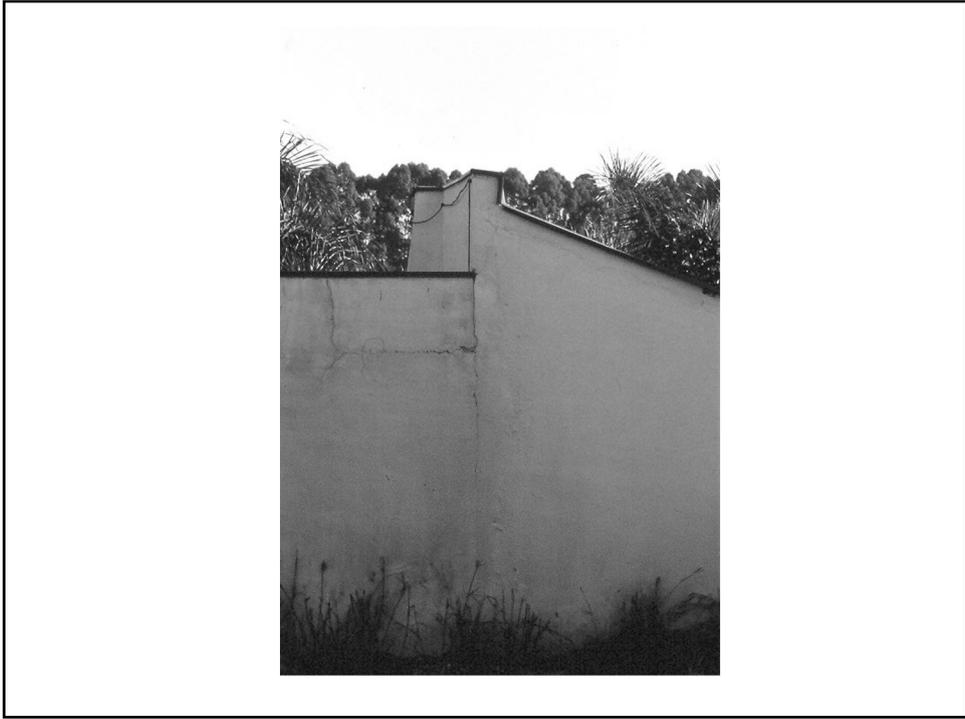
78



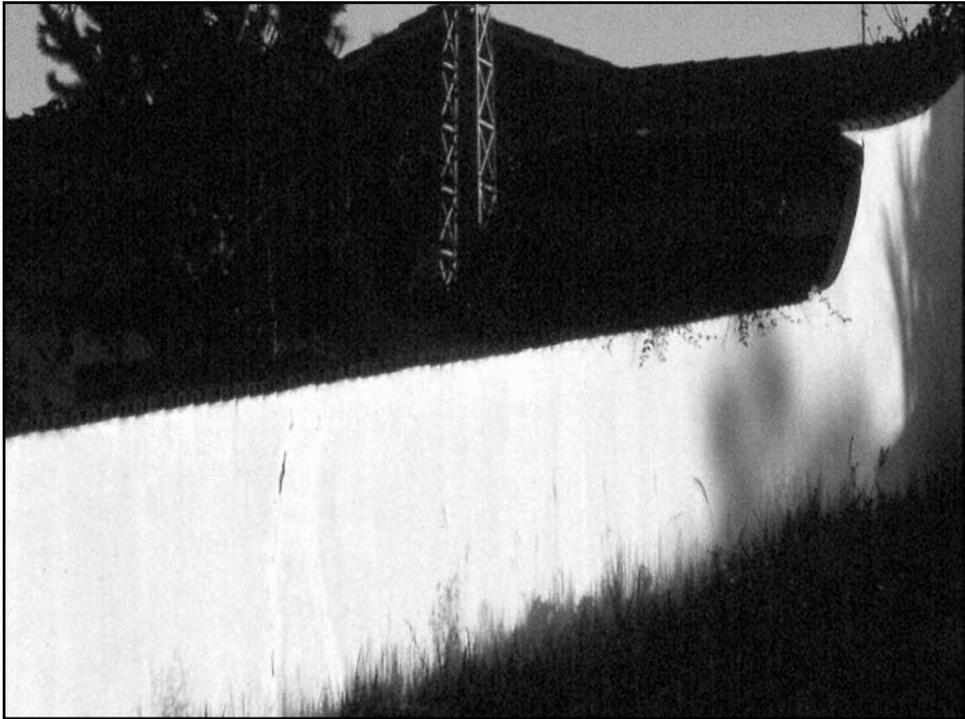
79



80



81



82



83



84



85



86



87



88



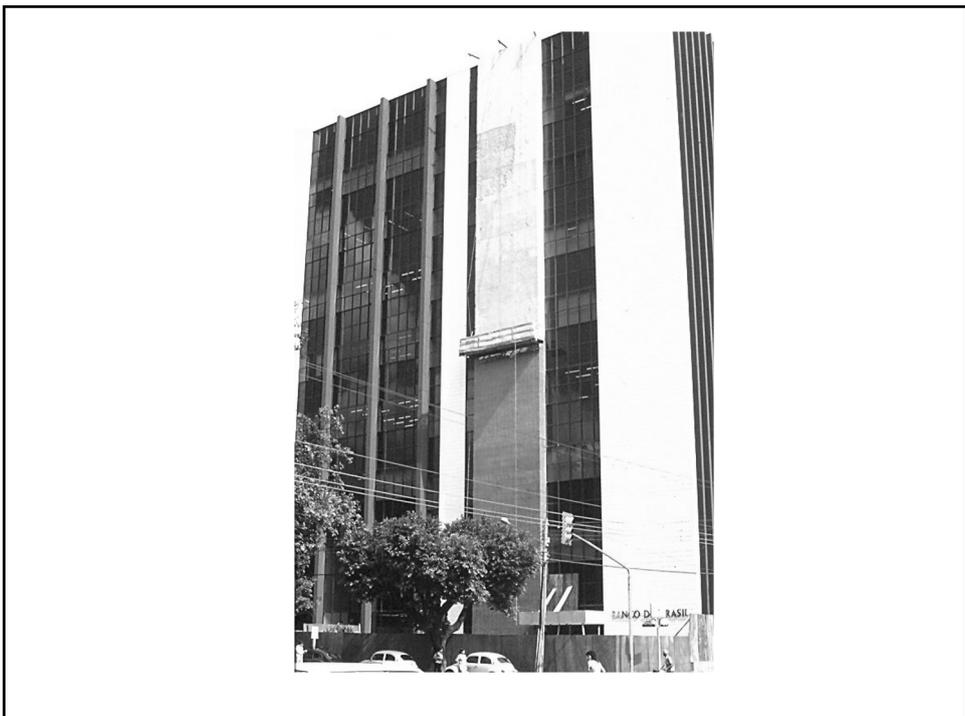
89



90



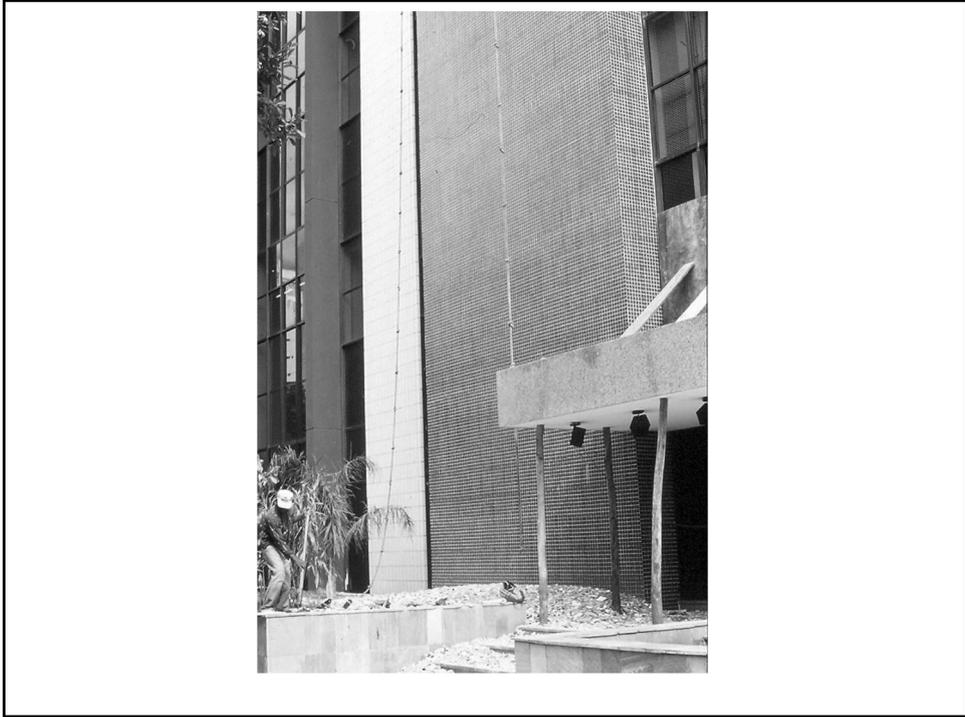
91



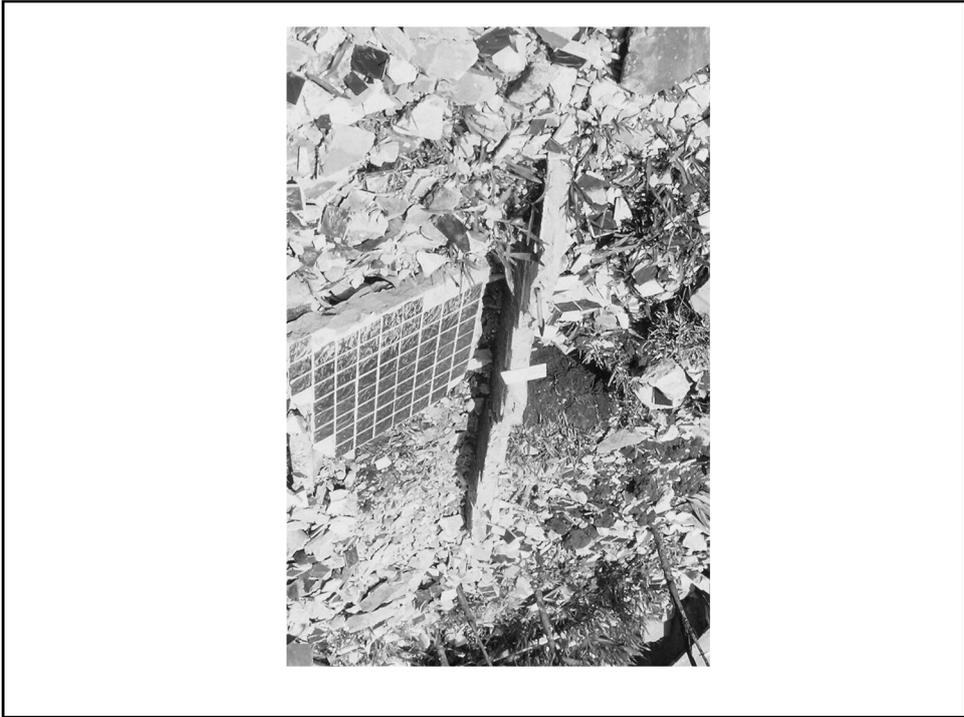
92



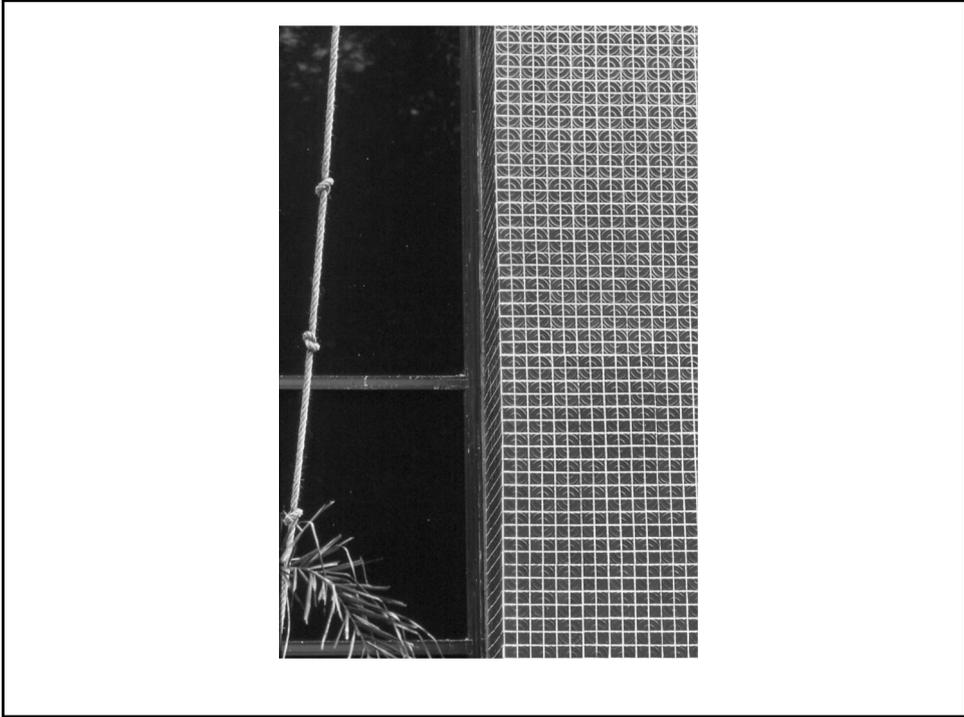
93



94



95



96



97



98



99



100



101



102



103



104



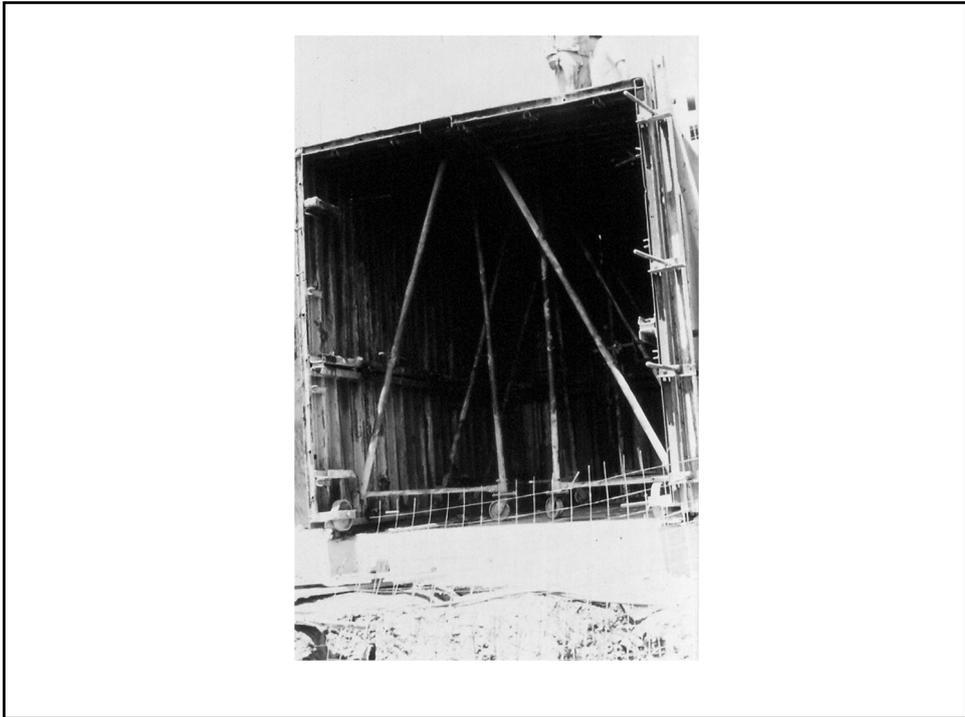
105

Fissuras em fachadas de edifícios residenciais de concreto armado construídos com sistema de fôrma tipo “túnel”, com concreto de  $f_{ck} = 20\text{MPa}$

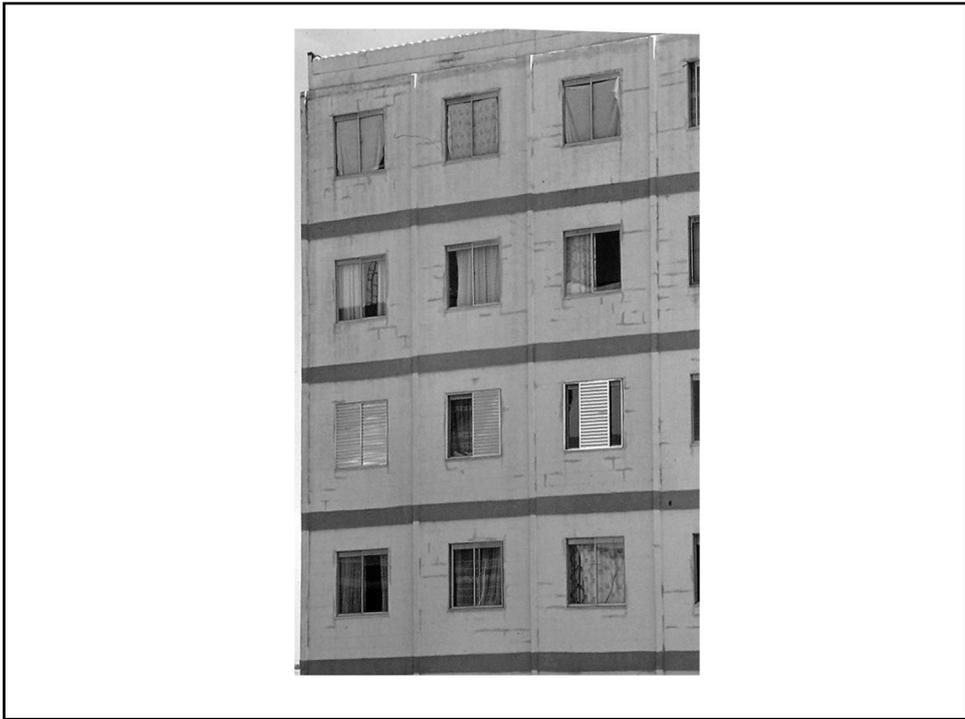
106



107



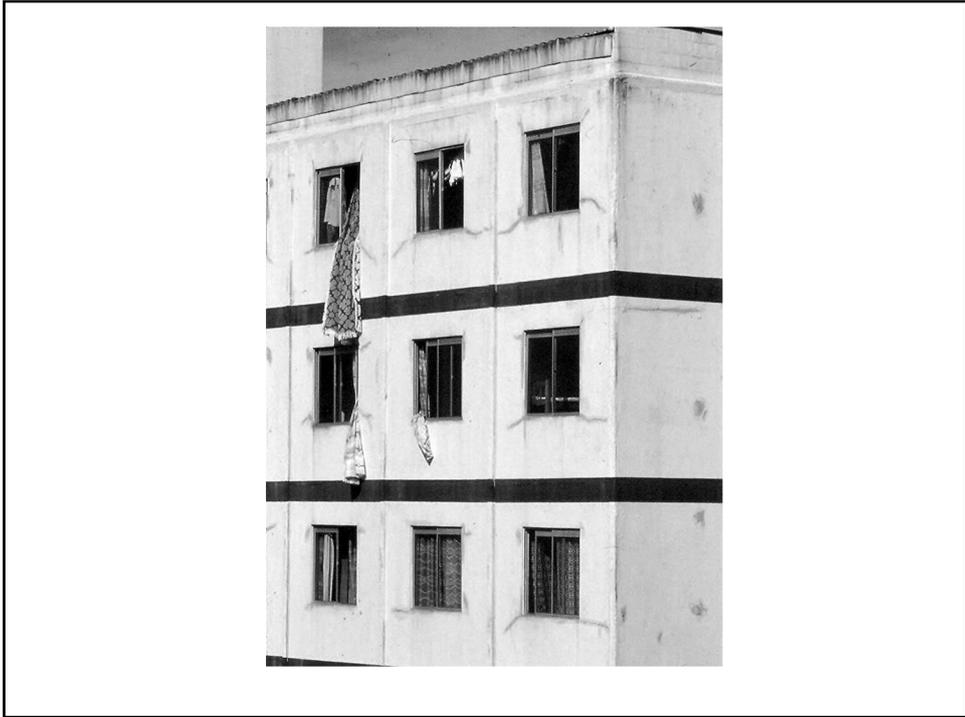
108



109



110



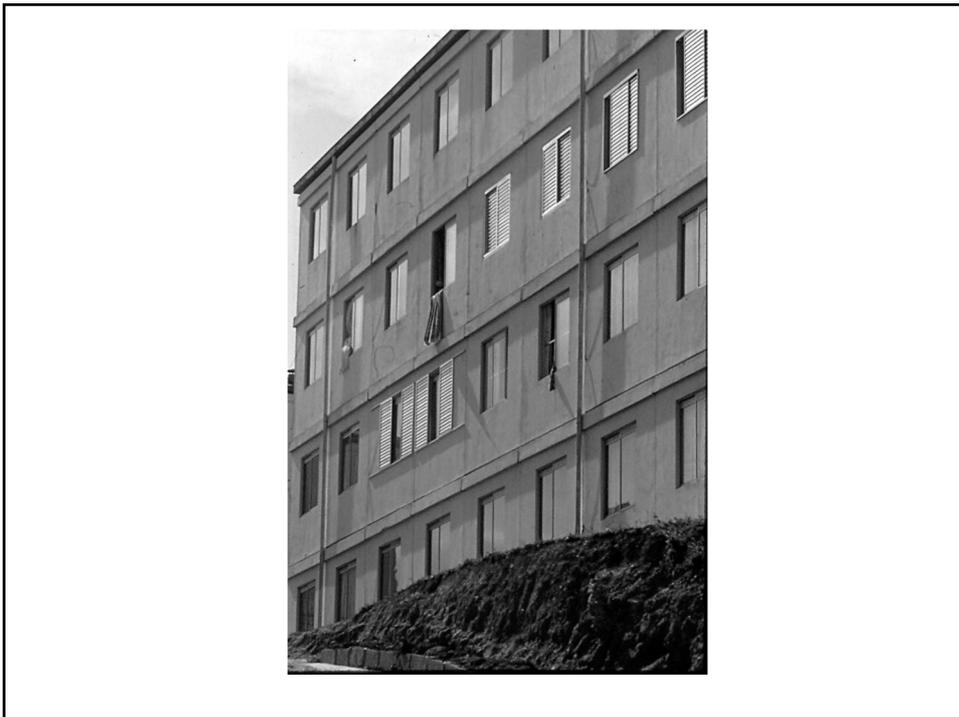
111



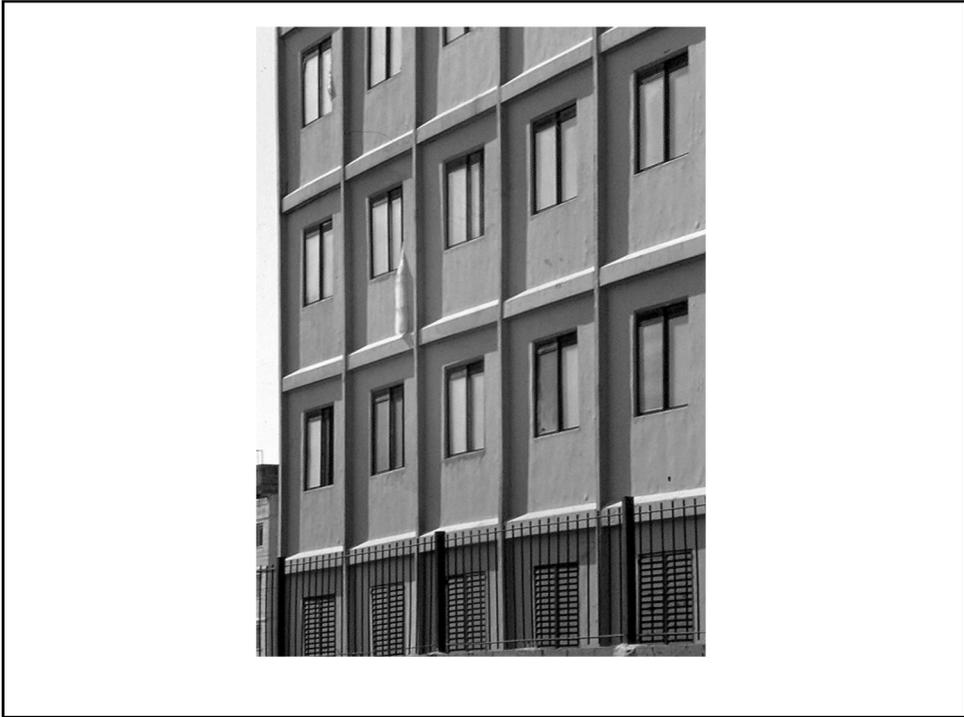
112



113



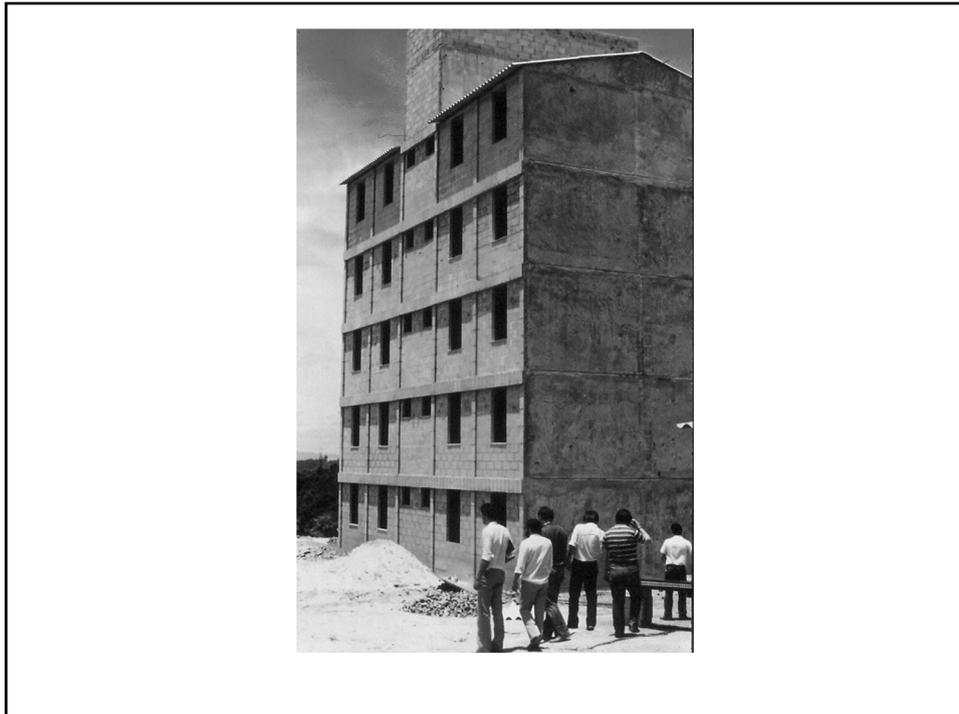
114



115



116



117

Fissuras em paredes de casas térreas construídas integralmente em concreto auto-adensável, composto de vários materiais (cimento, escória de AF, areia fina, areia média grossa, aditivos e pedrisco), com consumo de cimento de  $200\text{kg/m}^3$ , relação água/cimento  $a/c = 1,1$  e  $f_{ck} = 8\text{MPa}$  a 28 dias de idade.

118



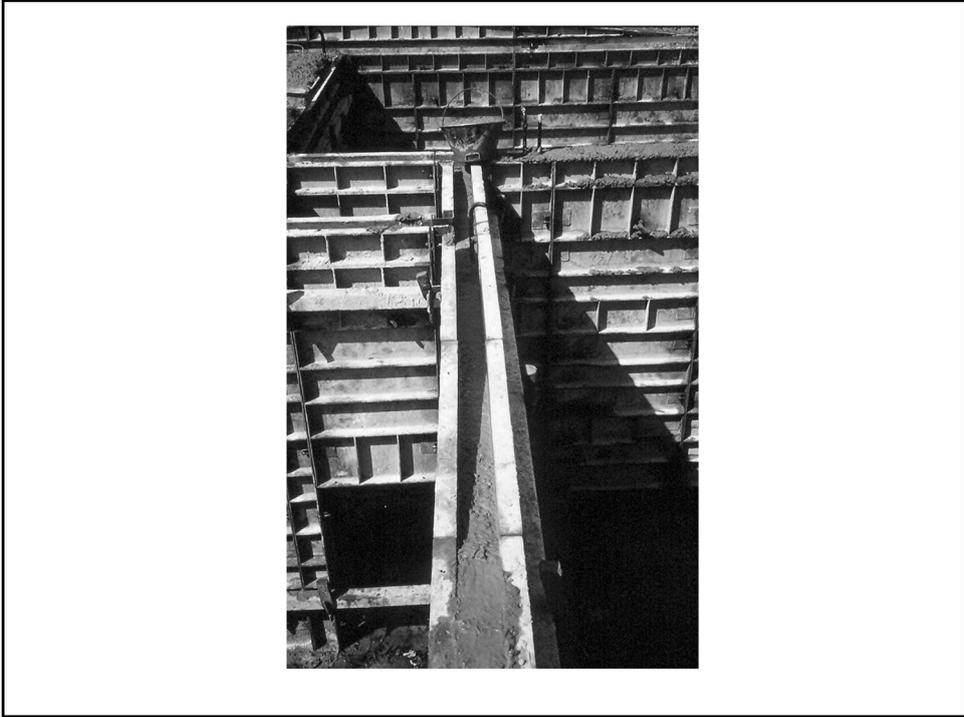
119



120



121



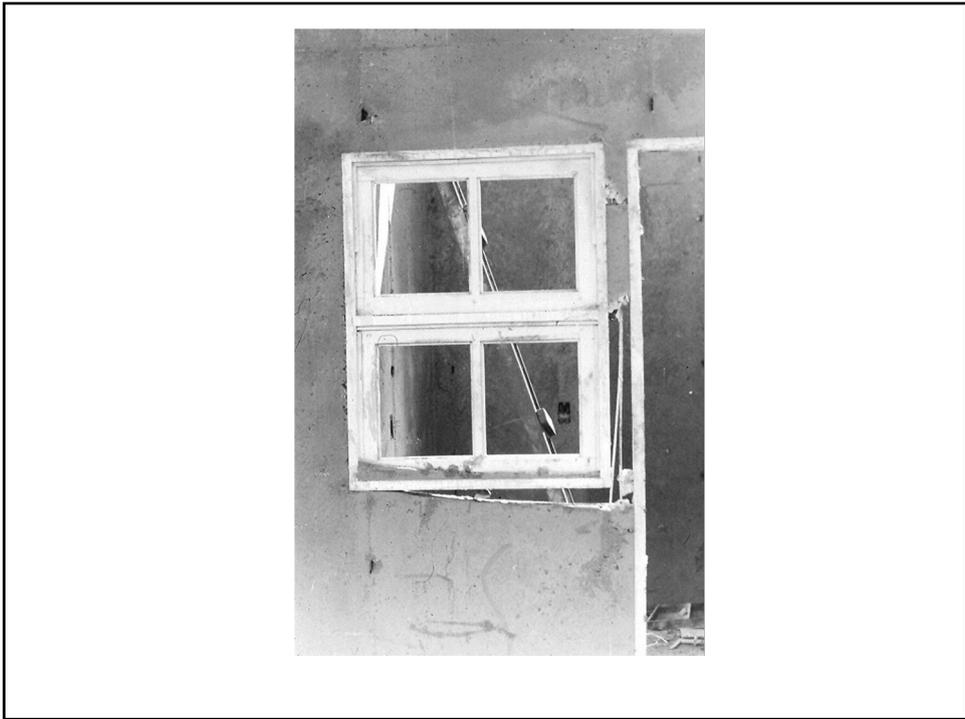
122



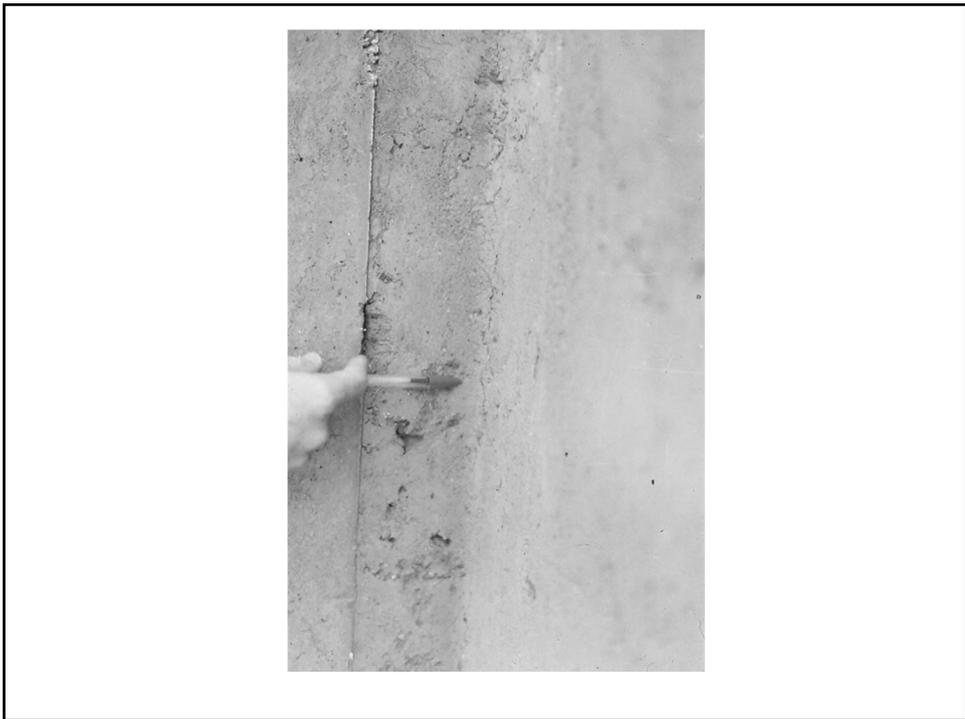
123



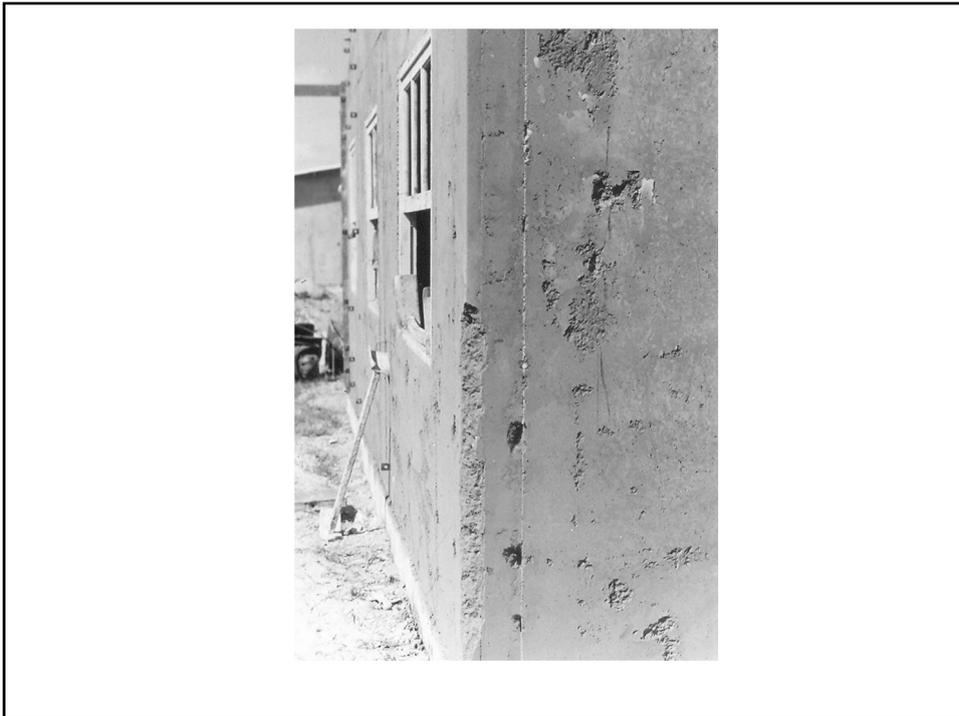
124



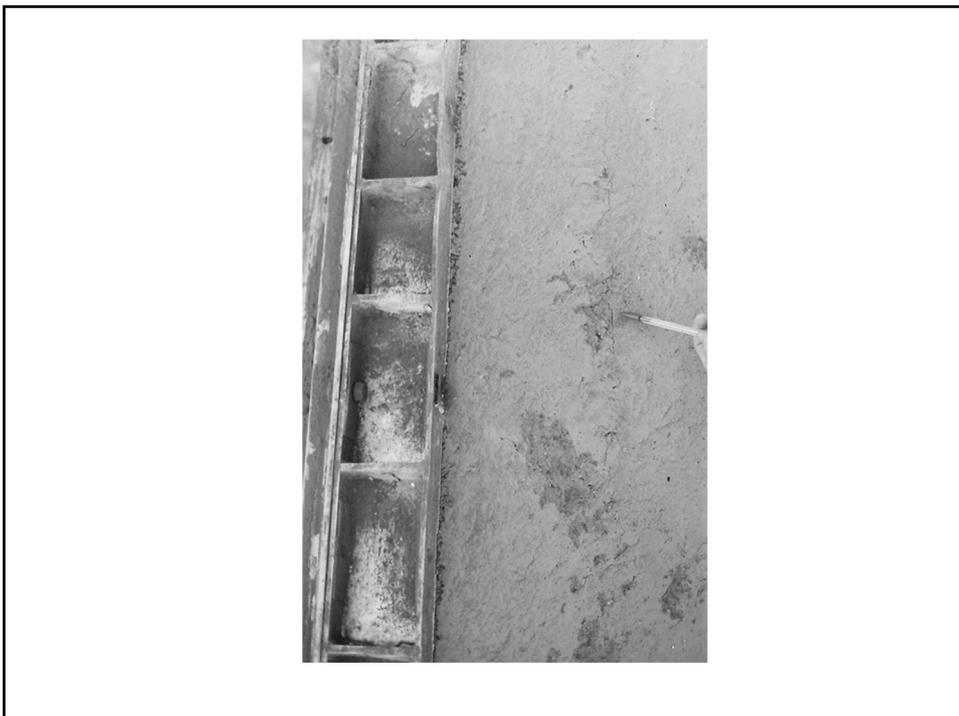
125



126



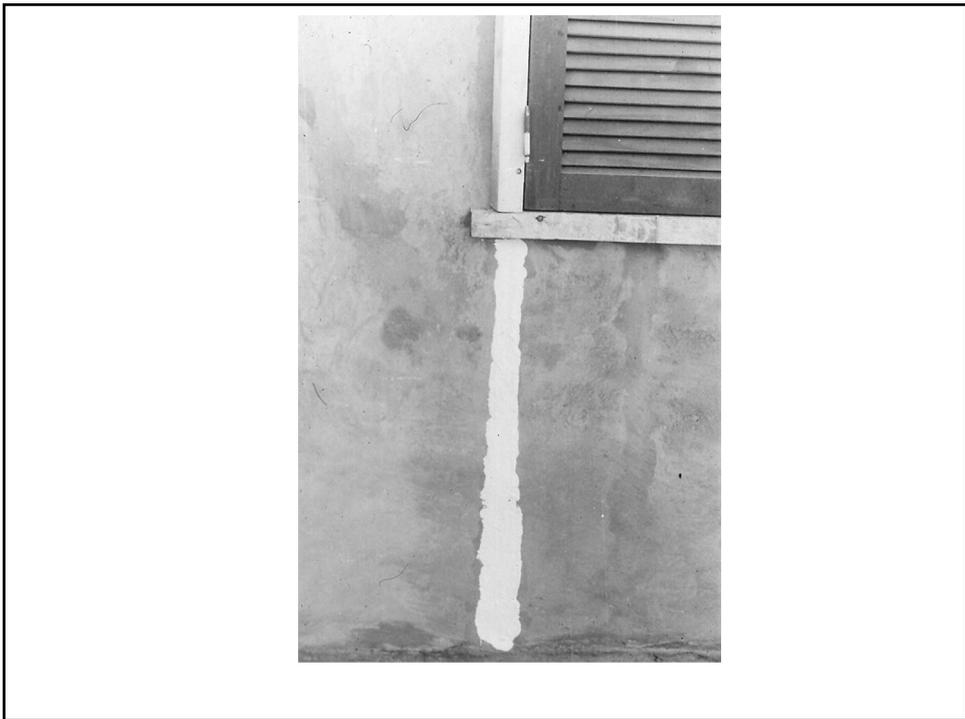
127



128



129



130



131



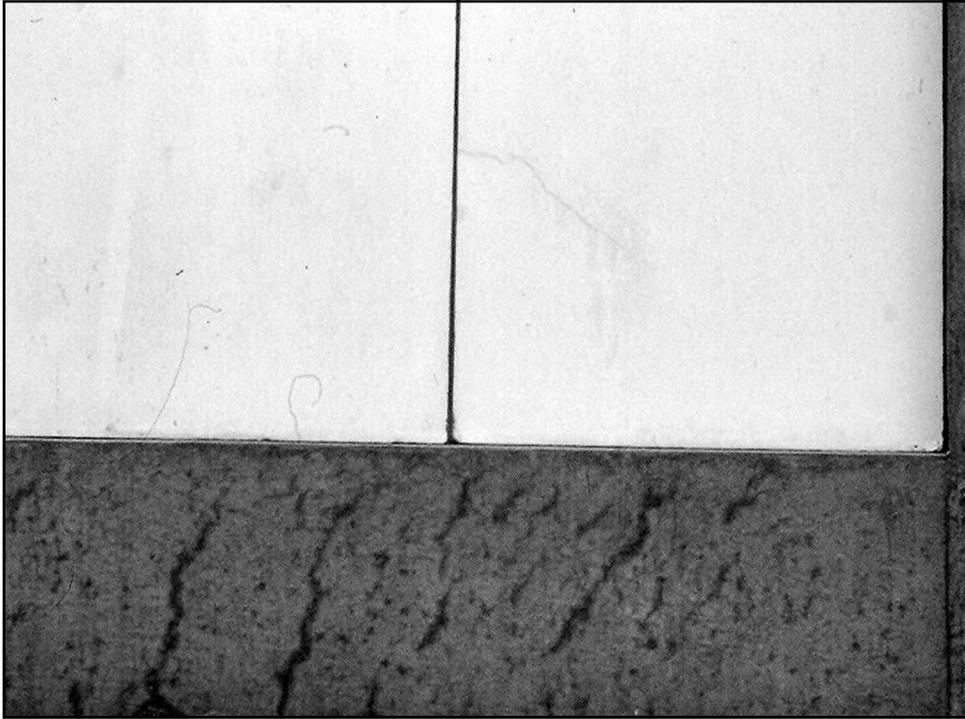
132



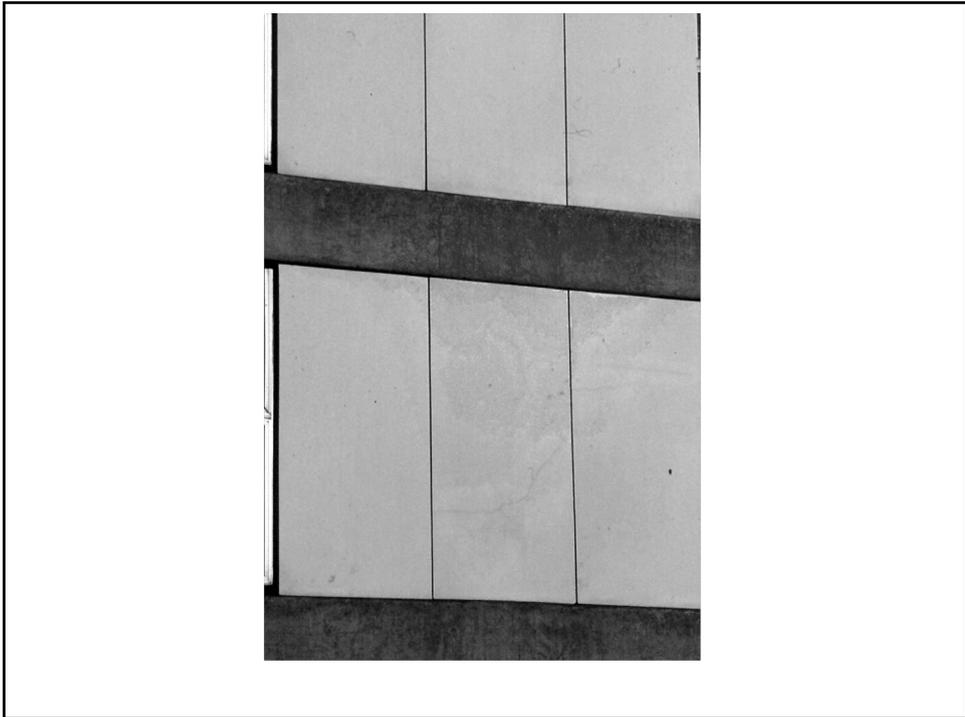
133



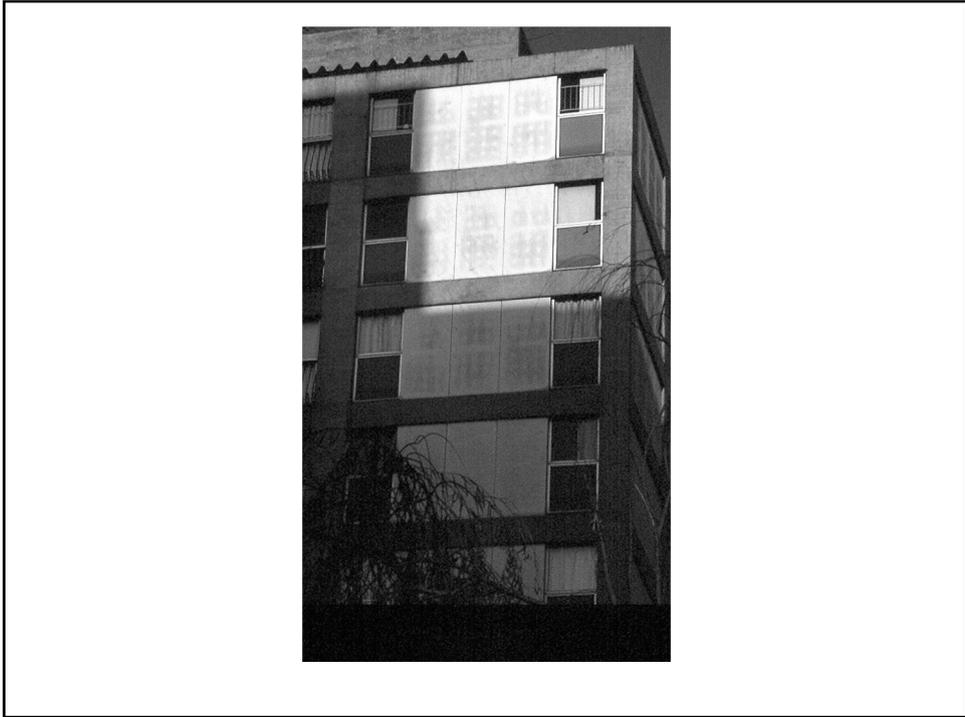
134



135



136



137



138



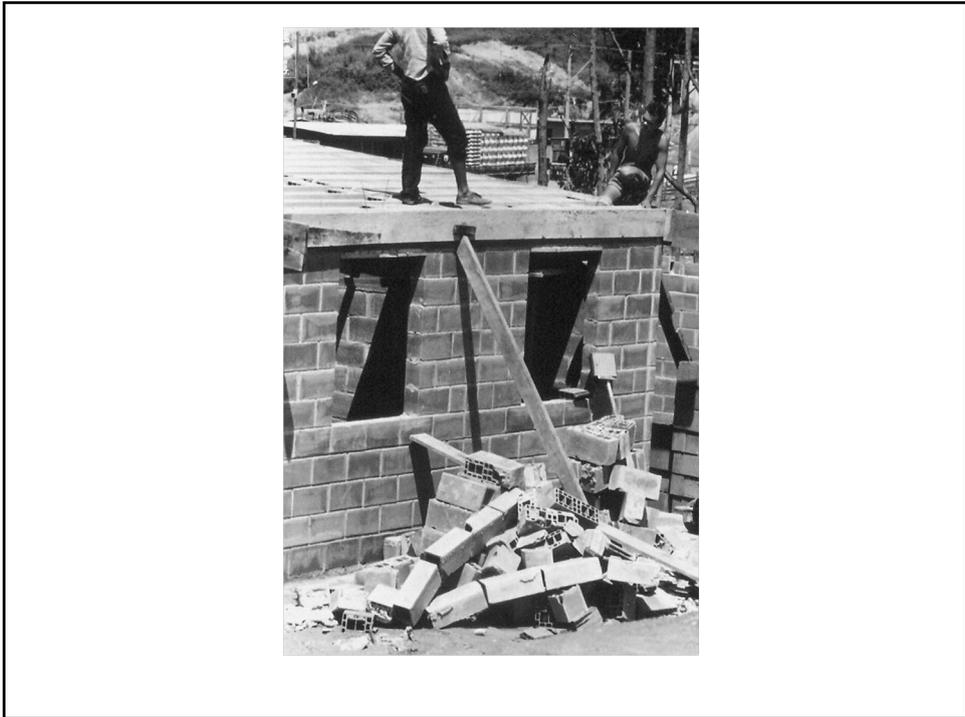
139



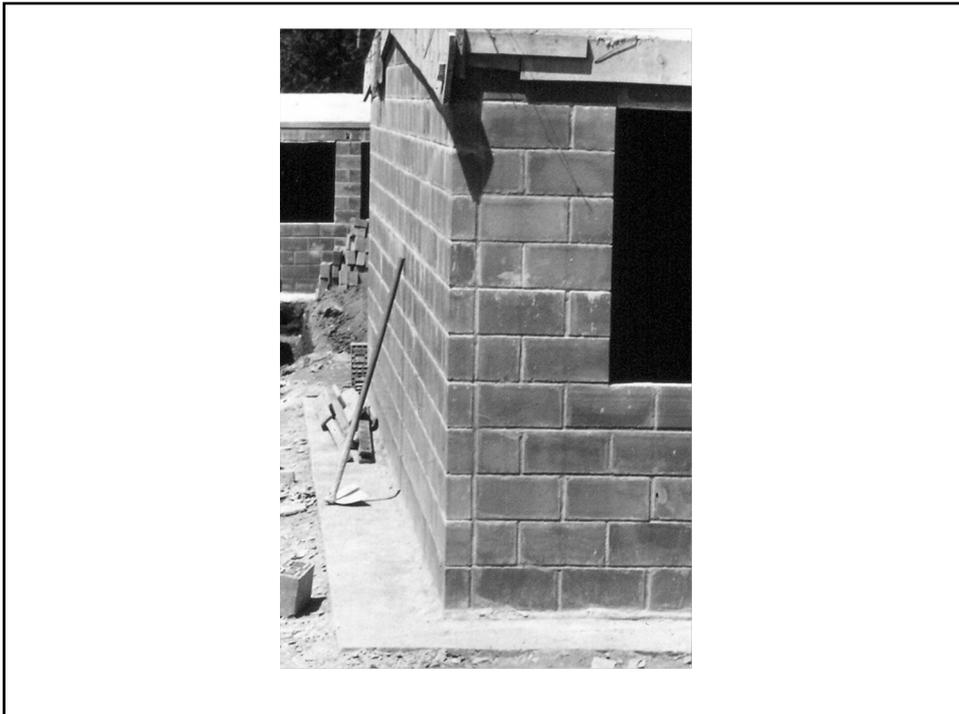
140



141



142



143



144



145

## Ações Excepcionais - Incêndios

**Joelma**  
01/02/1974  
Mais de 8h

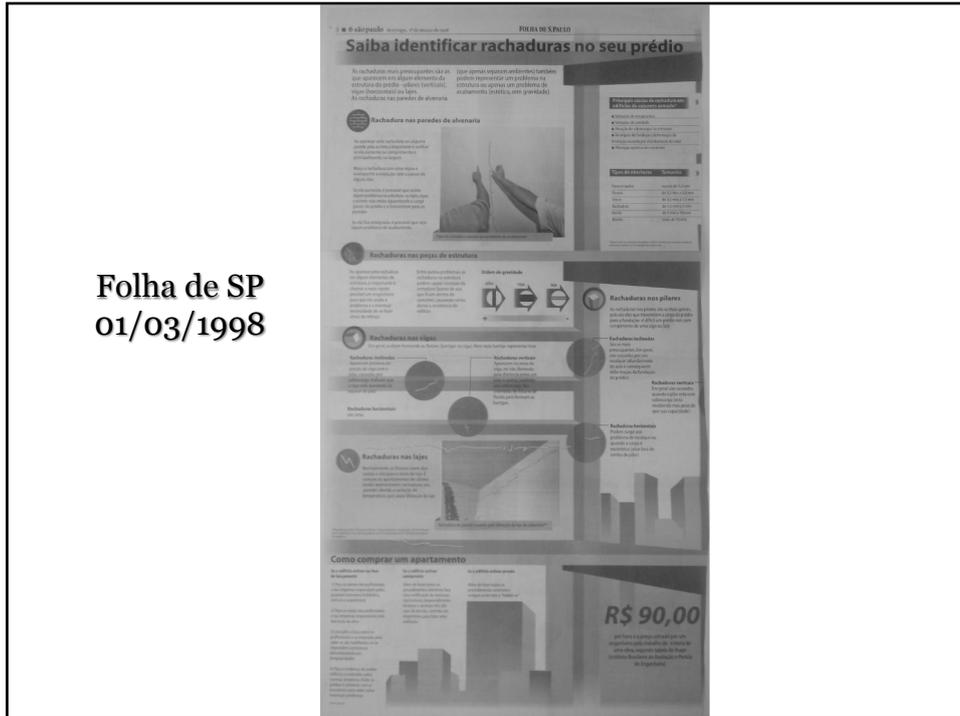
7-15:08

**WORLD TRADE CENTER STRUCTURE**

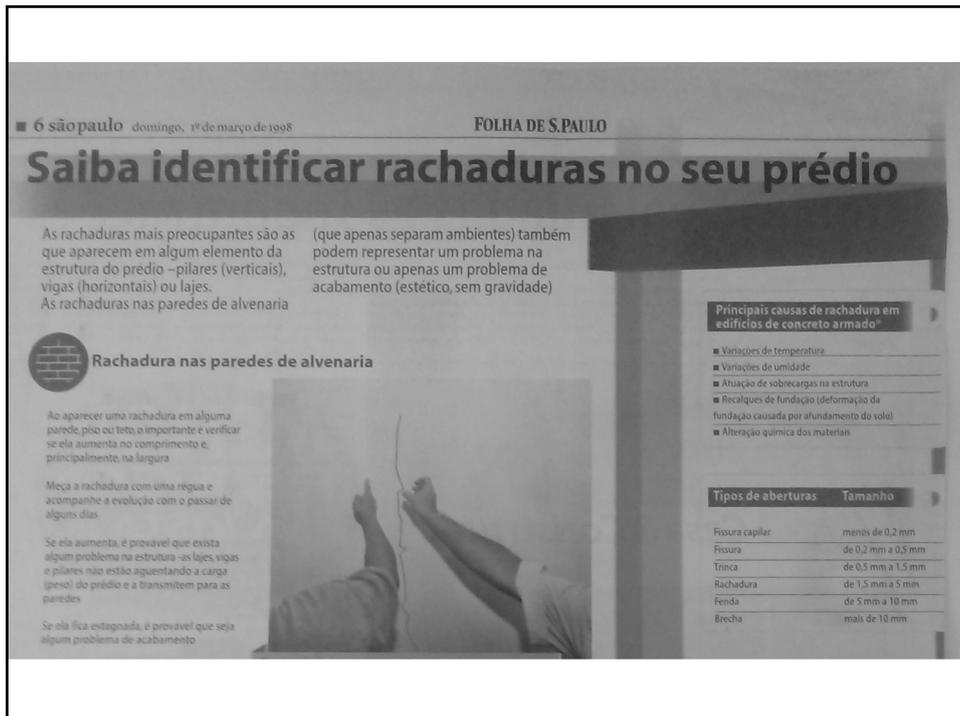
North tower  
415m  
Impact and inferno  
Fire reaches 800°C- hot enough to melt steel floor supports  
A reinforced core runs vertically through tower  
**Reinforced concrete**  
Steel beams  
Concrete covering

**Caracas Tower**  
The tallest skyscraper in Caracas experienced a severe fire on October 17, 2004. The blaze began before midnight on the 34th floor and spread to more than 26 floors. The fire burned for more than 17 hours. Lax enforcement of fire codes in Venezuela was blamed for the malfunctioning of water pumps and a lack of fire extinguishers inside of the building. The building was empty when the fire broke out and no civilians were killed or injured.

146



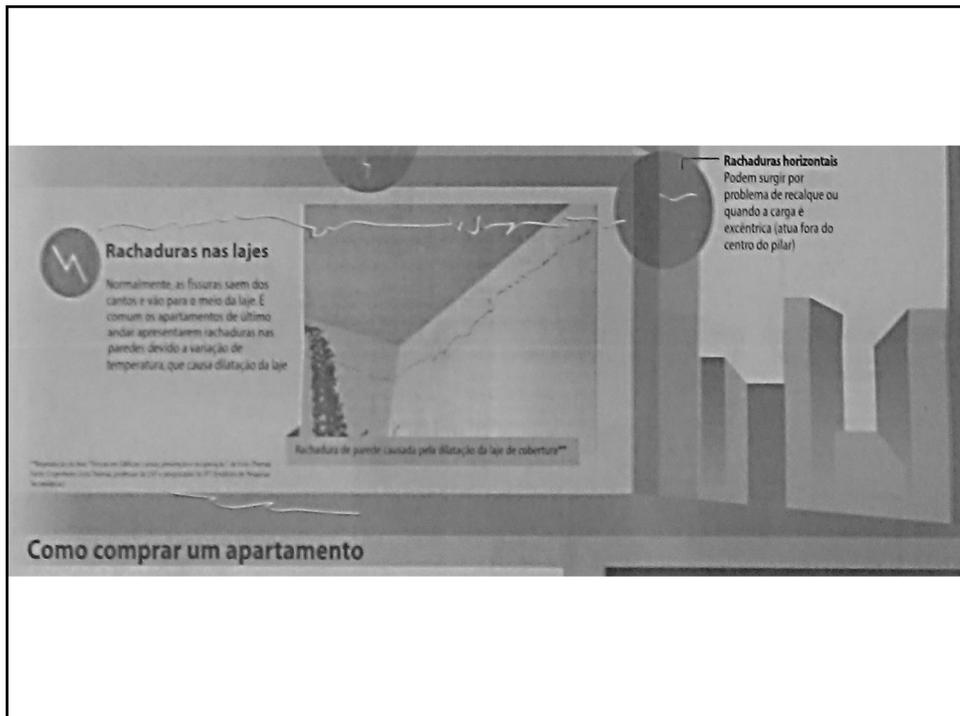
147



148



149



150

# OBRIGADO!



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

**[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)**  
**[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)**

11.2501.4822 / 23  
11.9.5045.4940